

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO PROFESIONAL:

**“NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
TRAMO: Km. 00 + 000 AL Km. 06 + 000”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
CARLOS ALBERTO BASAURI CUEVA**

**ASESOR
Ing. CUBAS BECERRA ALEJANDRO**

CAJAMARCA-PERÚ

2014



TITULO:

**“NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA
DE CAJAMARCA Km 00+000 al Km 06+000.”**



ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.	1
DEDICATORIA.	2
RESUMEN.	3-4
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	5-9
1.1. Objetivos.	7
1.2. Antecedentes.	7
1.3. Alcances.	7
1.4. Características Locales.	8-9
1.5. Justificación.	9
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	10-124
2.1. Estudio Socio – Económico.	11-12
2.2. Estudio del Trazo Definitivo.	12-15
2.2.1 Parámetros de Diseño Vial.	15-33
2.2.2 Levantamiento Topográfico.	33-36
2.2.3 Estudio de Suelos y Canteras.	37-61
2.2.4 Estudio Geológico.	62-65
2.2.5 Estabilidad de Taludes.	66-68
2.3 Estudio Hidrológico e Hidráulico	69-77
2.4 Diseño de Obras de Arte	77-83
2.5 Diseño de Pavimentos	84-106
2.6 Señalización del Tráfico	107-111
2.7 Evaluación de Impacto Ambiental	112-114
2.8 Catastro con Fines de Expropiación	115-124
CAPITULO III: METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS	125-230
3.1 Estudio Socio – Económico.	124-129
3.2 Elección del Tipo de Carretera y Vehículo de Diseño	130-134
3.2 Reconocimiento y Estudio Preliminar	134-146
3.3 Estudio Definitivo	147-157
3.4.1 Estudio de Suelos y Canteras	147-149



3.4.2 Estabilidad de Taludes	150-157
3.4 Estudio Hidrológico e Hidráulico	158-171
3.5.1 Caudales Máximos de Diseño	158-168
3.5.2 Diseño de Obras de Arte y Drenaje	169-171
3.5 Diseño de Pavimentos	172-197
3.6.1 Diseño Estructural del Pavimento	172-187
3.6.2 Diseño de Mezclas Asfálticas	187-197
3.6 Señalización	198-214
3.7 Evaluación de Impacto Ambiental	215-226
3.8 Catastro para la Expropiación	227-230
3.9.1 Derecho de Vía	227
3.9.2 Valorizaciones	227-230
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	231-236
5.1 Conclusiones	232-235
5.2 Recomendaciones	235-236
CAPITULO V: BIBLIOGRAFIA	237-239
CAPITULO VI: METODOLOGÍA	240-302
CAPITULO VII: ANEXOS	303-579
ANEXO A: Memoria Descriptiva	304-307
ANEXO B: Especificaciones Técnicas	308-495
ANEXO C: Metrados	496-508
ANEXO D: Costos y Presupuestos	509-529
ANEXO E: Programación de Obra	530-532
ANEXO F: Cuadro de Tablas y Materiales	533-568
ANEXO G: Panel Fotográfico	569-579
ANEXO H: Planos	



AGRADECIMIENTO

A nuestro Padre Celestial que a través de su infinito amor, nos permite día a día lograr nuestros objetivos.

A mi madre, que sin su apoyo no hubiese sido posible lograr esta meta y gracias por tu guía desde donde te encuentras.

A mi padre por su apoyo y confianza en todo momento.

Al asesor: Ing. Alejandro Cubas Becerra, por orientarme a culminar con éxito el Presente Proyecto Profesional.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma han colaborado con la realización de este Proyecto.



DEDICATORIA

A Jehová el Rey de Reyes y Señor de Señores, por su infinito amor hacia nosotros, que siempre estuvo brindándome su apoyo a pesar de todas las dificultades, e iluminándome con su magnificencia para seguir adelante después de cada error cometido.

A la eterna memoria de mi madre Nora que descanse en paz a lado de Jehová.

A mi padre Miguel por su amor, apoyo y comprensión en cada paso de mi vida y que nunca se dio por vencido en lograr su objetivo de lograr hacerme profesional que es su más grande anhelo.

A mis hermanos que estuvieron siempre a mi lado apoyándome para no abandonar el objetivo trazado.

A todos aquellos familiares y amigos que de manera desinteresada me han brindado su apoyo y que hicieron que mi camino hacia la meta trazada se torne menos dificultoso.



RESUMEN

El presente Proyecto Profesional titulado "NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA Km 00+000 al Km 06+000", tiene como punto inicial un hito de concreto referenciada en el Cruce de las Vías Héroes del Cenepa, Carretera Ciudad de Dios Cajamarca (Km.176 + 250), ubicada en la Ciudad de Cajamarca, cuyas coordenadas U.T.M. son: 9204659.13 N y 774829.16 E; y el punto final monumentada con un hito de concreto referenciada convenientemente, está ubicada en las faldas del Cerro San Vicente, en el barrio de San Vicente cuyas coordenadas U.T.M. son: 9207561.81 N y 772426.45 E.

El levantamiento topográfico de la futura vía, información para el diseño geométrico de la carretera y las características socio-económicas de la zona involucrada en el proyecto, se inició el estudio, haciendo un reconocimiento minucioso y detallado de la zona, mediante observación directa, a través del recorrido a pie de la carretera.

Para el cálculo del volumen del tráfico vehicular, se procedió a determinar el número de vehículos diarios mediante conteos durante siete días (24 horas diarias), determinándose, al final de este estudio, el vehículo de diseño, correspondiente a un CE-R3.

Se realizó la inspección geológica de toda la zona de estudio a través de cual comprobamos la existencia de las formaciones geológicas: Formación Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat, Pariatambo y Chulec. Depósitos Aluviales. Volcánico Huambos.

Se realizó el estudio de suelos, para lo cual se hizo un muestreo a través de calicatas, de 1.0 m² de perímetro, 2.0m. de profundidad, cada 250 metros a lo largo del eje de la carretera; también se hizo un estudio de suelos para los materiales de canteras.

Cantera El Gavilán y el estudio de la cantera de río Chonta (Zona Llacanora – Sector La Banda)

Se realizó el diseño de las obras de drenaje superficial, como aliviaderos y cunetas.

Para el diseño de espesores del pavimento se usaron dos métodos: Método del Instituto del Asfalto, Método AASTHO, de los cuales se determinaron espesores diferentes para la base, subbase y capa de rodadura, eligiéndose como espesores que son: Carpeta Asfáltica = 9 cm., Capa de base = 15 cm. y Capa de subbase = 20 cm.



La señalización utilizada son las señales: Preventivas, Informativas y Reguladoras de acuerdo al "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en vigencia.

Se realizó un Plan de Manejo Ambiental (PMA) en el cual se determinaron los costos ambientales que implicaría la realización del presente proyecto equivalente a S/.153,969.05.

Se programó el tiempo de ejecución del proyecto en un período de 12 meses; y con un Costo Total de Sesentiu Millones Trescientos Veinticuatro Mil Quinientos Veintitrés y 51/100 nuevos soles S/. 61, 324,523.51



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



En este proyecto se hace el estudio de la vía teniéndose en cuenta aspectos como el estudio socio-económico el cual pretende dar una información de la realidad de la provincia de Cajamarca. Como una parte fundamental, se busca elegir una ruta apropiada para el trazo de la línea de gradiente. Es importante mencionar que en el estudio definitivo se tiene en cuenta el tipo de vía parámetros de diseño, ubicación, nivelación y colocación de los puntos de control y el seccionamiento transversal de cada estaca.

En forma complementaria y para asegurar que el suelo de fundación tenga la capacidad portante requerida, se realiza el estudio de suelos y el estudio del material de préstamo que será usado como base granular de la carretera. Se hace el estudio de pavimentos, Para el diseño de las obras de arte se tiene en cuenta el caudal máximo mensual que recepciona la cuenca; la señalización que deberá ser usada, el análisis de costos unitarios, metrados, presupuesto base del proyecto, fórmula polinómica, especificaciones técnicas y la programación de obra.

A lo largo del proceso de desarrollo de nuestra ciudad de Cajamarca, y en aras de lograr este objetivo nuestra ciudad ha tenido que atravesar grandes dilemas como el de ordenamiento territorial, ordenamiento vehicular, velar por el impacto social que este crecimiento significa para Cajamarca; para contrarrestar estos tipos de problemas nuestras autoridades han empezado por plantear una serie de estrategias mediante proyectos, programas y planes de desarrollo. El plan de proyecto profesional está abocado al ordenamiento vehicular y el bienestar social; es por esto que en un primer instante se planteó como alternativa de solución una vía de evitamiento.

Es así que en el año 2007 surge la idea de un plan de desarrollo para la ciudad de Cajamarca en los que incluye el estudio y la ejecución del proyecto que consta de una nueva vía de evitamiento en la parte alta de la ciudad, para así cumplir con el objetivo fundamental al que apunta el proyecto dando solución al problema vehicular incrementado con el pasar del tiempo.

El presente proyecto tiene por finalidad realizar el estudio a nivel de asfalto de la Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca entre los Km 00+000 al Km 06+000. El punto Inicial de la vía, Km 176+250 de la carretera Ciudad de Dios – Cajamarca.



1.1. Objetivos.

1.1.1 Objetivo General

- ✓ Elaborar el estudio de la "NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA – CAJAMARCA Km 00+000 al Km 06+000" a fin de contrarrestar el problema identificado; contribuyendo así con la sociedad Cajamarquina.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Estructurar la información práctica del estudio enmarcándola dentro del campo teórico de las ciencias de la ingeniería vinculados al proyecto respectivo.
- ✓ Diseñar los componentes técnicos del Proyecto a partir de la implementación de las actividades prácticas de ingeniería pertinentes.
- ✓ Contribuir con el objetivo primordial de extensión y proyección social de la Universidad Nacional de Cajamarca.

1.2. Antecedentes.

En la actualidad con la explosión demográfica y minera que atraviesa la realidad cajamarquina ha hecho que la Vía de Evitamiento existente quede muy cerca de la zona urbana, y empiece a congestionarse lo que provoca que los vehículos mayores (buses, camiones, tráileres...) pongan en riesgo la seguridad de los pobladores y vehículos menores (entiéndase menores como tamaño del vehículo). Para solución de este problema y un crecimiento adecuado de Cajamarca se plantea la construcción de la Vía de Evitamiento.

1.3. Alcances.

El Presente proyecto tiene como alcances obtener un Documento Técnico del Proyecto "NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA – CAJAMARCA Km 00+000 al Km 06+000" que posteriormente sirva para la ejecución de la misma, en el peor de los casos como un elemento referente.



1.4. Características Locales.

a) Ubicación :

Se ha usado en este estudio el Datum Geodésico WGS-84 – 17S

Punto de Partida:

Coordenadas U.T.M.: 774829.16 E.
9 204659.13 N.
Altitud: 2831.80 m.s.n.m.

Punto de llegada:

Coordenadas U.T.M.: 772426.45 E.
9207561.81 N.
Altitud: 2915.61 m.s.n.m.

Distrito : *Cajamarca*
Provincia : *Cajamarca*
Departamento : *Cajamarca.*

b) Extensiones y Limites

El tramo en estudio tiene una longitud de 6 Km. Aproximadamente, desde Cruce de Av. Héroe del Cenepa y Carretera Ciudad de Dios Cajamarca hasta la Planta De Tratamiento El Milagro. El tramo inicial consta del presente estudio Km 00+000 al Km 06+000.

c) Accesibilidad

Actualmente a la zona que afectará el proyecto existen tres vías de acceso: "Cajamarca – Carretera Ciudad de Dios Cajamarca", "Cajamarca – Hualgayoc, Bambamarca, Chota", "Cajamarca – Hacia Centro Turístico Cumbemayo"

d) Altitud

La zona en estudio se encuentra entre los 3100 m.s.n.m. y 2800 m.s.n.m.



e) Topografía

Es muy accidentado, puesto que por esta zona cruza un ramal de la cordillera occidental de los Andes.

f) Población Beneficiada

El presente proyecto beneficiará en forma general a toda la provincia de Cajamarca y resto de localidades adyacentes.

1.5. Justificación.

Considerando la necesidad que tiene Cajamarca de plantear un ordenamiento vehicular y una descentralización del mismo para desplazarse de un punto a otro en menor tiempo y con mayor seguridad para ambas partes; además con este proyecto comenzaremos a dar una expectativa de limitación del casco urbano en un futuro no muy lejano; además mejorará el estilo de vida de los centros poblados que se encuentren influenciados por la faja de dominio del proyecto.



CAPÍTULO II

MARCO TEORICO



2.1. Estudio Socio – Económico.

La planeación consiste en agrupar, dentro del análisis técnico, de manera armónica y coordinada, todos los factores geográficos – físicos, económico – sociales y políticos que caracterizan a una determinada región.

El objetivo de lo anterior es el de descubrir claramente la variedad de problemas y deficiencias de toda índole, las zonas de mayor actividad humana actual y aquellas económicamente potenciales, para dar, por ultimo como resultante, un estudio previo de las comunicaciones como instrumento eficaz para ajustar, equilibrar, coordinar y promover el adelanto más completo de la zona considerada, tanto en si misma cuando en sus ínter influencias regionales, nacionales y continentales.

La conclusión da a conocer los grandes lineamientos de una obra vial por ejecutar, todo con fundamento en la demanda de carreteras deducida de las condiciones socio económico – políticas prevalectes.

2.1.1. Consideraciones Geográficas – Físicas

Las consideraciones geográficas – físicas, así como los aspectos económicos – sociales vistos más adelante, son de gran relevancia ya ellos nos proporcionarían las bases para poder definir el tipo de carretera necesario para alguna zona en particular.

Para la realización de las consideraciones geográficas – físicas, se deberán de tomar en cuenta todas y cada una de las características geográficas y físicas del lugar donde se vaya a hacer un proyecto carretero.

Se considerarán las condiciones climatológicas, meteorológicas, hidrológicas y de vegetación natural.

Agricultura.- Monto de la producción; rendimiento de cada cultivo por hectárea y por trabajador agrícola; índice de productividad o eficiencia de la tierra; irrigación; problemas edafológicos; superficie cosechada y superficie susceptible de abrirse al cultivo; mercado interno y externo de productos agrícolas; tendencia de la tierra; problemas, deficiencias y posibilidades.



Ganadería.- Valor de la producción; tipo de explotación pecuaria, calidad y cantidad de los ganados; abundancia, escasez y clase de pastos; posibilidades para formar una industria ganadera integral; tamaño de la propiedad; el mercado de carne; rendimientos obtenidos y productividad del ganado; problemas y perspectivas

Silvicultura.- Valor de la producción forestal; especies explotadas; Aprovechamiento eficiente de los bosques; mercados y medios de transporte; posibilidades de la industria de la transformación; conveniencia y rendimiento de la explotación actual; problemas y perspectivas

Minería.- Valor de la producción; principales minerales objeto de explotación; el problema de sus mercados; yacimientos minerales; transportes, posibilidades de establecer empresas que transformen ciertos minerales en manufacturas metálicas; problemas y perspectivas

Actividades Comerciales.- Estado actual y posibilidades de desenvolvimiento.

Comunicaciones y Transportes.- Estado actual; número de vehículos; líneas establecidas; posibilidades y perspectivas. Posible tránsito inducido y generado.

2.2. Estudio del Trazo Definitivo.

Clasificación funcional de la red vial

Sistema Nacional (corresponde al proyecto).- Las carreteras del sistema Nacional evitarán, en general, el cruce de poblaciones y su paso por ellas deberá relacionarse con las carreteras de circunvalación o vías de evitamiento. Se les identifica con un escudo y la numeración es impar, desde el 01 al 99 inclusive.

Sistema Departamental.- Carreteras que constituyen la red vial circunscrita a la zona de un departamento, cuya jurisdicción está a cargo de los Consejos Transitorios de Administración Regional. Se les



identifica con una insignia y la numeración es desde 100 al 499 inclusive.

Sistema Vecinal. Carreteras de carácter local, cuya jurisdicción está a cargo de las Municipalidades. Se les identifica con un círculo y la numeración es desde el 500 hacia delante.

Clasificación según la demanda

Autopista.- Vía de calzada separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los accesos (Ingresos y Salidas). Que proporciona flujo vehicular completamente continuo. Se le denominará con la sigla AP.

Carreteras Multicarril (Corresponde al Proyecto).- Vía de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control parcial de los accesos (Ingresos y Salidas). Se le denominará con la sigla MC

Carreteras de dos carriles.- Vía de calzada única con dos carriles, uno por cada sentido de circulación. Se le denominará con la sigla DC.

Clasificación según sus condiciones Orográficas

Carretera tipo 1

Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros, La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía. Es menor o igual a 10%

Carretera tipo 2

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampas por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%

Carretera tipo 3 (Corresponde al Proyecto)

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pasados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.



Carretera tipo 4

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 100%

Relación entre Clasificaciones

En las secciones precedentes, se han presentado diferentes clasificaciones del Sistema Vial para el país. Sin embargo, para efectos del Diseño Geométrico se utilizarán las siguientes:

- ✓ Clasificación por Importancia de Vía
- ✓ Clasificación según sus características
- ✓ Clasificación según condiciones Orográficas

La tabla se entrega la relación entre clasificaciones de la Red Vial con la velocidad de diseño.

TABLA N° 01

Clasificación de la red vial peruana y su relación con la velocidad de diseño

CLASIFICACION	SISTEMA VIAL																			
	PRIMER ORDEN												SEGUNDO ORDEN				TERCER ORDEN			
	AP				MC				DC				MC		DO		DC			
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80 KPH																				
80 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				
140 KPH																				
150 KPH																				

- AP:* Autopista
MC: Carretera Multicarril
DC: Carretera de dos Carriles



TABLA N° 02

Longitud de tramos en tangente

LONGITUD TRAMOS EN TANGENTE			
Vd	L_{mtas}	L_{mtas}	L_{max}
(Km/h)	(m)	(m)	(m)
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004

2.2.1 Parámetros de Diseño Vial.

Trazado de Planta

El trazado en planta, se compone de alineamientos rectos y de curvas

Velocidad Directriz (Km/hr)

Es la velocidad a la cual un conductor de habilidad media manejando con razonable atención, puede circular con entera seguridad, por una carretera. Los radios mínimos de curvas, sobre anchos, peraltes, curvas verticales, visibilidades, longitud de transiciones y en fin todos los factores que gobiernan el diseño del camino, se calculan en función de la velocidad directriz. (V)

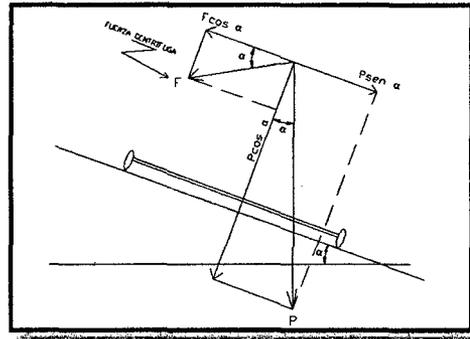
Proyecto de una curva:

Alteraciones que se originan, cuando se proyecta una curva

- (1°) La combinación de radios mínimos y de peraltes
- (2°) El paso de la alineación recta a la curva, intercalando curvas de transición (dependiendo de V)
- (3°) El sobreancho que permita conservar la misma capacidad de tráfico, que en la alineación recta
- (4°) La debida, visibilidad asegurada por el radio mínimo.

a) Radio Mínimo

Al entrar en curva se presenta la fuerza centrífuga que origina peligro para estabilidad del vehículo.



$$R_{\min} = \frac{V^2 (1 - \mu_t \operatorname{tg} \alpha)}{127(\operatorname{tg} \alpha + \mu_t)}$$

Esta fórmula da el valor de R, necesario para que no exista deslizamiento por defecto de una velocidad V.

De esta fórmula se obtiene la fórmula práctica usada en las "Normas Peruanas"

$$R_{\min} = \frac{V^2}{128(p + f)}$$

V = Velocidad Directriz (Km/H)

p = Peralte (Máximo 8% para carreteras 1° y 2° orden)
 (Máximo 10% para carreteras 3° y 4° orden)

Valores:

V	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f	0.18	0.17	0.16	0.153	0.146	0.14	0.133	0.126	0.12

Reemplazando:

V = 60 Km/h

f = 0.153

p = 0.08

R_{min} = 120.71 m (Radio mínimo para el proyecto)

Los radios mínimos y Peraltes máximos se tomarán de la siguiente tabla:

TABLA N° 03

Radio Mínimos y Peraltes Máximos para diseño de Carreteras

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	p max %	Radio Mínimo (m)	
Area Urbana (Alta velocidad)	30	4.00	35	
	40	4.00	60	
	50	4.00	100	
	60	4.00	150	
	70	4.00	215	
	80	4.00	280	
	90	4.00	375	
	100	4.00	495	
	110	4.00	635	
	120	4.00	875	
	130	4.00	1110	
	140	4.00	1405	
	150	4.00	1775	
	Area Rura (cn eifro de Hielo)	30	6.00	30
		40	6.00	55
50		6.00	90	
60		6.00	135	
70		6.00	195	
80		6.00	255	
90		6.00	335	
100		6.00	440	
110		6.00	560	
120		6.00	755	
130		6.00	950	
140		6.00	1190	
150		6.00	1480	
Area Rural (Tipo 1,2 o 3)		30	8.00	30
		40	8.00	50
	50	8.00	85	
	60	8.00	125	
	70	8.00	175	
	80	8.00	230	
	90	8.00	305	
	100	8.00	395	
	110	8.00	505	
	120	8.00	670	
	130	8.00	835	
	140	8.00	1030	
	150	8.00	1265	
	Area Rural (Tipo 3 o 4)	30	12.00	25
		40	12.00	45
50		12.00	70	
60		12.00	105	
70		12.00	150	
80		12.00	195	
90		12.00	255	
100		12.00	330	
110		12.00	415	
120		12.00	540	
130		12.00	665	
140		12.00	815	
150		12.00	985	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras Tabla 402.02

b) Distancia de Visibilidad: Es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo.

b.1) Distancia de Visibilidad de Parada (Dp): Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Es la precisa para que el conductor de un vehículo marchando a la velocidad directriz pueda detenerse antes de llegar a un objeto fijo en su línea de circulación. En ningún punto del camino la distancia de visibilidad debe ser menor que la distancia de parada.



DP se compone de 2 sumandos:

(a) La del recorrido del vehículo desde el momento que el conductor divisa el obstáculo hasta que aplica los frenos. (d')

(b) La de frenado (d'')

d' { El tiempo preciso para que, divisado el objeto se aplique los frenos (tiempo de reacción) es de 0.5 a 1 seg.

El tiempo de percepción medio es 1.5 seg.

d'+ d'' Luego el tiempo total desde que se divisa el objeto hasta que se han aplicado los frenos varía entre 2 a 3 seg. (Reacción y percepción)

En general, la distancia de visibilidad de parada es:

Donde: $D_p = d' + d''$

$$D_p = \frac{V * t_{pr}}{3.6} + \frac{V^2}{254 * f}$$

D_p	: Distancia de Visibilidad de Parada (m)
V	: Velocidad directriz (K/H)
t_{pr}	: Tiempo de percepción y reacción (seg) que varía con la Veloc.

Cuando el camino tiene una pendiente i, la fórmula

$$D_p = \frac{V * t_{pr}}{3.6} + \frac{V^2}{254 * (f \pm i)}$$

i	: Pendiente Longitudinal (en tanto por uno)
	+i = subida respecto al sentido de circulación
	- i = bajada respecto al sentido de circulación
	• si sube se acorta D _p
	• si baja se acrecenta D _p

TABLA N° 04

V	F	Tpr
25	0.536	3
30	0.528	3
35	0.520	3
40	0.512	3
45	0.504	3
50	0.496	3
60	0.480	2.833
70	0.464	2.666
80	0.448	2.5
90	0.432	2.333
100	0.416	2.167
110	0.400	2

Referencia: Capitulo VII: Metodología – Graficas -Cuadro N° 01

Imposibilidad de cruce-dist doble visibilidad:

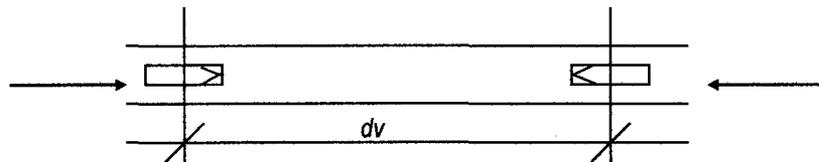
Quando el camino es de un ancho tal que no permita el cruce de 2 vehículos a la velocidad de régimen hay que calcular la distancia precisa para que puedan parar antes de chocar.

Tramo Horizontales $dv = 2(0.555V + \frac{V^2}{254 * f}) + 5m$

Esta fórmula estima en 2seg el tiempo de percepción y reacción para cada conductor y una distancia de seguridad de 5m.

Si tuviera una pendiente i, se suman los espacios de frenado de los vehículos, en la distancia de frenado, el que descende será afectado por el signo - y el que asciende por +

$$dv = \left[1.11V + \frac{f * V^2}{127(f^2 - i^2)} \right] + 5m$$



Distancia mínima de seguridad entre dos vehículos

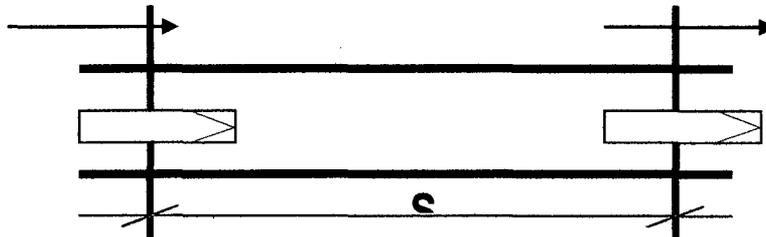
Si 2 vehículos marchan a la misma velocidad, uno tras otro la mínima distancia que los separa debe ser tal:

- ✓ que si el de adelante aplica frenos
- ✓ el de atrás se detenga sin chocar

La AASHTO propone la siguiente fórmula:

$$S = \frac{V}{5} + 6 \quad S=m$$

$$V=Km/hr.$$



Distancia de Visibilidad de Paso

Distancia de visibilidad de paso, es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad de 15 Km p. h. menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Tomando en cuenta un alineamiento recto de rasante uniforme

Cuando no existe impedimento impuestos por el terreno que se reflejan por lo tanto en el costo de producción, la visibilidad de paso debe asegurarse para el mayor desarrollo posible del proyecto.

Se deberá evitar que se tengan sectores sin visibilidad de adelantamiento, en longitudes superiores a las de la tabla siguiente, según las categorías de la carretera.

TABLA N° 05

Longitud Máxima sin visibilidad de adelantamiento en sectores conflictivos

Categoría de Vía	Longitud
Autopista y Multicarril	1500m
1ra Clase	2000m
2da Clase	2500m

Los sectores con visibilidad adecuada para adelantar deberán distribuirse lo más homogéneamente posible a lo largo del trazado. En un tramo de carretera de longitud superior a 5 Kms, emplazado en una topografía dada, se procurará que los sectores con visibilidad adecuada para adelantar, respecto del largo total del tramo, se mantengan dentro de los porcentajes que se indican en la tabla siguiente.

TABLA N° 06

Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada para adelantar

Condiciones Orograficas	% Minimo	% Deseable
0 - 10 Llana	50	> 70
10 - 50 Ondulada	33	> 50
50 - 100 Accidentada	25	> 35
> 100 Muy Accidentada	15	> 25

La distancia de visibilidad de paso varía con la velocidad directriz según el diagrama de la figura siguiente.

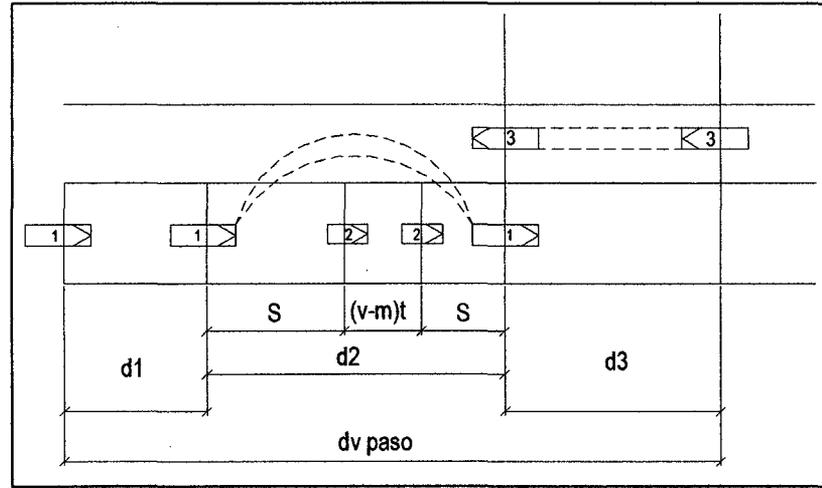
Para ordenar la circulación en relación con la maniobra de adelantamiento, se puede definir:

- ✓ Una zona de preaviso, dentro de la que no se debe iniciar un adelantamiento, pero si se puede completar uno iniciado con anterioridad.
- ✓ Una zona de prohibición propiamente dicha, dentro de la que no se puede invadir el carril contrario.

Distancia de Visibilidad de Paso (Dv_{paso})

- ✓ Es la necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que marcha por su misma vía a menor velocidad, sin peligro de colisión con el tránsito que venga en sentido opuesto.

- ✓ Cuando no sea posible, económicamente que el trazado tenga en todos los puntos la $D_{v\text{ paso}}$, debe exigirse que por lo menos $c/2$ km. Halla un tramo donde exista.



Se adopta una percepción de 3 seg. y se supone que el vehículo que sobrepasaba marchaba a V . Km/hr. Ha debido reducir su velocidad, hasta igualar la que lleva el vehículo sobrepasado, se generaliza que es m Km/hr menor; el vehículo que sobrepasa reduce su velocidad a $V-m$, durante los 3 seg. Y la distancia que recorre:

$$d_1 \text{ (metros)} = 3(v-m)/3.6 = 0.83(V-m) \text{ (e=VxT) para reducir a m/seg.}$$

Se supone que la distancia d_1 , se recorre mientras el vehículo lo que sobrepasa se mantiene a una dist. S del que lo precede.

$$S = \frac{(V-m)}{5} + 6$$

Cuando se haya completado la maniobra de sobrepaso:

El vehículo 1 habrá recorrido una distancia $2S$ durante dicha maniobra y habrá estado acelerando a razón de a Km/hr/seg., el tiempo "t" requerido está dado por:

$$t = \sqrt{\frac{14.4S}{a}} \text{ (seg)}$$

y la distancia d_2 :

$$d_2 = 2S + \frac{(V-m)t}{3.6}$$

Se supone que el momento de iniciarse la maniobra del sobrepaso, aparece en sentido opuesto un 3 circulando a la velocidad directriz. V

$$d_3 = \frac{V \cdot t}{3.6}; dv_paso_total = d_1 + d_2 + d_3$$

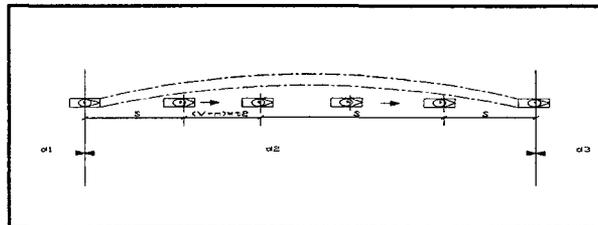
TABLA N° 07

Valores de la aceleración para sobrepaso de un vehículo

(m)(dif. Entre V y la velocidad del vehículo sobrepasado)

V Km/hr	15	24	32	40
50	4.5	4.6	5.1	5.7
65	3.4	3.7	4.2	4.6
80	2.7	3	3.4	3.7
95	2.1	2.2	2.7	3
110	1.6	1.8	2.1	2.2

Para el caso de un vehículo, que tenga que adelantar a otros dos, d1 será pero d2 y d3 varían ya que varía t



$$d_2 = 3S + \frac{(V-m)}{3.6} \times t_2 \quad t_2 = \sqrt{\frac{21.6 \times S}{a}}$$

$$d_3 = \frac{t_2}{3.6} \times V_1$$

Coloco V₁, ya que la velocidad del 3er vehículo

no tiene que ser igual a la del que sobrepasa.

TABLA N° 08

Valores de la aceleración (a) para sobrepaso de dos vehículos (km/hr/seg) m

V Km/hr	15	24	32	40
50	4	4.5	5	5.5
65	3.2	3.5	4	4.5
80	2.6	2.9	3.2	3.5
95	1.9	2.2	2.5	2.9
110	1.4	1.8	1.9	2.2

Banquetas de Visibilidad

En las Curvas Horizontales deberán asegurarse la Visibilidad a la distancia mínima de parada. El control de este requisito y determinación de la eventual banqueta de visibilidad se definirá, luego de verificar si una curva provee o no la distancia de visibilidad requerida. Con ese fin se presenta la figura (Visibilidad de Banquetas), si la verificación indica que no se tiene la visibilidad requerida y no es posible o económico aumentar el radio de la curva. Se recurrirá al procedimiento de la figura 402.08.

Asimismo se presenta la Tabla con los alejamientos mínimos de obstáculos en tangente.

TABLA N° 09

Alejamientos mínimos de los obstáculos fijos en tramos en tangente medido desde el borde de la berma hasta el borde del objeto

Descripcion	Alejamientos (m)
Obstaculos aislados (pilares, postes, etc)	1.50 (0.60)
Obstaculos continuos (muros, paredes, barras, etc)	0.60 (0.30)
Pared, muro o parapeto, sin flujo de peatones	0.80 (0.60)
Pared, muro o parapeto con flujo de peatones	1.5

c) Curvas Horizontales:

c.1) Radios de diseño.- Los radios de las curvas están en función de la velocidad directriz, del peralte, de la topografía del terreno y la clase de carretera. Los radios mínimos a emplearse se especifican en la siguiente

TABLA N° 10

Radio de Diseño.

CLASE DE CARRETERA	RADIOS MINIMOS DE CURVA (m)		
	PLANA	ONDULADA	ACCIDENTADA
1 ^a	340	110	56
2 ^a	200	56	23
3 ^a	65	30	15
4 ^a	23	15	10

Fuente: Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

c.2) Peraltes.- El peralte de una curva es la inclinación transversal que se dispone, a la plataforma de la carretera, con el objeto de contrarrestar la fuerza centrífuga, garantizándose así la estabilidad del vehículo ante el deslizamiento.

c.3) Longitud de transición del peralte. Es la longitud en tangente inmediatamente antes y después de una curva horizontal en la cual se logra el cambio gradual del bombeo de la sección transversal al peralte correspondiente a dicha curva.

Las N.P.D.C. establecen que la longitud de rampa de peralte deberá obtenerse sin sobrepasar los siguientes incrementos de la pendiente del borde del pavimento.

- ✓ 0.5% cuando el peralte es menor a 6%
- ✓ 0.7% cuando el peralte es mayor a 6%.

Aplicando este criterio las fórmulas para calcular la longitud total mínima para la rampa de peralte, son:

$$L_p = A/2(p+b) / 0.5, 0.7$$

Dónde: L_p : Longitud de rampa de peralte (m)

A : Ancho de la faja de rodadura (m)

p : Peralte de la faja de rodadura (%)

b : Bombeo de la faja de rodadura (%)



c.4) Sobreechanco y transición del sobreechanco. Las N.P.D.C. en su ítem 5.3.5 establecen la necesidad de proveer, a las secciones en curva horizontal el sobreechanco respectivo a fin de compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. De otra parte indican que el sobreechanco mínimo es 30 cm. y se da cada 30 cm.

El sobreechanco afectará solamente a la superficie de rodadura y seguirá la misma inclinación del peralte respectivo, permaneciendo inalteradas las dimensiones y la inclinación de las bermas.

La fórmula de cálculo está dada por las N.P.D.C.; propuesta por VOSHELL y recomendada por la A.A.S.H.T.O.:

$$Sa = n(R - (R^2 + L^2)^{1/2}) + V/10(R)^{1/2}$$

Dónde: Sa: sobreechanco (m)

n : número de carriles

R: radio de la curva (m)

L : distancia entre el eje delantero y el eje posterior de vehículo (m)

V : velocidad directriz (Km/h)

c.5) Elementos de Curvas Horizontales. Los elementos de curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:

PI : punto de intersección de dos alineamientos.

PC : principio de curva.

PT : principio de tangencia o término de curva.

I : ángulo de intersección de dos alineamientos.

R : radio de la curva.

T : tangente de la curva.

E : externa.

Lc : longitud de curva circular (arco PC - PT).

C : cuerda entre el PC y PT.

f : flecha.

Las fórmulas para el cálculo de los elementos de curva, son:

TABLA N° 11

Elementos de curvas simples.

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan (I / 2)$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \pi R I / 180^\circ$
Cuerda	C	$c = 2 R \text{ Sen } (I / 2)$
Externa	E	$E = R [\text{Sec } (I / 2) - 1]$
Flecha	F	$f = R [1 - \text{Cos } (I / 2)]$

Fuente: Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras

Cuando la distancia entre el PT de entrada y el PC de salida de dos curvas de sentido contrario es menor que la suma de sus longitudes de rampa de peralte, se chequeará si éstas son reversas.

d) Perfil Longitudinal

d.1) Curvas Verticales.

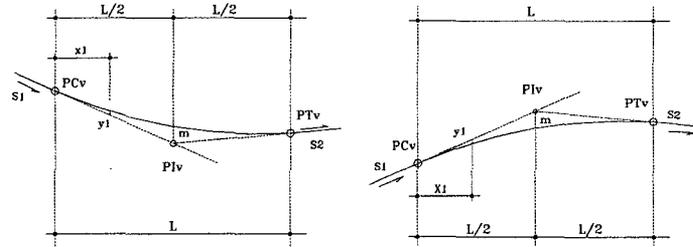
Las N.P.D.C. en su ítem 5.5.3 indican: Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1% para carreteras con pavimento del tipo superior y de 2% para las demás. Además éstas deberán proyectarse de modo que permitan, cuando menos, la distancia de visibilidad mínima de parada y la distancia de sobrepaso.

Las curvas verticales son de dos tipos:

- Por su forma: convexas y cóncavas.
- Por la longitud de sus ramas: simétricas y asimétricas

El cálculo de las curvas verticales se realiza de la siguiente manera:

i) Para curvas simétricas: Cóncavas y Convexas.



Curvas verticales simétricas.

- Dónde: PCv: Principio de curva vertical.
 Piv: Punto de intersección vertical.
 PTv: Principio de tangencia de curva vertical.

Las fórmulas de cálculo empleadas son:

$$A = S1 \% - S2 \%$$

$$Y_i = X_i^2 A / 200 L$$

$$m = L A / 800$$

Dónde: A: Diferencia algebraica de pendientes (%)

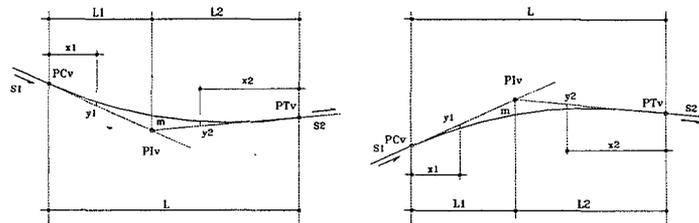
Si : Pendiente en cada tramo de subrasante (%)

L : Longitud de la curva vertical (m)

X_i , Y_i : Coordenadas rectangulares de un punto cualquiera de la curva tomadas a partir del PCV.

m : Ordenada media.

ii) Para curvas Asimétricas: cóncavas y convexas.



Curvas verticales asimétricas.

Las fórmulas de cálculo son las siguientes:

$$A = S_1\% - S_2\%$$

$$m = L_1 L_2 A / 200(L_1 + L_2)$$

$$Y_1 = (X_1 / L_1)^2 m$$

$$Y_2 = (X_2 / L_2)^2 m$$

d.2) Pendientes.- La pendiente (i) de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera.

i) Pendientes mínimas. En los tramos en corte generalmente se evitará el empleo de pendientes menores de 0.5 %. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje.

ii) Pendientes máximas normales. Los límites máximos normales de pendientes se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados en las condiciones más desfavorables de pavimento.

TABLA N° 12

Pendientes Máximas Normales.

Altitudes (m.s.n.m.)	Pendiente (%)	Long. Máx. (m)
<3000	7	800
>3000	6	800

Fuente: Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

iii) Pendientes máximas excepcionales.- Se recurrirá al empleo de ellos o de valores muy próximos, sólo en forma excepcional cuando exista motivos justificados para hacerlos y especialmente cuando el empleo de pendientes menores conduciría a alargamientos artificiales de recorrido o aumentos de tortuosidad en el trazado o a obras especialmente costosas. Las N.P.D.C. en su Tabla indican:

TABLA N° 13

Pendientes Máximas Excepcionales.

ALTITUDES (m.s.n.m.)	PENDIENTE (%)	LONGITUD MAXIMA (m)
< 3000	8	300
> 3000	7	300

Fuente: Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

iv) Pendientes medias.- Dado que el uso indiscriminado de pendientes, en especial los valores máximos normales y/o excepcionales, conduce a líneas de gradiente no apropiadas para el tránsito normal de los vehículos, en particular para los pesados, existen indicadores que regulan el valor de la pendiente media máxima para un conjunto de pendientes para determinada longitud del tramo y considerando el tipo de carretera y altitud a la que se encuentra el tramo. El chequeo de la pendiente media debe hacerse para tramos de 10 Km. de longitud de carretera.



TABLA N° 14
Cuadro de Pendientes Máximas

CLASIFICACIÓN	SISTEMA VIAL																							
	PRIMER ORDEN												SEGUNDO ORDEN						TERCER ORDEN					
	AP				MC				DC				MC			DC			DC					
IMPORTANCIA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
PROGRAMA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
VELOCIDAD DE DISEÑO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
30 KPH																								
40 KPH																								
50 KPH																								
60 KPH					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	8.00	8.00			
70 KPH			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00			
80 KPH	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	8.00			
90 KPH	4.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	7.00			
100 KPH	4.50	4.50	4.50	4.50	5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			5.00	5.00				6.00	6.00					
110 KPH	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00																	
120 KPH	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00																			
130 KPH	3.50	3.50	3.50	3.50																				
140 KPH	3.00	3.00	3.50	3.50																				
150 KPH	3.00	3.00	3.50																					

AP: Autopista
 MC: Carretera Multicarril o Dual
 DC: Carretera de dos Carriles

e) Secciones Transversales.

e.1) Ancho del Pavimento

i) Ancho de tramos en tangente.- En la Tabla 5.4.1.1 de las N.P.D.C. se indican los valores apropiados del ancho de pavimento para cada velocidad directriz, en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

ii) Ancho de tramos en curva.- El ancho anterior será aumentado con el sobreancho respectivo para estos tramos.

e.2) Bombeo

Las carreteras con pavimento del tipo intermedio o de bajo costo estarán provistas con valores entre 2 % y 3 %.

En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte respectivo.

e.3) Bermas

Son las fajas adyacentes a la superficie de rodadura cuya finalidad es servir de contención al borde del pavimento, así como también para la circulación eventual de peatones y acémilas.

La tabla 5.4.2.1 de las N.P.D.C. proporciona los valores adecuados del ancho de las bermas y el ítem 5.4.2.2. La inclinación de las bermas, establece: En los tramos en tangente las bermas seguirán la inclinación



del pavimento y en los tramos en curva se ejecutará el peralte según lo indicado en el ítem 5.3.4.3.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada, proyectadas de acuerdo con lo descrito anteriormente, será siempre igual o menor de 7%.

e.4) Ancho de la calzada

El ancho de la calzada resulta de la suma del ancho del pavimento y del ancho de las bermas.

e.5) Plazoletas de Estacionamiento

Las N.P.D.C. en su ítem 5.4.4 estipulan: Cuando el ancho de las bermas es menor que 2.4 mts. Se deberá prever, en cada lado de la carretera y a distancia no menor de 400 mts.

Plazoletas de estacionamiento de dimensiones mínimas utilizables, de 3.00 x 30 mts., además de aquellas necesarias para los medios de transporte público. Las plazoletas estarán provistas de pavimento apropiado.

e.6) Taludes

Talud, es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal que adopta una masa de tierra con la intervención de la mano del hombre.

Los valores de la inclinación de los taludes para las secciones en corte será, de modo general, los indicados en la tabla 5.4.6.2 de las N.P.D.C. y para las secciones en relleno los indicados en la tabla 5.4.6.4. De las mismas.

TABLA N° 15
Taludes de Corte.

Clase de terreno	Talud V : H
Roca fija	10:01
Roca suelta	04:01
Conglomerados	03:01
Tierra compacta	02:01
Tierra suelta	01:01
Arena	01:02

Fuente: Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

TABLA N° 16

Taludes de Relleno.

Tipo de relleno	Talud V : H
Enrocado	01:01
Terrenos varios	01:01.5
Arena	01:02

Fuente: Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras

2.2.2 Levantamiento Topográfico.

2.2.2.1 Reconocimiento Topográfico.- Antes de iniciar propiamente los estudios topográficos se requiere de un reconocimiento preliminar en el cual, primero se hará una entrevista o reunión con los beneficiarios para recoger datos de gran utilidad en el proyecto como lo relativo a afectaciones, características de ríos, nombre de lugares intermedios, localización de zonas bajas o inundables, niveles de agua en crecientes y si es posible alguna de esas personas auxiliara como guía en el reconocimiento técnico del camino. Una vez hecho esto se procederá a hacer un reconocimiento directo del camino para determinar en general características:

- ✓ Geológicas
- ✓ Hidrológicas
- ✓ Topográficas y complementarias

Así se vera el tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y características generales, ubicación de bancos para revestimientos y agregados para las obras de drenaje, cruces apropiados para el camino sobre ríos o arroyos, existencia de escurrimientos superficiales o subterráneos que afloren a la superficie y que afecten el camino, tipo de vegetación y densidad, así como pendientes aproximadas y ruta a seguir en el terreno.

Este reconocimiento requiere del tiempo que sea necesario para conocer las características del terreno donde se construirá el camino, y para



llevarlo a cabo se utilizan instrumentos sencillos de medición como brújulas para determinar rumbos, eclímetro para determinar pendientes y otros instrumentos sencillos. A través del reconocimiento se determinan puertos topográficos que son puntos obligados de acuerdo a la topografía y puertos determinados por lugares obligados de paso, ya sea por beneficio social, político o de producción de bienes y servicios. Con todos los datos recabados, resaltando los más importantes, se establecerá una ruta tentativa para el proyecto.

Existen procedimientos modernos para el reconocimiento como el fotogramétrico electrónico, pero resulta demasiado costoso, muchas veces para el presupuesto que puede tener un camino, también es importante decir que el tipo de vegetación y clima de algunas regiones no permite usar este procedimiento por lo que se tiene que recurrir al reconocimiento directo que se puede auxiliar por cartas topográficas.

Se utilizó las cartas topográficas como apoyo para un trazo referencial, para luego realizar el trazo definitivo en campo.

2.2.2.2 Enlace Planimétrico.- Para un mejor control planímetro y posterior replanteo del eje en campo del diseño geométrico de la carretera, se ha procedido a identificar los puntos GPS con el apoyo de la empresa Survey, con el fin de evitar errores de coordenadas que pudieran existir en los trabajos topográficos. Estos puntos GPS fueron colocados mediante el uso de equipos de alta tecnología que nos aseguran la precisión adecuada. (Receptores GPS Geodésicos). Se ha usado en este estudio el Datum Geodésico WGS-84.

2.2.2.3 Trabajo de Campo.- Tomando como base de partida los puntos GPS descritos anteriormente, se establecieron poligonales de apoyo cerradas que abarcan el área de la carretera. Los puntos de las poligonales fueron ubicados en lugares con buena visibilidad hacia la zona del trazo y medidas haciendo uso de estación total.

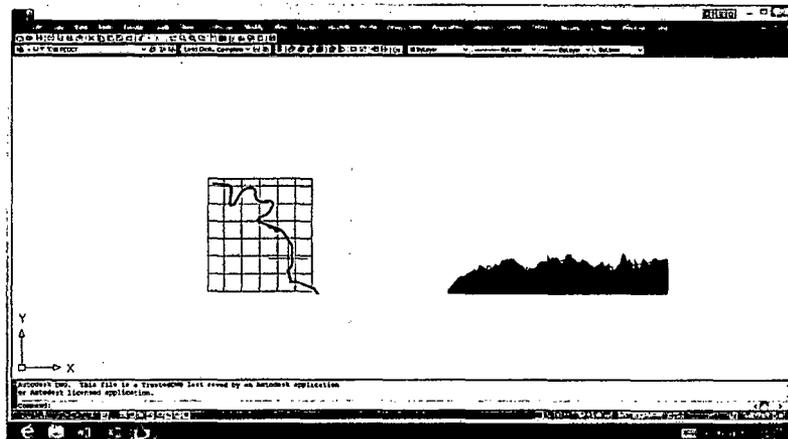
Las poligonales de apoyo han sido calculadas en coordenadas topográficas, observando una tolerancia de cierre lineal menor de $1/100,000$. Las poligonales se han monumentado en roca fija con puntos pintados. Una vez ubicados los puntos geo referenciados, y a su vez, cumplir con lo especificado en las Normas vigentes de diseño geométrico, se obtuvieron sus coordenadas por radiación a partir de los puntos de la poligonal de apoyo, haciendo uso de una estación total.

2.2.2.4 Trabajos de Gabinete.- Con las coordenadas N y E obtenidas del levantamiento topográfico, se procede al trabajo de gabinete.

El estudio se ha efectuado con método indirecto, es decir haciendo el trazo en gabinete usando el software AutoCAD Land

En este trazo en gabinete y con ayuda del software mencionado, se determinaron las coordenadas Norte y Este de las estacas cada 10 m y 20 m, así como las coordenadas de los PIs horizontales, PCs y PTs.

Se presentan los cuadros de elementos de curvas horizontales, en las que se detallan los ángulos de deflexión, tangentes, longitudes de curva, radios, peraltes, sobreeanchos y coordenadas de los Pis.



La topografía es procesada a partir de las mediciones de campo hecha con la estación total y usando el software AutoCAD Land que permite crear un modelo basado en redes triangulares "TIN" (Triangulated Irregular Network). Esto permite crear las curvas de nivel cada 2 m y cada 10 m las curvas maestras.



Los planos de Planta y Perfil de cada kilómetro son generados por el mismo software.

En los planos de Secciones Transversales están consignados la sección del terreno y la sección de diseño a nivel de sub-rasante. En estas secciones se colocan las soluciones geotécnicas (taludes, banquetas, etc.) y las soluciones de drenaje (cunetas, alcantarillas, etc.).

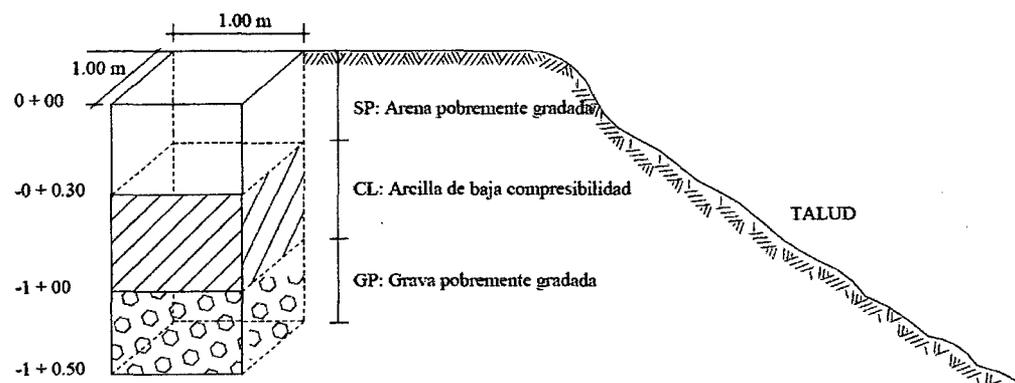
2.2.3 ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS.

2.2.3.1. Estudio de Suelos

2.2.3.1.1. Métodos de Exploración de Suelos.

2.2.3.1.1.1. Métodos en base a pozos de exploración.

Dentro de las exploraciones en suelos este tipo es el más recomendable pues nos permite tener una mejor inspección y clasificación del material del subsuelo, pues el ingeniero civil o geólogo puede ir observando las variaciones del material y establecer los espesores de los estratos, la profundidad de la Napa Freática, etc. Las excavaciones mediante pozos por lo general se realizan con anchos y diámetros comprendidos entre 1.00 a 1.50 metros y profundidades de acuerdo a lo requerido por el estudio. Sin embargo no siempre es práctico ni económico construir estos pozos, además de tener una limitación en su profundidad máxima que es de 5 metros.



Perfil Típico de una Calicata

Dentro de los principales pozos de exploración tenemos las calicatas, las zanjas, los piques, las trincheras

2.2.3.1.1.2. Determinación del perfil del subsuelo.

Una vez elegido el método de exploración más adecuado se procederá a la construcción del perfil del subsuelo. Un perfil de



estas características nos proporcionará información valiosa acerca de la clase de suelos y rocas existentes y nos indicará la profundidad a que se encuentran las aguas subterráneas.

2.2.3.1.1.3. Obtención y Muestreo de Suelos

La obtención de muestras es una de las operaciones más importantes, pues requiere no sólo de conocimientos de suelos y materiales, sino experiencia para seleccionar el o los sitios donde deberán tomarse y poder determinar, además, la profundidad a la cual habrán de sacarse.

Las muestras que se obtengan deben ser representativas, es decir, deben ser una fiel representación del material existente en el sitio. Si la obtención de muestras o “testigos”, no han sido cuidadosamente realizadas se corre el riesgo de dar una idea falsa del terreno de fundación o del material a emplearse.

Asimismo el material enviado al laboratorio de suelos puede que no contenga el material grueso, piedras o fragmentos rocosos que son abundantes en la zona y, por lo tanto, no sea representativo del material existente en el sitio.

Se tomarán muestra “alteradas” o “perturbadas” cuando el material que se analice vaya a ser empleado en la construcción de terraplenes, en la preparación de muestras estabilizadas, u otras obras; es decir, cuando se lo utilice como material de construcción como por ejemplo la extracción de material en una Cantera.

En cambio se obtendrán muestras “inalteradas” o “no perturbadas”, cuando se necesite conocer las condiciones de estabilidad del terreno “in situ”, como en el estudio de taludes, o cuando se desee averiguar la capacidad soporte de un terreno que servirá de fundación a un viaducto, puente, represa, edificio, etc. una excepción a esta regla, es la toma de muestras del terreno de



fundación para el diseño de *pavimentos*, donde se pueden extraer muestras “perturbadas”, aunque, en lo posible, debe procurarse que las muestras sean “inalteradas”.

2.2.3.1.1. Ensayo de Laboratorio.

Los principales ensayos a realizar en una obra de pavimentación son los siguientes:

a) Contenido de Humedad (ASTM – D2216-92).

El contenido de humedad de un suelo, es la suma de sus aguas, libre, capilar e higroscópica. El contenido de agua o humedad de un suelo ($W\%$), es la relación entre el peso del agua contenida en el suelo y el peso de su fase sólida.

$$W(\%) = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100$$

$$W(\%) = \frac{P_w}{P_s} * 100$$

Donde:

W (%): Contenido de humedad del suelo en porcentaje (%).

P_h : Peso del suelo húmedo (gr.).

P_s : Peso del suelo seco (gr.).

P_w : Peso del agua contenida en la muestra de suelo (gr.).

b) Peso Específico de sólidos del agregado fino de partículas menores que 4.75 mm. (AASHTO T-100).

El peso específico o gravedad específica de un suelo es la relación entre el peso al aire, de sus partículas minerales y el peso al aire, del agua destilada a 4°C considerando un mismo volumen y una misma temperatura. La determinación del peso específico de un suelo se hace generalmente por medio de un frasco calibrado (fiola) o de un picnómetro.



El peso específico de un suelo a una determinada temperatura se calcula mediante la siguiente relación:

$$S = \frac{Ps}{Ps + Pfa - Pfas} = \frac{Ps}{Vs}$$

Donde:

S: Peso específico del suelo.

Ps: Peso de la muestra seca.

Pf: Peso de la fiola con agua hasta la marca de calibración.

Pfas: Peso de la fiola con agua y suelo.

Vs: Volumen de la muestra.

c) Peso Específico de agregado grueso de partículas mayores que 4.75 mm

c.1) Peso específico Masivo (SSS).

$$\text{Peso Específico Masivo(SSS)} = \frac{B}{(B - C)}$$

Donde:

B = Peso al aire, de la muestra "Saturada con Superficie Seca", en gramos.

C = Peso de la muestra saturada en agua en gramos.

c.2) Peso específico de sólidos.

$$\text{Peso Específico} = \frac{A}{(A - C)}$$

Donde:

A = Peso al aire, de la muestra secada al horno, en gramos.

C = Peso de la muestra saturada en agua en gramos.

c.3) Absorción.

$$\text{Porcentaje de Absorción} = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

Donde:

A = Peso al aire, de la muestra secada al horno, en gramos.

B = Peso al aire, de la muestra "Saturada con Superficie Seca", en gramos.

d) Análisis Granulométrico (AASHTO T-88).

Se llama también análisis mecánico, y consiste en la determinación de los porcentajes de piedra, grava, arena, limo y arcilla que existe en una cierta masa del suelo.

En el análisis mecánico en general comprenden todos los métodos para la separación de un suelo en diferentes fracciones, según sus tamaños. De tales métodos existen dos que merecen una atención especial: el tamizado o cribado por mallas y el análisis de una suspensión del suelo con hidrómetro (densímetro).

Tamizado o cribado a través de mallas: El juego de mallas utilizado para la realización de éste ensayo consta alrededor de 24 tamices, pero en general sólo algunas de las mallas son suficientes para definir convenientemente una curva granulométrica; las cuales son:

TABLA N° 17
Mallas Estándar según la "A.S.T.M."

PARA SUELOS	
NÚMERO	ABERTURA (mm)
2"	50.80
1"	25.40
3/4"	19.00
1/2"	12.70
3/8"	9.50
N° 4	4.75
N° 10	2.00
N° 20	0.84
N° 40	0.42
N° 60	0.25
N° 100	0.1475
N° 200	0.0737

Fuente: MECÁNICA DE SUELOS TOMO I. Juan: Bodillo

PARA CONCRETO	
NÚMERO	ABERTURA (mm)
3"	75.00
2 1/2"	63.50
2"	50.80
1 1/2"	37.50
3/4"	19.00
3/8"	9.50
N° 4	4.75
N° 8	2.36
N° 16	1.18
N° 30	0.59
N° 50	0.295
N° 100	0.1475
N° 200	0.0737

Fuente: TÓPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO. Enrique Pazquel C.

Una vez dibujada la curva granulométrica de un suelo, se puede determinar, además su diámetro efectivo D10, su coeficiente de uniformidad Cu, y su coeficiente de Curvatura Cc.



Diámetro Efectivo D10.- se llama así al diámetro de la partícula correspondiente al 10% del material más fino en la curva granulométrica.

Coefficiente de Uniformidad Cu.- es la relación D_{60} / D_{10} o sea la relación entre el diámetro correspondiente al 60% y al 10% más fino, respectivamente, tomados de la curva granulométrica.

El Cu, es mayor a 4 en las gravas y mezclas gravo-arenosas y mayor a 6 en suelos arenosos o mezclas areno-gravosas, con poco o nada de material fino.

Coefficiente de Curvatura Cc.- es la relación $(D_{30})^2 / (D_{60} \times D_{10})$, diámetros correspondientes al 30%, 60% y 10% respectivamente de material más fino, tomado de la curva granulométrica.

Cuando un suelo está bien gradado, el coeficiente de curvatura Cc, estará comprendido entre 1 y 3.

e) Método de Sedimentación.

Si el suelo contiene una apreciable cantidad de partículas de tamaño inferior al tamiz N° 200, el suelo exige una investigación fundada en otros principios. El método del hidrómetro (densímetro) es hoy quizá el de uso más extendido. El método se basa en el hecho de que la velocidad de sedimentación de partículas en un líquido es función de su tamaño.

Corrección por temperatura (Rc).

$$Rc = Ra + C_T$$

Donde:

Ra = la lectura medida directamente en el hidrómetro.

CT = corrección por temperatura obtenido de la siguiente tabla



TABLA N° 18

Corrección por temperatura

Temp. (° C)	C _T	Temp. (° C)	C _T
15	-1.10	23	+0.70
16	-0.90	24	+1.00
17	-0.70	25	+1.30
18	-0.50	26	+1.65
19	-0.30	27	+2.00
20	0.00	28	+2.50
21	+0.20	29	+3.05
22	+0.40	30	+3.80

Fuente: Manual de Laboratorio en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles

Porcentaje más fino:

$$\% \text{m\u00e1s fino} = \frac{Rc * a}{Ws} * 100 .$$

Donde:

Rc = lectura corregida por temperatura.

W = peso en gramos del suelo original dispersado.

a = constante que depende de la densidad de la suspensión, calculado de la siguiente tabla.

TABLA N° 19

Factor de corrección "a"

Peso Específico de los sólidos (gr./cm ³)	Factor de corrección "a"
2.85	0.96
2.80	0.97
2.75	0.98
2.70	0.99
2.65	1.00
2.60	1.01
2.55	1.02
2.50	1.04

Fuente: Manual de Laboratorio en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles

Lectura corregida por menisco (R):

$$R = Ra + Cm$$

Donde:

R = lectura corregida por menisco.

Cm = corrección por menisco.

Profundidad efectiva (L).

TABLA N° 20
Profundidad Efectiva "L"

Lectura corregida por menisco (R)	Profundidad efectiva "L"	Lectura corregida por menisco (R)	Profundidad efectiva "L"	Lectura corregida por menisco (R)	Profundidad efectiva "L"
0	16.3	21	12.9	42	9.4
1	16.1	22	12.7	43	9.2
2	16.0	23	12.5	44	9.1
3	15.8	24	12.4	45	8.9
4	15.6	25	12.2	46	8.8
5	15.5	26	12.0	47	8.6
6	15.3	27	11.9	48	8.4
7	15.2	28	11.7	49	8.3
8	15.0	29	11.5	50	8.1
9	14.8	30	11.4	51	7.9
10	14.7	31	11.2	52	7.8
11	14.5	32	11.1	53	7.6
12	14.3	33	10.9	54	7.4
13	14.2	34	10.7	55	7.3
14	14.0	35	10.5	56	7.1
15	13.8	36	10.4	57	7.0
16	13.7	37	10.2	58	6.8
17	13.5	38	10.1	59	6.6
18	13.3	39	9.9	60	6.5
19	13.2	40	9.7		
20	13.0	41	9.6		

Fuente: Manual de Laboratorio en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles

Diámetro de las partículas (D).

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

Donde:

L = profundidad efectiva.

T = tiempo transcurrido (minutos).

K = constante, calculada de la siguiente tabla.

TABLA N° 21
Constante "K"

Temp. (°C)	Peso unitario de los Sólidos (g / cm ³)							
	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85	2.90	2.95
16	0.0151	0.0149	0.0146	0.0144	0.0141	0.0139	0.0137	0.0136
17	0.0149	0.0146	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134
18	0.0148	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132
19	0.0145	0.0143	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132	0.0131
20	0.0143	0.0141	0.0139	0.0137	0.0134	0.0133	0.0131	0.0129
21	0.0141	0.0139	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127
22	0.0140	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0128	0.0126
23	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124
24	0.0137	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0125	0.0123
25	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0122
26	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0124	0.0122	0.0120
27	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0119
28	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0123	0.0121	0.0119	0.0117
29	0.0128	0.0127	0.0125	0.0123	0.0121	0.0120	0.0118	0.0116
30	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0118	0.0117	0.0115

Fuente: Manual de Laboratorio en Ingeniería Civil. Joseph E. Bowles

e) Límites de Consistencia

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a



deformar o destruir su estructura. Los límites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad. Los principales se conocen con los nombres de:

- ✓ *Límite líquido*.- es el límite entre los estados líquido y plástico de un suelo.
- ✓ *Límite plástico*.- es el límite entre los estados plástico y semisólido.
- ✓ *Límite de contracción*.- es el límite entre los estados semisólido y sólido.

e.1) Límite Líquido (LL) (AASHTO T-89).

El límite líquido es el contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia líquido y plástico de un suelo. Para la realización de éste ensayo se utiliza el aparato mecánico normalizado llamado "Copa de Casagrande".

El límite líquido de un suelo da una idea de su resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Un suelo cuyo contenido de humedad sea aproximadamente igual o mayor a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

Las arenas y limos tienen límites líquidos bajos (25% a 35% aproximadamente), y las arcillas, límites líquidos altos (mayores al 40%).

El Límite Líquido también se puede determinar analíticamente a través de la siguiente fórmula:

$$LL(\%) = \frac{W(\%)}{1.419 - 0.3 \log N}$$

Donde:

LL = Límite Líquido.

W = Contenido de humedad al número de golpes N.

N = Número de Golpes



e.2) Límite Plástico (Lp) (AASHTO T-90).

Por plasticidad se entiende la propiedad que tiene un suelo de deformarse sin romperse. El límite plástico (Lp), es el contenido de humedad que tiene un suelo en el momento de pasar del estado plástico al semisólido. Se ha convenido en que esta humedad sea la que permita amasar un suelo, a mano, en rollitos de 3 milímetros (1/8") de diámetro, aproximadamente, sin que presente signo de ruptura.

Las arenas no tienen plasticidad, los limos la tienen pero muy poca, en cambio las arcillas y sobre todo aquellas ricas en materia coloidal son muy plásticas.

e.3) Índice de Plasticidad (IP) (AASHTO T-90).

Es el valor numérico de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

e.4) Índice de Grupo (IG).

El índice de grupo nos permite deducir si un suelo que tiene un comportamiento similar se halla dentro de un mismo grupo, y están representados por un determinado índice. La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su límite líquido, grado de plasticidad y porcentaje de material fino que pasa el Tamiz N° 200.

El índice de grupo puede determinarse mediante la siguiente fórmula:

$$I.G = 0.2(a) + 0.005(a)(c) + 0.01(b)(d) .$$

Donde:

a = porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre el 35% y 75 % expresado como número entero positivo del 1 al 40.

b = porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre el 15% y 55 %, expresado en número entero y positivo del 1 al 40.

c = parte del límite líquido, comprendido entre 40 % y 60 %, expresado en número entero y positivo del 1 al 20.

d = parte del índice de plasticidad, comprendido entre 10 % y 30 %, expresado en número entero y positivo del 1 al 20.

f) Clasificación de suelos.

Entre las diferentes clasificaciones de suelos más importantes para carreteras tenemos dos: La clasificación AASHTO y la clasificación SUCS.

Clasificación AASHTO.

En este tipo de clasificación los suelos se dividen en 7 grupos, basándose en la composición granulométrica, en el Límite Líquido y en el índice de plasticidad de un suelo. La evaluación de cada grupo, se hace por medio de su "Índice de Grupo", el cual es calculado mediante una fórmula empírica. Esta clasificación divide los suelos en dos clases: una formada por suelos granulares y otra por suelos de granulometría fina, limo-arcillosos.

Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales – Cuadro N° 03

Clasificación SUCS.

Este sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través del tamiz N° 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera *Grueso* si más del 50% en peso de sus partículas son retenidas por el tamiz N° 200 y finas si más del 50% en peso de sus partículas pasan el tamiz N° 200.

Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales – Cuadro N° 04

g) Humedad Óptima y Densidad Máxima (AASHTO T-180).

La compactación de suelos constituye un punto importantísimo y se halla íntimamente relacionada con la pavimentación de carreteras, vías urbanas y pistas de aterrizaje.

La falta de una adecuada compactación, es causa de muchas fallas en los pavimentos. La estabilidad de una obra vial exige, entre otras cosas, que los terraplenes y las diferentes capas de un pavimento se



hallen debidamente compactados. Esta compactación deberá efectuarse mediante equipos especiales: aplanadoras, rodillos lisos o de neumáticos, rodillos pata de cabra y vibraflotadores.

A fin de que el material a compactarse alcance la mayor densidad posible en el terreno, deberá tener una humedad adecuada en el momento de la compactación. Esta humedad, previamente determinada en un laboratorio de suelos se llama "*Humedad Óptima*" y la densidad obtenida se conoce con el nombre de "*Densidad Máxima*" o "*Peso Volumétrico Máximo*".

h) Métodos para determinar la Humedad Óptima y Densidad Máxima.

En la actualidad se conocen varios métodos para determinar la humedad óptima y la densidad máxima de un suelo. La mayor parte de éstos métodos son dinámicos y algunos estáticos. Estos métodos son realizados en un laboratorio de suelos, existiendo otros métodos para calcular la densidad en el lugar donde se va a construir la carretera.

Humedad Óptima y Densidad Máxima en laboratorio.

Método AASHTO T-99: este método corresponde en líneas generales, al conocido como "*Proctor Standard*". El equipo empleado en esta prueba consta de 2 moldes de forma cilíndrica, uno de 4 pulgadas de diámetro interior y otro de 6 pulgadas de diámetro interior. Para la compactación se emplea un martillo o pisón de 5.5 libras (2.5 Kg.) de peso. El material a emplearse se coloca en tres capas de aproximadamente igual espesor y cada capa se compacta haciendo caer el martillo que tiene una altura de 12 pulgadas (30.5 cm.). Si se utiliza el molde pequeño de 4 pulgadas, el material se compactará haciendo caer el martillo 25 veces sobre cada capa. En cambio si se utiliza el molde grande de 6 pulgadas, se hará caer el martillo 56 veces sobre cada capa. La compactación debe hacerse en

forma uniforme, haciendo caer libremente el martillo y distribuyendo los golpes sobre toda el área.

Una vez compactado así el material, se quita el collar del molde, se alisa la superficie y se pesa el cilindro junto con la base y la muestra. Finalmente, se extrae del molde el cilindro de tierra, se lo rompe y se toma una pequeña cantidad de muestra de la parte central, para determinar el contenido de humedad del material compactado.

Debido a que los moldes no tienen un volumen exacto es necesario calcular su volumen con agua destilada, teniendo cuidado de cubrir las juntas con parafina líquida a fin de evitar la pérdida de agua. Éste método Standard T-99 tiene 3 subdivisiones: A, B y C.

1.- *Método "A"*: Utiliza el molde de 4 pulgadas, el material utilizado es aquel que cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N°4 (4.75mm.), el número de capas es 3 y el número de golpes por capa es 25, el peso del martillo es de 5.5 libras y la altura de caída del martillo es de 12 pulgadas.

2.- *Método "B"*: Utiliza el molde de 4 pulgadas, el material utilizado es aquel que cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N°4 (4.75mm), y 20% o menos del peso del materiales retenido en el tamiz 3/8" (9.52mm), el número de capas es 3, el número de golpes por capa es 25, el peso del martillo es de 5.5 libras y la altura de caída del martillo es de 12 pulgadas.

3.- *Método "C"*: Utiliza el molde de 6 pulgadas, el material utilizado es aquel que cuando más del 20% del peso del material se retiene en el tamiz 3/8" (9.52mm.) y menos del 30% en peso es retenido en el tamiz 3/4" (19.0mm), el número de capas es 3, y el número de golpes por capa es 56, el peso del martillo es de 5.5 libras y la altura de caída del martillo es de 12 pulgadas.

Método AASHTO T-180: Este método corresponde en líneas generales, al conocido como "*Proctor Modificado*". El equipo empleado en esta prueba es el mismo que el indicado en el método

anterior. La diferencia fundamental entre este método y el anterior está en el peso del martillo y la altura de caída.

El martillo empleado es el de 10 libras (4.5 Kg.) y la altura de caída es de 18 pulgadas (45 cm.).

En lugar de colocar el material en 3 capas se lo coloca en 5 capas de aproximadamente igual espesor. Éste método también tiene 3 subdivisiones: A, B y C.

1.- *Método "A"*: Utiliza el molde de 4 pulgadas, el material utilizado es aquel que cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N°4 (4.75mm.), el número de capas es 5 y el número de golpes por capa es 25, el peso del martillo es de 10 libras y la altura de caída del martillo es de 18 pulgadas.

2.- *Método "B"*: Utiliza el molde de 4 pulgadas, el material utilizado es aquel que cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N°4 (4.75mm), y 20% o menos del peso del materiales retenido en el tamiz 3/8" (9.52mm), el número de capas es 5, el número de golpes por capa es 25, el peso del martillo es de 10 libras y la altura de caída del martillo es de 18 pulgadas.

3.- *Método "C"*: Utiliza el molde de 6 pulgadas, el material utilizado es aquel que cuando más del 20% del peso del material se retiene en el tamiz 3/8" (9.52mm.) y menos del 30% en peso es retenido en el tamiz 3/4" (19.0mm), el número de capas es 5, y el número de golpes por capa es 56, el peso del martillo es de 10 libras y la altura de caída del martillo es de 18 pulgadas.

i) Ensayo California Bearing Ratio (CBR)

Conocido también como ensayo de penetración, es el método más conocido para determinar la resistencia de sub rasantes de carreteras. El índice CBR representa un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya y el esfuerzo que es capaz de hacer penetrar el mismo pistón a la misma profundidad en la muestra patrón debidamente compactado.

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en la muestra patron}} \times 100$$

Como muestra patrón se considera la piedra triturada compactada. El CBR de un suelo, es la carga unitaria correspondiente a 0.1" o 0.2" de penetración expresado en porcentaje respecto a su valor estándar. Si los CBR para 0.1" y 0.2" son semejantes, se recomienda usar en los cálculos el CBR correspondiente a 0.2", si el CBR correspondiente a 0.2" es muy superior al de 0.1", deberá repetirse el ensayo.

TABLA N° 22

Valores correspondientes a la muestra patrón (macadam)

UNIDADES METRICAS		UNIDADES INGLESAS	
Penetración	Carga unitaria	Penetración	Carga unitaria
(mm)	(Kg/cm ²)	(pulg)	(lbs/pulg ²)
2.54	70.31	0.1	1000
5.08	105.46	0.2	1500
7.62	133.58	0.3	1900
10.16	161.71	0.4	2500
12.7	182.8	0.5	2600

Fuente: Mecánica de Suelos por Peter Wilhem Wicke

j) Ensayo de desgaste por Abrasión.

La carga abrasiva consiste de esferas de acero de las siguientes características:

- Diámetro : 1 ²⁷/₃₂ pulg. (46.8mm.).
- Peso : 390 a 445 gramos.

El número de esferas es función del peso de la carga a ensayar.

TABLA N° 23

Carga abrasiva máquina de los Ángeles.

GRANULOMETRIA	N° DE ESFERAS	PESO DE CARGA (gr)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	8	3330±20
D	6	2500±15

La carga abrasiva que se coloque en la máquina de los ángeles dependerá de la granulometría de la muestra a ensayar. Ver tablas 18 y 18.

TABLA N° 24

TAMICES (abertura)		GRANULOMETRIA DE LAS MUESTRAS (peso en gramos)			
PASA	RETENIDO	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250±25	-	-	-
1"	3/4"	1250±25	-	-	-
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10	-	-
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10	-	-
3/8"	1/4"	-	-	2500±10	-
1/4"	N° 4	-	-	2500±10	-
N° 4	N° 8	-	-	-	5000±10
TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

TABLA N° 25

TAMIZ (abertura)		GRADACION DE LAS MUESTRAS (peso en gramos)		
PASA	RETENIDO	1	2	3
3"	2 1/2"	2500±50	-	-
2 1/2"	2"	2500±50	-	-
2"	1 1/2"	2500±50	5000±50	-
1 1/2"	1"	-	5000±25	5000±25
1"	3/4"	-	-	5000±25
TOTAL		10000±100	10000±75	10000±50

Cálculo del porcentaje de desgaste (D %)

$$D(\%) = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

Peso inicial: peso de la muestra lavada y secada al horno, antes del ensayo.

Peso final: peso de la muestra que queda retenida en la malla N°12 después del ensayo.

TABLA N° 26

Porcentaje de desgaste para evaluar los resultados del ensayo de abrasión.

DESGASTE (%)	TIPO DE ENSAYO	UTILIDAD
30	AASHTO T-96	para todo uso
50	AASHTO T-96	para capa de base
60	AASHTO T-96	para capa de subbase
> 60	AASHTO T-96	no sirve el material

2.2.3.2. ESTUDIO DE CANTERAS.

2.2.3.2.1. Exploración y explotación de canteras.

Se define con éste término al conjunto de actividades tendientes a determinar si una cantera reúne los requisitos mínimos para su explotación. Como es evidente, existen diferentes niveles de investigación, dependiendo del grado de información que se esté tratando de conseguir.

El primer nivel corresponde al Reconocimiento del Terreno, etapa en la que después de haberse considerado una cierta posibilidad, obtenida por referencias de una cantera que ha sido explotada en otra época, o por el estudio de cartas, mapas, fotografías aéreas o de satélites, se requiere “caminar” sobre el terreno para estudiar sus accesos, definir sus linderos, cubicar sus probables volúmenes explotables y elaborar un programa de exploración para las siguientes etapas del estudio.

Previamente al reconocimiento del terreno se deberá contar con información topográfica y geológica, además obviamente, sobre la información del proyecto y el contrato. Dependiendo de la magnitud del proyecto y/o de la cantera, es preferible contar en ésta etapa con la opinión de un especialista en Geotecnia o de un Geólogo.

En la etapa de reconocimiento se deberán tener claramente definidos los siguientes aspectos:

- De los caminos de acceso y medios de transporte:

Si son pavimentados o no y cuantos kilómetros se encuentran en bueno, regular o mal estado; anchos de vías y si es posible o no el tránsito de camiones tráileres transportando maquinaria o equipo pesado; los tiempos que se toman por tramos; y la existencia de puentes, túneles, curvas u otro tipo de elementos que pudieran limitar el paso de vehículos de transporte.

- De la Geología y Geomorfología:

Tipos de suelos y rocas predominantes, existencia de capa de recubrimiento; variaciones en la composición mineralógica y

granulometría de los elementos constituyentes del suelo; posibilidad de huaycos, aluviones, deslizamientos o erosiones.

- De la Topografía:

Principales accidentes topográficos como ríos, barrancos, quebradas, etc.; linderos.

- De la Situación Legal:

Nombre de los actuales y de ser posible, de los anteriores propietarios; existencia de contratos de servidumbre, concesiones, etc.

- De los volúmenes explotables:

Evidencias o referencias de anteriores explotaciones, potencia bruta estimada.

El segundo nivel en la explotación de canteras está dado por los Estudios Preliminares, etapa en la que por medio de procedimientos simples y expeditos puede obtenerse información sobre el espesor y composición del sub – suelo, profundidad del agua freática y demás datos que permitan definir si la cantera es prometedora para la explotación con un fin específico y si por consiguiente es conveniente o no continuar la investigación sobre ella. Tales procedimientos van desde la excavación de calicatas y sondeos hasta la ejecución de pruebas in-situ.

La tercera etapa o etapa final es la de los Estudios Definitivos que es la más importante pues define los costos, pero lamentablemente es la que normalmente no se hace o se deja como responsabilidad del contratista durante la ejecución de la obra, de tal manera que por no haber sido presupuestada no se lleva normalmente a cabo con la profundidad requerida, lo cual obviamente redundará en la calidad y el costo final de la obra.

Incluye a las anteriores y las complementa con una mayor densidad de calicatas o sondeos, con una campaña de prospección geofísica si la magnitud del proyecto o de la cantera así lo amerita y con sus ensayos de laboratorio.



Debido a que no existen normas o directivas respecto de estos puntos, es que al apreciar durante la etapa de Reconocimiento una aparente uniformidad de la cantera, casi siempre se obvian las siguientes etapas (Estudios Preliminares y Estudios Definitivos), cometiendo de éste modo un lamentable error.

Durante los Estudios Definitivos, hay que tener en cuenta, que la mejor prueba de campo es aquella que duplica a escala, el proceso de explotación que se usará después en forma masiva, que la profundidad y el área por explotar debe ser mucho mayor de lo que se necesite según el proyecto; y que de los materiales elegibles, es posible optar por el "peor",

Si un tratamiento adecuado lo convierte en el "mejor". También deberá contarse con una forma clara y escueta de presentación de resultados de los ensayos de campo y laboratorio, así como de las recomendaciones pertinentes durante la etapa de explotación.

Respecto del primer punto, tanto la excavación de calicatas como el muestreo, deben tomar en cuenta las etapas de desbroce, preparación y acopio de material. Así, por ejemplo, al momento de proceder a la excavación de las calicatas, deberá instruirse al personal para no mezclar los materiales extraídos de la capa superior contaminada por tierra de cultivo, con los materiales extraídos de las capas subyacentes y para separar las piedras mayores de 3" del resto de material que se remitirá al laboratorio para los ensayos de identificación y clasificación. El muestreo deberá hacerse mezclando bien los materiales aprovechables que quedan y cuarteando la mezcla. Es importante en éste punto, hacer una diferencia entre el muestreo que se hace en un estudio de cantera del que se hace con fines de cimentación de una estructura. En el primer caso interesa conocer la naturaleza de cada estrato, mientras que en el segundo caso se requiere conocer el producto resultante de la mezcla.

El registro detallado de la estratigrafía dentro de cada calicata o sondaje, con anotación de todas las características observables como la humedad,



tamaño de la bolonería, presencia de raíces, yeso, caliches, etc., es de vital importancia para el planeamiento de las actividades de acopio durante la explotación. La anotación del contenido de humedad “seco” correspondiente a la situación en que la muestra apretada en la mano no deja ninguna huella, “húmedo” cuando la mancha con una tonalidad oscura y “muy húmedo” o “saturado” según el caso que se observe en la excavación y cuando deja la mano con partículas de suelo adheridas y brillante por la humedad, son informaciones valiosas para las correcciones necesarias en los diseños de mezclas.

La necesidad de estudiar volúmenes mayores que los estrictamente necesarios según el proyecto, queda claramente comprendida con los conceptos de “potencia” y “rendimiento”.

La “potencia bruta” se obtiene de multiplicar el área total de la cantera por la profundidad investigada, “potencia neta” es la potencia bruta menos los volúmenes de desbroce y del “over”; y, “rendimiento” es la parte de la potencia neta aprovechable para un fin específico.

Además es importante en el momento de elegir una cantera, tomar en cuenta no solamente la calidad de los materiales tal como se observa en los resultados de los ensayos de laboratorio, ni tampoco solamente el rendimiento tal como se ha indicado debiera ser calculado, sino también los estimados de costos para la preparación, el acopio y el transporte, ya que como se dijo anteriormente, un material de aparente mala calidad pero muy cercano, puede resultar más atractivo que de uno de mejor calidad pero muy distante, si el costo de mejorar su calidad (mediante lavado o zarandeo por ejemplo) resulta menor que el costo de transporte, o viceversa.

2.2.3.2.2. Ensayos de laboratorio para materiales de cantera.

En este punto se mencionarán los principales ensayos que se realizan a los materiales los cuales servirán como material para rellenos, sub-base o base según sean los requerimientos especificados. Sólo se entrará en

detalle en aquellos ensayos que no se mencionaron en el estudio de suelos y los demás sólo se nombrarán; ellos son:

a) Granulometría: (AASHTO T-27). Ver ensayo de laboratorio de suelos en ítem anterior

b) Límite de consistencia: Ver ensayo de laboratorio de suelos en ítem anterior

c) Abrasión: (ASTM C-535) Ver ensayo de laboratorio de suelos en ítem anterior

d) Equivalente de Arena (EA) (AASHTO T-176). [Ensayo MTC E-114] El objeto de este ensayo es determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos.

Los aparatos utilizados para la realización de este ensayo consta de: un cilindro graduado (probeta); tapón macizo de caucho o goma que ajuste al cilindro, un tubo irrigador, un tubo flexible, un botellón lleno de solución de cloruro de calcio, un dispositivo para tomar lecturas, un recipiente metálico, un embudo, un cronómetro, y un agitador.

El ensayo consiste principalmente en contar con un material disgregado, tamizado por la malla N° 4 (aprox. 1.5 Kg.) el cual será vertido en la cantidad necesaria en una solución de cloruro de calcio previamente vertida en la probeta graduada. Toda la mezcla se agitará por un tiempo determinado, hasta lograr la suspensión de las partículas de arcilla en la solución. Luego se tomaran las lecturas de las alturas del material de arcilla (en suspensión) y la altura de la arena. El equivalente de arena (EA) se calcula con aproximación al décimo (0.1%) y debe ser un número entero.

$$EA = \frac{\text{Lectura de Arena}}{\text{Lectura de Arcilla}} * 100$$

e) Ensayo Próctor Modificado: Ver ensayo de laboratorio de suelos en ítem anterior

f) Corrección de la Densidad y contenido de agua para los suelos que contienen partículas extra dimensionadas (ASTM D-4718-87)

El método consiste para el cálculo de Densidad y Contenido de Agua de suelos que tienen partículas extra dimensionadas cuando se conoce el porcentaje de la fracción gruesa del suelo.

Para el cálculo del Óptimo contenido de humedad corregido y la Densidad seca máxima corregida se necesitan conocer los siguientes parámetros:

- ✓ Peso de la fracción fina seca (Pfs)
- ✓ Peso de la fracción extra dimensionada seca (Pes)
- ✓ Contenido de Humedad de la fracción extra dimensionada (We%)
- ✓ Porcentaje de la fracción fina (%Ff)
- ✓ Porcentaje de la fracción extra dimensionada (%Fe)
- ✓ Peso específico de la fracción extra dimensionada (Ge)
- ✓ Peso específico del agua (Ga)
- ✓ Densidad seca máx. de la fracción fina (Dsmáxf)
- ✓ Humedad optima de la fracción fina (OCHF%)

$$\%OCHc = (\%OCHF / 100 * \%F_f + \%We / 100 * \%Fe)$$

$$Dsmáxc = \left(\frac{Dsmáxf * Ge * Ga}{Dsmáxf * \%Fe + Ge * Ga * \%Ff} \right)$$

Donde:

%OCHc : Porcentaje del optimo contenido de humedad corregido.

Dsmáxc: Densidad seca máxima corregida

h) Ensayo CBR: Ver ensayo de laboratorio de suelos en ítem anterior

i) Sales Solubles Totales (ASTM D-1888). [Ensayo MTC E-219] Este ensayo establece el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos,



solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases y en mezclas bituminosas. Este método sirve para efectuar controles en obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación de la existencia de sales.

El resumen del procedimiento consta en una muestra de agregado pétreo que se somete a continuos lavados con agua destilada a ebullición, hasta la total de las sales, la presencia de éstas se detecta mediante reactivos químicos los cuales al menor indico de sales forman precipitados fácilmente visibles.

a. Porcentaje de sales solubles.

$$\%Sales - Solubles = \frac{1}{\frac{C * A}{D * B}} * 100$$

j) Durabilidad al Sulfato de Sodio (AASHTO T-104).

Este ensayo describe el procedimiento que debe seguirse, para determinar la resistencia a la desintegración de los agregados, por la acción de soluciones saturadas de sulfato de sodio.

Este método suministra una información útil para juzgar la calidad de los agregados que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo cuando no se dispone de datos sobre el comportamiento de los materiales que se van a emplear, en las condiciones climáticas de la obra.

Con él se puede hacer una estimación preliminar de la inalterabilidad de los agregados que se usarán para concreto u otros propósitos.

k) Peso Volumétrico (ASTM C-29).

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, también llamado peso unitario suelto y compactado. Se usa el término "Peso Volumétrico Unitario"

Porque se trata de volumen ocupado por el agregado y los vacíos, se expresa generalmente en Kg. /m³ o lb. /pie³. El peso

volumétrico tiene tres métodos que son: Varillado, vibrado, y suelto. El peso volumétrico del agregado varía de acuerdo a condiciones intrínsecas como la forma de sus partículas, granulometría y tamaño máximo del agregado; también depende de factores externos como la relación del tamaño máximo con el volumen del recipiente, la consolidación y su forma de colocación.

El ensayo se efectúa en un cilindro metálico de geometría normalizada y mediante un proceso de consolidación seleccionado de acuerdo al tamaño máximo del agregado como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA N° 27

Características del Molde de acuerdo al tamaño máximo del agregado

Tamaño Máximo de las Partículas (mm)	Diámetro del Molde (mm)	Altura del Molde (mm)	Volumen del Molde (dm ³)
12.5	155	160	3
25	205	305	10
40	255	295	15
100	355	305	30

Fuente: Apuntes de Tecnología del Concreto Ing. José Lezama Leiva

Peso Volumétrico apisonado, varillado o compactado:

$$PV_v = W_s * f$$

Donde:

$$W_s = W_{total} - W_{molde}$$

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

PV_v = peso volumétrico varillado.

W_s = peso del agregado.

f = factor de corrección.

W_{total} = peso del agregado más molde.

W_{molde} = peso del molde.



W_a = peso del agua a 16.7 ° C necesarios para llenar el molde.

Peso Volumétrico Vibrado:

$$PV_v = W_s * f$$

Donde:

$$W_s = W_{total} - W_{molde}$$

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

PV_v = peso volumétrico vibrado.

W_s = peso del agregado.

f = factor de corrección.

W_{total} = peso del agregado más molde.

W_{molde} = peso del molde.

W_a = peso del agua a 16.7 ° C necesarios para llenar el molde.

Peso Volumétrico Suelto:

$$PV_s = W_s * f$$

Donde:

$$W_s = W_{total} - W_{molde}$$

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

PV_s = peso volumétrico suelto.

W_s = peso del agregado.

f = factor de corrección.

W_{total} = peso del agregado más molde.

W_{molde} = peso del molde.

W_a = peso del agua a 16.7 ° C necesarios para llenar el molde.



2.2.4 ESTUDIO GEOLÓGICO.

2.2.4.1 Aspectos geológicos a considerar.

En el presente estudio geológico se ha considerado los estudios previos que permiten realizar una evaluación económica preliminar, comprobar la viabilidad técnica, y también generan la discusión de posibles soluciones a problemas estructurales. Se analizan los siguientes aspectos:

- a) Geología de la zona.
 - ✓ Morfología.
 - ✓ Estratigrafía y Litología.
- b) Características geotécnicas generales.
 - ✓ Clasificación cualitativa de los suelos.
 - ✓ Evaluación del terreno como cimiento.
 - ✓ Problemas geotécnicos de la zona.
- c) Estudio de materiales.
 - ✓ Descripción geológica general.
 - ✓ Localización, descripción y características de los grupos litológicos.
 - ✓ Descripción y cortes de canteras y yacimientos granulares.

2.2.4.2 Anteproyecto

Permite hacer una descripción funcional, técnica y económica de la obra, además, identificar las zonas con problemas.

Se realiza el estudio geológico, definiendo las zonas homogéneas y diferenciando las zonas singulares como:

- ✓ Terrenos peligrosos.
- ✓ Importancia de las obras.
- ✓ Escasez o dificultades de material de préstamo, yacimientos y canteras.



a) Geología.

La geología es la ciencia que trata de la estructura del globo terráqueo, de la formación de las rocas y suelos y de la evolución de los mismos desde sus orígenes.

Los estudios geológicos determinan la geología superficial y de subsuelo de cualquier terreno. Mediante este análisis se obtiene la disposición de las capas geológicas, así como su litología, siendo posible obtener la siguiente información:

- ✓ Estimación del porcentaje y clasificación de los materiales presentes en el subsuelo de una parcela pequeña o de grandes extensiones.
- ✓ Información de la permeabilidad del terreno y circulación de aguas subterráneas que puedan afectar a Obras Civiles de la carretera.
- ✓ Obtención del grado de dificultad que se tendrá al ejecutar desmontes, y así garantizar la viabilidad de un proyecto futuro.
- ✓ Información general del subsuelo y estructura del mismo.

b) Rocas.

Las rocas se clasifican en tres grandes grupos:

- ✓ Rocas ígneas, son aquellas que se forman a partir de la solidificación del magma
- ✓ Rocas sedimentarias, Son las que se originan por procesos posteriores de desintegración, producto de la erosión, depositadas en capas (sedimentos) al ser transportadas por agua o viento.
- ✓ Rocas metamórficas, son aquellas que por procesos de recristalización, magmatismo, etc., se transforman en rocas de características diferentes.

La capacidad de carga (calidad) asignada a la roca, para el diseño o el análisis, debe reflejar el grado de alteración de los minerales



debido al interperismo, la frecuencia de discontinuidades dentro de la masa rocosa y la susceptibilidad de deterioro cuando la roca es expuesta a la intemperie.

c) Uso de roca en carreteras.

La roca constituye un importante material de construcción en carreteras y es el material base para obras como:

- ✓ Escolleras (puentes, accesos).
- ✓ Revestimientos (muros de mampostería, pantallas, etc.).
- ✓ Gaviones (canales, muros, pantallas).
- ✓ Como material seleccionado natural o triturado para preparación de concreto.
- ✓ Para la conformación de Pavimentos flexibles: capa de rodadura, carpeta de mezcla asfáltica en caliente o frío, bermas, capa base conformada por suelos granulares triturados o semi triturados, y capa sub base constituida por suelos granulares seleccionados.

d) Estratigrafía.

Es la rama de la geología que trata del estudio de la secuencia en que se han depositado los estratos.

Tipos de estratificación:

- ✓ Regular.
- ✓ Lenticular.
- ✓ Oblicua.
- ✓ Ondulada.
- ✓ Imbricada o torrencial.
- ✓ Entrecruzada.
- ✓ Zonada.
- ✓ Caótica.
- ✓ Concordante.



✓ Discordante

e) Geología estructural.

Estudia la arquitectura de la tierra, tal como ha quedado conformada después de los movimientos de distinta magnitud a la que ha sido sometida.

Análisis e interpretación de las estructuras tectónicas en la corteza terrestre. Conocimiento de las fuerzas en la corteza que producen fracturamiento, plegamiento y montañas. (Fallas-Pliegues-Orogénesis).

Se divide en tres grandes grupos:

- ✓ El estudio de las unidades estructurales, locales y regionales.
- ✓ El estudio de las unidades estructurales continentales o de amplitud mundial.
- ✓ Los estudios de gabinete o laboratorio.

f) Fallas estructurales.

Son roturas de los estratos de roca a lo largo de las cuales las paredes opuestas se han movido entre ellas relativamente. Este movimiento se llama desplazamiento. El origen de estos movimientos son fuerzas tectónicas en la corteza terrestre, las cuales provocan roturas en la litosfera. Las fuerzas tectónicas tienen su origen en el movimiento de los continentes. Existen varios tipos de fallas, se presentan dos tipos principales: fallas con desplazamiento vertical y fallas con desplazamiento horizontal.



2.2.5 ESTABILIDAD DE TALUDES.

2.2.5.1. Tender Taludes.

El tendido de taludes constituye una de las soluciones más sencillas en la práctica; pero no siempre realizable. Este método da muy buenos resultados en suelos puramente friccionantes, en los cuales la estabilidad de taludes es función de la inclinación del talud, lográndose la estabilidad requerida por un tendido conveniente de éste.

2.2.5.2. Empleo de bermas laterales o frontales.

Las bermas son masas de suelo generalmente del mismo material que el propio talud, colocadas en el lado exterior del mismo con la finalidad de aumentar su estabilidad. El incremento de la estabilidad se debe básicamente a la disminución del momento motor o al incremento del momento resistente.

2.2.5.3. Empleo de materiales ligeros.

Como su nombre lo indica, consiste en colocar como material de terraplén suelos de peso específico bajo, los que consecuentemente den bajos momentos motores.

2.2.5.4. Empleo de materiales estabilizantes.

Consiste en mejorar las cualidades de resistencia de los suelos adicionando algunas sustancias; que al producir una cementación entre las partículas de suelo natural o al mejorar sus características de fricción aumenten su resistencia en los problemas prácticos. Las sustancias más empleadas lo constituyen los cementos y asfaltos.

2.2.5.5. Precauciones de drenaje.

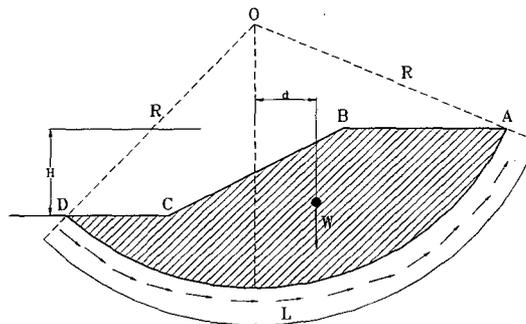
Una de las causas principales y más frecuentes de la estabilidad de taludes en obras de ingeniería es, sin duda, la presencia del agua y su movimiento por el interior de la masa de suelo, en tal sentido es indispensable proyectar obras de drenaje que eliminen las filtraciones y flujos. Las estructuras comunes como cunetas, alcantarillas, etc., debidamente proyectadas y construidas han demostrado hoy ser

indispensable y no es buena la técnica ingenieril que regatea la inversión o esfuerzos en esta dirección.

2.2.5.6. Empleo de muros de retención.

Estructuras que se construyen cuando el talud es en sí inestable. En general, el muro de retención como elemento estabilizador de taludes constituye una de las estructuras más delicadas en lo referente a su proyecto y construcción y es recomendable que ambas etapas sean muy cuidadosamente supervisadas por el especialista.

Momento Motor



Considérese un arco de circunferencia de centro O y radio R. La masa de talud que se movilizaría, si esa fuera la superficie de falla, aparece rayada en el gráfico 2-4, puede considerarse las fuerzas actuantes, es decir, las que tienden a producir el deslizamiento de la masa de tierra, son el peso del área ABCDA (nótese que se considera un espesor de talud normal al papel de magnitud unitaria y que bajo esa base se hacen todos los análisis que siguen) más cualquier sobrecarga que pudieran actuar sobre la corona del talud. El momento de estas fuerzas en torno a un eje normal a través de O según el gráfico 2-4 en la que no se consideran sobrecargas; será simplemente:

$$Mm = Wd$$

Que es el llamado momento motor.



2.2.5.7. Utilización de ábacos en la estabilización de taludes

La estabilidad de taludes puede analizarse rápidamente mediante la utilización de ábacos. Aunque los ábacos suponen taludes simples y condiciones uniformes del suelo, se pueden utilizar para obtener respuestas aproximadas para problemas más complejos si los taludes irregulares se modelan con taludes más simples y se utilizan valores promedio de peso unitario, cohesión y ángulo de fricción.

2.2.5.8. Análisis detallado de estabilidad

Cuando las condiciones del sitio y los parámetros de resistencia al cortante han sido investigados apropiadamente, se puede efectuar el análisis detallado de estabilidad de taludes.

- 1) **Método de Dovelas.**- Se pueden analizar superficies de falla circulares y no circulares. La masa deslizante se divide en una serie de dovelas verticales y se establece el equilibrio de las fuerzas que actúan en cada dovela. Existen diversos métodos para convertir el sistema indeterminado en determinado.
- 2) **Método de la Cuña Deslizante.**- Este es un procedimiento simple y conservador para superficie de falla no circular en suelos con $\phi = 0$ ó $\phi > 0$.

2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Este estudio se realiza analizando el comportamiento de los diferentes fenómenos hidrológicos que se presentan en la cuenca, lo que nos permitirá llegar a la obtención de posibles eventos de diseño, como son los caudales máximos los mismos que son de interés para este tipo de proyectos.

La zona en estudio donde se proyectarán las obras drenaje de la carretera, presenta quebradas en proceso de erosión, con caudal intermitente y variable en el tiempo, por lo que es de importancia conocer la descarga máxima probable para el diseño. La estimación de los caudales de diseño, nos permitirá garantizar la seguridad y economía de las estructuras componentes del proyecto (puentes, cuentas, alcantarillas, aliviaderos).

2.3.1 Parámetros geomorfológicos del área de drenaje

Área (A).- La línea de "Divortium Aquarium" se definió teniendo las líneas definió teniendo en cuenta las líneas de flujo, las mismas que son perpendiculares a las curvas de nivel. La línea de "Divortium Aquarium" es una línea de flujo neutra. El área se obtiene mediante el planimetrado de la superficie comprendida entre los límites de su perímetro y se expresa, generalmente en km².

Longitud del cauce principal (L).- La longitud del cauce principal es un parámetro asociado con la geometría y tiempo de concentración; en consecuencia expresa de alguna manera el grado de intensidad de la escorrentía directa de la cuenca. Siendo la distancia que hay entre el punto emisor y el punto final de tramo de igual orden que el de la cuenca.

Altitud media (\bar{H}).- Está definida por la ordenada media de la curva hipsométrica, la que resulta de plotear las alturas en el eje de las ordenadas versus el área acumulada por encima de la curva de nivel correspondiente en el eje de las abscisas, o sea:

$$\bar{H} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i A_i$$



Donde:

\bar{H} : Altitud media.

A: área de la cuenca.

n: número de las áreas parciales de la cuenca.

A_i : área entre curvas de nivel.

H_i : altura correspondiente al área A_i .

Pendiente del cauce principal (S).- La pendiente de curso principal, al igual que la geometría, juega muy importante en el tiempo de equilibrio o concentración y por tanto es de especial interés en la estimación de máximas crecientes en un determinado punto del cauce.

Aunque la pendiente del cauce principal suele considerarse como parámetro geomorfológico, sin embargo es posible que experimente algunos cambios con el tiempo debido a la erosión en profundidad en la cuenca alta y sedimentación o decantación en las cotas bajas, presentándose tramos más críticos en cada caso.

En general, la pendiente del cauce principal varía a lo largo de toda su longitud, siendo necesario usar un método adecuado para estimar una pendiente representativa. Para salvar este inconveniente se han desarrollado métodos basados en el uso del perfil longitudinal del río o relieve y considerando una pendiente equivalente mediante la siguiente expresión:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2$$

Donde:

S: pendiente del cauce principal.

L_i : longitud de cada tramo de pendiente S_i .

n: número de tramos en que se ha dividido el perfil del cauce.

Tiempo de Concentración (t_c).- Es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia neta y el final de la escorrentía directa. Representa el tiempo que



tarda en llegar al aforo la última gota de lluvia neta caída en el punto más alejado de la cuenca y que circula por escorrentía directa.

El tiempo de concentración debe incluir los escurrimientos sobre terrenos, canales y los recorridos sobre la misma estructura que se diseña.

El tiempo de concentración se puede determinar de la siguiente manera:

Fórmula de Kirpich

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración, en min.

L = Máxima longitud del recorrido, en m.

H = Diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en m.

Caudal Máximo.- El diseño hidrológico para el control de aguas está relacionado con la mitigación de los efectos adversos causados por caudales altos o crecientes o máximas avenidas. Se considera que una creciente es cualquier caudal alto que desborde los terraplenes ya sean naturales o artificiales. Las magnitudes de las crecientes están descritas por sus caudales, sus elevaciones y sus volúmenes. El caudal máximo de diseño se requiere para dimensionar estructuras de regulación (embalses de detención, embalses para el control de crecientes, etc.) y para estructuras de conducción (alcantarillado de aguas de lluvia, canales de drenaje, diques de crecientes, estructuras de derivación, etc.)

La magnitud del caudal de diseño, es función directa del período de retorno que se le asigne, el que a su vez depende de la importancia de la obra y de la vida útil de ésta.

TABLA N° 28

Período de retorno de diseño para estructuras menores

Tipo de estructura	Período de Retorno (años)
Puente sobre carretera importante	50 - 100
Puente sobre carretera menos importante o alcantarilla sobre carretera importante	25
Alcantarilla sobre camino secundario	5 - 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde puede tolerarse encharcamiento con lluvia de corta duración	1 - 2
Drenaje de aeropuertos	5
*Drenaje urbano (función básica)	25 - 50
*Drenaje urbano (función complementaria)	2 - 10
Drenaje agrícola	5 - 10
Muros de encauzamiento	2 - 50
*Captación de alta montaña	25
Presa pequeña (altura de 25 a 40 pies o volumen de almacenamiento de 50 a 1000 acres-pie) con poca probabilidad de pérdidas de vidas	50 - 100

1 acre-pie = 1,233.5 m³

Fuente: Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, Pág. 430.

* Huamán Vidaurre, F (diferentes investigaciones)

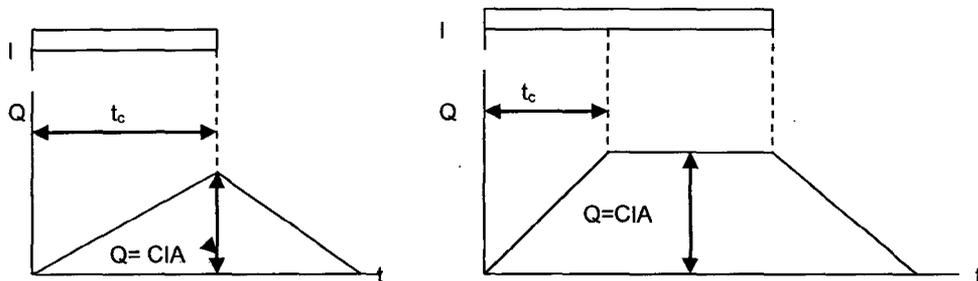
2.3.2 Método Racional

Modelo más antiguo de la relación lluvia – escurrimiento (1889).

El método supone que si sobre un área determinada ocurre una precipitación de intensidad uniforme en el tiempo y en el espacio, llegará un momento en que la cantidad de agua que cae equivale a la que sale del área, siempre y cuando esta sea impermeable. El tiempo en el cual se alcanza la equivalencia se denomina tiempo de concentración “tc”.

En una superficie siempre se espera pérdidas por evaporación, por ello el coeficiente “C” ajusta la relación: Volumen neto/Volumen total.

Suponiendo un hidrograma triangular, este proceso se representa:



Hidrograma del método Racional

Limitaciones de la fórmula Racional:

- ✓ La intensidad es constante
- ✓ La lluvia es uniforme en el espacio
- ✓ Ignora el efecto de almacenamiento o retención temporal en la superficie
- ✓ El coeficiente de escorrentía es constante
- ✓ El caudal tiene la misma frecuencia de la precipitación.

El método puede ser aplicado a pequeñas cuencas de drenaje agrícola, para áreas que no excedan los 13 km².

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q = Caudal máximo, en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía, que depende de la cobertura vegetal, la pendiente y el tipo de suelo

I = Intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración, y para un periodo de retorno dado, en mm/hr

A = Área de la cuenca, en km²

2.3.3 Método de Gumbel

Cuando no existe correlación entre observaciones adyacentes, la salida de un sistema hidrológico es tratada como estocástica, independiente del espacio e independiente del tiempo. Este tipo de tratamiento es apropiado para observaciones de eventos hidrológicos extremos, como crecientes o



sequías, y para información hidrológica promediada a lo largo de intervalos de tiempo grandes, como la precipitación anual.

Este método se basa en considerar que el caudal máximo anual o la precipitación máxima anual es una variable aleatoria que tiene una cierta distribución. Su uso requiere información de caudales máximos anuales o precipitaciones máximas anuales.

Numerosos tipos de leyes de probabilidad (Gumbel, Pearson, Nash, Levediev) son efectivamente utilizados para representar la curva acumulada de las frecuencias de crecida.

Distribución Gumbel o Distribución de Valor Extremo tipo I (EVI)

Consideremos por ejemplo, una serie S de observaciones, en número infinito (S es una población en el sentido estadístico del término), que representa valores estadísticamente independientes de una variable aleatoria "a"; tenemos en esta serie un gran número de n muestras que contengan cada una m observaciones y en cada muestra clasifiquemos estas últimas por orden de magnitud decreciente. ¿Cuál será la ley de distribución estadística de la serie de n términos constituidos por el mayor valor x_i de cada una de las n muestras extraídas de la serie completa S de las observaciones?

La distribución estadística de la serie de los mayores valores x_i , correspondientes a las n muestras antes citadas tienden asintóticamente hacia una ley simple de probabilidad independiente de la que rige la variable aleatoria "a" en la serie S.

Esta propiedad significa que cualquiera que sea la forma de la ley de probabilidad de los caudales diarios observados en una estación, la serie de los valores donde cada uno representa el caudal máximo del año estará distribuida según una "ley límite de los valores extremos".

Esta "ley límite" corresponde a una función de distribución de la forma:

$$P(X \leq x) = F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}}$$

Donde:

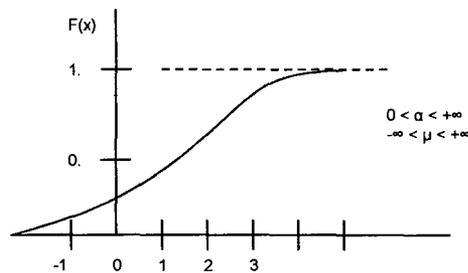
F(x) = Función de distribución acumulada

$$\frac{x - \mu}{\alpha} = \text{variable reducida}$$

α = Parámetro de escala

μ = Valor central ò moda

x = Variable aleatoria



Función de distribución de Gumbel

Estimando los parámetros del modelo de Gumbel por el método de momentos, se tiene:

$$\bar{x} = \mu + \alpha \gamma$$

$\gamma = 0.57721$, es la constante de Euler

Además:

La varianza es:
$$S^2 = \frac{\pi^2 \alpha^2}{6}$$

De donde se obtiene para muestras muy grandes:

$$\alpha = 1.28255/S$$

$$\beta = \bar{x} - 0.45S \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Para muestras relativamente pequeñas:

$$\alpha = \frac{S}{\sigma_y}$$

$$\mu = \bar{x} - \mu_y \alpha$$

Los valores de μ_y y σ_y se obtienen del siguiente cuadro:

TABLA N° 29

Medias esperadas y desviaciones estándar de extremos reducidos

N: número años registro	μ_r	σ_r
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0915
26	0.532	1.0961
27	0.5332	1.1004
28	0.5313	1.1047
29	0.5353	1.1086
30	0.5362	1.1124
31	0.5371	1.1159
32	0.538	1.1193
33	0.5388	1.1226
34	0.5396	1.1255
35	0.5403	1.1285
36	0.541	1.1313
37	0.5418	1.1339
38	0.5424	1.1363
39	0.543	1.1388
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1519

Para un periodo de retorno T, dado en años, el valor del evento estaría dado por:

$$x = \mu - \alpha \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] \quad \text{ó} \quad x = \mu - \alpha \ln [-\ln(F(x))]$$

Sin embargo, antes de usar el Modelo de predicción (06), debe ajustarse mediante la Prueba de Bondad de Ajuste. Dicha prueba se realiza comparando la Probabilidad Simulada $F(x < X)$ obtenida a partir de la Ec. (01) y la Probabilidad Observada $P(x < X)$ obtenida de un modelo empírico de probabilidad acumulada; que para muestras pequeñas no agrupadas, se recomienda usar la probabilidad de Weibull, la misma que para datos ordenados descendentemente se expresa como:

$$P(x > X) = \frac{m}{n+1}$$

$$P(x < X) = 1 - P(x > X)$$

$P(x > X)$: probabilidad acumulada de que cualquier evento x será mayor que determinado evento X.

m : orden que ocupa cada dato de la serie descendente.

n : número de datos



$P(x < X)$: probabilidad acumulada de que cualquier evento x será menor que determinado evento X .

2.4 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

Una vez realizado el cálculo de los caudales se procede a dimensionar las diferentes estructuras de drenaje con el objetivo fundamental de dotar a la carretera de un adecuado sistema de evacuación de aguas, para evitar la influencia de las mismas sobre su estabilidad y transitabilidad, así como también minimizar las operaciones de conservación.

A. Drenaje longitudinal Es aquel que tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar que lleguen a la carretera o permanezcan en ella, quedan comprendidos en este tipo: las cunetas, contracunetas, y canales de encauzamiento.

- **Cunetas:** Son canales que se hacen en todos los tramos en ladera y corte cerrado de una carretera y sirven para interceptar el agua superficial que proviene de los taludes cuando existe corte y del terreno natural adyacente.

TABLA N° 30

Dimensiones mínimas de cunetas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seco	0.2	0.5
Lluvioso	0.3	0.5
Muy lluvioso	0.5	1

Fuente: Normas Peruanas para el Diseño de carreteras.

- **Contracunetas:** Son zanjas que se hacen en lugares convenientes con el fin de evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual están proyectadas.

B. Drenaje Transversal. Llamadas también Obras de Cruce y tiene por objeto dar pase al agua que cruza de un lado a otro de la carretera, o bien, retirarla lo más pronto posible de su corona. En estas obras de cruce están comprendidas las alcantarillas, los puentes, los pontones, los badenes y el



bombeo de la corona.

- ✓ **Alcantarillas.-** Son estructuras de forma diversa que tienen la función de conducir y desalojar lo más rápidamente posible el agua de las cunetas, hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesan el camino. Pueden clasificarse en alcantarillas rígidas y flexibles.

Las alcantarillas rígidas suelen ser de concreto, losas de concreto armado sobre estribos de mampostería de piedra o de concreto ciclópeo o simple, hierro fundido o arcilla.

Las alcantarillas flexibles son generalmente tubos corrugados de metal, o láminas delgadas de acero.

- ✓ **Puente.-** Es una edificación de servicio, en el sentido que se proyecta para permitir que una vía de alguna índole, pueda continuar en sus mismas condiciones al verse interrumpida por un cruce natural: un río, una quebrada, una vía de agua, un valle o una bahía; o un obstáculo artificial como: otra vía de circulación, una carretera o una avenida dentro de la ciudad.
- ✓ **Pontón.-** Puente de dimensiones pequeñas.
- ✓ **Badenes.-** Son estructuras hidráulicas que se construyen transversalmente al eje de la carretera con la finalidad de dar paso a un caudal de agua. Pueden ser de Concreto Simple, empedrado o afirmado. Su forma tiende a semejarse a una parábola.
- ✓ **Bombeo.-** Inclinación lateral a partir del eje de la vía hacia los bordes, su función es eliminar el agua que cae sobre la corona y evitar en lo posible que penetre en las terracerías.

TABLA N° 31

Principales cruces de aguas

Nomenclatura	Ancho de Cruce
Alcantarilla	$1\text{ m} < L \leq 4\text{ m}$
Pontón	$4\text{ m} < L \leq 10\text{ m}$
Puente	$L > 10\text{ m}$



C. Diseño de Cunetas

Lo que se persigue en el diseño de cunetas es que sean de sección transversal eficiente y que sean fáciles de construir y conservar.

C.1. Consideraciones de Diseño.

- **Seguridad y Economía.** En el diseño de cunetas se debe procurar hacerlas de sección constante pequeñas y poco profundas como sea posible.
- **Pendiente.** Se tiende a diseñar con la misma pendiente del camino en el tramo correspondiente, pero, ésta no debe de ser menor del 1.00 % para evitar problemas en sedimentación ni mayor de aquella que permita superar la velocidad permisible para evitar la erosión.
- **Velocidades Admisibles.** La velocidad ideal es la que lleva el agua sin causar obstrucción ni erosión.

Velocidad mínima permisible: $V_{\text{mín.}} = 0.30 \text{ m/s.}$

Velocidad máxima permisible:

Para C° Simple ($f_c=110 \text{ Kg/cm}^2$) $V_{\text{máx.}} = 5.00 \text{ m/s.}$

Revestimiento Piedra Natural $V_{\text{máx.}} = 3.00 \text{ m/s.}$

Sin Revestimiento $V_{\text{máx.}} = 1.50 \text{ m/s.}$

- **Revestimiento de cunetas.** Cuando el suelo es deleznable y la rasante de la cuneta es igual o mayor a 4%, ésta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.

C.2. Diseño de la Cuneta.

Siendo bastante incierto los factores que intervienen en la determinación del área hidráulica, el Ingeniero determina, a su juicio, la forma y dimensiones de las cunetas, de acuerdo con las condiciones climáticas, topográficas y geológicas del lugar.

Las cunetas generalmente se construyen de sección transversal triangular o trapezoidal y su diseño se basa en los principios del flujo en los canales abiertos, siendo la fórmula más usada para el cálculo la



FORMULA DE MANNING.

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$
$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

Donde:

V: Velocidad promedio en metros por segundo.

Q: Descarga en metros cúbicos por segundo.

A: Área de la sección transversal del flujo en metros cuadrados.

R: Radio hidráulico en metros (área de la sección transversal entre el perímetro mojado).

S: Pendiente del canal en metros por metro.

η : Coeficiente de rugosidad de Manning.

D. Diseño de Alcantarillas y Aliviaderos

D.1. Partes de una Alcantarilla:

- **Cañón:** Forma el canal de la alcantarilla y es la parte principal de la estructura.
- **Muros de Cabeza:** Sirven para impedir la erosión alrededor del cañón, para guiar la corriente y para que el terraplén invada el canal.

D.2. Clasificación:

Según su forma se clasifican en:

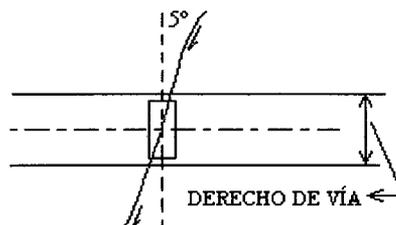
- Alcantarillas de tubo,
- Alcantarillas de cajón y
- Alcantarillas de bóveda.

D.3. Ubicación de Alcantarillas

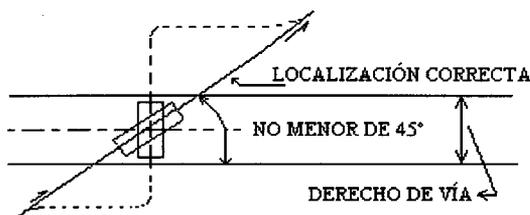
Las alcantarillas se colocan, generalmente en el fondo del cauce que desaguan, debe procurarse no forzar los cruces, además no debe tratarse de reducir el número de alcantarillas, sino por el contrario, es

conveniente colocar todas las alcantarillas que sean necesarias para un funcionamiento eficaz del drenaje.

Sin embargo, cuando el esviajamiento de una corriente es menor de 5 grados es preferible hacer la estructura perpendicular al camino suprimiendo el esviajamiento y rectificando ligeramente el cauce como se muestra en la siguiente figura.



En aquellos casos en los que la dirección de la corriente con la normal del eje de la carretera forme un ángulo mayor de 5 grados, es preferible alinear la alcantarilla con el fondo del arroyo.



Es conveniente aliviar a las cunetas cada cierta distancia mediante el empleo de una alcantarilla de alivio que sirva para dar salida a toda el agua que esté arriba de ella, lográndose que el caudal de la cuneta no pase de cierto límite.

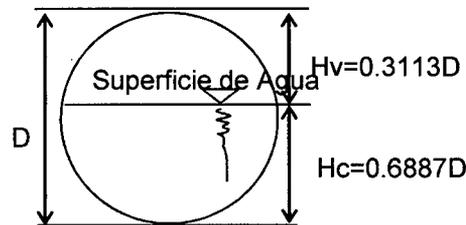
D.4. Diseño de la Alcantarilla:

El diseño de este tipo de alcantarillas se basa en la Teoría del Esguerrimiento crítico expuesta en el Manual de Drenaje y Productos ARMCO, cuyo objetivo es determinar la profundidad crítica en el conducto circular considerando la ley de velocidad crítica.

“La velocidad crítica para la descarga máxima de cualquier sección transversal de un canal, es la debida a una carga igual a la mitad del promedio de la profundidad del agua en dicha sección transversal”.

Aplicando esta ley a un tubo circular, la carga que produce la velocidad crítica es igual a $0.3113D$, en la que D es el diámetro del tubo en metros. La ecuación sólo es válida cuando la superficie del agua coincide con la parte superior del tubo, y cuando éste se halla en una pendiente tal que no haya efecto de remanso debido a la fricción.

Descarga crítica en tubos circulares



Elemento de la "descarga crítica" en tubos circulares.

Conocida la ecuación de la carga hidráulica y la relación que existe entre la carga y la velocidad, se determina la velocidad crítica.

$$V = \sqrt{2gH}$$

$$HV = \frac{1}{3} E = 0.3113 D$$

De donde:

$$V = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.3113 D} = 2.471 D^{1/2}$$

Esta ecuación da la velocidad crítica en la sección crítica, en donde la profundidad es $(1-0.3113) D = 0.6887 D$.

Con el área y la velocidad en la sección crítica conocidas, puede determinarse la descarga.

$$Q = V A$$

A: área a la profundidad

$$De\ 0.6887\ D = 0.5768\ D^2$$

Por tanto:

$$Q = 0.5768 D^2 \times 2.471 D^{1/2} = 1.425 D^{5/2}$$

Conocida la descarga o caudal a evacuar por la alcantarilla, se tiene:

$$D = (0.868 Q)^{2/5}$$



Ecuación que proporciona el diámetro del tubo en la sección crítica, cuando la pendiente es suficiente para no causar el efecto del remanso.

Pendiente: Determinado el diámetro del tubo, el paso siguiente consiste en determinar la pendiente necesaria para permitir que el agua pase por la sección crítica sin que se produzca el efecto de remanso.

Aplicando la ecuación de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

$n = 0.021$ (Metal corrugado)

Despejando;
$$S = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} = \frac{V^2 (0.021)^2}{R^{4/3}}$$

Además;
$$R = \frac{\text{area}}{\text{perimetro mojado}} = \frac{0.5768 D^2}{1.9578 D} = 0.2946 D$$

$$V = 2.471 D^{1/2}$$

$$V^2 = 6.1077 D$$

Tenemos:
$$S = \frac{6.1077 D (0.021)^2}{(0.2946 D)^{4/3}} = \frac{0.01374}{D^{1/3}}$$

Expresada en tanto por ciento:

$$S = \frac{1.374}{D^{1/3}}$$

Esta ecuación da el tanto por ciento de la pendiente en la que debe ser colocado el tubo para que el agua que pasa por la sección crítica fluya sin formar remanso.



2.5 DISEÑO DE PAVIMENTOS

Se conoce como pavimento a la superficie artificial efectuada con el fin de que el suelo tenga una configuración llana y sólida; el pavimento está formado por una o varias capas de materiales seleccionados, colocados y compactados convenientemente que descansan sobre un tramo de fundación, el espesor estará de acuerdo a la calidad del terreno.

Entre los objetivos que persigue diseñar un pavimento tenemos:

- ✓ Soportar las cargas de los vehículos.
- ✓ Soportar los efectos de abrasión producidos por los neumáticos.
- ✓ Soportar los efectos de intemperismo.

De los factores que intervienen en el diseño de un pavimento podemos mencionar:

Trafico de diseño.- Se usa para determinar las características geométricas del camino, así como el tipo de pavimento de éste. El volumen considerado es el IMD que se estima circulará en el 5° año, contando a partir de la fecha de apertura del camino.

Clima.- Influye distintamente en la costa y en la sierra, por lo que se debe tener en cuenta los cambios de temperatura, lluvias, heladas.

Terreno de fundación.- Se refiere al conocimiento de todas las características principales de un suelo (análisis granulométrico, límites de consistencia, densidad, compactación, CBR, etc.).

2.5.1. Diseño de Pavimento Flexible - Método del Instituto del Asfalto

a) Consideraciones Teóricas

La estructura del Pavimento es considerado como un sistema elástico de capas múltiples; el material conformante de cada una de las capas está definido por su módulo de elasticidad.

Estructuralmente y con la teoría de capas elásticas, se asume que la subrasante es infinita en el sentido vertical de arriba abajo y también en el sentido Horizontal; las otras capas son de un espesor finito y se asumen infinitas en el sentido horizontal.

Para efectos del diseño, se asume una continuidad o fricción total entre cada una de las capas.

Las capas que actúan sobre el pavimento, producen los siguientes esfuerzos que son críticos para el Diseño.

- ✓ Esfuerzo de tensión Horizontal (E_t), sobre el lado debajo de la carpeta Asfáltica.
- ✓ Esfuerzo de compresión Vertical (E_c), sobre la superficie de la subrasante.

Cuando el esfuerzo de tensión Horizontal (E_t) es excesivo, se puede presentar grietas en la carpeta asfáltica y si es el esfuerzo de compresión vertical (E_c) excesivo, producirá deformaciones permanentes en la superficie de la voladura.

Estos inconvenientes, se pueden controlar, especificando diferentes parámetros en las propiedades de los materiales que conlleva a mejorar la calidad de los mismos. El método del Instituto del Asfalto, establece parámetros mínimos en la calidad de los materiales y que están asumidos dentro de los ábacos, fórmulas y gráficos.

Los materiales son caracterizados, por el módulo de elasticidad (E_a), también llamado módulo dinámico (M_d), para las mezclas asfálticas; y por el módulo de resiliencia (M_r) para los materiales granulares y suelos sin tratar.

El factor climático, representado por los cambios de temperatura que actúa sobre el pavimento, tiene un efecto sobre las mezclas asfálticas e implícitamente sobre el módulo de elasticidad.

El método del Instituto del Asfalto considera falla en el pavimento cuando:

- ✓ Cuando el 20 % del área esta fisurada.
- ✓ La deformación permanente es mayor a media pulgada.

b) Determinación del Tráfico

Se define como periodo de diseño el tiempo en que el pavimento puede soportar los efectos acumulados del tránsito, con deterioro previsto y



luego de ello es posible que se requiera una rehabilitación, mediante la aplicación de una sobre capa de refuerzo y así se restaura a su condición original.

Es importante diferenciar el termino Periodo de diseño con el termino Vida Útil de un Pavimento o Periodo de Análisis, debido a que este último es el tiempo, que transcurre entre la construcción del pavimento y el momento que este alcanza las mínimas condiciones de transitabilidad

b.1) Tránsito de diseño

Se establecerá el volumen de tráfico diario (VTD) en la vía, mediante un conteo de los vehículos, indicándose la cantidad y tipo de vehículos según su carga.

El DS N° 034-2001-MTC publicado en el peruano el día 25 de Julio del 2001, establece la nomenclatura de los diferentes tipos de vehículos y determina la carga máxima que soportara cada eje. Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales -- Cuadro N° 05

Se determina el factor de crecimiento; en base a la tasa anual (g) estimada y el periodo de diseño de la estructura del pavimento (n) se ingresa a la tabla D-20 de la guía AASHTO -93

Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales -- Tabla 3- 20 y se determina el factor de crecimiento. La tasa anual de crecimiento puede ser diferente en cada tipo de vehículos.

$$fc = \frac{(1 + g)^n - 1}{g}$$

Para obtener el tránsito de diseño se convierte el volumen de tráfico diario (VTD) a volumen de tráfico anual (VTA) y se multiplica por el factor de crecimiento (fc).

b.2) Determinar el Factor Camión

El factor camión que corresponde al método del Instituto del asfalto es diferente al que se obtiene por el método AASTHO.



- ✓ Utilizando la clasificación del reglamento Nacional de vehículos, de acuerdo al tipo de vehículo se determina: la cantidad y clases de ejes; y la carga máxima para cada clase de eje.
- ✓ Se convierte la carga máxima de cada de cada eje a libras. De acuerdo al tipo de eje (Simple, Tándem o Tridem) y con la carga máxima en libras, se ingresa a la tabla factores de equivalencia de carga *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Cuadro N° 07*
- ✓ y se determina el factor de carga equivalente para el eje en estudio.
- ✓ La suma de los factores de equivalencia de todos los ejes del vehículo determinan el factor camión para el tipo de vehículo en estudio.

b.3) Determinar ESAL de Diseño

El valor ESAL de diseño del método del Instituto del asfalto es diferente al ESAL obtenido por el método AASTHO.

ESAL para Volumen Total

- ✓ Para cada tipo de vehículo, se multiplica el tráfico de diseño por el factor camión, obteniéndose el número de ejes equivalentes a 18,00 lb para cada tipo de vehículo considerado.
- ✓ Se suman todos los ESAL para el volumen de tráfico total.

ESAL de Diseño.

El ESAL obtenido debe ser afectado por los siguientes factores.

- ✓ Factor de distribución por carril.- Este factor que considera un ajuste para los vehículos tipo camión que son los que más daño ocasionan en la carretera.

TABLA N° 32

Factor de Distribución por Carril

Número de Carriles Ambas Direcciones	Porcentaje de Camiones En Carril de Diseño
2	50
4	45
6 ó Más	40

- ✓ Factor de Presión de Llantas.- Este factor de ajuste caracteriza la importancia que tiene la presión de inflado sobre el espesor de una estructura de pavimento; a mayor presión de inflado y menor espesor de la capa de rodadura se incrementa el daño en la estructura y por lo tanto representa un mayor número de ejes equivalentes.

En la Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Cuadro N° 07 se presenta el grafico donde se obtiene el factor de ajuste para diferentes presiones de contacto y espesores de carpeta asfáltica desde 10 cm a 25 cm.

Presión de Contacto = 0.9 x Presión de Inflado.

c) Módulo de Resiliencia de la Subrasante (En Mpa)

El módulo de resiliencia es un ensayo que analiza la propiedad que tiene los materiales de comportarse bajo cargas dinámicas como las ruedas de los vehículos.

En el método AASHTO y también en el método del Instituto del Asfalto, la caracterización de los materiales se basa en el módulo de resiliencia (Mr).

El valor del módulo de resiliencia disminuye al incrementarse el contenido de humedad y por ello es necesario efectuar diferentes ensayos con variación del porcentaje de humedad que simulan las condiciones que estarán en el transcurso de un año.

Se debe determinar un Mr promedio de diseño, para lo cual se usara el valor del daño relativo (Uf) para cada Mr mediante la siguiente fórmula.

$$Uf = 1.18 \times 10^8 \times Mr^{-2.32}$$

Para obtener el Mr promedio se realiza lo siguiente:

- ✓ Se obtiene el daño relativo para cada Mr.
- ✓ La sumación de los valores del daño relativo, se divide entre el número de Mr ensayados, obteniéndose el Uf promedio.
- ✓ Con el Uf Promedio y utilizando la formula anterior se obtiene el Mr de Diseño.

La guía AASHTO presenta una tabla que relaciona directamente el Mr con el Uf.

Considerando que los equipos de laboratorio para obtener el Mr son escasos, también se acepta la conversión del CBR a Mr, utilizando las siguientes fórmulas:

$$Mr = 17.6 CBR^{0.64} \text{ (Mpa)} \quad 2 < CBR < 12$$

$$Mr = 22.1 CBR^{0.55} \text{ (Mpa)} \quad 12 < CBR < 80$$

También se puede usar:

$$Mr = B \times CBR \quad (\text{en psi})$$

Para CBR < 10% $B = 1500$, pero puede variar de 750 a 3000

$$Mr = 10.3 \times CBR \text{ (En Mpa)}$$

Gráficamente y para un mayor rango, también se usa la gráfica de

Kentucky *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales -- Cuadro N° 09*

Para asegurar la certeza del método, se exige que los materiales cumplan con las Especificaciones del MTC.

En función del tráfico esperado, se recomienda la utilización de percentiles para corregir los módulos de resiliencia obtenidos en laboratorio y determinar el MR de diseño.

TABLA N° 33

Valor Percentil por Nivel de Tránsito

Nivel de Tránsito	Valor Percentil para Diseño de Subrasante
< de 10,000 ESAL	60
Entre 10,000 y 1'000,000 ESAL	75
> de 1'000,000 ESAL	87.5

d) Factor Climático – Temperatura

En las mezclas asfálticas, el módulo de elasticidad, es altamente dependiente de la temperatura sobre el pavimento y por el ello el método

considera tres diferentes temperaturas; dependiendo del clima de la región donde se va a construir el pavimento y también recomienda la clase de cemento asfáltico a utilizarse.

TABLA N° 34

Grados del asfalto de acuerdo al tipo de clima

Clima	Temperatura Media Anual del Aire (TMAA)	Grado de Asfalto
Frio	Menor o Igual a 7 ^o C	AC- 5, AC-10
Templado	Entre 7 ^o C y 24 ^o C	AC-10, AC-20
Cálido	Mayor de 24 ^o C	AC-20, AC-40

e) Diseño de Espesores.

e.1) Uso de las Tablas

Las Variables que intervienen en el diseño de espesores por el método del instituto de asfalto son:

- ✓ Número de ejes Equivalentes
- ✓ Módulo de Resiliencia de la subrasante (Mpa)
- ✓ Temperatura del Medio Ambiente (3 condiciones climáticas).

El método del instituto del asfalto recomienda espesores mínimas para la carpeta asfáltica construida sobre una base sin estabilizar; en función del número de ejes equivalentes.

TABLA N° 35

Espesores mínimos de Capas Asfálticas sobre Bases

Cantidad de Ejes Equivalentes	Condición de Tráfico	Espesores Mínimos de la capa Asfáltica (cm)
Hasta 10,000	Ligero	7.5
Entre 10,000 y 1'000,000	Mediano	10
Mayor de 1'000,000	Pesado	12.5 o Mas

Este Método presenta gráficos, para el sistema Métrico. *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales – -Tablas 7-10:7-18Cuadro N° 07* donde se obtiene el espesor del refuerzo asfáltico.

Para cada condición climática, se presenta un gráfico, en función de Número de ejes equivalentes y el módulo de resiliencia de la subrasante. Asimismo, se presenta las siguientes combinaciones del paquete estructural del pavimento.

- ✓ Espesor Total de Concreto Asfáltico.
- ✓ Con una capa de base sin estabilizar de 15 cm (6")
- ✓ Con una capa de base sin estabilizar de 30 cm (12")

e.6) Cálculo de Espesores.

La distribución de espesores en el paquete estructural, se realiza por factores constructivos o económicos.

Para la distribución en capas se debe obtener el espesor total del refuerzo asfáltico y calcular las capas de base y subbase utilizándose las siguientes equivalencias.

1 Espesor Carpeta Asfáltica equivale a 3 Espesores de base Granular

1 Espesor de Base Granular equivale a 1.5 Espesor de Subbase.

El procedimiento es el siguiente:

- ✓ Considerando una sola capa de pavimento se obtiene en el gráfico respectivo, el espesor total de refuerzo asfáltico (e_t).
- ✓ De acuerdo a los espesores mínimos del instituto del asfalto, o decisión del diseñador se determina el espesor de la carpeta asfáltica (e_c).
- ✓ El espesor remanente de refuerzo (e_1) se convierte a base granular (e_{BG}).

$$e_1 = e_t - e_c$$

$$e_{BG} = 3 \times e_1$$

Finalmente se debe analizar la conveniencia de usar este espesor de base granular o la de distribuir en otra capa de subbase; que debe ser mayor a 15 cm.

En caso se defina utilizar la capa de subbase.



- ✓ Determinar el espesor de la capa de base (e_B); que debe ser igual o mayor a 15 cm.
- ✓ El remanente de la base granular (e_2) se convierte en subbase.

$$e_2 = (e_{BG} - e_B)$$

$$e_{SB} = 1.5 \times e_B$$

2.5.2. Diseño de Pavimento Flexible - Método AASHTO

a) Introducción

Para el Diseño de Pavimentos Flexibles, actualmente se utilizan los siguientes métodos.

- ✓ Método AASHTO ,1993
- ✓ Método del Instituto del Asfalto.

En general, el diseño de pavimento tiene por objetivo, determinar los espesores de las diferentes capas que conforman el paquete estructural, como son: Carpeta Asfáltica, Base y Subbase.

La determinación de los espesores de las capas, se basa en las propiedades de los materiales de cada capa, el nivel de transito que soportara, la performance que se espera en un tiempo determinado, la capacidad de soporte del suelo de fundación y otros parámetros como son clima, altitud, zona geográfica.

b) Método AASHTO ,1993

La Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte de los EE.UU, conocida como AASHTO, por sus siglas en ingles (American Associations of State Highway and Transportation Officials) ha publicado en 1993 la guía para el diseño de estructura de pavimentos (Guide For Design of Pavement structures 1993) en base a los resultados empíricos obtenidos en la carretera de Prueba AASHTO. El método AASHTO utiliza la siguiente fórmula



$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left| \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right|}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_r - 8.07$$

Donde:

W_{18} = Número de ejes Equivalentes de 80 KN (18,000 lb) en el periodo de Diseño.

Z_r = Desviación Estándar Normal (depende de la confiabilidad R, de diseño).

S_o = Desviación Estándar de todas las variables

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad

M_r = Módulo de Resiliencia de la subrasante (psi)

SN = Número estructural requerido para todo el paquete estructural.

El número estructural obtenido (SN) se distribuye en las capas del pavimento mediante la siguiente fórmula general

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes Estructurales de la carpeta asfáltica, base y subbase respectivamente.

m_2, m_3 = Coeficiente de drenaje para Base y Subbase.

D_1, D_2, D_3 = Espesores de la carpeta Asfáltica, Base y Subbase (Pulgadas).

La guía AASHTO-93 proporciona los criterios, tablas, ábacos etc. para determinar las variables que intervienen en las formulas del Diseño.

c) Ejes Equivalentes – Análisis de Transito

El volumen de vehículos que transitan, o se prevé que usaran la vía; es fundamental para diseñar el pavimento.

Los diferentes tipos de vehículos, el número de veces que pasan producen un daño a la carretera y se debe determinar el período que necesitamos para que la vía tenga un performance adecuada.

AASHTO toma todas estas variables y ha desarrollado la conversión de las diferentes cargas de los vehículos, el número de repeticiones y los



daños que causan en una carga tipo, para un número equivalente de ejes que producirá el mismo daño que toda la composición del tránsito mixto. En general el método AASHTO, reemplaza el tránsito mixto; por un determinado número de ejes equivalentes de 80 KN (18,000 lb) que producirá el mismo daño en la carretera.

d) Cálculo del Número de Ejes Equivalentes.

Para transformar un tráfico mixto a un número de ejes equivalentes, ESAL, por sus siglas en inglés (Equivalent simple Axial Load); se seguirá el siguiente procedimiento.

d.1) Calcular el Tránsito de Diseño.

Se establecerá el volumen de tráfico diario (VTD) en la vía, mediante un conteo de los vehículos, indicándose la cantidad y tipo de vehículos según su carga. El DS N° 034-2001-MTC publicado en el peruano el día 25 de Julio del 2001, establece la nomenclatura de los diferentes tipos de vehículos y determina la carga máxima que soportara cada eje *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Cuadro N° 05*

Se determina el factor de crecimiento; en base a la tasa anual (g) estimada y el periodo de diseño de la estructura del pavimento (n) se ingresa a la tabla D-20 de la guía AASHTO *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Tabla 3-20* y se determina el factor de crecimiento. La tasa anual de crecimiento puede ser diferente en cada tipo de vehículos.

$$fc = \frac{(1 + g)^n - 1}{g}$$

- ✓ Para obtener el tránsito de diseño se convierte el volumen de tráfico diario (VTD) a volumen de tráfico anual (VTA) y se multiplica por el factor de crecimiento (fc).

d.2) Determinar el Factor Equivalente de carga - LEF (Load Equivalent Factor).



✓ **Fundamentación**

Este factor transforma una determinada carga por eje, a un número de ejes equivalentes que producen el mismo daño; pero, es obvio que este número será diferente en cada tipo de pavimento y también será diferente para determinado confort en el tránsito.

El daño producido por las cargas transmitidas al pavimento por un sistema de ruedas y ejes; comparado al que produciría el eje estándar AASHTO sigue la siguiente relación

$$LEF = \frac{(P_1)^4}{(P_0)^4}$$

Donde:

P₀ = Carga Estándar AASHTO (18 000 lb).

P₁ = Carga del sistema de ruedas.

La guía AASHTO presenta las tablas D-1 a D-9, para pavimentos *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Tabla 3-1:3-9.* que nos da el factor equivalente de carga para: diferentes combinaciones de carga por eje, diferentes números estructurales (SN) y diferentes índices de serviciabilidad final (Pt).

Para ingresar a las tablas, será necesario estimar SN y Pt.

✓ **Estimación del Número Estructural**

Como se ha indicado el daño causado por una misma carga varía según sea el tipo de pavimentos; por ello se debe asumir un valor de SN y para ello se realiza un predimensionamiento otorgando espesores arbitrarios a las diferentes capas y se usan los coeficientes estructurales de capa del diseño definitivo.

✓ **Indicé de Serviciabilidad Final**



Indicé de Serviciabilidad (PSI), por sus siglas (Present Serviciability Index) es el valor que indica la calidad del servicio que brindara la carretera y que se traduce en el grado de confort que tiene la superficie del pavimento para el desplazamiento natural y normal de un vehículo.

Un pavimento nuevo, bien diseñado y bien construido, tiene un índice de serviciabilidad inicial de 5 (Perfecto); el pavimento franco deterioro, ósea en pésimas condiciones tiene un PSI de cero.

Para el diseño al proyectista debe definir el índice de serviciabilidad final que debe tener la carretera antes de su rehabilitación, se recomienda los siguientes valores para pavimento flexible.

Indicé de serviciabilidad Inicial $P_o = 4.2$

Indicé de serviciabilidad Final $P_t = 2.5$ o más para caminos importantes.

$P_t = 2.0$ para caminos rurales.

El Indicé de serviciabilidad es obtenido indirectamente, para ello se utiliza el valor del IRI y se transforma mediante la siguiente fórmula.

$$PSI = 5 X e^{(-0.0041 x IRI)}$$

El IRI está en pulgadas por milla

✓ Determinar el factor camión

Utilizando la clasificación del Reglamento Nacional de Vehículos *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales – Cuadro N° 05* de acuerdo al tipo de vehículo se determina: la cantidad, clase de ejes y la carga máxima para cada clase de eje.

Se convierte la carga máxima de cada eje a libras.

De acuerdo al tipo de eje (Simple, tándem, o Tridem) y con el Indicé de serviciabilidad final (P_t), se ubica la tabla respectiva *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales – Tabla 3-1:3-9.*

Con la carga máxima en Kips (1,000 lb) y el Número Estructural (SN), se determina el factor de carga equivalente para el eje en estudio.

Considerando que la carga en Kips, y el número estructural no podrían estar en la tabla, se debe interpolar los valores.

La suma de los factores de equivalencia de todos los ejes del vehículo, determinan el factor camión para el vehículo en estudio

Esquema de Tipos de Ejes

Eje(s)	Grafico		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Simple			
Simple			
Doble			
Tandem			
Doble			
Tandem			
Triple			
Tridem			
Triple			
Tridem			

e) Determinar ESAL de Diseño.

- ✓ Para cada tipo de vehículo, se multiplica el tráfico de diseño por el Factor camión obteniéndose el Número de ejes equivalentes a 18000 lb para el tipo de vehículo considerado.
- ✓ Se suman todos los ESAL de cada Tipo de vehículo y se obtiene el ESAL para el volumen de tráfico total.

- ✓ El ESAL obtenido debe ser afectado por los factores de distribución por dirección y el factor de distribución por carril recomendados por AASHTO y este valor se constituye en el ESAL de diseño.

TABLA N° 36

Factor de Distribución por Dirección

Número de Carriles Ambas Direcciones	LD
2	0.5
4	0.45
6 ó Más	0.4

TABLA N° 37

Factor de Distribución por Carril

Número de Carriles en una sola Dirección	LC
1	1
2	0.80-1.00
3	0.60-0.80
4	0.50-0.75

f) Modulo de Resiliencia de la Subrasante

El módulo de resiliencia es un ensayo que analiza la propiedad que tiene los materiales de comportarse bajo cargas dinámicas como las ruedas de los vehículos.

En el método AASHTO, la caracterización de los materiales se basa en el módulo de resiliencia (Mr).

El valor del módulo de resiliencia disminuye al incrementarse el contenido de humedad y por ello es necesario efectuar diferentes ensayos con variación del porcentaje de humedad que simulan las condiciones que estarán en el transcurso de un año.

Se debe determinar en Mr promedio de diseño, para lo cual se usara el valor del daño relativo (Uf) para cada Mr mediante la siguiente fórmula.

$$Uf = 1.18 \times 10^8 \times Mr^{-2.32}$$

Para obtener el Mr promedio se realiza lo siguiente:

- ✓ Se obtiene el daño relativo para cada Mr.
- ✓ La sumación de los valores del daño relativo, se divide entre el número de Mr ensayados, obteniéndose el Uf promedio.
- ✓ Con el Uf Promedio y utilizando la formula anterior se obtiene el Mr de Diseño.

La guía AASHTO presenta una tabla que relaciona directamente el Mr con el Uf.

Considerando que los equipos de laboratorio para obtener el Mr son escasos, se acepta la conversión del CBR a Mr , utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Mr} = 17.6 \text{ CBR}^{0.64} \quad (\text{Mpa}) \quad 2 < \text{CBR} < 12$$

$$\text{Mr} = 22.1 \text{ CBR}^{0.55} \quad (\text{Mpa}) \quad 12 < \text{CBR} < 80$$

También se puede usar:

$$\text{Mr} = B \times \text{CBR} \quad (\text{en psi})$$

Para CBR <10% $B = 1500$, pero puede variar de 750 a 3000

Gráficamente y para un mayor rango, también se usa la gráfica de Kentucky Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales – Cuadro N° 09.

g) Otras Variables

g.1) Desviación Estándar Normal (Zr)

La desviación estándar normal es función de la confiabilidad del proyecto(R).

Confiabilidad(R) es un valor que se refiere al grado de certeza o seguridad en el proceso de diseño de la estructura del pavimento, para que este se pueda llegar al término del tiempo de diseño en buenas condiciones.

La siguiente tabla recomienda los niveles de confiabilidad.

TABLA N° 38

Tipo de Carretera	Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías	85-99.9	80-99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectores	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

A continuación se presenta los valores de la desviación estándar (Z_r) en función de diferentes niveles de confiabilidad (R).

TABLA N° 39

Confiabilidad R, %	Desviación Estándar Normal Z_r
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

g.2) Error Estándar (S_o)

Es la variable que asume todos los errores.

La guía AASHTO recomienda para Pavimentos

Flexibles 0.40-0.50

Sobre Capas 0.50

g.3) Pérdida de Serviciabilidad (Δ PSI)

La guía AASHTO recomienda los siguientes valores de serviciabilidad para pavimentos flexible.

Serviciabilidad Inicial $P_o = 4.2$

Serviciabilidad Final $P_t = 2.5$ (Caminos principales).

$P_t = 2.0$ (Vías de Transito menor).

La pérdida de serviciabilidad está definido como la diferencia entre Serviciabilidad Inicial y Final.

$$\Delta\text{PSI} = P_o - P_t$$

h) Determinación de Espesores

h.1) Calculo del Número Estructural (SN)

La guía AASHTO utiliza el concepto de número estructural para cuantificar la resistencia de todo el paquete estructural del

pavimento para una determinada capacidad de soporte del suelo, tráfico previsto y una pérdida del servicio y confort en la superficie de rodadura.

Para obtener el número estructural se usa la fórmula.

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left| \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right|}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_r - 8.07$$

Por la complejidad de la fórmula, la guía AASHTO proporciona un nomograma que con los valores de W_{18} (ESAL), M_r , S_o , ΔPSI y R (en lugar de Z_r), se obtiene el valor de SN Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales – -Figura 7-1. El procedimiento para utilizar el nomograma es el siguiente.

- ✓ Se ingresa con el valor de R , se une con S_o y se prolonga la recta hasta cortar la línea pivote.
- ✓ De la línea pivote, se une con W_{18} (ESAL) y se prolonga hasta cortar la otra línea pivote.
- ✓ De este punto se une con M_r y se prolonga hasta cortar la primera línea vertical del cuadro de diseño de pérdida de serviciabilidad.
- ✓ Se traza una línea horizontal hasta cortar el valor de ΔPSI .
- ✓ De este punto se trata una línea vertical hasta encontrar la línea inferior del cuadro y obtenemos el valor SN requerido.

h.2) Distribución de Capas en el paquete Estructural

- ✓ Fórmula Utilizada.

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times M_3 \times D_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales

m_2, m_3 = Coeficientes de Drenaje.

D_1, D_2, D_3 = Espesores de Capas en pulgadas

- ✓ Análisis Conceptual de la Fórmula.

Para la determinación del número estructural se ha tomado en cuenta el tipo de subrasante, las cargas actuantes, el confort del servicio, posibilidades de errores; concluyéndose en un paquete estructural que resista estas variables.

Los materiales conformantes del paquete estructural deben tener las propiedades, para que en su conjunto, presenten la resistencia necesaria a los agentes actuantes.

Para la construcción de pavimentos, se reglamentan las características de los materiales conformantes de las diferentes capas y ello permite obtener espesores razonables para cada una de ellas.

Entre las especificaciones principales se exige lo siguiente:

- ✓ Granulometría adecuada bien gradada.
- ✓ Utilización de materiales granulares con $IP=0$; por lo tanto con una capacidad drenante satisfactoria.
- ✓ Para la base exige un CBR mínimo de 100%.
- ✓ Para la subbase un CBB mínimo de 40%.
- ✓ Para la carpeta asfáltica se exige una estabilidad Marshall de 750 a 810 Kg.
- ✓ Coeficientes de Drenaje

La guía AASHTO proporciona las siguientes tablas.

TABLA N° 40

Tiempos de Drenaje para capas Granulares

Calidad de Drenaje	50% Saturación	85% Saturación
Excelente	2 Horas	2 Horas
Bueno	1 Día	2 a 5 Horas
Regular	1 Semana	5 a 10 Horas
Pobre	1 Mes	de 10 a 15 Horas
Muy Pobre	El agua no drena	Mayor de 15 Horas

TABLA N° 41

Coefficientes de drenaje para Pavimentos Flexibles

Calidad de Drenaje	P=% del Tiempo en el Pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	<1%	1%-5%	5%-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

La guía se basa en una evacuación del agua hasta cuando la base tiene un grado de saturación del 50%.

La calidad de drenaje en el pavimento, depende de la calidad de los materiales; y por ello, para una construcción nueva, se escogería:

Para base con Calidad de drenaje buena y porcentaje de exposición a niveles de saturación de 1% - 5%, se determina un coeficiente de drenaje $m_2 = 1.20$

Para subbase, con calidad de drenaje regular y porcentaje de exposición a niveles de saturación de 5% -25% se determina un coeficiente de drenaje $m_3 = 1.00$.

✓ Coeficientes Estructurales de Capa.

El método proporciona gráficos para determinar los coeficientes estructurales de capa en función del módulo elástico del concreto asfáltico y los módulos de resiliencia de la base y subbase.

Considerando que normalmente estos parámetros no son determinados por escasez de equipos, con los gráficos de AASHTO se obtiene las conversiones respectivas de la estabilidad Marshall y CBR.

- ✓ La carpeta asfáltica debe tener una estabilidad Marshall de 750 a 810 Kg; usaremos 800kg (1762 lb)
- ✓ En la gráfica obtenemos que para este valor le corresponde un módulo de elasticidad de 390,000 psi

Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales – -Figura 7-4.Y se

obtiene para la carpeta asfáltica un coeficiente estructural de 0.43 *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Figura 7-4*

✓ La capa de base debe tener en CBR del 100% y en el grafico le corresponde un módulo de resiliencia de 32,000 psi y un coeficiente estructural de 0.14. *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Figura 7-5.* La capa de subbase debe tener un CBR de 40% y en el grafico le corresponde un módulo de resiliencia de 17,000 psi y un coeficiente estructural de 0.12. *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Figura 7-7*

TABLA N° 42

	Carpeta Asfáltica	Base	Subbase
Estabilidad Marshall (lb)	1,762	-----	-----
Módulo de Elasticidad (psi)	390,000	-----	-----
CBR (%)	-----	100	40
Módulo Resiliente (psi)	-----	32,000	17,000
Coefficiente Estructural	0.43	0.14	0.12

Para calcular los coeficientes estructurales de la Base, Subbase, se puede utilizar las siguientes fórmulas:

$$a_2 = 0.249 \times \log E_B - 0.977$$

$$a_3 = 0.227 \times \log E_{SB} - 0.839$$

✓ Cálculo de espesores

La guía AASHTO propone dos formas de cálculo.

Por espesores mínimos.

Espesores mínimos referenciales.

Calculo por Espesores Mínimos.

La guía AASTHO sugiere la siguiente tabla.

TABLA N° 43

Espesores Mínimos

Numero ESAL	Concreto Asfáltico	Base Gravandar
<50,000	1" (2.5cm)	4" (10cm)
50,001-150,000	2" (5.0cm)	4" (10cm)
150,001-500,000	2.5" (6.5cm)	4" (10cm)
500,001-2000,000	3.0" (7.5cm)	6" (15cm)
2000,001-7'000,000	3.5" (9.0cm)	6" (15cm)
>7'000.000	4.0" (10.0cm)	6" (15cm)



Actualmente en el Perú, se está utilizando una carpeta asfáltica de 5cm (2") para zonas urbanas y 7.5 cm (3") para carretera.

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

Se determina el valor de SN_1 para la carpeta asfáltica.

$$SN_1 = a_1 \times D_1$$

Los valores del coeficiente estructural (a_1) ha sido determinado previamente y se usara un espesor de carpeta asfáltica (2") o (3") como corresponda o en su defecto se utilizara el espesor recomendado por AASHTO en pulgadas.

Se determina el valor de SN_2 para la capa de base.

$$SN_2 = a_2 \times m_2 \times D_2$$

Los valores del coeficiente estructural (a_2)y coeficiente de drenaje (m_2) han sido determinados previamente y se utilizara el correspondiente espesor en pulgadas recomendado por AASHTO.

Se determina el valor de SN_3 para la subbase

$$SN_3 = SN - (SN_1 + SN_2)$$

Se determina el valor de D_3 espesor de subbase.

$$D_3 = \frac{SN_3}{a_3 \times m_3}$$

Cálculo por espesores mínimos referenciales

El concepto se basa en que la capa o capas superiores se cimienta en la inmediatamente inferior y el Número estructural corresponderá a todas las capas superiores.

Con el módulo de resiliencia de la subrasante, se obtiene el número estructural del paquete conformado por: carpeta asfáltica, Base y subbase.

$$SN = SN_1 + SN_2 + SN_3$$

Con el módulo de resiliencia de la subbase, se obtiene el número estructural del paquete conformado por: carpeta asfáltica y Base



$$SN_x = SN_1 + SN_2$$

Con el módulo de resiliencia de la base, se obtiene directamente el número estructural de la carpeta asfáltica (SN_1)

Algebraicamente, se obtienen los otros valores

$$SN_2 = SN_x - SN_1$$

$$SN_3 = SN - SN_x$$

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

- ✓ En el nomograma AASHTO, anteriormente se determinó SN para el paquete estructural total.
- ✓ En el mismo nomograma y siguiendo el mismo procedimiento utilizando los módulos de resiliencia de la subbase y la base, se obtiene los números estructurales.

SN_x y SN_1

- ✓ Se calculan los valores de SN_2 Y SN_3
- ✓ Con los valores, calculados anteriormente, de los coeficientes estructurales (a_1, a_2, a_3) y los coeficientes de drenaje (m_2 y m_3) se determina los espesores de cada capa

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_2 = \frac{SN_2}{a_2 \times m_2}$$

$$D_3 = \frac{SN_3}{a_3 \times m_3}$$

2.6 SEÑALIZACIÓN DEL TRÁFICO

2.6.1. Tipos de Señales

a) Señales Preventivas

Son las que tienen por objeto indicar con anticipación la proximidad de condiciones peligrosas ya sean éstas eventuales o permanentes.

Forma.- Son de forma cuadrada con una de sus diagonales en posición vertical y sus esquinas redondeadas; también se puede decir que son de forma romboidal con uno de sus vértices hacia abajo.

Tamaño.- Sus dimensiones son tales que el mensaje sea fácilmente visible, varía de acuerdo a la velocidad directriz, así:

En caminos cuya velocidad directriz sea inferior a 60Km/h, éstas serán de 0.60×0.60m. y 0.75×0.75m. Para velocidades comprendidas en 60Km/h y 100Km/h. Sólo en zonas urbanas y cuando el empleo de placas normales (0.60×0.60) no sea posible, sus dimensiones podrán reducirse a 0.45×0.45m.

En caminos o autopistas de alta velocidad, el tamaño será de 0.90×0.90m., justificándose el utilizar señales de 1.20×1.20m. Cuando se quiera llamar la atención o en caso de que el número de accidentes sea alto.

Color.- Son de color amarillo caminero y negro, distribuidos de la siguiente manera:

Fondo	:	amarillo caminero.
Símbolo	:	letras y marcos negros.
Borde	:	amarillo caminero.

Uso. Se deberá usar una señal apropiada para prevenir la presencia de: Una o varias curvas que ofrezcan peligro por sus características o por la falta de visibilidad para ejecutar la maniobra de alcance o paso a otro vehículo.

Para indicar la intersección de dos caminos

Camino sinuoso.



Para advertir al conductor de las condiciones u obstáculos no previstos en el proyecto, que pueden ser permanentes o temporales

Proximidad de una zona escolar.

Ubicación. La distancia del lugar de peligro a que deberán colocarse será determinada de tal manera que asegure su mayor eficacia, tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones particulares del camino y la circulación. Las distancias recomendadas son:

En zona urbana	:	60 - 75m.
En zona rural	:	90 - 180m.
En autopistas	:	500m.

b) Señales Reglamentarias.

Estas tienen por finalidad la regulación del tránsito automotor. Indican por lo general restricciones y reglamentaciones que afectan el uso de la vía.

b.1) Clasificación:

Relativas al derecho de paso. Indican preferencia de paso u orden de detención, por ejemplo, señal de pare (R-1) y señal de vía preferencial (R-2).

Prohibitivas y restrictivas. Regulan el tránsito indicando a los conductores de vehículos las limitaciones que se imponen para el uso del camino.

De sentido de circulación. Se usan en el cruce de un camino con las calles de una población para indicar el sentido de circulación.

b.2) Forma:

Relativas al derecho de paso.

La señal de PARE es de forma octogonal.

La señal de VIA PREFERENCIAL es de forma triangular con el vértice en la parte inferior.



Prohibitivas y restrictivas. Son de forma rectangular con la mayor dimensión horizontal

b.3) Tamaño: El tamaño de las señales restrictivas será de 0.80×1.20m. En autopistas. En caminos rurales y arterias urbanas principales de 0.60×0.60m. En caminos secundarios, tanto en zona rural como urbana, las dimensiones serán de 0.40×0.65m. La señal de sentido de circulación es de 0.30×0.90m. y la señal de PARE de 0.60m. Entre lados paralelos.

b.4) Colores.

Relativos al derecho de paso. La señal PARE es de color rojo con letras y bordes blancos.

Prohibitivas y restrictivas. Son de color blanco con letras, símbolo y marco negro. El círculo es de color rojo a excepción de aquellas señales que indiquen el fin de una prohibición o restricción, las que llevarán el círculo de color negro. La franja oblicua trazada desde el cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho del círculo, indicadora de la prohibición, será de color rojo.

De sentido de circulación. Son de color negro con flecha blanca.

La leyenda dentro de las flechas llevará letras negras.

Ubicación. Se colocarán en el punto donde comienza la reglamentación, a excepción de las que prohíben voltear o indiquen una dirección prohibida, las cuales serán erigidas a una distancia no mayor de 30m. Antes del punto considerado.

c) Señales Informativas.

Son las que tienen por finalidad guiar en todo momento al conductor e informarle, tanto sobre la ruta a seguir como de las distancias que debe recorrer.

c.1) Clasificación

De dirección. Guían a los conductores de vehículos hacia su destino o puntos intermedios. Pueden ser: Señales de destino, señales de



destino con indicación de distancia, señales de indicación de distancias y cuadro de distancias.

Indicadoras de ruta. Muestran el número de rutas de los caminos. Se utilizan a lo largo de todas las carreteras para facilitar a los conductores de vehículos, la identificación de la carretera por la que están transitando, así como el de las carreteras que se van a intersectar. Se dividen en señales indicadoras de ruta y señales auxiliares.

Información general. Indican lugares de interés general, tales como poblaciones, cursos de agua, lugares históricos o rústicos y de servicio público, como puestos de primeros auxilios, hospitales, teléfonos, etc.

c.2) Forma

Señales de dirección. Rectangular con la mayor dimensión horizontal.

Indicadoras de ruta. Formas especiales como escudos, círculo, etc.

Señales de información general. Rectangular con la mayor dimensión vertical.

c.3) Tamaño

En general está en función de la longitud, altura y serie de letras que forman el mensaje. Para las señales de información general, en autopistas de 0.80m.×1.20m., en caminos rurales y arterias urbanas principales de 0.45×0.60m.

c.4) Color

Para autopistas y carreteras importantes que soportan tránsito elevado las señales informativas tienen fondo verde con marco, letras y símbolos blancos. Para el resto de las carreteras las señales tienen fondo blanco con marco, letras y símbolos negros. Las señales de información general tienen fondo azul, con recuadro blanco y símbolo negro.

c.5) Ubicación



Las señales informativas serán ubicadas a una distancia del punto considerado, que está en función de la velocidad directriz de la vía en que se encuentran (60 y 100m).

d) Postes Kilométricos

Su objetivo es indicar la distancia en kilómetros al punto de origen de la vía y se colocan para cada kilómetro, desde el origen hasta el término de la carretera, a la derecha y en el sentido del tránsito que circula.

Estas señales se colocarán a 0.50m. del borde de la calzada en la vía urbana y a 1.80m. En carreteras.

2.7 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o una actividad. Las obras públicas como la construcción de una carretera, las ciudades; las industrias; una zona de recreo para pasear por el campo, una granja o un campo de cultivo; cualquier actividad de estas tiene un impacto sobre el medio.

La alteración puede ser favorable o desfavorable para el medio.

En los impactos ambientales hay que tener en cuenta:

- ✓ Signo: si es positivo y sirve para mejorar el medio ambiente o si es negativo y degrada la zona.
- ✓ Intensidad: según la destrucción del ambiente sea total, alta, media o baja.
- ✓ Extensión: según afecte a un lugar muy concreto y se llama puntual, o a una zona algo mayor -parcial-, o a una gran parte del medio -impacto extremo- o a todo -total-. Hay impactos de ubicación crítica: como puede ser un vertido en un río poco antes de una toma de agua para consumo humano: será un impacto puntual, pero en un lugar crítico;
- ✓ El momento en que se manifiesta y así distinguimos impacto latente que se manifiesta al cabo del tiempo, como puede ser el caso de la contaminación de un suelo como consecuencia de que se vayan acumulando pesticidas u otros productos químicos, poco a poco, en ese lugar. Otros impactos son inmediatos o a corto plazo y algunos son críticos como puede ser ruido por la noche, cerca de un hospital;
- ✓ Persistencia. Se dice que es fugaz si dura menos de 1 año; si dura de 1 a 3 años es temporal y pertinaz si dura de 4 a diez años. Si es para siempre sería permanente;
- ✓ Recuperación. Según sea más o menos fácil de reparar distinguimos irrecuperables, reversibles, mitigables, recuperables, etc.
- ✓ Suma de efectos: A veces la alteración final causada por un conjunto de impactos es mayor que la suma de todos los individuales y se habla de efecto sinérgico. Así, por ejemplo dos carreteras de montaña,



pueden tener cada una su impacto, pero si luego se hace un tercer tramo que, aunque sea corto, une las dos y sirve para enlazar dos zonas antes alejadas, el efecto conjunto puede ser que aumente mucho el tráfico por el conjunto de las tres. Eso sería un efecto sinérgico

- ✓ Periodicidad. Distinguimos si el impacto es continuo como una cantera, por ejemplo; o discontinuo como una industria que, de vez en cuando desprende sustancias contaminantes o periódico o irregular como los incendios forestales.

2.7.1 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Antes de empezar determinadas obras públicas o proyectos o actividades que pueden producir impactos importantes en el ambiente, la legislación obliga a hacer una Evaluación del Impacto Ambiental que producirán si se llevan a cabo. La finalidad de la EIA es identificar, predecir e interpretar los impactos que esa actividad producirá si es ejecutada.

2.7.2 Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)

Es el documento que hacen los técnicos identificando los impactos, la posibilidad de corregirlos, los efectos que producirán, etc. Debe ser lo más objetivo posible, sin interpretaciones ni valoraciones, sino recogiendo datos. Es un estudio multidisciplinario por lo que tiene que fijarse en cómo afectará al clima, suelo, agua; conocer la naturaleza que se va a ver afectada: plantas, animales, ecosistemas; los valores culturales o históricos, etc.; analizar la legislación que afecta al proyecto; ver cómo afectará a las actividades humanas: agricultura, vistas, empleo, calidad de vida, etc.

2.7.3 Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

La Declaración de Impacto Ambiental la hacen los organismos o autoridades medioambientales a las que corresponde el tema después de analizar el Estudio de Impacto Ambiental y las alegaciones, objeciones o comentarios que el público en general o las instituciones consultadas



hayan hecho. La base para la DIA es el Estudio técnico, pero ese estudio debe estar disponible durante un tiempo de consulta pública para que toda persona o institución interesada lo conozca y presente al organismo correspondiente sus objeciones o comentarios, si lo desea. Después, con todo este material decide la conveniencia o no de hacer la actividad estudiada y determina las condiciones y medidas que se deben tomar para proteger adecuadamente el ambiente y los recursos naturales.

2.7.4 Tipos de Evaluaciones de Impacto Ambiental

Se distinguen los siguientes:

- ✓ Informes medio ambiental que se unen a los proyectos y son simplemente indicadores de la incidencia ambiental con las medidas correctoras que se podrían tomar.
- ✓ Evaluación preliminar que incorpora una primera valoración de impactos que sirve para decidir si es necesaria una valoración más detallada de los impactos de esa actividad o es suficiente con este estudio más superficial;
- ✓ Evaluación simplificada que es un estudio de profundidad media sobre los impactos ambientales
- ✓ Evaluación detallada en la que se profundiza porque la actividad que se está estudiando es de gran envergadura.



2.8 CATASTRO CON FINES DE EXPROPIACIÓN

2.8.1 Marco Teórico para la Indemnización y Reasentamiento Involuntario

El reasentamiento es el proceso completo de traslado y rehabilitación causado por actividades relacionadas con un proyecto, este reasentamiento es involuntario cuando se produce sin el consentimiento fundado de las personas desplazadas o cuando éstas otorgan su consentimiento sin tener la posibilidad de negarse al reasentamiento. Un ejemplo típico de ese tipo de desplazamientos es la expropiación de tierras por dominio eminente que efectúa un organismo gubernamental para un proyecto de infraestructura física.

El desplazamiento puede ser físico o económico. El desplazamiento físico es la reubicación física efectiva de una población que acarrea una pérdida de la vivienda o de bienes productivos o del acceso a bienes productivos (como la tierra, el agua y los bosques). El desplazamiento económico es el resultado de una medida que interrumpe o elimina el acceso de las personas a bienes productivos sin la reubicación física propiamente dicha de las personas.

Aunque no exista desplazamiento físico de las personas, la adquisición de puede incidir en los niveles de vida de las personas que dependen de los recursos ubicados en ellas o en su cercanía, por lo cual la Política del Reasentamiento Involuntario se aplica a todas las condiciones del posible desplazamiento físico o económico resultante de la adquisición o el uso de tierras para un proyecto, debiéndose elaborarse e implementarse para tal fin, el Plan de Compensación y Reasentamiento Involuntario (PACRI).

2.8.2 Marco legal

a) Constitución Política del Perú de 1993

Para efectos del presente estudio y dado el imperativo de acudir al mecanismo expropiatorio, cabe considerar que la Constitución política del Perú, reconoce como derecho fundamental el Derecho de propiedad



(Título I de la persona y de la sociedad) Capítulo I (Derechos fundamentales de la persona).

Artículo 2.- Toda persona tiene derecho: (...) A la propiedad y a la herencia.

Asimismo en el Título III del Régimen económico al referirse a la propiedad (Capítulo III), en su artículo 70ª garantiza dicho derecho, estableciendo una excepción mediante el procedimiento de expropiación

Artículo 70º.- El derecho de propiedad es inviolable. El Estado lo garantiza. Se ejerce en armonía con el bien común y dentro de los límites de ley. A nadie puede privarse de su propiedad sino, exclusivamente, por causa de seguridad nacional o necesidad pública, declarada por ley, y previo pago en efectivo de indemnización justipreciada que incluya compensación por el eventual perjuicio.

Hay acción ante el Poder Judicial para contestar el valor de la propiedad que el Estado haya señalado en el procedimiento expropiatorio.

Al respecto como se verá más adelante, no pueden darse otras restricciones a la propiedad a riesgo de incurrir en responsabilidades ciertamente de orden constitucional, además de administrativa, civil o penal (delitos contra el patrimonio).

b) Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y su Reglamento (DS N° 083-2004-PCM y D.S. N° 084-2006-PCM)

Esta Ley establece las normas básicas que contienen los lineamientos que deben observar las Entidades del Sector Público, dentro de criterios de racionalidad y transparencia, en los procesos de adquisiciones y contrataciones de bienes, servicios u obras y regula las obligaciones y derechos que se derivan de los mismos.

En relación al presente estudio deberá observarse en tanto se trata del desarrollo de infraestructura que constituya servicio público.

c) Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú (Resolución Ministerial N° 098-2006-VIVIENDA)



El Consejo Nacional de Tasaciones es una Institución Pública Descentralizada del Sector Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción creada mediante el Decreto Supremo No. 287-68-HC, tiene como, misión formular los Valores Arancelarios de Terrenos Rústicos y Urbanos a Nivel Nacional, Valores Unitarios Oficiales de Edificación y el Reglamento General de Tasaciones del Perú, así como opinar sobre aspectos generales en todo lo concerniente a tasaciones, por iniciativa propia o a requerimiento de organismos oficiales, la ejecución de Tasaciones Arancelarias y Comerciales de Inmuebles Urbanos y Rústicos, de Bienes Muebles, a nivel nacional, contando para ello con un padrón de Peritos Adscritos, altamente calificados.

El Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú tiene por finalidad establecer los criterios, conceptos, definiciones y procedimientos técnicos normativos para formular la valuación de bienes inmuebles y muebles. Se entiende por tasación o valuación al procedimiento mediante el cual el perito valuador estudia el bien, analiza y dictamina sus cualidades y características en determinada fecha, para establecer la estimación del valor razonable y justo del bien de acuerdo a las normas del presente reglamento (ARTICULO I.02).

Para los efectos del reglamento del concepto legal de bienes inmuebles se fijan conforme al Art. 885 del código civil (ARTICULO I.03)2. Por último cabe tener presente que:

Artículo 1.04.- Este reglamento alcanza a los bienes que pueden ser objeto de medida, y cuyo valor puede determinarse aplicando métodos directos (comparación, costo), indirectos (renta, valor actual) u otros debidamente sustentados. Contiene a través de Títulos Especiales, normas para diferentes tipos de propiedades que pueden ser objeto de valuación en las condiciones mencionadas. Dichos títulos podrán contener elementos de bienes inmuebles y de bienes muebles indistintamente. Conforme se presenten nuevos requerimientos y se completen los estudios técnicos del caso, este Reglamento se ampliará



con Títulos referidos a diversos bienes o procedimientos valuatorios. Finalmente, la obligatoriedad del uso de este Reglamento, cumple en los casos en que se trate de practicar una valuación comercial o reglamentaria, en la que el Estado interviene en alguna medida, y para la ejecución de valuaciones reglamentarias que sean solicitadas por terceros. (Artículo N° I.06)

d) Ley General de Expropiaciones del 20/05/1999

(Ley N° 27117) La presente norma se expide en estricto cumplimiento del referente constitucional anteriormente señalado y contiene los conceptos y procedimientos para hacer viable las expropiaciones a los

1 Según el artículo Art. 885 del Código Civil, son bienes inmuebles:

1. El suelo, el subsuelo y el sobresuelo.
2. El mar, los lagos, los ríos, los manantiales, las corrientes de agua y las aguas vivas o estanciales.
3. Las minas, canteras y depósitos de hidrocarburos.
4. Las naves y aeronaves.
5. Los diques y muelles.
6. Los pontones, plataformas y edificios flotantes.
7. Las concesiones para explotar servicios públicos.
8. Las concesiones mineras obtenidas por particulares.
9. Las estaciones, vías de ferrocarriles y el material rodante afectado al servicio.
10. Los derechos sobre inmuebles inscribibles en el registro.
11. Los demás bienes a los que la ley les confiere tal calidad. Para los efectos de este reglamento y según lo dispuesto en el art. 886 del código civil son bienes muebles:
 1. Los vehículos terrestres de cualquier índole.
 2. Las fuerzas naturales susceptibles de apropiación.
 3. Las construcciones en terreno ajeno hechas para un fin temporal.
 4. Los materiales de construcción o procedentes de una demolición sino están unidos al suelo.



5. Los títulos valores de cualquier clase o los instrumentos donde conste la adquisición de créditos o derechos personales.
6. Los derechos patrimoniales de autor, de inventor, de patentes, nombres, marcas y otros similares.
7. Las rentas o pensiones de cualquier clase.
8. Las acciones o participaciones que cada socio tenga en sociedades o asociaciones, aunque a éstas pertenezcan bienes inmuebles.
9. Los demás bienes que puedan llevarse de un lugar a otro.
10. Los demás bienes a los que la Ley les confiere tal calidad.

El documento que contiene la valuación de un bien constituye el informe técnico de tasación que deberá ser firmado por el profesional responsable; y debe constar de tres grandes secciones: Memoria Descriptiva, Valuación y Anexos. En cada Título de este reglamento se desarrollará la información requerida en cada una de estas secciones. particulares, sobre todo respecto al objeto sujetos, valores, indemnizatorios y justiprecios. A continuación algunos textos de particular relevancia y aplicación al estudio en ciernes.

Resumen de los Alcances de la Ley de Expropiaciones

Títulos Artículos

Título Preliminar

Artículo 1º.- Del objeto de la Ley

La expropiación a que se refiere el artículo 70º de la Constitución Política, el artículo 928º del Código Civil y los artículos 519º a 532º del Código Procesal Civil, se rigen por la presente Ley.

Título I

Disposiciones Generales

Artículo 2º.- Del concepto

La expropiación consiste en la transferencia forzosa del derecho de propiedad privada, autorizada únicamente por ley expresa del Congreso en favor del Estado, a iniciativa del Poder Ejecutivo, Regiones o



Gobiernos Locales y previo pago en efectivo de la indemnización justipreciada que incluya compensación por el eventual perjuicio.

Artículo 3°.- Del beneficiario

El único beneficiario de una expropiación es el Estado.

Artículo 4°.- De las causales

En la ley que se expida en cada caso deberá señalarse la razón de necesidad pública o seguridad nacional que justifica la expropiación, así como también el uso o destino que se dará al bien o bienes a expropiarse.

Artículo 6°.- De la ejecución de la expropiación

La ejecución de la expropiación autorizada por el Congreso de la República, se efectúa mediante la norma legal correspondiente, la misma que deberá ser publicada en un plazo no mayor a 60 (sesenta) días contados a partir de la vigencia de la ley autoritativa de la expropiación.

(...)

Artículo 9°.- Del trato directo procede el trato directo sólo cuando, de acuerdo al informe registral correspondiente, no existan duplicidades registrales o proceso judicial en que se discuta la propiedad del inmueble.

(...)

Artículo 10°.- Del sujeto activo de la expropiación

10.1 Se considera como sujeto activo de la expropiación a la dependencia administrativa que tendrá a su cargo la tramitación del proceso de expropiación.

10.2 Es obligatorio individualizar al beneficiario de la expropiación, que podrá ser el mismo sujeto activo de la expropiación o persona distinta, siempre y cuando sea una dependencia del Estado.

10.3 Es nula la expropiación a favor de persona natural o jurídica de derecho privado. Dicha nulidad se declara sin perjuicio de las acciones civiles y penales que en defensa de su derecho tiene expedito de ejercer el afectado.

Artículo 11°.- Del sujeto pasivo de la expropiación.



11.1 Se considera sujeto pasivo de la expropiación al propietario contra quien se dirige el proceso de expropiación. Asimismo al poseedor con más de 10 (diez) años de antigüedad que tenga título inscrito, o cuya posesión se haya originado en mérito a resolución judicial o administrativa, o que haya sido calificado como tal por autoridades competentes, según las leyes especializadas. (...)

Título II Del Objeto De Las Expropiaciones

Artículo 12°.- Del objeto

12.1 Todos los bienes inmuebles de dominio privado pueden ser objeto de expropiación.

12.2 Los bienes de embajadas o misiones diplomáticas y de organismos internacionales no están sujetos a expropiación, de conformidad con la Convención de Viena sobre Relaciones Diplomáticas de 1961, de la cual la República del Perú es Parte Contratante, salvo en los casos basados en el Principio de Reciprocidad o en el consentimiento previo.

Título III De La Indemnización Justipreciada

Artículo 15°.- De la indemnización justipreciada

15.1 La indemnización justipreciada comprende el valor de tasación comercial debidamente actualizado del bien que se expropia y la compensación que el sujeto activo de la expropiación debe abonar en caso de acreditarse fehacientemente daños y perjuicios para el sujeto pasivo originados inmediata, directa y exclusivamente por la naturaleza forzosa de la transferencia. (...)

15.3 La indemnización justipreciada no podrá ser inferior al valor comercial actualizado conforme a lo dispuesto en el artículo 16° de la presente Ley; ni podrá exceder de la estimación del sujeto pasivo.

15.4 En ningún caso la indemnización justipreciada podrá comprender el valor de las mejoras realizadas en el bien a expropiar por el sujeto pasivo con posterioridad a la fecha de publicación de la resolución a que se refiere el artículo 8° de la presente Ley.

Artículo 16°.- De la tasación



El valor del bien se determinará mediante tasación comercial actualizada que será realizada exclusivamente por el Consejo Nacional de Tasaciones – CONATA.

Artículo 17°.- De la compensación

En caso que el sujeto activo de la expropiación observe la pretensión de compensación del sujeto pasivo, ésta será fijada por el Poder Judicial o Tribunal Arbitral, sobre la base de las pruebas que se actúen, de los fundamentos que expresen las partes y de las reglas de la crítica. Además deberá estimarse de acuerdo a la finalidad a que estaba destinado el bien al disponer la expropiación y de acuerdo a proyectos documentados antes de la fecha de publicación de la ley autoritativa de la expropiación.

Artículo 18°.- De la actualización de la indemnización

Títulos Artículos

Artículo 19°.- De la forma de pago

19.1 La consignación de la indemnización justipreciada, debidamente actualizada, se efectuará necesariamente en dinero y en moneda nacional.

Artículo 20°.- Del pago del valor comercial

20.1 El pago por el valor de la tasación comercial actualizada se efectuará con la interposición de la demanda.

20.2 Cuando exista duplicidad registral o la propiedad del bien a expropiarse sea discutida judicial o arbitralmente, el pago se efectuará en ejecución de sentencia.

Artículo 21°.- Del pago de la compensación

Artículo 22°.- Duplicidades Registrales Parciales

Título IV Nulidad De Las Expropiaciones

Artículo 23°.- De la nulidad de las expropiaciones

23.1 El sujeto pasivo de la expropiación puede demandar judicialmente la nulidad de la expropiación cuando ésta no haya sido dispuesta conforme a lo establecido en los artículos 3° y 4° de la presente Ley. Es discutible la declaración de necesidad pública o seguridad nacional



dispuesta por el Congreso de la República mediante ley expresa, cuando no se ciña a lo dispuesto por esta Ley.

23.2 No procede plantear la nulidad cuando hay allanamiento expreso o tácito a la demanda de expropiación.

3.5 Ley que Facilita la Ejecución de Obras Publicas Viales (Ley N° 27628) Mediante la presente norma se prevé los criterios legales para la adquisición de inmuebles que sean afectados para el trazo en vías públicas, planteándose el trato directo entre la entidad ejecutora de las obras y los propietarios.

Resumen Ley 27628

Artículo Descripción

Artículo 1

Del procedimiento de adquisición.- La adquisición de inmuebles afectados por trazos en vías públicas se realizará por trato directo entre la entidad ejecutora y los propietarios, o conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Expropiaciones.

Artículo 2

Del valor de tasación

El valor de tasación para la adquisición de inmuebles por trato directo afectados por trazos en vías públicas será fijado por el Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA, sobre la base del valor comercial actualizado de los mismos, que será aprobada mediante resolución ministerial del Sector Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción o por decreto de Alcaldía emitido por la Municipalidad Provincial, según corresponda al caso.

Artículo 3

Del porcentaje adicional de pago

El precio que se pagará por todo concepto a los propietarios afectados por trazos en vías públicas a que se refiere el Artículo 1 de la presente Ley por trato directo será el monto del valor comercial actualizado de los mismos, más un porcentaje del 10% de dicho valor.



Artículo 4

Del trato directo a cargo del concesionario

Para los casos de concesión de infraestructura vial, facúltese al concesionario a efectuar el trato directo para la adquisición de los inmuebles afectados por el derecho de vía, conforme a lo previsto en la presente Ley.

Disposiciones

Finales, Transitorias y Complementarias

El beneficio contemplado por el inciso c) del Artículo 14 del Decreto Legislativo N° 709, y sus modificatorias, no será de aplicación a los predios afectados por el derecho de vía, adquiridos mediante el trato directo o la expropiación a que se refiere la presente Ley y la Ley N° 27117.

3.6 Directrices para la Elaboración y Aplicación de Planes de compensación y Reasentamientos Involuntarios para Proyectos de Infraestructura de Transporte (RD N° 007-2004-MTC-16)

Uno de los principales aspectos de esta normativa es la inclusión en los planes de reasentamiento involuntario los siguientes detalles específicos:

a. Participación: Comités de Gestión Compartida.

Ley General del Ambiente, Ley 28611 (2005). Como principio e instrumento de gestión ambiental.

Ley 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental 08.06.04 y su Reglamento, en lo que concierne a la participación ciudadana.

b. Articulación interinstitucional

MTC, PROINVERSION, COFOPRI, PETT, Superintendencia de Bienes Nacionales, SUNARP, CONATA.



CAPÍTULO III

METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS

3.1 ESTUDIO SOCIO – ECONÓMICO.

3.1.1 Población

A partir de 1,961, la ciudad de Cajamarca ha presentado una dinámica demográfica que evidencia una marcada tendencia a la disminución de su ritmo de crecimiento, tal como lo evidencian las tasas de crecimiento promedio anuales registradas en los tres periodos intercensales, con valores de 4.9%, 4.8% y 3.1%.

Esta dinámica permite observar que en 32 años transcurridos desde 1,961 hasta el año 1,993, la población de la ciudad de Cajamarca ha crecido casi 3.7 veces su población y se ha incrementado en 63,963 habitantes, hasta llegar a conformar al 2013 año un total de 234,667 habitantes. Para los siguientes 2 años se asume que la ciudad tendrá en una población de 246,536 habitantes, teniendo un ritmo de crecimiento (5.0%).

TABLA N° 44

POBLACIÓN ESTIMADA AL 30 DE JUNIO, POR AÑOS CALENDARIO Y SEXO, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO, 2012-2015													
UBIGEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	2012			2013			2014			2015		
		Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
060000	CAJAMARCA	1513 892	761 965	751 927	1 519 764	765 045	754 719	1 525 064	767 895	757 169	1 529 755	770 434	759 321
060100	CAJAMARCA	368 639	183 077	185 562	375 227	186 452	188 775	381 725	189 786	191 939	388 140	193 086	195 054
060101	CAJAMARCA	228 691	113 850	114 841	234 667	116 926	117 741	240 614	119 995	120 619	246 536	123 058	123 478
060102	ASUNCIÓN	13 086	6 500	6 586	13 185	6 557	6 628	13 279	6 612	6 667	13 365	6 663	6 702
060103	CHETILLA	4 300	2 021	2 279	4 298	2 025	2 273	4 296	2 029	2 267	4 294	2 032	2 262
060104	COSPAN	8 109	4 282	3 827	8 039	4 253	3 786	7 965	4 222	3 743	7 887	4 189	3 698
060105	ENCAÑADA	24 451	12 125	12 326	24 379	12 091	12 288	24 291	12 049	12 242	24 190	12 001	12 189
060106	JESUS	14 947	7 358	7 589	14 874	7 333	7 541	14 792	7 303	7 489	14 703	7 270	7 433
060107	LLACANORA	5 328	2 543	2 785	5 342	2 551	2 791	5 354	2 558	2 796	5 363	2 563	2 800
060108	LOS BAÑOS DEL INCA	40 588	20 051	20 537	41 321	20 382	20 939	42 043	20 707	21 336	42 753	21 026	21 727
060109	MAGDALENA	9 748	4 876	4 872	9 721	4 857	4 864	9 688	4 834	4 854	9 650	4 809	4 841
060110	MATARA	3 745	1 829	1 916	3 686	1 804	1 882	3 627	1 779	1 848	3 567	1 754	1 813
060111	NAMORA	10 461	5 011	5 450	10 525	5 032	5 493	10 583	5 049	5 534	10 637	5 065	5 572
060112	SAN JUAN	5 185	2 631	2 554	5 190	2 641	2 549	5 193	2 649	2 544	5 195	2 656	2 539

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.1.2 Población Económicamente Activa

Asumiendo las características de la estructura económica urbana del año 1,993, se estima que la población económicamente activa (PEA) de la



ciudad de Cajamarca al año 2,005 está conformada por 41,330 habitantes que representan el 32.3% de la población total, mientras que la población económicamente no activa (NO PEA) es de 39,666 habitantes que representa el 31.0% de la población total.

3.1.3 Ubicación

La ciudad de Cajamarca, capital de la provincia y del departamento de Cajamarca, se encuentra ubicada en la parte superior Oeste de la cuenca del río Cajamarca, margen izquierda del río Mashcón. Geográficamente se localiza entre las coordenadas 7°09'12'' de latitud sur y 78°30'57'' de longitud Oeste, a una altura promedio de 2,750 m.s.n.m.

3.1.4 Red Vial y Accesibilidad Física

A nivel regional y micro regional, la accesibilidad física de la ciudad de Cajamarca se limita a la carretera asfaltada de 172.8km. De la red vial nacional, que la vincula con la costa en el km. 653 de la Carretera Panamericana Norte; y a las carreteras afirmadas que le permiten articularse con los diferentes espacios y capitales provinciales del centro y sur regional: Bambamarca, Cajabamba y Celendín.

A nivel urbano, la una red vial local no se encuentra sistematizada. La propuesta del Plan Vial planteada en el Plan de Desarrollo Peri Urbano de Cajamarca que establecía la jerarquización de vías expresas, arteriales, colectoras y locales; con el objetivo de canalizar adecuadamente los flujos viales y estructurar las áreas urbanas según criterios de funcionalidad; no ha sido implementada. Aunado a la escasa implementación de las propuestas urbanas, el desorganizado crecimiento físico en la ciudad y la falta de control urbano han contribuido para que al interior del núcleo urbano no se consolide una adecuada sistematización de la red vial y del transporte urbano capaz de garantizar desplazamiento de población y servicios en situaciones normales y de emergencia.

A nivel urbano los principales factores que inciden en la accesibilidad física de la población en condiciones normales y que podrían exacerbar situaciones de crisis son: la escasa pavimentación de la superficie vial en zonas altas periféricas, la limitada continuidad vial de ejes principales, la variabilidad de las secciones viales, el inapropiado diseño de pendientes longitudinales en vías locales, la inadecuada señalización horizontal y el deficiente diseño de las obras de drenaje vial. Se plantea como una de las alternativas de solución la Vía de Evitamiento en estudio.

3.1.5 Escenario Urbano

Cajamarca con una población de 234,667 habitantes es una ciudad intermedia ubicada en el valle del río Mashcón y Chonta, avocada al desarrollo de actividades de servicios y comerciales por impacto del turismo y la minería, cuyos flujos económicos y productivos se encuentran estrechamente vinculados a la costa norte del país. Funcionalmente dinamiza el sur regional del departamento, sin embargo, las difíciles características geográficas del ámbito regional que limitan una adecuada articulación Norte – Sur; le impiden ejercer apropiadamente el rol de centro urbano dinamizador principal de la región. Actualmente Cajamarca es una ciudad de crecimiento inorgánico que advierte un claro proceso de conurbación urbana con Los Baños del Inca ubicada de aproximadamente 6 kms. Al Este del valle. Conformar un conjunto urbano bipolar que comparten similares condiciones de riesgo, en el que Cajamarca es el centro urbano principal con funciones administrativas, financieras y de servicios; y Los Baños del Inca es el centro urbano complementario con funciones residenciales y de servicios turístico recreativo. Ante esta situación resulta apremiante manera construir una visión concertada involucrando a todos los asentamientos del valle a fin de diseñar políticas y estrategias integrales bajo el enfoque del desarrollo sostenible.



Ambientalmente el escenario urbano configurado en la cuenca media del río Cajamarca forma parte de un área susceptible de deterioro, debido a la creciente urbanización de tierras agrícolas, potencialidad de riesgos físicos y deterioro de los recursos físico biológicos; que se traducen en la marcada presión del suelo para fines urbanos de impactos negativos en la población e infraestructura instalada por efecto de fenómenos naturales y cada vez mayores procesos tecnológicos ó antrópicos; y en la creciente degradación de los medios ambientales por manejo escasamente tecnificado. El escenario urbano se caracteriza por presentar:

- ✓ Acelerado crecimiento urbano en detrimento de áreas agrícolas circundantes.
- ✓ Emplazamientos inadecuados en laderas de quebradas intermitentes.
- ✓ Contaminación de los cursos de agua por vertimiento aguas residuales.
- ✓ Deficiencia de los servicios de saneamiento básico en áreas urbano marginales.
- ✓ Deficiente infraestructura de drenaje pluvial.
- ✓ Inadecuada disposición final de los residuos sólidos.
- ✓ Déficit de infraestructura sanitaria
- ✓ Bajos niveles de accesibilidad en las zonas altas periféricas.
- ✓ No cuenta con la infraestructura vial, para el crecimiento de la ciudad.
- ✓ Limitados espacios públicos de áreas verdes y de recreación pública.
- ✓ Pérdida del patrimonio natural y cultural.
- ✓ Alta exposición ante peligros de deslizamientos e inundaciones.

3.2 ELECCIÓN DEL TIPO DE CARRETERA Y VEHÍCULO DE DISEÑO

El presente Estudio de Tráfico como parte del Estudio Definitivo de “La Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km. 00+000 al Km. 06+000”, ubicado en el departamento de Cajamarca, pretende establecer los parámetros de tránsito requeridos para la ejecución del análisis económico y diseño geométrico de la carretera.

3.2.1 Objetivo

El objetivo general del Estudio de Tráfico y Cargas es estimar la demanda vehicular en la nueva vía, como elemento fundamental para la determinación de la necesidad de infraestructura vial y usar estos resultados para cuantificar gran parte de los beneficios asociados a ella.

3.2.2 Metodología

En la ejecución del estudio se contemplaron dos etapas definidas por:

Estudio de Tráfico

- Recopilación de la información y trabajo de campo.
- Procesamiento de la información.

3.2.3 Trabajo en Campo

En esta etapa se definió la ubicación de la estación de aforo a considerar para el conteo de tráfico, la ubicación es cercana al desvío o cruces a poblados importantes:

Estaciones de Conteo

Estación CB-1

Sector	:	Cajamarca – Cruce Cruz Blanca
Ubicación	:	Cruce Cruz Blanca – Vía de Evitamiento
Fecha	:	Del 28 de Abril al 04 de Mayo del 2008
Resultados	:	Se presentan en los cuadros siguientes



El conteo volumétrico se realizó, durante los días del 28 de Abril al 04 de Mayo del 2008, realizando el conteo del flujo vehicular de manera ininterrumpida durante las 24 horas del día, comenzando a las 00:00 horas y terminado a las 24 horas del respectivo día.

Los vehículos fueron clasificados según su tamaño y número de líneas de rotación (ejes), de la configuración vehicular aprobada en el Reglamento Nacional de Vehículos, Decreto Supremo N° 058-2003-MTC, es decir:

Vehículo Ligero	Automóvil, camioneta, combi, pick-up, micro pequeño.
CR	Camioneta Rural (Combi)
BUS	Bus y Microbús
C2 (ch)	Camión pequeño de 2 ejes (peso menor a 9 Tn)
C2	Camión de 2 ejes (2 ejes simples)
C3	Camión de 3 ejes (1 eje simple y 1 eje doble)
C4	Camión mayor a 3 ejes
T2S1 (2S1)	Semitrayler (3 ejes simples)
T2S2 (2S2)	Semitrayler (3 ejes, 2 simples y 1 eje doble)
T2S3 (2S3)	Semitrayler (3 ejes, 2 simples y 1 eje triple)
T3S2 (3S2)	Semitrayler (3 ejes, 1 simples y 2 ejes dobles)
T3S3 (3S3)	Semitrayler (3 ejes, 1 simple, 1 eje doble y 1 eje triple)
C3R2 (3T2)	Trayler (Camión C2+carreta de 2 ejes simples)
C3R3 (3T3)	Trayler (Camión C2+carreta de 2 ejes, uno simple y otro doble)

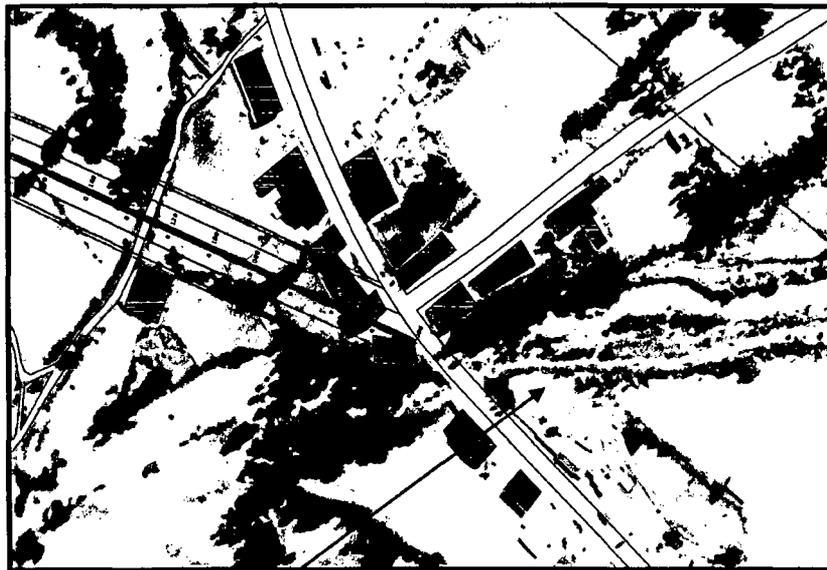
El tráfico observado corresponde en su mayor parte al tráfico de la minera, principalmente camionetas, vehículos de transporte pesado y buses de transporte interprovincial.

TABLA N° 45

DATOS BASICO DE LOS VEHICULOS DE DISEÑO (medidas en metros)							
TIPO DE VEHICULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGIITUD ENTRE EJES	RADIO MINIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MINIMO RUEDA INTERNA TRASERA
Vehiculo Ligero	VL	1.30	2.10	5.80	3.40	7.30	4.20
Omnibus de 2 Ejes	B2	4.10	2.60	9.10	6.10	12.80	8.50
Omnibus de 3 Ejes	B3	4.10	2.60	12.10	7.60	12.80	7.40
Camion Simple 2 Ejes	C2	4.10	2.60	9.10	6.10	12.80	8.50
Camion Simple 3 Ejes o mas	C3/C4	4.10	2.60	12.20	7.60	12.80	7.40
Combinacion de Camiones							
Semiremolque Tandem	T2S1/2/3	4.10	2.60	15.20	4.00 / 7.00	12.20	5.80
Semiremolque Tandem	T3S1/2/3	4.10	2.60	16.70	4.90 / 7.90	13.70	5.90
Remolque 2 Ejes + 1 Doble (Tandem)	C2-R2/3	4.10	2.60	19.90	3.80 / 6.10 / 6.40	13.70	6.80
Remolque 3 Ejes + 1 Doble (Tandem)	C3-R2/3/4	4.10	2.60	19.90	3.80 / 6.10 / 6.40	13.70	6.80

Altura maxima para contenedores 4.85

Ubicación de la Estación



Ubicación de Estación CB-1 (Cruz Blanca)

3.2.4 Trabajo en Gabinete

La información recopilada en campo, se digitalizó y procesó utilizando los formularios respectivos, obteniéndose volúmenes de tráfico para cada día de la semana por cada sentido y también en ambos sentidos.

a) Volumen observado en aforos y obtención del IMDA

Los volúmenes de tráfico varían cada mes debido a los diferentes periodos que se presentan en el año, teniendo en cuenta los registros del tránsito vehicular realizados para este estudio, se puede hallar el Transito Promedio Diario Semanal con la siguiente fórmula:

$$TPDS = \frac{V_{lunes} + V_{martes} + V_{miercoles} + V_{jueves} + V_{viernes} + V_{sabado} + V_{domingo}}{7}$$

Para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMDA), este valor promedio de la semana se debe corregir por un factor denominado: Factor de Corrección Estacional y para obtener dicho factor, se ha tomado la información publicada por el INEI en su Boletín Técnico denominada Flujo Vehicular por Unidades de Peaje, tomándose específicamente los valores de flujo vehicular de la Estación de Peaje de Ciudad de Dios de los años 2000 al 2007.

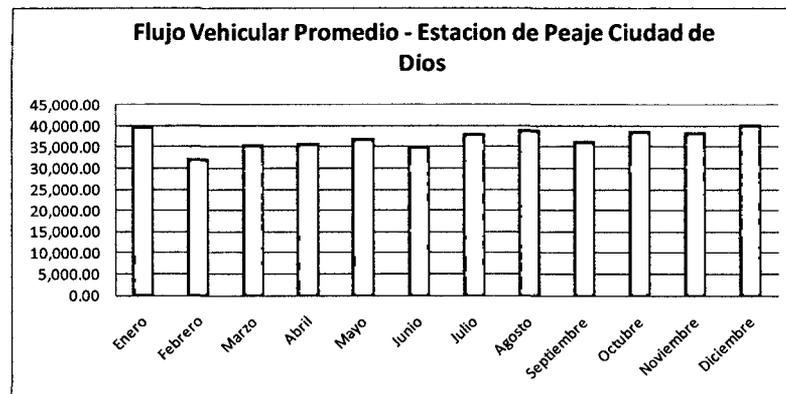
El Factor de Corrección Estacional es de 1.1837 (FCE=0.1837), cuyo detalle se presenta en la Tabla N° 46 y de manera gráfica.

TABLA N° 46
Calculo del Factor de Corrección Estacional

CALCULO DEL FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL													
ANO		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	Flujo	39,519.00	37,579.00	37,914.00	39,047.00	37,101.00	34,503.00	36,668.00	38,644.00	37,792.00	42,355.00	42,506.00	44,522.00
	FCE	0.987	1.038	1.029	0.999	1.052	1.131	1.064	1.010	1.032	0.921	0.918	0.876
2002	Flujo	42,295.00	35,136.00	29,465.00	31,328.00	37,841.00	37,206.00	39,524.00	40,793.00	36,621.00	38,019.00	35,883.00	40,112.00
	FCE	0.875	1.054	1.256	1.182	0.978	0.995	0.937	0.907	1.011	0.974	1.032	0.923
2003	Flujo	41,491.00	37,992.00	41,707.00	39,378.00	44,092.00	37,457.00	35,030.00	36,859.00	35,122.00	38,497.00	38,931.00	40,543.00
	FCE	0.938	1.025	0.933	0.988	0.883	1.039	1.111	1.056	1.108	1.011	1.000	0.960
2004	Flujo	39,114.00	34,331.00	33,619.00	34,182.00	29,914.00	30,871.00	36,381.00	36,261.00	33,185.00	33,768.00	36,101.00	32,430.00
	FCE	0.874	0.996	1.017	1.000	1.143	1.107	0.939	0.943	1.030	1.012	0.947	1.054
2006	Flujo	32,384.00	31,099.00	35,347.00	34,658.00	35,710.00	35,027.00	43,888.00	43,436.00	39,078.00	41,170.00	39,685.00	43,613.00
	FCE	1.171	1.219	1.073	1.094	1.062	1.083	0.864	0.873	0.970	0.921	0.956	0.870
2007	Flujo	43,488.00	17,108.00										
	FCE	0.697	1.771										
PROMEDIO	Flujo	39,715.17	32,207.50	35,610.40	35,718.60	36,931.60	35,012.80	38,298.20	39,198.60	36,359.60	38,761.80	38,621.20	40,244.00
	FCE	0.924	1.1837	1.062	1.053	1.023	1.071	0.983	0.958	1.030	0.968	0.970	0.937

Nota: En la unidad de peaje Ilave, se encuentra suspendido temporalmente el cobro de peaje desde el 12 de octubre del 2006 y en las unidades de peaje: Catac, Ciudad de Dios y Tunán, desde el 15 de febrero del 2007

Flujo Vehicular Promedio – Estación de Peaje Ciudad de Dios



b) Índice Medio Diario Anual (IMDA)

El Índice Medio Diario Anual se obtiene multiplicando el Transito Promedio Diario Semanal por el factor de corrección estacional, tenemos el valor de 0.1837.

En la Tabla N° 47 se muestra el Índice Medio Diario Anual encontrado para la estación CB-1 (IMDA=4021 Veh/día.)

TABLA N° 47

Índice Medio Diario Anual

Tráfico en ambos sentidos

FCE=1,1837

INDICE MEDIO DIARIO: ESTACION CB-1																		
FCE= 1.1837																Ambos Sentidos		
ESTACION CB-1	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				SEMI ARTICULADOS				ARTICULADOS		IMDA
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	
Lunes 28 de Abril	917	449	400	17	296	143	475	171	95	59	71	50	78	51	65	44	50	
Martes 29 de Abril	855	458	309	0	279	140	428	195	117	59	71	51	80	51	65	44	50	
Miercoles 30 de Abril	866	483	395	8	302	170	472	222	129	75	76	71	87	62	109	62	52	
Jueves 01 de Mayo	792	401	328	7	243	128	351	184	80	95	107	81	85	82	90	73	81	
Viernes 02 de Mayo	902	414	322	3	200	81	436	141	44	57	67	47	73	49	63	44	44	
Sabado 03 de Mayo	711	398	329	4	206	123	424	162	74	89	101	110	120	107	141	102	89	
Domingo 04 de Mayo	815	518	431	14	288	167	495	216	133	130	114	117	105	102	108	96	103	
PROMEDIO	836.86	445.86	359.14	7.57	259.14	138.86	440.14	184.43	96	80.57	86.71	75.29	89.71	72	91.57	66.43	67	
x FCE	991	528	425	9	307	164	521	218	114	95	103	89	106	85	108	79	79	4021

3.3 RECONOCIMIENTO Y ESTUDIO PRELIMINAR

3.3.1 Levantamiento Topográfico – Trazo de Poligonal

El presente estudio corresponde al Estudio de Trazo, Topografía y Diseño Geométrico del de la “Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000”

El objetivo principal del estudio es ejecutar un diseño integral del tramo, verificando el cumplimiento, en lo posible, de lo estipulado en las Normas de Diseño Geométrico DG-2001 del MTC, tratando de minimizar el movimiento de tierras y que, a su vez, garantizar un buen pavimento.

Enlace Planimétrico

Para un mejor control planímetro y posterior replanteo en campo del diseño geométrico de la carretera, se ha procedido a identificar los



puntos GPS con el apoyo de la empresa Survey, con el fin de evitar errores de coordenadas que pudieran existir en los trabajos topográficos. Estos puntos GPS fueron colocados mediante el uso de equipos de alta tecnología que nos aseguran la precisión adecuada. (Receptores GPS Geodésicos).

Se ha usado en este estudio el Datum Geodésico WGS-84.

Trabajo de Campo

Tomando como base de partida los puntos GPS descritos anteriormente, se establecieron puntos de apoyo que abarcan el área del proyecto. Los puntos fueron ubicados en lugares con buena visibilidad hacia la zona del trazo y medidas haciendo uso de estación total y GPS. Dichos puntos han monumentado en roca fija con puntos pintados.

Una vez ubicados los puntos geo referenciados, y a su vez, cumplir con lo especificado en las Normas vigentes de diseño geométrico, se obtuvieron sus coordenadas por radiación, haciendo uso de una estación total.

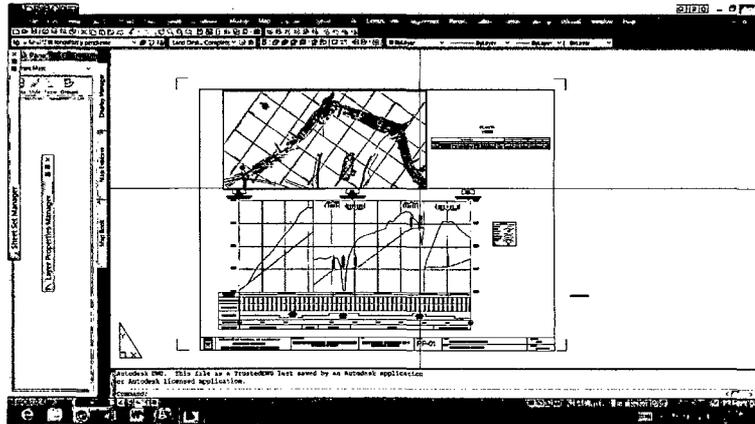
Trabajos de Gabinete

Con las coordenadas N y E obtenidas del levantamiento topográfico, se procede al trabajo de gabinete.

El estudio se ha efectuado con método indirecto, es decir haciendo el trazo en gabinete usando el software Autocad Land.

En este trazo en gabinete y con ayuda del software mencionado, se determinaron las coordenadas Norte y Este de las estacas cada 10 m y 20 m, así como las coordenadas de los PIs horizontales, PCs y PTs.

Se presentan los cuadros de elementos de curvas horizontales, en las que se detallan los ángulos de deflexión, tangentes, longitudes de curva, radios, peraltes, sobreeanchos y coordenadas de los Pis.



La topografía es procesada a partir de las mediciones de campo realizadas con la estación total y usando el software Autocad Land que permite crear un modelo basado en redes triangulares “TIN” (Triangulated Irregular Network). Esto permite crear las curvas de nivel cada 1 m y cada 5 m las curvas maestras.

Los planos de Planta y Perfil de cada kilómetro son generados por el mismo software.

En los planos de Secciones Transversales están consignados la sección del terreno y la sección de diseño a nivel de sub-rasante. En estas secciones se colocan las soluciones geotécnicas (taludes, banquetas, etc.) y las soluciones de drenaje (cunetas, alcantarillas, etc.).

Características Técnicas

a) Clasificación de la Carretera

Según las Normas de Diseño Geométrico DG-2001, la vía se clasifica como sigue:

Según su función	Carretera del Sistema Nacional
Según la demanda	Carretera Dual o Multicarril (IMDA mayor de 4000 veh./día)
Según condiciones orográficas	Tipo 3.

Según el estudio de tráfico realizado, este camino de acceso tiene un Índice Medio Diario anual de 4,024 vehículos por día, lo que hace que la carretera se clasifique en una carretera de 2ra. Orden.

b) Velocidad Directriz

Como se sabe, se trata de la velocidad de diseño, y viene a ser la máxima velocidad que se podrá mantener con seguridad sobre un sector determinado de la carretera.

Para nuestro proyecto, estamos adoptando una velocidad directriz de 60 km/hr para todo el tramo.

TABLA N° 48

Clasificación de la Red Vial Peruana y su Relación con la Velocidad del Diseño

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR				PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE				
	TRAFICO VEH/DIA >4000				4000-2000				2000-400				<400				
PARÁMETROS	AP (D)				MC				DC				DC				
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
VELOCIDAD DE DISEÑO																	
30 KPH																	
40 KPH																	
50 KPH																	
60 KPH																	
70 KPH																	
80 KPH																	
90 KPH																	
100 KPH																	
110 KPH																	
120 KPH																	
130 KPH																	
140 KPH																	
150 KPH																	

- AP : Autopista
- MC : Carretera Multicarril o Dual (dos calzadas)
- DC : Carretera De Dos Carriles
- Rango de Selección de Velocidad

Una vez seleccionada la clasificación de la vía y determinada la velocidad directriz en todo el tramo, podemos determinar las características geométricas de la carretera a adoptar.

c) Ancho de la Calzada

Según la tabla 304.01, para una vía de tercera clase (IMD mayor de 4000 veh/día), multicarril y para orografías tipo 3, el ancho de calzada a adoptar es de 7.00 m en tangente.

TABLA N° 49
Ancho de Calzada de dos Carriles

VELOCIDAD DE DISEÑO	SOPORTE 1				SOPORTE 2				SOPORTE 3				SOPORTE 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
30 KPH																
40 KPH													6,00	6,00	6,00	6,00
50 KPH								7,00	7,00				6,00	6,00	6,00	6,00
60 KPH			7,20	7,20	7,20	7,00	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,60	6,60
70 KPH		7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,00	7,20	7,20	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
80 KPH	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,00	7,00		7,00
90 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20			7,20	7,20			7,00			
100 KPH	7,20	7,20			7,20	7,20			7,20				7,00			
110 KPH	7,30	7,30			7,30											
120 KPH	7,30	7,30			7,30											
130 KPH	7,30															
140 KPH	7,30															
150 KPH	7,30															

En curvas horizontales, las secciones estarán provistas de sobrecanchos necesarios para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

d) Ancho de Bermas

Según la tabla 304.02, para una vía de segunda clase (IMD mayor de 4000 veh/día), multicarril y para orografía tipo 3, el ancho de bermas a adoptar es de 1.50 m a cada lado.

TABLA N° 50
Ancho de Bermas

VELOCIDAD DE DISEÑO	SOPORTE 1				SOPORTE 2				SOPORTE 3				SOPORTE 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
30 KPH																
40 KPH													1,20	0,80	0,80	0,60
50 KPH								1,20	1,20				1,20	1,20	0,80	0,80
60 KPH			1,80	1,80	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,80
70 KPH		1,80	1,80	1,80	1,80	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
80 KPH	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20			
90 KPH	1,80	1,80			1,80	1,80			1,50	1,50			1,20			
100 KPH	2,00	2,00			2,00	2,00			1,80				1,50			
110 KPH	2,00	2,00			2,00	2,00										
120 KPH	2,00	2,00			2,00											
130 KPH	2,00															
140 KPH	2,00															
150 KPH	2,00															

e) Bombeo

Se ha considerado el bombeo para tramos en tangente de acuerdo a las Normas DG-2001 lo cual permitirá una rápida evacuación de las aguas superficiales provenientes de las lluvias. Dependiendo de la precipitación de la zona (mm/año) y del tipo de superficie de rodadura, que en este caso es Pavimento Superior, el bombeo adoptado es de 2%

TABLA N° 51

Bombes de la Calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento Superior	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	2,5 ⁽¹⁾	2,5 - 3,0
Afirmado	3,0 - 3,5 ⁽¹⁾	3,0 - 4,0

f) Cunetas

De acuerdo al Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG -2001

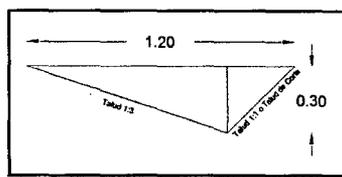
- ✓ Talud Interior de Cunetas.- Los valores asumidos son de la siguiente tabla, para un IMDA > 750 veh/día y una Velocidad Directriz de 60 Km/h corresponde un talud 1:3.

TABLA N° 52

Inclinaciones Máximas del Talud (V:H) Interior de Cuneta

VD (km/h)	IMDA (veh/día)	
	< 750	> 750
≤ 70	1:2	1:3
	1:3	
> 70	1:3	1:4

- ✓ Profundidad y ancho de cuneta.- De acuerdo a los cálculos hidráulicos y a la norma DG-2001 para regiones lluviosas, tendrá una profundidad mínima de 0.30 m por ser una región lluviosa y un ancho de 1.20 m, cuneta de sección triangular.



- ✓ de Cuneta y Pendiente.- Por seguridad la cuneta tendrá sección triangular y el fondo será 0. La pendiente mínima a utilizar es de 0.2% cuneta revestida de concreto.
- ✓ Velocidad Admisibles.- La velocidad de las aguas debe ser mínima de 0.25 m/seg para evitar la sedimentación.

TABLA N° 53

Velocidades Máximas Admisibles

Materiales de Cauce	Velocidad Admisible (m/s)
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 - 1.20
Arena fina o limo (Poca o ninguna arcilla)	0.30 - 0.60
Arcillas	1.20
Grava Gruesa	1.20
Pizarra Blanda	1.50
Mampostería	4.50
Concreto	4.50

g) Taludes de Corte

Los taludes en corte, varían a lo largo de los tramos de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están ejecutados y de acuerdo a la calidad y homogeneidad de los suelos y/o rocas evaluados.

De acuerdo a las Normas DG-2001 (Tabla 304.10) los taludes de corte (H: V), y para alturas de corte menores a 10.00 m, serán:

TABLA N° 54

Progresiva		Talud de Corte	Tipo de Material
(Inicial)	(Final)	H/V	
0+000	0+270	1/2 - 1/1	Tierra Compacta 100%
0+270	0+340	1/6 - 1/4	Roca Suelta 100%
0+340	0+480	1/4	Conglomerado 100%
0+480	0+840	1/6 - 1/4	Roca Suelta 100%
0+840	1+450	1/2 - 1/1	Tierra Compacta 100%
1+450	1+550	1/6 - 1/4	Roca Suelta 100%
1+550	1+880	1/2 - 1/1	Tierra Compacta 100%
1+880	2+050	1/1	Tierra Suelta 100%
2+050	2+230	1/6 - 1/4	Roca Suelta 100%
2+230	2+270	1/1	Tierra Suelta 100%
2+270	4+710	1/6 - 1/4	Roca Suelta 100%
4+710	4+780	1/1	Tierra Suelta 100%
4+780	4+820	1/6 - 1/4	Roca Suelta 100%
4+820	5+000	1/1	Tierra Suelta 100%
5+000	6+000	1/6 - 1/4	Roca Suelta 100%

Para alturas de corte mayores a 7.00 m, se requerirá de banquetas de corte.

h) Taludes de Relleno

La inclinación para los taludes de terraplenes variaran en función de las características del material con el cual estará formado el terraplén. De acuerdo a las Normas DG-2001 (Tabla 304.10) los taludes para terraplenes (V:H) a adoptar son los siguientes:

TABLA N° 55

Progresiva		Talud de Relleno	Tipo de Material
Inicial	Final	V/H	
0+000	0+270	1/1.5	Tierra Compacta 100%
0+270	0+340	1	Roca Suelta 100%
0+340	0+480	1	Conglomerado 100%
0+480	0+840	1	Roca Suelta 100%
0+840	1+450	1/1.5	Tierra Compacta 100%
1+450	1+550	1	Roca Suelta 100%
1+550	1+880	1/1.5	Tierra Compacta 100%
1+880	2+050	1/2	Tierra Suelta 100%
2+050	2+230	1	Roca Suelta 100%
2+230	2+270	1/2	Tierra Suelta 100%
2+270	4+710	1	Roca Suelta 100%
4+710	4+780	1/2	Tierra Suelta 100%
4+780	4+820	1	Roca Suelta 100%
4+820	5+000	1/2	Tierra Suelta 100%
5+000	6+000	1	Roca Suelta 100%

Para alturas de relleno mayores a 5.00 metros, estos taludes se tenderán más de acuerdo a lo especificado por el estudio geotécnico.

i) Derecho de Vía

El derecho de Vía o Faja de dominio, dentro del cual se encuentra la carretera y sus obras complementarias se extiende hasta 5 m más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de cualquier obra de arte o drenaje que eventualmente se construya. En todo caso, según las Normas DG-2001, el ancho mínimo adoptado de la faja de dominio para esta Carretera es de 30 metros (15m a cada lado del eje)

TABLA N° 56

Ancho Mínimo de Faja de Dominio

Tipo de Carretera	Mínimo Desable (m)	Mínimo Absoluto (m)
Autopistas	50	30
Multiarril o Duales	30	24
Dos carriles (1ra y 2da Clase)	24	20
Dos carrile (3ra clase)	20	15

j) Peralte

El peralte de las curvas tiene la función de contrarrestar la fuerza centrífuga, por lo que todas las curvas horizontales de la vía serán peraltadas. De acuerdo a las Normas DG-2001 (Tabla 304.04) y al tipo de condiciones orográficas de la zona Tipos 3, el peralte máximo normal adoptado será de 8%, aunque se permite hasta un máximo absoluto de

12%. El valor del peralte estará en función de la velocidad directriz y del radio de curva horizontal.

TABLA N° 57
Valores de Peralte Máximo

	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Cruce de Areas Urbanas	6,0 %	4,0 %
Zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)*	8,0 %	6,0 %
Zona rural (Tipo 3 ó 4)	12,0 %	8,0 %
Zona rural con peligro de hielo	8,0 %	6,0 %

(*) El tipo corresponde a la clasificación vial según condiciones orográficas

TABLA N° 58
Calculo de Peraltes

Curva N°	n	R	L	V	PERALTE REGLAMENTO
1	2	288.91	7.3	60	6
2	2	97.37	7.3	60	12
3	2	58.32	7.3	60	12
4	2	281.67	7.3	60	6
5	2	314.47	7.3	60	6
6	2	280.07	7.3	60	6
7	2	95.46	7.3	60	12
8	2	321.37	7.3	60	6
9	2	108.91	7.3	60	12
10	2	275.01	7.3	60	6
11	2	195.53	7.3	60	7
12	2	127.28	7.3	60	8
13	2	268.99	7.3	60	7
14	2	69.06	7.3	60	12
15	2	154.40	7.3	60	8

k) Radio Mínimo en Curvas Horizontales

El alineamiento horizontal, deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de la carretera que sea posible. Los radios mínimos a emplear, están en función de la velocidad directriz y del peralte. A continuación se muestran los radios mínimos adoptados según la velocidad directriz de nuestro estudio y condición orográfica tipo 3:

Tabla 402.02

- ✓ Para $V_d=30$ km/hr $p_{max} = 8\%$: $R_{min} = 30$ m
- ✓ Para $V_d=60$ Km/hr $p_{max} = 8\%$: $R_{min} = 125$ m

Pudiendo reducirse en casos especiales a:

- ✓ Para $V_d=30$ km/hr $p_{max} = 12\%$: $R_{min} = 25$ m
- ✓ Para $V_d=60$ Km/hr $p_{max} = 12\%$: $R_{min} = 105$ m.

De acuerdo al diseño en campo y las condiciones de terreno 4 radios que no cumplen con las dimensiones establecidas por la norma.

Justificación

- ✓ Curva N° 2 - Radio = 97.37m Cruce de Quebrado Arcomayo - Zona con las características apropiadas para la construcción de Puente.
- ✓ Curva N° 3 – Radio = 58.32m Cruce de Quebrada Negro Mayo- Zona con las características apropiadas para la construcción de Puente.
- ✓ Curva N° 7 – Radio = 95.46m Cruce de Quebrada Calispuquio II- Zona con las características apropiadas para la construcción de Puente.
- ✓ Curva N° 14 – Radio = 69.06m Cruce de Quebrada San Vicente Zona con las características apropiadas para la construcción de Puente

TABLA N° 59

Curva N°	n	R	L	V	PERALTE REGLAMENTO
1	2	288.91	7.3	60	8
2	2	97.37	7.3	60	12
3	2	58.32	7.3	60	12
4	2	281.67	7.3	60	6
5	2	314.47	7.3	60	6
6	2	280.07	7.3	60	6
7	2	95.46	7.3	60	12
8	2	321.37	7.3	60	6
9	2	108.91	7.3	60	12
10	2	275.01	7.3	60	6
11	2	195.53	7.3	60	7
12	2	127.28	7.3	60	8
13	2	288.99	7.3	60	7
14	2	69.06	7.3	60	12
15	2	154.40	7.3	60	8

I) Sobreancho

Las secciones en curva horizontal, deberán ser provistas del sobreancho necesario para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. Los valores de sobreancho adoptados serán múltiplos de 0.10 m y están en función de la velocidad directriz y del radio de cada curva horizontal. Los valores de sobreancho están indicados en la tabla 402.04 de las



Normas DG-2001, el cual indica que para radios mayores de 450 m, no será necesario considerar sobreanchos.

TABLA N° 60
Calculo de Sobreanchos

Curva	N°	R	Δ	V	(R-L) ³	VAD(R) ³	SA
1	2	288.91	7.3	60	288.82	0.35	0.90
2	2	97.37	7.3	60	97.10	0.61	1.80
3	2	58.32	7.3	60	57.86	0.79	2.50
4	2	281.67	7.3	60	281.57	0.36	0.90
5	2	314.47	7.3	60	314.38	0.34	0.80
6	2	280.07	7.3	60	279.97	0.36	0.90
7	2	95.46	7.3	60	95.18	0.61	1.80
8	2	321.37	7.3	60	321.28	0.33	0.80
9	2	108.91	7.3	60	108.66	0.57	1.60
10	2	275.01	7.3	60	274.91	0.36	0.90
11	2	195.63	7.3	60	195.39	0.43	1.10
12	2	127.28	7.3	60	127.07	0.53	1.50
13	2	268.99	7.3	60	268.90	0.37	0.90
14	2	69.06	7.3	60	68.67	0.72	2.20
15	2	154.40	7.3	60	154.23	0.48	1.30

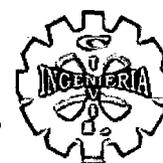
m) Pendiente Máximas

De acuerdo a las Normas DG-2001 (Tabla 403.01), la pendiente máxima normal para altitudes de hasta 3,000 msnm y para una vía Multicarril es de 7%.

Adicionalmente la Norma permite usar como Máximo Absoluto, valores de pendiente de hasta 8%, siempre y cuando se justifique técnica y económicamente la necesidad de uso de dicho valor.

TABLA N° 61
Pendientes Máximas (%)

CLASIFICACION	SISTEMA VIAL																				
	IMPORTANCIA	PRIMER ORDEN								SEGUNDO ORDEN				TERCER ORDEN							
		AP				MC				DC				DO							
CARACTERISTICAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
OROGRAFIA/TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
VELOCIDAD DE DISEÑO																					
30 KPH																10.00	12.00				
40 KPH													7.00			9.00	8.00	9.00	10.00	12.00	
50 KPH									7.00	7.00			6.00	7.00		8.00	9.00	8.00	8.00	9.00	12.00
60 KPH					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	9.00
70 KPH			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00		
80 KPH	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	8.00	7.00
90 KPH	4.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	5.00	5.00	6.00		5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00		
100 KPH	4.50	4.50	4.50	4.50	5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			5.00	5.00			6.00	6.00			
110 KPH	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00											6.00	6.00			
120 KPH	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00																
130 KPH	3.50	3.50	3.50	3.50																	
140 KPH	3.00	3.00	3.50	3.50																	
150 KPH	3.00	3.00	3.50																		



n) Separador Central

TABLA N° 62

Anchos de Separador Central (incluye bermas interiores)

Velocidad Directriz (Km/h)	Con Isla o Barrera		Sin Isla o Barrera		Min. Abs. Para
	Min Absoluto	Min Deseable	Min Absoluto	Min Deseable	Ampl. N° Carriles
V.D ≤ 70	2.00	4.50	3.00	6.00	9.00
V.D > 70	3.00		6.00	10.00	10.00

De acuerdo a la tabla anterior se considera un Separador Central de 2 metros.

o) Sección Transversal Típica

La sección transversal típica considerada para este proyecto es la siguiente:

- ✓ Ancho de la Calzada: 7.00 m
- ✓ Ancho de Bermas a cada lado: 1.50 m
- ✓ Pendiente Máxima : 7%
- ✓ Ancho de Cuneta: 1.00 m
- ✓ Altura de cuneta: 0.50 m y 1.00 m
- ✓ Velocidad Directriz: 60 km/hr
- ✓ Radio Mínimo: 125 y 105 m
- ✓ Peralte Máximo: 8 % (12% máximo absoluto)
- ✓ Máximo Sobreancho: 2.20 m
- ✓ Bombeo de la calzada: 2.0%
- ✓ Berma Central: 2.00 m

p) Longitud Total de la Carretera

TABLA N° 63

DESCRIPCIÓN	INICIO	FINAL	DISTANCIA
Eje	00+000	06+000	6,000



q) Enlace Altimétrico

Los BMs han sido monumentados mayormente en puntos de roca fija mediante señal de pintura. Se ha tratado de colocar los puntos en lugares en que no sean disturbados durante la obra.

3.4 ESTUDIO DEFINITIVO

3.4.1 ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS

El tramo en estudio se divide en cuatro sectores para una mejor apreciación:

- ✓ Tramo 1: Km 00+000 – Km 02+000.
- ✓ Tramo 2: Km 02+000 – Km 04+000.
- ✓ Tramo 3: Km 04+000 – Km 04+800.
- ✓ Tramo 4: Km 04+800 – Km 06+000.

También se ha tenido en cuenta en la división de estos tramos, las condiciones y características de los suelos, bajo la influencia de las formaciones geológicas y las condiciones topográficas. A continuación pasaremos a exponer las condiciones de la subrasante, describiendo separadamente el perfil estratigráfico, los resultados de los ensayos de densidad de campo y CBR, principales problemas encontrados en el campo y la identificación de los sectores potencialmente críticos.

En el perfil estratigráfico, nos permite conocer los espesores y calidad de los materiales que conforman las distintas capas del terreno con la finalidad de obtener los parámetros necesarios para el diseño.

Se han realizado 34 calicatas obteniéndose los valores de CBR de diseño varían de 15.20 a 40.00%.

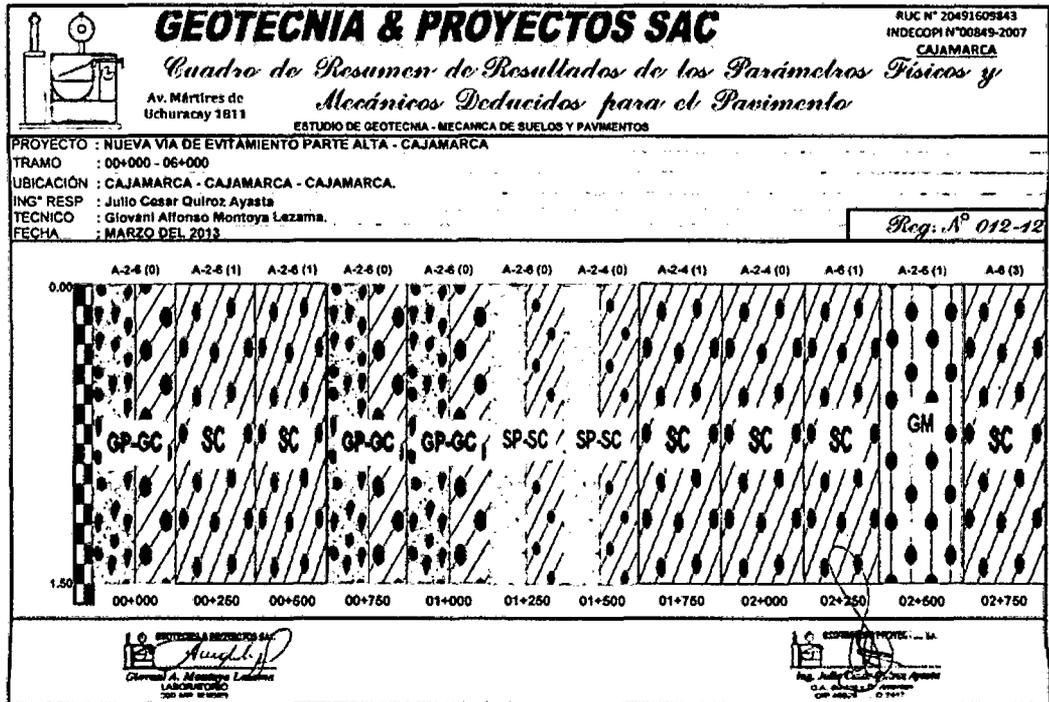
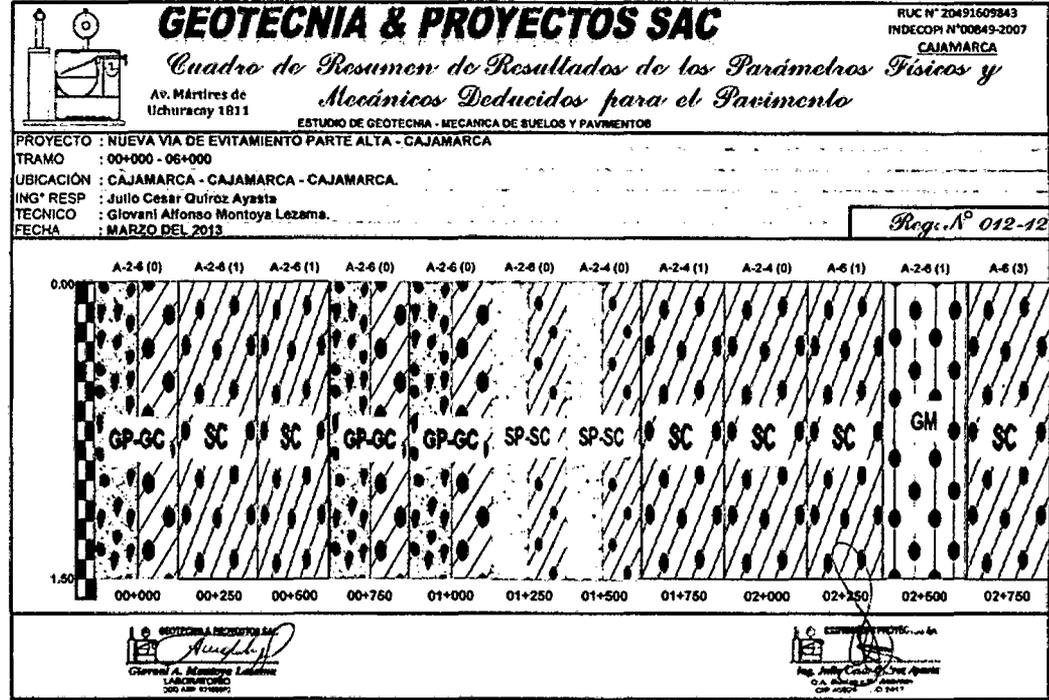
Se han analizado las Canteras Gavilán y Rio Chonta (Sector Llacanora) obteniéndose los siguientes resultados.

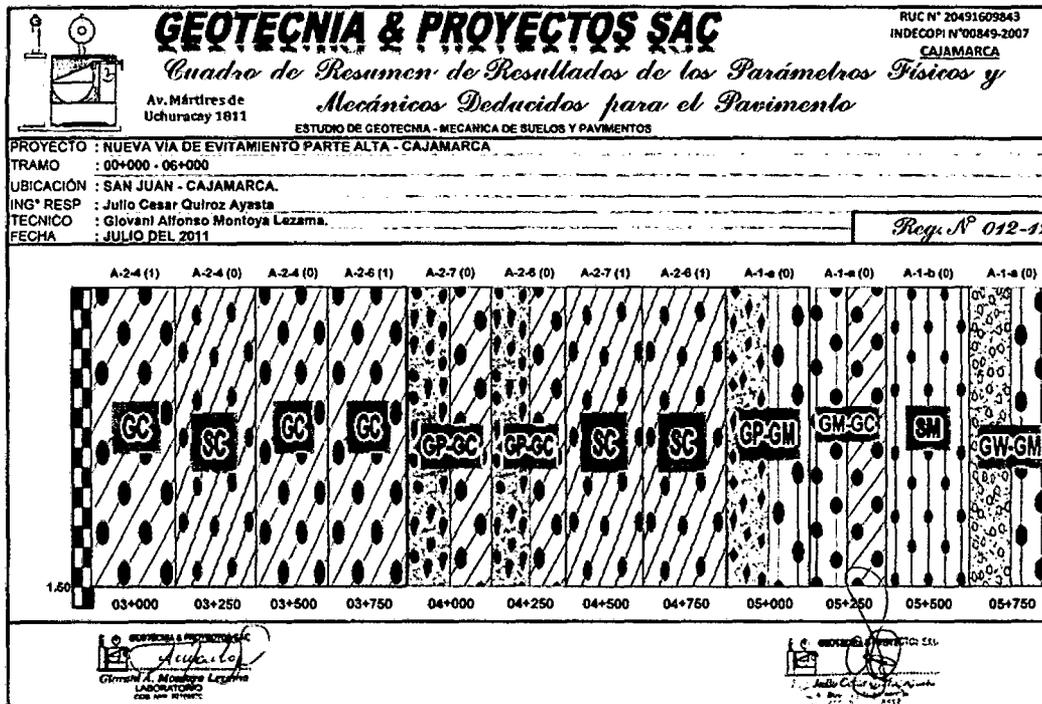
CBR Rio Chonta 100%

CBR El Gavilán 59.90%



Perfil Estratigráfico





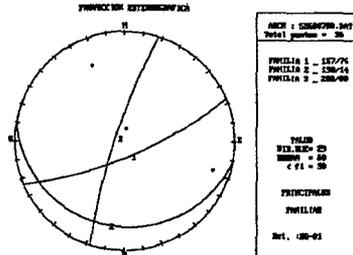
Resultados de los ensayo de Mecánica de Suelo: Referencia: Capítulo VI:

Metodología – Pág. 241 - 279

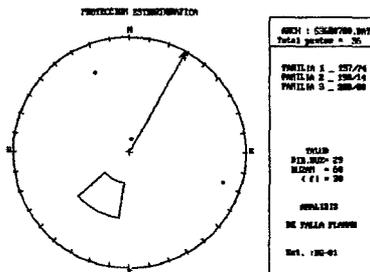
b) Análisis de Discontinuidades

✓ Roca

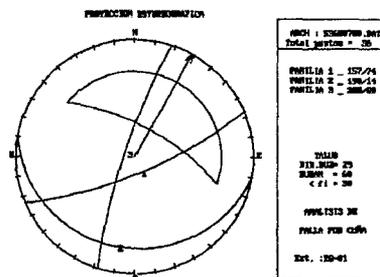
Km 0+270 – Km 0+340



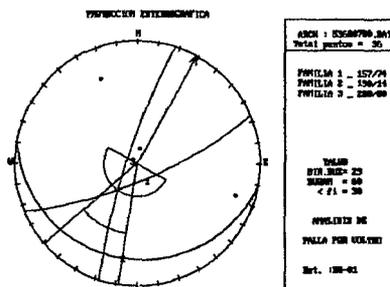
Principales Familias



Falla Planar

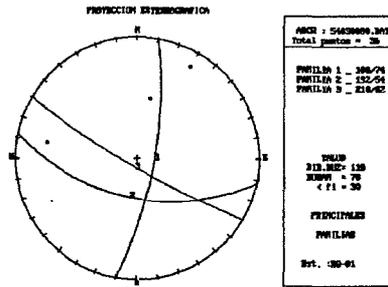


Falla por Cuña

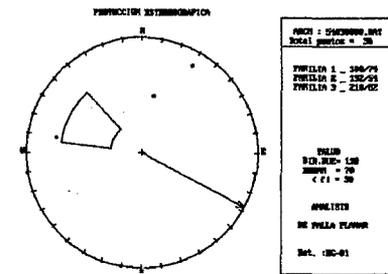


Falla por Volteo

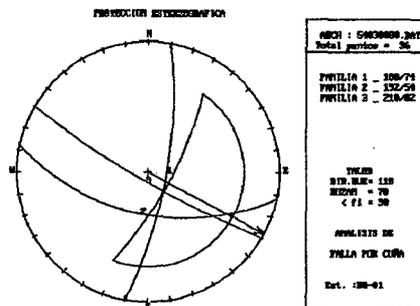
Km 0+480 – Km 0+840



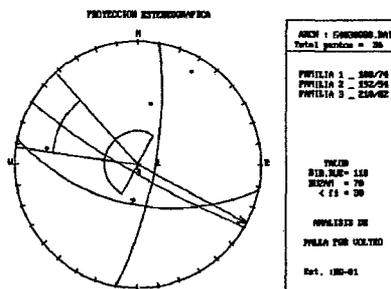
Principales Familias



Falla Planar

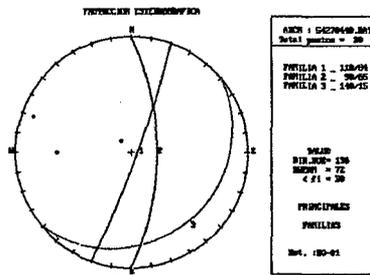


Falla por Cuña

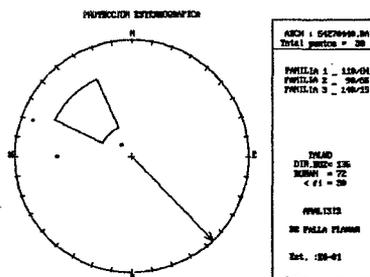


Falla por Volteo

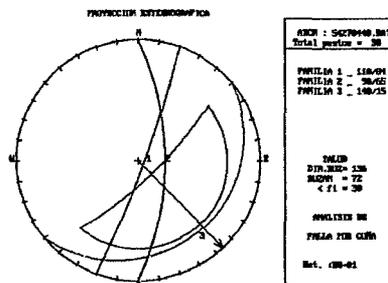
Km 1+450 – Km 1+550



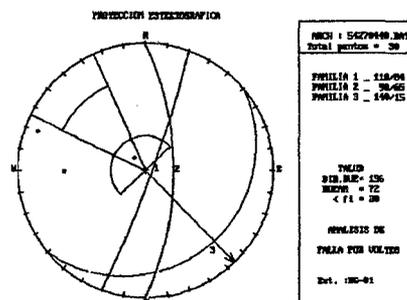
Principales Familias



Falla Planar

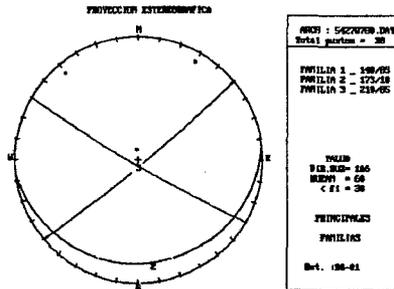


Falla por Cuña

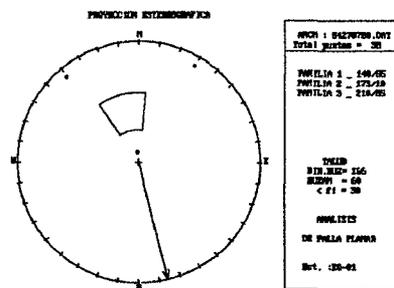


Falla por Volteo

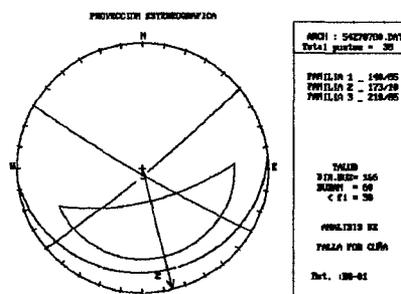
Km 2+050 – Km 2+230



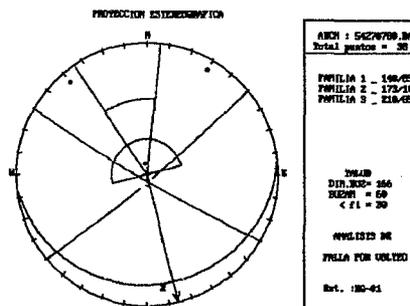
Principales Familias



Falla Planar

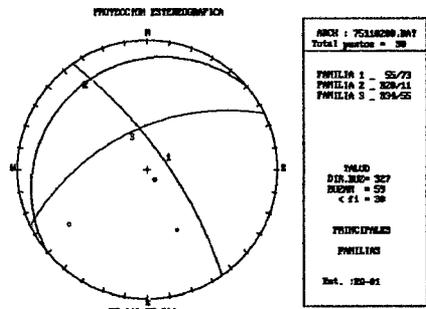


Falla por Cuña

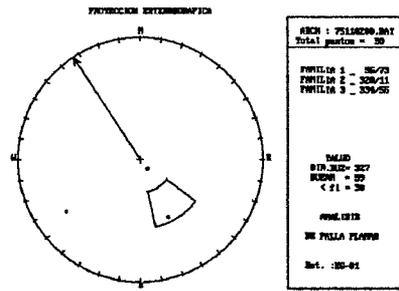


Falla por Volteo

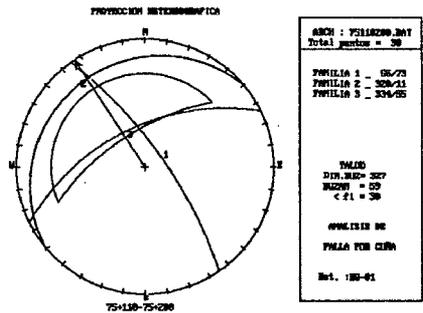
Km 2+270 – Km 4+710



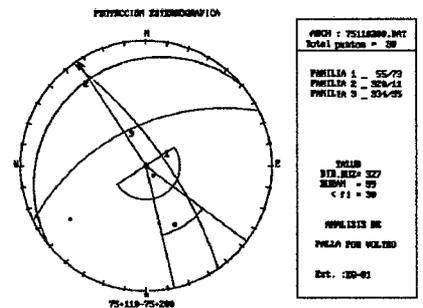
Principales Familias



Falla Planar

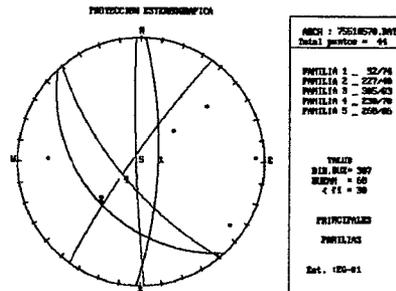


Falla por Cuña

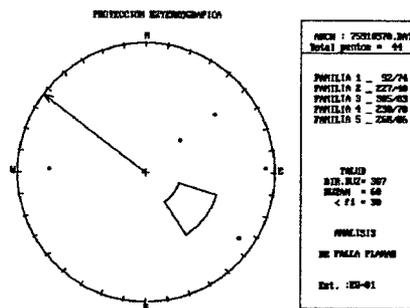


Falla por Volteo

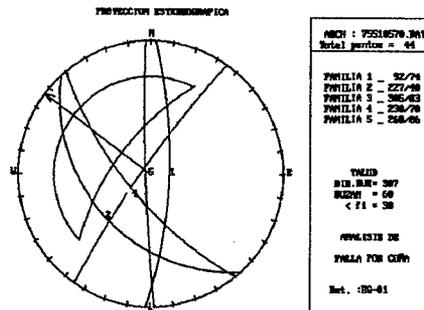
Km 4+780 – Km 4+820



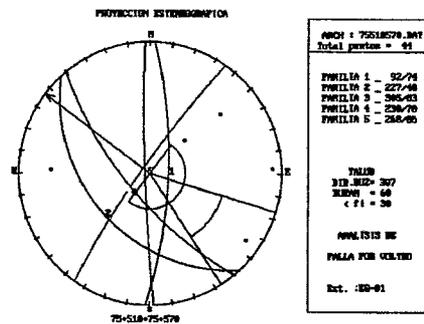
Principales Familias



Falla Planar

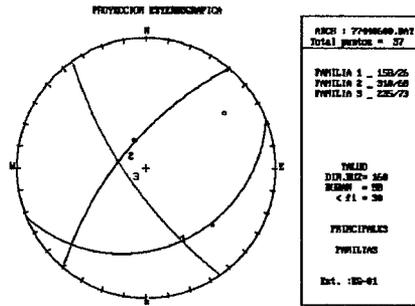


Falla por Cuña

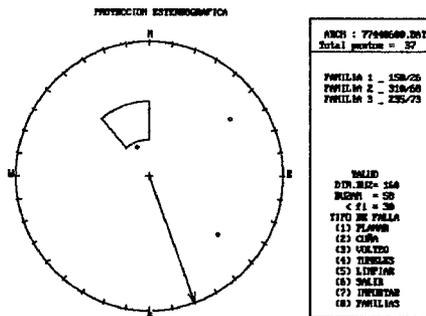


Falla por Volteo

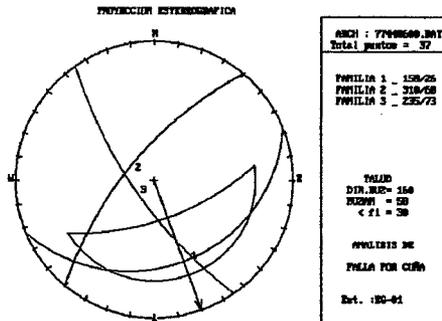
Km 5+000 – Km 6+000



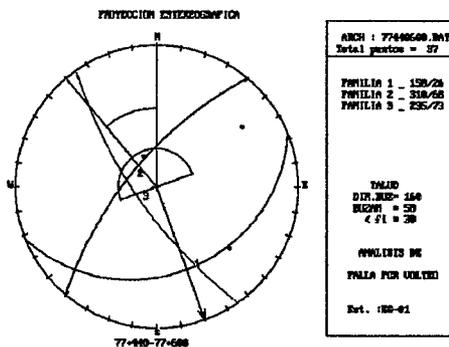
Principales Familias



Falla Planar



Falla por Cuña



Falla por Volteo

3.5 ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

3.5.1 Caudales Máximos de Diseño

Las intensidades máximas de precipitación, para cada período, se ajustan a un modelo de Variable Extrema (EV1), para lo cual mediante análisis de frecuencia, se realizan secuencialmente las siguientes Etapas de Modelamiento:

Selección del Modelo

Se selecciona un Modelo EV; para variables máximas. La práctica demuestra que el modelo EV1 o de Gumbel es el que mejor describe las características de una muestra anual.

Planteamiento de la Hipótesis (HP)

HP: "Las intensidades máximas anuales de la Estación Weberbauer se ajustan al Modelo EV1, al 5% de significación, esto es al 95% de confianza"

Estimación de los Parámetros del Modelo

Los parámetros del Modelo se estiman por el método de Momentos.

Prueba de Bondad de Ajuste del Modelo

Conocidos los parámetros del Modelo, a partir de los datos de la muestra, se obtiene la probabilidad teórica $F(x < X)$ mediante la ecuación para cada valor de la variable observada. x . A este resultado se le denomina Probabilidad Simulada de cada variable observada.

Del análisis de Frecuencias de los datos observados, utilizando un Modelo de probabilidad empírica, se obtiene la probabilidad observada con la ecuación.

En el presente estudio se trata del caso en el que la máxima desviación absoluta entre las probabilidades simulada y observada deberá ser menor que el valor crítico de Kolmogorov, para que el modelo se ajuste a las características de la muestra, o se matemáticamente:

Si:

$$\text{Máx}|F(x < X) - P(x < X)| < \Delta_0$$

Aceptar la hipótesis planteada (Prueba No Significativa).

TABLA N° 64

Valores críticos Δt de la prueba Smirnov – Kolmogoroff

Tamaño Muestral (n)	Nivel de confianza			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
Mayor a 50	$1.07/\sqrt{n}$	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

FUENTE: Tomada de yevjevich (1972) tesis: "Drenaje urbano de aguas pluviales de la ciudad de Celendín"
AUTORES: Manuel y Rafael Sánchez Silva.

Coefficiente de escorrentía (C) : Es la relación entre la cantidad de agua que fluye sobre la superficie del terreno y la total precipitada. Es difícil determinar con exactitud su valor, ya que varía según la topografía, intensidad de precipitación, vegetación, la permeabilidad y el contenido de agua del suelo, también depende de la extensión de áreas pavimentadas y construidas.

TABLA N° 65

Valores del coeficiente de escurrimiento "C"

Tipo del área drenada	Coeficiente de Escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zonas comerciales		
Zona comercial	0.07	0.95
Vocindarios	0.05	0.7
Zonas residenciales		
Unifamiliares	0.3	0.5
Multifamiliares, espaciados	0.4	0.6
Multifamiliares, compactados	0.6	0.75
Semiurbanas	0.25	0.4
Casas habitación	0.5	0.7
Zonas industriales		
Espaciado	0.5	0.8
Compactado	0.6	0.9
Cementerios, parques	0.1	0.25
Campos de juego	0.2	0.35
Pacios de ferrocarril	0.2	0.4
Zonas suburbanas	0.1	0.3
Calles		
Asfaltadas	0.7	0.95
De concreto hidráulico	0.7	0.95
Adoquinadas	0.7	0.85
Estacionamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas		
Suelos arenosos planos (pendientes 0.02 o menos)	0.05	0.1
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.1	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o más)	0.15	0.2
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 o más)	0.25	0.35

FUENTE: "Fundamentos de hidrología de superficie". AUTOR: Francisco Aparicio Mijares. Pág. 210

TABLA N° 66

Valores del coeficiente de escurrimiento "C"

Tipo de vegetación	Pendiente (%)	Textura		
		Graso arenosa	Graso arcillofina (Graso fina)	Arcillosa
Forestal	0-5	0.10	0.30	0.40
	5-10	0.25	0.35	0.50
	10-30	0.30	0.50	0.60
Praderas	0-5	0.10	0.30	0.40
	5-10	0.15	0.35	0.55
	10-30	0.20	0.40	0.60
Terrenos cultivados	0-5	0.30	0.50	0.60
	5-10	0.40	0.60	0.70
	10-30	0.50	0.70	0.80

FUENTE: Manual de Conservación del suelo y del agua, Chapingo, (México, 1977)

La intensidad para un área de drenaje de altitud media y tiempo de concentración T_c , está dada por:

$$I = I_1 \frac{\hat{H}}{H_1} \frac{T_1}{T_c}$$

Donde:

I : Intensidad a la altitud \hat{H} .

I_1 : Intensidad a la altitud H_1 .

\hat{H} : Altitud media del área de drenaje.

T_c : Tiempo de concentración del área de drenaje.

T_1 : Tiempo de duración de la lluvia correspondiente a la intensidad I_1 .



TABLA N° 67

INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/h) ESTACIÓN AUGUSTO WEBERBAUER

INTENSIDADES

LATITUD : 07° 10' S **DEP. :** CAJAMARCA.
LONGITUD: 78° 30' W **PROV. :** CAJAMARCA.
ALTITUD : 2536 m.s.n.m. **DIST. :** CAJAMARCA.

AÑO	5 min.	10min.	15min.	30min.	60 min.	120 min.
1975	110.40	65.64	48.43	28.80	17.12	10.18
1976	212.35	126.27	93.16	55.39	32.94	19.58
1977	117.97	70.15	51.75	30.77	18.30	10.88
1978	43.11	25.63	18.91	11.25	6.69	3.98
1979	81.56	48.50	35.78	21.28	12.65	7.52
1980	83.89	49.88	36.80	21.88	13.01	7.74
1981	114.48	68.07	50.22	29.86	17.76	10.56
1982	88.84	52.83	38.98	23.17	13.78	8.19
1983	86.81	51.62	38.08	22.64	13.46	8.01
1984	80.40	47.80	35.27	20.97	12.47	7.41
1985	57.68	34.29	25.30	15.04	8.95	5.32
1986	79.81	47.46	35.01	20.82	12.38	7.36
1987	70.78	42.09	31.05	18.46	10.98	6.53
1988	53.02	31.52	23.26	13.83	8.22	4.89
1989	87.39	51.96	38.34	22.80	13.55	8.06
1990	71.95	42.78	31.56	18.77	11.16	6.64
1991	86.51	51.44	37.95	22.57	13.42	7.98
1992	51.56	30.66	22.62	13.45	8.00	4.75
1993	65.54	38.97	28.75	17.10	10.17	6.04
1994	83.02	49.36	36.42	21.66	12.88	7.66
1995	60.01	35.68	26.32	15.65	9.31	5.53
1996	102.24	60.79	44.85	26.67	15.86	9.43
1997	80.40	47.80	35.27	20.97	12.47	7.41
1998	92.34	54.91	40.51	24.09	14.32	8.52
1999	113.02	67.20	49.58	29.48	17.53	10.42
2000	105.16	62.53	46.13	27.43	16.31	9.70
2001	82.15	48.84	36.04	21.43	12.74	7.58
2002	28.20	20.60	18.00	13.76	8.72	4.40
2003	70.80	42.60	28.40	15.92	9.76	6.08
2004	84.60	84.60	58.60	33.00	18.70	9.35
2005	45.60	43.80	34.53	20.45	11.10	6.52
2006	30.00	30.00	28.40	15.00	10.30	6.87
2007	72.00	64.00	52.00	32.66	19.38	12.33

Desv. est.	32.7387	19.4644	14.0186	8.2677	4.8350	2.8761
Promedio	81.6239	51.2203	38.0688	22.6370	13.4664	7.9824

FUENTE: SENAMHI CAJAMARCA



TABLA N° 68

INTENSIDADES GENERADAS EN BASE A LA ESTACIÓN AUGUSTO WEBERBAUER

PARA DIFERENTES PERIODOS DE DURACION

ALTITUD : Weberbauer 2536.00 m.s.n.m
Proyecto 2872.00 m.s.n.m

$$I_{zona} = \frac{H_{zona} \times I_{weberbauer}}{H_{weberbauer}}$$

AÑO	5 min.	10min.	15min.	30min.	60 min.	120 min.
1975	125.03	74.34	54.85	32.62	19.39	11.53
1976	240.48	143.00	105.50	62.73	37.30	22.17
1977	133.60	79.44	58.61	34.85	20.72	12.32
1978	48.82	29.03	21.42	12.74	7.58	4.51
1979	92.37	54.93	40.52	24.10	14.33	8.52
1980	95.00	56.49	41.68	24.78	14.73	8.77
1981	129.65	77.09	56.87	33.82	20.11	11.96
1982	100.61	59.83	44.14	26.24	15.61	9.28
1983	98.31	58.46	43.13	25.64	15.24	9.07
1984	91.05	54.13	39.94	23.75	14.12	8.39
1985	65.32	38.83	28.65	17.03	10.14	6.02
1986	90.38	53.75	39.65	23.58	14.02	8.34
1987	80.16	47.67	35.16	20.91	12.43	7.40
1988	60.04	35.70	26.34	15.66	9.31	5.54
1989	98.97	58.84	43.42	25.82	15.35	9.13
1990	81.48	48.45	35.74	21.26	12.64	7.52
1991	97.97	58.26	42.98	25.56	15.20	9.04
1992	58.39	34.72	25.62	15.23	9.06	5.38
1993	74.22	44.13	32.56	19.37	11.52	6.84
1994	94.02	55.90	41.25	24.53	14.59	8.67
1995	67.96	40.41	29.81	17.72	10.54	6.26
1996	115.79	68.84	50.79	30.20	17.96	10.68
1997	91.05	54.13	39.94	23.75	14.12	8.39
1998	104.57	62.19	45.88	27.28	16.22	9.65
1999	127.99	76.10	56.15	33.39	19.85	11.80
2000	119.09	70.81	52.24	31.06	18.47	10.99
2001	93.03	55.31	40.82	24.27	14.43	8.58
2002	31.94	23.33	20.38	15.58	9.88	4.98
2003	80.18	48.24	32.16	18.03	11.05	6.89
2004	95.81	55.81	40.82	24.27	14.43	8.58
2005	51.64	33.97	24.16	14.99	9.16	5.54
2006	33.97	23.33	20.38	15.58	9.88	4.98
2007	81.54	48.24	32.16	18.03	11.05	6.89
Desv. est.	37.0764	22.0433	15.8760	9.3631	5.4756	3.2571
Promedio	92.4385	58.0066	43.1126	25.6362	15.2506	9.0400

Elaboracion Propia



TABLA N° 69

INTENSIDADES ORDENADAS EN FORMA DECRECIENTE

ZONA DEL PROYECTO

m	5 min.	10min.	15min.	30min.	60 min.	120 min.
1	240.48	143.00	105.50	62.73	37.30	22.17
2	133.60	95.81	66.36	37.37	21.95	13.96
3	129.65	79.44	58.89	36.99	21.18	12.32
4	127.99	77.09	58.61	34.85	20.72	11.96
5	125.03	76.10	56.87	33.82	20.11	11.80
6	119.09	74.34	56.15	33.39	19.85	11.53
7	115.79	72.48	54.85	32.62	19.39	10.99
8	104.57	70.81	52.24	31.06	18.47	10.68
9	100.61	68.84	50.79	30.20	17.96	10.59
10	98.97	62.19	45.88	27.28	16.22	9.65
11	98.31	59.83	44.14	26.24	15.61	9.28
12	97.97	58.84	43.42	25.82	15.35	9.13
13	95.81	58.46	43.13	25.64	15.24	9.07
14	95.00	58.26	42.98	25.56	15.20	9.04
15	94.02	56.49	41.68	24.78	14.73	8.77
16	93.03	55.90	41.25	24.53	14.59	8.67
17	92.37	55.31	40.82	24.27	14.43	8.58
18	91.05	54.93	40.52	24.10	14.33	8.52
19	91.05	54.13	39.94	23.75	14.12	8.39
20	90.38	54.13	39.94	23.75	14.12	8.39
21	81.54	53.75	39.65	23.58	14.02	8.34
22	81.48	49.60	39.10	23.16	12.64	7.78
23	80.18	48.45	35.74	21.26	12.57	7.52
24	80.16	48.24	35.16	20.91	12.43	7.40
25	74.22	47.67	32.56	19.37	11.66	7.38
26	67.96	44.13	32.16	18.03	11.52	6.89
27	65.32	40.41	32.16	17.72	11.05	6.84
28	60.04	38.83	29.81	17.03	10.54	6.26
29	58.39	35.70	28.65	16.99	10.14	6.02
30	51.64	34.72	26.34	15.66	9.88	5.54
31	48.82	33.97	25.62	15.58	9.31	5.38
32	33.97	29.03	21.42	15.23	9.06	4.98
33	31.94	23.33	20.38	12.74	7.58	4.51

$\beta = X - 0.45 Sx$

X = Media Muestral Estimada

$\alpha = 1.2825 / Sx$

Sx = Desviación Estándar

Sx :	37.0764	22.0433	15.8760	9.3631	5.4756	3.2571
Xp :	92.4385	58.0066	43.1126	25.6362	15.2506	9.0400
α :	0.0346	0.0582	0.0808	0.1370	0.2342	0.3937
β :	75.7523	48.0860	35.9676	21.4223	12.7863	7.5742

Elaboracion Propia



TABLA N° 70

MODELO GUMBEL PARA 5 - 10 - 15 MINUTOS

N : 33
 Δ TAB: 0.246

		GUMBEL PARA 5 MINUTOS			GUMBEL PARA 10 MINUTOS			GUMBEL PARA 15 MINUTOS			
		Sx :	37.0764	Sx :	22.0433	Sx :	15.8760				
		Xp :	92.4385	Xp :	58.0066	Xp :	43.1126				
		α :	0.0346	α :	0.0582	α :	0.0808				
		β :	75.7523	β :	48.0860	β :	35.9676				
m	$P(x < X)$ m/(N+1)	Intensidades Ord.Desc	F(x < X)	$[P(x < X) - F(x < X)]$	Intensidades Ord.Desc	F(x < X)	$[P(x < X) - F(x < X)]$	Intensidades Ord.Desc	F(x < X)	$[P(x < X) - F(x < X)]$	
1	0.029	240.48	0.997	0.0261	143.00	0.996	0.0254	105.50	0.996	0.0258	
2	0.059	133.60	0.874	0.0676	95.81	0.940	0.0015	66.36	0.918	0.0234	
3	0.088	129.65	0.856	0.0554	79.44	0.851	0.0607	58.89	0.855	0.0570	
4	0.118	127.99	0.849	0.0337	77.09	0.831	0.0512	58.61	0.852	0.0307	
5	0.147	125.03	0.834	0.0192	76.10	0.822	0.0309	56.87	0.831	0.0216	
6	0.176	119.09	0.800	0.0237	74.34	0.805	0.0187	56.15	0.822	0.0014	
7	0.206	115.79	0.779	0.0156	72.48	0.785	0.0090	54.85	0.804	0.0103	
8	0.235	104.57	0.691	0.0733	70.81	0.766	0.0013	52.24	0.764	0.0002	
9	0.265	100.61	0.655	0.0804	68.84	0.742	0.0064	50.79	0.739	0.0041	
10	0.294	98.97	0.639	0.0669	62.19	0.644	0.0620	45.88	0.638	0.0677	
11	0.324	98.31	0.632	0.0441	59.83	0.604	0.0729	44.14	0.597	0.0799	
12	0.353	97.97	0.629	0.0181	58.84	0.586	0.0613	43.42	0.578	0.0688	
13	0.382	95.81	0.607	0.0109	58.46	0.579	0.0389	43.13	0.571	0.0470	
14	0.412	95.00	0.598	0.0100	58.26	0.575	0.0132	42.98	0.567	0.0214	
15	0.441	94.02	0.588	0.0288	56.49	0.542	0.0173	41.68	0.532	0.0265	
16	0.471	93.03	0.577	0.0475	55.90	0.530	0.0007	41.25	0.521	0.0089	
17	0.500	92.37	0.570	0.0696	55.31	0.518	0.0185	40.82	0.509	0.0087	
18	0.529	91.05	0.555	0.0843	54.93	0.511	0.0403	40.52	0.500	0.0299	
19	0.559	91.05	0.555	0.1137	54.13	0.495	0.0537	39.94	0.484	0.0430	
20	0.588	90.38	0.547	0.1355	54.13	0.495	0.0831	39.94	0.484	0.0724	
21	0.618	81.54	0.441	0.0587	53.75	0.487	0.1047	39.65	0.476	0.0934	
22	0.647	81.48	0.440	0.0874	49.60	0.400	0.0474	39.10	0.460	0.1072	
23	0.676	80.18	0.424	0.1005	48.45	0.376	0.0521	35.74	0.361	0.0376	
24	0.706	80.16	0.424	0.1296	48.24	0.371	0.0771	35.16	0.344	0.0499	
25	0.735	74.22	0.348	0.0837	47.67	0.359	0.0942	32.56	0.268	0.0032	
26	0.765	67.96	0.270	0.0347	44.13	0.284	0.0488	32.16	0.257	0.0214	
27	0.794	65.32	0.238	0.0324	40.41	0.209	0.0036	32.16	0.257	0.0508	
28	0.824	60.04	0.179	0.0023	38.83	0.180	0.0038	29.81	0.193	0.0166	
29	0.853	58.39	0.162	0.0145	35.70	0.128	0.0191	28.65	0.164	0.0173	
30	0.882	51.64	0.100	0.0176	34.72	0.113	0.0042	26.34	0.113	0.0042	
31	0.912	48.82	0.079	0.0092	33.97	0.103	0.0148	25.62	0.100	0.0113	
32	0.941	33.97	0.014	0.0444	29.03	0.048	0.0106	21.42	0.039	0.0197	
33	0.971	31.94	0.011	0.0189	23.33	0.015	0.0147	20.38	0.030	0.0002	
MAX [P(x < X) - F(x < X)] :				0.1355					0.1047	0.1072	

Elaboracion Propia



TABLA N° 71

MODELO GUMBEL PARA 30 - 60 - 120 MINUTOS

N : 33
 Δ TAB: 0.246

		GUMBEL PARA 30 MINUTOS			GUMBEL PARA 60 MINUTOS			GUMBEL PARA 120 MINUTOS			
		Sx :	9.3631	Sx :	5.4756	Sx :	3.2571				
		Xp :	25.6362	Xp :	15.2506	Xp :	9.0400				
		α :	0.1370	α :	0.2342	α :	0.3937				
		β :	21.4223	β :	12.7863	β :	7.5742				
m	$P(x < X)$ m/(N + 1)	Intensidades Ord.Desc	F(x < X)	$[P(x < X) - F(x < X)]$	Intensidades Ord.Desc	F(x < X)	$[P(x < X) - F(x < X)]$	Intensidades Ord.Desc	F(x < X)	$[P(x < X) - F(x < X)]$	
1	0.029	62.73	0.997	0.0259	37.30	0.997	0.0262	22.17	0.997	0.0262	
2	0.059	37.37	0.894	0.0476	21.95	0.890	0.0516	13.96	0.922	0.0188	
3	0.088	36.99	0.888	0.0236	21.18	0.869	0.0425	12.32	0.857	0.0547	
4	0.118	34.85	0.853	0.0294	20.72	0.856	0.0266	11.96	0.837	0.0453	
5	0.147	33.82	0.833	0.0203	20.11	0.835	0.0175	11.80	0.827	0.0254	
6	0.176	33.39	0.823	0.0001	19.85	0.826	0.0025	11.53	0.810	0.0135	
7	0.206	32.62	0.806	0.0117	19.39	0.808	0.0140	10.99	0.770	0.0239	
8	0.235	31.06	0.766	0.0010	18.47	0.768	0.0032	10.68	0.745	0.0198	
9	0.265	30.20	0.741	0.0053	17.96	0.743	0.0073	10.59	0.737	0.0017	
10	0.294	27.28	0.639	0.0671	16.22	0.639	0.0668	9.65	0.643	0.0630	
11	0.324	26.24	0.596	0.0801	15.61	0.597	0.0800	9.28	0.599	0.0771	
12	0.353	25.82	0.578	0.0686	15.35	0.577	0.0696	9.13	0.581	0.0657	
13	0.382	25.64	0.571	0.0471	15.24	0.570	0.0478	9.07	0.574	0.0434	
14	0.412	25.56	0.567	0.0212	15.20	0.566	0.0218	9.04	0.570	0.0182	
15	0.441	24.78	0.532	0.0270	14.73	0.531	0.0282	8.77	0.535	0.0239	
16	0.471	24.53	0.520	0.0091	14.59	0.519	0.0105	8.67	0.523	0.0065	
17	0.500	24.27	0.508	0.0081	14.43	0.506	0.0062	8.58	0.511	0.0108	
18	0.529	24.10	0.500	0.0295	14.33	0.498	0.0274	8.52	0.502	0.0310	
19	0.559	23.75	0.483	0.0421	14.12	0.481	0.0401	8.39	0.484	0.0433	
20	0.588	23.75	0.483	0.0715	14.12	0.481	0.0695	8.39	0.484	0.0727	
21	0.618	23.58	0.475	0.0927	14.02	0.473	0.0905	8.34	0.477	0.0942	
22	0.647	23.16	0.455	0.1017	12.64	0.355	0.0022	7.78	0.398	0.0448	
23	0.676	21.26	0.360	0.0360	12.57	0.349	0.0258	7.52	0.360	0.0365	
24	0.706	20.91	0.342	0.0478	12.43	0.338	0.0435	7.40	0.342	0.0479	
25	0.735	19.37	0.266	0.0010	11.66	0.272	0.0077	7.38	0.340	0.0756	
26	0.765	18.03	0.204	0.0317	11.52	0.260	0.0250	6.89	0.269	0.0341	
27	0.794	17.72	0.190	0.0157	11.05	0.223	0.0171	6.84	0.263	0.0573	
28	0.824	17.03	0.161	0.0152	10.54	0.184	0.0079	6.26	0.187	0.0107	
29	0.853	16.99	0.159	0.0124	10.14	0.156	0.0086	6.02	0.159	0.0117	
30	0.882	15.66	0.111	0.0070	9.88	0.138	0.0208	5.54	0.108	0.0101	
31	0.912	15.58	0.108	0.0198	9.31	0.105	0.0163	5.38	0.093	0.0050	
32	0.941	15.23	0.097	0.0380	9.06	0.091	0.0325	4.98	0.062	0.0036	
33	0.971	12.74	0.037	0.0081	7.58	0.034	0.0044	4.51	0.035	0.0058	
MAX [P(x < X) - F(x < X)] :				0.1017					0.0905	0.0942	

Elaboracion Propia



TABLA N° 72

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE PARA 5, 10, 15, 30, 60 Y 120 MINUTOS

Periodo de Duración	Estadístico Smimov-kolmogorov	Valor Crítico Δo, Para un	Criterio de Decisión
5	0.1355	0.246	O.K
10	0.1047	0.246	O.K
15	0.1072	0.246	O.K
30	0.1017	0.246	O.K
60	0.0905	0.246	O.K
120	0.0942	0.246	O.K

Elaboracion Propia

TABLA N° 73

**ESTACIÓN A. WEBERBAUER
 MODELAMIENTO DE INTENSIDADES EN FUNCIÓN DE N Y J**

PARAMETROS	5 min.	10min.	15min.	30 min.	60min.	120 min.
Sx	37.0764	22.0433	15.8760	9.3631	5.4756	3.2571
Xp	92.4385	58.0066	43.1126	25.6362	15.2506	9.0400
α	0.0346	0.0582	0.0808	0.1370	0.2342	0.3937
β	75.7523	48.0860	35.9676	21.4223	12.7863	7.5742

TABLA N° 74

CALCULO DE INTENSIDADES MAXIMAS.

VIDA UTIL AÑOS "N"	RIESGO DE FALLA J(%)	TIEMPO DE RETORNO Tr(AÑOS)	INTENSIDADES $X = \beta - \frac{1}{\alpha} * Ln(-Ln(1 - \frac{1}{Tr}))$					
			5 min.	10min.	15min.	30min.	60 min.	120 min.
10	5	195.00	228.12	138.67	101.21	59.90	35.29	20.96
	10	95.00	207.25	126.27	92.27	54.63	32.21	19.13
	15	62.00	194.83	118.88	86.96	51.49	30.37	18.04
	25	35.00	178.12	108.95	79.80	47.27	27.90	16.57
	30	29.00	172.59	105.66	77.43	45.88	27.09	16.08
	40	20.00	161.62	99.14	72.74	43.11	25.47	15.12
	50	15.00	153.05	94.04	69.07	40.94	24.20	14.36
	65	10.00	140.81	86.76	63.82	37.85	22.39	13.29
15	90	5.00	119.11	73.87	54.54	32.37	19.19	11.38
	5	296.00	240.21	145.86	106.39	62.95	37.07	22.02
	10	144.00	219.33	133.45	97.45	57.68	33.99	20.19
	15	94.00	206.94	126.08	92.14	54.55	32.16	19.10
	23	58.00	192.89	117.73	86.12	51.00	30.09	17.86
	30	43.00	184.15	112.53	82.38	48.80	28.79	17.10
	40	30.00	173.59	106.25	77.86	46.13	27.24	16.17
	54	20.00	161.62	99.14	72.74	43.11	25.47	15.12
30	75	11.00	143.71	88.49	65.07	38.58	22.82	13.54
	90	7.00	129.81	80.22	59.11	35.07	20.77	12.32
	5	591.00	260.22	157.76	114.96	68.01	40.03	23.78
	10	288.00	239.41	145.39	106.05	62.75	36.96	21.95
	15	187.00	226.90	137.95	100.69	59.59	35.11	20.85
	25	106.00	210.43	128.16	93.64	55.43	32.68	19.41
	30	85.00	204.02	124.34	90.89	53.81	31.73	18.84
	40	60.00	193.87	118.31	86.55	51.25	30.23	17.95
30	50	44.00	184.82	112.93	82.67	48.97	28.89	17.16
	64	30.00	173.59	106.25	77.86	46.13	27.24	16.17
	90	14.00	150.98	92.81	68.18	40.42	23.90	14.18

Elaboracion Propia

TABLA N° 75

MODELAMIENTO DE INTENSIDADES PARA UNA CARRETERA CON UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS - CUNETAS

VIDA UTIL (años)	INCERTIDUMBRE (%)	TIEMPO DE RETORNO (años)	5	10	15	30	60	120
10	65	10.00	140.81	86.76	63.82	37.85	22.39	13.29

Elaboración Propia

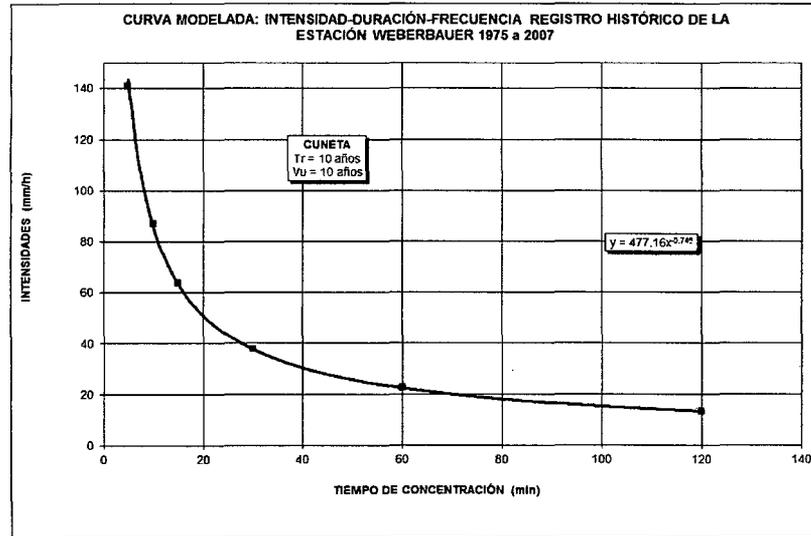


TABLA N° 76

MODELAMIENTO DE INTENSIDADES PARA UNA CARRETERA CON UN PERIODO DE RETORNO DE 20 AÑOS - ALCANTARILLAS

VIDA UTIL (años)	INCERTIDUMBRE (%)	TIEMPO DE RETORNO (años)	5	10	15	30	60	120
15	54	20.00	161.62	99.14	72.74	43.11	25.47	15.12

Elaboración Propia

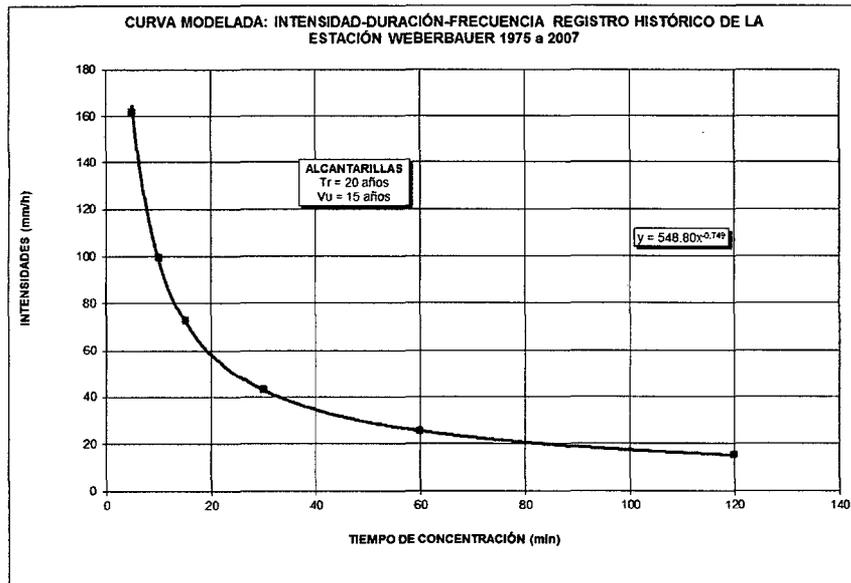


TABLA N° 77

MODELAMIENTO DE INTENSIDADES PARA UNA CARRETERA CON UN PERIODO DE RETORNO DE 30 AÑOS - PUNTES

VIDA UTIL (años)	INCERTIDUMBRE (%)	TIEMPO DE RETORNO (años)	5	10	15	30	60	120
30	54	44.00	184.82	112.93	82.67	48.97	28.89	17.16

Elaboracion Propia

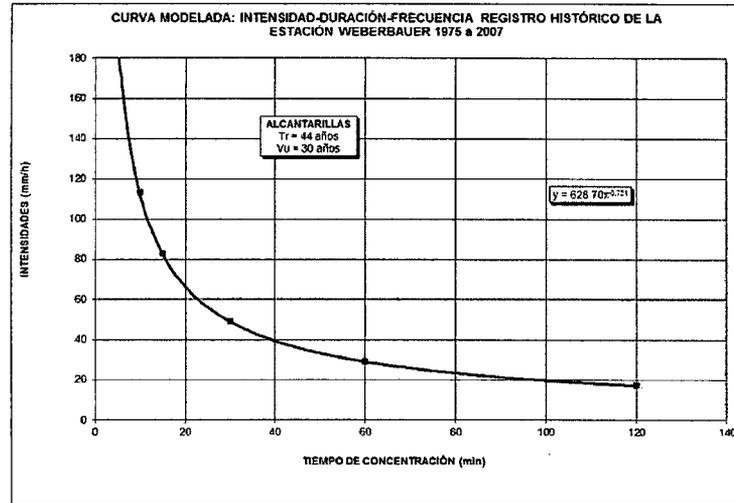


TABLA N° 78

Caudal Máximo de Escorrentía de los Cauces

MICROCUENCA	PROGRESIVA	AREA TRIB (Ha)	Tc. (min)	Intensidad Maxima (mm/h)	Coef. Escor. C	Qn (m³/s)
A1	0+445.217	84.02	11.29	95.74	0.50	11.172
A2	0+777.926	165.57	18.22	67.34	0.50	15.485
A3	2+175.811	264.29	25.17	53.08	0.50	19.484
A4	2+426.329	156.73	24.92	53.48	0.50	11.642
A5	2+783.078	205.12	23.34	56.11	0.50	15.986
A6	3+958.631	24.51	8.71	115.96	0.50	3.947
A7	5+174.454	191.92	20.40	61.97	0.50	16.518

Elaboracion Propia

3.5.2 Diseño de Obras de Arte y Drenaje

TABLA N° 79

Calculo de Caudales de Aporte de las Microcuencas - Cunetas

EJE IZQUIERDO					
MICROCUENCA	AREA TRIB	Tc.	Intensidad Maxima	Coef. Escor.	Qn
An	(Ha)	(min)	(mm/h)	C	(m ³ /s)
A1	0.541	10.750	81.14	0.50	0.061
A2	0.725	8.020	100.96	0.50	0.102
A3	0.746	7.803	103.05	0.50	0.107
A4	0.803	7.247	108.89	0.50	0.121
A5	0.311	18.698	53.69	0.50	0.023
A6	0.983	5.919	126.65	0.50	0.173
A7	0.662	8.793	94.26	0.50	0.087
A8	0.760	7.658	104.50	0.50	0.110
A9	0.401	14.494	64.92	0.50	0.036
A10	0.919	6.329	120.46	0.50	0.154
A11	0.713	8.165	99.62	0.50	0.099
A12	1.034	5.629	131.48	0.50	0.189
A13	0.656	8.866	93.68	0.50	0.085
A14	0.892	6.522	117.79	0.50	0.146
A15	0.730	7.972	101.41	0.50	0.103
A16	0.803	7.247	108.89	0.50	0.121
A17	1.204	4.831	147.35	0.50	0.246

Elaboracion Propia

TABLA N° 80

Calculo de Caudales de Aporte de las Microcuencas - Cunetas

EJE DERECHO					
MICROCUENCA	AREA TRIB	Tc.	Intensidad Maxima	Coef. Escor.	Qn
An	(Ha)	(min)	(mm/h)	C	(m ³ /s)
A1	0.343	7.525	105.87	0.50	0.050
A2	0.404	5.199	139.50	0.50	0.078
A3	0.393	5.344	136.67	0.50	0.075
A4	0.365	5.754	129.34	0.50	0.066
A5	0.941	2.230	262.31	0.50	0.343
A6	0.298	7.045	111.21	0.50	0.046
A7	0.443	4.742	149.42	0.50	0.092
A8	0.386	5.445	134.77	0.50	0.072
A9	0.730	2.877	216.93	0.50	0.220
A10	0.319	6.588	116.91	0.50	0.052
A11	0.411	5.107	141.38	0.50	0.081
A12	0.283	7.408	107.12	0.50	0.042
A13	0.446	4.703	150.33	0.50	0.093
A14	0.328	6.393	119.57	0.50	0.055
A15	0.401	5.231	138.88	0.50	0.077
A16	0.365	5.754	129.34	0.50	0.066
A17	0.243	8.630	95.58	0.50	0.032

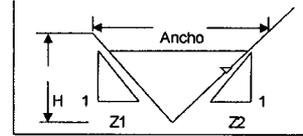
Elaboracion Propia

Diseño de Cunetas

Datos:

Z1 = 3.00 m
Z2 = 1.00 m
H = 0.30 m

Ancho: 1.2
Revestimiento de Cuneta:
n = 0.015 Concreto
Aritmética: 0.18
Promejo: 1.37
Ridráulico: 0.13



$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

TABLA N° 81

Calculo de la Capacidad de las Cuentas

EJE IZQUIERDO						
Descripcion	Progresiva	Progresiva	Pendiente	Q cuneta	Velocidad	Revestimiento
	Inicial	Final	%	(m3/s)	(m/s)	Cuneta
C1	00+000.00	00+445.00	8.00	0.876	4.87	Concreto
C2	00+445.00	00+777.00	7.60	0.854	4.74	Concreto
C3	00+777.00	01+100.00	3.50	0.579	3.22	Concreto
C4	01+100.00	01+400.00	3.50	0.579	3.22	Concreto
C5	01+400.00	02+174.00	6.64	0.798	4.43	Concreto
C6	02+174.00	02+419.00	5.00	0.692	3.85	Concreto
C7	02+419.00	02+783.00	6.91	0.814	4.52	Concreto
C8	02+783.00	03+100.00	3.81	0.604	3.36	Concreto
C9	03+100.00	03+700.00	5.64	0.735	4.09	Concreto
C10	03+700.00	03+962.00	5.84	0.748	4.16	Concreto
C11	03+962.00	04+300.00	2.05	0.443	2.46	Concreto
C12	04+300.00	04+533.00	2.05	0.443	2.46	Concreto
C13	04+533.00	04+900.00	3.30	0.563	3.13	Concreto
C14	04+900.00	05+170.00	3.30	0.563	3.13	Concreto
C15	05+170.00	05+500.00	1.80	0.415	2.31	Concreto
C16	05+500.00	05+800.00	1.80	0.415	2.31	Concreto
C17	05+800.00	06+000.00	1.80	0.415	2.31	Concreto

Elaboracion Propia

TABLA N° 82

Calculo de la Capacidad de las Cuentas

EJE DERECHO						
Descripcion	Progresiva	Progresiva	Pendiente	Q cuneta	Velocidad	Revestimiento
	Inicial	Final	%	(m3/s)	(m/s)	Cuneta
C1	00+000.00	00+445.00	8.00	0.876	4.87	Concreto
C2	00+445.00	00+777.00	7.60	0.854	4.74	Concreto
C3	00+777.00	01+100.00	3.50	0.579	3.22	Concreto
C4	01+100.00	01+400.00	3.50	0.579	3.22	Concreto
C5	01+400.00	02+174.00	6.64	0.798	4.43	Concreto
C6	02+174.00	02+419.00	5.00	0.692	3.85	Concreto
C7	02+419.00	02+783.00	6.91	0.814	4.52	Concreto
C8	02+783.00	03+100.00	3.81	0.604	3.36	Concreto
C9	03+100.00	03+700.00	5.64	0.735	4.09	Concreto
C10	03+700.00	03+962.00	5.84	0.748	4.16	Concreto
C11	03+962.00	04+300.00	2.05	0.443	2.46	Concreto
C12	04+300.00	04+533.00	2.05	0.443	2.46	Concreto
C13	04+533.00	04+900.00	3.30	0.563	3.13	Concreto
C14	04+900.00	05+170.00	3.30	0.563	3.13	Concreto
C15	05+170.00	05+500.00	1.80	0.415	2.31	Concreto
C16	05+500.00	05+800.00	1.80	0.415	2.31	Concreto
C17	05+800.00	06+000.00	1.80	0.415	2.31	Concreto

Elaboracion Propia

TABLA N° 83

Verificación Caudales y Velocidades – Cunetas

EJE IZQUIERDO						
Descripción	Progresiva	Progresiva	Q cuenca	Q cuneta	Velocidad	Estado
	Inicial	Final	(m ³ /s)	(m ³ /s)	< 5.00 (m/s)	
C1	00+000.00	00+445.00	0.06	0.876	4.87	OK
C2	00+445.00	00+777.00	0.10	0.854	4.74	OK
C3	00+777.00	01+100.00	0.11	0.579	3.22	OK
C4	01+100.00	01+400.00	0.12	0.579	3.22	OK
C5	01+400.00	02+174.00	0.02	0.798	4.43	OK
C6	02+174.00	02+419.00	0.17	0.692	3.85	OK
C7	02+419.00	02+783.00	0.09	0.814	4.52	OK
C8	02+783.00	03+100.00	0.11	0.604	3.36	OK
C9	03+100.00	03+700.00	0.04	0.735	4.09	OK
C10	03+700.00	03+962.00	0.15	0.748	4.16	OK
C11	03+962.00	04+300.00	0.10	0.443	2.46	OK
C12	04+300.00	04+533.00	0.19	0.443	2.46	OK
C13	04+533.00	04+900.00	0.09	0.563	3.13	OK
C14	04+900.00	05+170.00	0.15	0.563	3.13	OK
C15	05+170.00	05+500.00	0.10	0.415	2.31	OK
C16	05+500.00	05+800.00	0.12	0.415	2.31	OK
C17	05+800.00	06+000.00	0.25	0.415	2.31	OK

Elaboracion Propia

TABLA N° 84

Verificación Caudales y Velocidades – Cunetas

EJE DERECHO						
Descripción	Progresiva	Progresiva	Q cuenca	Q cuneta	Velocidad	Estado
	Inicial	Final	(m ³ /s)	(m ³ /s)	< 5.00 (m/s)	
C1	00+000.00	00+445.00	0.05	0.876	4.87	OK
C2	00+445.00	00+777.00	0.08	0.854	4.74	OK
C3	00+777.00	01+100.00	0.07	0.579	3.22	OK
C4	01+100.00	01+400.00	0.07	0.579	3.22	OK
C5	01+400.00	02+174.00	0.34	0.798	4.43	OK
C6	02+174.00	02+419.00	0.05	0.692	3.85	OK
C7	02+419.00	02+783.00	0.09	0.814	4.52	OK
C8	02+783.00	03+100.00	0.07	0.604	3.36	OK
C9	03+100.00	03+700.00	0.22	0.735	4.09	OK
C10	03+700.00	03+962.00	0.05	0.748	4.16	OK
C11	03+962.00	04+300.00	0.08	0.443	2.46	OK
C12	04+300.00	04+533.00	0.04	0.443	2.46	OK
C13	04+533.00	04+900.00	0.09	0.563	3.13	OK
C14	04+900.00	05+170.00	0.05	0.563	3.13	OK
C15	05+170.00	05+500.00	0.08	0.415	2.31	OK
C16	05+500.00	05+800.00	0.07	0.415	2.31	OK
C17	05+800.00	06+000.00	0.03	0.415	2.31	OK

Elaboracion Propia

Diseño de Alcantarillas

$$D = 0,868 Q^{2/5}$$

$$V = 2,4714 D^{1/2}$$

$$S\% = 1,3734 / D^{1/3}$$

TABLA N° 85

Calculo del Diámetro de las Alcantarillas

ALCANTARILLAS						
Alcantarilla	Progresiva	Q Diseño	Ø Calculado	Ø Comercial	Velocidad	Pendiente
N°		(m ³ /s)	(m)	(Pulg)	(m/s)	S %
1	01+118.53	0.26	0.51	24.00	1.76	1.09
2	01+407.53	0.40	0.60	24.00	1.92	1.16
3	03+165.97	0.35	0.57	24.00	1.87	1.14
4	03+578.16	0.29	0.53	24.00	1.80	1.11
5	04+084.58	0.31	0.54	24.00	1.82	1.12
6	04+230.51	0.27	0.51	24.00	1.77	1.10

Elaboracion Propia

3.6 DISEÑO DE PAVIMENTOS

3.6.1 Diseño Estructural del Pavimento

3.6.1.1 Diseño Pavimento Flexible (Método AASHTO) – Memoria de Cálculo

En el anterior capítulo se ha presentado la fundamentación teórica y los procedimientos para realizar el diseño del pavimento y en este se presentará los cálculos específicos para el diseño de pavimento en la "Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00 + 000 al Km 06+000"

Obtención de Datos

Para el diseño del pavimento se requiere de diferentes estudios complementarios que conllevan a obtener los parámetros necesarios para determinar la estructura del pavimento, como son:

a) Estudio del Tráfico

Se ha realizado un conteo de tráfico durante el 28 de Abril al 04 de Mayo, en el Cruce Cruz Blanca – Vía de Evitamiento, la cual se estima que soporta un tráfico semejante al que se prevé tendrá la vía a diseñarse.

En este Estudio de volumen de tránsito, se ha contabilizado los vehículos por cada tipo; autos, buses, camiones, etc., clasificando por la cantidad de ejes conforme lo establece el reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por DS N° 034-2001-MTC (*Ver Capítulo VII Anexo F – Cuadro de Tablas y Materiales – Cuadro N° 05*)

El objetivo final de este estudio de tránsito es determinar el parámetro "Número de Ejes Equivalentes" (ESAL), conforme a la normatividad de la guía AASHTO.

b) Estudios de Suelos

Estos ensayos se realizan en el eje o en el ancho que ocupara la calzada.

Mediante calicatas se extraen muestras del terreno y se determina su estratigrafía, clasificación de suelos, límites de Atterberg, densidad,



humedad y principalmente su capacidad portante, mediante el ensayo de CBR.

c) Resultados Obtenidos

✓ Del estudio de tráfico, se ha obtenido, las planillas que se presentan en anexo adjunto. (*Ver Capítulo VI Metodología – Cuadros de Conteo Vehicular Estudio de Trafico*) el estudio de suelos se ha obtenido las propiedades de los suelos que ha permitido clasificarlos en los siguientes sectores:

Suelo Tipo I : Km 0+000 - Km 2+000

Suelo Tipo II : Km 2+000 - Km 4+000

Suelo Tipo III : Km 4+000 - Km 4+800

Suelo Tipo IV : Km 4+800 - Km 6+000

✓ Por lo tanto se diseñara el pavimento para cada uno de los sectores determinados.

Calculo de Número de Ejes Equivalentes

a) Cálculo del Tránsito de Diseño

Con las planillas del estudio de tráfico, se establece, el volumen de tráfico diario (VTD) para cada tipo de vehículos, sumándose para cada tipo de vehículo la cantidad diaria que transitan en un sentido y dividiéndolo entre el número de días del conteo. Por estar suspendida la estación de peaje cercana se aplica el factor de corrección estación, para obtener dicho factor, se ha tomado la información publicada por el INEI en su Boletín Técnico denominada Flujo Vehicular por Unidades de Peaje.

El resultado se presenta en el resumen del conteo de vehículos.

Se determina factor de crecimiento de tránsito.

✓ Se establece el periodo de diseño; 15 años para el presente estudio.

✓ Se establece la tasa de crecimiento anual para los vehículos.

- Vehículos livianos (autos, combis, camionetas) 5%
- Buses, Camiones Rurales 4%

- Camiones y Tráileres 2%

En tabla D-20 de la guía AASHTO, Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Tabla 3- 20, se ingresa con el período de diseño de 15 años y con las respectivas tasas de crecimiento se obtiene los siguientes factores de crecimiento.

✓ Vehículos ligeros	21.58
✓ Buses, camiones rurales	20.02
✓ Camiones y Tráileres	17.29

Se Determina el Tránsito de Diseño

El volumen de tráfico diario (VTD), para cada tipo de vehículo, se convierte en volumen de tráfico anual (VTA) multiplicando por 365. El volumen del tráfico anual (VTA), de cada tipo de vehículo, se multiplica por su correspondiente factor de crecimiento y el producto obtenido será el tráfico de diseño. Por la cantidad de tipos de vehículos que se contabilizan, se ha preparado una tabla que tabula los diferentes cálculos.

Determinación del factor equivalente de carga LEF

a) Establecer SN Y Pt

Se asume un valor para el número estructural variable de 1 a 6 (valores de la tabla AASHTO). También se puede predimensionar el paquete estructural, utilizando espesores arbitrarios y los coeficientes estructurales de las diferentes capas que están determinados, en el punto 2.4 de la fundamentación teórica

TABLA N° 86

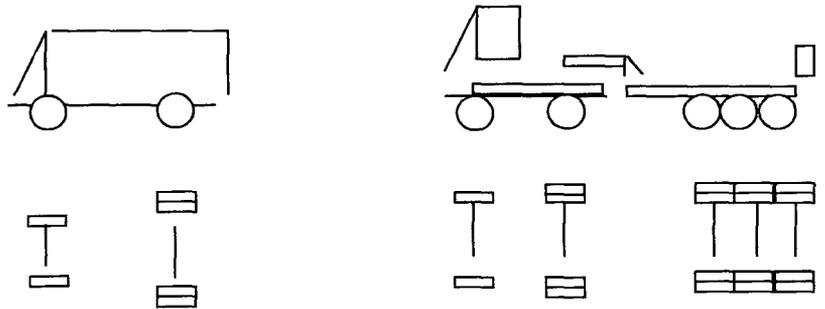
Capa	Espesor	Coef Estructural	SN
Carpeta Asfáltica	3" (7.5 cm)	0.43	1.29
Base	6" (15 cm)	0.14	0.84
Subbase	8" (20 cm)	0.12	0.96
			3.09

Para obtener SN se multiplica el espesor de capa (en pulgadas) por el respectivo coeficiente y finalmente se suma los SN parciales. Se usara $SN = 3.0$

Se establece el índice de serviciabilidad final (Pt). Usaremos $Pt = 2.5$.

b) Determinar el factor Camión (LEF).

Se presentara el cálculo para dos tipos de vehículos y; para $SN = 3.00$ y $Pt = 2.5$



Tipo de Vehículo	B2		T2S3		
	S	S	S	S	Tri
Clase Eje					
Carga en el Eje (Tn)	7	11	7	11	25
Carga en Kips	15.35	24.12	15.35	24.12	54.82
Ubicación de la Tabla	D-4	D-4	D-4	D-4	D-6
Factor Carga Equivalente (Eje)	0.566	3.163	0.566	3.163	1.758
Factor Camión (LEF)	3.729		5.487		

Los valores de la carga no se encuentran en las T_a Referencia: Capítulo VII:

Cuadro de Tabla y Materiales --Tabla 3- 1: 3-9. Ha tenido que interpolarse.

Para los otros tipos de vehículos, sólo se presentará los resultados en la tabla de tabulación

Determinar ESAL de diseño

a) Tabulación de Valores

Calculo de ESAL

Carretera: Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km
00+000 al Km 06+000

Parámetros de Diseño: Periodo de diseño: 15 años

SN = 3 Pt = 2.5

TABLA N° 87

TRANSITO PROYECTADO						
Tipo de Vehículo	Cantidad Vehículo Diario(VTD)	Tasa Crecimiento	Factor de Crecimiento	Tránsito de Diseño	Factor Camion	ESAL
Autos	991	5	21.58	439,773.10	0.0020	879.55
Pick up	528	5	21.58	234,308.98	0.0150	3,514.63
C.R	425	4	21.58	188,600.98	0.0600	11,316.06
Micros	9	5	21.58	3,993.90	0.0150	59.91
B2	307	4	20.02	134,488.41	3.7290	501,507.28
B3-1	164	4	20.02	71,843.97	1.8110	130,109.43
C2	521	2	17.29	223,044.53	3.7290	831,733.05
C3	218	2	17.29	93,327.65	2.5280	235,932.31
C4	114	2	17.29	48,804.37	1.8500	90,288.08
T2S2	95	2	17.29	40,670.31	5.6910	231,454.72
T2S3	103	2	17.29	44,095.18	5.4890	242,038.42
T3S2	89	2	17.29	38,101.66	4.4900	171,076.44
T3S3	106	2	17.29	45,379.50	4.2880	194,587.30
C2R2	85	2	17.29	36,389.22	10.0490	365,675.30
C2R3	108	2	17.29	46,235.72	8.8540	409,371.05
C3R2	79	2	17.29	33,820.57	8.8540	299,447.34
C3R3	79	2	17.29	33,820.57	7.6530	258,828.83
ESAL Total =						3,977,819.70

Tránsito Diseño: Cantidad de Vehículos diario x factor de crecimiento x 365 días

ESAL : Tránsito Diseño x Factor Camión.

b) ESAL de Diseño

De acuerdo a las tablas AASHTO (Punto 2.1 – Fundamentación teórica); se usara como factor de distribución por dirección 0.50 y como factor de distribución por carril 0.85.

Por lo tanto

$$\text{ESAL de Diseño} = 3'977,819.70 \times 0.50 \times 0.85 = 1'690,573$$

$$\text{ESAL de Diseño} = 1.69 \times 10^6 \text{ ejes equivalentes.}$$

c) Módulo de Resiliencia de la Subrasante.



El Módulo de Resiliencia será obtenido, utilizando la gráfica de Kentucky Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Cuadro N° 09 , en base a los valores del CBR.

De acuerdo a la clase de suelos y a los CBR obtenidos se ha considerado 4 Tipos de Pavimentos.

Pavimento Tipo I Sector: Km 0+000 - Km 2+000

Pavimento Tipo II Sector: Km 2+000 - Km 4+000

Pavimento Tipo III Sector: Km 4+000 - Km 4+800

Pavimento Tipo IV Sector: Km 4+800 - Km 6+000

Ingresando a la gráfica de Kentucky con el valor del CBR, obtenido en el estudio de suelos, se determina el módulo de resiliencia.

	<u>CBR</u>	<u>Mr</u>	<u>Mr al 80%</u>
Pavimento Tipo I	28.30	19,000	15,200
Pavimento Tipo II	17.00	13,600	10,880
Pavimento Tipo III	15.20	12,700	10,160
Pavimento Tipo IV	40.00	21,300	17,000

Se usara para el diseño el 80% del Mr obtenido en la gráfica debido que el módulo de resiliencia disminuye su valor por la humedad y aún más en saturación.

d) Otras Variables

- ✓ Desviación Estándar Normal (Z_r)

De acuerdo a la guía AASHTO (Punto 2.3 – Fundamentación Teórica) escogeremos una confiabilidad $R=95\%$, lo que nos lleva a tener una desviación estándar de $Z_r = -1.645$

Error Estándar (S_o)

Para pavimentos flexibles la guía AASHTO recomienda un rango de 0.40 a 0.50 Escogemos 0.45.

- ✓ Perdida de Serviciabilidad (ΔPSI)

La guía AASHTO recomienda los siguientes valores

$$P_o = 4.2 \quad P_t = 2.5$$

De lo que obtenemos



$$\Delta PSI = P_o - P_t = 1.7$$

✓ Cálculo de Espesores

Cálculo del Número Estructural (SN)

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_r - 8.07$$

Para el pavimento Tipo I

Los Valores Conocidos son:

$$W_{18} = \text{ESAL} = 1'690,573 \text{ ejes Equivalentes}$$

$$Z_r = -1.645 \text{ (se usa cuando se calcula en forma analítica).}$$

$$R = 95\% \text{ (se usa cuando se utiliza el Nomograma).}$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

$$M_r = 15,200 \text{ psi (para Pavimento Tipo I)}$$

$$= 10,880 \text{ psi (para Pavimento Tipo II)}$$

$$= 10,160 \text{ psi (para Pavimento Tipo III)}$$

$$= 17,000 \text{ psi (para Pavimento Tipo IV)}$$

Formula Analítica.

La fórmula se desarrollara por "tanteos", se asume un valor de SN y se compara los resultados de los dos miembros de la fórmula; luego se asume un nuevo SN y se vuelve a comparar los resultados, finaliza cuando los resultados en ambos miembros son iguales.

TABLA N° 88

	Pavimento Tipo I M _r = 15,200 psi		Pavimento Tipo II M _r = 10,880 psi		Pavimento Tipo III M _r = 10,160 psi		Pavimento Tipo IV M _r = 17,000 psi	
	SN = 0.3	SN = 0.2	SN = 0.3	SN = 0.4	SN = 0.0	SN = 0.1	SN = 0.5	SN = 0.4
Log 10 W ₁₈	6.98632	6.98632	6.22803	6.22803	6.22803	6.22803	6.22803	6.22803
Z _r x S _o	-0.74025	-0.74025	-0.74025	-0.74025	-0.74025	-0.74025	-0.74025	-0.74025
2.32 x log 10 M _r	9.70188	9.70188	9.36498	9.36498	9.29599	9.29599	9.81464	9.81464
-8.27	-8.27	-8.27	-8.27	-8.27	-8.27	-8.27	-8.27	-8.27
$\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)$	-0.200915	-0.200915	-0.200915	-0.200915	-0.200915	-0.200915	-0.200915	-0.200915
$0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}$	0.964048	1.037314	0.964048	0.900608	1.220968	1.122219	0.845497	0.900608
(a) / (b)	-0.20841	-0.19369	-0.20841	-0.22309	-0.16455	-0.17903	-0.23763	-0.22309
9.36 log ₁₀ (SN+1)	5.92926474	5.83361336	5.92926474	6.02271705	5.63528152	5.7356569	6.11406913	6.02271705
Resultado	7.17562	7.16795	6.83872	6.85405	6.77652	6.76367	7.32541	7.30371

Por lo tanto

- SN = 3.2 (Para pavimento Tipo I)
- SN = 3.3 (Para pavimento Tipo II)
- SN = 3.1 (Para pavimento Tipo III)
- SN = 3.4 (Para pavimento Tipo IV)

Forma Grafica

Con los valores de W_{18} (ESAL), M_r , S_o , ΔPSI y R ; se ingresa al Nomograma, conforme se ha indicado anteriormente (Punto 2.4 – Fundamentación Teórica), y se obtiene:

- Pavimento Tipo I ($M_r=15,200$) SN = 4.1
- Pavimento Tipo II ($M_r=10,880$) SN = 4.5
- Pavimento Tipo III ($M_r=10,160$) SN = 4.6
- Pavimento Tipo IV ($M_r=17,000$) SN = 3.8

Comparación De Resultados de SN

TABLA N° 89

	Algébriico	Grafico	Variación
Pavimento Tipo I	3.2	3.3	97%
Pavimento Tipo II	3.3	3	110%
Pavimento Tipo III	3.1	2.9	107%
Pavimento Tipo IV	3.4	3.4	100%

Se puede usar cualquier de los resultados. Usaremos los resultados gráficos porque los valores son mayores que los analíticos.

Distribución de Capas en el Paquete Estructural

La Fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3$$

Anteriormente, en base a las especificaciones de la diferentes capas. se ha determinado los siguientes valores.

TABLA N° 90

Descripción	Carpeta Asfáltica	Base	Subbase
Estabilidad Marshall (Ib)	1,762		
Modulo de Elasticidad (psi)	390,000		
CBR (%)		100	40
Modulo Resilente (psi)		32,000	17,000
Coefficiente Estructural	0.43	0.14	0.12
Coefficiente de drenaje		1.20	1.00



Cálculo por Espesores Mínimas

Este es el procedimiento, cuyo uso es el más generalizado.

Para el ESAL de diseño de 1.69×10^6 la guía AASHTO, (Punto 2.4 – Fundamentación teórica) propone como espesor de la Carpeta 3.5"; valor que asumiremos $D_1 = 3.5"$.

TABLA N° 91

Numero ESAL	Concreto Asfáltico	Base Granular
<50,000	1" (2.5cm)	4" (10cm)
50,001-150,000	2" (5.0cm)	4" (10cm)
150,001-500,000	2.5" (6.5cm)	4" (10cm)
500,001-2000,000	3.0" (7.5cm)	6" (15cm)
2000,001-7'000,000	3.5" (9.0cm)	6" (15cm)
>7'000.000	4.0" (10.0cm)	6" (15cm)

Asimismo recomienda para el ESAL indicado, un espesor de base 6", valor que asumiremos $D_2 = 6"$.

Determinación de SN_1 (Carpeta Asfáltica)

$$SN_1 = a_1 \times D_1 \quad SN_1 = 0.43 \times 3.5$$

$$SN_1 = 1.505$$

Determinación de SN_2 (Base)

$$SN_2 = a_2 \times m_2 \times D_2 \quad SN_2 = 0.14 \times 1.20 \times 6$$

$$SN_2 = 1.008$$

Determinación de SN_3 (subbase)

$$SN_3 = SN - (SN_1 + SN_2) \quad SN_3 = SN - (1.505 + 1.008)$$

TABLA N° 92

Descripción de Pavimento	SN	SN_s
Pavimento Tipo I	3.20	0.687
Pavimento Tipo II	3.30	0.787
Pavimento Tipo III	3.10	0.587
Pavimento Tipo IV	3.40	0.887

Determinar el espesor de la subbase.

$$D_3 = \frac{SN_3}{A_3 \times m_3} \quad D_3 = \frac{SN_3}{0.12 \times 1.00}$$

TABLA N° 93

Descripcion de Pavimento	SN _s	D _s
Pavimento Tipo I	0.687	5.725
Pavimento Tipo II	0.787	6.558
Pavimento Tipo III	0.587	4.892
Pavimento Tipo IV	0.887	7.392

El paquete estructural quedara conformado por:

TABLA N° 94

Descripcion de Pavimento	Carpeta Asfáltica	Base	Subbase
Pavimento Tipo I	3.5" (9 cm)	6" (15 cm)	5.73" (14.55 cm)
Pavimento Tipo II	3.5" (9 cm)	6" (15 cm)	6.56" (16.66 cm)
Pavimento Tipo III	3.5" (9 cm)	6" (15 cm)	4.89" (12.42 cm)
Pavimento Tipo IV	3.5" (9 cm)	6" (15 cm)	7.39" (18.77 cm)

Finalmente, las capas estructurales, por un mejor proceso constructivo, se agruparía de la siguiente forma:

TABLA N° 95

Descripcion de Pavimento	Carpeta Asfáltica	Base	Subbase	Comentarios
Pavimento Tipo I	9 cm	15 cm	15 cm	Km 00+000 al Km 02+000
Pavimento Tipo II	9 cm	15 cm	20 cm	Km 02+000 al Km 04+000
Pavimento Tipo III	9 cm	15 cm	15 cm	Km 04+000 al Km 04+800
Pavimento Tipo IV	9 cm	15 cm	20 cm	Km 04+800 al Km 06+000

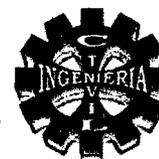
TABLA N° 96

Descripcion de Pavimento	Carpeta Asfáltica	Base	Subbase
Pavimento Tipo I y III	9 cm	15 cm	15 cm
Pavimento Tipo II y IV	9 cm	15 cm	20 cm

Cálculo por Espesores mínimos Referenciales

Utilizando el Nomograma conforme se ha indicado anteriormente, se ha obtenido

Pavimento Tipo I (Mr =15,200)	SN = 3.30
Pavimento Tipo II (Mr =10,880)	SN = 3.00
Pavimento Tipo III (Mr =10,160)	SN = 2.90
Pavimento Tipo IV (Mr =17,000)	SN = 3.40



Con los valores del Módulo de resiliencia de la carpeta Asfáltica, base, subbase los cuales han sido obtenidos de la estabilidad Marshall y CBR especificados para estos materiales; se ingresa al nomograma. Ingresando al gráfico con el módulo de resiliencia de la base y subbase se obtiene los números estructurales siguientes:

$$Mr (\text{Subbase}) = 17,000 \text{ psi} \qquad N_x = SN_1 + SN_2 = 2.80$$

$$Mr (\text{Base}) = 32,000 \text{ psi} \qquad SN_1 = 2.50$$

Se calcula SN_2 y SN_3

$$SN_2 = SN_x - SN_1 = 3.30 - 2.20$$

$$SN_2 = 0.30$$

$$SN_3 = SN - SN_x$$

TABLA N° 97

	SN	SN ₃
Pavimento Tipo I	3.30	0.50
Pavimento Tipo II	3.00	0.20
Pavimento Tipo III	2.90	0.10
Pavimento Tipo IV	3.40	0.40

Determinación de espesores

	SN_1	2.5
(Carpeta Asfáltica)	$D_1 = \frac{\quad}{a_1}$	$D_1 = \frac{\quad}{0.43} = 5.82$
	SN_2	0.30
(Base)	$D_2 = \frac{\quad}{a_2 \times m_2}$	$D_2 = \frac{\quad}{0.14 \times 1.20} = 1.79''$
	SN_3	SN_3
(subbase)	$D_3 = \frac{\quad}{a_3 \times m_3}$	$D_3 = \frac{\quad}{0.12 \times 1.00}$

TABLA N° 98

	SN_0	D_0
Pavimento Tipo I	0.50	4.17''
Pavimento Tipo II	0.20	1.67''
Pavimento Tipo III	0.10	0.83''
Pavimento Tipo IV	0.40	3.33''

Paquete Estructural

TABLA N° 99

	Carpetas Asfálticas	Base	Subbase
Pavimento Tipo I	5.82'' (14.28 cm)	1.79''(4.54 cm)	4.17'' (10.59 cm)
Pavimento Tipo II	5.82'' (14.28 cm)	1.79''(4.54 cm)	1.67'' (4.24 cm)
Pavimento Tipo III	5.82'' (14.28 cm)	1.79''(4.54 cm)	0.83'' (2.11 cm)
Pavimento Tipo IV	5.82'' (14.28 cm)	1.79''(4.54 cm)	3.33'' (8.46 cm)

3.6.1.2 Método del Instituto del Asfalto - Memoria de Cálculo

Calculo de Espesores

Para la determinación de espesores por este método, se requiere de las siguientes variables:

- ✓ Número de ejes equivalentes (ESAL)
- ✓ Módulo de resiliencia de la subrasante (M_r) en Mpa
- ✓ Factor climático – Temperatura del medio ambiente

Se usará los mismos datos empleados en el cálculo por el método AASHTO.

Calculo del Número de Ejes Equivalentes

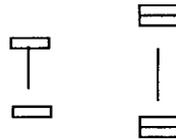
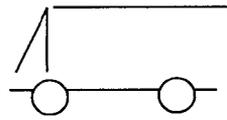
a) Cálculo del Tránsito de diseño

El procedimiento y los resultados, para este caso, son exactamente iguales al del método AASHTO.

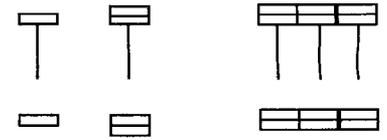
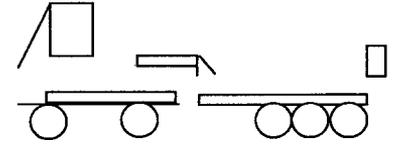
b) Factor Equivalente de Carga

El valor de este factor es diferente, al obtenido por el método AASHTO y depende sólo de la carga máxima por eje, por cada tipo de vehículo.

Se presentara el cálculo para dos tipos de vehículos



B2



T2S3

Tipo de Vehículo

Clase Eje

S

S

S

S Tri

Carga en el Eje (Tn)

7

11

7

11

25

Carga en libras

15,350

24,120

15,350

24,120

54,820

Factor Carga Equivalente (Eje)

0.406

3.094

0.406

3.094 1.763

Factor Camión (LEF)

3.500

5.263

Los valores de la carga no se encuentran en la Tabla *Referencia: Capítulo VII: Cuadro de Tabla y Materiales --Cuadro N° 07 . Ha tenido que interpolarse.*

- Para los otros tipos de vehículos, sólo se presentará los resultados en la tabla de tabulación.

Determinar ESAL de diseño (Método del Instituto del Asfalto)

Carretera: "Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta – Cajamarca tramo km 00+000 – 06+000"

Parámetros de diseño: Periodo de diseño: 15 años

TABLA N° 100

TRANSITO PROYECTADO						
Tipo de Vehículo	Cantidad Vehículo Diario(VTD)	Tasa Crecimiento	Factor de Crecimiento	Tránsito de Diseño	Factor Camion	ESAL
Autos	991	5	21.58	439,773.10	0.0020	879.55
Pick up	528	5	21.58	234,308.98	0.0150	3,514.63
C.R	425	4	21.58	188,600.98	0.0388	7,317.72
Micros	9	5	21.58	3,993.90	0.0150	59.91
B2	307	4	20.02	134,488.41	3.5000	470,709.44
B3-1	164	4	20.02	71,843.97	1.5124	108,656.82
C2	521	2	17.29	223,044.53	3.5000	780,655.85
C3	218	2	17.29	93,327.65	2.3853	222,614.45
C4	114	2	17.29	48,804.37	1.6722	81,610.67
T2S2	95	2	17.29	40,670.31	5.4793	222,844.82
T2S3	103	2	17.29	44,095.18	5.2630	232,072.91
T3S2	89	2	17.29	38,101.66	4.3646	166,298.49
T3S3	106	2	17.29	45,379.50	4.1483	188,247.78
C2R2	85	2	17.29	36,389.22	9.6880	352,538.79
C2R3	108	2	17.29	46,235.72	8.5733	396,392.68
C3R2	79	2	17.29	33,820.57	8.5733	289,953.91
C3R3	79	2	17.29	33,820.57	7.4586	252,254.11
					ESAL Total =	3,776,622.52

Tránsito Diseño : Cantidad de Vehículos diario x factor de crecimiento x 365 días

ESAL : Tránsito Diseño x Factor Camión.

De acuerdo a las tablas (Punto 2.1 – Fundamentación teórica del diseño AASHTO); se usara como factor de distribución por carril 0.45 y utilizando el gráfico del Anexo D se obtiene como factor de presión de llantas 1.3 para una presión de inflado de 90 psi

Por lo tanto

$$ESAL \text{ de Diseño} = 3'776,622.52 \times 0.45 \times 1.30 = 2'209, 324,174$$

$$ESAL \text{ de Diseño} = 2.21 \times 10^6 \text{ ejes equivalentes.}$$

Determinación del Módulo de Resiliencia

Utilizando la fórmula propuesta por el Método del Instituto del Asfalto, se obtiene Mr en Mpa

$$Mr = 10.3 \times CBR$$

	CBR	Mr_(en Mpa)
Pavimento Tipo I	28.30	291.5
Pavimento Tipo II	17.00	175.1
Pavimento Tipo III	15.20	156.6
Pavimento Tipo IV	40.00	412.0



Factor Climático

Considerando que la carretera se va a ejecutar en la ciudad de Cajamarca se escogerá el clima templado (Entre 7 °C y 24 °C)

Determinación de Espesores

Se obtendrá el espesor de refuerzo asfáltico total y luego se convertirá en capas de material granular.

- ✓ Se utilizara la tabla para 15.5 °C
- ✓ Con el valor de ESAL de 2.21×10^6 y el módulo de resiliencia se obtiene.

TABLA N° 101

	Mr (En Mpa)	Refuerzo Asfáltico Total(mm)
Pavimento Tipo I	291.5	205
Pavimento Tipo II	175.1	220
Pavimento Tipo III	156.6	225
Pavimento Tipo IV	412	190

- ✓ El espesor de la carpeta asfáltica, de acuerdo a los mínimos recomendados por el Instituto del Asfalto sería 12.5 cm; pero, en este caso usaremos 9 cm PARA COMPARAR LOS ESPESORES CONTRA EL METODO ASHTOO
- ✓ Se convertirá el espesor total del refuerzo asfáltico en dos capas, utilizándose la relación

1 Espesor Carpeta Asfáltica equivale a 3 Espesores de base Granular

TABLA N° 102

	Carpeta Asfáltica	Base Granular
Pavimento Tipo I	9	34.5
Pavimento Tipo II	9	39
Pavimento Tipo III	9	40.5
Pavimento Tipo IV	9	30

La capa de base será distribuida en dos capas granulares, mediante la siguiente relación

1 Espesor de Base Granular equivale a 1.5 Espesor de Subbase.

TABLA N° 103

	Carpeta Asfáltica	Base Granular	Subbase Granular
Pavimento Tipo I	9	15	29.25
Pavimento Tipo II	9	15	36.00
Pavimento Tipo III	9	15	38.25
Pavimento Tipo IV	9	15	22.50

Comparando los resultados obtenidos, por los métodos AASHTO y del Instituto del Asfalto, se concluye que este último es muy conservador y es más recomendable utilizar el método AASHTO.

3.6.2 DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

3.6.2.1 Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-2

Consiste en la colocación de una capa de mezcla asfáltica fabricada en caliente y construida sobre una superficie debidamente imprimada, los materiales utilizados para la mezcla asfáltica han sido estudiados con resultados que están de acuerdo a las Especificaciones técnicas del Proyecto y a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras MTC.

Generalidades

La mezcla bituminosa está compuesta básicamente de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral, aditivo mejorador de adherencia y material bituminoso. Los distintos constituyentes minerales son graduados uniformemente y combinados en proporciones, la mezcla obtenida el resultado cumple con las exigencias de graduación MAC 2.

Materiales

Los Materiales son procedentes se han extraído y procesado del Rio Chonta (Sector Llacanora)

a) Agregado Mineral

El agregado pétreo a utilizarse para la mezcla bituminosa proviene de depósitos fluviales de rio Chonta de naturaleza dura, que por la

acción de ser fluviales se está añadiendo aditivo para que proporcione una buena adhesividad.

Agregado grueso procesado triturado, zarandeado y limpio.

b) Agregado Grueso

El agregado grueso debe cumplir con los siguientes requerimientos:

TABLA N° 104

Ensayos	Norma		Requerimiento
	MTC	ASTM - AASHTO	
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	ASTM C-88	12% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	ASTM C-88	18% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	ASTM C-131	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)	-	ASTM D-4791	10% máx.
Caras fracturadas (≤ 3 millones, de Ejes Equivalentes)	MTC E 210	(ASTM D-5821)	65 / 40
Sales Solubles Totales	MTC E 219	ASTM D 1888	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	ASTM C 118	1.00%
Adherencia	MTC E 519	ASTM D 1664	95

(1) La relación a emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

c) Agregados Finos

Los agregados finos son 02 de provenientes de los Depósitos Fluviales de la cantera Rio Chonta agregados procesados:

- ✓ Arena natural zarandeada.
- ✓ Arena obtenido de la trituración de la piedra.

Agregados limpios de impurezas que para su uso serán separados en tolvas diferentes para preparación de la mezcla asfáltica.

Los Agregados finos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

TABLA N° 105

Ensayos	Norma		Requerimiento
	MTC	ASTM - AASHTO	
Equivalente de Arena	MTC E 209	(AASHTO - 176)	Mínimo 45 %
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	NLT 355-74	4% mín.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	ASTM D 4318	NP
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	ASTM D 4318	Max 4
Sales Solubles Totales	MTC E 219	ASTM D 1888	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	ASTM C 118	0.50%

d) Filler Mineral (Relleno Mineral)

El material de relleno de origen mineral, polvo calcáreo no plástico empleado como relleno de vacíos.

El material cumplirá con los siguientes requerimientos mínimos de granulometría:

TABLA N° 106

Malla	% que pasa (en peso Seco)
N° 30	100
N° 50	95-100
N° 200	80-100

e) Cemento Asfáltico

El cemento asfáltico de la refinería de Conchan Lima grado 60/70 de Penetración se usara en esta obra Tramo: Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Km 00+000 al Km 06+000, cumple con el Diseño Marshall.

El cemento asfáltico deberá satisfacer los siguientes requerimientos:

TABLA N° 107

Características del Cemento Asfáltico Clasificado por Penetración

Características	Rango	
	MIN	MAX
Penetración a 25° C, 100 gr. 5 seg. 0.1 mm (AASTHO-T49) (ASTM-D5)	60	70
Punto de Inflamación, COC. ° C (AASTHO-T48) (ASTM-D92)	232	-
Ductibilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm (AASTHO-T51) (ASTM-D113)	100	-
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa (AASTHO-T44) (ASTM-D2042)	99	-
Susceptibilidad Térmica (AASTHO-T240) (ASTM-D2872)		
Ensayo de Película delgada en Horno, 3.2 mm 163° C, 5 hrs.		
Ø Pérdida de masa %	-	0.8
Ø Penetración del residuo, % de la penetración original	52	-
Ø Ductibilidad del residuo 25°C, 5 cm/min, cm.	50	-
Índice de Susceptibilidad Térmica	-1	1
Ensayo de la Mancha con solvente Heptano - Xileno (opcional)	Negativo	

f) Composición de la Mezcla de Agregados

La mezcla se compondrá básicamente de agregados minerales gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en

proporciones tales que se produzca una curva continua aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado MAC 2.

TABLA N° 108

Porcentaje en peso que pasa

Tamiz	Porcentaje que pasa		Variación permisible en % en peso total de los áridos
	MAC-2	MAC-3	(%)
25,0 mm (1")	-	-	+/- 5
19,0 mm (3/4")	100	-	+/- 5
12,5 mm (1/2")	80-100	-	+/- 5
9,5 mm (3/8")	70-88	100	+/- 5
4,75 mm (N° 4)	51-68	65-87	+/- 5
2,00 mm (N° 10)	38-52	43-61	+/- 4
425 mm (N° 40)	17-28	16-29	+/- 3
180 mm (N° 80)	8-17	9-19	
75 mm (N° 200)	4-8	5-10	+/- 1

g) Características de la Mezcla Asfáltica en Caliente.

Las características físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, empleando el método MTC E 504 (ASTM D-1559) "Resistencia al flujo plástico de mezclas bituminosas" y usando el método MARSHALL, serán las señaladas a continuación.

TABLA N° 109

Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso

Parámetros De Diseño Marshall	Cantidad	Capa
		De Superficie
Número de Golpes en cada lado	N°	75
Estabilidad	(Kg)	Mínimo 815
Flujo	(mm)	2 -4
Porcentaje Vacíos de aire	(%)	03-may
Vacios en el agregado mineral	(%)	Ver Tabla
Indice de Compactibilidad		Min. 5 (***)
Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (ASTM 4867/AASHTO T283)		Min. 70
Indice de Rigidez	(Kg/cm)	2350 - 4000

Variación del contenido de cemento asfáltico en la mezcla de diseño +/- 0.3

(***) El índice de compactibilidad se define como:

GEB50 -

GEB5



Siendo:

- ✓ GEB50 y GEB5 las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes respectivamente.
- ✓ (****) El contenido de cemento asfáltico se determinará con los ensayos Marshall.

TABLA N° 110

Vacios Mínimos en el Agregado Mineral (vma)

TAMIZ	VMA	
	VARIEDAD.	
2.36 mm (N° 8)	21	
4.75 mm (N° 4)	18	
9.5 mm (3/8")	16	
12.5 mm (1/2")	15	
19.0 mm (3/4")	14	
25.0 mm (1")	13	
37.5 mm (1 1/2")	12	
50.0 mm(2")	11.5	

h) Anexo

Agregados para diseño de asfalto - Grava Chancada de 3/4"

Material proveniente de la Cantera Rio Chonta, procesado en la planta chancadora.

TABLA N° 111

Promedio estadístico (Grava Chancada de 3/4")

TAMIZ	% que pasa
3/4"	100
1/2"	72.6
3/8"	41.4
N° 04	3.7
N° 10	

TABLA N° 112

Resultado de los ensayos especiales Piedra Chancada cantera Rio Chonta

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultado	Cumple
	MTC			
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.	3.3	SI
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	---	SI
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	19	SI
Partículas chatas y alargadas (1)	-	10% máx.	5.8	SI
Caras fracturadas				
(≤ 3 millones, de Ejes Equivalentes)	MTC E 210	65 / 40	92/77	SI
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.1	SI
Absorción	MTC E 206	1.00%	1	SI
Adherencia aditivo 0.5 %	MTC E 519	95	97	SI

Arena Chancada de 3/8"

Material procedente de la Cantera, Rio Chonta procesado.

TABLA N° 113

Promedio Estadístico (Arena Chancada de 3/8")

TAMIZ	% que pasa
3/8"	100
N° 04	97.7
N° 10	59
N° 40	24.6
N° 80	16
N° 200	8.2

TABLA N° 114

Resultado de los ensayos especiales Arena Chancada cantera Rio Chonta

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultado	Cumple
	MTC			
Equivalente de Arena	MTC E 209	Mínimo 45 %	50%	SI
Adhesividad (Riedel Weber) 0.5 % aditivo	MTC E 220	4 mín.	7	SI
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	N.P.	SI
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	2	SI
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5 % máx.	0.14%	SI
Absorción	MTC E 205	0.50%	Según diseño	----

Arena Natural Zarandeada de < 3/8"

Material procedente de la Cantera Rio Chonta, Arena Zarandeado en planta procesadora.

TABLA N° 115

Promedio estadístico (Arena Zarandeada de 3/8")

TAJUIZ	% que pasa
3/8"	100
N°4	95.9
N°10	83.2
N°40	34.9
N°80	13.6
N°200	5

TABLA N° 116

Resultado de los ensayos especiales Arena Natural Zarandeada cantera Rio Chonta

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultado	Cumple
	MTC			
Equivalente de Arena	MTC E 209	Mínimo 45 %	60%	SI
Adhesividad (Riedel Weber) 0.5 % aditivo	MTC E 220	≥ 6	7	SI
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	N.P.	SI
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	2.00%	SI
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.11%	SI
Absorción	MTC E 205	0.50%	Según diseño	----

Cal Hidratada

TABLA N° 117

Promedio estadístico (Cal Hidratada)

TAJUIZ	ESPECIFICACION	% que pasa	CUMPLE
N°30	100	100	SI
N°50	95 - 100	99.6	SI
N°80	-----	99.4	
N°200	80 - 100	98.7	SI

TABLA N° 118

Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultado	Cumple
	MTC			
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	N.P.	SI
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	1.00%	SI

Además de estos requisitos se comprobó que el material no contiene materia orgánica ni materiales deletéreos, está libre de terrones de arcilla y partículas deleznable, los cuales cumplen con la norma del MTC E 212.

5.1 Diseño de Mezcla Asfáltica

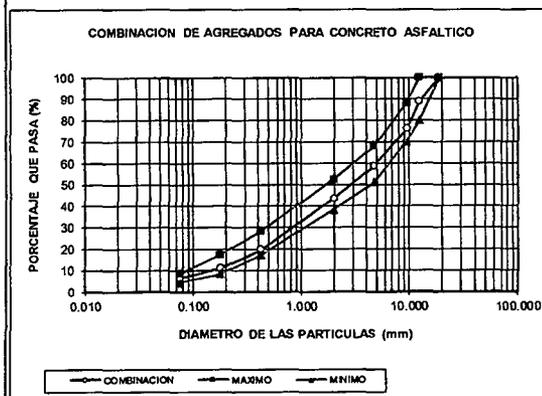
a) Combinación de Agregados Diseños MAC-2

Para la obtención de la fórmula granulométrica se hizo la combinación física de los agregados los cuales cumplen con las especificaciones técnicas y se muestra en la tabla siguiente:

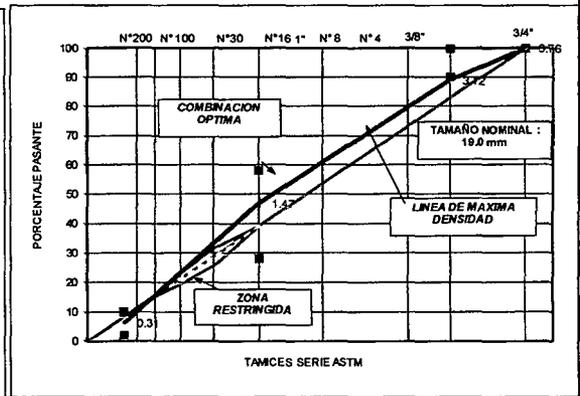
TABLA N° 119
Combinación física de agregados para la mezcla asfáltica – MAC-2

OBRA		: Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al km 06+000							
TRAMO		Tramo 1		PIEDRA # > 4		41.32 REALIZADO		P.C.H.O.	
MUESTRA		PARA DISEÑO ASFALTO EN CALIENTE		ARENA # < 4		58.68 ING. RESPONSABLE :		Ing Luis Morales	
CANTERA		: Rio Chonta				FECHA :		14/03/2013	
Abertura Malla	AASHTO T-27 (mm)	Granulometría de los Agregados					% Combinado que pesa	Especificación MAC-2	
		Agregado # 1 ARENA Zerand	Agregado # 2 Arena Chancada	Agregado # 3 GRAVA	Agregado # 4 GRAVA CHANCA	Agregado # 5 FILLER		MIN	MAX
1"	25.400								
3/4"	19.000				100.0		100.0		100
1/2"	12.500				72.6		88.8	80	100
3/8"	9.500				41.4		76.0	70	88
1/4"	6.350	100.0	100.0		33.6		70.3		
N° 4	4.750	95.9	97.7		3.7		58.7	51	68
N° 8	2.360	86.4	67.1		1.4		46.8		
N° 10	2.000	83.2	59.8		0.0		43.3	38	52
N° 16	1.190	73.6	45.4				36.6		
N° 20	0.840								
N° 30	0.600	53.4	31.6				26.9		
N° 40	0.425	34.9	24.6				100.0	17	28
N° 50	0.300	25.5	21.4				99.6	15.8	
N° 80	0.177	13.6	16.0				99.4	10.8	8
N° 100	0.150	8.4	13.2				99.3	8.5	17
N° 200	0.075	5.0	8.2				98.7	6.1	4

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE
COMBINACION DE AGREGADOS
 (MALLAS EN ESCALA LOGARITMICA)



CURVA GRANULOMETRICA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS
DE ACUERDO AL CRITERIO SUPERPAVE
 (MALLAS EN ESCALA LOGARITMICA - POTENCIA 0.45)



b) Propiedades del Cemento Asfáltico

Las propiedades del cemento asfáltico fueron verificadas y el certificado de calidad del mismo se adjunta en los anexos donde se puede verificar el cumplimiento de lo especificado para el cemento asfáltico clasificado por penetración tipo PEN 85-100.

Adjunto a dicho certificado de calidad del cemento asfáltico tipo PEN 85-100 se anexa la respectiva carta de viscosidad, de la cual se obtiene la temperatura de mezclado y compactación, las cuales son 135°C y 147°C.

c) Propiedades Físicas del Aditivo Morlife 5000

TABLA N° 120

Determinación	Contenido
Color Marrón	Oscuro
Apariencia	Líquida-viscosa
Peso Combinado	383
Numero de Aminas	375
Propiedades Físicas a 25 °C	Líquido
Punto de inflamación (°C)	165
Viscosidad a 25 °c	1000 – 2000 cs
Densidad (+/- 0.04)	1.08 Kg/ Lt.
Punto de fluidez (°C)	-12

TABLA N° 121

Propiedades: Dosificación Mezcla Asfáltica diseño MAC-2

Agregados	Diseño MAC-2
Grava triturada < ¾" -	41.00%
Arena Chancada -	26.50%
Arena Zarandeada -	30.00%
Filler Cal Hidratada	2.50%
Cemento Asfáltico PEN 60/70	5.88%
Aditivo Mejorador de Adherencia	0.50%

TABLA N° 122

Características de la Mezcla Asfáltica en caliente Diseño.

Parámetros De Diseño Marshall)	Cantidad)	Capa	Resultado	Cumple
		De Superficie		
Número de Golpes en cada lado	N°	75	75	SI
Estabilidad	(Kg.)	Mínimo 815	997	SI
Flujo	(mm)	2-4	3	SI
Porcentaje Vacíos de aire	(%)	03-may	4.2	SI
Vacíos en el agregado mineral	(%)	Ver Tabla	18	SI
Indice de Compactibilidad		Min. 5 (***)	7.4	SI
Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (ASTM 4867/AASHTO T283)		Min. 70	74	SI
Indice de Rigidez	(Kg/cm)	2350 - 4000	3326	SI
Estabilidad retenida, 24 horas a 60° C en agua	(%)	Min 75%	91	SI
Contenido de Cemento Asfáltico	(%)	(****)	5.88	SI

Los resultados del diseño Marshall de la mezcla asfáltica en caliente, empleando el método MTC E 504 (ASTM D-1559).

d) Pruebas de adherencia en los agregados

Se han desarrollado pruebas de adherencia en los agregados finos y grueso, para el agregado fino tanto para arena chancada como zarandeada se hizo mediante el procedimiento de ensayo de Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (Riedel Weber) norma MTC E 220 y para grava mediante el ensayo de adherencia del agregado grueso norma MTC E 519, los resultados de los ensayos se resumen en la tabla siguiente:

TABLA N° 123

Resumen de los resultados de ensayos de Afinidad entre agregados y bitumen.

Agregados procesados	Dosis aditivo	Ensayos	Norma	Requerimiento	Resultado
Agregado fino Arena natural zarandeada - cantera rio Chonta	0.50%	Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	Grado 6 min.	Grado 7
Agregado fino Arena chancada - cantera Over Rio Chonta	0.50%				Grado 7
Agregado grueso Piedra chancada - Cantera Rio Chonta	0.50%	Adherencia agregado grueso	ASTM D 1164	95%	97%



e) **Gravedad Específica y Absorción de los Agregados.**

Para cálculos del Ensayo Marshall.

Máx. Densidad Teórica ASTM D- 2041 : 2.412 (gr./cc)

Agregado Grueso Piedra Chancada (gr./cc)

Pe Bulk (Base Seca)	2.647
Pe Bulk (Base Saturada)	2.673
Pe Aparente (Base Seca)	2.718
% de Absorción	1.000

Agregado fino arena chancada (gr./cc)

Pe Bulk (Base Seca)	2.693
Pe Bulk (Base Saturada)	2.782
Pe Aparente (Base Seca)	2.718
% de Absorción	1.200

Agregado fino arena natural zarandeada (gr./cc)

Pe Bulk (Base Seca)	2.644
Pe Bulk (Base Saturada)	2.673
Pe Aparente (Base Seca)	2.722
% de Absorción	1.080



3.7 SEÑALIZACIÓN

3.7.1 Diseño de Señalización a Usar

El Estudio de Señalización y Seguridad Vial ha sido realizado con el propósito de contribuir al mejoramiento en el control y ordenamiento del tráfico en el tramo de carretera en estudio, en concordancia con lo señalado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia.

Bajo este concepto y con la finalidad de proveer a la carretera de todos los elementos y dispositivos necesarios que posibiliten una mayor seguridad en el tránsito vehicular, se ha visto por conveniente compatibilizar las necesidades reales del Proyecto, el carácter turístico de la vía y la idiosincrasia de los usuarios y pobladores.

En concordancia con la evaluación realizada, se ha visto por conveniente dotar al tramo de carretera en estudio con adecuados dispositivos de señalización y seguridad vial para brindar una mayor seguridad de movimiento vehicular en la vía y consecuentemente evitar o minimizar los accidentes de tránsito.

3.7.2 Objetivo

El objetivo del Estudio de Señalización y Seguridad Vial consiste en proveer a la vía de todos los elementos de señalización y dispositivos de seguridad vial necesarios, de conformidad con las exigencias del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia, considerando las condiciones reales de la vía.

3.7.3 Metodología de Estudio

A continuación se describe la metodología utilizada para la elaboración del Estudio de Señalización y Seguridad Vial.

Inspección de campo; actividad realizada con el propósito de conocer con mayor detalle el medio físico donde se desarrolla la vía y las zonas que sin considerarse puntos negros han merecido la atención del caso.

Identificación de los factores que contribuyen a crear inseguridad en el tráfico; con la finalidad de evaluar los sectores que representen riesgo o inseguridad vial y las condiciones de tránsito bajo las cuales se desenvolverán los usuarios de la vía.

Elaboración del Estudio; teniendo como sustento técnico normativo el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, aprobado según Resolución Ministerial N° 210-2000-MTC/15.02, de fecha 03 de Mayo del 2000.

3.7.4 Señalización Vertical

3.7.4.1 Señales Reglamentarias

La inclusión de señales reglamentarias generará un ordenamiento en el tránsito vehicular, además de dar a conocer al usuario de la vía sobre la existencia de las limitaciones y prohibiciones que regulan su uso. En el presente estudio se ha considerado la utilización de señales de carácter reglamentario, dentro de la clasificación de señales relativas al derecho de paso, prohibitivas o restrictivas y de sentido de circulación.

Los paneles de las señales se fabricarán con planchas de fibra de vidrio de 4mm de espesor con resina poliéster y con una cara de textura similar al vidrio. La parte posterior del panel se pintará con doble mano de pintura esmalte de color negro y en el borde superior derecho de esta cara posterior, se colocará una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

Los postes de fijación o soporte de las señales serán de concreto armado prefabricado, los mismos que deberán pintarse con esmalte color negro y blanco, en franjas horizontales de 50 centímetros. Las



dimensiones, especificaciones y detalles constructivos están indicados en los planos que se adjuntan.

Señales relativas al derecho de paso; señal “**Pare**” (R-1) de forma octogonal de 0.75m entre lados paralelos, de fondo color rojo, letras y marco con tinta xerográfica de color blanco; señal “**Ceda el Paso**” (R-2) de forma de triángulo equilátero de 0.75m de lado, con uno de sus vértices en la parte inferior, de fondo color blanco, con franja perimetral roja.

Señales restrictivas o prohibitivas; de forma circular inscritas en una placa rectangular de 0.80x1.20m con el mensaje que encierra la simbología utilizada, de color blanco con símbolo y marco negros, círculo de color rojo, así como la franja oblicua trazada del cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho, que representa prohibición.

Asimismo se utilizarán señales de 0.80x1.00m con el mensaje de reducir la velocidad a 60 KPH, de color blanco con letras y marco de color negro, en zonas de curvas de volteo.

Señales de sentido de circulación; de forma rectangular de 0.80x1.00m con fondo de color blanco, flechas direccionales y marco con tinta xerográfica de color negro.

Las señales reglamentarias serán ubicadas de acuerdo al tipo de mensaje y la prohibición a la que se refiere. En general, deberán colocarse en el lugar donde exista la prohibición o restricción. Para obtener mayor información sobre las señales reglamentarias y los materiales utilizados en su fabricación puede recurrirse a las Especificaciones Técnicas del Proyecto, el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, así como las Especificaciones Técnicas de



Calidad de Materiales para Uso en Señalización de Obras Viales del MTC.

Relación de Señales Reglamentarias que serán utilizadas en el Proyecto

La forma, colores, dimensiones y detalles de las señales de carácter reglamentario a utilizarse en el Proyecto, se encuentran indicadas en los planos de señalización y seguridad vial que se adjuntan al proyecto.

(R-1) Señal de Pare

Se utiliza para indicar a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo. Se colocará donde los vehículos deban detenerse a una distancia del borde más cercano de la vía interceptada no menor de 2 metros.

Generalmente, se complementa con las marcas en el pavimento correspondiente a la línea de parada y cruce de peatones. Estas señales serán colocadas en los principales accesos ubicados a lo largo del tramo, en los puntos inmediatamente cercanos, donde el conductor debe detener su vehículo para permitir el paso a los vehículos que circulan por la vía principal.

(R-2) Señal Ceda el Paso

Se utiliza para indicar a los conductores que ingresan a una vía preferencia, ceder el paso a los vehículos que circulan por dicha vía. Se usa para los casos de convergencia de los sentidos de circulación, no así para los de cruce.

Deberá colocarse en los puntos inmediatamente próximos, donde el conductor debe disminuir o detener su marcha para ceder el paso a los vehículos que circulan por la vía que se está interceptando.

(R-5-2A) Señal Carril permitido para volteo a la derecha y para seguir de frente

(R-5-2B) Señal Carril permitido para volteo a la izquierda y para seguir de frente

Se utiliza en la intersección para indicar a los conductores que está permitido el volteo a la izquierda y a la vez poder seguir de frente.

(R-30) Señal Velocidad Máxima

Se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida, a la cual podrán circular los vehículos. Estas señales serán colocadas para recordar al usuario la velocidad reglamentaria y cuando por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas (urbanas, colegios, etc.), deben restringirse la velocidad.

(R-30-4) Señal Reducir Velocidad

Se utiliza para recordar al usuario de la vía que debe reducir la velocidad en las zonas de curva de volteo, a por lo menos 30 Kph.

3.7.4.2 Señales Preventivas

Serán ubicadas y diseñadas de acuerdo al alineamiento de la vía, en las zonas que representan un peligro real o potencial, que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones del caso.

Las señales preventivas tienen una dimensión de 0.75 x 0.75m con fondo de material retroreflectante de color amarillo; los símbolos, letras y borde del marco se pintarán con tinta xerográfica de color negro.



Los paneles de las señales serán fabricados en fibra de vidrio de 4mm de espesor con resina poliéster y una cara de textura similar al vidrio. La parte posterior de los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte de color negro y en el borde superior derecho de la misma, se colocará una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

Los postes de fijación o soporte de las señales serán de concreto armado prefabricado, los mismos que deberán pintarse con esmalte color negro y blanco, en franjas horizontales de 50 centímetros. Las dimensiones, especificaciones y detalles constructivos están indicados en los planos.

La ubicación de las señales ha sido definida principalmente en función de la geometría de la vía, considerando a aquellos conductores que no se encuentran familiarizados con la carretera y darles el tiempo necesario para percibir, identificar y decidir cualquier maniobra sin peligro. Para obtener mayor información sobre las señales de carácter preventivo puede recurrirse a las Especificaciones Técnicas del Proyecto, el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, así como las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para Uso en Señalización de Obras Viales del MTC.

Relación de Señales Preventivas que serán utilizadas en el Proyecto

La forma, colores, dimensiones y detalles de las señales de carácter preventivo a utilizarse en el Proyecto, se encuentran indicadas en los planos de señalización y seguridad vial que se adjuntan al proyecto.

(P-1A) Señal de curva pronunciada a la derecha

(P-1B) Señal de curva pronunciada a la izquierda



Serán utilizadas para prevenir la presencia de curvas de radio menor de 50 metros y para aquellas de 50 a 120 metros de radio, cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45° .

(P-2A) Señal de curva a la derecha, (P2B) Señal de curva a la izquierda

Serán utilizadas para indicar la presencia de curvas cuyos radios varían entre 50 y 300 metros con ángulos de deflexión menores de 45° ; y para aquellas otras, cuyos radios fluctúan entre 120 y 300 metros con ángulos de deflexión mayores de 45° .

(P-3A) Señal de curva y contracurva pronunciadas a la derecha

(P-3B) Señales de curva y contracurva pronunciadas a la izquierda

Se emplearán para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, separados por una tangente menor de 83 metros y cuyas características geométricas son las indicadas en los señales de curva para el uso de la señal P-1.

(P-4A) Señal de curva y contracurva a la derecha

(P-4B) Señal de curva y contracurva a la izquierda

Se utilizarán para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, con radios inferiores a 300 metros y superiores a 80 metros, separados por una tangente menor de 83 metros.

(P-5-1A) Señal de camino sinuoso a la derecha

(P-5-1B) Señal de camino sinuoso a la izquierda

Se utilizarán para indicar una sucesión de tres o más curvas, evitando la repetición frecuente de señales de curva. Se ha visto

por necesario utilizar la señal R-60 de velocidad máxima, para complementar la restricción de la velocidad.

(P-5-2A) Señal de curva en U a la derecha

(P-5-2B) Señal de curva en U a la izquierda

Se emplearán para prevenir la presencia de curvas cuyas características geométricas la hacen sumamente pronunciadas. Se ha visto por necesario utilizar la señal R-60-4 de reducir la velocidad, para evitar accidentes en zonas de curva de volteo.

(P-16A) Señal incorporación al tránsito derecha

Se utilizarán para advertir la proximidad de una convergencia de una corriente de tránsito incorporándose a una principal en el mismo sentido.

(P-34) Señal badén

Se utilizarán para advertir al conductor sobre la proximidad de un badén.

(P-35) Señal pendiente pronunciada

Se utilizarán para indicar la proximidad de un tramo de pendiente pronunciada, sea subida o bajada.

(P-56) Señal zona urbana

Se utilizarán para advertir al conductor de la cercanía de un poblado con el objeto de adoptar las debidas precauciones. Se colocarán estas señales a una distancia de 200 a 300 metros antes del inicio del centro poblado, debiéndose complementar con la señal R-30 que indica "velocidad máxima", estableciendo el valor que corresponde al paso por el centro poblacional.

3.7.4.3 Señales Informativas

Tienen como finalidad guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. También tienen por objeto identificar puntos notables o de interés, tales como ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y dar información precisa y oportuna que ayude al usuario que utilice la vía.

Las señales de información que se utilizarán en el proyecto serán las de dirección, localización, indicadoras de ruta y de información general, para dar a conocer los lugares o poblaciones más importantes en el trayecto de su destino. Asimismo se emplearán señales con indicación de distancias, las cuales se utilizarán con la finalidad de informar al conductor del vehículo, sobre las distancias a las que se encuentran las poblaciones de importancia. Se utilizarán también postes de kilometraje.

Las señales informativas serán de forma rectangular con su mayor dimensión en posición horizontal y de dimensiones variables, según el mensaje a transmitir. Dichas señales deberán ubicarse al lado derecho de la carretera, de manera que los conductores puedan distinguirlas de manera clara y oportuna.

Las estructuras de soporte para estas señales serán metálicas, constituidas principalmente por tubos negros standard de 3" de diámetro, los cuales serán recubiertos con pintura anticorrosiva y esmalte de color gris. Los carteles de las señales serán fabricados con fibra de vidrio de 4 mm de espesor con resina poliéster y con una cara de textura similar al vidrio. La cara posterior de los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro y en el borde superior derecho de la misma, se colocará una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

El mensaje a transmitir, así como los bordes, se confeccionarán con láminas retroreflectantes de color blanco, mientras que para el fondo de la señal se utilizarán láminas retroreflectantes de color verde,



marrón o azul; de acuerdo a lo indicado en los planos y las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

De acuerdo a lo indicado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia (Anexo E: Uso de los Alfabetos que establece la relación aproximada de velocidades, distancia y altura de letra para cada serie de alfabetos, página 190635), con la velocidad directriz establecida en 40 KPH, para la serie "B" correspondería una altura de 7.5cm; sin embargo, estamos adoptando una altura de 15cm para la misma serie, considerando la distancia de legibilidad recomendada de 100 metros y una velocidad de 60 KPH, que corresponde a la velocidad de operación de los vehículos.

En el caso de los carteles ecológicos, se ha utilizado el mismo criterio para definir la altura de las letras; adoptándose el uso de la Serie "D" con 20cm de altura, que viene a ser el equivalente de la Serie "B" con altura de 15cm.

La altura mínima adoptada para los carteles informativos es de 0.50m, a fin de uniformizar las señales proyectadas y conseguir un adecuado equilibrio óptico en los mensajes a transmitir.

Con relación a las señales informativas de carácter ecológico, se han efectuado las coordinaciones necesarias, a fin de determinar el número y el mensaje de los carteles con relación a la conservación de los recursos naturales, y culturales existentes dentro del entorno vial.

Relación de señales informativas que serán utilizadas en el Proyecto

La forma, colores, dimensiones y detalles de las señales de carácter informativo a utilizarse en el Proyecto, se encuentran indicadas en los planos de señalización y seguridad vial que se adjuntan al proyecto.

(I-5) Señal de destino

Se utilizarán antes de las intersecciones o accesos, a fin de guiar al usuario en su itinerario a seguir para llegar a su destino. Llevarán al lado del nombre del lugar, una flecha que indique la dirección a seguir para llegar al destino indicado.

(I-7) Señal con indicación de distancias

Serán utilizadas para indicar al usuario las distancias a las que se encuentran poblaciones o lugares próximos de destino, a partir del punto donde se encuentra localizada la señal.

(I-8) Postes de kilometraje

Se utilizarán para indicar la distancia al origen de la vía. Dichos postes se colocarán a intervalos de 1 kilómetro, considerando su instalación en el lado derecho para los números pares y al lado izquierdo los números impares.

(I-18) Señal de localización

Se emplearán para indicar la proximidad de poblaciones o lugares de interés, tales como ríos, poblaciones, etc.

(SN) Señales ecológicas

Se emplearán para indicar la proximidad de zonas con presencia de restos arqueológicos y mensajes de conservación del medio ambiente.

3.7.4.4 Señalización Horizontal

Se utilizarán marcas sobre el pavimento con la finalidad de reglamentar el movimiento vehicular e incrementar la seguridad de tránsito en el tramo de carretera en estudio.

Los colores de la pintura de tráfico a utilizar, serán:



a) **Líneas de color blanco**, indican separación del flujo vehicular en el mismo sentido de circulación.

b) **Líneas de color amarillo**, indican separación del flujo vehicular en sentidos opuestos de circulación.

Las marcas sobre el pavimento se clasifican de la forma siguiente:

a) **Líneas de borde**; se utilizarán líneas continuas de color blanco para demarcar el borde del pavimento o calzada, a fin de facilitar la conducción del vehículo, especialmente durante la noche o condiciones climáticas severas. Asimismo se utilizarán líneas discontinuas de borde, cuando está permitido el cruce vehicular (zonas de acceso, intersecciones, estacionamientos y otros).

b) **Líneas centrales**; se utilizará una doble línea continua de color amarillo en el eje de la vía para establecer una barrera imaginaria que separa las corrientes de tránsito en ambos sentidos. Asimismo se utilizarán líneas discontinuas para separar las corrientes de circulación de tránsito en sentido contrario, permitiendo el adelantamiento tomando ciertas precauciones, dichos segmentos serán de 4.5 metros con espaciamentos de 7.5 metros. En zonas urbanas, estas líneas discontinuas tendrán segmentos de 3 metros espaciadas cada 5 metros.

b.1) En las zonas de curvas con prohibición de adelantamiento; se utilizará una línea continua paralela a la línea central espaciada 10cm hacia el lado correspondiente al sentido del tránsito que se está regulando y una línea discontinua al lado paralelo con segmentos de 4.5 metros de longitud con espaciamentos de 7.5 metros. Antes del inicio de la línea continua existirá una zona de preaviso de 48 metros de longitud, antes de la prohibición, que consistirá en segmentos de 4.5 metros de longitud, espaciados cada 1.5 metros. La zona de adelantamiento prohibido consistirá en una barrera imaginaria que separa las corrientes de tránsito en ambos sentidos, debiendo



coincidir con el eje del espaciamiento entre las dos líneas paralelas y continuas de color amarillo. La prohibición se uniformizará desde ambos carriles, eliminándose las prohibiciones parciales de un carril a otro, entre la zona de preaviso y la zona de prohibición.

b.2) Líneas de pare; se utilizarán tanto en zonas urbanas como rurales, donde se deba indicar al conductor la localización exacta de la línea de parada del vehículo. Será una línea de color blanco, sólida de ancho 0.50m, colocada en forma transversal al eje de la calzada, extendiéndose a través de todos los carriles de circulación.

b.3) Líneas de pasos peatonal; se utilizarán tanto en zonas urbanas como rurales, para guiar a los peatones por donde deben cruzar la calzada. Consistirán en franjas de 0.50m de ancho de color blanco espaciadas 0.50m y de un ancho variable de 3 a 8m, dependiendo del ancho de las aceras que conecta y el volumen de tránsito peatonal. Las franjas deberán estar a una distancia no menor de 1.50m de la línea más próxima de la vía interceptante.

b.4) Líneas de canalización del tránsito; se utilizarán en la conformación de islas de canalización del tránsito automotor, con la finalidad de dirigir al conductor en los carriles apropiados, a fin de obtener una operación eficiente y ordenada en la intersección correspondiente.

En líneas generales el ancho de las líneas será de 10cm, para las líneas longitudinales central y de borde, a excepción de las líneas de canalización del tránsito cuyo ancho será de 20cm y las líneas de pare, cuyo ancho será de 0.50m.

Relación de marcas en el pavimento que serán utilizadas en el Proyecto



Los diseños y detalles de la demarcación del pavimento se encuentran indicadas en los planos de señalización y seguridad vial que se adjuntan al proyecto.

Líneas de borde; ubicadas a ambos lados de la vía, de color blanco con un ancho de 10cm. Opcionalmente se utilizarán líneas discontinuas con segmentos de 1 metro espaciadas 1 metro, las mismas que permitirán el cruce vehicular (zonas de acceso, intersecciones, estacionamientos u otros):

Línea central; continua y/o discontinua sobre el eje de la vía, de color amarillo con un ancho de 10cm. El detalle del espaciamiento en la demarcación de estas líneas en zonas rurales y urbanas, se muestra en el plano de señalización correspondiente.

Demarcación en zonas de prohibición de adelantamiento de paso; se utilizará una doble línea (continua hacia el lado que se está regulando y una discontinua al lado paralelo). Considerando la velocidad de diseño establecida en 40 KPH, la zona de preaviso tendrá una longitud de 48 metros.

Líneas de pare; ubicadas en forma transversal al eje de la calzada a una distancia mínima de 1.50 metros de la esquina más cercana a la vía que se cruza y a una distancia anterior al paso peatonal de 1 metro.

Líneas de paso peatonal; se utilizarán preferentemente en zonas donde exista un importante volumen de tránsito peatonal o donde los peatones no puedan identificar con facilidad el sitio correcto para cruzar.

Líneas de canalización del tránsito; se utilizarán en la intersección vial, con la finalidad de orientar el flujo vehicular en forma segura y eficiente.

3.7.4.5 Seguridad Vial

Considerando la carencia total de dispositivos de seguridad vial, se proveerá a la vía de todos los elementos necesarios, con la finalidad de evitar y/o minimizar accidentes de tránsito. En tal sentido, se tiene previsto el uso de los siguientes dispositivos de seguridad vial:

Postes delineadores, tienen como función servir como guía a los conductores durante la conducción nocturna y no como señal de advertencia de peligro alguno.

Estos postes serán de concreto armado prefabricado de sección triangular, en la cual se colocarán láminas retroreflectivas, en bajo relieve, de manera que se dificulte su sustracción por parte de terceras personas.

Estos elementos verticales cuentan con elementos retroreflectivos (láminas) que se utilizarán por lo general en zonas de curva con radios amplios o sectores en tangente de poca longitud con desniveles menores a 3 metros.

Las dimensiones, forma y detalles constructivos de estos dispositivos de seguridad vial, se encuentran indicadas en los planos de señalización y seguridad vial que se adjuntan al proyecto.

Guardavías, serán utilizados en aquellos sectores que se constituyen en un peligro al tránsito vehicular, principalmente se ha considerado su colocación en zonas de curva con radio restringido y sectores con desniveles que sobrepasan los 3 metros de altura.

Estos elementos serán pintados con una mano de pintura imprimante wash primer y posteriormente dos manos de pintura esmalte de color blanco. En el eje central de cada viga se procederán a pintar cinco (05) franjas diagonales de 20cm de espesor a 45°, cuya punta extrema inferior estará en el sentido del tráfico. Las franjas extremas se fijarán



con pintura esmalte de color negro y las intermedias con pintura de color amarillo.

En forma complementaria se ha previsto el uso de captafaros, los mismos que serán colocados en cada viga de defensa, a fin de que los conductores se encuentren convenientemente orientados, principalmente durante la conducción nocturna u horas de poca visibilidad debido a la presencia de neblina.

Las dimensiones, forma, tipos de terminales, captafaros, detalles constructivos de los guardavías, se encuentran indicadas en los planos de señalización y seguridad vial que se adjuntan al proyecto.

Tachas bidireccionales retroreflectantes, son elementos de guía óptica que se fijan sobre la calzada, los mismos que serán utilizados para demarcar algunos sectores de la vía que por sus condiciones de diseño (geométricos) o condiciones atmosféricas (zonas de neblina o escasa visibilidad nocturna), requieren ser resaltados.

Las tachas bidireccionales a colocarse en el eje de la vía, serán de color amarillo en ambas caras; mientras que las que se coloquen en los bordes, serán de color blanco en el sentido del tráfico y de color rojo en sentido contrario. Principalmente se ha considerado su colocación en curvas horizontales y verticales con visibilidad restringida y que por tal motivo requieren de estos elementos para ayudar a prevenir accidentes de tránsito.

Los espaciamientos de estas unidades reflectivas han sido definidos en función del radio de curvatura horizontal, adoptándose la tabla de espaciamiento de los postes delineadores indicadas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia, Capítulo III, numeral 3.4.2.1 Espaciamiento de Delineadores (Tabla 3.1, página 190502).



Las dimensiones, forma y detalles constructivos de estos dispositivos de seguridad vial, se encuentran indicadas en los planos de señalización y seguridad vial que se adjuntan al proyecto.

Pintado de parapetos de alcantarillas y muros, como consecuencia de la falta de iluminación en el tramo de carretera en estudio, se ha visto la necesidad de proceder al pintado respectivo de todos los parapetos de las alcantarillas y muros que queden por encima de la rasante proyectada, con la finalidad de que sirvan de ayuda principalmente durante la conducción nocturna u horas con restricción de origen atmosférico (presencia de neblina).

La disposición de la pintura, espaciamientos, colores, detalles de pintado, materiales a utilizar y otros, se encuentran indicadas en los planos de señalización y seguridad vial que se adjuntan al proyecto.



3.8 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para la identificación de los impactos ambientales se elaboró una matriz causa - efecto, donde se enfrentó las principales acciones del proyecto versus los componentes medio ambientales afectados, además se estableció una estimación subjetiva del impacto sobre el medio ambiente, es decir si es positivo (+) o negativo (-) y por último se estableció la intensidad del impacto, asignando a estos valores: Impacto ambiental débil (1), moderado (2) y fuerte (3).

De la matriz causa - efecto se desprende básicamente lo siguiente.

a. Abastecimiento de Agua.

En este punto no se tendría mayor problema con el abastecimiento de agua, dado que a lo largo de toda la vía existen fuentes de agua. Sin embargo podría afectar en forma negativa y débil la hidrológica y la fauna (animales que beben sus aguas), provocando la muerte o lesión de este último y en forma negativa la agricultura causando un conflicto de uso con la gente del lugar.

b. Campamento.

En la construcción del campamento se podría afectar en forma negativa y débil la hidrológica, el paisaje, el suelo, la flora y los estilos de vida de la población. En forma positiva y moderada el comercio.

La localización del campamento muy cerca de fuentes de abastecimiento de agua originaria riesgos de tipo sanitario, contaminación de residuos sólidos (basura) así como también de excretas.

En su instalación se corre el riesgo de hacer cortes y rellenos afectando el suelo ocupado, así como también la remoción de plantas.

La cercanía de los campamentos a los centros poblados provocaría problemas sociales afectando los estilos de vida de los pobladores.

En el caso de los trabajadores de obra, estos podrían destruir la flora y fauna, y alterar los estilos de vida de la población pero actuaría



positivamente en el sector comercio dado que habría un mayor consumo de productos tales como ropa, alimentos y otros.

c. Explotación de Canteras.

Cantera de Cerro. (El Guitarrero)

Su explotación afectaría en forma negativa y débil al aire, al paisaje, al suelo, a la flora y la salud de los trabajadores.

En resumen se puede decir que afectaría al aire pues la extracción de materiales que se desprenderán al medio ambiente como son partículas de polvo afectara tanto a los trabajadores como a la flora y fauna del lugar; además el paisaje también se vería transformado.

Cantera de Río. (Chonta)

La explotación de esta cantera afectaría negativamente y en forma moderada el agua (hidrológica), al paisaje, al suelo y la salud de la población lugareña.

La movilización de maquinaria la cual trabajara por debajo del nivel de sus aguas provocaría una remoción del material originando turbidez afectando la salud de la fauna y de los pobladores agua abajo; además de provocar una erosión lateral de los taludes.

d. Maquinarias y Patios.

Podría contaminar a cuerpos de agua y el suelo con grasas aceites lubricantes gasolinas y/o petróleo, también afectaría a la vegetación. Además se produciría una contaminación de los cursos de agua (ríos, quebradas, etc.) debido al lavado de los vehículos y maquinarias.

e. Planta Chancadora.

La planta chancadora produciría un impacto negativo y moderado en el aire por la emisión de ruido y polvo, el agua (hidrológica) del río en un posible enturbiamiento y podría afectar la salud de los peces y de los pobladores aguas abajo.

f. Planta de Asfalto.

La planta afectaría en forma negativa y débil al suelo, la fauna presente, al aire y la salud de los trabajadores por la emisión de gases, polvo y ruidos.

g. El proyecto en sí.

El proyecto en sí provocaría un impacto potencial positivo debido a que aumentaría el empleo, además de contribuir al desarrollo de Cajamarca el sector minero, comercial, transporte, educación y la de brindar un crecimiento ordenado de la ciudad de Cajamarca. Y al ordenamiento del tránsito vehicular.

3.8.1 Plan de Manejo Ambiental.

a) Programa de Prevención y Control.

Abastecimiento de Agua.

Coordinar con el Municipalidad Provincial de Cajamarca involucrados y explicarles sobre el motivo del uso del recurso hídrico relacionado con el proyecto, evitando posibles conflictos de uso con los centros poblados más cercanos.

Las principales fuentes de agua son:

TABLA N° 124

Fuentes de Agua	Ubicación	Distancia (Km)
QDA.ARCOMAYO	Km 00+445.00	0.02
QDA.NEGRO MAYO	Km 00+777.00	0.02
QDA.CALISPUQUIO II	Km 02+174.00	0.02
QDA.HUALASPAMPA	Km 02+419.00	0.02
QDA.CALISPUQUIO II	Km 02+783.00	0.02
QDA.CHUCAPAMPA	Km 03+962.00	0.02
QDA.SAN VICENTE	Km 05+170.00	0.02
TOTAL:		0.14

Campamento.

En el caso de construirse campamentos se tomaran las siguientes medidas:

- ✓ Racionalizar el uso de los espacios destinados a las construcciones provisionales de los campamentos, empleando un



diseño arquitectónico que se combine con el entorno circundante, y en lo posible estos deberán ser construidos de materiales prefabricados.

- ✓ En el diseño se deberá tener un máximo cuidado para evitar realizar cortes y rellenos muy grandes limitándose a ejecutar el mínimo movimiento de tierras así como de la cobertura vegetal; también debe ser necesaria su posterior restauración del área afectada.
- ✓ Contaran con pozos sépticos los cuales deben ser excavados con herramientas manuales y su construcción deberá cumplir con los requerimientos ambientales de impermeabilización y tubería de infiltración; por ningún motivo se verterán aguas negras en los cuerpos de agua.
- ✓ Para evitar problemas sociales el campamento deberá estar ubicado lo más lejos posible de los centros poblados.
- ✓ El contratista dictara los dispositivos específicos prohibiendo terminantemente las actividades de caza de especies en el ámbito de influencia del proyecto, así como la compra a lugareños de fauna silvestre.
- ✓ El contratista prohibirá el consumo de bebidas alcohólicas durante toda la ejecución del proyecto minimizando los riesgos de accidentes de orden laboral inducidos por estas.
- ✓ El contratista tendrá la responsabilidad de examinar periódicamente la salud de los trabajadores, dando tratamiento médico cuando sea necesario.
- ✓ En coordinación con los gobiernos locales de la zona, se evitara que la población laboral empleada se posesione de los terrenos aledaños a las áreas de trabajo. Igual medida se tomara con la población local

Explotación de Canteras.

Localizadas en tierra.

Guardar la capa superficial de material orgánica que se retira de las canteras,



para que después de usar el material en las obras, pueda volver a cubrirse la cantera con la materia orgánica y de esa manera facilitar la regeneración de la vegetación, como una de las medias de restaurar la cantera.

En las canteras ubicadas en tierra y que para su explotación tengan que hacerse cortes de gran altura debe aplicarse el sistema de terrazas, evitando así los derrumbes.

Localizadas en lecho de río.

Para el abastecimiento de gravas y arenas se ha seleccionado la cantera localizada en lecho de río, también esta zona de extracción debe estar ubicada fuera del nivel de aguas.

La explotación del material se recomienda realizarla fuera del nivel del agua y sobre las playas del lecho del río ya que el movimiento de maquinaria en zonas que se encuentra por debajo de este nivel generará fuerte remoción de material con el consecuentemente aumento en la turbiedad del agua.

En los casos que la extracción de material se realice dentro del cauce, ésta deberá hacerse hasta un máximo de 1.50m. de profundidad, evitando la profundización de lecho y los cambios morfológicos del río.

En el transporte del material de la cantera a la obra, la emisión de polvo se reducirá humedeciendo periódicamente los caminos de acceso y la superficie de los materiales transportados, cubriéndolos con un toldo húmedo estos últimos. En coordinación con el Distrito de Riego dependiente del Ministerio de Agricultura se ha convenido en que el over, material que se desecha del proceso de trituración, deberá ser usado para defensa ribereña.

Las canteras potencialmente utilizadas, en el área de estudio son las que se mencionan en la siguiente tabla:

TABLA N° 125

N°	NOMBRE	PROGRESIVA (Km.)
1	Cantera Gavilán	A 11 Km. Del Proyecto (Via Pavimentada)
2	Río Chonta - Llacanora	A 8.0 Km. Del Proyecto (Via Pavimentada)



Maquinarias y su respectivo patio.

El equipo móvil y la maquinaria pesada debe estar en buen estado mecánico y de carburación de tal manera que quemen el mínimo necesario de combustible, reduciendo así las emisiones de gases contaminantes.

Evitar la emisión de ruidos excesivos y vibraciones que afecten a la población y los animales del entorno, mediante el control del buen estado, regulación y/o calibración de los vehículos, equipos y maquinarias, realizando el mantenimiento periódico riguroso.

El contratista debe prohibir que vehículos, maquinarias y equipos sean lavados en cuerpo de agua de la zona.

Durante el abastecimiento de combustible y mantenimiento de maquinaria y equipo, incluyendo el lavado de vehículos, se tomará precauciones necesarias que eviten el derrame de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes a ríos, quebradas, o al suelo mediante buenas prácticas de cuidado. Los desechos de aceite serán almacenados en bidones para su posterior eliminación en un botadero.

Ubicar el patio de maquinaria aislado de cualquier curso de agua y de ser posible de áreas con vegetación, asimismo evitar los escapes de combustible o lubricantes durante el mantenimiento del equipo mediante buenas prácticas de cuidado.

Los pisos deben tener una capa de ripio o cascajo, que periódicamente será cambiado eliminándolo en el depósito de desecho acondicionado en la zona.

Planta Chancadora.

Evitar el incremento de niveles sonoros (ruidos excesivos y vibraciones) que afecten a los trabajadores y fauna silvestre del entorno, para lo cual dicha actividad debe ser realizada en horas diurnas.

Planta de Asfalto.

Se evitará derrames de mezcla asfáltica en el suelo y el aumento de material particulado en la atmósfera resultado del manipuleo del material.



Deberá estar alejado de centros poblados. La chimenea deberá ser lo suficientemente alta para evitar que él se vaya hacia abajo perjudicando a los trabajadores.

El proyecto en si

Para atenuar el incremento de niveles sonoros se deberá dar fluidez a la vía mediante una señalización adecuada.

Establecer límites de velocidad y estructurar adecuadamente el tráfico nocturno. Los tubos de escape deberán estar en buen estado y con silenciador.

b) Programa de Cierre

Concluidas todas las obras se mantendrá personal básico que intervendrá en las tareas de abandono de la obra (incluye movimiento de tierras, campamentos, patio de maquinarias, planta chancadora y planta asfáltica). Este equipo de personas se encargará del desmantelamiento de las estructuras construidas para albergar al personal y equipo de construcción y la restitución de suelos y cobertura vegetal de las áreas intervenidas.

Todos los escombros que estén a los lados de la carretera antes de iniciarse la obra son llamados pasivos ambientales y deberán ser llevados al botadero respectivo. Concluido el abandono, la empresa contratista deberá entregar a las autoridades ambientales competentes un informe detallado sobre las actividades desarrolladas en el periodo de abandono. Estas deberán contar con el aval del Supervisor de Obras. En caso de encontrarse irregularidades, estas deberán subsanarse para recibir la apropiación correspondiente.

Campamento.

Finalizadas todas las obras de construcción se debe retirar todas las edificaciones utilizadas, limpiar totalmente el área empleada los residuos debe ser convenientemente dispuesto en los botaderos, sellar los pozos sépticos y



restituir sus elementos naturales, humedeciendo y removiendo las zonas que han sido compactadas.

Se debe efectuar la recuperación del sitio ocupado por el campamento, procediendo a restablecer la morfología inicial del paisaje procediendo a su revegetalización con especies propias del lugar o con el material orgánico guardado.

Canteras - Localizadas en tierra.

Peinado y alisado o redondeado de taludes para suavizar la topografía a fin de evitar posteriores deslizamientos, adecuando el área intervenida a la morfología del entorno circundante.

La revegetación de estas áreas se hará empleando el suelo orgánico retirado al inicio de la construcción con especies típicas del lugar.

Localizadas en el lecho del río.

Se procederá al reacondicionamiento del curso del río, eliminando las alteraciones producidas durante la extracción de materiales (montículos, desvíos).

Se procederá a una nivelación del lecho del río afectado, también la eliminación de las rampas de carguío reacondicionando el área intervenida a la morfología circundante.

Patio de Maquinarias.

Al culminar todas las obras de construcción, se debe levantar las instalaciones efectuadas para el mantenimiento y reparación de las máquinas. Los materiales desechados serán dispuestos convenientemente en los botaderos. Todos los suelos contaminados por aceite, petróleo y grasas deben ser removidos hasta una profundidad de 10cm. por debajo del nivel inferior y retirarlos al botadero.

Planta Chancadora.

Se hará una remoción de construcciones provisionales realizadas para colocar



la planta chancadora. Se debe renivelar el terreno ocupado por la planta chancadora con una motoniveladora y/o cargador frontal, hasta restaurarlo de acuerdo al relieve del entorno. Además se procederá a la demolición de rampas y pozas.

Planta de Asfalto.

Luego de la desactivación y levantamiento de la planta de asfalto se procederá a la recuperación morfológica del área intervenida. Es preciso escarificar y eliminar el suelo afectado por los derrames con asfalto y restos de estos, deben ser removidos hasta un nivel de 10cm. por debajo del nivel inferior afectado contaminado y trasladado cuidadosamente al botadero y tapanlo. Seguidamente efectuar un nivelado general, utilizando todo el material de descarte.

Igualmente se debe proceder a levantar todas las otras instalaciones realizadas para efectuar el carguío y el transporte del asfalto.

Culminadas estas labores se deberá iniciar la revegetalización de las áreas alteradas con especies de la zona.

Botaderos

Los materiales excedentes del proceso de rehabilitación y mejoramiento de la carretera deben ser acondicionados y colocados en los respectivos botaderos. Dicho material debe ser compactado para evitar su dispersión, por lo menos con cuatro pasadas de tractor de orugas sobre capas de 40cm. de espesor. Asimismo para reducir las infiltraciones de agua en el botadero deben densificarse las dos últimas capas anteriores a la superficie definitiva, mediante varias pasadas de tractor de orugas. (Por lo menos 10 pasadas).

La superficie del botadero se deberá perfilar con una pendiente suave de modo que permita darle una acabado final acorde con la morfología del entorno circundante, y efectuar el recubrimiento del material, una vez compactado con una capa superficial de suelo orgánico a fin de reforestar éstas áreas con especies propias de la zona.

TABLA N° 125

Botadero Seleccionado

N°	PROGRESIVA (Km.)	LADO
1	3+000 a 0.05 Km.	Derecho

c) Programa de Monitoreo

Este programa tiene por finalidad hacer un seguimiento del estudio de impacto ambiental para tomar todas las medidas correctivas en caso de ser necesario, y velar para que se cumpla dicho estudio.

Este programa tiene otro objetivo que consiste en efectuar acciones orientadas a editar y prevenir las posibles alteraciones que pudieran ocurrir como consecuencias de los trabajos de pavimentación de la carretera.

La implementación del programa de monitoreo deberá organizarse con la participación del contratista de obra, Municipalidad Provincial de Cajamarca y la supervisión.

Teniendo como base el programa de manejo ambiental el contratista presentara informes periódicos sobre los siguientes aspectos.

- ✓ El manejo de campamentos y el estado del personal. En este punto se deberá efectuar un seguimiento sobre la red de agua y desagüe, asimismo las condiciones de los ambientes destinados a dormitorios y comedores.
- ✓ Generación de vertidos sólidos y líquidos. En este punto será necesario establecer un control periódico sobre la naturaleza de los vertidos y su destino final.
- ✓ Uso de canteras y botaderos. Se deberá verificar el uso de las canteras y botaderos tengan relación con los volúmenes establecidos en el estudio y que estos se manejen de acuerdo a los lineamientos establecidos.
- ✓ Uso de fuentes de agua. Durante las actividades de control se verificaran los problemas colaterales que puedan suscitarse. Las actividades antes mencionadas serán efectuadas por el contratista y verificadas por el supervisor ambiental.



d) Programa de Contingencias.

Este programa consiste en las contingencias que se presentaran en las fases de estudio, instalación de equipos asfálticos, proceso de asfaltado y post obra. Este programa tiene la finalidad de prevenir y controlar desastres naturales provocados por los equipos, maquinarias y/o desastres naturales, además de evitar accidentes en los trabajadores y a la población circundante.

Dicho programa cumple acciones principalmente en:

- ✓ Accidentes de los trabajadores y terceros por la operación de maquinarias equipos y otros.
- ✓ El contratista deberá tener capacitado a un personal no menor de 6 personas en dar atención de primeros auxilios, asimismo, deberá asignar un responsable que coordine con dicho equipo y/o postas médicas.
- ✓ Cuando se presenten enfermedades de equipo respiratorio, los diferentes centros de salud deberán estar preparados con equipo, personal y medicinas.
- ✓ El contratista deberá ser simulacros ante la eventualidad de un desastre.
- ✓ En caso de incendios ya sea por explosiones de gas o incendios en general, El contratista deberá contar con un personal adecuado equipado para este tipo de desastres.
- ✓ Equipos contra incendios, Extintores de P.Q.S. (ABC) de 12 Kg. con cartucho externo.
- ✓ Extintores de CO₂.



3.9 CATASTRO PARA LA EXPROPIACIÓN

Objetivos Generales

Mitigar o compensar los impactos sociales negativos, que el proceso Construcción de la Nueva Vía de Evitamiento pueda generar sobre las estructuras sociales y fuentes de ingreso de los involucrados directos, identificando las necesidades de la población involucrada y el establecimiento de mecanismos para favorecer la cesión de áreas, así como, la reubicación en los casos que fuera necesarios.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos del Plan de Compensación y Reasentamiento Involuntario del presente proyecto son los siguientes:

- ✓ Identificar, levantar y valorizar las afectaciones físicas, y realizar la caracterización socio económica de sus propietarios.
- ✓ Definir los Programas de Compensación a los propietarios afectados por las pérdidas físicas y costos que le pudiese generar el proyecto, incluyendo el restablecimiento de las ondiciones socioeconómicas.
- ✓ Diseñar de las estrategias para la aplicación de los programas

3.9.1 Derecho de Vía.- El derecho de Vía o Faja de dominio, dentro del cual se encuentra la carretera y sus obras complementarias se extiende hasta 5 m más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de cualquier obra de arte o drenaje que eventualmente se construya. En todo caso, según las Normas DG-2001, el ancho mínimo adoptado de la faja de dominio para esta Carretera es de 30 metros (15m a cada lado del eje)

3.9.2 Valorizaciones.- Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos se detallan a continuación.

a) Objetivo de la Valuación.- Determinar los Valores Comerciales y precios de bienes inmuebles existentes en la franja del predio rústico



afectado por el Estudio del Proyecto Carretera "NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA Km 00+000 al Km 06+000" "

b) Metodología Empleada.- La valuación comercial se efectúa en concordancia con el Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú, aprobado por RM N° 126-2007-VIVIENDA, de fecha 07 de Mayo del 2007, aplicando el método de valuación directa, previa inspección ocular. El precio respectivo resulta de conformidad con lo ordenado en el artículo 3 de la Ley 27628.

c) Localización.- El predio de Unidad Catastral.

d) Linderos del Área Afectada.- De conformidad con el plano, los linderos del área afectada son:

Por el norte :

Por el sur :

Por el este :

Por el oeste :

Área Total, Afectada y Remanente

Área	M ²
Matriz	
Afectada	
Remanente	

f) Perímetro del Área Afectada.- La línea poligonal que encierra los linderos del área afectada.

g) Factores Ecológicos.- El predio se ubica en la Zona, temperaturas promedio, promedio precipitaciones totales anuales.

h) Zonificación y uso actual

✓ Zonificación

✓ Uso Actual



i) Naturaleza y Clasificación de las Tierras y Áreas Respectivas.-En la franja afectada el terreno reúne condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos en limpio o permanentes, la presencia de heladas en determinados meses del año, lluvias estacionales, lugar para aprovechamiento ganadero. Pendientes del terreno.

j) Plantaciones Permanentes.- Si existe

k) Recursos de agua y Derecho de riego

l) Construcciones, Instalaciones y Obras Complementarias

m) Infraestructura de Servicios del Entorno.- Si cuenta con agua potable, energía eléctrica y desagüe.

n) Forma de Explotación.-El predio con área afectada se trabajara por el Titular o no.

ñ) Titulación e Inscripción

o) Gravámenes

p) Observaciones

q) Valorización Comercial y Precio del Área afectada

- ✓ Valuación del terreno.
- ✓ Valuación comercial total del área afectada.
- ✓ Precio del área afectada.



TABLA N° 125

Valores Oficiales en Terrenos Rústicos



Página: 170

VALORES OFICIALES DE TERRENOS RUSTICOS

CODIGO : 060101 -20-001 CAJAMARCA

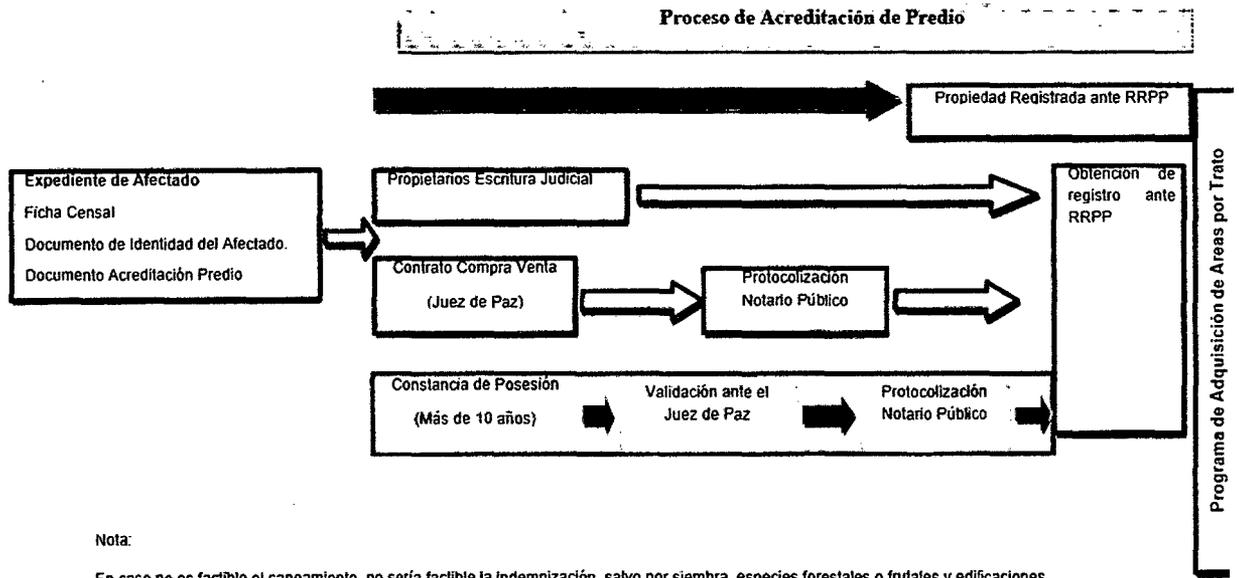
APROBADOS POR R.M. N° 0217-2011-VIVIENDA DEL 28/10/2011
 VIGENTES A PARTIR DEL 01/01/2012

REGION: SIERRA
 PROV : CAJAMARCA
 DISTRITOS : CAJAMARCA, HACDORALSA, LOS BAÑOS DEL INCA, ENCAJADA, MATARA, JESUS MARCOS, LLACANORA, SAN JUAN

GRUPO DE TIERRAS	VALORES POR CATEGORIA EN NUEVOS SOLES POR HECTAREA					
	1 ca.	2 ca.	3 ca.	4 ca.	5 ca.	6 ca.
TIERRAS APTAS PARA CULTIVO EN LIMPIO CON RIEGO						
DE 500 A 2 000 m.s.n.m.	11,165.28	9,490.49	6,699.17	2,791.32		
DE 2 001 A 3 000 m.s.n.m.	8,932.23	7,592.39	5,359.24	2,233.06		
DE 3 001 A 4 000 m.s.n.m.	6,699.17	5,698.29	4,019.50	1,674.79		
MAS DE 4 000 m.s.n.m.	4,466.11	3,796.20	2,679.67	1,116.53		
TIERRAS APTAS PARA CULTIVO PERMANENTE CON RIEGO						
DE 500 A 2 000 m.s.n.m.					2,009.75	1,674.79
DE 2 001 A 3 000 m.s.n.m.					1,607.60	1,339.83
DE 3 001 A 4 000 m.s.n.m.					1,205.85	1,006.88
MAS DE 4 000 m.s.n.m.					803.90	669.92
TIERRAS APTAS PARA PASTOREO, CON RIEGO						
DE 500 A 2 000 m.s.n.m.	596.26					
DE 2 001 A 3 000 m.s.n.m.	446.64					
DE 3 001 A 4 000 m.s.n.m.	334.96					
MAS DE 4 000 m.s.n.m.	223.31					
TIERRAS ERIZAS						
	111.65					

NOTA: EL VALOR DE LAS TIERRAS QUE SE RIEGAN CON AGUA DE LLUVIA (SECANO), ES IGUAL A LA MITAD DEL VALOR CORRESPONDIENTE A LA RESPECTIVA CATEGORIA DE TIERRAS CON RIEGO.

Diagrama del Programa de Saneamiento Legal





CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1. Conclusiones

5.1.1 El inicio de la vía en estudio se encuentra ubicado en la carretera Ciudad de Dios Cajamarca Km 176+250 ruta 3N y culmina en la parte alta del Barrio San Vicente, la vía presenta una topografía ondulada y accidentada.

5.1.2 De acuerdo a los datos obtenidos del levantamiento topográfico y posterior diseño en gabinete, las condiciones de terreno no permiten que 4 radios cumplan con las dimensiones establecidas.

Justificación

- ✓ Curva N° 2 - Radio = 97.37m Cruce de Quebrado Arcomayo - Zona con las características apropiadas para la construcción de Puente.
- ✓ Curva N° 3 - Radio = 58.32m Cruce de Quebrada Negro Mayo - Zona con las características apropiadas para la construcción de Puente.
- ✓ Curva N° 7 - Radio = 95.46m Cruce de Quebrada Calispuquio II - Zona con las características apropiadas para la construcción de Puente.
- ✓ Curva N° 14 - Radio = 69.06m Cruce de Quebrada San Vicente - Zona con las características apropiadas para la construcción de Puente

5.1.3 De acuerdo al estudio de tráfico, nos da como resultado un IMDA de 4021 vehículos por día, clasificándola como Dual o Multicarril. Se empleó un factor de corrección estacional 1.1837, debido a que la unidad de peaje Ciudad de Dios, se encontraba suspendido temporalmente el cobro de peaje desde el 15 de Febrero del 2007.

5.1.4 Se realizó la inspección geológica de toda la zona de estudio a través de cual comprobamos la existencia de las formaciones geológicas: Formación Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat, Pariatambo y Chulec. Depósitos Aluviales. Volcánico Huambos.

- ✓ Depósitos
Fluvio aluviales, Coluviales, Aluviales.

✓ Presencia de Rocas Sedimentarias: Calizas, Cuarcitas, Lutitas, Lutitas Calcáreas, Areniscas y rocas Carbonatadas.

5.1.5 El suelo de la subrasante presenta un CBR 15.20 promedio.

Presencia de Suelos gravo-arenosos.

Según la Clasificación AASHTO: Suelos A-1 y A-2.

5.1.6 El material para subbase es proveniente de la Canteras El Gavilán, obteniéndose las siguientes características:

CBR = 59.90%.

Suelo A-1-a (0). De acuerdo a la clasificación AASHTO.

Suelo GP, según la clasificación SUCS y cumple con las especificaciones dadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, AASHTO y ASTM.

5.1.7 El material para base de la Cantera del río Chonta –Sector Llacanora, obteniéndose las siguientes características:

CBR = 100.85%.

Se clasifica como suelo A-1-a (0), según la clasificación AASHTO.

La clasificación SUCS corresponde a un suelo GP y cumple con las especificaciones dadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, AASHTO y ASTM.

5.1.8 El volumen de las canteras satisface con la cantidad requerida de material para base y subbase.

5.1.9 Para el diseño de la estructura del pavimento se usaron dos métodos: Método AASTHO y Método del Instituto del Asfalto, de los cuales se eligió Método del AASTHO por economía, obteniendo los siguientes resultados:

Descripción de Pavimento	Carpeta Asfáltica	Base	Subbase	Comentarios
Pavimento Tipo I	9 cm	15 cm	15 cm	Km 00+000 al Km 02+000
Pavimento Tipo II	9 cm	15 cm	20 cm	Km 02+000 al Km 04+000
Pavimento Tipo III	9 cm	15 cm	15 cm	Km 04+000 al Km 04+800
Pavimento Tipo IV	9 cm	15 cm	20 cm	Km 04+800 al Km 06+000

5.1.10 El método utilizado para el diseño de mezclas asfálticas para la superficie de rodadura es el Método Marshall.

5.1.11 En este estudio fueron usados agregados de la cantera Rio Chonta (Sector Llacanora).

5.1.12 Los ensayos de laboratorio, físico mecánicos tanto de la mezcla de gravas, arenas chancada y natural para la mezcla asfáltica se han analizado en laboratorio y presentan adjuntos en el anexo respectivo.

5.1.13 El óptimo contenido de cemento asfáltico obtenido para el diseño MAC-2 es de 5.88 %, los cuales se obtuvieron siguiendo el criterio de promediar los valores del estudio de las curvas de energía de compactación constante vs. El contenido de cemento asfáltico de los parámetros de los requerimientos entre estabilidad, Flujo y porcentaje de vacíos.

5.1.14 La mezcla asfáltica con su respectivo contenido óptimo fueron evaluadas atendiendo todos los parámetros establecidos en las presentes Especificaciones Técnicas.

5.1.15 Con la carta de viscosidad procedemos a determinar las temperaturas de producción de mezcla asfáltica en planta y compactación en pista.

5.1.16 Certificado de las propiedades físicas del Aditivo Morlife 5000, en los ensayos cumple con la afinidad entre agregado y bitumen.

5.1.16 Temperatura de planta de asfalto 140 °C.

5.1.17 Temperatura de compactación con rodillo vibratorio <133 °C.

5.1.18 Temperatura de compactación con rodillo neumático <125 °C.

5.1.19 La planta de Asfalto está ubicada cerca de la Cantera del rio Chonta. (Sector Llacanaora – Frente de la Planta de Concreto de Cementos Pacasmayo).

5.1.20 Las alcantarillas son estructuras que conforman la mayor parte del sistema de drenaje transversal de la vía en estudio. Para el presente proyecto se han considerado estructuras del tipo TMC, Marcos de Concreto. Se ha proyectado alcantarillas en los cursos de agua permanente o temporal (quebradas) y también en los lugares donde por exceso de longitud de las cunetas es necesario ejecutar alcantarillas para descargar estas.

Además se ha tenido en cuenta que algunas alcantarillas también servirán para la descarga de los subdrenes.



Para las alcantarillas tipo TMC el borde libre se ha considerado es igual 10% del tirante, esto bordes libres tienen relación con la cantidad de transporte de sólidos.

5.1.21 En la estructura de costos se está empleando el acta de negociación colectiva del 11-07-13 firmada entre CAPECO y la FTCCP, aplicada por acuerdo de Consejo Regional N° 039-2007-GR-CAJ-CR (17-04-2007). Escalas Vigentes al 31-05-14.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 El material para la subbase, deberá ser mezclado en los porcentajes indicados, para que cumplan con las especificaciones dadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

5.2.2. El contenido óptimo de asfalto utilizado en la mezcla asfáltica está hecho para los porcentajes indicados de piedra y arena, cualquier cambio en estos porcentajes se deberá hacer un nuevo diseño.

5.2.3 En la etapa de construcción del asfalto se debe efectuar el control del proceso de chancado de los agregados y las características de la mezcla a producir.

5.2.4 Se sugiere la realización de los ensayos de hinchamiento y Encogimiento del material de las canteras para tener una mejor precisión de los volúmenes explotables.

5.2.5 El espesor adoptado como capa de afirmado para toda la longitud de la vía, determinados de tal forma que se reducen los riesgos de falla tanto estructurales (ahuellamientos) como funcionales (rugosidad).

5.2.6 Para el futuro se recomienda el empleo de una balanza para camiones, a fin de que las cargas transportadas de o hacia las minas no excedan los límites establecidos en el Reglamento y las vías de acceso sean preservadas de un fuerte deterioro.

5.2.7 Realizar la consulta pública, es un proceso de información y diálogo entre empresa ejecutora, población local y Estado, acerca de las actividades de la



construcción de la carretera. En una localidad determinada dentro de un marco normativo que la regula a fin de adoptar las medidas de prevención y manejo de los posibles impactos sociales y ambientales.



CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFIA



Bibliografía.

- 6.1. Ministerio de Transportes y Comunicaciones: "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2001", Lima – Perú, 2002.
- 6.2. Ministerio de Transportes y Comunicaciones: "Especificaciones Técnicas Generales para Carreteras EG -2000", Lima – Perú, 2002.
- 6.3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones: "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras", Lima – Perú, 2002.
- 6.4. Centro Peruano - Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID): "Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica", Lima – Perú, 2002.
- 6.5. Céspedes Abanto, José María: "Carreteras Diseño Moderno", Editorial Universitaria. Primera Edición, Cajamarca – Perú, 2001.
- 6.6. Céspedes Abanto, José María: "Los Pavimentos en las Vías Terrestres: Calles, Carreteras y Aeropistas", Editorial Universitaria. Primera Edición, Cajamarca – Perú, 2002.
- 6.7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Dirección General de Caminos: "Primera Reunión de Capacitación y Coordinación Técnica de la Dirección General de Caminos", Lima – Perú, 2000.
- 6.8. Ministerio de Transportes y Comunicaciones: "Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras", Volumen I, Lima – Perú, 1999.
- 6.9. Dávila Burga, Jorge: "Diccionario Geológico", Lima – Perú, 1999.
- 6.10. Joseph E. Bowles: "Manual de laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil", Editorial McGraw-Hill.
- 6.11. Rico Rodríguez, Alfonso y Del Castillo, Hermilo: "Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres", Editorial Limusa, Décima Edición, México, 1993.
- 6.12. Juárez Badillo, Eulalio y Rico Rodríguez, Alfonso: "Mecánica de Suelos Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos", Editorial Limusa, México, 1997.
- 6.13. Juárez Badillo, Eulalio y Rico Rodríguez, Alfonso: "Mecánica de Suelos Tomo III: Flujo de Agua en Suelos", Editorial Limusa, México, 1997.
- 6.14. Pasquel Carbajal, Enrique: "Tópicos de Tecnología del Concreto", Ediciones Colegio de Ingenieros del Perú, Lima – Perú, 1998.



-
- 6.15. Larry W. Mays, David R. Maidment y Ven Te Chow: "Hidrología Aplicada", Editorial McGraw Hill, Santa Fe de Bogotá – Colombia, 1996.
- 6.16. Vivar Romero, German: "Diseño y Construcción de Pavimentos", Capítulo de Ingeniería Civil, Lima – Perú, 1995.
- 6.17. Crespo Villalaz, Carlos: "Mecánica de Suelos y Cimentaciones", Editorial Limusa, México, 1994.
- 6.18. Rivva López, Enrique: "Diseño de Mezclas", Lima – Perú, 1992.
- 6.19. Richard H. French: "Hidráulica de Canales Abiertos", Editorial McGraw Hill, México, 1988.
- 6.20. Ing. Huamán Vidaurre, Francisco. "Separatas Del Curso De Ingeniería De Drenaje", Facultad de Ingeniería-Escuela de Ingeniería Civil – Universidad Nacional de Cajamarca.



CAPÍTULO VI

METODOLOGIA



Resultados de Mecánica de Suelos

a) Ensayos de CBR

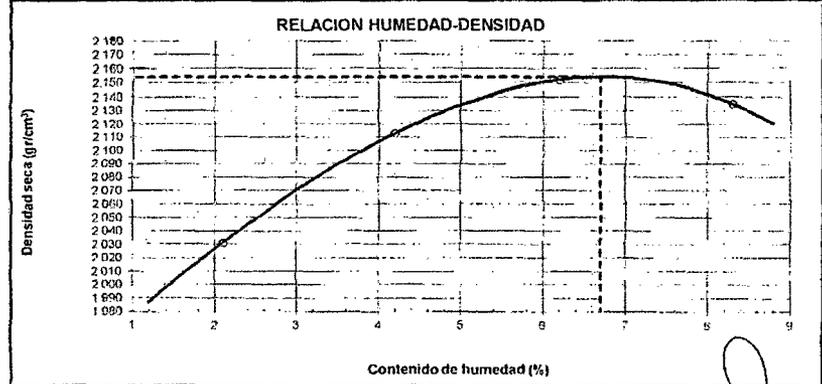
	GEOTECNIA & PROYECTOS SAC	RTP 339.141 MTC E 115
	RUC N° 20491609843 INDECOPI N° 00849.2007 Av. Mártires de Uchuracay 1811 M 9767 10384 - C 976-362129 CAJAMARCA	<i>Proctor Modificado</i> Reg. N° 013-12
ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS		

ENSAJO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA - ASTM D1557)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
OBRA :	NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO :	Km. 00+000 - 06+000.
PROGRES. :	Km. 01+500
MATERIAL :	SUBRASANTE.
FECHA : MARZO DEL 2013	

DATOS DE LA MUESTRA

Peso suelo + molde	gr	10706	10973	11147	11203
Peso molde	gr	6378	6378	6378	6378
Peso suelo húmedo compactado	gr	4328	4595	4769	4825
Volumen del molde	cm ³	2087	2087	2087	2087
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.074	2.202	2.285	2.312
Recipiente	Nº				
Peso del suelo húmedo + tara	gr	843.0	882.0	839.0	847.0
Peso del suelo seco + tara	gr	828.0	878.0	891.0	895.0
Tara	gr				
Peso de agua	gr	17.0	24.0	37.0	42.0
Peso del suelo seco	gr	826.0	878.0	601.0	905.0
Contenido de agua	%	2.1	4.2	6.2	8.3
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.031	2.113	2.152	2.195
M.D.S. Corregida (Gr/cm ³)					2.154
O.C.H. Corregida (%)					6.7



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Giovani A. Mantilla
 LABORATORIO
 CAD EN PAVIMENTOS

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Ing. Julio César Chávez Ayaso
 A.A. Ingeniería y Construcción
 011 37520 - 011 2411



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC NTP 339.145
 MTC E 132
 RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M 9767 10364 - C 976-362129
 CAJAMARCA

Ensayo de CBR
 Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

(A1TM D-1883)

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
 PROGRES : Km. 01+500
 MATERIAL : SUBRASANTE. FECHA : MARZO DEL 2012

	10	7	8
Molde Nº	5	5	5
Capas Nº	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11935.00	11732.00	11378.00
Peso de molde (g)	7179.00	7160.00	7067.00
Peso del suelo húmedo (g)	4756.00	4572.00	4251.00
Volumen del molde (cm ³)	2062.00	2105.00	2069.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.404	2.356	2.306
Tara (Nº)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	731.00	701.00	573.00
Peso suelo seco + tara (g)	689.00	660.00	493.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	42.00	41.00	30.00
Peso de suelo seco (g)	689.00	660.00	493.00
Contenido de humedad (%)	6.1	6.2	6.1
Densidad seca (g/cm ³)	2.153	2.045	1.937

EXPANSION

MATERIAL NO EXPANSIBLE

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 10				MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 8			
		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION %		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION %		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION %	
0.000		0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.635		52.0	11.93			30.0	6.89			12.0	2.75		
1.270		111.0	25.48			65.0	14.92			31.0	7.11		
1.905		178.0	40.85			91.0	20.89			52.0	11.93		
2.540	70.31	243.0	55.71	49.81	70.85	124.0	28.46	19.81	28.17	76.0	17.44	15.41	21.92
3.810		355.0	81.48			188.0	43.15			94.0	21.57		
5.090	105.46	471.0	106.10	103.12	97.78	250.0	57.38	48.83	46.30	132.0	30.30	29.83	28.29
6.350		567.0	130.13			319.0	73.21			156.0	35.60		
7.620		668.0	153.31			391.0	89.74			189.0	43.38		
8.890		840.0	192.79			525.0	120.49			210.0	48.20		
10.160		994.0	228.13			671.0	154.00			245.0	56.23		

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Manuel...
 Steven A. Manrique Leguía
 LABORATORIO
 C.O. A.P.R. 1000000

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Julio Cesar...
 Ing. Julio Cesar Quiroz Aguayo
 C.A. Suroeste Peruviana
 CIP 45526 - 013 2417



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC NTP 339.145
 MTC E 132
 RUC N° 20491609843
 INDECOP N° 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA

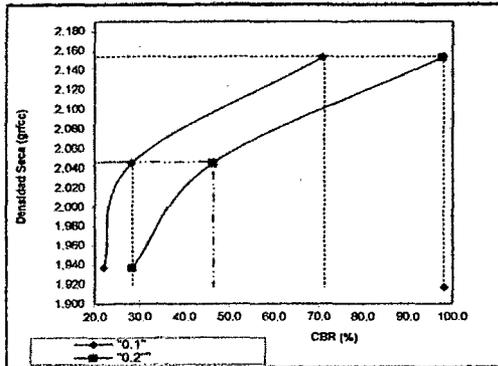
Ensayo de CBR
 Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTM D-1557)

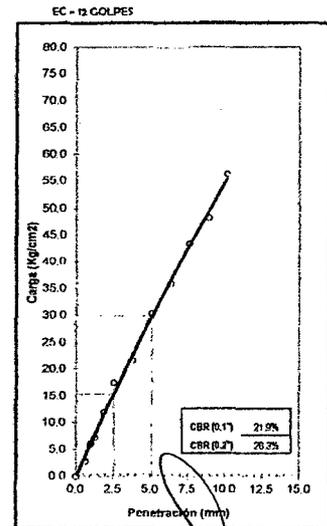
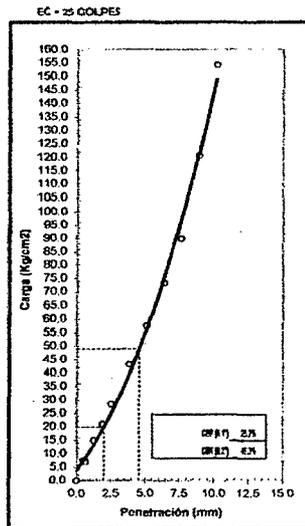
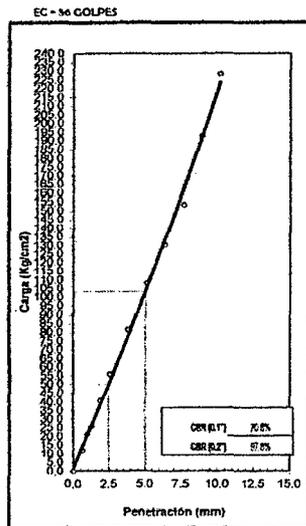
OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
PROGRAMA : Km. 01+500
MATERIAL : SUBRASANTE.

FECHA : MARZO DEL 2012



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : C
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.154
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.70
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.046

CBR AL 100% DE M.D.S. (%) : 0.1: **71.19** 0.2: **96.1**
 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 0.1: **28.5** 0.2: **46.5**



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Montoya Lezama
 LABORATORIO
 CDO. N° 12 140570

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio Cesar Quiroz Ayala
 Q.A. Suelos y Pavimentos
 CIP 48985 - 20 2417



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC NTP 339.141
 MTC E 115
Proctor Modificado
 Reg. N° 013-12

RUC 17 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M976710364 - C. 976.352129
 CAJAMARCA ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENIAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA : ASTM D1557)

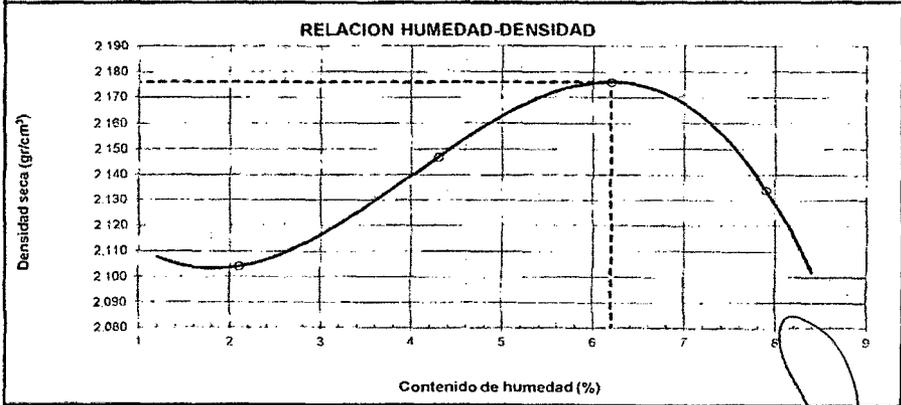
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
 PROGRES. : Km. 02+750
 MATERIAL : SUBRASANTE. FECHA : MARZO DEL 2013

DATOS DE LA MUESTRA

Peso suelo + molde	gr	10971	11966	11317	11802
Peso molde	gr	6414	6414	6414	6414
Peso suelo húmedo compactado	gr	4557	4752	4903	4889
Volumen del molde	cm ³	2122	2122	2122	2122
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.148	2.239	2.311	2.303
Recipiente	Nº	09	12	14	21
Peso del suelo húmedo + tara	gr	437.0	460.0	409.0	491.0
Peso del suelo seco + tara	gr	428.0	447.0	385.0	455.0
Tara	gr				
Peso de agua	gr	9.0	19.0	24.0	36.0
Peso del suelo seco	gr	428.0	447.0	385.0	455.0
Contenido de agua	%	2.1	4.3	6.2	7.9
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.104	2.147	2.176	2.134

M.D.S. Corregida (Gr/cm³) **2.176**
 O.C.H. Corregida (%) **6.2**



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Montoya
 Giovanni A. Montoya Lezama
 LABORATORIO
 020 4119 031/0370

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Julio Cesar
 Ing. Julio Cesar Ruiz Abanto
 C.F. 91402 y 1111111111
 D.F. 69526 00 2117



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC Nº 20491609843
 INDECOPI Nº 00849-2007
 Av. Martires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA

NTP 339.145
 MTC E 132
Ensayo de CBR
 Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 (ASTM D-1558)

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
PROGRES. : Km. 02+750
MATERIAL : SUBRASANTE. FECHA : MARZO DEL 2012

	1	2	3
Molde Nº	5	5	5
Capas Nº	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12031.00	11759.00	11293.00
Peso de molde (g)	7125.00	7125.00	7101.00
Peso de suelo húmedo (g)	4906.00	4634.00	4192.00
Volumen del molde (cm³)	2124.00	2112.00	2120.00
Densidad húmeda (g/cm³)	2.404	2.356	2.306
Tara (Nº)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	429.00	430.00	407.00
Peso suelo seco + tara (g)	404.00	405.00	383.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	25.00	25.00	24.00
Peso de suelo seco (g)	404.00	405.00	383.00
Contenido de humedad (%)	6.2	6.2	6.3
Densidad seca (g/cm³)	2.175	2.067	1.861

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (dlu)	kg/cm²	kg/cm²	%	Dial (dlu)	kg/cm²	kg/cm²	%	Dial (dlu)	kg/cm²	kg/cm²	%
0.000		0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.635		9.0	2.19			6.0	1.46			4.0	0.97		
1.270		19.0	4.63			12.0	2.92			9.0	2.19		
1.905		32.0	7.79			27.0	6.57			19.0	4.63		
2.540	70.31	65.0	15.83	14.56	20.71	54.0	13.15	11.91	16.94	32.0	7.79	9.55	13.58
3.175		89.0	21.67			74.0	18.02			55.0	13.39		
3.810		105.46	27.27	29.72	28.18	94.0	22.89	23.79	22.56	78.0	18.99	19.51	18.50
4.445		145.0	35.30			110.0	26.78			96.0	23.37		
5.080		178.0	43.34			145.0	35.30			110.0	26.78		
5.715		221.0	53.81			165.0	40.17			140.0	34.09		
6.350		256.0	62.33			191.0	46.90			165.0	40.17		

Giovanni A. Montoya-Levano
 LABORATORIO
 CDO. MAR. 27/03/2012

Ing. Julio Cesar Quiza Ayusca
 C.A. Suelos y Pavimentos
 CIP 45526 - CO 2417

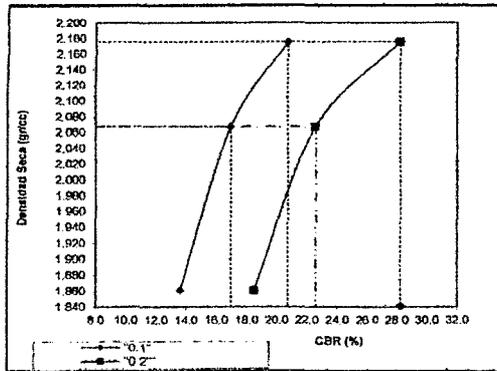


GEOTECNIA & PROYECTOS SAC NTP 339.145
 MTC E 132
 Ensayo de CBR
 Reg. N° 013-12

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

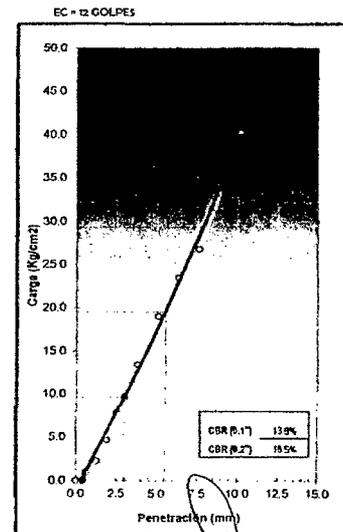
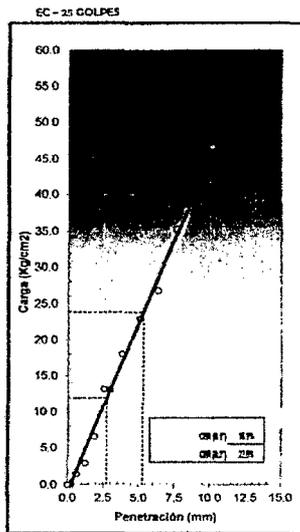
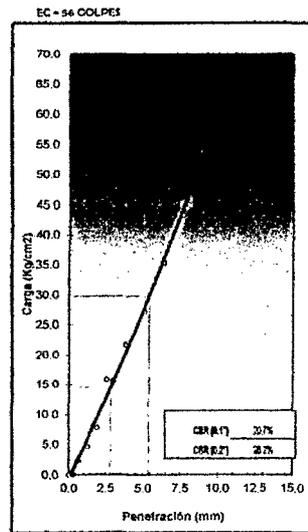
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTM D-1883)

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
 PROGRESO : Km. 02+750
 MATERIAL : SUBRASANTE.
 FECHA : MARZO DEL 2012



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : C
 MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 2.176
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.2
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 2.067

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) of: **20.74** of: **28.2**
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) of: **17.0** of: **22.4**



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Montoya Escobar
 LABORATORIO
 C.A. SUELOS Y PAVIMENTOS

Ing. Julio Cesar Quiroz Amato
 C.A. SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 4592 - 001 2117



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC RTP 339.141
 HTCE 115
 RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Artistas de Uchuracay 1811
 M976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proctor Modificado
 Reg: N° 013-12

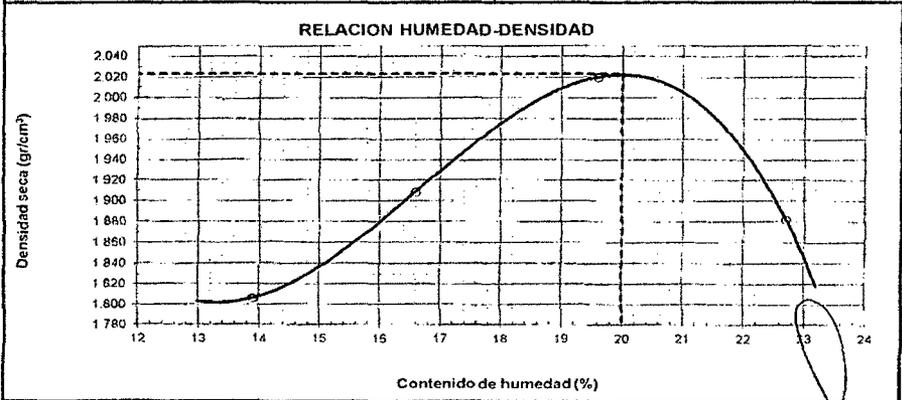
ENLAZO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA: ASTM D1557)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
PROGRES. : Km. 04+500
MATERIAL : SUBRASANTE. FECHA : MARZO DEL 2013

DATOS DE LA MUESTRA

Peso suelo + molde	gr	5865	6023	6200	6100
Peso molde	gr	3948	3948	3948	3948
Peso suelo húmedo compactado	gr	1917	2075	2252	2152
Volumen del molde	cm ³	932	932	932	932
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.057	2.226	2.416	2.309
Recipiente	Nº	06	04	01	02
Peso del suelo húmedo + tara	gr	320.0	316.0	323.0	308.0
Peso del suelo seco + tara	gr	281.0	271.0	270.0	251.0
Tara	gr				
Peso de agua	gr	39.0	45.0	53.0	57.0
Peso del suelo seco	gr	281.0	271.0	270.0	251.0
Contenido de agua	%	13.9	16.6	19.6	22.7
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.806	1.909	2.020	1.882
M.D.S. Corregida (Gr/cm ³)					2.023
O.C.H. Corregida (%)					20.0



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Manabalo
 Giovanni A. Manabalo Cevallos
 LABORATORIO
 200 4872 22100070

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Julio César
 Ing. Julio César Córdova Ayusto
 C.A. Sucesos y Pavimentos
 976-362129



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC NTP 339.145
 MTC E 132
 Ensayo de CBR
 Reg. N° 013-12

RUC N° 20491609843
 INDECOP N° 00849-2007
 Av. Martires de Uchuracay 1811
 M 9767 10364 - C 976-362129
 CAJAMARCA

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 (ASTM D-1553)

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
PROGRES. : Km. 04+500
MATERIAL : SUBRASANTE. FECHA : MARZO DEL 2012

	1	10	7
Molde N°	56	25	12
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12274.00	12100.00	11654.00
Peso de molde (g)	7125.00	7176.00	7153.00
Peso del suelo húmedo (g)	5149.00	4924.00	4501.00
Volumen del molde (cm ³)	2124.00	2120.00	2110.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.404	2.356	2.306
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	528.00	531.00	511.00
Peso suelo seco + tara (g)	440.00	441.00	424.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	88.00	90.00	87.00
Peso de suelo seco (g)	440.00	441.00	424.00
Contenido de humedad (%)	20.0	20.4	20.5
Densidad seca (g/cm ³)	2.020	1.929	1.770

EXPANSION

--	--	--	--	--

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 10				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Diat (dlv)	hg/cm ²	hg/cm ²	%	Diat (dlv)	hg/cm ²	hg/cm ²	%	Diat (dlv)	hg/cm ²	hg/cm ²	%
0.000		0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.635		10.0	2.43			6.0	1.46			4.0	0.97		
1.270		20.0	4.87			13.0	3.17			10.0	2.43		
1.905		42.0	10.23			31.0	7.55			19.0	4.63		
2.540	70.31	65.0	15.83	14.36	20.42	45.0	10.96	10.94	15.56	24.0	5.84	6.75	9.61
3.810		91.0	22.16			70.0	17.04			38.0	9.25		
5.080	105.46	100.0	24.35	27.44	26.02	84.0	20.45	20.33	19.78	51.0	12.42	14.05	19.32
6.350		134.0	32.62			93.0	22.64			74.0	18.02		
7.620		161.0	39.20			108.0	26.29			89.0	21.67		
8.890		184.0	44.80			129.0	31.41			100.0	25.81		
10.160		200.0	48.69			141.0	34.33			120.0	29.22		

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Mourregui Lezanda
 LABORATORIO
 200 APO. CAJAMARCA

INGENIERIA CIVIL
 Ing. Julio Cesar Guinz Anista
 (C.A. Suelos y Pavimentos)
 MTC 15620 - 00 2417

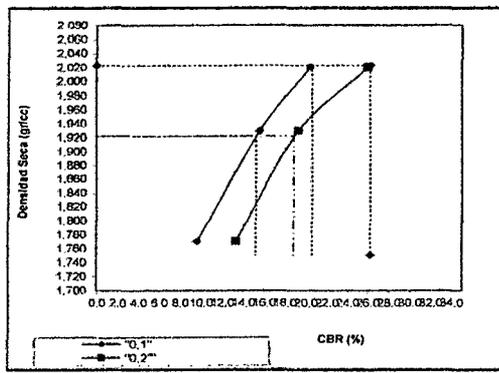


GEOTECNIA & PROYECTOS SAC RNP 339.145
 MTC E 132
 Ensayo de CBR
 Reg. N° 013-12

RUC N° 20491609843
 INDECOP N° 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M 9767 10364 - C 976-362129
 CAJAMARCA ESTUDIO DE GEOTECNA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

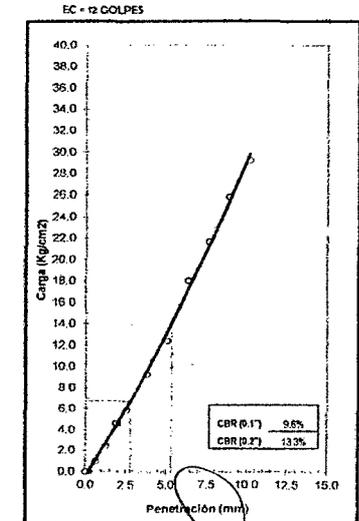
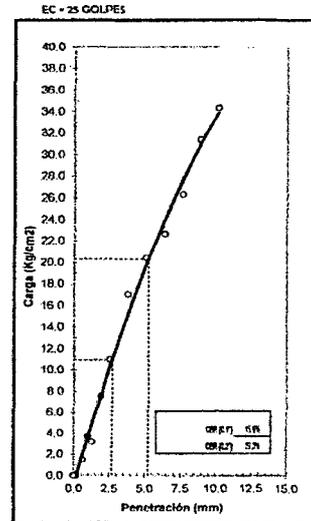
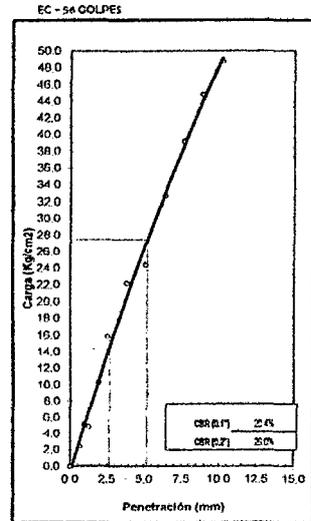
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTM D-1553)

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
 PROGRES. : Km. 04+500
 MATERIAL : SUBRASANTE.
 FECHA : MARZO DEL 2012



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : C
 MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 2.023
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 20.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.922

CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1: 20.56	0.2: 26.3
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1: 15.2	0.2: 19.8



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Montoya Lechuga
 LABORATORIO
 C.B.R. 013-12

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio Cesar Andruz Ayusa
 C.A. Sueldos y Pavimentos
 C.B.R. 013-12



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC NTP 339.141
 MTC E 115
 RUC N° 20491609843
 INDECOP N° 00849-2007
 Av. Arteses de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976.362129
 CAJAMARCA

Proctor Modificado
 Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA, ASTM D1557)

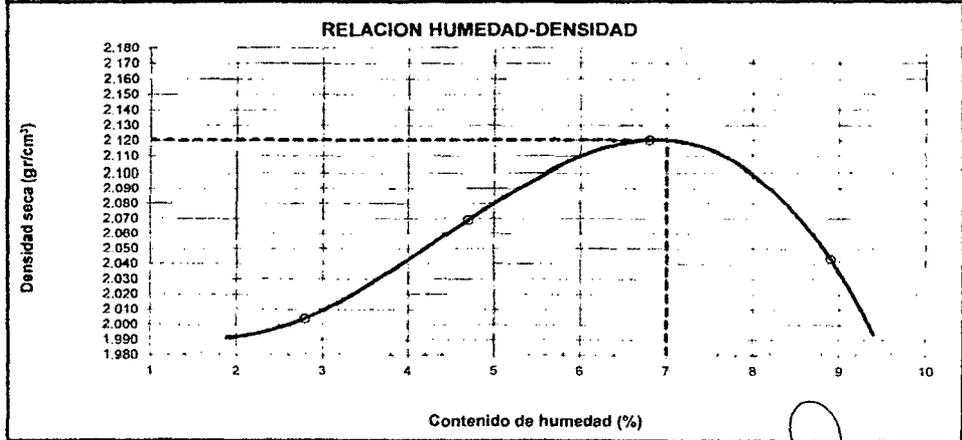
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
PROGRES. : Km. 06+000
MATERIAL : SUBRASANTE. FECHA : MARZO DEL 2013

DATOS DE LA MUESTRA

	gr	10932	10736	10965	10882
Peso suelo + molde	gr	10932	10736	10965	10882
Peso molde	gr	6178	6178	6178	6178
Peso suelo húmedo compactado	gr	4354	4578	4787	4704
Volumen del molde	cm ³	214	214	214	214
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.060	2.166	2.264	2.225
Recipiente	NR	06	04	01	03
Peso del suelo húmedo + tara	gr	583.0	401.0	562.0	623.0
Peso del suelo seco + tara	gr	567.0	383.0	526.0	572.0
Tara	gr				
Peso de agua	gr	16.0	18.0	36.0	51.0
Peso del suelo seco	gr	567.0	383.0	526.0	572.0
Contenido de agua	%	2.8	4.7	6.8	8.9
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.004	2.069	2.120	2.043

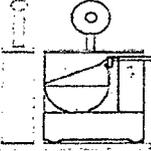
M.D.S. Correjiado (Gr/cm³) **2.120**
 O.C.H. Correjiado (%) **7.0**



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
[Signature]
 Giovanni A. Morán Lezama
 LABORATORIO

[Signature]
 Ing. Julia C. Sosa - Editor Asesor
 A. Suelos y Pavimentos





GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC Nº 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA

RTP 339.145
 MTC E 132
Ensayo de CBR
 Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 (ASTM D-1589)

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
PROGRES. : Km. 06+000
MATERIAL : SUBRASANTE. FECHA : MARZO DEL 2012

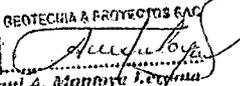
	5	8	10
Molde Nº	5	8	10
Copas Nº	5	5	5
Golpes por capa Nº	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	1857.00	1162.00	1152.00
Peso de molde (g)	719.00	707.00	717.60
Peso del suelo húmedo (g)	4738.00	4544.00	4335.00
Volumen del molde (cm ³)	2088.00	2120.00	2120.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.404	2.356	2.306
Tara (Nº)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	489.30	465.80	523.70
Peso suelo seco + tara (g)	457.30	435.60	489.60
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	32.00	30.20	34.10
Peso de suelo seco (g)	457.30	435.60	489.60
Contenido de humedad (%)	7.0	6.9	7.0
Densidad seca (g/cm ³)	2.121	2.004	1.912

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION	
			DIAL	%	DIAL	%	DIAL	%
NO EXPANSIBLE								

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.0	0.00			0.0	0.00			0.0	0.00		
0.635		46.0	14.26			27.0	9.38			17.0	6.81		
1.270		82.0	23.50			38.0	12.20			27.0	9.38		
1.905		112.0	31.20			73.0	21.19			48.0	14.77		
2.540	70.31	151.0	41.22	30.45	43.31	105.0	29.41	27.43	39.01	87.0	24.78	18.11	25.76
3.810		183.0	49.44			142.0	38.91			118.0	32.74		
5.080	105.46	226.0	60.48	57.99	54.99	193.0	52.00	51.79	49.11	136.0	37.37	36.25	34.37
6.350		275.0	73.06			242.0	64.59			161.0	43.79		
7.620		316.0	83.59			278.0	73.83			199.0	53.54		
8.890		341.0	90.01			303.0	80.25			247.0	65.87		
10.160		381.0	100.28			325.0	85.90			291.0	77.11		


Giovanni A. Manóvil
 LABORATORIO
 2012 MAR 21 10:00


Ing. Julio Cesar
 21 MAR 2012 10:00

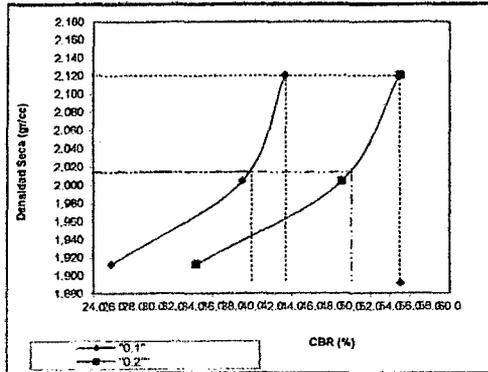


GEOTECNIA & PROYECTOS SAC NTP 339.145
 MTC E 138
 Ensayo de **CBR**
 Reg. N° 013-12

RUC 17 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

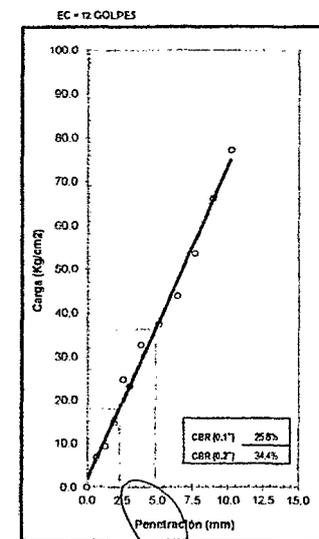
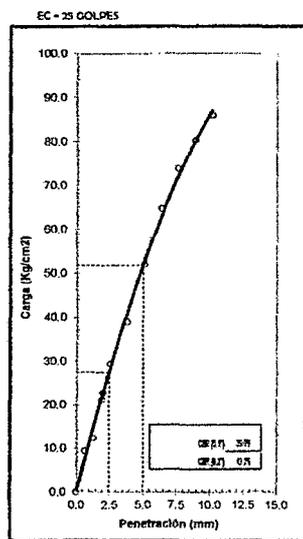
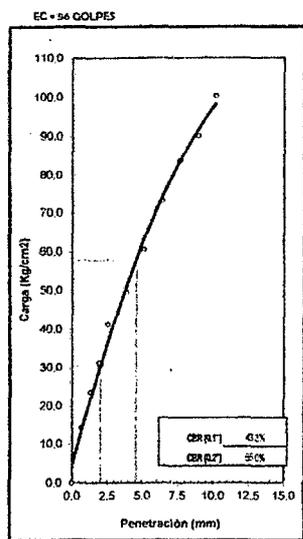
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTM D-1583)

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
PROCESO : Km. 06+000
MATERIAL : SUBRASANTE.
 FECHA : MARZO DEL 2012



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : C
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.120
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.014

CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1'	48.89	0.2'	53.0
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1'	40.0	0.2'	50.1



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Montoya Lozano
 LABORATORIO
 0201 4118 7316070

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio Cesar Quiroz Avasto
 C.A. Suelos y Pavimentos
 0201 4118 7316070

b) Estudio de Canteras

A continuación se detalla los resultados obtenidos de las Canteras

✓ **Cantera El Gavilán**

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Martires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA

NTP 339.128
 MTC E 107
Bases y Sub-Bases Granulares
 Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO
 (NORMA, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
CANTERA : EL GAVILAN
MATERIAL : AFIRMADO.

Peso seco inicial : 7,500.0 gr. **NOTA:** La muestra se recogió en la parte superficial de lo que se determinó como cantera, sin la realización de calicata.
 Peso seco lavado : 6,984.9 gr.
 Peso menor N° 200 : 515.1 gr.

Tamiz		Peso Parcial	Peso Acum..	Porcent. Rot.Acum.	% Que Pasa	HUSO A	OBSERVACIONES
N°	Abert. (mm)						
3"	75.00					100 100	% Grava = 72.2 %
2 1/2"	63.00					100 100	% Arena = 20.9 %
2"	50.80				100.0	100 100	% Finos = 6.9 %
1 1/2"	37.50	425.0	425.00	5.7	94.3	87 94	Color =
1"	25.40	1,500.0	1,925.00	25.7	74.3	69 86	Consistencia = Grad
3/4"	19.00	921.0	2,846.00	37.9	62.1	57 79	
1/2"	12.50	897.6	3,743.60	49.9	50.1	40 70	
3/8"	9.50	623.0	4,366.60	58.2	41.8	30 65	Material de 2" a 3/8= 58.22
1/4"	6.35	686.0	5,052.60	67.4	32.6	27 60	Material menor de 3/8= 41.78
N° 4	4.75	365.0	5,417.60	72.2	27.8	25 55	
N° 10	2.00	696.32	6,103.92	81.4	18.6	15 40	Clasificación Material de Ensayo
N° 20	0.84	452.30	6,556.22	87.4	12.6	10 30	Limite Liquido: 16
N° 30	0.60	125.63	6,681.85	89.1	10.9	9 25	Limite Plastico: N.P.
N° 40	0.43	98.65	6,780.50	90.4	9.6	8 20	Indice Plasticidad: N.P.
N° 60	0.25	89.56	6,870.06	91.6	8.4	6 16	AASHTO A-1-a (0)
N° 100	0.15	102.35	6,972.41	93.0	7.0	4 12	SUCS GP
N° 200	0.08	12.52	6,984.93	93.1	6.9	2 8	Frag. Piedra, grava y arena
Cazoleta		515.07	7,500.00	100.0	0.0		Cc = 0.59 Grava mal gradada, Cu = 127 no uniforme
TOTAL		7,500.00					

CURVA GRANULOMETRICA

ABERTURA MALLA (mm)

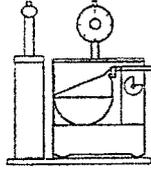
GEOOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Morúa Letada
 LABORATORIO
 C.O. ANP 82100270

GEOOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Jifin Cesar Quiroz Ayasin
 Q. A. SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 48598 - CC 2417



		GEOTECNIA & PROYECTOS SAC		NTP 339.127	
				MTC E 108	
		RUC N° 20491609843		<i>Humedad Natural</i>	
		INDECOPI N° 00849-2007		<i>Reg. N° 013-12</i>	
		Av. Martires de Uchuracay 1811			
		M 976710364 - C 976-362129			
		CAJAMARCA		ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
LIMITES DE CONSISTENCIA					
(NORMA . ASTM D4318)					
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS					
OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.					
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.					
CANTERA : EL GAVILAN					
MATERIAL : AFIRMADO.					
CONDICIONES		METODO		PRECISION	
60° C		Horno (O)		0.1%	
110° C		Microondas (M)		1.0%	
				CANTIDAD MINIMA	
				Positivo	
				Negativo	
MUESTRA	Cantera				
MATERIAL	Afirmado				
NOMBRE	EL GAVILAN				
UBICACIÓN	-				
PROFUNDIDAD	Parte Superficial				
ENSAYO	1	2	3		
W tara (gr.)	72.3	72.5	72.4		
W tara + Mh (gr.)	1265.4	1287.4	1264.5		
W tara + Ms (gr.)	1236.3	1257.6	1235.7		
W agua (gr.)	29.1	29.8	28.8		
W Ms	1164.0	1185.02	1163.34		
Porcion Humedad (gr.)	2.50	2.51	2.48		
Promedio	2				
 Giovanni A. Morúa Letama LABORATORIO C.O.D. ANP 82100070					
 Ing. Julio Cesar Quiroz Aynsin Q.A. Suelos y Pavimentos CIP 45529 / CO 2417					





GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Martires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
CAJAMARCA

NTP 400.019
 MTC E 207

Abrasion Los Angeles

Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ABRASIÓN
(NORMA , ASTM D535)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

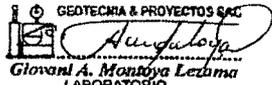
OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.

TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.

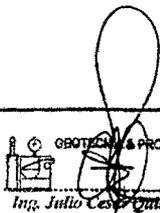
CANTERA : EL GAVILAN

MATERIAL : AFIRMADO.

CANTERA			
PORCENTAJE		METODO F	METODO F
QUE PASA	RETENIDO		
3" (75 mm)	2 1/2" (63 mm)		
2 1/2" (63 mm)	2" (50 mm)		
2" (50 mm)	1 1/2" (37.5 mm)		
1 1/2" (37.5 mm)	1" (25 mm)	5000 ± 50	5,026
1" (25 mm)	3/4" (19 mm)	5000 ± 25	5,025
PESO TOTAL		10000 ± 75	10,051
NUMERO DE ESFERAS		12	12
N° DE REVOLUCIONES		1000	1,000
TIEMPO DE ROTACIÓN		30 min.	30 min.
PESO RETENIDO MALLA N° 12			5,145
% DESGASTE			48.81

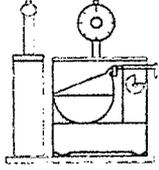


GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 LABORATORIO
 COO. ANR. 12100070



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio Cesar Quiroz Ayasia
 2 A. Sucesos / Pavimentos
 CIP 45522 - CO 2417





GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Martires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
CAJAMARCA

NTP 339.141
MTC E 115

Proctor Modificado

Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROCTOR MODIFICADO
(NORMA . ASTM D1557)

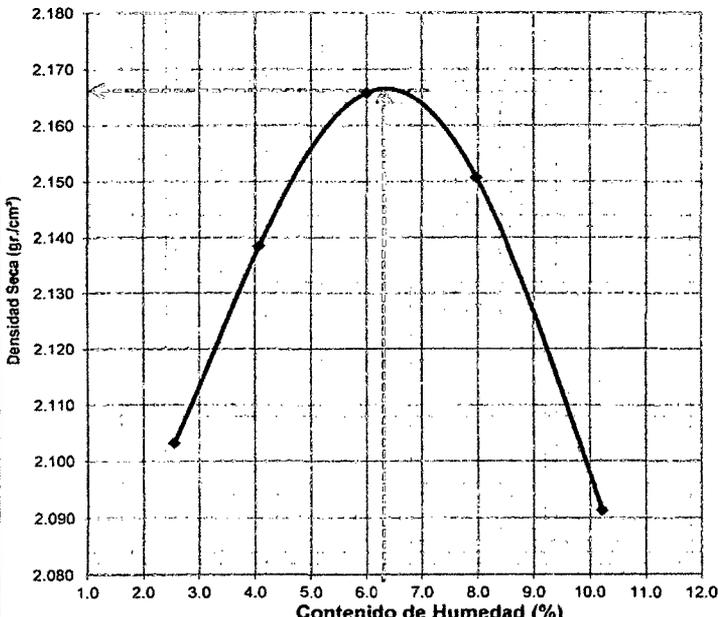
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.		
TRAMO	: Km. 00+000 - 06+000.		
CANTERA	: EL GAVILAN	NOMBRE MATERIAL	EL GAVILAN Afirmado
MATERIAL	: AFIRMADO.		

Condición para la elección del método : "C"
 Porcentaje Retenido en la malla N° 4 : 41.8 Ok
 Porcentaje Retenido en la malla 3/8 : 20.3 OK
 Porcentaje Retenido en la malla 3/4 : 37.9 OK

N° Capas	5	N° Golpes/Capa	56	Peso del Molde (gr.)	6160	Volumen del Molde cm ³	2123.01
Molde N°	1	2	3	4	5		
Pmh + molde (gr)	10,625	10,700	10,758	10,726	10,600		
Pmh (gr)	4,465	4,540	4,598	4,566	4,440		
Dh (gr/cm ³)	2.103	2.138	2.166	2.151	2.091		
Recipiente N°	a	b	c	d	e		
Pt (gr)	545.0	596.0	563.0	567.0	562.0		
Pmh + t (gr)	1,568.5	1,579.5	1,587.6	1,577.2	1,796.5		
Pms + t (gr)	1,543.0	1,541.0	1,529.6	1,502.7	1,682.0		
Pw (gr)	25.5	38.5	58.0	74.6	114.5		
Pms (gr)	998.0	945.0	966.6	935.7	1,120.0		
w (%)	2.6	4.1	6.0	8.0	10.2		
Ds (gr/cm ³)	2.05	2.05	2.04	1.99	1.90		

Proctor Modificado " C "

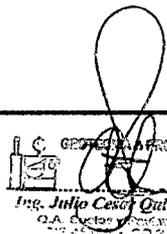


M.D.S. 2.166 gr/cm³
 O.C.H. 6.30 %
 M.D.S. Corr. gr/cm³
 O.C.H. Corr. %

Metodo de Ensayo	" C "
Diametro del Molde	6 "
Energia Especifica	27.45
Secado	110 ° C
Observaciones:	



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Moutoya Lopez
 LABORATORIO
 3000 ANS 02162270

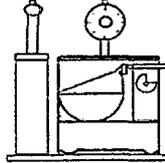


GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio Cesar Quiroz Ayala
 O.A. Director del Laboratorio
 02162270



		GEOTECNIA & PROYECTOS SAC		NTP 339.145 MTC E 132			
RUC N° 20491609843 INDECOPI N° 00849-2007 Av. Martires de Uchuracay 1811 M 978710364 - C 976-362129 CAJAMARCA		Ensayo de CBR Reg. N° 013-12					
ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
CBR (NORMA , ASTM D1883)							
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.							
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.							
CANTERA : EL GAVILAN			NOMBRE EL GAVILAN				
MATERIAL : AFIRMADO.			MATERIAL Afirmado				
ENSAYO DENSIDAD - HUMEDAD							
Molde		1		2			
Altura Molde mm.		124		120			
N° Capas		5		5			
N°Golp x Capa		13		27			
Cond. Muestra		ANTES		ANTES			
P. Húm.+ Molde		9,124		9,289			
Peso Molde (gr)		4,177		4,228			
Peso Húmedo (gr)		4,947		5,061			
Vol. Molde (cc)		2,268		2,250			
Densidad H.(gr/cc)		2		2			
Identificación de Tara		1-A		2-A			
Peso Tara (gr)		562.3		558.6			
P.Húmedo + Tara		2563.6		2546.3			
Peso Seco + Tara		2445.0		2428.8			
Peso Agua (gr)		119		117.5			
P. Muestra Seca		1883		1870.2			
Cont. Humedad		6.30%		6.28%			
DENSIDAD SECA		2.052		2.116			
				2.166			
ENSAYO DE HINCHAMIENTO							
TIEMPO ACUMULADO (Hs) (Dias)		MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3	
		LEC. DEF.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	LEC. DEF.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	LEC. DEF.	HINCHAMIENTO (mm) (%)
0	0						
24	1						
48	2						
72	3						
96	4						
NO SE REALIZÓ LA PRUEBA DEL HINCHAMIENTO							
ENSAYO CARGA - PENETRACION							
PENETRACION (mm)		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
	(pu/g)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	144	7.33	175	8.91	220	11.20
1.27	0.050	270	13.75	370	18.84	450	22.92
1.91	0.075	412	20.98	530	26.99	630	32.09
2.54	0.100	529	26.94	687	34.99	825	42.02
5.08	0.200	884	45.02	1240	63.15	1455	74.10
7.62	0.300	1100	56.02	1580	80.47	1830	93.20
10.16	0.400	1250	63.66	1750	89.13	2080	104.91
12.70	0.500	1300	66.21	1800	91.67	2245	114.34
Giovanni A. Montoya Lezama LABORATORIO CDO AN# 9210078		Ing. Julio Cesar Quirós Ayasta O.A. Suelos y Pavimentos CIP 45536 - C.D. 7417					





GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC Nº 20491608843
 INDECOPI Nº 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
CAJAMARCA

NTP 339.145
 MTC E 132

Ensayo de CBR

Reg. Nº 013-12

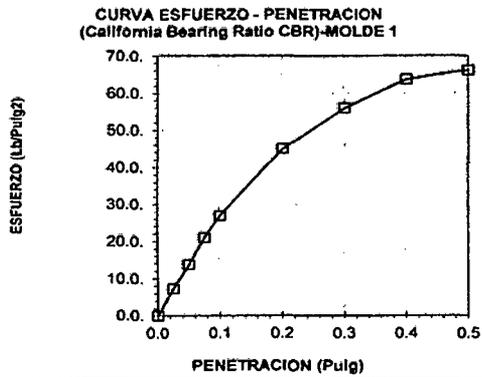
ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CBR
(NORMA ASTM D1883)

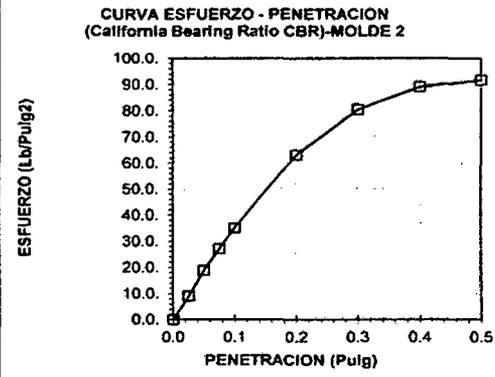
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA. Km. 00+000 - 06+000.	NOMBRE : EL GAVILAN
SOLICITADO : EL GAVILAN	MATERIAL : Afirmado
UBICACIÓN : AFIRMADO.	

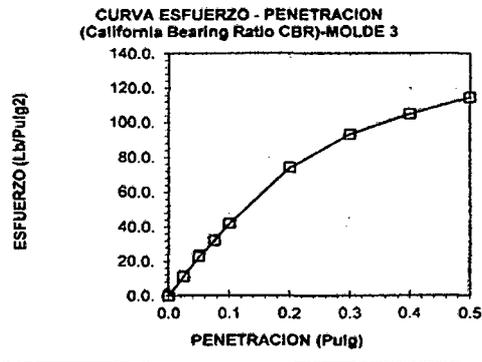
CURVA ESFUERZO - PENETRACION
(California Bearing Ratio CBR)-MOLDE 1



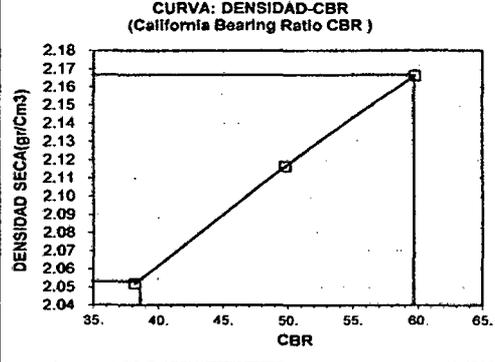
CURVA ESFUERZO - PENETRACION
(California Bearing Ratio CBR)-MOLDE 2



CURVA ESFUERZO - PENETRACION
(California Bearing Ratio CBR)-MOLDE 3



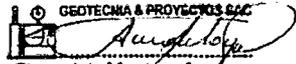
CURVA: DENSIDAD-CBR
(California Bearing Ratio CBR)



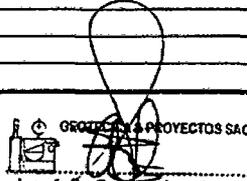
Penetración	0.1 (*)	0.2 (*)		D _{sec}	0.1"	0.2"	CBR (0.1")	CBR (0.2")	CBR para el 100 % de la M.D.S.
Molde 1	26.9	45.0	Nº 01	2.052	38.2	42.7	38.20	42.69	59.90%
Molde 2	35.0	67.2	Nº 02	2.116	49.8	63.7	49.78	63.67	CBR para el 95 % de la M.D.S.
Molde 3	42.0	74.1	Nº 03	2.166	59.7	70.3	59.74	70.26	38.65%

Observaciones

(*) Valores corregidos.



Giovanni A. Moatoya Lezama
 LABORATORIO
 CCO ANP 10100070



Ing. Julio Cesar Gutierrez Ayaso
 O.A. Especialista Pavimentos
 CIP 48529 - CO 2417



✓ **Cantera Rio Chonta**

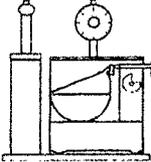
		GEOTECNIA & PROYECTOS SAC		NTP 339.128 MTC E 107			
RUC N° 20491609843 INDECOPI N° 00849-2007 Av. Mártires de Uchuracay 1811 M 976710364 - C 976-362129 CAJAMARCA		<i>Bases y Sub-Bases Granulares</i>		Reg. N° 013-12			
ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA , ASTM D422)							
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.							
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.							
CANTERA : RÍO CHONTA							
MATERIAL : AFIRMADO.							
Peso seco inicial		8,653.3 gr.		NOTA: La muestra se recogió en la parte superficial de lo que se determinó como cantera, sin la realización de calicata.			
Peso seco lavado		8,275.0 gr.					
Peso menor N° 200		378.3 gr.					
Tamiz		Peso Parcial	Peso Acum..	Percent. Ret.Acum.	% Que Pasa	HUSO A	OBSERVACIONES
N°	Abert. (mm)						
3"	75.00					100 100	% Grava = 66.2 %
2 1/2"	63.00					100 100	% Arena = 29.4 %
2"	50.80				100.0	100 100	% Finos = 4.4 %
1 1/2"	37.50	425.0	425.00	4.9	95.1	87 94	Color =
1"	25.40	1,598.2	2,023.20	23.4	76.6	69 86	Consistencia = Grad
3/4"	19.00	988.3	3,009.50	34.8	65.2	57 79	
1/2"	12.50	987.2	3,996.70	46.2	53.8	40 70	
3/8"	9.50	598.3	4,595.00	53.1	46.9	30 65	Material de 2" a 3/8= 53.1
1/4"	6.35	635.2	5,230.24	60.4	39.6	27 60	Material menor de 3/8= 46.9
N° 4	4.75	500.0	5,730.24	66.2	33.8	25 55	
N° 10	2.00	988.67	6,718.91	77.6	22.4	15 40	Clasificación Material de Ensayo
N° 20	0.84	584.60	7,303.51	84.4	15.6	10 30	Limite Liquido: 16
N° 30	0.60	240.72	7,544.23	87.2	12.8	9 25	Limite Plastico: N.P.
N° 40	0.43	214.93	7,759.15	89.7	10.3	8 20	Indice Plasticidad: N.P.
N° 60	0.25	171.94	7,931.09	91.7	8.3	6 16	AASHTO: A-1-a (0)
N° 100	0.15	171.94	8,103.04	93.6	6.4	4 12	SUCS GP
N° 200	0.08	171.94	8,274.98	95.6	4.4	2 8	Frag. Piedra, grava y arena
Cazoleta		378.27	8,653.25	100.0	0.0		Cc = 0.59 Grava mal gradada.
TOTAL		8,653.25					Cu = 127 no uniforme

CURVA GRANULOMÉTRICA

ABERTURA MALLA (mm)

 Giovanni A. Montoya Lezama LABORATORIO COD. ANR 92100070	 Ing. Julio Cesar Valenzuela Ayala O.A. Sueldos y Pavimentos CIP 45576 - C 2417
---	---





GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Martires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA

NTP 339.129
 MTCE 110-111

Limites de Atterberg

Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

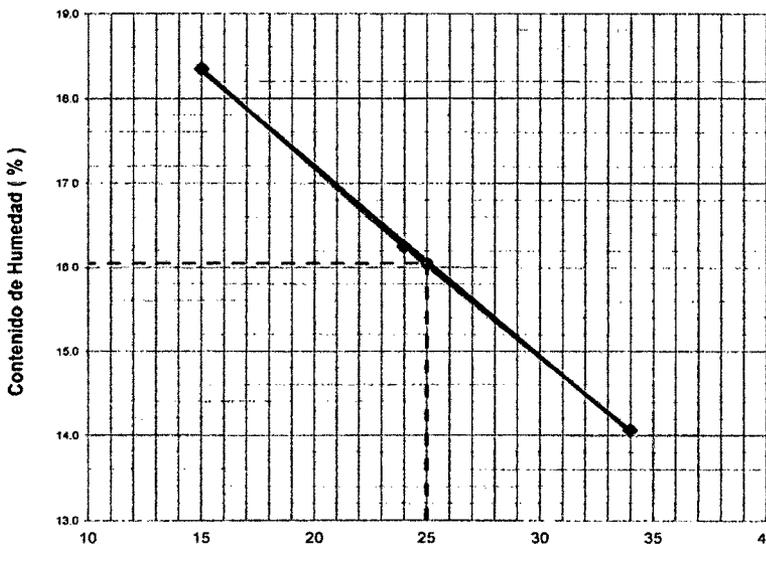
LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA , ASTM D4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
CANTERA : RÍO CHONTA
MATERIAL : AFIRMADO.

ANALISIS METODO	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		Valores para determinaciones	
	MULTIPUNTO		UNIPUNTO		5	6	golpes N	factor K
Ensayo N°	1	2	3	4	LL = W _u (N25) 0.71	LL = KW ⁿ	20	0.974
Capsula N°	5	6	7	8			21	0.979
Wt (gr)	22.18	22.21	22.16	22.27			22	0.985
Wmh + t (gr)	48.56	48.25	48.68	48.71			23	0.990
Wms + t (gr)	44.47	44.61	45.41	45.02			24	0.995
Wms (gr)	22.3	22.4	23.3	22.8			25	1.000
Ww (gr)	4.1	3.6	3.3	3.69			16.2	16.2
W (%)	18.3	16.3	14.1	16.2	16.3	16.3	27	1.009
	17.3	2.1423	O.K.	O.O.K.	-0.1	-0.1	28	1.014
	15.2				O.K.	O.K.	29	1.018
N GOLPES	15	24	34	26			30	1.022
Valores	16.05				16.2	16.2	N.P.	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Contenido de Humedad (%)

Numero de Golpes (N)

Temp. de Secado

Preparacion de la Muestra
60 °C 110 °C

Contenido de Humedad
60 °C 110 °C

Agua Usada
Destilada / Potable / Otra

Grado de Consistencia

L. L. 16
 L. P. N.P.
 I. P. N.P.
 W (%) 1

Grado :

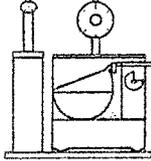
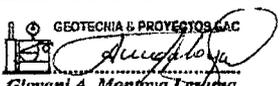
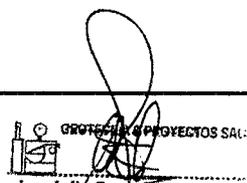


Gimani A. Montoya Lezama
 LABORATORIO
 COD ANP 82110027



Ing. Julio Cesar Andruz Avastiz
 C.A. Suelos y Pavimentos
 ZIP 48029 - CO 7417

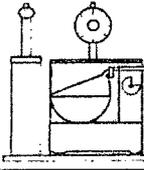


		GEOTECNIA & PROYECTOS SAC		NTP 339.127 MTC E 108			
		RUC N° 20491609843 INDECOPI N° 00849-2007 Av. Martires de Uchuracay 1811 M 976710364 - C 976-362129 CAJAMARCA		<i>Humedad Natural</i> Reg. N° 013-12			
LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA , ASTM D4318)							
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.							
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.							
CANTERA : RÍO CHONTA							
MATERIAL : AFIRMADO.							
CONDICIONES	60° C	METODO	Horno (O)	PRECISION	0.1%	CANTIDAD MINIMA	Positivo
	110° C		Microondas (M)		1.0%		Negativo
MUESTRA	Cantera						
MATERIAL	Afirmado						
NOMBRE	RÍO CHONTA						
UBICACIÓN	-						
PROFUNDIDAD	Parte Superficial						
ENSAYO	1	2	3				
W tara (gr.)	72.2	72.6	72.4				
W tara + Mh (gr.)	1365.2	1364.2	1372.4				
W tara + Ms (gr.)	1351.2	1350.2	1356.3				
W agua (gr.)	14.0	14.0	16.1				
W Ms	1279.0	1277.6	1283.9				
Porcion Humedad (gr.)	1.09	1.10	1.25				
Promedio	1						
 Giovanni A. Montoya Ledezma LABORATORIO COP. AND. 62100070		 Ing. Julio Cesar Calvez Ayasta O.A. Suelos y Pavimentos CIP 45592 - CO 2617					



	GEOTECNIA & PROYECTOS SAC	NTP 400.019 MTC E 207		
	RUC N° 20491609843 INDECOPI N° 00849-2007 Av. Martires de Uchuracay 1811 M 976710364 - C 976-362129 CAJAMARCA	<i>Abrasion Los Angeles</i> Reg. N° 013-12		
ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
ABRASION (NORMA , ASTM D535)				
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
OBRA	: NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.			
TRAMO	: Km. 00+000 - 06+000.			
CANTERA	: RIO CHONTA			
MATERIAL	: AFIRMADO.			
CANTERA				
PORCENTAJE				
QUE PASA	RETENIDO			
3" (75 mm)	2 1/2" (63 mm)			
2 1/2" (63 mm)	2" (50 mm)			
2" (50 mm)	1 1/2" (37.5 mm)			
1 1/2" (37.5 mm)	1" (25 mm)	5000 ± 50		
1" (25 mm)	3/4" (19 mm)	5000 ± 25		
PESO TOTAL		10000 ± 75		
NUMERO DE ESFERAS		12		
N° DE REVOLUCIONES		1000		
TIEMPO DE ROTACION		30 min.		
PESO RETENIDO MALLA N° 12		6,835		
% DESGASTE		31.97		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: bottom;"> Giovanni A. Montoya Lezama LABORATORIO COD. ANP 8210007D </td> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: bottom;"> Ing. Julio Cesar Castro Ayuste G.A. Suelos y Pavimento CIP. 65566-00 7417 </td> </tr> </table>			 Giovanni A. Montoya Lezama LABORATORIO COD. ANP 8210007D	 Ing. Julio Cesar Castro Ayuste G.A. Suelos y Pavimento CIP. 65566-00 7417
 Giovanni A. Montoya Lezama LABORATORIO COD. ANP 8210007D	 Ing. Julio Cesar Castro Ayuste G.A. Suelos y Pavimento CIP. 65566-00 7417			





GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 976-362129
 CAJAMARCA

NTP 399.141
 MTC E 115

Proctor Modificado

Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROCTOR MODIFICADO
(NORMA, ASTM D1557)

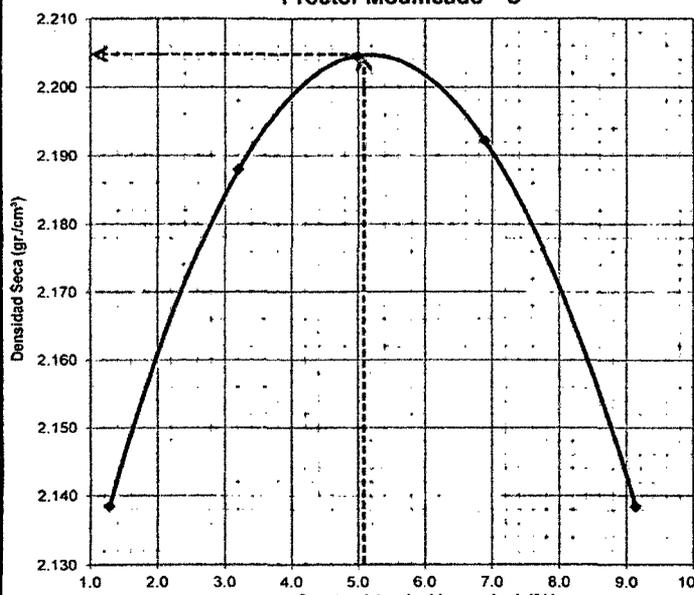
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000.
CANTERA : RÍO CHONTA
MATERIAL : AFIRMADO. NOMBRE MATERIAL RÍO CHONTA
Afirmado

Condición para la elección del método : "C" Porcentaje Retenido en la malla 3/8 : 20.3 Ok
 Porcentaje Retenido en la malla N° 4 : 41.8 Ok Porcentaje Retenido en la malla 3/4 : 37.9 Ok

N° Capas	5	N° Golpes/Capa	56	Peso del Molde (gr.)	6160	Volumen del Molde cm ³	2123.01
Molde N°	1	2	3	4	5		
Pmh + molde (gr)	10,700	10,805	10,840	10,814	10,700		
Pmh (gr)	4,540	4,645	4,680	4,654	4,540		
Dh (gr/cm ³)	2,138	2,188	2,204	2,192	2,138		
Recipiente N°	a	b	c	d	e		
Pt (gr)	554.0	562.0	548.0	535.0	545.0		
Pmh + t (gr)	1,685.3	1,697.2	1,678.4	1,685.2	1,679.5		
Pms + t (gr)	1,671.0	1,662.0	1,624.6	1,611.1	1,584.5		
Pw (gr)	14.3	35.2	53.8	74.2	95.0		
Pms (gr)	1,117.0	1,100.0	1,076.6	1,076.1	1,039.5		
w (%)	1.3	3.2	5.0	6.9	9.1		
Ds (gr/cm ³)	2.11	2.12	2.10	2.05	1.96		

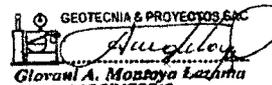
Proctor Modificado "C"



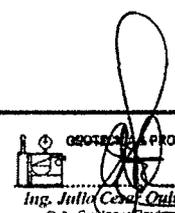
M.D.S. 2.205 gr/cm³
 O.C.H. 5.10 %
 M.D.S. Corr. gr/cm³
 O.C.H. Corr. %

Metodo de Ensayo "C"
 Diametro del Molde 6"
 Energia Especifica 27.45
 Secado 110 ° C

Observaciones:

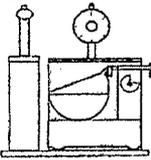


Giovanni A. Moxaya Luchina
 LABORATORIO
 200 ANOS 81103070

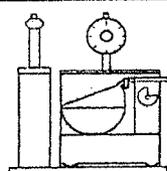


Ing. Julio Cesar Ouleza Ayasta
 Q. A. SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 45520 GO 2417



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC		NTP 339.145 MTC E 132					
		Ensayo de CBR Reg. N° 013-12					
RUC N° 20491609843 INDECOPI N° 00849-2007 Av. Martires de Uchuracay 1811 M 976710364 - C 976-362129 CAJAMARCA		ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS					
CBR							
(NORMA , ASTM D1883)							
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
OBRA	: NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.						
TRAMO	: Km. 00+000 - 06+000.						
CANTERA	: RÍO CHONTA	NOMBRE MATERIAL	RÍO CHONTA				
MATERIAL	: AFIRMADO.		Afirmado				
ENSAYO DENSIDAD - HUMEDAD							
Molde	1	2	3				
Altura Molde mm.	124	120	120				
N° Capas	5	5	5				
N° Golp x Capa	13	27	56				
Cond. Muestra	ANTES	ANTES	ANTES				
P. Húm. + Molde	9,153	9,316	9,496				
Peso Molde (gr)	4,177	4,228	4,193				
Peso Húmedo (gr)	4,976	5,088	5,303				
Vol. Molde (cc)	2,268	2,250	2286				
Densidad H. (gr/cc)	2.19	2.26	2.32				
Identificación de Tara	1-A	2-A	3-A				
Peso Tara (gr)	532.6	534.3	524.5				
P. Húmedo + Tara	2,532.6	2,497.5	2,487.9				
Peso Seco + Tara	2,435.6	2,402.3	2,392.6				
Peso Agua (gr)	97	95.2	95.3				
P. Muestra Seca	1903	1868.0	1868.1				
Cont. Humedad	5.10%	5.10%	5.10%				
DENSIDAD SECA	2.087	2.151	2.207				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO							
TIEMPO ACUMULADO (Hs) (Días)	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3		
	LEC. DEF.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	LEC. DEF.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	LEC. DEF.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	
0	0						
24	1	NO SE REALIZÓ LA PRUEBA DEL HINCHAMIENTO					
48	2						
72	3						
96	4						
ENSAYO CARGA - PENETRACION							
PENETRACION		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	254	12.94	410	20.88	365	18.59
1.27	0.050	430	21.90	667	33.97	775	39.47
1.91	0.075	630	32.09	922	46.96	1120	57.04
2.54	0.100	798	40.64	1115	56.79	1394	71.00
5.08	0.200	1250	63.66	1500	76.39	1863	94.88
7.62	0.300	1560	79.45	1740	88.62	2056	104.71
10.16	0.400	1780	90.65	1860	94.73	2145	109.24
12.70	0.500	1900	96.77	1950	99.31	2200	112.05
 GEOTECNIA & PROYECTOS SAC <i>Giovani A. Montoya Lezama</i> LABORATORIO C.O. 417-02160072		 GEOTECNIA & PROYECTOS SAC <i>Ing. Julio Cesar Quiroz Ayasta</i> O.A. Geotecnia y Pavimentos CIP 45096 C.O 7417					





GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 Av. Martires de Uchuracay 1811
 M 976710364 - C 978-362129
CAJAMARCA

NTP 339.145
 MTC E 132

Ensayo de CBR

Reg. N° 013-12

ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CBR

(NORMA , ASTM D1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.

: Km. 00+000 - 06+000.

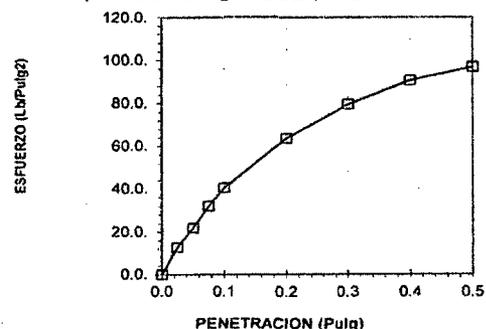
SOLICITADO : RÍO CHONTA

UBICACIÓN : AFIRMADO.

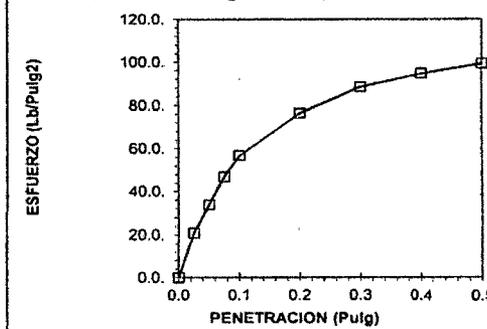
NOMBRE : RÍO CHONTA

MATERIAL : Afirmado

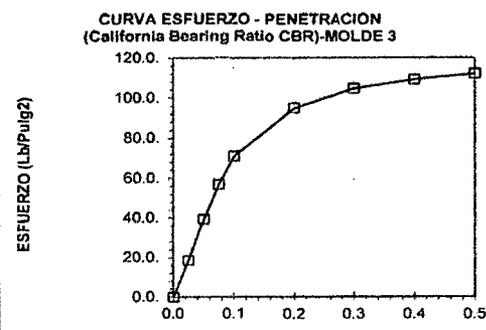
CURVA ESFUERZO - PENETRACION
(California Bearing Ratio CBR)-MOLDE 1



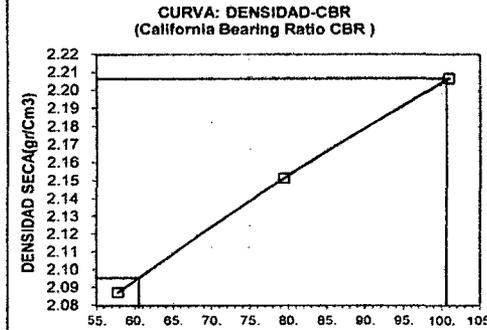
CURVA ESFUERZO - PENETRACION
(California Bearing Ratio CBR)-MOLDE 2



CURVA ESFUERZO - PENETRACION
(California Bearing Ratio CBR)-MOLDE 3



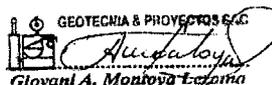
CURVA: DENSIDAD-CBR
(California Bearing Ratio CBR)



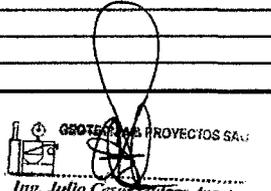
Penetracion	0.1 (*)	0.2 (*)		D _{sec}	0.1"	0.2"	CBR (0.1")	CBR (0.2")	CBR para el 100 % de la M.D.S.
Molde 1	40.6	45.6	N° 01	2.087	57.7	43.2	43.24	57.74	100.85%
Molde 2	55.8	84.6	N° 02	2.151	79.4	80.2	79.36	80.22	CBR para el 95 % de la M.D.S.
Molde 3	71.0	93.5	N° 03	2.207	101.0	88.7	88.66	100.95	60.15%

Observaciones

(*) Valores corregidos.



Giovanni A. Montoya
 LABORATORIO
 COD ANP 0710007C



Ing. Julio Cesar Quiroz Apaza
 G.A. Suelos y Pavimentos
 CIP 45529 - CO 2417



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Granulometría del Agregado Grueso; Módulo de Finura y Material Fino que pasa la malla N° 200
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N°00849-2007
 CAJAMARCA

PROYECTO : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+00 - 06+000
 UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.
 ING° RESP : JULIO C. QUIROZ AYASTA
 TECNICO : GAML
 FECHA : MARZO DEL 2012
 CANTERA : RIO CHONTA
 UBICACIÓN : RIO CHONTA
 Reg. N° 0012-12

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO Y MÓDULO DE FINURA
 ASTM C136 / MTC E 204-2000

TAMIZ	PRP	RET	RET	%	HUSO
N°	Abert. mm.	(gr)	PARC %	ACUM %	GRANULOMÉTRICO
2"	50.00				100 - 100
1 1/2"	38.10			100.0	100 - 100
1"	25.00	198.5	3.90	3.90	95 - 100
3/4"	19.00	198.47	3.90	7.79	55 - 83
1/2"	12.50	1715.49	33.67	41.47	25 - 60
3/8"	9.50	2124.70	41.71	83.17	9 - 32
N° 4	4.75	654.80	12.85	96.03	0 - 10
N° 6	2.36	197.86	3.68	99.91	0 - 5
CAZOL.	4.50		0.09	100.00	0.0
TOTAL	5094.3				6.87

GRANULOMETRÍA

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA LA MALLA N° 200
 ASTM C117 / MTC E 202-2000

Pi = 3854.3 gr. PF = 3802.6 gr. PORCENTAJE N° 200 1.34 %

Observaciones:
 El material será chancado manualmente para luego pasarlo por el zarandeo de malla con abertura máxima de 1 1/2" (38.1 mm).

OC-GAP

Geotecnia & Proyectos SAC
 Gerente: Alejandro Letona
 LABORATORIO

Geotecnia & Proyectos SAC
 Ing. Julio César Quiroz Ayasta
 C.A. Ingenieros y Arquitectos
 CAJAMARCA - PERÚ
 051092 1 001 2117

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
Gravedad Específica, Absorción, Peso Unitario y contenido de Humedad del Agregado Grueso
 Av. Mártires de Uchuracay 1811
 ESTUDIO DE GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RUC N° 20491609843
 INDECOPI N°00849-2007
 CAJAMARCA

PROYECTO : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+00 - 06+000
 UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.
 ING° RESP : JULIO C. QUIROZ AYASTA
 TECNICO : GAML
 FECHA : MARZO DEL 2012
 CANTERA : RIO CHONTA
 UBICACIÓN : RIO CHONTA
 Reg. N° 0012-12

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL = 1"

GRAVEDADES ESPECÍFICAS Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
 ASTM C127 / MTC E 205-2000

ENSAYO	1	2	3
PESO SECO AL HORNO (gr)	497.12	498.01	490.89
VOLUMEN DEL FRASCO (cm³)	500.00	500.00	500.00
PESO DEL AGUA AÑADIDA (gr)	306.64	306.34	306.64
PESO ESPECÍFICO DE MASA P. e. m.	2.571	2.572	2.570
PROMEDIO P. e.	2.57		
PESO ESPECÍFICO CON SUPERFICIE SECA	2.566	2.582	2.586
PROMEDIO P. e. s. s.	2.58		
PESO ESPECÍFICO APARENTE P. e. a.	2.610	2.598	2.612
PROMEDIO P. e. a.	2.61		
ABSORCIÓN	0.578	0.400	0.526
PROMEDIO DE ABSORCIÓN sbs.	0.53		

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO
 ASTM C70 / MTC 203-2000

ENSAYO	1	2	3
PESO DEL MOLDE (gr)	9.853	9.653	9.653
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	5.301.4	5.301.4	5.301.4
PESO DE LA MUESTRA SIN VARILLAR + MOLDE	18.024	18.035	18.027
PESO DE LA MUESTRA VARILLADO + MOLDE	18.550	18.572	18.549
PESO UNITARIO SUELTO SECO	1.578	1.581	1.580
PROMEDIO P. u. s. s.	1.580		
PESO UNITARIO SECO VARILLADO	1.678	1.682	1.678
PROMEDIO P. u. s. c.	1.680		
PESO DE TARA	72.5	75.1	75.3
PESO DE TARA + MUESTRA HÚMEDA	1508.6	1578.4	1579.8
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	1582.2	1582.8	1583.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.09	1.05	1.07
PROMEDIO W%	1.07		

Observaciones:

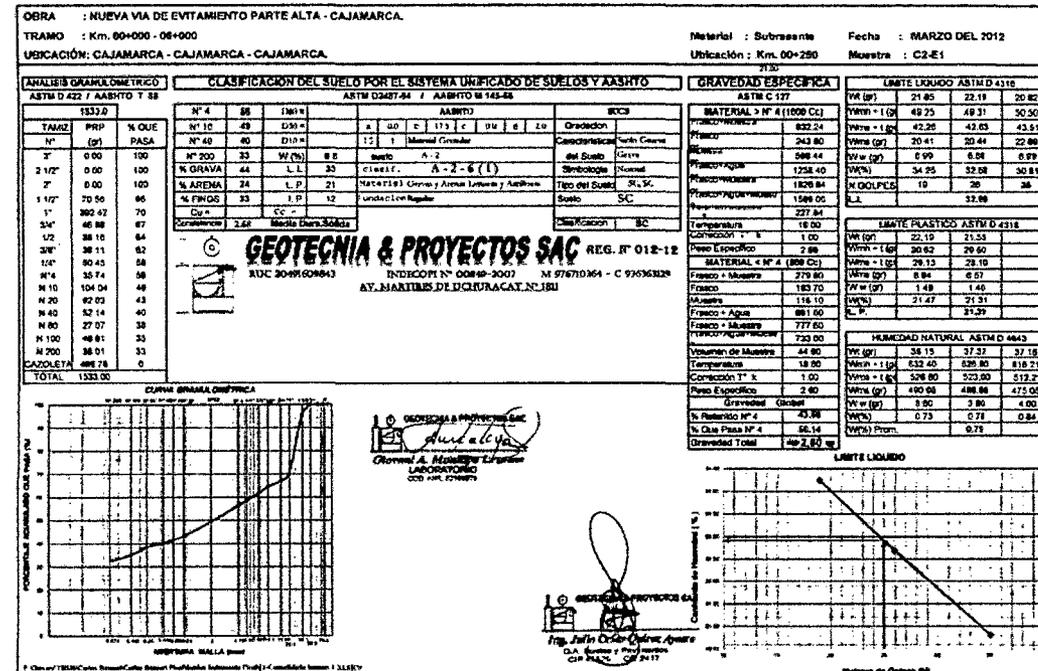
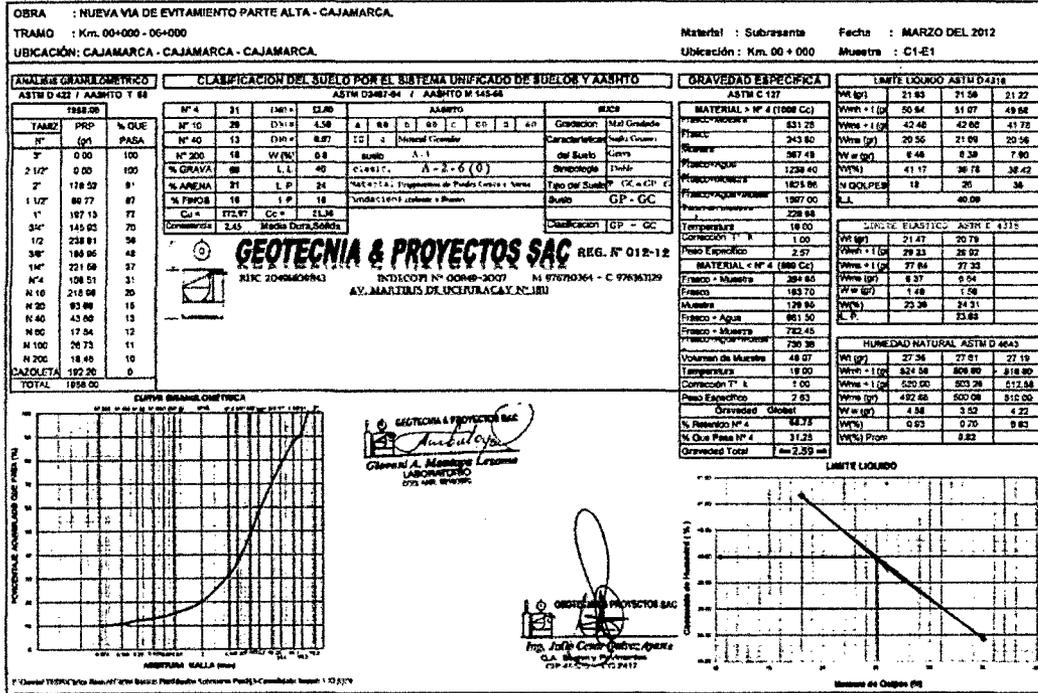
OC-GAP

Geotecnia & Proyectos SAC
 Gerente: Alejandro Letona
 LABORATORIO

Geotecnia & Proyectos SAC
 Ing. Julio César Quiroz Ayasta
 C.A. Ingenieros y Arquitectos
 CAJAMARCA - PERÚ
 051092 1 001 2117



c) Clasificación de Suelos





OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.
 Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación: Km. 00 + 500 Muestra : C3-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 ASTM D 422 / AASHTO T 88

TAMM	PRP (%) PASA	% QUE PASA
3"	0.00	100
2 1/2"	0.00	100
2"	0.00	100
1 1/2"	73.80	95
1"	97.73	91
3/4"	98.20	88
1/2"	94.85	80
3/8"	94.74	65
1/4"	95.28	70
Nº4	78.93	75
Nº10	25.74	58
Nº20	7.06	48
Nº40	1.18	42
Nº60	0.12	39
Nº100	0.05	35
Nº200	0.03	31
CAZOLETA	41.86	29
TOTAL	1134.53	

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO
 ASTM D2487-04 / AASHTO M 145-04

Nº 4	75	D ₁₀ < 0.075	D ₃₀ < 0.425	D ₆₀ < 0.850	D ₁₀₀ < 0.250	D ₂₀₀ < 0.075
Nº 10	68	D ₁₀ < 0.075				
Nº 40	42	D ₃₀ < 0.425				
Nº 200	31	W (%)	0.5			
% ARENA	44	L.P.	18			
% FINOS	3	I.P.	12			

Gravación: A-2
 Clasificación: A-2-6 (1)
 Material: Grava y Arena Limpia y Limpia
 Tipo del Suelo: SM, SC
 Suelo: SC
 Clasificación: SC

GRAVEDAD ESPECIFICA
 ASTM C 127

MATERIAL > Nº 4 (1000 Gc)	W (gr)	W ₁₀₀ (gr)	W ₂₀₀ (gr)	W ₄₀₀ (gr)	W ₆₀₀ (gr)	W ₈₀₀ (gr)	W ₁₀₀₀ (gr)
Frasco + Muestra	836.28						
Frasco	243.80						
Muestra	591.48						
Frasco + Agua	1236.48						
Frasco + Muestra	1826.88						
Frasco + Agua	1800.28						
Muestra	229.60						
Temperatura	18.00						
Corrección T °	1.00						
Peso Especifico	2.58						

GRUPO GRANULOMÉTRICA

LABORATORIO
 GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 RUC 2048609843
 INDI-COPI Nº 00840-2007 M 97670364 - C 97603129
 AV. MARTEL DE LA GUARACAY Nº 1811

LABORATORIO
 Ing. Julio Cesar Ortiz Apaza
 C.A. Suelos y Asfalto
 C.R. 450000 - 00 7417

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.
 Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación: Km. 00 + 750 Muestra : C4-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 ASTM D 422 / AASHTO T 88

TAMM	PRP (%) PASA	% QUE PASA
3"	0.0	100
2 1/2"	0.0	100
2"	0.0	100
1 1/2"	0.0	100
1"	222.8	86
3/4"	180.8	78
1/2"	304.5	56
3/8"	132.2	48
1/4"	137.3	40
Nº4	78.3	35
Nº10	159.1	25
Nº20	90.0	19
Nº40	57.6	16
Nº60	25.0	14
Nº100	54.2	12
Nº200	20.3	11
CAZOLETA	175.0	0
TOTAL	1804.0	

CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO
 ASTM D2487-04 / AASHTO M 145-04

Nº 4	75	D ₁₀ < 0.075	D ₃₀ < 0.425	D ₆₀ < 0.850	D ₁₀₀ < 0.250	D ₂₀₀ < 0.075
Nº 10	25	D ₁₀ < 0.075				
Nº 40	16	D ₃₀ < 0.425				
Nº 200	11	W (%)	0.6			
% ARENA	24	L.P.	22			
% FINOS	11	I.P.	11			

Gravación: A-2
 Clasificación: A-2-6 (0)
 Material: Grava y Arena Limpia y Limpia
 Tipo del Suelo: GP, GGP, GGC
 Suelo: GP - GC
 Clasificación: GP - GC

GRAVEDAD ESPECIFICA
 ASTM C 127

MATERIAL > Nº 4 (1000 Gc)	W (gr)	W ₁₀₀ (gr)	W ₂₀₀ (gr)	W ₄₀₀ (gr)	W ₆₀₀ (gr)	W ₈₀₀ (gr)	W ₁₀₀₀ (gr)
Frasco + Muestra	837.21						
Frasco	243.80						
Muestra	593.41						
Frasco + Agua	1236.48						
Frasco + Muestra	1831.81						
Frasco + Agua	1802.58						
Muestra	229.23						
Temperatura	18.00						
Corrección T °	1.00						
Peso Especifico	2.58						

GRUPO GRANULOMÉTRICA

LABORATORIO
 GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 RUC 2048609843
 INDI-COPI Nº 00840-2007 M 97670364 - C 97603129
 AV. MARTEL DE LA GUARACAY Nº 1811

LABORATORIO
 Ing. Julio Cesar Ortiz Apaza
 C.A. Suelos y Asfalto
 C.R. 450000 - 00 7417



OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación : Km. 01 + 000 Muestra : CS-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D2487-04 / AASHTO M 145-68										GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318							
TAMIZ	PRP	% QUE PASA	Nº 4	20	D ₁₀	0.075	AASHTO										MATERIAL > Nº 4 (1000 Cc)			LÍMITE LÍQUIDO			
Nº	(gr)		Nº 10	25	D ₃₀	0.425	a	h ₁	b	h ₂	c	0	6	G	10	Gravación	Mét. Gradado	W ₁ (gr)	21.92	21.19	21.44		
3"	0.00	100	Nº 40	14	D ₆₀	0.85	1.0	G	Material Gradado		Características del Suelo		Suelo Coarse		Plástico		W ₁ + 1 (gr)	48.72	48.05	47.73			
2 1/2"	0.00	100	Nº 200	9	W (%)	0.7	suelo		A-2		del Suelo		Kern		Plástico		W ₁ + 1 (gr)	42.25	41.84	41.77			
2"	269.71	96	% GRAVA	62	L.L.	30	clasif. A-2-6 (0)		Simbología		Doble		Plástico		Plástico		W ₁ (gr)	20.33	20.65	20.33			
1 1/2"	136.52	82	% ARENA	28	L.P.	10	Material Grueso y Medio Grueso y Fino		Tipo del Suelo		GC - GP		Plástico		Plástico		W ₁ (gr)	6.47	8.21	5.96			
1"	256.96	71	% FINOS	11	L.P.	11	Fundación Regular		Suelo		GP - GC		Plástico		Plástico		W ₁ (gr)	31.82	30.03	29.32			
3/4"	131.58	85	Cu	113.3	Cc	1.87			Clasificación		GP - GC		Plástico		Plástico		N GOLPES	15	28	34			
1/2"	144.50	57	Consistencia	2.67	Medio Duro, S0802								Plástico		Plástico		L.L.			38.45			
3/8"	131.40	68	GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. Nº 012-12 RUC 20-61600913 INDECOPI Nº 00849-2007 M 97670361 - C 976363129 AV. MARTÍN DE SARRACAJAY Nº 1811										LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318			HUMEDAD NATURAL ASTM D 4643							
1/4"	199.86	43											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº4	119.01	38											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº10	264.01	26											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº20	176.30	14											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº40	87.16	14											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº60	36.83	12											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº100	53.32	10											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº200	28.90	9											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
CAJOLETA	200.08	0											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
TOTAL	2262.00		LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL																	

Curva Granulométrica: Gráfico de porcentaje acumulado vs. tamaño de malla.

Gravedad Específica: Tabla de datos de gravedad específica.

Límite Líquido: Gráfico de consistencia vs. número de golpes.

Humedad Natural: Tabla de datos de humedad natural.

OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación : Km. 01 + 250 Muestra : C6-E1

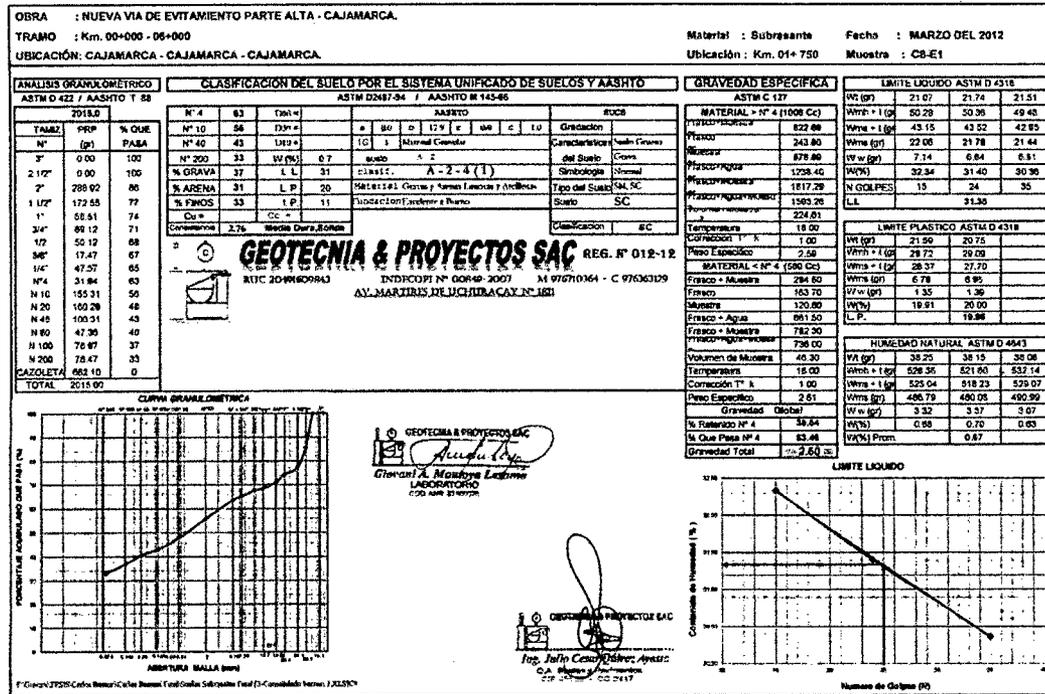
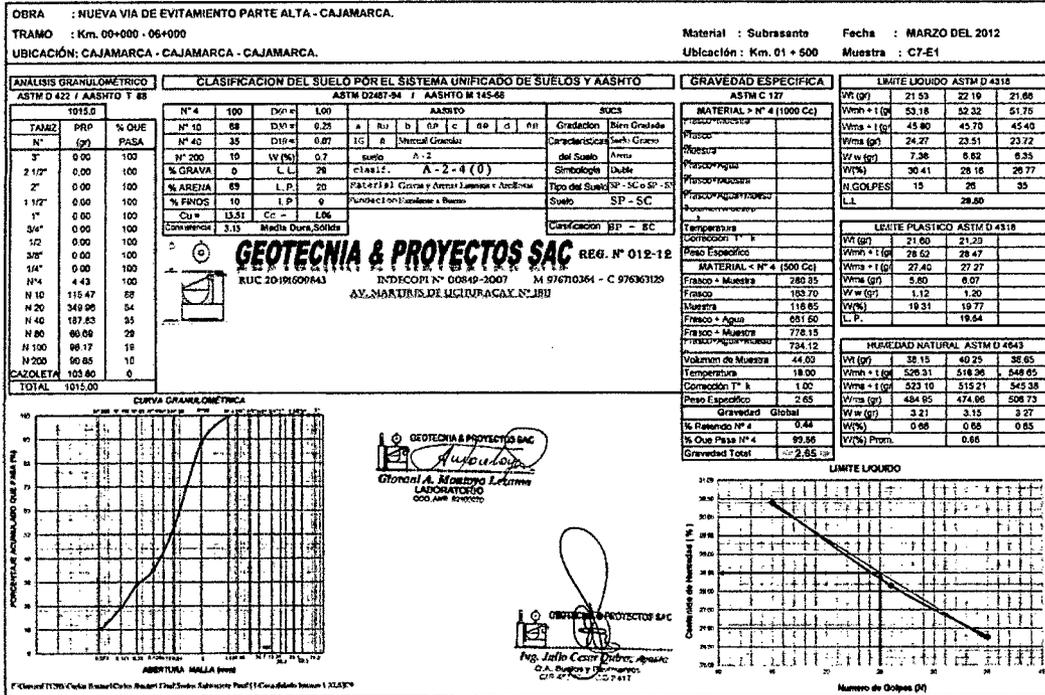
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D2487-04 / AASHTO M 145-68										GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318							
TAMIZ	PRP	% QUE PASA	Nº 4	63	D ₁₀	0.075	AASHTO										MATERIAL > Nº 4 (1000 Cc)			LÍMITE LÍQUIDO			
Nº	(gr)		Nº 10	28	D ₃₀	0.425	a	h ₁	b	h ₂	c	0	6	G	10	Gravación	Mét. Gradado	W ₁ (gr)	21.95	21.88	21.60		
3"	0.00	100	Nº 40	13	D ₆₀	0.85	1.0	G	Material Gradado		Características del Suelo		Suelo Coarse		Plástico		W ₁ + 1 (gr)	48.15	47.73	47.45			
2 1/2"	0.00	100	Nº 200	10	W (%)	0.6	suelo		A-2		del Suelo		Arme		Plástico		W ₁ + 1 (gr)	42.81	42.41	42.33			
2"	0.00	100	% GRAVA	17	L.L.	26	clasif. A-2-6 (0)		Simbología		Doble		Plástico		Plástico		W ₁ (gr)	5.57	5.32	5.16			
1 1/2"	0.00	100	% ARENA	73	L.P.	10	Material Grueso y Medio Grueso y Fino		Tipo del Suelo		SC - SP - S		Plástico		Plástico		W ₁ (gr)	27.00	25.95	24.60			
1"	0.00	100	% FINOS	10	L.P.	11	Fundación Regular		Suelo		SP - SC		Plástico		Plástico		W ₁ (gr)	15	27	35			
3/4"	0.00	100	Cu	46.67	Cc	16.96			Clasificación		SP - SC		Plástico		Plástico		N GOLPES	15	27	35			
3/8"	3.18	100	Consistencia	2.51	Medio Duro, S0802								Plástico		Plástico		L.L.			35.90			
1/4"	11.78	99	GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. Nº 012-12 RUC 20-61600913 INDECOPI Nº 00849-2007 M 97670361 - C 976363129 AV. MARTÍN DE SARRACAJAY Nº 1811										LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318			HUMEDAD NATURAL ASTM D 4643							
Nº4	235.51	83											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº10	797.56	79											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº20	128.28	21											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº40	111.62	13											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº60	31.86	11											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº100	1.83	11											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
Nº200	12.13	10											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
CAJOLETA	152.16	0											LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							
TOTAL	1480.00												LÍMITE PLÁSTICO			HUMEDAD NATURAL							

Curva Granulométrica: Gráfico de porcentaje acumulado vs. tamaño de malla.

Gravedad Específica: Tabla de datos de gravedad específica.

Límite Líquido: Gráfico de consistencia vs. número de golpes.

Humedad Natural: Tabla de datos de humedad natural.





OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación : Km. 02 + 000 Muestra : C9-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO		GRAVEDAD ESPECÍFICA		LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318				
ASTM D 422 / AASHTO T 88		ASTM D 2487-04 / AASHTO M 143-04		ASTM C 127		ASTM D 4318				
TAMIZ	PPR	% QUE PASA	Nº 4	63	100	WR (gr)	21.74	21.62	21.73	
Nº 10	63	100	Nº 40	37	100	W _{mh} + 1 (gr)	52.42	52.19	51.61	
Nº 20	30	100	Nº 200	33	0.6	W _{ms} (gr)	23.73	23.75	23.27	
Nº 40	14.45	93	% GRAVA	38	L.L.	20	W _w (gr)	7.03	6.82	6.61
Nº 60	181.87	55	% ARENA	38	L.P.	20	W _{np} (gr)	29.80	28.72	27.98
Nº 80	179.26	76	% FINOS	23	I.P.	9	N.GOLPES	15	29	33
Nº 100	121.76	70	Cu =	3.24	Medio Duro, Bólido	Clasificación	SC			
Nº 140	120.69	64	Comentarios	3.24	Medio Duro, Bólido	Temperatura	18.00			
Nº 200	111.60	26				Corrección T °K	1.00			
Nº 400	100.51	23				Peso Específico	2.57			
CAZOLETA	496.35	0				MATERIAL < Nº 4 (500 Cc)				
TOTAL	2097.00					Fresco + Muestra	280.35			
						Fresco	163.70			
						Muestra	126.65			
						Fresco + Agua	861.50			
						Fresco + Muestra	787.15			
						Fresco + Agua + Muestra	736.04			
						Volumen de Muestra	46.15			
						Temperatura	18.00			
						Corrección T °K	1.00			
						Peso Específico	2.61			
						Gravedad Global	3.45			
						% Retenido Nº 4	31.38			
						% Que Pasa Nº 4	68.62			
						Gravedad Total	mm 2.614 mm			

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. Nº 012-12
 RUC 2040600843 INDECOPI Nº 00849-2007 M 97670364 - C 976363120
 AV. MARTÍNEZ DE UCURUGAY Nº 1811

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Gloria A. Montenegro Lezama
 LABORATORIO
 C.O. AM. 0210000

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio César Gutiérrez Ayala
 C.O. AM. 0210000 - 07 2417

Curva Granulométrica: Gráfico de porcentaje acumulado vs tamaño de partícula (mm).

Límite Líquido: Gráfico de Límite Líquido vs Número de Golpes (N).

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación : Km. 02 + 250 Muestra : C10-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO		GRAVEDAD ESPECÍFICA		LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318				
ASTM D 422 / AASHTO T 88		ASTM D 2487-04 / AASHTO M 143-04		ASTM C 127		ASTM D 4318				
TAMIZ	PPR	% QUE PASA	Nº 4	63	100	WR (gr)	21.48	20.78	21.23	
Nº 10	35	100	Nº 40	45	100	W _{mh} + 1 (gr)	46.54	45.02	45.02	
Nº 20	38	100	Nº 200	38	0.7	W _{ms} (gr)	18.83	18.82	18.75	
Nº 40	47.56	70	% GRAVA	37	L.L.	31	W _w (gr)	6.01	5.64	5.54
Nº 60	78.24	65	% ARENA	28	L.P.	20	W _{np} (gr)	31.80	30.29	29.55
Nº 80	158.91	61	% FINOS	38	I.P.	11	N.GOLPES	15	28	35
Nº 100	137.28	74	Cu =	2.76	Medio Duro, Bólido	Clasificación	SC			
Nº 140	133.63	49	Comentarios	2.76	Medio Duro, Bólido	Temperatura	18.00			
Nº 200	72.43	48				Corrección T °K	1.00			
Nº 400	35.55	43				Peso Específico	2.58			
Nº 600	55.68	40				MATERIAL < Nº 4 (500 Cc)				
Nº 800	54.69	38				Fresco + Muestra	284.25			
CAZOLETA	736.23	0				Fresco	163.70			
TOTAL	1859.00					Muestra	120.55			
						Fresco + Agua	861.50			
						Fresco + Muestra	787.05			
						Fresco + Agua + Muestra	736.04			
						Volumen de Muestra	46.01			
						Temperatura	18.00			
						Corrección T °K	1.00			
						Peso Específico	2.62			
						Gravedad Global	3.21			
						% Retenido Nº 4	34.51			
						% Que Pasa Nº 4	65.49			
						Gravedad Total	mm 2.614 mm			

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. Nº 012-12
 RUC 2040600843 INDECOPI Nº 00849-2007 M 97670364 - C 976363120
 AV. MARTÍNEZ DE UCURUGAY Nº 1811

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Gloria A. Montenegro Lezama
 LABORATORIO
 C.O. AM. 0210000

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio César Gutiérrez Ayala
 C.O. AM. 0210000 - 07 2417

Curva Granulométrica: Gráfico de porcentaje acumulado vs tamaño de partícula (mm).

Límite Líquido: Gráfico de Límite Líquido vs Número de Golpes (N).



OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación : Km. 02 + 500 Muestra : C11-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D 2487-04 / AASHTO M 145-84			GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318								
TAMIZ N°	PRP (gr)	% QUE PASA	N° 4	48	D ₁₀ =	a	b	c	d	e	f	g	h	W ₁₀₀ + 1 (gr)	W ₁₀₀ + 1 (%)	W ₁₀₀ + 1 (gr)	W ₁₀₀ + 1 (%)
3"	0.00	100	N° 10	40	D ₃₀ =	10	0	Material Coarse	Gradación	Subo Grueso	Características del Suelo	Clasificación	Subo	W ₁₀₀ + 1 (gr)	48.65	49.80	48.75
2 1/2"	0.00	100	N° 40	32	D ₆₀ =	10	0	Material Coarse	Gradación	Subo Grueso	Características del Suelo	Clasificación	Subo	W ₁₀₀ + 1 (gr)	43.17	43.83	43.83
2"	0.00	100	N° 200	34	W (%)	0.9	0.9	suelo A-1	Clasif. A-1	Clasif. A-1	Simbología	Normal	W ₁₀₀ + 1 (gr)	20.65	21.48	21.28	
1 1/2"	126.55	94	% GRAVA	86	L.L.	29	29	Clasif. A-7 (P)	Clasif. A-7 (P)	Clasif. A-7 (P)	Simbología	Normal	W ₁₀₀ + 1 (gr)	6.48	6.25	5.82	
1"	129.96	97	% ARENA	20	L.P.	25	25	Material de Pólvora y Arena	Material de Pólvora y Arena	Material de Pólvora y Arena	Tipo del Suelo	C.M., C.C.	W ₁₀₀ + 1 (gr)	31.06	29.10	27.55	
3/4"	279.38	74	% FINOS	24	L.P.	4	4	Fundación Lixiviada y Humo	Fundación Lixiviada y Humo	Fundación Lixiviada y Humo	Tipo del Suelo	C.M., C.C.	N GOLPES	15	26	35	
1/2"	185.32	51	Consistencia	7.63	Media Dura, Blanda						Suelo	GM	L.L.		29.48		
3/8"	125.45	68															
1/4"	185.33	51															
N° 4	126.45	43															
N° 10	85.55	40															
N° 20	85.45	33															
N° 40	65.35	32															
N° 60	65.32	29															
N° 100	58.42	26															
N° 200	35.24	24															
CAJOLETA	485.23	0															
TOTAL	2000.00																

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12
 RUC 2049626843 INDI-COPI N° 00849-2007 N° 97670364 - C 97636329
 AV. MARTÍN DE UGURIBAY N° 1811

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio César Quiroz Ayesta
 C.A. Bolivia y F. Perdomo
 CIP 45320 - 20117

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio César Quiroz Ayesta
 C.A. Bolivia y F. Perdomo
 CIP 45320 - 20117

OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
 Ubicación : Km. 02 + 750 Muestra : C12-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D 2487-04 / AASHTO M 145-84			GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318								
TAMIZ N°	PRP (gr)	% QUE PASA	N° 4	63	D ₁₀ =	a	b	c	d	e	f	g	h	W ₁₀₀ + 1 (gr)	W ₁₀₀ + 1 (%)	W ₁₀₀ + 1 (gr)	W ₁₀₀ + 1 (%)
3"	0.00	100	N° 10	87	D ₃₀ =	10	3.5	b	23.5	c	0.9	0.9	4.0	W ₁₀₀ + 1 (gr)	51.81	51.86	51.45
2 1/2"	317.44	84	N° 40	46	D ₆₀ =	10	3	Material Fino Arcilloso	Gradación	Subo Grueso	Características del Suelo	Clasificación	Subo	W ₁₀₀ + 1 (gr)	43.35	43.61	43.46
2"	0.00	84	N° 200	39	W (%)	0.9	0.9	suelo A-6	Clasif. A-6	Clasif. A-6	Simbología	Normal	W ₁₀₀ + 1 (gr)	21.74	21.87	21.93	
1 1/2"	190.71	73	% GRAVA	37	L.L.	39	39	Clasif. A-6 (2)	Clasif. A-6 (2)	Clasif. A-6 (2)	Simbología	Normal	W ₁₀₀ + 1 (gr)	8.48	8.25	7.99	
1"	0.00	75	% ARENA	25	L.P.	22	22	Material de Pólvora y Arena	Material de Pólvora y Arena	Material de Pólvora y Arena	Tipo del Suelo	SC, SC	W ₁₀₀ + 1 (gr)	39.81	37.72	36.43	
3/4"	35.70	73	% FINOS	39	L.P.	15	15	Fundación Lixiviada y Humo	Fundación Lixiviada y Humo	Fundación Lixiviada y Humo	Tipo del Suelo	SC	N GOLPES	19	29	35	
1/2"	38.35	72	Consistencia	3.32	Media Dura, Blanda						Suelo	SC	L.L.		37.85		
3/8"	54.25	99															
1/4"	59.22	68															
N° 4	51.43	43															
N° 10	138.48	57															
N° 20	134.80	50															
N° 40	87.64	45															
N° 60	36.77	44															
N° 100	62.06	40															
N° 200	38.44	38															
CAJOLETA	274.92	0															
TOTAL	2011.00																

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12
 RUC 2049626843 INDI-COPI N° 00849-2007 N° 97670364 - C 97636329
 AV. MARTÍN DE UGURIBAY N° 1811

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio César Quiroz Ayesta
 C.A. Bolivia y F. Perdomo
 CIP 45320 - 20117

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Julio César Quiroz Ayesta
 C.A. Bolivia y F. Perdomo
 CIP 45320 - 20117



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 "Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"



OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
 Ubicación : Km. 63 + 000 Muestra : C13-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO		GRAVEDAD ESPECÍFICA		LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318				
ASTM D 422 / AASHTO T 88			ASTM D 2487-94 / AASHTO M 145-88		ASTM C 127		ASTM D 4318				
TAMIZ	PRP	% QUE PASA	Nº 4	14	136.0	MATERIAL > Nº 4 (1000 Cc)		W _L (gr)	21.90	21.72	21.52
Nº	(gr)		Nº 10	6	17.0	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U + 1 (gr)	48.84	47.64	48.04
3"	0.00	100	Nº 40	5	13.0	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U + 1 (gr)	40.84	39.62	40.40
2 1/2"	0.00	100	Nº 200	4	9.0	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U (gr)	18.82	17.60	18.58
2"	0.00	100	% GRAVA	96	L.L.	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U (gr)	0.00	7.42	7.61
1 1/2"	0.00	100	% ARENA	11	L.P.	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U (gr)	42.44	41.45	40.31
1"	417.92	78	% FINOS	4	L.P.	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		N. GOLPES	15	24	35
3/4"	399.98	56	Cu =			Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		L.L.			
1/2"	499.58	36	Consistencia	3.02	Media Dura, Sólida	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318			
3/8"	165.94	27				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	20.78	21.56	
1/4"	178.47	18				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p + 1 (gr)	20.18	30.04	
Nº 4	81.23	14				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p + 1 (gr)	27.48	28.43	
N 10	118.63	8				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	6.98	6.82	
N 20	44.67	5				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	1.72	1.81	
N 40	21.98	5				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	25.75	29.60	
N 60	8.32	5				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		L.P.		24.83	
N 100	11.74	4				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		HUMEDAD NATURAL ASTM D 4643			
N 200	8.72	4				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	37.45	27.21	37.35
CAZOQUETA	71.52	0				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n + 1 (gr)	620.00	518.56	519.72
TOTAL	2500.00					Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n + 1 (gr)	518.21	514.88	515.96
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	478.78	477.77	478.04
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	3.79	3.38	3.70
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	0.78	0.71	0.78
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	14.13		
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		Gravedad Total	2.69		

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12
 RUC 2049560943 INDECOPI N° 00819-2007 M 97670364 - C 97636120
 AV. MARTÍN DE UGUELA CAYAN 1811

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Montoya Letanma
 LABORATORIO
 C/O. SAN BERNARDO

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Jullio Cesar Ojeda Aparicio
 C/O. SAN BERNARDO
 CIP 40229 CO 2417

OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
 Ubicación : Km. 03 + 250 Muestra : C14-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO		GRAVEDAD ESPECÍFICA		LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318				
ASTM D 422 / AASHTO T 88			ASTM D 2487-94 / AASHTO M 145-88		ASTM C 127		ASTM D 4318				
TAMIZ	PRP	% QUE PASA	Nº 4	40	136.0	MATERIAL > Nº 4 (1000 Cc)		W _L (gr)	21.00	22.18	21.45
Nº	(gr)		Nº 10	34	129.0	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U + 1 (gr)	51.54	51.56	51.35
3"	0.00	100	Nº 40	30	127.0	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U + 1 (gr)	44.62	44.51	44.48
2 1/2"	0.00	100	Nº 200	27	125.0	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U (gr)	22.96	22.32	23.01
2"	220.09	89	% GRAVA	60	L.L.	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U (gr)	7.52	7.05	6.88
1 1/2"	127.51	61	% ARENA	13	L.P.	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _U (gr)	32.75	31.59	29.84
1"	61.03	55	% FINOS	27	L.P.	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		N. GOLPES	15	24	35
3/4"	31.88	47	Cu =			Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		L.L.			
1/2"	106.37	49	Consistencia	3.02	Media Dura, Sólida	Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318			
3/8"	31.88	47				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	21.48	21.63	
1/4"	86.38	42				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p + 1 (gr)	28.50	28.81	
Nº 4	35.72	40				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p + 1 (gr)	27.28	27.56	
N 10	82.83	34				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	5.80	5.95	
N 20	50.00	31				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	1.22	1.23	
N 40	21.62	30				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	482.78	471.88	495.02
N 60	0.02	29				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	3.00	3.58	4.01
N 100	14.89	25				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _p (gr)	3.00	3.58	4.01
N 200	16.78	27				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		L.P.	21.63	20.67	
CAZOQUETA	440.00	0				Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		L.P.		20.85	
TOTAL	1808.00					Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		HUMEDAD NATURAL ASTM D 4643			
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	37.22	37.12	37.18
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n + 1 (gr)	620.00	619.58	620.21
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n + 1 (gr)	520.00	609.00	533.20
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	482.78	471.88	495.02
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	3.00	3.58	4.01
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	0.75	0.76	0.81
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		W _n (gr)	40.18		
						Fracción < Nº 4 (1000 Cc)		Gravedad Total	2.69		

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12
 RUC 2049560943 INDECOPI N° 00819-2007 M 97670364 - C 97636120
 AV. MARTÍN DE UGUELA CAYAN 1811

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Giovanni A. Montoya Letanma
 LABORATORIO
 C/O. SAN BERNARDO

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 Ing. Jullio Cesar Ojeda Aparicio
 C/O. SAN BERNARDO
 CIP 40229 CO 2417



OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Materia: Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
Ubicación: Km. 03 + 500 Muestra : C15-E2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D2487-04 / AASHTO M 145-08										GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318					
TAMIZ	PRP (%)	% QUE PASA	Nº 4	30	D ₁₀ (%)	AASHTO										MATERIAL Nº 4 (1000 Gc)			W _m + 1 (g)		
Nº	100	100	Nº 10	28	D ₃₀ (%)	Gración										225.35			21.61		
2 1/2"	0.00	100	Nº 20	18	D ₆₀ (%)	Caracterización del Suelo										243.90			21.88		
2"	163.37	81	% GRASA	68	W (%)	del Suelo										561.66			52.11		
1 1/2"	159.03	80	% ARENA	14	L.P.	Simbología										1238.40			24.62		
1"	323.63	53	% FINOS	19	I.P.	Tipo del Suelo										1810.95			26.98		
3/4"	83.37	60	Cu +	2.79	Medio Duro, Sólido	Suabo										1595.25			28.26		
1/2"	171.49	43	Geotecnia & Proyectos SAC REG. Nº 012-12													724.70			28.16		
3/8"	75.98	50	RUC: 20491609843													18.00			28.16		
1/4"	65.72	35	INDECOPI Nº 00649-2007 M 97670304 - C 97630320													1.00			21.65		
Nº4	43.08	32	AV. MARTIN DE UCHIRACAY Nº 1811													2.50			21.30		
Nº10	104.04	26	Ing. Jullia Cesar Quiroz Ayesta													MATERIAL C Nº 4 (500 Gc)			W _m + 1 (g)		
Nº20	59.91	22	D.A. Basauri y Paredes													Fresco + Muestra			28.85		
Nº40	27.51	21	CIP: 16017													Fresco			26.30		
Nº60	10.00	20														Fresco + Muestra			7.20		
Nº100	16.14	19														Fresco + Agua			1.21		
Nº200	12.96	19														Fresco + Muestra			1.18		
CAZOLETA	315.19	0														Fresco + Agua			16.83		
TOTAL	1702.00															Fresco + Muestra			733.05		
CURVA GRANULOMÉTRICA			GRAVEDAD ESPECÍFICA										LÍMITE LÍQUIDO								
CURVA GRANULOMÉTRICA			GRAVEDAD ESPECÍFICA										LÍMITE LÍQUIDO								
CURVA GRANULOMÉTRICA			GRAVEDAD ESPECÍFICA										LÍMITE LÍQUIDO								

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA
TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Materia: Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
Ubicación: Km. 03 + 750 Muestra : C16-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D2487-04 / AASHTO M 145-08										GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318					
TAMIZ	PRP (%)	% QUE PASA	Nº 4	36	D ₁₀ (%)	AASHTO										MATERIAL Nº 4 (1000 Gc)			W _m + 1 (g)		
Nº	100	100	Nº 10	27	D ₃₀ (%)	Gración										823.07			21.80		
2 1/2"	0.0	100	Nº 20	17	D ₆₀ (%)	Caracterización del Suelo										243.80			21.87		
2"	0.0	100	% GRASA	84	W (%)	del Suelo										578.21			24.11		
1 1/2"	419.3	77	% ARENA	19	L.P.	Simbología										1238.40			24.08		
1"	104.4	74	% FINOS	17	I.P.	Tipo del Suelo										1810.61			26.34		
3/4"	267.7	50	Cu +	2.35	Medio Duro, Sólido	Suabo										1592.00			28.85		
1/2"	186.4	50	Geotecnia & Proyectos SAC REG. Nº 012-12													724.91			21.19		
3/8"	100.9	44	RUC: 20491609843													18.00			21.82		
1/4"	89.8	36	INDECOPI Nº 00649-2007 M 97670304 - C 97630320													1.00			20.18		
Nº4	54.8	36	AV. MARTIN DE UCHIRACAY Nº 1811													2.50			28.11		
Nº10	132.2	29	Ing. Jullia Cesar Quiroz Ayesta													MATERIAL C Nº 4 (500 Gc)			W _m + 1 (g)		
Nº20	85.8	24	D.A. Basauri y Paredes													Fresco + Muestra			26.30		
Nº40	48.6	21	CIP: 16017													Fresco			6.92		
Nº60	20.7	20														Fresco + Muestra			0.70		
Nº100	31.3	18														Fresco + Agua			1.96		
Nº200	21.6	17														Fresco + Muestra			1.55		
CAZOLETA	309.3	0														Fresco + Agua			22.54		
TOTAL	1736.0															Fresco + Muestra			733.38		
CURVA GRANULOMÉTRICA			GRAVEDAD ESPECÍFICA										LÍMITE LÍQUIDO								
CURVA GRANULOMÉTRICA			GRAVEDAD ESPECÍFICA										LÍMITE LÍQUIDO								
CURVA GRANULOMÉTRICA			GRAVEDAD ESPECÍFICA										LÍMITE LÍQUIDO								



OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Materia: Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
 Ubicación: Km. 04 + 000 Muestra : C17-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO												GRAVEDAD ESPECÍFICA			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318		
ASTM D 422 / AASHTO T 88			ASTM D 2487-04 / AASHTO M 148-04												ASTM C 127			ASTM D 4318		
TAMIZ	PRP	% QUE PASA	UNIFORME						NO UNIFORME						MATERIAL > N° 4 (1000 Cc)			LÍMITE LÍQUIDO		
N°	(mm)		N° 4	20	60	100	a	b	c	d	e	f	g	h	Gravedad	W ₁ (gr)	W ₁ + 1 (gr)	W ₁ + 2 (gr)		
3"	0.00	100	N° 10	18	DN=										Gravedad	21.04	21.30	21.18		
2 1/2"	0.00	100	N° 40	14	DN=										Gravedad	52.02	51.09	50.16		
2"	300.11	84	N° 200	12	W (%)	0.7	SUELO	A-2							Gravedad	20.82	20.30	19.87		
1 1/2"	234.54	72	% GRAVA	77	L.L.	47	classif.	A - 2 - 7 (0)							Gravedad	48.05	46.75	45.07		
1"	280.37	64	% ARENA	12	L.P.	27	Materiales	Clases y Arenas Limpias y Arcillosas							Gravedad	15	24	33		
3/4"	170.87	45	% FINOS	12	I.P.	20	Indicaci	de Regular							Gravedad			68.80		
1/2"	143.82	38	CC =		CC =										Gravedad					
3/8"	138.87	31	Consistencia	2.53	Medio Dura	Sólida									Gravedad					
1/4"	100.48	26													Gravedad					
N#4	60.22	23													Gravedad					
N#20	28.08	16													Gravedad					
N#40	30.11	14													Gravedad					
N#60	12.62	13													Gravedad					
N#100	19.04	12													Gravedad					
N#200	13.28	12													Gravedad					
CAZOLETA	236.90	0													Gravedad					
TOTAL	2044.00														Gravedad					

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12
 INDECOPI N° 00849-3007 M 976710361 - C 976363129
 AV. MARTÍN DE USHIRACAY N. 1611

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Materia: Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
 Ubicación: Km. 04 + 250 Muestra : C18-E2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO												GRAVEDAD ESPECÍFICA			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318		
ASTM D 422 / AASHTO T 88			ASTM D 2487-04 / AASHTO M 148-04												ASTM C 127			ASTM D 4318		
TAMIZ	PRP	% QUE PASA	UNIFORME						NO UNIFORME						MATERIAL > N° 4 (1000 Cc)			LÍMITE LÍQUIDO		
N°	(mm)		N° 4	20	60	100	a	b	c	d	e	f	g	h	Gravedad	W ₁ (gr)	W ₁ + 1 (gr)	W ₁ + 2 (gr)		
3"	0.00	100	N° 10	27	DN=										Gravedad	21.68	21.74	21.68		
2 1/2"	0.00	100	N° 40	17	DN=										Gravedad	51.03	50.05	51.03		
2"	0.00	100	N° 200	11	W (%)	0.6	SUELO	A-2							Gravedad	43.82	43.84	44.18		
1 1/2"	108.97	94	% GRAVA	81	L.L.	32	classif.	A - 2 - 6 (0)							Gravedad	7.21	7.01	6.87		
1"	280.34	80	% ARENA	27	L.P.	21	Materiales	Clases y Arenas Limpias y Arcillosas							Gravedad	32.87	31.58	30.58		
3/4"	174.54	71	% FINOS	11	I.P.	11	Indicaci	de Regular							Gravedad	15	24	38		
1/2"	126.55	54	CC =		CC =										Gravedad			31.55		
3/8"	126.55	54	Consistencia	2.65	Medio Dura	Sólida									Gravedad					
1/4"	172.31	45													Gravedad					
N#4	106.50	39													Gravedad					
N#10	225.70	27													Gravedad					
N#20	120.85	20													Gravedad					
N#40	64.15	17													Gravedad					
N#60	28.21	15													Gravedad					
N#100	43.47	13													Gravedad					
N#200	31.70	11													Gravedad					
CAZOLETA	219.51	0													Gravedad					
TOTAL	1678.00														Gravedad					

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12
 INDECOPI N° 00849-3007 M 976710361 - C 976363129
 AV. MARTÍN DE USHIRACAY N. 1611



OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
 Ubicación : Km. 04 + 500 Muestra : C19-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO		GRAVEDAD ESPECÍFICA		LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318				
ASTM D 422 / AASHTO T 89			ASTM D 2487-84 / AASHTO M 145-88		ASTM C 127		ASTM D 4318				
TAMIZ	PPP	% QUE PASA	Nº 4	44	130+ =	SUELO		WT (gr)	21.38	21.82	21.87
Nº	(gr)		Nº 10	36	130+ =	Gradación		W _{mh} + 1 (gr)	45.35	48.20	44.83
3"	0.00	100	Nº 40	29	130+ =	Características del Suelo		W _{ms} + 1 (gr)	37.95	38.25	37.54
2 1/2"	0.00	100	Nº 200	25	W (No)	0.8		W _u (gr)	18.17	18.82	18.97
2"	0.00	100	% GRAYA	58	L.L.	48	Clasif.	A-2-7 (1)	7.80	7.82	7.90
1 1/2"	261.45	86	% ARENA	19	L.P.	31	Material	Guerra y Arena Limpia y Aislada	48.24	47.65	48.57
1"	192.85	78	% FINOS	25	I.P.	17	Tipos del Suelo	SM, SC	19	24	34
3/4"	142.80	68	Cu =		Cc =		Substrato	SC			
1/2"	134.04	61	Consistencia	2.79	Medio Duro, Sólido		Clasificación	SC			
3/8"	100.17	56	GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12 RUC 20491609843 INDECOPI N° 00640-2007 M 97870364 - C 97636329 AV. MARTINES DE UCHURACAY N° 1811								
1/4"	149.87	48									
Nº 4	62.21	44									
Nº 10	184.21	36									
Nº 20	78.79	31									
Nº 40	40.22	29									
Nº 60	17.51	26									
Nº 100	30.80	27									
Nº 200	25.84	25									
CAZOLETA	474.74	0									
TOTAL	1873.00										

CURVA GRANULOMÉTRICA

GRAVEDAD ESPECÍFICA

MATERIAL N° 4 (500 G)	243.80	W _{ms} + 1 (gr)	29.84	30.25
Frasco + Muestra	282.32	W _{ms} (gr)	6.13	6.09
Frasco	163.70	W _w (gr)	1.80	1.98
Muestra	124.62	W _u (%)	30.83	30.87
Frasco + Agua	661.50	L.P.		30.83
Frasco + Muestra	786.12			
Frasco + Agua + Muestra	1585.00			
Temperatura	18.00			
Corrección T° h	1.00			
Peso Específico	2.82			
Gravedad Global				
% Retenido N° 4	33.70			
% Que Pasa N° 4	66.30			
Gravedad Total	2.82			

LÍMITE LÍQUIDO

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : OCTUBRE DEL 2009
 Ubicación : Km. 04 + 750 Muestra : C20-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO		GRAVEDAD ESPECÍFICA		LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318				
ASTM D 422 / AASHTO T 89			ASTM D 2487-84 / AASHTO M 145-88		ASTM C 127		ASTM D 4318				
TAMIZ	PPP	% QUE PASA	Nº 4	66	130+ =	SUELO		WT (gr)	21.86	21.82	20.82
Nº	(gr)		Nº 10	48	130+ =	Gradación		W _{mh} + 1 (gr)	55.92	54.17	55.24
3"	0.00	100	Nº 40	32	130+ =	Características del Suelo		W _{ms} + 1 (gr)	47.04	44.32	44.98
2 1/2"	0.00	100	Nº 200	21	W (No)	0.8		W _u (gr)	25.18	24.32	26.17
2"	0.00	100	% GRAYA	44	L.L.	34	Clasif.	A-2-6 (1)	8.88	8.23	8.35
1 1/2"	278.82	86	% ARENA	35	L.P.	17	Material	Guerra y Arena Limpia y Aislada	35.27	33.84	31.91
1"	199.82	78	% FINOS	21	I.P.	17	Tipos del Suelo	SM, SC	15	24	35
3/4"	161.44	64	Cu =		Cc =		Substrato	SC			
1/2"	154.80	60	Consistencia	1.96	Medio Duro, Sólido		Clasificación	SC			
3/8"	117.86	60	GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12 RUC 20491609843 INDECOPI N° 00640-2007 M 97870364 - C 97636329 AV. MARTINES DE UCHURACAY N° 1811								
1/4"	71.28	55									
Nº 4	211.19	48									
Nº 10	158.08	38									
Nº 20	115.20	32									
Nº 40	62.67	29									
Nº 60	63.74	24									
Nº 100	69.05	21									
Nº 200	406.33	0									
CAZOLETA	1969.00										
TOTAL	1969.00										

CURVA GRANULOMÉTRICA

GRAVEDAD ESPECÍFICA

MATERIAL N° 4 (500 G)	243.80	W _{ms} + 1 (gr)	27.70	28.23
Frasco + Muestra	285.47	W _{ms} (gr)	6.05	5.93
Frasco	163.70	W _w (gr)	1.00	1.04
Muestra	121.77	W _u (%)	18.53	17.64
Frasco + Agua	661.50	L.P.		17.63
Frasco + Muestra	786.27			
Frasco + Agua + Muestra	1585.00			
Temperatura	18.00			
Corrección T° h	1.00			
Peso Específico	2.82			
Gravedad Global				
% Retenido N° 4	43.78			
% Que Pasa N° 4	56.22			
Gravedad Total	2.82			

LÍMITE LÍQUIDO



OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA.

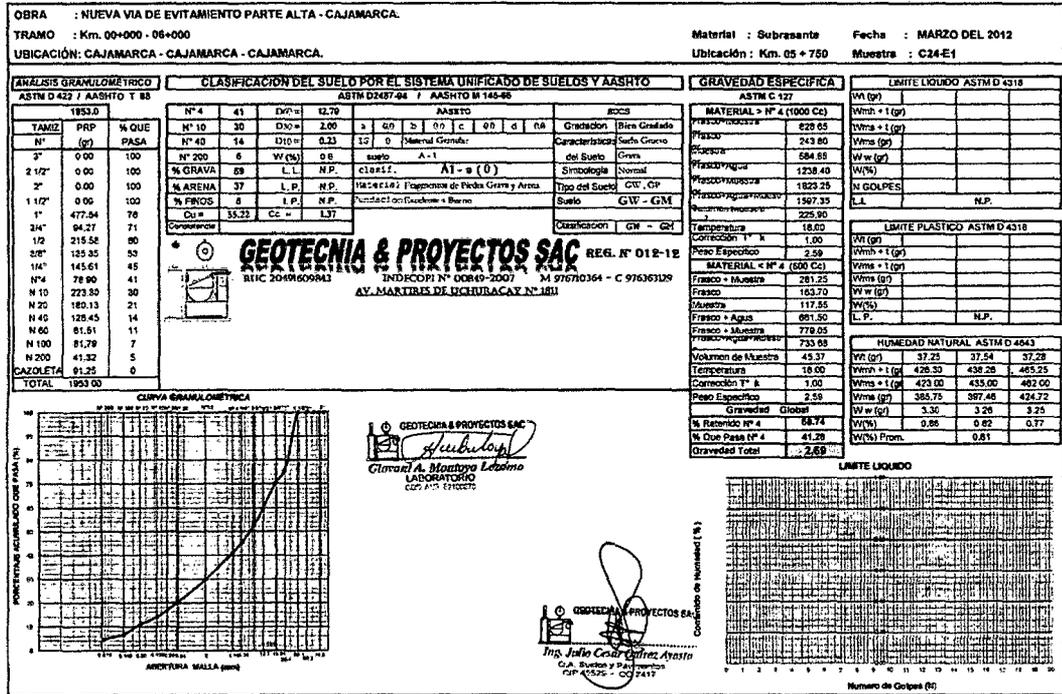
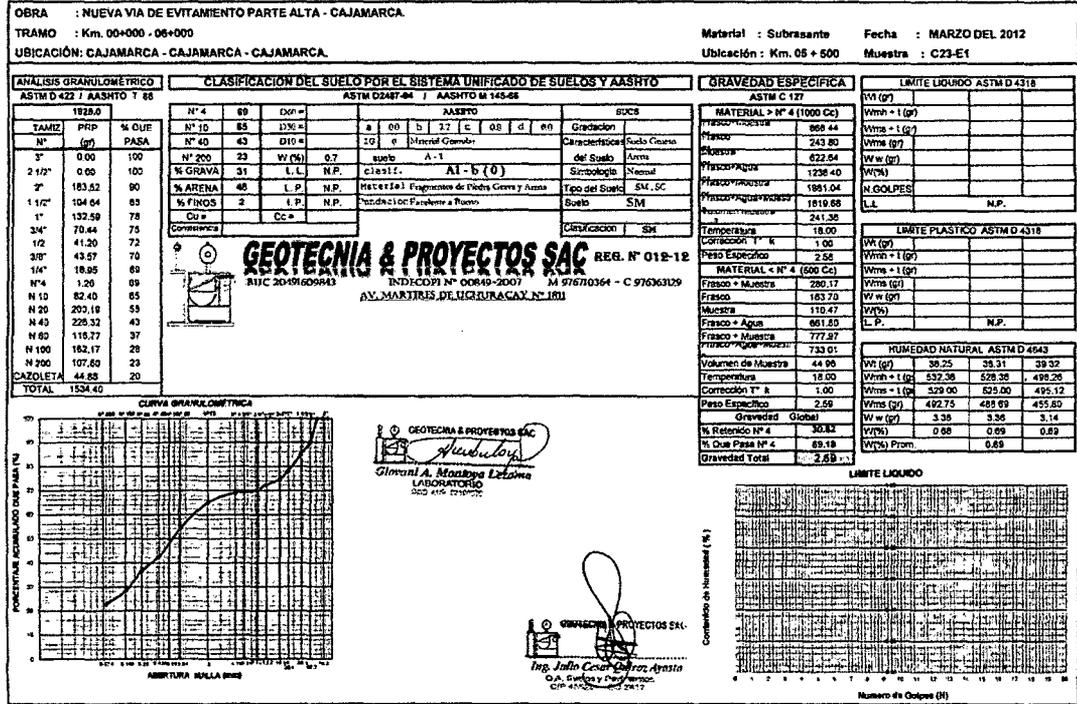
Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación: Km. 05 + 000 Muestra : C21-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D2487-84 / AASHTO M 145-88										GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127		LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4316			
TAMIZ	PRP	% QUE PASA	Nº 4	20	D ₁₀ =	0.25	ALERTO					Gravación	Mal Gradada	MATERIAL > Nº 4 (1000 Cc)	W _L (gr)	W _P (gr)	W _U (gr)	
Nº	(gr)	PASA	Nº 10	20	D ₁₀ =	4.75	a	0.0	b	0	c	0	d	0	Fracción	531.28	243.50	243.50
3"	0.00	100	Nº 200	10	W _U (%)	0.9	suelo A-1					Caracterización	Sueto Grueso	Fracción	243.50	243.50	243.50	
2 1/2"	0.00	100	% GRAVA	69	L.L.	N.P.	CLASIF. A1-a (0)					del Suelo	Com.	Muestra	587.48	587.48	587.48	
2"	178.52	91	% ARENA	31	L.P.	N.P.	MATERIALES: Engrosamiento de Piedra Gruesa y Arena					Sintología	Doble	Fracción Agua	1239.40	1239.40	1239.40	
1 1/2"	69.77	87	% FINOS	10	L.P.	N.P.	Fundación: Engrosamiento de Piedra Gruesa y Arena					Tipo del Suelo	GM - GP	Fracción Agua + Muestra	1825.64	1825.64	1825.64	
1"	197.13	77	Cu =	172.97	Cc =	21.38	Fundación: Engrosamiento de Piedra Gruesa y Arena					Suelo	GM - GP	Fracción Agua + Muestra	1607.00	1607.00	1607.00	
3/4"	145.93	70	Consistencia				Clasificación					GM - GP	Temperatura	226.88	226.88	226.88		
1/2"	238.61	68	GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. Nº 012-12 RUC 2049609843 INDI-COPI Nº 00849-2007 M 97670364 - C 976363129 AV. MARTIRIS DE UGURIBACAY Nº 1811 C.A. Ing. Julio César Gutiérrez Araya CIP 45320-1-00 2417										Corrección T°	1.00	LÍMITE ELÁSTICO ASTM D 4316			
3/8"	185.90	48											W _L (gr)	1.00	W _P (gr)	2.57		
1/4"	221.50	37											MATERIAL < Nº 4 (600 Cc)	W _L + 1 (gr)	W _P + 1 (gr)	2.57		
Nº4	100.51	31											Fracción + Muestra	284.65	284.65	284.65		
N 10	218.90	20											Fracción	183.70	183.70	183.70		
N 20	83.98	15											Muestra	120.85	120.85	120.85		
N 40	43.80	13											Fracción + Agua	661.00	661.00	661.00		
N 60	17.84	12											Fracción + Muestra	732.45	732.45	732.45		
N 100	26.73	11											Fracción + Agua + Muestra	736.40	736.40	736.40		
N 200	15.45	10											Volumen de Muestra	47.65	47.65	47.65		
CAZOLETA	182.20	0	Temperatura	18.00	18.00	18.00												
TOTAL	1938.00	0	Corrección T°	1.00	W _L (gr)	27.25	27.15	327.17										
CURVA GRANULOMÉTRICA													Humedad Natural ASTM D 4543 W _L (gr) 524.36 527.35 526.48 W _P + 1 (gr) 820.00 523.00 524.00 W _U (gr) 492.75 500.00 510.00 W _L (gr) 4.38 4.35 4.48 % Retenido Nº 4 88.78 W _P (gr) 0.85 0.87 0.87 % Que Pasa Nº 4 31.22 W _L (gr) Prom. 0.88 Gravedad Total 1825.64					
LÍMITE LÍQUIDO													Humedad Plástica ASTM D 4318 W _L (gr) 22.35 22.15 22.54 W _P + 1 (gr) 55.35 55.31 54.88 W _U (gr) 24.65 24.97 24.45 W _L (gr) 8.36 8.19 7.86 W _P (gr) 33.87 32.80 31.40 N COLPES 15 24 34 L.L. 33.80					

OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA.

Material : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación: Km. 05 + 250 Muestra : C22-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACION DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D2487-84 / AASHTO M 145-88										GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127		LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4316			
TAMIZ	PRP	% QUE PASA	Nº 4	27	D ₁₀ =	0.25	ALERTO					Gravación	Mal Gradada	MATERIAL > Nº 4 (1000 Cc)	W _L (gr)	W _P (gr)	W _U (gr)	
Nº	(gr)	PASA	Nº 10	19	D ₁₀ =	4.75	a	0	b	0	c	0	d	0	Fracción	832.24	243.90	243.90
3"	0.00	100	Nº 200	8	W _U (%)	0.8	suelo A-1					Caracterización	Sueto Grueso	Fracción	243.90	243.90	243.90	
2 1/2"	0.00	100	% GRAVA	73	L.L.	33	CLASIF. A1-a (0)					del Suelo	Com.	Muestra	588.44	588.44	588.44	
2"	258.02	90	% ARENA	22	L.P.	26	MATERIALES: Engrosamiento de Piedra Gruesa y Arena					Sintología	Normal	Fracción Agua	1238.40	1238.40	1238.40	
1 1/2"	105.80	85	% FINOS	6	L.P.	4	Fundación: Engrosamiento de Piedra Gruesa y Arena					Tipo del Suelo	GM - GC	Fracción Agua + Muestra	1628.84	1628.84	1628.84	
1"	482.63	69	Cu =	60.83	Cc =	7.34	Fundación: Engrosamiento de Piedra Gruesa y Arena					Suelo	GM - GC	Fracción Agua + Muestra	1509.00	1509.00	1509.00	
3/4"	101.94	61	Consistencia	7.89	Medio Duro, Rígido		Clasificación					GM - GC	Temperatura	227.84	227.84	227.84		
1/2"	365.38	47	GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. Nº 012-12 RUC 2049609843 INDI-COPI Nº 00849-2007 M 97670364 - C 976363129 AV. MARTIRIS DE UGURIBACAY Nº 1811 C.A. Ing. Julio César Gutiérrez Araya CIP 45320-1-00 2417										Corrección T°	1.00	LÍMITE ELÁSTICO ASTM D 4316			
3/8"	211.37	38											W _L (gr)	2.56	W _P (gr)	2.56		
1/4"	228.50	30											MATERIAL < Nº 4 (600 Cc)	W _L + 1 (gr)	W _P + 1 (gr)	2.56		
Nº4	85.48	27											Fracción + Muestra	279.50	279.50	279.50		
N 10	186.04	19											Fracción	183.70	183.70	183.70		
N 20	131.23	14											Muestra	118.10	118.10	118.10		
N 40	82.82	11											Fracción + Agua	661.00	661.00	661.00		
N 60	19.41	9											Fracción + Muestra	737.65	737.65	737.65		
N 100	65.18	7											Volumen de Muestra	732.70	732.70	732.70		
N 200	53.91	5											Temperatura	44.80	44.80	44.80		
CAZOLETA	123.01	0	Corrección T°	1.00	W _L (gr)	38.15	37.32	37.16										
TOTAL	2581.00	0	MATERIAL < Nº 4 (600 Cc)	W _L + 1 (gr)	W _P + 1 (gr)	38.15	37.32	37.16										
CURVA GRANULOMÉTRICA													Humedad Natural ASTM D 4543 W _L (gr) 522.40 523.00 516.21 W _P + 1 (gr) 826.80 523.00 512.21 W _U (gr) 490.68 485.68 475.68 W _L (gr) 3.90 3.80 4.00 % Retenido Nº 4 78.24 W _P (gr) 0.73 0.78 0.94 % Que Pasa Nº 4 21.76 W _L (gr) Prom. 0.79 Gravedad Total 1628.84					
LÍMITE LÍQUIDO													Humedad Plástica ASTM D 4318 W _L (gr) 21.25 21.35 21.54 W _P + 1 (gr) 55.35 55.31 54.88 W _U (gr) 24.65 24.97 24.45 W _L (gr) 8.36 8.19 7.86 W _P (gr) 33.87 32.80 31.40 N COLPES 15 24 34 L.L. 33.80					





OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA.
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACIÓN : CAJAMARCA - CAJAMARCA.

MATERIAL : Subrasante Fecha : MARZO DEL 2012
 Ubicación : Km. 06 + 000 Muestra : C25-E1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / AASHTO T 88			CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS Y AASHTO ASTM D2487-84 / AASHTO M 145-68										GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127			LÍMITE LÍQUIDO ASTM D 4318					
TAMIZ N°	PRP (g)	% QUE PASA	N° 4	63	D ₁₀ =	0.25	a	0.0	b	0	v + c	0.0	d	0.0	Gración	Bien Graduado	MATERIAL > N° 4 (1000 Gc)	W _L (gr)	W _U + 1 (gr)	W _U + 1 (gr)	
N° 10	38	D ₁₀ =	0.07	Material Coarsos	Características del Suelo	Grava										Fresco	621.32				
N° 20	24	W (%)	0.0	Suelo	A-1											Fresco	243.80				
N° 40	10	L.L.	N.P.	classif.	AI - b (0)											Fresco	577.52				
N° 60	5	L.P.	N.P.	Material	Ingeniería de Piedra Grava y Arena											Fresco	1238.40				
N° 100	0	L.P.	N.P.	Fundación	Evaporación y Raso											Fresco	1815.82				
N° 200	0	U _c =	1.00	Clasificación	SM											Fresco	1591.00				
CAZOLETA		482.89	TOTAL		1881.00											Temperatura	18.00	LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318			
																Corrección T _p	1.00	W _L (gr)			
																Peso Específico	2.57	W _U + 1 (gr)			
																Fresco + Muestra	282.25	W _U + 1 (gr)			
																Fresco	165.70	W _U (gr)			
																Muestra	118.55	W (%)			
																Fresco + Agua	861.50	L.P.			
																Fresco + Muestra	780.06	HUMEDAD NATURAL ASTM D 4643			
																Fresco + Muestra	754.18	W _N (gr)	37.35	38.25	38.16
																Volumen de Muestra	45.67	W _N + 1 (gr)	425.68	416.39	437.25
																Temperatura	18.00	W _U + 1 (gr)	422.00	415.00	434.00
																Corrección T _p	1.00	W _U + 1 (gr)	354.85	375.75	375.84
																Peso Específico	2.59	W _U (gr)	3.58	3.38	3.25
																Gravedad Global		W (%)	0.60	0.90	0.82
																% Retenido N° 4	39.10	W (%) Prom.			
																% Que Pasa N° 4	60.90	W (%) Prom.			
																Gravedad Total	3.58				

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC REG. N° 012-12
 RUC 20491609843 INDECOPI N° 00849-2007 M 97670364 - C 976343129
 AV. MARTÍNEZ DE HERRERA N° 1811

Giovanni A. Montoya Letam
 LABORATORIO
 2025 MAR 20 2012

Ing. Julio César Urbina Ayala
 C.A. 14833 - 2012
 CIP 4533 - CO 2017

CURVA GRANULOMÉTRICA

LÍMITE LÍQUIDO

W (%)	U _c	Grav. Espec.	Temperatura
37.35	1.00	2.57	18.00
38.25	1.00	2.57	18.00
38.16	1.00	2.57	18.00
425.68	1.00	2.59	18.00
416.39	1.00	2.59	18.00
437.25	1.00	2.59	18.00
354.85	1.00	2.59	18.00
375.75	1.00	2.59	18.00
375.84	1.00	2.59	18.00
3.58	1.00	2.59	18.00
3.38	1.00	2.59	18.00
3.25	1.00	2.59	18.00
0.60	1.00	2.59	18.00
0.90	1.00	2.59	18.00
0.82	1.00	2.59	18.00



d) Diseño de Mezclas



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 ELABORACIÓN DE PERFIL TÉCNICO - PROYECTOS
 RUC 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 ESTUDIOS DE GEOTÉCNIA, MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Jr. Mártires de Uchuracay N° 1811
 Cel. 976-710364-345278
 CAJAMARCA

PERFIL TÉCNICO: DISEÑO DE MEZCLAS

OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA
 TRAMO : Km. 00+000 - 06+000
 UBICACION : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 CANTERA : AGREGADO FINO: CANTERA DE RIO CHONTA.
 AGREGADO GRUESO: CANTERA DE RIO CHONTA.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

1.1 AGREGADO FINO : DE RIO (CANTERA)

PESO ESPECIFICO DE MASA : 2.58
 PESO UNITARIO SUELTO SECO : 1,624 Kg./m³
 PESO UNITARIO SECO COMPACTADO : 1,773 Kg./m³
 HUMEDAD NATURAL : 5.19 %
 ABSORCION : 1.64 %
 MODULO DE FINURA : 3.77
 PARTICULAS MENORES TAMIZ N° 200 : 6.63 %

1.2. AGREGADO GRUESO : DE RIO (CHANCADA)

PERFIL : ANGULAR
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1"
 PESO ESPECIFICO DE MASA : 2.57
 PESO UNITARIO SUELTO SECO : 1,580 Kg./m³
 PESO UNITARIO SECO COMPACTADO : 1,680 Kg/m³
 HUMEDAD NATURAL : 1.07 %
 ABSORCION : 0.53 %
 MODULO DE FINURA : 6.87
 PARTICULAS MENORES TAMIZ N° 200 : 1.34 %

1.3 CEMENTO

- CEMENTO A.S.T.M. C-150 TIPO 1 PACASMAYO
 - PESO ESPECIFICO : 3.12 gr./cm³

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

ELEMENTO ESTRUCTURAL : Según Especificación Técnica.
 RESISTENCIA A LA COMPRESION : fc: 175 Kg./cm² (28 días).
 REVENIMIENTO : 3" - 4"

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

 Giovanni A. Montoya Lizarza
 LABORATORIO
 COD. INR. 87103070

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

 Ing. Julio Cesar Quiroz Ayasta
 O.A. Estudios y Pavimentos
 CIP 250278 - CO 2417

"Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta - Cajamarca"



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 ELABORACIÓN DE PERFIL TÉCNICO - PROYECTOS
 RUC 20491609843
 INDECOPI N° 00849-2007
 ESTUDIOS DE GEOTECNIA, MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Jr. Mártires de Uchuracay N° 1811
 Cel. 976-710364-345278
CAJAMARCA

3. CANTIDAD DE MATERIAL POR M³ DE CONCRETO

3.1 MATERIALES DE DISEÑO POR M³

- CEMENTO	: 298 Kg.
- AGUA DE MEZCLA	: 193 Lts
- AGREGADO FINO SECO	: 1060 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO	: 734 Kg.

3.2 MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M³

- CEMENTO	: 298 Kg
- AGUA EFECTIVA	: 151 Lts
- AGREGADO FINO HUMEDO	: 1125 Kg
- AGREGADO GRUESO HUMEDO	: 742 Kg

4.- PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

PROPORCIONAMIENTO EN PESO

1 : 3.74 : 2.49 / 21.50 Lts /bolsa

PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

1: 3.10 : 2.21 / 21.50 Lts / bolsa

5.- OBSERVACIONES

En el presente diseño se ha considerado el contenido de humedad del agregado fino 5.19 % y del agregado grueso 1.07 %.

El agregado grueso, antes de ser utilizado deberá tamizarse por el tamiz de 1 1/2" y pasar por un lavado del material ya que presenta limos plásticos. El agregado fino antes de utilizarse deberá lavarse y tamizarse por el tamiz de 3/8".

EL Agregado fino cumple en parte con el huso granulométrico de la Norma A.S.T.M C-33-93

Al preparar la tanda de concreto en obra, se deberá corregir periódicamente el contenido de agua efectiva, en el proporcionamiento de los materiales, debido a la variación permanente en el contenido de humedad de los agregados.

El agua a utilizarse en la mezcla de concreto debe cumplir con los requisitos exigidos por la Norma E-060.

El curado de los especímenes de concreto elaborados en obra, deberá realizarse de acuerdo a las Norma A.S.T.M. C 192M-95

Se recomienda ajustar periódicamente el proporcionamiento en volumen de obra, por variación de granulometría del agregado que suele darse en la cantera, a fin de mantener la homogeneidad del concreto.

Asimismo, se recomienda que cada vez que se prepare las tandas de concreto en obra, se deberá realizar en forma regular pruebas de revenimiento, a fin de mantener uniforme la consistencia del concreto y por ende la resistencia mecánica.

Los agregados en lo que respecta a granulometría cumplen en parte con el huso granulométrico de la Norma A.S.T.M. C 33-83.

El curado de los especímenes de concreto deberá realizarse acorde con La Norma A.S.T.M. C-192-81- Temperatura del agua de curado: 13° a 21° C.

Cajamarca, marzo del 2012

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

 Giovanni A. Montoya Lezama
 LABORATORIO
 COD. AHC. 02100070

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

 Ing. Julio César Quiroz Ayasta
 O.A. Suelos y Pavimentos
 CIP 41529 / CO 2417

"Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta - Cajamarca"



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC
 ELABORACIÓN DE PERFIL TÉCNICO - PROYECTOS
 RUC 20491609843
 INDECOPI N° 00848-2007

Jr. Mártires de Uchuracay N° 1811
 Cel. 976-710364-345278
 CAJAMARCA

ESTUDIOS DE GEOTÉCNIA, MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFORME TÉCNICO: DISEÑO DE MEZCLAS

OBRA : NUEVA VÍA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA - CAJAMARCA
TRAMO : Km. 00+000 – 06+000
UBICACION : CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA A.
CANTERA : AGREGADO FINO: CANTERA DE RIO CHONTA.
 AGREGADO GRUESO: CANTERA DE RIO CHONTA.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

1.1 AGREGADO FINO : DE RIO (CANTERA)

PESO ESPECIFICO DE MASA : 2.58
 PESO UNITARIO SUELTO SECO : 1,624 Kg./m³
 PESO UNITARIO SECO COMPACTADO : 1,773 Kg./m³
 HUMEDAD NATURAL : 5.19 %
 ABSORCION : 1.64 %
 MODULO DE FINURA : 3.77
 PARTICULAS MENORES TAMIZ N° 200 : 6.63 %

1.2. AGREGADO GRUESO : DE RIO (CHANCADA)

PERFIL : ANGULAR
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1"
 PESO ESPECIFICO DE MASA : 2.57
 PESO UNITARIO SUELTO SECO : 1,580 Kg./m³
 PESO UNITARIO SECO COMPACTADO : 1,680 Kg./m³
 HUMEDAD NATURAL : 1.07 %
 ABSORCION : 0.53 %
 MODULO DE FINURA : 6.87
 PARTICULAS MENORES TAMIZ N° 200 : 1.34 %

1.3 CEMENTO

- CEMENTO A.S.T.M. C-150 TIPO I PACASMAYO
- PESO ESPECIFICO : 3.12 gr./cm³

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

ELEMENTO ESTRUCTURAL : Según Especificación Técnica.
 RESISTENCIA A LA COMPRESION : fc: 210 Kg./cm² (28 días).
 REVENIMIENTO : 3" – 4"

Giovani A. Manríya Escalante
 LABORATORIO
 CCO. HIR. 1700020

Ing. Julio Cesar Quiroz Ayasin
 O.A. Quezco / Pavimentos
 CIP. 20027 / CO. 2417

"Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta – Cajamarca"



GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

ELABORACIÓN DE PERFIL TÉCNICO - PROYECTOS
 RUC 20491609843
 INDECOPÍ N° 00849-2007

Jr. Mártires de Uchuracay N° 1811
 Cel. 976-710364-345278
 CAJAMARCA

ESTUDIOS DE GEOTECNIA, MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

3. CANTIDAD DE MATERIAL POR M³ DE CONCRETO

3.1 MATERIALES DE DISEÑO POR M³

- CEMENTO	: 339 Kg.
- AGUA DE MEZCLA	: 193 Lts
- AGREGADO FINO SECO	: 1002 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO	: 758 Kg.

3.2 MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M³

- CEMENTO	: 339 Kg.
- AGUA EFECTIVA	: 153 Lts
- AGREGADO FINO HUMEDO	: 1054 Kg.
- AGREGADO GRUESO HUMEDO	: 766 Kg.

4.- PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

- PROPORCIONAMIENTO EN PESO

1 : 3.11 : 2.26 / 19.20 Lts /bolsa

PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

1: 2.58 : 2.00 / 19.20 Lts /bolsa

5.- OBSERVACIONES

En el presente diseño se ha considerado el contenido de humedad del agregado fino 5.19 % y del agregado grueso 1.07 %.

El agregado grueso, antes de ser utilizado deberá tamizarse por el tamiz de 1/2" y pasar por un lavado del material ya que presenta limos plásticos. El agregado fino antes de utilizarse deberá lavarse y tamizarse por el tamiz de 3/8".

EL Agregado fino cumple en parte con el huso granulométrico de la Norma A.S.T.M C -33-93

Al preparar la tanda de concreto en obra, se deberá corregir periódicamente el contenido de agua efectiva, en el proporcionamiento de los materiales, debido a la variación permanente en el contenido de humedad de los agregados.

El agua a utilizarse en la mezcla de concreto debe cumplir con los requisitos exigidos por la Norma E-060.

El curado de los especímenes de concreto elaborados en obra, deberá realizarse de acuerdo a las Norma A.S.T.M. C 192M-95

Se recomienda ajustar periódicamente el proporcionamiento en volumen de obra, por variación de granulometría del agregado que suele darse en la cantera, a fin de mantener la homogeneidad del concreto.

Asimismo, se recomienda que cada vez que se prepare las tandas de concreto en obra, se deberá realizar en forma regular pruebas de revenimiento, a fin de mantener uniforme la consistencia del concreto y por ende la resistencia mecánica.

Los agregados en lo que respecta a granulometría cumplen en parte con el huso granulométrico de la Norma A.S.T.M. C 33-83.

El curado de los especímenes de concreto deberá realizarse acorde con La Norma A.S.T.M. C-192-81. Temperatura del agua de curado: 13° a 21° C.

Cajamarca, marzo del 2012

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

 Giovanni A. Manríquez Lozano
 LABORATORIO
 CDD. AVE. 12100370

GEOTECNIA & PROYECTOS SAC

 Ing. Julio César Quiroz Ayesta
 O.A. Estudios y Pavimentos
 CDD. 12550 C. RD. 2517

"Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta - Cajamarca"



e) Resultados de Diseño de Mezcla Asfáltica

JOHESA		FORESA	
GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION DE AGREGADOS			
OBRA	: Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al km 06+000	HECHO POR	: P.CH.O.
TRAMO	: Tramo 1	REVISADO	: ING. L.M.C.
MATERIAL	: Piedra chancada y Agregado fino triturado	FECHA	: 14-mar-13
CANTERA	: Rio Chonta		

**Piedra Chancada Cantera Rio Chonta
MTC E-206 - 2000**

IDENTIFICACION	1	2	Promedio	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	5028.6	5200	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua)	3146.9	3255.2	
C	Vol de masas + Vol de vacios = A-B	1881.7	1944.8	
D	Peso Mat. Seco en estufa (105°C)	4979	5148.7	
E	Vol de masas = C-(A-D)	1832.1	1893.5	
	Pe Bulk (Base Seca) = D/C	2.646	2.647	2.647
	Pe Bulk (Base Saturada) = A/C	2.672	2.674	2.673
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.718	2.719	2.718
	% de Absorción = ((A-D)/D)*100	1.00	1.00	1.00

**Agregado Fino chancado Cantera Rio Chonta
MTC E 205-2000 AASHTO T-84 , T-85**

IDENTIFICACION	1	2	Promedio	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	300.0	300.0	
B	Peso frasco + H ₂ O	671.2	675.4	
C	Peso frasco + H ₂ O + (A)*(A+B)	971.2	975.4	
D	Peso de Mat. + H ₂ O en el frasco	861.2	865.2	
E	Vol de masas + Vol de vacios = C-D	110.0	110.2	
F	Peso Mat. Seco en estufa (105°C)	296.5	296.4	
G	Vol de masas = E-(A-F)	106.5	106.6	
	Pe Bulk (Base Seca) = F/E	2.695	2.690	2.693
	Pe Bulk (Base Saturada) = A/E	2.727	2.722	2.725
	Pe Aparente (Base Seca) = F/G	2.784	2.780	2.782
	% de Absorción = ((A-F)/F)*100	1.18	1.21	1.20

OBSERVACIONES:

.....

Luis Alberto Morales Córdova
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 27876



JOHESA	Av. Amazonas Oeste 577, Miraflores Tc: 446 2079 846 5050-846 446 3786
---------------	--

GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION DE AGREGADOS

OBRA : Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al km 06+000	HECHO POR : PCHO
TRAMO : Tramo 1	REVISADO : LMC
MATERIAL : Arena natural zarandeada	FECHA : 14-mar-13
CANTERA : Río Chonta	
UBICACIÓN :	

Agregado Fino Zarandeado Cantera Río Chonta

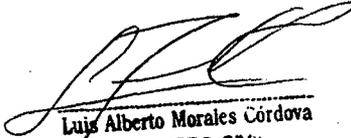
IDENTIFICACION	1	2	Promedio	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	300.0	300.0	
B	Peso frasco + H ₂ O	671.0	675.0	
C	Peso frasco + H ₂ O + (A)*(A+B)	971.0	975.0	
D	Peso de Mat. + H ₂ O en el frasco	858.7	862.8	
E	Vol de masas + Vol de vacios = C-D	112.3	112.2	
F	Peso Mat. Seco en estufa (105°C)	296.8	296.8	
G	Vol de masas = E-(A-F)	109.1	109.0	
	Pe Bulk (Base Seca) = F/E	2.643	2.645	2.644
	Pe Bulk (Base Saturada) = A/E	2.671	2.674	2.673
	Pe Aparente (Base Seca) = F/G	2.720	2.723	2.722
	% de Absorción = ((A-F)/F)*100	1.08	1.08	1.08

OBSERVACIONES :

.....

.....

.....


Luis Alberto Morales Córdova
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 27875



JOHESA		#6 Anexo 577, Modificado #66, #68, #69, #70, #71, #72, #73	
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559, ASPIENTO Y-215-14			
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA : Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al Km 06+000		REGISTRO :	
MATERIAL : PARA DISEÑO ASFALTO EN CALIENTE		FECHA : 14-mar.-13	
UBICACIÓN : CANTERA RIO CHONTA		HECHO POR : P.CH.O.	
TRAMO : I		REVISADO POR : ING. L.M.C.	
		Composición de Agregados en la mezcla	
DOSIFICACION	41.00	% Grava triturada < 3/4"	
DOSIFICACION	30.00	% Arena natural < 3/8"	
DOSIFICACION	28.50	% Arena chancada < 3/8"	
DOSIFICACION	2.50	% Filler (cal hidratada)	

POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ								
	3/4	1/2"	3/8	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
MEZCLA	100.0	88.8	80.0	58.7	43.3	19.5	10.8	6.1
LIMITES DE ESPECIFIC. MAC-2	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

MATERIAL		Composición de la mezcla, % en peso total de mezcla						
		Número de espécimen						
		1	2	3	Promedio	Tolerancia		
1	C.A. en peso de la Mezcla					6.00		
2	Mód Grava Triturada en Peso de la Mezcla	(100-1)%A Grava /100				38.95		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	(100-1)%A Chancada /100				28.50		
4	% de Arena Zanahorada Río Chontavero en peso de la Mezcla	(100-1) % A. Zaramd. /10				25.18		
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	(100-1)% Filler /100				2.38		100.00
DATOS FISICOS DE LOS AGREGADOS								
6	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr./cc.				1.011		
7	Peso Especifico Buñil de la Grava Triturada y Zanahorada	gr./cc.				2.647		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada y Zanahorada	gr./cc.				2.718		
9	Peso Especifico Buñil de la Arena Chancada	gr./cc.				2.693		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Chancada	gr./cc.				2.782		
11	Peso Especifico Buñil de la Arena natural	gr./cc.				2.644		
12	Peso Especifico Aparente de la Arena natural	gr./cc.				2.722		
13	Peso Especifico Buñil de Filler	gr./cc.				2.265		
14	Peso Especifico Aparente de Filler	gr./cc.				2.284		
CALCULO DEL ENSAYO MARSHALL								
15	Altura Promedio de la Brigueta	cm						
16	Peso de la Brigueta en el Aire	gr.		1194.3	1193.4	1195.6		
17	Peso de la Brigueta Saturada	gr.		1200.7	1199.5	1193.8		
18	Peso de la Brigueta en el Agua	gr.		664.5	663.2	662.3		
19	Volumen de la Brigueta	cm3		536.2	536.3	531.5		
20	Peso Especifico de la Brigueta	16/10 gr./cc.		2.227	2.226	2.231	2.228	
21	Peso Especifico Máximo (R.C.F.) ASTM D-2041	gr./cc.		2.443	2.443	2.443	2.443	
22	% de Vacíos	100*(21-20)/21				8.8		3 - 5
23	Peso Especifico Buñil del Agregado Total	(2+3+4+5)/(27+39+41+5/13)				2.649		
24	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	(2+3+4+5)/(28+3/10+4/12+5/14)				2.725		
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	promedio de 23+24				2.687		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	(100-1)%*(25-23)/(25-23)				0.516		
27	% de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	(2+3+4+5)/(27+23)				79.89		
28	% de Vol. de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	(1)/(20)0				11.02		
29	% Vacíos del Agregado Máximo (VAM)	100-27				20.11		
30	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	1-(100-1)*(28/100)				4.51		
31	Relacion entre Vacíos	100*(29-22)/29				56.10		
32	Relación peso Asfáltico	(5% pesante Nº 200) / 30				1.36		
33	Flexibilidad sin Corrección	Kg.		934	925	921	926	
34	Factor de Estabilidad			0.93	0.93	0.96	0.94	
35	Flexibilidad Corrección	33*34		669	860	884	871	mín. 815
36	Fluencia	mm.		1.00	1.25	1.25	1.17	2 - 4
37	Relación Flexibilidad / Fluencia	35/36		6682	6881	7070	7545	2350 - 4000

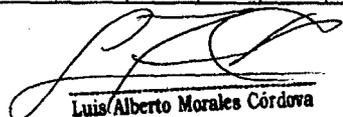
Luis Alberto Morales Córdova
Luis Alberto Morales Córdova
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 27875



JOHESA		Anexo Reglamento N° 97, Microplanificación y Ejecución de Obras de Pavimentación
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559, ABRITADO Y ZARANDADO		
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
MUESTRA :	Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al Km 06+000	REGISTRO :
MATERIAL :	PARA DISEÑO ASFALTO EN CALIENTE	FECHA :
UBICACIÓN :	CANTERA RIO CHONTA	HECHO POR :
PRODUCCION :		REVISADO POR :
		ING. L. M. C.

MEZCLA	POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ						
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60
LIMITES DE ESPECIFIC. MAC-2	100.0	88.0	80.0	58.7	43.3	19.5	10.8
	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17

MATERIAL	Composición de la mezcla, % en peso total de mezcla	Número de especímenes				
		1	2	3	Promedio	Tolerancia
		1 C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50		
2 Mide Grava Triturada en Peso de la Mezcla (100-1)% Grava / 100	%	35.75				
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla (100-1)% Arena Chancado / 100	%	29.35				
4 % de Arena Zarandado Fin Chalcuñacu en peso de la Mezcla (100-1) % A. Zarand. / 100	%	25.04				
5 % de Filler en Peso de la Mezcla (100-1)% Filler / 100	%	2.30	100.00			
DATOS FÍSICOS DE LOS AGREGADOS						
6 Peso Especifico Agregado de C.A.	gr./cc.	1.011				
7 Peso Especifico Bulki de la Grava Triturada y Zarandado	gr./cc.	2.647				
8 Peso Especifico Agregado de la Grava Triturada y Zarandada	gr./cc.	2.718				
9 Peso Especifico Bulki de la Arena Chancada	gr./cc.	2.693				
10 Peso Especifico Agregado de la Arena Chancada	gr./cc.	2.782				
11 Peso Especifico Bulki de la Arena natural	gr./cc.	2.844				
12 Peso Especifico Agregado de la Arena natural	gr./cc.	2.722				
13 Peso Especifico Bulki de Filler	gr./cc.	2.365				
14 Peso Especifico Agregado de Filler	gr./cc.	2.284				
CALCULO DEL ENSAYO MARSHALL						
16 Altura Promedio de la Pirámida	cm					
16 Peso de la Pirámida en el Aire	gr.	1194.5	1190.3	1188.7		
17 Peso de la Pirámida Saturada	gr.	1198.9	1195.6	1199.8		
18 Peso de la Pirámida en el Agua	gr.	676.7	673.1	671.6		
19 Volumen de la Pirámida	cm ³	522.2	522.5	521.9		
20 Peso Especifico de la Pirámida	gr./cc.	2.287	2.278	2.278	2.281	
21 Peso Especifico Máximo (RUT) ASTM D-2911	gr./cc.	2.427	2.427	2.427	2.427	
22 % de Vacíos	%	6.8	6.1	6.2	6.0	3 - 6
23 Peso Especifico Bulki del Agregado Total	gr./cc.	2.648				
24 Peso Especifico Agregado del Agregado Total	gr./cc.	2.725				
25 Peso Especifico Físico del Agregado Total	gr./cc.	2.687				
26 C.A. Abundante por el Peso del Agregado Total	%	0.513				
27 % de Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	%	81.62	81.28	81.27		
28 % de Vol. de C.A. Eléctico / Vol. De Probeta	%	12.44	12.39	12.39		
29 % de Vol. del Agregado Mineral (VAM)	%	18.33	18.72	18.73	18.61	mín. 14
30 C.A. Eléctico / Peso de la Mezcla	%	5.01				
31 Retención de los Vacíos	%	68.68	67.18	67.11	67.66	
32 Retención polvo Asfalto (% pasante Nº 200) / 30	%	1.22				
33 Densidad sin Corrección	Kg	951	964	965	967	
34 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	1.00	
35 Estabilidad Compensada	Kg	951	964	965	967	mín. 815
36 Fluencia	mm	2.20	2.25	2.25	2.17	2 - 4
37 Retención Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	4754	4283	4379	4472	2350 - 4000

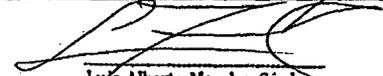

Luis Alberto Morales Córdova
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 27876



JOHESA		No. Agencias: Centro 577, Miraflores Tel: 445-0000, 445-0050 Fax: 445-1783 E-mail: johesa@johesa.com.pe	
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559, ASSHTO T-245-04			
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
MUESTRA :	Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al km 06+000	REGISTRO :	
MATERIAL :	PARA DISEÑO ASFALTO EN CALIENTE	FECHA :	14-11-13
UBICACIÓN :	CANTERA RIO CHONTA	HECHO POR :	P.G.H.O.
PRODUCCION :		REVISADO POR :	ING. L. M. C.

MEZCLA	POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ						
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
MEZCLA	100.0	85.8	80.0	58.7	43.3	19.5	10.8
LIMITES DE ESPECIFIC. MAC-2	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17

MATERIAL	Composición de la mezcla, % en peso total de mezcla					
		Número de espécimen				Tolerancia
		1	2	3	Promedio	
1 C.A. en peso de la Mezcla						
2 % de Grava Triturada en Peso de la Mezcla (100-1) % Grueso /100	%	6.00				
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla (100-1) % A. Chancado /100	%	38.54				
4 % de Arena Zarrandada Río Chaboyacu en peso de la Mezcla (100-1) % A. Zarrand. /10	%	28.20				
5 % de Filler en Peso de la Mezcla (100-1) % Filler /100	%	24.91				
		2.35	100.00			
DATOS FISICOS DE LOS AGREGADOS						
6 Peso Especifico Aparato de C.A.	gr./cc.		1.011			
7 Peso Especifico Bulki de la Grava Triturada y Zarrandada	gr./cc.		2.847			
8 Peso Especifico Aparato de la Grava Triturada y Zarrandada	gr./cc.		2.718			
9 Peso Especifico Bulki de la Arena Chancada	gr./cc.		2.683			
10 Peso Especifico Aparato de la Arena Chancada	gr./cc.		2.782			
11 Peso Especifico Bulki de la Arena natural	gr./cc.		2.644			
12 Peso Especifico Aparato de la Arena natural	gr./cc.		2.722			
13 Peso Especifico Bulki de Filler	gr./cc.		2.285			
14 Peso Especifico Aparato de Filler	gr./cc.		2.284			
CALCULO DEL ENSAYO MARSHALL						
15 Altura Promedio de la Briqueta	cm					
16 Peso de la Briqueta en el Aire	gr.	1191.4	1194.5	1192.8		
17 Peso de la Briqueta Sumada	gr.	1193.3	1198.8	1194.6		
18 Peso de la Briqueta en el Agua	gr.	678.2	680.4	679.3		
19 Volumen de la Briqueta	cm³	515.1	516.2	515.3		
20 Peso Especifico de la Briqueta	gr./cc.	2.313	2.314	2.314	2.314	
21 Peso Especifico Máximo (RICE) ASTM D-2041	gr./cc.	2.404	2.404	2.404	2.404	
22 % de Vacios	100*(21-20)/21	%	3.8	3.7	3.7	3 - 5
23 Peso Especifico Bulki del Agregado Total	(2+3+4+5)/(27+3+9+4+11+5/13)	gr./cc.		2.846		
24 Peso Especifico Aparato del Agregado Total	(2+3+4+5)/(28+3+10+4+12+5/14)	gr./cc.		2.725		
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	promedio de 23+24	gr./cc.		2.687		
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	(100-1)*6*(25-23)/(25*23)	%		0.511		
27 % de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	(2+3+4+5)/(20/23)	%	82.09	82.13	82.14	
28 % de Vol. de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	(17)/(20)*6	%	13.73	13.73	13.74	
29 % Vacios del Agregado Muestra (VAM)	100-27	%	17.81	17.87	17.85	17.88
30 C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	1-(100-1)*(29/100)	%		5.52		
31 Relación Doble Vacios	100*(29-22)/29	%	78.69	79.09	79.16	78.05
32 Relación peso Asfalto	(% pesansa Nº 200) / 30			1.11		
33 Estabilidad sin Corrección	Kg.	1037	972	1003	1004	
34 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	1.00	
35 Estabilidad Corrección	Kg.	1037	972	1003	1004	mín. 815
36 Fluencia	mm.	3.50	3.50	3.75	3.58	2 - 4
37 Relación Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	2963	2778	2673	2805	2250 - 4000


Luis Alberto Morales Córdova
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 27875



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 "Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"



JOHESA		Av. Ingenieros Guite 579, Cajamarca Telf. 044-2022 444-3434 / 444-3796	
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1558, ASHTO T-228-14 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
MUESTRA :	Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al Km 06+000	REGISTRO :	
MATERIAL :	PARA DISEÑO ASFALTO EN CALIENTE	FECHA :	14-mar.-13
UBICACIÓN :	CANTERA RIO CHONTA	HECHO POR :	P.C.H.O.
PRODUCCIÓN :		REVISADO POR :	ING. L. M. C.
	DOSIFICACION	41.00	% Grava triturada < 3/4"
	DOSIFICACION	30.00	% Arena natural < 3/8"
	DOSIFICACION	28.80	% Arena Procesada < 3/8"
	DOSIFICACION	2.80	% Filler (cal hidratada)
Composición de Agregados en la mezcla			

	POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ						
	3/4	1/2"	3/8	Nº4	Nº10	Nº60	Nº200
MEZCLA	100.0	58.8	80.0	58.7	43.3	19.5	6.1
LIMITES DE ESPECIFIC. MAC-2	100	80 - 100	70 - 85	51 - 68	36 - 52	17 - 28	4 - 8

MATERIAL		Composición de la mezcla, % en peso total de mezcla	Número de espécimen				
			1	2	3	Promedio	Tolerancia
			1	C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	
2	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla (100-1)*% Grueso /100	%	38.34				
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla (100-1)*% Chancado /100	%	28.05				
4	% de Arena Zanandada Rio Chontayasi en peso de la Mezcla (100-1) % A. Zanand. /100	%	24.76				
5	% de Filler en Peso de la Mezcla (100-1)*% Filler /100	%	2.34	100.00			
DATOS FISICOS DE LOS AGREGADOS							
6	Peso Especifico Agregado de C.A.	gr./cc.		1.011			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada y Zanandada	gr./cc.		2.647			
8	Peso Especifico Agregado de la Grava Triturada y Zanandada	gr./cc.		2.718			
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Chancada	gr./cc.		2.693			
10	Peso Especifico Agregado de la Arena Chancada	gr./cc.		2.782			
11	Peso Especifico Bulk de la Arena natural	gr./cc.		2.644			
12	Peso Especifico Agregado de la Arena natural	gr./cc.		2.722			
13	Peso Especifico Bulk de filler	gr./cc.		2.285			
14	Peso Especifico Agregado de filler	gr./cc.		2.284			
CALCULO DEL ENSAYO MARSHALL							
15	Altura Promedio de la Briqueta	cm					
16	Peso de la Briqueta en el Aire	gr.	1191.5	1192.4	1191.2		
17	Peso de la Briqueta Sumado	gr.	1192.8	1194.8	1192.1		
18	Peso de la Briqueta en el Agua	gr.	675.8	681.2	677.9		
19	Volumen de la Briqueta	cm ³	517.0	513.4	514.2		
20	Peso Especifico de la Briqueta 16/19	gr./cc.	2.305	2.325	2.317	2.315	
21	Peso Especifico Máximo (RUC) ASTM D-2941	gr./cc.	2.377	2.377	2.377	2.377	
22	% de Vacío 100*(21-20)/21	%	3.1	2.2	2.6	2.8	3 - 5
23	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5)/(2.6+2.7+2.8+2.9+3.0)	gr./cc.		2.649			
24	Peso Especifico Agregado del Agregado Total (2+3+4+5)/(2.6+2.7+2.8+3.0+4.1+5.1+6.1)	gr./cc.		2.725			
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total promedio de 23-24	gr./cc.		2.687			
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (100-1)*6*(25-23)/(25*23)	%		0.508			
27	% de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta (2+3+4+5)/(20023)	%	81.36	82.05	81.78		
28	% de Vol de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta (1)*(20)/6	%	14.82	14.94	14.89		
29	% Vacíos del Agregado Mineral (VAM) 100-27	%	18.64	17.94	18.22	18.27	mín. 14
30	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla 1-(100-1)*(28+100)	%		6.03			
31	Relación Densidad / Vacíos 100*(28-22) / 29	%	63.63	67.65	66.01	65.76	
32	Relación peso Aislado (% pesante Nº 200) / 30			1.02			
33	Estabilidad sin Corrección	Kg.	951	977	994	974	
34	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	1.00	
35	Estabilidad Corrección 33*34	Kg.	951	977	994	974	mín. 815
36	Fluencia	mm.	5.25	5.50	5.50	5.42	2 - 4
37	Relación Estabilidad / Fluencia 35/36	Kg/cm	1811	1776	1807	1798	2350 - 6000

Luis Alberto Morales Córdova
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 27876



JOHESA

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559, ASHTO Y-245-84

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MUESTRA : Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al km 06+000
 MATERIAL : PARA DISEÑO ASFALTO EN CALIENTE
 UBICACIÓN : CANTERA RIO CHONTA
 PRODUCCION :

REGISTRO :
 FECHA : 14-mar.-13
 HECHO POR : P.C.H.O.
 REVISADO POR : ING. L. M. C.

DOSIFICACION	41.00	% Grava triturada < 3/4"	Composición de Agregados en la mezcla
DOSIFICACION	30.00	% Arena natural < 3/8"	
DOSIFICACION	26.50	% Arena procesada < 3/8"	
DOSIFICACION	2.5	% filler (cal hidratada)	

MEZCLA	POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ						
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº60	Nº200
MEZCLA	100.0	88.8	90.0	58.7	43.3	10.5	6.1
LIMITES DE ESPECIFIC. MAC-2	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	4 - 8

MATERIAL	Composición de la mezcla, % en peso total de mezcla					
		Numero de espécimen				
		1	2	3	Promedio	Tolerancia
1 C.A. en peso de la Mezcla	%	5.80			± 0.3	
2 Tade Grava Triturada en Peso de la Mezcla (100-1)*%A Grueso /100	%	38.622				
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla (100-1)*%A Chancado /100	%	26.280				
4 % de Arena Zarandada R10 Chibuyayacu en peso de la Mezcla (100-1) % A Zarand. /10	%	24.983				
5 % de Filler en Peso de la Mezcla (100-1)*% Filler /100	%	2.355	100.00			
DATOS FISICOS DE LOS AGREGADOS						
6 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr./cc.	1.011				
7 Peso Especifico Buñk de la Grava Triturada y Zarandada	gr./cc.	2.647				
8 Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada y Zarandada	gr./cc.	2.718				
9 Peso Especifico Buñk de la Arena Chancada	gr./cc.	2.693				
10 Peso Especifico Aparente de la Arena Chancada	gr./cc.	2.782				
11 Peso Especifico Buñk de la Arena natural	gr./cc.	2.644				
12 Peso Especifico Aparente de la Arena natural	gr./cc.	2.722				
13 Peso Especifico Buñk de filler	gr./cc.	2.265				
14 Peso Especifico Aparente de filler	gr./cc.	2.284				
CALCULO DE ENSAYO MARSHALL						
15 Altura Promedio de la Briqueta	cm					
16 Peso de la Briqueta en el Aire	gr.	1194.6	1191.6	1193.3		
17 Peso de la Briqueta Remojada	gr.	1196.0	1193.0	1195.2		
18 Peso de la Briqueta en el Agua	gr.	677.8	677.2	679.1		
19 Volumen de la Briqueta	cm ³	518.2	515.8	518.1		
20 Peso Especifico de la Briqueta	gr./cc.	2.305	2.310	2.312	2.309	
21 Peso Especifico Máximo (RICE) ASTM D-2041	gr./cc.	2.412	2.412	2.412	2.412	
22 % de Vacío	%	4.4	4.2	4.1	4.2	3 - 6
23 Peso Especifico Buñk del Agregado Total	gr./cc.	2.649				
24 Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr./cc.	2.725				
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr./cc.	2.887				
26 C.A. Añorbidó por el Peso del Agregado Total	%	0.512				
27 % de Vol del Agregado / Vol. Real de la Probeta	%	81.99	82.17	82.24		
28 % de Vol de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	%	13.23	13.25	13.26		
29 % Vacíos del Agregado Micoal (VAM)	%	18.01	17.83	17.76	17.87	min. 14
30 C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	5.32				
31 Relación Betón Vacíos	%	75.52	76.43	76.79	76.25	
32 Relación polvo Asfalto	%	1.15				
33 Estabilidad sin Correjo	Kg.	1007	990	994	997	
34 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	1.00	
35 Estabilidad Correjo	Kg.	1007	990	994	997	min. 815
36 Fluencia	mm.	2.90	3.00	3.10	3.00	2 - 4
37 Relación Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	3472	3299	3200	3326	2350 - 4000

Luis Alberto Morales Córdova
Luis Alberto Morales Córdova
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 27875



JOHESA

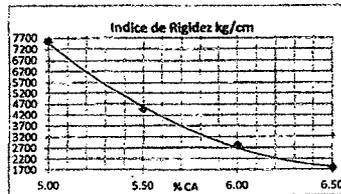
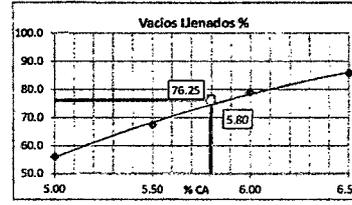
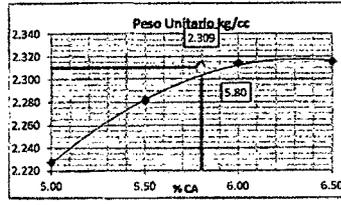
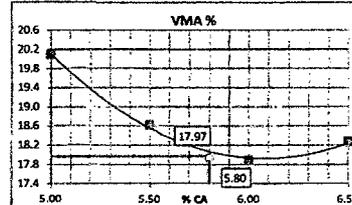
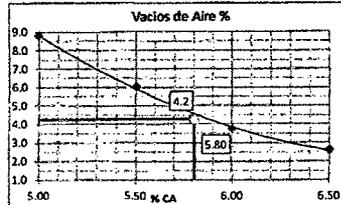
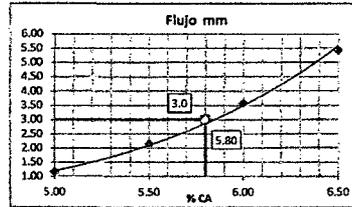
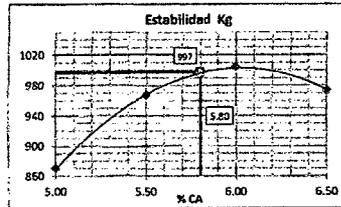
Av. Angamos Oeste 277 - 04000
 Telf: 041-9288, 928-9294 / Fax: 041-9288

ENSAYO MARSHALL AASHTO T - 245 ASTM D 1559

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA CAJAMARCA REVISADO : P.C.H.O.
 TRAMO : Km 00+000 al 06+000 DFO' RESP. : L.M.C.
 FRENTE : 11 FECHA : 14/03/2013
 MATERIAL : Rio Chonta REGISTRO No :

GRANULOMETRIA MAC-2
 AGRGADO GRUESO > #4 41.32 % PEN 6070
 AGRGADO FINO < #4 58.68 % ADITIVO MORLIFE 5000 0.50%



RESULTADOS DE LABORATORIO	
ESTABILIDAD (kg)	997
FLUJO (mm)	3.00
VACIOS (%)	4.2
TEMPERATURA PISTA	135 °C
V.M.A (%)	18.0
V. LLENADOS C.A (%)	76.2
INDICE DE RIGIDEZ (kg/cm)	3326
OPTIMO CONTENIDO C.A (%)	5.80

Nota: El contenido optimo de cemento asfáltico, fue determinado basándose en el estudio de las curvas de compactación constante vs el contenido de cemento asfáltico, según expediente técnico Item (c) Características de la Mezcla Asfáltica en caliente de la sección 400 Pavimento Asfáltico, dando como resultado 5.80 % de C.A.

[Signature]
Luis Alberto Morales Cordova
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 27875



JOHESA

DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE
 MTC E-605, ASTM D-2041, AASHTO T-209

OBRA : Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta Cajamarca Km 0+000 al km 06+000

TRAMO Tramo 1 HECHO POR : P.C.H.O.

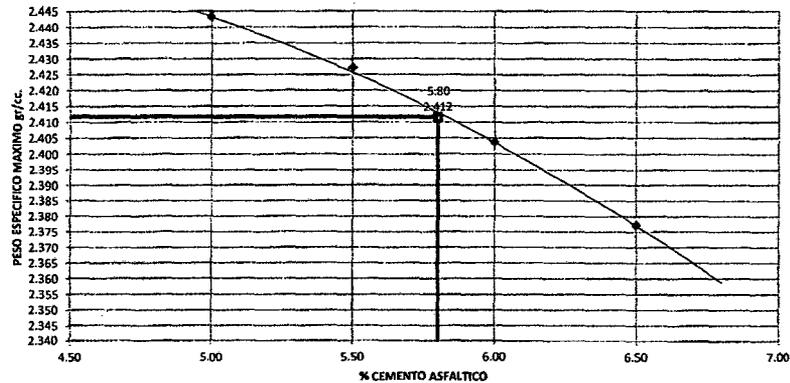
FRENTE 1 REVISADO ING. : L.M.C.

MATERIAL, CANTERA RIO CHONTA FECHA : 14-mar-13

MEZCLA ASFALTICA

ENSAYO N°		01	02	03	04	05
CEMENTO ASFALTICO	%	5.00	5.50	6.00	6.50	5.80
PESO DEL MATERIAL	gr	1500.0	1500.0	1500.0	1500.0	1500.0
PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	7471.0	7471.0	7471.0	7471.0	7471.0
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en aire)	gr	8971.0	8971.0	8971.0	8971.0	8971.0
PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (en agua)	gr	8357.0	8353.0	8347.0	8340.0	8349.0
VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	614.0	618.0	624.0	631.0	622.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO	gr/cc	2.443	2.427	2.404	2.377	2.412
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25	25	25
GRAVA TRITURADA 1/2"	%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%
ARENA TRITURADA "	%	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%
ARENA PROCESADA ZARANDEADA "	%	26.5%	26.5%	26.5%	26.5%	26.50%
FILLER (CAL)	%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.50%
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA (MORLIFE 5000)		0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%

DENSIDAD MAXIMA TEORICA RICE



Luis Alberto Morales Córdova
Luis Alberto Morales Córdova
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 27875



f) Cuadros de Conteo Vehicular – Estudio de Trafico

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 SENTIDO : A LA COSTA
 ESTACION : CB-1
 FECHA: LUNES 28 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	10	4			6	3	5	3	2	2		3	1	2	1			43	2.85%
1-2	12	4			5	2	4	3										30	1.99%
2-3	15	5	4		4	3	5	2										38	2.51%
3-4	14	8																30	1.99%
4-5	19	4	4				1	3		2			2		1		1	35	2.32%
5-6	9	6	4				4	6	2				7				2	40	2.65%
6-7	16	9	8				3	2					3		5			46	3.04%
7-8	21	14	10		5	2	9	3		1								65	4.30%
8-9	18	9	11				15	6	3			2	1			1	2	68	4.50%
9-10	22	10	12		5	2	20	4	4		3		4					86	5.69%
10-11	31	9	8		5		20	5	2			3		2		2		87	5.76%
11-12	36	8	8		4		6	7	2		2							73	4.83%
12-13	17	9	11		5	3	15	3	3	1		2	7		5	1		82	5.43%
13-14	28	10	6	4	8	2	9	4	2		1			2				76	5.03%
14-15	29	12	10		6	3	15	3	3									81	5.36%
15-16	17	9	8		10	4	10	7	2		3		1	1			3	75	4.96%
16-17	33	16	12		9	3	8	3	2			4	7		2			99	6.55%
17-18	21	12	8		7	5	12	2	1	2				3				73	4.83%
18-19	21	10	10		11	6	17	3	2			2	2		6		2	92	6.09%
19-20	30	8	6		5		18	4	3	1	3			1				79	5.23%
20-21	22	4	4	2	6	2	15	3	1							3		62	4.10%
21-22	18	6	4		12	4	7	6	2		2		3				1	48	3.18%
22-23	15	3			11	5	5	4		1					3		2	48	3.18%
23-24	10				6	3	6	2	1	3		2			4	2		39	2.59%
TOTAL	484	186	162	6	130	52	225	85	37	13	19	17	37	16	25	12	16	1511	100.00%
%	32.03%	12.24%	10.06%	0.40%	8.60%	3.44%	14.89%	5.63%	2.45%	0.86%	1.26%	1.13%	2.45%	1.06%	1.65%	0.79%	1.06%	100.00%	

CUADRO 1.1.2 CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 SENTIDO : A CAJAMARCA
 ESTACION : CB-1
 FECHA: LUNES 28 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	9	8	4		6	3	6	2	2		1			2				43	2.24%
1-2	8	8			4	3	7	3	2		2		3		3			46	2.40%
2-3	11	5	5		8	4	8	5	3	1					2			52	2.71%
3-4	10	5	7		10	4	7	4	1		1	4		1	2	2	2	58	3.02%
4-5	17	8	4	5	8	2	9	2	2	4				2	2		1	66	3.44%
5-6	8	9	6		12	5	12	5	2	2	3	2		2	2	1		69	3.59%
6-7	26	11	8		9	4	7	4	2		2	3	7		1	3		87	4.53%
7-8	31	7	19		7	5	20	2	3	6	3			3		3		109	5.68%
8-9	22	8	22		5	3	11	4	2	2	6	1	6		2	3	4	101	5.26%
9-10	27	13	18	3	4	4	15	3	3	3	7			6		2		108	5.63%
10-11	22	12	11		8	3	21	3	3		3	5		1	2	3	3	100	5.21%
11-12	32	10	9		6	4	15	5	4	2	4			3	3			97	5.05%
12-13	9	16	16		10	5	10	4	5	7		4				3	2	91	4.74%
13-14	12	20	14		7	4	12	3	2		2	1	7	6				92	4.79%
14-15	18	22	18		10	6	10	2	2	3		2		5	2	3		103	5.36%
15-16	11	9	6		8	4	9	4	3		1		2	2				59	3.07%
16-17	39	20	12		5	3	11	3	1			4	1		3	4	4	110	5.73%
17-18	36	14	17		7	4	8	4	1		5	8	4	7	5		1	116	6.04%
18-19	16	8	17		5	5	11	6	3		3	2	3		6	3		88	4.58%
19-20	16	7	11		5	4	14	5	4	4	1			4				75	3.91%
20-21	10	9	6	3	7	4	7	4	2			1			3	2		58	3.02%
21-22	21	19	8		4	2	7	3	3	2	4	3	2		2	3		83	4.32%
22-23	13	7	5		6	3	5	4	4	3	1				5		2	58	3.02%
23-24	9	9	5		5	3	8	2	2	2		1	3		1	1		51	2.66%
TOTAL	433	264	248	11	166	91	250	86	58	49	52	33	41	35	40	32	34	1920	100.00%
%	22.56%	13.75%	12.92%	0.57%	8.65%	4.74%	13.02%	4.48%	3.02%	2.40%	2.71%	1.72%	2.14%	1.82%	2.08%	1.67%	1.77%	100.00%	

Cuadro 1.1.3 CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 SENTIDO : AMBOS
 ESTACION : CB-1
 FECHA: LUNES 28 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	19	12	4	-	12	6	11	5	4									66	2.51%
1-2	20	8	4	-	9	5	7	3	2		1	1		3		4		78	2.22%
2-3	26	10	9	-	12	7	13	7	3	1								90	2.62%
3-4	24	13	7	-	10	4	7	4	1			3	4		2		3	88	2.66%
4-5	36	12	8	5	8	2	10	5	2	6				2	2			101	2.84%
5-6	17	15	10	-	12	5	16	11	2	2	3	2	7	2		2	3	109	3.18%
6-7	42	20	16	-	9	4	10	6	2		2	3	10		6	3		133	3.88%
7-8	52	21	29	-	12	7	29	5	3	7	3			3				174	5.07%
8-9	40	17	33	-	5	3	26	10	5	2	6	3	7		2	4	6	169	4.93%
9-10	49	23	30	3	9	6	35	7	7	3	10		4	6		2		194	5.65%
10-11	53	21	19	-	13	3	41	8	5		3	8		3	2	5	3	187	5.45%
11-12	68	18	17	-	10	4	21	12	6	2	6			3	3			170	4.95%
12-13	26	25	27	-	15	8	25	7	8	8		6	7		5	4	2	173	5.04%
13-14	40	30	20	4	15	6	21	7	4		3	1	7	8				168	4.90%
14-15	47	34	28	-	16	9	25	5	5	3					5	2	3	184	5.36%
15-16	28	18	14	-	18	8	19	11	5	-	4			3	3			134	3.91%
16-17	72	36	24	-	14	6	19	6	3	-		8	8		3	6	4	209	6.09%
17-18	57	26	25	-	14	9	20	6	1	7	8			7	8			189	5.51%
18-19	37	18	27	-	16	11	28	9	5		3	4	5		12	3	2	180	5.25%
19-20	46	15	17	-	10	4	32	9	7	5	4			5				154	4.49%
20-21	32	13	10	5	13	6	22	7	3			1			3	5		120	3.50%
21-22	39	25	12	-	16	6	14	9	5	2	6	3	5			2	3	147	4.28%
22-23	28	10	5	-	17	8	10	8	4	1					8			106	3.09%
23-24	19	9	5	-	11	6	14	4	3	5		3	3	4	1	3		90	2.62%
TOTAL	912	449	400	17	286	143	475	171	85	66	71	50	78	51	63	44	50	3431	100.00%
%	26.73%	13.09%	11.66%	0.50%	8.63%	4.17%	13.84%	4.98%	2.77%	1.72%	2.07%	1.46%	2.27%	1.49%	1.89%	1.28%	1.46%	100.00%	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"



CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO : Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A LA COSTA
 FECHA: MARTES 29 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS				CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS							TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3				
0-1	10	7			5	5	4	5			1			2				39	2.40%		
1-2	4	10			7	4	6	3	2		2		3				3	44	2.70%		
2-3	14	19			5	2	5	3	2		1			3				46	2.83%		
3-4	5	14					6		3			4						37	2.27%		
4-5	24	10	3				6	2	3		4			2	2		1	54	3.32%		
5-6	12	11	6				3	5	3	2	2	3	2	7	2		2	81	3.75%		
6-7	15	7	4				8	4			2	2	3	4		3	1	51	3.13%		
7-8	18	7	5		6	3	10	6			6	3		3		3	3	70	4.30%		
8-9	16	24	6				14	2	3	2	6	1	6		2	3	4	89	5.47%		
9-10	22	8	4		5	4	8	3	2	3	7			6		2	2	74	4.55%		
10-11	24	9	7		4	3	12	5	5	2	3	5		1	2	3	3	86	5.28%		
11-12	30	7	11		7		12	2	3	2	4			3	3			84	5.16%		
12-13	15	15	5		5	4	7	4	4	7		4	7			3	2	82	5.04%		
13-14	28	15	7		5	4	7	6	2	3	2	1		6			2	85	5.22%		
14-15	34	10	12		4	5	9	3	1	3		2			5	2	3	93	5.71%		
15-16	7	12	7		5	5	8	7	3		1			2	2			59	3.62%		
16-17	23	15	4		6	6	10	4	4			4	7		3	4	4	94	5.77%		
17-18	8	8	6		8	7	8	2	2	5	8			5			1	68	4.16%		
18-19	6	7	11		5		14	6	3		3	2	3		6	3		69	4.24%		
19-20	21	9	9		6	2	16	8	5	4	1			4				85	5.22%		
20-21	25	9	6		7	4	10	2	3			1			3	2		72	4.42%		
21-22	24	8	2		10	3	12	5	6	2	4	3	2				3	86	5.28%		
22-23	21	4	5		12	3	7	3	2	3	1				5	1	2	68	4.18%		
23-24	10	1					3	2	2		1	3			1	1		32	1.97%		
TOTAL	416	245	121	0	117	67	203	85	58	46	52	33	44	35	40	32	34	1628	100.00%		
%	25.55%	15.05%	7.43%	0.00%	7.19%	4.12%	12.47%	5.22%	3.56%	2.83%	3.19%	2.03%	2.70%	2.15%	2.46%	1.97%	2.09%	100.00%			

CUADRO 1.2.2

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO : Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A CAJAMARCA
 FECHA: MARTES 29 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS				CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS							TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3				
0-1	10	7	4		8	4			2	2		1				2		45	2.77%		
1-2	7	2			7	3	5	4	1			3	1		2	1		36	2.22%		
2-3	10	8	4		6	5	7	3	4									47	2.89%		
3-4	12	6	5		5		5	5	2		2			1			4	48	2.96%		
4-5	14		8		3	3	9	7			2			2				48	2.96%		
5-6	12	5	7		7		4	8	3			1					2	49	3.02%		
6-7	18	7	10				3	9	4	4				7		5		67	4.13%		
7-8	11	10	12		6	4	20	3	3	1								70	4.31%		
8-9	15	12	7		5		7	5				2	1			1	2	57	3.51%		
9-10	27	14	11		9	4	10	4	5			3	4					91	5.60%		
10-11	30	9	7		8	3	20	7	2			3	3	2		2		93	5.73%		
11-12	21	12	11		6	2	15	8	3			2						80	4.93%		
12-13	18	7	7		8	4	9	3	3	1		2	2		5	1		70	4.31%		
13-14	15	6	15		9	3	12	5	7			1		7	2			82	5.05%		
14-15	19	10	13		11	4	8	3	4									72	4.43%		
15-16	24	5	9		10	5	9	7	2			3		1	1		3	79	4.88%		
16-17	38	14	14		8	3	10	4	5				4			2		102	6.28%		
17-18	24	11	10		7	5	15	3	3	2				7	3			90	5.54%		
18-19	18	15	7		10	3	20	5	4				2	2		6		94	5.79%		
19-20	19	20	5		8	2	7	8		1	3			1				72	4.43%		
20-21	24	12	8		5	1	7	5	1							3		66	4.06%		
21-22	22	6	7		5	1	5	3					3					54	3.33%		
22-23	14	8			7	5	6	4			1				3		1	49	3.02%		
23-24	17	7	7		6	6	6	2	1	3			2			2		63	3.88%		
TOTAL	439	213	188	0	162	73	225	110	59	13	19	18	36	16	25	12	16	1624	100.00%		
%	27.03%	13.12%	11.58%	0.00%	9.98%	4.50%	13.85%	6.77%	3.63%	0.80%	1.17%	1.11%	2.22%	0.99%	1.54%	0.74%	0.99%	100.00%			

Cuadro 1.2.3

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO : Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : AMBOS
 FECHA: MARTES 29 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS				CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS							TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3				
0-1	20	14	4		13	9	4	5	2	2	1	1		3		7		84	2.58%		
1-2	11	12			14	7	11	4	3			5	1		2	4		3	80	2.46%	
2-3	24	27	4		11	7	7	6	4	1					2			93	2.86%		
3-4	17	20	5		5		10	5	5			3	4		2		3	85	2.61%		
4-5	38	10	11		3	3	15	9			6			2	2		1	102	3.14%		
5-6	24	16	13		7	3	9	11	5	2	3	3	7	2		2	3	110	3.38%		
6-7	33	14	14				3	17	8	4		2	3	11		6	3	118	3.63%		
7-8	29	17	17		12	7	30	9	3	7	3				3			140	4.31%		
8-9	31	36	13		5		21	7	3	2	6	3	7		2	4	6	146	4.49%		
9-10	49	22	15		14	8	18	7	7	3	10			4	6		2	165	5.07%		
10-11	54	18	14		12	6	32	12	7		3	8		3	2	5	3	179	5.50%		
11-12	51	19	22		13	2	27	10	6	2	6			3	3			164	5.04%		
12-13	33	22	12		13	8	16	7	7	8			6	9		5	4	2	152	4.67%	
13-14	43	21	22		14	7	19	11	9			3	1	7	8			2	167	5.14%	
14-15	53	20	25		15	9	17	6	5	3			2		5	2	3	165	5.07%		
15-16	31	17	16		15	10	17	14	5			4		3	3			138	4.24%		
16-17	61	29	18		14	9	20	8	9			8	7		3	6	4	196	6.03%		
17-18	32	19	16		15	12	23	5	5	7	8			7	8			158	4.86%		
18-19	24	22	18		15	3	34	11	7			3	4	5		12	3	2	163	5.01%	
19-20	40	29	14		12	4	23	16	5	5	4			5				157	4.83%		
20-21	49	21	14		12	5	17	7	4			1			3	5		138	4.24%		
21-22	46	14	9		15	4	17	8	6	2	6	3	5			2	3	140	4.31%		
22-23	35	12	5		19	8	13	7	2	4	1				8			117	3.60%		
23-24	27	7	8		11	6	11	2	4	5		3	3	4	1	3		85	2.92%		
TOTAL	855	458	309	0	279	140	428	195	117	59	71	91	80	51	65	44	50	3252	100.00%		
%	26.29%	14.08%	9.50%	0.00%	8.58%	4.31%	13.16%	6.00%	3.60%	1.81%	2.18%	1.57%	2.46%	1.57%	2.00%	1.35%	1.54%	100.00%			



CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A LA COSTA
 FECHA: MERCOLES 30 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS					BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPIADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick-up	GR	Motos	OT	BB-1	02	03	04	T2S2	T2S3	T2S4	T2S5	02R2	02R3	02R4	02R5		
0-1	9	7	5			8	6	7	5	2	2	2	2	1	4	4	4	66	
1-2	12	10	5			6	4	5	2	2	3	2	3	2	3	5	2	69	
2-3	9	9	4			7	2	4	4	3	5	1	4	3	3		61		
3-4	6	7	7			2	7	4	3	3	3	4	2	2	5	1	55		
4-5	12	8	8			5	3	8	2	2	5	3		3	4	1	67		
5-6	16	10	8			5	4	10	2	3	3	5	2	7	1	4	85		
6-7	15	15	10			5	6	7	6	5		3	2	3	1	7	88		
7-8	20	11	12			6	5	11	5	3	5		4		5		89		
8-9	18	14	14			4	5	15	7	3	2	2	3	4	1	4	98		
9-10	15	11	10	3		8	3	11	8	2	3	4	3		1	3	87		
10-11	31	16	9			8	3	21	7	2	5	2	1	2	2	6	119		
11-12	16	9	7			6		14	4	4		3	1	1	5	7	80		
12-13	33	28	12			9	4	10	5	2	3		1	7	5	5	127		
13-14	15	12	9			7	5	11	3	5	2	2	1	4	4	4	84		
14-15	11	8	12			7	2	9	6	3	4	4	3	2	3	4	78		
15-16	22	12	14			9	5	15	3	2	3	3	4	2	3	3	105		
16-17	35	19	9			4	6	11	4	1	2	2	6	7	3	1	112		
17-18	29	12	10	2		5	5	9	3	3	3	3		1	2	2	89		
18-19	20	15	8			5	5	9	5	4	1	4	4	1	2	2	86		
19-20	30	9	11			7	2	11	8	5	2	3	2	3	2	3	99		
20-21	16	7	7			8	4	20	7	2	2	2	3	1	2	2	85		
21-22	9	7	7			14	4	9	5	4	3	1	2	3	2	4	81		
22-23	28	4	8			9	4	6	3	2	1	4	3	5	3	6	87		
23-24	11	7	5			9	3	5	4	3	2	2	1	1	4	3	63		
TOTAL	489	267	241	9	163	89	245	112	10	50	61	97	97	46	36	50	2082	100.00%	
%	24.35%	13.55%	12.45%	0.45%	7.95%	4.25%	11.35%	0.45%	0.45%	2.45%	2.95%	4.75%	4.75%	2.35%	1.75%	2.45%	100.00%		

Cuadro 1.3.2

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A CAJAMARCA
 FECHA: MERCOLES 30 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS					BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPIADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick-up	GR	Motos	OT	BB-1	02	03	04	T2S2	T2S3	T2S4	T2S5	02R2	02R3	02R4	02R5		
0-1	10	7	4			7	4			2				5			39		
1-2	7	5				6	3	5	4	1			3	1			38		
2-3	10	8	4			5	4	7	3	4							45		
3-4	12	7	5			3	5	5	2		2			1			43		
4-5	14		8	1		4	3	9	7		2			1			49		
5-6	5	5	7			6		5	6	3			1			3	43		
6-7	18	7	10				4	9	4	4		1				5	69		
7-8	12	10	12			5	3	20	3	3	1						69		
8-9	15	11	7			4		9	5				2	2		1	58		
9-10	33	14	11	1		8	4	10	4	5	2	3					95		
10-11	30	9	7			7	3	20	7	2			1	3		2	94		
11-12	21	12	12			5	1	15	8	3		1					78		
12-13	18	7	5			7	5	8	3	3	1		1	2	2	5	67		
13-14	14	4	15	1		8	4	12	5	7				7	2		80		
14-15	17	10	12			11	5	9	3	4							71		
15-16	25	5	9			9	6	10	7	2		2		1	1	1	78		
16-17	36	15	14			7	4	10	4	5						2	97		
17-18	24	12	10			6	6	15	3	3	1			1	1		90		
18-19	17	15	7			9	4	20	3	4			1	2	3	5	91		
19-20	19	20	5			5	3	5	8	4	1	1	1				67		
20-21	21	12	8			4	2	5	5	1			2	2			63		
21-22	19	6	7			4	2	7	3			2		1			51		
22-23	14	8	7			6	6	6	4					1	2	1	48		
23-24	17	7	5			5	6	6	2	1	3			2	2		56		
TOTAL	426	240	184	9	141	32	227	110	99	54	16	14	14	30	14	28	1612	100.00%	
%	27.11%	14.36%	11.08%	0.45%	8.35%	1.95%	13.38%	6.97%	6.27%	2.95%	0.95%	0.85%	0.85%	1.85%	0.85%	1.75%	100.00%		

CUADRO 1.3.3

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : AMBOS
 FECHA: MERCOLES 30 DE ABRIL DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS					BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPIADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick-up	GR	Motos	OT	BB-1	02	03	04	T2S2	T2S3	T2S4	T2S5	02R2	02R3	02R4	02R5		
0-1	19	14	9			15	10	7	5	4	2	2	2	1	9	4	4	103	
1-2	19	15	5			12	7	10	6	3	3	5	4	2	5	4	5	105	
2-3	19	17	8			12	6	11	7	7	5	1	4	3	3	3	106		
3-4	18	14	12			3	2	12	9	5	3	6	2	3	2	6	97		
4-5	26	8	16	1		9	6	17	9	2	7	3		4	3	4	115		
5-6	21	15	15			11	4	15	10	6	3	5	3	7	1	4	123		
6-7	33	22	20			5	10	16	10	9		4	2	10	1	12	157		
7-8	32	21	24			11	8	31	8	6	6			4		5	156		
8-9	33	25	21			8	5	24	12	3	2	2	5	6	1	4	154		
9-10	48	25	21	4		16	7	21	12	7	5	7	3		1	3	182		
10-11	61	25	16			15	6	41	14	4	5	2	4	2	6	6	210		
11-12	37	21	19			11	1	29	12	7			4	1	5	7	158		
12-13	51	35	17			16	9	18	12	5	4			3	9	5	191		
13-14	20	16	24	1		15	8	23	8	12	2		2	1	6	4	149		
14-15	28	18	24			18	7	18	9	7	4	4	3	2	3		179		
15-16	47	17	23			18	11	25	10	4	3	5	4	3	2	4	179		
16-17	71	34	23			11	10	21	6	6	2	2	6	7	3		207		
17-18	53	24	20	2		11	11	24	6	8	4	3		8	3	2	177		
18-19	37	30	15			14	9	29	10	8	1	4	5	3	2	7	175		
19-20	49	29	16			12	5	16	16	5	3	4	2	2	3	1	183		
20-21	37	19	15			12	6	25	12	3	2	2	5	3		5	148		
21-22	28	13	14			18	6	16	8	4	3	3	2	4	2	4	128		
22-23	42	12	8			15	6	12	7	2	1	4	3	5	4	8	132		
23-24	28	14	10			14	9	11	6	4	5	2	3	1	4	3	117		
TOTAL	806	483	859	9	302	170	222	129	129	76	74	67	62	109	62	109	3589	100.00%	
%	24.33%	13.16%	11.01%	0.22%	8.41%	4.27%	13.45%	6.19%	6.55%	2.45%	2.42%	0.93%	2.42%	0.75%	0.84%	1.75%	100.00%		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 "Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"



CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO : Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A LA COSTA
 FECHA: JUEVES 1 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS					CAMIONES ACOPADOS						TOTAL	%		
	Autos	Pick-up	Car	Micros	B2	B3A	B3B	C1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T2S4	T2S5	C2R2	C2R3	C2R4			C2R5	
0-1	10	7	4			7	4				2				1	2				1	43	24.3%
1-2	7	5				6	3	2	4	1		3	1		2	1	3				38	24.3%
2-3	10	8	4			5	4	4	3	4	2	2	3			2			3	1	55	24.3%
3-4	12	6	5	1		3		2	5	2			3			2	2				43	24.3%
4-5	14	8	8			5	3	6	7			4	8	3		2	2	2		2	66	24.3%
5-6	12	5	7			6		1	8	3				4	7	3				2	62	24.3%
6-7	18	7	10	3		5	4	5	4	4	2	4			1		2	3		2	89	24.3%
7-8	12	10	12			5	3	18	3	3	2		5	2	3	3				2	83	24.3%
8-9	15	11	7			4		4	5					3	1	2	1	3	1	3	57	24.3%
9-10	26	14	11			6	4	7	4	5	4	1	1	2	1	2	1	3	1	2	92	24.3%
10-11	30	9	7	1		7	3	17	7	2		4	2		3	3	2	1	4	99	24.3%	
11-12	21	11	11			5	2	11	8	3		2	2		3	3	3				89	24.3%
12-13	18	7	7			7	5	5	3	3	2		2	2	7	3	4	3			78	24.3%
13-14	14	6	15			8	4	9	5	7			2	1	2	2			3	3	78	24.3%
14-15	17	10	12			11	5	5	3	4	3				1	3	2		1		77	24.3%
15-16	25	5	9			9	6	6	7	2		3	4		2	2	2		2	2	84	24.3%
16-17	36	18	14	2		7	4	7	4	5	4	4	4		7	1	3	1	3	3	120	24.3%
17-18	24	12	10			6	6	11	3	3	2	2	5		2	2				2	90	24.3%
18-19	17	15	7			9	4	17	5	4	8	3	3		3	4	4	1	1		104	24.3%
19-20	20	20	5			5	3	4	8	4			4	1	2	1	2	2			81	24.3%
20-21	24	12	8			4	2	4	5	1	3	2			1	2	2			2	70	24.3%
21-22	22	6	7			4	2	2	3	1	3	2	5		3	5	1		4		68	24.3%
22-23	13	8				6	6	3	4		2	1	2	3	4	3	3		3		61	24.3%
23-24	17	7	5			5	6	3	2	1			2		3	6	2	1	2		62	24.3%
TOTAL	334	249	195	7		100	90	150	100	59	49	55	49	49	47	50	41	47		1769	100.00%	
%	24.3%	18.6%	14.5%	0.40%		7.61%	6.85%	11.35%	7.2%	4.3%	3.7%	4.1%	3.7%	3.7%	3.6%	3.2%	2.9%	3.6%			100.00%	

CUADRO 1.4.2

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO : Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A CAJAMARCA
 FECHA: JUEVES 1 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS					CAMIONES ACOPADOS						TOTAL	%		
	Autos	Pick-up	Car	Micros	B2	B3A	B3B	C1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T2S4	T2S5	C2R2	C2R3	C2R4			C2R5	
0-1	4					5	2	5	2						1						21	24.3%
1-2	4					6	3	4	3				2			3			3		26	24.3%
2-3	4	4				6	3	5	2			1								3	27	24.3%
3-4	7	5	4			6	2	9	4				1	4		1	2	2	2	2	47	24.3%
4-5	5		5			11	4	4	3			4				2	2		1	4	41	24.3%
5-6	11	6	5			4	2	4	2	3		2	3	2		2			2	1	49	24.3%
6-7	23	6	8			3	2	9	3	1			2	3	7		1	3			71	24.3%
7-8	33	13	14			4		12	4	1	6	3			3				3		98	24.3%
8-9	17	7	18			6	2	10	3	3	2	6	1	6		2	3	4		4	90	24.3%
9-10	20	10	8			5	3	12	2	2	3	7			6		2				80	24.3%
10-11	18	12	6			3	2	10	7	2		3	5		1	2	3	3	3		77	24.3%
11-12	15	7	7			3		8	2		2	4			3	3					54	24.3%
12-13	15	12	11			6	2	12	2	2	7		4	3				3	2	2	81	24.3%
13-14	10	7	6			3	2	7	4			2	1	7	6						57	24.3%
14-15	15	9	8			6	3	9	3	1	3			2	1	7	6		5	2	67	24.3%
15-16	17	11	8			4	2	14	6	3			1		2	2		2	4	4	70	24.3%
16-17	12	12	8			5	3	12	4					4	7		3	4	4		68	24.3%
17-18	24	11	8			4	2	12	5	2	5	8		4	2	5	3	4	4		91	24.3%
18-19	21	10	11			3	3	6	2			3	2	3		6	3		1		73	24.3%
19-20	23	5	5			5	2	9	3		4	1			4						81	24.3%
20-21	22	7	4			4	3	5					1			3	2				51	24.3%
21-22	19	14	4					9	3	1	2	4	3	2				2	3	6	66	24.3%
22-23	13	8				6	2		3	1						5			2	4	40	24.3%
23-24	9	6				3	1	5	3		2			1	3		1	1			35	24.3%
TOTAL	358	182	148	9		108	49	190	74	20	46	56	39	49	35	40	32	34		1439	100.00%	
%	24.3%	12.8%	9.9%	0.00%		7.6%	3.4%	13.1%	5.1%	1.4%	3.2%	3.9%	2.7%	3.3%	2.4%	2.8%	2.2%	2.4%			100.00%	

CUADRO 1.4.3

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO : Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : AMBOS
 FECHA: JUEVES 1 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS					CAMIONES ACOPADOS						TOTAL	%		
	Autos	Pick-up	Car	Micros	B2	B3A	B3B	C1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T2S4	T2S5	C2R2	C2R3	C2R4			C2R5	
0-1	14	7	4			12	6	5	2			2			2	1	4			1	64	24.3%
1-2	11	5				10	3	6	7	1	3	3			2	3			1	6	54	24.3%
2-3	14	12	4			11	7	9	5	4	3	2			3			2	2	3	82	24.3%
3-4	19	11	9	1		9	2	11	9	2			4	4		1	2	4	2		90	24.3%
4-5	19					16	7	10	10			8	8	3		4	4	2	3		107	24.3%
5-6	23	11	12			10	2	5	10	6	2	3	6	7	5			4	5		111	24.3%
6-7	41	13	18	3		3	6	14	7	5	2	6	3	8			3	6	2		140	24.3%
7-8	45	23	26			9	3	30	7	4	8	8	2	3	6					5	179	24.3%
8-9	32	18	25			10	2	14	8	3	2	6	4	7	2	3	6	5			147	24.3%
9-10	46	24	19			11	7	19	6	7	7	8	1	2	7	3	3	3	2		172	24.3%
10-11	48	21	13	1		10	5	27	14	4		7	7		4	4	4	4	7		176	24.3%
11-12	36	18	18			8	2	19	10	3	5	6			3	3	6	3	3		143	24.3%
12-13	33	19	18			13	7	17	5	5	9	2		6	10	3	4	6	2		159	24.3%
13-14	24	13	21			11	6	16	8	7		4	2	9	8					5	135	24.3%
14-15	32	19	18			17	8	14	6	5	6			2		1	8	4	4	4	144	24.3%
15-16	42	16	17			13	8	20	13	5		4	4	2	4	2	2	2	2		154	24.3%
16-17	48	30	19	2		12	7	19	8	5	4	4	4	7	1	6	5	7		2	188	24.3%
17-18	45	23	18			10	8	23	8	5	7	10	5	7	7	2			3		181	24.3%
18-19	38	25	18			12	7	23	7	4	8	6	1	4	3	10	7	1	1		177	24.3%
19-20	43	25	10			10	5	13	11			8	1	4	1	6	1	2	2		142	24.3%
20-21	46	19	12			8	5	9	5	1	3	2		1	4	4	4	2			121	24.3%
21-22	41	20	11			4	2	11	6	1	3	7	8	2</								



CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB -1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A LA COSTA
 FECHA: VIERNES 02 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPADOS								TOTAL	%	
	Autos	Pick-up	CR	Micros	B2	B54	B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
0-1	8	4			5	2		5	3	1							5			33	0.87%
1-2	7		4			4	2	5					3	1		2	5			24	0.77%
2-3	7	5	4			3	3	5	2											29	0.91%
3-4	9	4										2	2			1		1		37	1.16%
4-5	19	5	4					4	3						1					38	1.19%
5-6	9		4					7	2	1				1	7				3	34	1.07%
6-7	20	9	8					7	3			1		2		5				55	1.73%
7-8	24	12	10			4	2	13	4			1						1	2	70	2.19%
8-9	22	9	11					12	3	2				2	2				1	66	2.04%
9-10	18	10	8			4	2	14	2	3	2	3								66	2.04%
10-11	34	14	8			4		18	3	1				3		4		2		91	2.83%
11-12	24	10	8			3		9	3	1		1								59	1.84%
12-13	17	9	11			4	3	14	2	2	1			2	7		5	1		78	2.41%
13-14	19	11	8	1		6	2	9	4	1						2			1	64	1.99%
14-15	21	10	10			5	3	12	2	2										65	2.01%
15-16	17	10	10			6	4	10	5	1			2		1	1		1		68	2.11%
16-17	46	17	12			8	3	8	2	2				7			2			107	3.32%
17-18	20	14	8			6	4	12	4	1		1			3					73	2.27%
18-19	20	11	12			8	3	17	3	2				1	2			5		86	2.66%
19-20	24	12	6			4		18	6	3	1	1								75	2.32%
20-21	23	5	5	1		5	2	14	4	1				2				3		65	2.01%
21-22	18	6	5			11	3	7	3	2			2		1					58	1.81%
22-23	15	6				10	4	5	4	1	3			2		1	2		1	48	1.49%
23-24	8					5	2	6	2	1	3			2		2		2	1	31	0.97%
TOTAL	459	189	158	7	65	44	229	69	27	17	16	45	14	30	14	29	19	10	1400	100.00%	
%	32.02%	13.6%	11.4%	0.5%	4.6%	3.1%	16.1%	4.8%	1.9%	1.2%	1.07%	3.0%	1.0%	2.1%	1.0%	1.6%	1.3%	0.7%	0.7%	100.00%	

CUADRO 1.5.2

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB -1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A CAJAMARCA
 FECHA: VIERNES 02 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPADOS								TOTAL	%	
	Autos	Pick-up	CR	Micros	B2	B54	B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
0-1	11	7			4	2		5	4			1				2				36	2.27%
1-2	11	5			4			6	3			2		3		3			3	40	2.52%
2-3	8	4			3	2		7	3	1		1				2				31	1.95%
3-4	9	4			5			6	4								2	2	2	38	2.42%
4-5	14		7		6	2		8	3			1	4			2	2	2	2	49	3.07%
5-6	12	5		1	7	3		7	4	1		2	3	2		2	2	1		52	3.33%
6-7	21	8	10		5	2		5	3			2	3	7	2		3	1	3	70	4.47%
7-8	30	13	15		4			15	4	1	6	3		3	7	3	1	3	4	97	6.17%
8-9	17	7	19		6	2		13	3	3	2	6	1	6		2	3	4	4	80	5.05%
9-10	20	10	9		5	3		11	2	2	3	7			6		2	2	2	80	5.05%
10-11	27	17	10		4	2		24	4	1	3	3	5		1	2	3	3	3	108	6.83%
11-12	28	7	7		5	3		11	3		2	4			3	3				78	4.92%
12-13	15	12	11		6	2		11	2	2	7		4	3			3	2	2	80	5.05%
13-14	20	13	9		4			8	4		2	1	7	6					2	76	4.75%
14-15	15	19	13		5	2		7	2		3		2	2	5	2	3			78	4.91%
15-16	17	10	8		4			9	2	1		1		2	2					56	3.53%
16-17	43	17	15					7	4	2				4		3	4	4		103	6.45%
17-18	21	11	9		4	2		12	5	2	5	8		7	5			1		92	5.80%
18-19	22	10	11		3	3		6	2		4	1	3	2	3	6	3			74	4.66%
19-20	24	5	5		6	2		8	3		4	1			4					62	3.91%
20-21	23	7	4		4	3		4	4				1		3	2				51	3.21%
21-22	21	15	4					9	3	1	2	4	3	2		2	3			69	4.35%
22-23	14	8			6	2		5	3	1	3	1			5		2	4		41	2.58%
23-24	10	7			1	2		5	3	2	2		1	3		1	1			36	2.27%
TOTAL	459	221	189	7	95	57	210	72	17	17	46	92	25	45	25	40	32	34	1587	100.00%	
%	26.54%	13.3%	10.4%	0.05%	9.99%	2.8%	15.2%	4.6%	1.07%	2.8%	3.28%	2.08%	2.71%	2.21%	2.62%	2.07%	2.14%	2.14%	2.14%	100.00%	

CUADRO 1.5.3

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB -1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : AMBOS
 FECHA: VIERNES 02 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPADOS								TOTAL	%	
	Autos	Pick-up	CR	Micros	B2	B54	B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
0-1	19	11			9	4		10	7	1						7				89	2.91%
1-2	18	5	4			8	2	6	3			5		1	3	2	4		3	64	2.12%
2-3	15	9	4			6	5	12	5	1	1					2				60	2.01%
3-4	16	8				6		6	4				3	4		2		3	2	55	1.83%
4-5	39	5	11		6	2		12	6		6			1	2	2			1	87	2.85%
5-6	21	5	4	1	7	3		14	6		2	3		3	7	2		2	4	86	2.83%
6-7	41	17	18		5	2		12	6			3		3	9			6	3	125	4.02%
7-8	54	25	25		8	2		29	6	1	7	3		3	9				3	167	5.35%
8-9	39	16	30		6	2		25	6	5	2	6		3	8			2	4	160	5.05%
9-10	38	20	17		9	5		25	4	5	2	5	10		6			2	2	146	4.57%
10-11	81	31	18		8	2		42	7	2		3		8		5	2	5	3	197	6.07%
11-12	52	17	15		8	3		20	6	1	2	5		5		3	3			135	4.19%
12-13	32	21	22		10	5		25	4	4	8			6	10		5	4	2	158	4.85%
13-14	39	24	17	1	10	2		17	8	1		2	1	7	8					140	4.35%
14-15	36	29	23		10	5		19	4	2	3			2		5	2	3		143	4.37%
15-16	34	20	18		10	4		19	7	2		3		3	3				1	124	3.81%
16-17	89	34	27		8	3		15	6	4			4	7		3	6	4		210	6.35%
17-18	41	25	17		10	6		24	9	3	6	8		7	8				1	165	5.05%
18-19	42	21	23		11	6		23	5	2		3	3	5		11	3	2		160	4.85%
19-20	48	17	11		10	2		28	9	3	5	2		4						137	4.19%
20-21	46	12	9	1	9	5		18	4	1			3			3	5			116	3.53%
21-22	39	21	9		11	3		16	6	3	2	6	3	3			2	3		127	3.85%
22-23	29	14			10	4		11	6		3	1			1	7			3	89	2.7%
23-24	18	7			6	4		11	5	1	5			3	3		1				



CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB -1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A LA COSTA
 FECHA: SABADO 03 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS					BUS		CAMIONES UNITARIOS					CAMIONES ACOPADOS							TOTAL	%					
	Autos	Pick-up	GR	Motos	OT	B34	B31	U2	U3	U4	U2S2	U2S3	U3S2	U3S3	U2R2	U2R3	U3R2	U3R3								
0-1	5	1	4			5	2	5	2		2			2	1	2								31	0.50%	
1-2	4		4			3	2	4	3	2			2	2	1	2									33	0.51%
2-3	8	5								3	1		3	4	2	1	3	1							31	0.50%
3-4	12	6						5	3	2	2	4		1	3		4								42	0.63%
4-5	11	8	4					6	3	3	3	2	3	1	2	2		1					1	49	0.73%	
5-6	9	12	7			9		5	2		4	2	1	7	4	3	2	3							70	1.05%
6-7	16	15	14					10	4	1	2	1				1	3								67	0.83%
7-8	23	13	10			4	2	13	4		4	3	5	1	6	5	2	4							99	1.47%
8-9	21	9	11					12	3	2	3	3		2	4	4	3								81	1.19%
9-10	18	10	8			4	2	14	2	3	1		2	2	4	2	1	5							76	1.14%
10-11	19	12	11			5	3	11	5	1	3	2	1	5	1	3	3	5							90	1.34%
11-12	14	7	5			4	2	8	3	1				3	3		3	4							57	0.85%
12-13	18	9	11			4	3	14	2	2	3			7	3	2									78	1.15%
13-14	16	15	7			5	3	12	5	1	1	3		1	2	3	2	5							81	1.19%
14-15	21	14	7			7	2	8	2		2			2	1	4	1								71	1.06%
15-16	14	6	8			5	3	10	4	2	4	1	2		1	2	2	3							67	1.00%
16-17	20	7	7			4	2	8	5	1		2		7	1	3	1	2							70	1.05%
17-18	16	14	11			5	3	10	3	2	3	3	4	5	6	3	4	3							95	1.41%
18-19	25	10	10		3	6	5	19	5	3	2	2	3	4	3	2	3								105	1.56%
19-20	21	11	14			9	6	15	5	4	2	3	4	1	3	4	5	3							110	1.64%
20-21	17	8	7			7	8	12	6	2	4	4	4	3	1	1	4	2							90	1.34%
21-22	22	8	10			13	7	4	4	1	3	3	5	4	2	1	1	2							90	1.34%
22-23	12	5	7		1	8	9	4	5	2	3	1	3	2	3	3	1								69	1.03%
23-24	11	7	5			7	6	9	4	3	2	2	5	3	5	3	1	2							75	1.11%
TOTAL	241	212	162	0	106	70	219	131	31	64	24	24	59	66	66	69	69	69	37					1227	100.00%	
%	21.35%	18.26%	14.05%	0.00%	9.05%	5.67%	19.32%	11.35%	2.67%	5.16%	2.04%	2.04%	5.07%	5.67%	5.67%	5.95%	5.95%	5.95%	2.77%						100.00%	

CUADRO 1.6.2

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB -1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A CAJAMARCA
 FECHA: SABADO 03 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS					BUS		CAMIONES UNITARIOS					CAMIONES ACOPADOS							TOTAL	%					
	Autos	Pick-up	GR	Motos	OT	B34	B31	U2	U3	U4	U2S2	U2S3	U3S2	U3S3	U2R2	U2R3	U3R2	U3R3								
0-1	5					5	2	5	2					2	1	4									39	0.50%
1-2	4					4		5	3	2			3	2	3	3	5	2							36	0.50%
2-3	4	5				5	3	5	2	3	3	1	4	3	3	3									44	0.63%
3-4	7	7				6	2	9	5	4	4	2	2	2	2	5	1								58	0.85%
4-5	5		5			4	4	4	2	3	2	4	2		3	4	1								45	0.67%
5-6	11	6	5			4	2	4	2	3	2	4	2	7	1	4	3	2							55	0.82%
6-7	23	6	8			3	2	8	3	1	1	2	2	7	1	7	3								77	1.14%
7-8	30	13	14			4	2	15	4	1		5	4		5	2									97	1.43%
8-9	17	7	18			5	2	14	3	3		4	3	4	1	4	2								87	1.29%
9-10	20	10	8			5	3	12	2	2			3	1	3	2									71	1.06%
10-11	18	12	7			3	1	10	7	2	3			2	2	6	1	3							78	1.15%
11-12	15	7	7			6	2	8	2	2		3	1	1	5	5	3								62	0.90%
12-13	15	12	11			6	2	12	2	2		3	1	1	7	5	5								80	1.17%
13-14	10	7	7			3	2	7	4	1	2	2	1	7	4	4		4							63	0.90%
14-15	15	9	7			6	3	9	3	1	2	1	3	2	3	3	4								68	1.00%
15-16	17	11	8			4	2	14	6	3	1	3	4	2	3	3	2	3							86	1.27%
16-17	11	12	5			5	3	13	4	2	2		6		3	3	1	2							67	0.99%
17-18	19	11	9			4	2	13	4	2	1	2	4	7	2	2		2							78	1.15%
18-19	18	10	11			3	3	7	1	3	2	4	4	1	2	2	1								69	1.03%
19-20	20	5	5			5	2	8	2	3	3	6	2	2	3	1	3								67	0.99%
20-21	19	7	4			4	3	4	4	2	3	3	3	3	2	4	3	4							63	0.90%
21-22	16	14	4			9	5	1	5	2	5	5	2	3	2	4	3	4							77	1.14%
22-23	10	8	7			3	1	5	3	2	2	3	2	5	3	6	3	2							52	0.77%
23-24	9	7	7			3	1	5	3	2	2	2	1	4	4	3	1								44	0.65%
TOTAL	189	166	147	0	101	44	205	135	39	96	36	36	97	64	46	66	69	69	37					1227	100.00%	
%	15.38%	13.50%	11.90%	0.00%	8.22%	3.59%	16.71%	10.99%	3.18%	7.74%	2.94%	2.94%	7.90%	5.22%	3.76%	5.30%	5.62%	5.62%	2.97%						100.00%	

CUADRO 1.6.3

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
 ESTACION : CB -1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : AMBOS
 FECHA: SABADO 03 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS					BUS		CAMIONES UNITARIOS					CAMIONES ACOPADOS							TOTAL	%					
	Autos	Pick-up	GR	Motos	OT	B34	B31	U2	U3	U4	U2S2	U2S3	U3S2	U3S3	U2R2	U2R3	U3R2	U3R3								
0-1	10	1	4			10	4	10	4	2	2	3	2	2	1	5	6	4							70	0.87%
1-2	8		4			7	2	9	6	2		4	5	2	5	5	6	4							69	0.84%
2-3	12	10				5	3	5	2	6	4	1	7	7	5	4	3	1							75	0.91%
3-4	19	13	4			6	2	14	8	2	6	6	2	1	5	2	9	1							100	1.21%
4-5	16	8	9			11	4	10	6	3	5	2	3	4	2	5	4	2							94	1.13%
5-6	20	18	12			4	11	9	4	3	6	6	3	7	5	7	5	5							125	1.52%
6-7	39	21	22			3	2	18	7	2	3	3	2	7	1	8	6								144	1.74%
7-8	53	26	24			8	2	28	8	1	4	8	9	1	6	10	2	6							196	2.38%
8-9	38	16	29			5	2	26	6	5	3	7	5	8	5	8	5								168	2.03%
9-10	38	20	16			9	5	26	4	5	1		5		5	5	3	5							147	1.78%
10-11	37	24	18			8	4	21	12	3	6	2	7	3	9	4	8								168	2.03%
11-12	29	14	12			7	2	16	5	1		3	4	4	5	7	6	4							119	1.45%
12-13	33	21	22			10	5	25	4	4	3	3	1	8	8	7		3							158	1.92%
13-14	26	22	14			8	5	19	9	1	2	5	2	7	6	7	2	9								



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 "Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"



CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+00 al Km 06+00
 ESTACION : CB-1

UBICACION : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A LA COSTA
 FECHA : DOMINGO 04 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	6	6	6		6		7	2	3	5	4	1		2	2		1	48	2.38%
1-2	9	10	5		5	3	8	4	3	4	2	4	4	1	4	1	1	68	3.37%
2-3	10	9	8		6	5	6	3	2	3	1	2	2	3	2	3	1	66	3.27%
3-4	6	8	5		3	3	7	3	1	1	1	3	1	2	2	2	2	45	2.23%
4-5	16	6	7	1	4	5	9	5	1	4	4	2	4	3	2	2	2	75	3.72%
5-6	20	9	9		9	10	4	3	3	4	2	7	4	2	3	2	91	4.51%	
6-7	12	11	10		6	7	8	5	6	5	3	4	4	5	2	4	90	4.46%	
7-8	21	17	15		7	5	18	8	3	3	5	2		4		2	112	5.55%	
8-9	25	11	8		9	7	10	7	5	5	4	3			4	1	100	4.96%	
9-10	12	17	10	2	5	4	12	5	4	4	1	5		4	2	2	89	4.41%	
10-11	30	15	14		7	4	15	7	2	3	2	2		1	1	3	107	5.30%	
11-12	33	18	7		7	7	11	6	3	4	5	3		3	3	2	105	5.20%	
12-13	26	16	9		5	2	11	2	3	3	1	7		2	1	2	93	4.61%	
13-14	21	9	9		8	3	12	7	1	5	4	4		3		2	90	4.46%	
14-15	15	11	9		5	4	17	5	4	5	2	3		3	3	4	94	4.66%	
15-16	10	10	12		5	7	7	3	5	2	1	4	3	4	4	3	84	4.16%	
16-17	37	20	9		6	6	12	4	1	3		4	7	4	4	1	116	5.75%	
17-18	12	15	15	2	4	4	7	6	4	3	3	2	1	4	3	3	89	4.41%	
18-19	15	8	8		4	5	12	2	3	3	3	3	3	2	4	3	81	4.01%	
19-20	20	10	5		3	4	10	5	1	2	2	3	4		4	4	80	3.96%	
20-21	18	6	8		7		17	3	3	2	1	4		3	5	5	86	4.26%	
21-22	11	9	9		9	4	10	4	1	3	3	1	2		3	3	77	3.82%	
22-23	9	4	6	4	7	5	8	3	3	2	2	2	2	2	2	2	63	3.12%	
23-24	14	8	9		4	4	7	4	2	4	3	3	2	2	1	2	69	3.42%	
TOTAL	408	263	212	9	129	100	251	105	63	81	59	69	45	55	58	55	2018	100.00%	
%	20.22%	13.03%	10.51%	0.45%	6.39%	4.96%	12.44%	5.20%	3.12%	4.01%	2.92%	3.42%	2.23%	2.73%	2.87%	2.73%	2.78%	100.00%	

CUADRO 1.7.2

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+00 al Km 06+00
 ESTACION : CB-1

UBICACION : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : A CAJAMARCA
 FECHA : DOMINGO 04 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	9	7	5		8	6	7	5	2	1	2	2	1	2		1	58	2.97%	
1-2	11	5	6		6	4	5	2	2	3	1	2	1	3			51	2.61%	
2-3	8	8	5		7	2	5	4	3	2	2	3	4	2	3	1	59	3.02%	
3-4	6	7	9		2	2	7	4	3	3		3		2	2	2	45	2.30%	
4-5	11	8	8		5	3	8	2	2	4	8	3	3	2	2	2	73	3.74%	
5-6	17	10	8		5	4	10	2	3	3	4	2	3	3	2	4	74	3.79%	
6-7	16	15	10		5	6	7	6	5	2	4	4	2	7	2	3	90	4.61%	
7-8	19	12	12		6	5	11	5	3	2	5	2	3	3	3	2	90	4.61%	
8-9	15	14	15		4	5	15	7	3	3	1	2	3	1	2	1	89	4.55%	
9-10	14	10	10	3	7	3	11	8	2	4	1	1	2	1	3	1	83	4.25%	
10-11	30	14	9		8	3	18	7	2	4	4	2	2	3	2	1	107	5.48%	
11-12	17	10	7		6	3	15	4	4	3	2	2	3	3	3	3	80	4.09%	
12-13	12	15	12		9	4	10	5	2	2	2	1	3	4	3	3	86	4.40%	
13-14	15	12	9		7	4	12	3	5	2	2	1	7	2	2	3	82	4.20%	
14-15	11	8	12		7	5	9	6	3	3		3	1	3	2	1	74	3.79%	
15-16	21	12	15		9	2	15	3	2	2	3	4	2	2	2	2	96	4.91%	
16-17	33	19	9		4	6	11	4	1	4	4	4	2	1	3	1	103	5.27%	
17-18	26	15	10	2	5	5	9	2	3	2	2	5	7	2	2	2	99	5.07%	
18-19	17	14	9		5	5	9	5	4	8	3	3	3	4	4	1	94	4.81%	
19-20	27	12	12		8	2	11	8	5	4	4	1	2	1	2	2	101	5.17%	
20-21	18	7	7		8	4	20	7	2	3	2	2	6	1	2	2	89	4.55%	
21-22	15	10	7		13	4	9	5	4	1	3	5		3	5	1	89	4.55%	
22-23	28	5	8		8		6	3	2	2	1	2	3	4	3	3	81	4.15%	
23-24	11	6	5		9	3	4	4	3		2		3	6	2	1	61	3.12%	
TOTAL	407	255	219	5	159	87	244	111	70	49	55	48	60	47	50	41	47	1954	100.00%
%	20.63%	13.05%	11.21%	0.26%	8.14%	4.45%	12.49%	5.68%	3.58%	2.51%	2.81%	2.46%	3.07%	2.41%	2.56%	2.10%	2.41%	100.00%	

CUADRO 1.7.3

CONTEO Y CLASIFICACION DEL TRAFICO

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
 TRAMO: Km 00+00 al Km 06+00
 ESTACION : CB-1

UBICACION : CRUCE CRUZ BLANCA
 SENTIDO : AMBOS
 FECHA : DOMINGO 04 DE MAYO DEL 2008

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	15	13	11		14		14	7	2	2	5	3	2	3	4	-	2	106	2.67%
1-2	20	15	11		11		7	13	6	5	7	3	6	4	2	7	1	119	3.00%
2-3	18	17	13		13		7	11	7	5	5	3	5	6	5	2	125	3.15%	
3-4	12	15	14				5	14	7	4	1	4	3	1	2	2	4	90	2.27%
4-5	27	14	15	1	9		8	17	7	3	8	8	7	5	6	5	4	148	3.73%
5-6	37	19	17		5		13	20	6	6	3	4	6	9	7	2	5	165	4.15%
6-7	28	26	20		11		13	15	11	11	7	7	4	7	5	4	5	180	4.53%
7-8	40	29	27		13		10	29	13	6	5	10	4	3	7	-	2	202	5.09%
8-9	40	25	23		13		12	25	14	8	5	4	6	1	2	5	4	189	4.76%
9-10	26	27	20	5	12		7	23	13	6	8	2	6	2	5	5	3	172	4.33%
10-11	60	29	23		15		7	33	14	4	3	6	4	-	4	3	2	214	5.39%
11-12	50	28	14		13		26	10	7	7	7	3	3	-	6	6	5	185	4.86%
12-13	38	31	21		14		6	21	5	4	5	5	3	8	5	5	3	179	4.51%
13-14	36	21	18		15		7	24	10	6	5	6	5	7	5	-	2	172	4.33%
14-15	26	19	21		12		9	26	11	7	8	2	3	3	4	6	6	168	4.23%
15-16	31	22	27		14		9	22	6	7	2	4	8	5	6	6	5	180	4.53%
16-17	70	39	18		10		12	23	8	2	7	4	4	7	1	7	2	219	5.51%
17-18	38	30	25	4	9		9	16	8	7	5	5	7	8	6	5	3	188	4.73%
18-19	32	22	17		9		10	21	7	7	11	6	6	3	5	8	7	175	4.41%
19-20	47	22	17		11		6	21	13	6	6	2	7	5	2	5	6	181	4.56%
20-21	36	13	15		15		4	37	10	5	5	3	4	6	3	6	7	175	4.41%
21-22	26	19	16		22		8	19	9	5	4	6	6	2	3	8	4	166	4.18%
22-23	37	9	14	4	15		5	14	6	5	4	3	4	3	6	5	5	144	3.63%
23-24	25	14	14		13		7	11	8	5	4	5	3	5	8	2	2	130	3.27%
TOTAL	815	518	431	14	288	187	495	216	133	130	114	117	105	102	108	96	103	3972	100.00%
%	20.52%	13.04%	10.85%	0.35%	7.25%	4.71%	12.46%	5.44%	3.35%	3.27%	2.87%	2.95%	2.64%	2.57%	2.72%	2.42%	2.59%	100.00%	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"



INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
SENTIDO : A LA COSTA
ABRIL - MAYO 2008
FCE = 1.1837

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS							TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	10	6	3	-	7	4	6	3	1	2	1	1	1	1	4	1	1	52	2.52%
1-2	9	6	4	-	6	3	4	2	2	2	3	2	2	2	3	1	1	52	2.53%
2-3	12	10	4	-	5	3	4	3	2	2	1	2	2	2	1	2	1	55	2.68%
3-4	11	9	3	0	1	1	4	3	2	1	3	2	0	2	1	3	2	45	2.22%
4-5	19	7	6	0	2	2	7	4	1	4	2	2	2	2	2	1	1	65	3.17%
5-6	15	9	8	-	2	4	7	5	2	2	2	2	8	2	2	2	3	75	3.66%
6-7	19	12	11	1	2	3	8	5	3	2	2	2	2	1	4	2	1	79	3.85%
7-8	24	14	13	-	6	4	16	6	2	4	3	2	1	3	2	1	2	99	4.85%
8-9	23	15	11	-	3	2	14	6	3	2	3	3	3	1	3	2	2	95	4.61%
9-10	22	14	11	1	6	4	15	5	4	3	3	2	1	3	2	1	1	96	4.70%
10-11	34	14	11	0	7	3	19	7	3	2	2	3	1	2	2	2	3	115	5.60%
11-12	29	12	10	-	6	1	12	6	3	2	3	1	1	1	3	2	2	92	4.51%
12-13	24	16	11	-	7	4	13	3	3	3	1	2	8	2	4	2	1	105	5.10%
13-14	24	13	10	1	8	4	12	6	3	1	2	1	0	4	1	1	3	94	4.61%
14-15	25	13	12	-	8	4	13	4	3	3	1	1	1	1	3	2	1	95	4.61%
15-16	19	11	11	-	8	6	11	6	3	2	2	2	2	2	2	2	3	92	4.47%
16-17	39	19	11	0	7	5	11	4	3	2	1	3	8	1	2	2	2	121	5.93%
17-18	22	15	11	1	7	6	12	4	3	3	3	2	1	4	2	1	2	98	4.76%
18-19	21	13	11	1	8	5	18	5	4	2	3	3	3	2	5	2	1	105	5.14%
19-20	28	13	9	-	7	3	16	7	4	3	2	2	1	2	2	2	2	103	5.03%
20-21	25	9	8	1	7	4	16	5	2	2	2	2	1	1	2	4	2	90	4.37%
21-22	21	8	7	-	12	5	9	5	3	2	3	3	3	1	2	2	3	89	4.32%
22-23	19	6	4	1	11	5	6	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	75	3.66%
23-24	14	5	4	-	7	4	7	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	63	3.08%
TOTAL	508	268	206	6	150	87	257	110	80	54	51	49	54	46	57	43	43	2049	100.00%
%	24.78%	13.08%	10.05%	0.29%	7.32%	4.25%	12.54%	5.37%	2.93%	2.64%	2.49%	2.39%	2.64%	2.24%	2.78%	2.10%	2.10%	100.00%	

CUADRO 1.9.2

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
SENTIDO : A CAJAMARCA
ABRIL - MAYO 2008
FCE = 1.1837

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS							TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	10	6	3	-	7	4	5	3	2	0	1	1	0	0	4	1	1	48	2.40%
1-2	9	4	1	-	6	2	6	4	1	1	3	1	2	1	3	1	2	46	2.34%
2-3	9	7	3	-	7	4	7	4	3	1	1	1	1	1	2	1	0	52	2.61%
3-4	11	7	6	-	6	2	8	5	1	1	2	2	-	1	1	3	2	57	2.85%
4-5	14	3	8	1	8	4	9	5	1	4	1	1	2	1	2	1	1	63	3.17%
5-6	13	8	6	0	8	3	8	5	3	1	2	2	0	2	1	2	2	66	3.34%
6-7	25	10	11	-	4	4	9	5	3	1	2	2	8	0	4	3	0	90	4.54%
7-8	26	13	17	-	6	3	19	4	3	4	3	1	1	2	1	-	2	106	5.37%
8-9	20	11	18	-	6	2	13	5	2	1	4	2	4	1	2	3	3	97	4.93%
9-10	27	14	13	1	7	4	14	4	4	3	5	1	1	3	1	2	0	103	5.20%
10-11	30	14	10	-	7	3	21	7	2	1	2	4	0	2	2	3	3	111	5.60%
11-12	25	11	10	-	6	2	15	5	2	2	3	0	1	2	3	1	1	89	4.51%
12-13	17	14	12	-	9	4	12	4	3	4	1	3	2	1	3	2	2	94	4.75%
13-14	16	12	13	0	7	3	12	5	4	0	2	1	8	5	1	-	2	90	4.55%
14-15	19	15	14	-	9	5	10	4	3	2	0	2	1	0	4	2	2	90	4.56%
15-16	22	11	11	-	8	4	14	6	3	0	2	1	2	2	1	1	2	89	4.48%
16-17	36	18	13	-	6	4	13	5	2	1	1	4	0	1	2	3	3	110	5.50%
17-18	29	14	12	0	6	4	14	4	3	4	5	1	8	4	1	-	1	111	5.61%
18-19	22	14	12	-	6	4	13	4	3	2	3	3	2	1	6	2	1	99	4.99%
19-20	25	15	8	-	7	3	10	7	2	3	2	2	0	3	1	1	1	88	4.47%
20-21	23	10	7	1	6	3	9	4	1	1	1	2	-	2	3	1	75	3.77%	
21-22	22	14	7	-	4	2	9	4	2	2	4	3	2	1	2	2	3	83	4.18%
22-23	18	9	2	-	5	2	7	4	1	2	1	1	1	1	5	1	2	62	3.16%
23-24	14	8	4	-	5	4	7	3	2	2	0	1	2	2	1	2	1	59	2.96%
TOTAL	482	262	219	3	157	78	263	109	54	42	51	41	52	39	52	36	37	1977	99.94%
%	24.38%	13.25%	11.08%	0.15%	7.94%	3.95%	13.30%	5.51%	2.73%	2.12%	2.58%	2.07%	2.63%	1.97%	2.63%	1.62%	1.87%	100.00%	

CUADRO 1.9.3

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

CARRETERA : VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA
TRAMO: Km 00+000 al Km 06+000
ESTACION : CB-1

UBICACIÓN : CRUCE CRUZ BLANCA
SENTIDO : AMBOS
ABRIL - MAYO 2008
FCE = 1.1837

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				CAMIONES ACOPLADOS							TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
0-1	20	12	6	-	10	8	10	6	3	2	3	2	1	1	7	2	3	99	2.46%
1-2	18	10	5	-	12	6	10	6	3	2	5	3	3	3	6	2	3	98	2.43%
2-3	22	17	7	-	12	7	11	7	5	3	1	3	3	3	3	2	1	107	2.65%
3-4	21	16	9	0	6	3	13	8	3	2	5	4	0	3	1	5	3	102	2.55%
4-5	33	10	14	1	10	5	15	9	2	8	4	2	3	3	4	2	2	128	3.17%
5-6	28	17	14	0	9	7	15	10	5	3	5	4	9	4	2	4	5	141	3.50%
6-7	43	22	22	1	6	7	17	9	6	2	5	3	10	1	8	5	1	169	4.19%
7-8	43	27	29	-	12	7	35	10	4	7	6	3	1	5	3	1	4	205	5.11%
8-9	43	26	29	-	9	4	27	11	5	3	6	5	7	2	4	5	5	192	4.77%
9-10	50	27	23	2	14	8	28	9	7	5	8	3	2	6	3	3	2	199	4.95%
10-11	63	29	20	0	14	6	40	14	5	2	4	7	2	5	5	6	6	228	5.61%
11-12	55	23	20	-	12	2	27	11	5	3	6	1	2	4	6	3	2	182	4.51%
12-13	42	29	24	-	15	8	25	7	6	8	2	5	10	4	7	4	3	198	4.93%
13-14	40	25	23	1	15	7	24	10	7	2	4	2	9	8	2	1	5	184	4.58%
14-15	44	27	26	-	17	9	23	8	5	5	1	3	2	1	7	4	3	185	4.59%
15-16	41	21	22	-	16	9	25	12	6	2	5	4	4	5	3	2	4	180	4.48%
16-17	75	37	24	0	13	9	23	9	5	3	2	7	8	2	4	5	5	231	5.75%
17-18	51	29	24	1	13	10	26	8	5	7	8	3	9	8	2	1	3	209	5.18%
18-19	43	27	24	1	15	9	31	9	6	4	5	6	5	3	11	5	2	204	5.07%
19-20	53	28	18	-	13	6	25	15	6	6	4	1	5	3	3	3	3	191	4.76%
20-21	48	19	15	1	14	7	24	9	4	3	2	4	3	1	3	6	2	184	4.68%
21-22	43	23	14	-	17	6	18	9	4	4	7	5	2	4	3	6	17	171	4.26%
22-23	37	15	7	1	15	8	13	8	3	4	3	3	3	4	9	3	4	137	3.42%
23-24	28	13	8	-	12	8	14	6	4	5	2	4	4	6	3	3	2	1	



g) Cuadro de Costo Hora - Hombre



**COSTO DE HORA HOMBRE
 PARA OBRAS QUE EJECUTA EL GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
 (ESCALAS VIGENTES DEL 01.06.13 AL 31.05.14)***

CONCEPTOS		CATEGORIAS						
		OPERARIO	OFICIAL	PEON	OPERAD.EM	OPERAD.EP	OPER.ELECT	TOPOGRAFO
1.- REMUNERACION BASICA VIGENTE (RB) * (Vigente del 01.06.13 al 31.05.14)		52.10	44.10	39.40	52.10	52.10	52.10	52.10
LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB **	103.46%	53.90	45.62	40.78	53.90	53.90	53.90	53.90
2.- BONIFICACION UNIFICADA DE CONSTRUCCION (BUC) (Vigente del 01.06.13 al 31.05.14)		16.67	13.23	11.82	16.67	16.67	16.67	16.67
LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE EL BUC	13.00%	2.17	1.72	1.54	2.17	2.17	2.17	2.17
3.- BONIFICACION POR MOVILIDAD ACUMULADA *** (Res. Dircc. N° 777-87-DR-LM de 06.07.87)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.- OVEROL (Res. Dircc. N° 777-87-DR-LM de 06.07.87)		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
5.- ESSALUD VIDA (Obras cuyo costo es mayor a 120 UIT)		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6.- BONIFICACION POR ALTA ESPECIALIZACION (BAE) (Vigente del 01.06.13 al 31.05.14)		0.00	0.00	0.00	4.17	5.21	7.82	4.69
- Operador de Equipo Mediano: Sobre el JB del Operario	8.00%							
- Operador de Equipo Pesado: Sobre el JB del Operario	10.00%							
- Operario Electromecánico: Sobre el JB del Operario	15.00%							
- Topógrafo: Sobre el JB del Operario	0.00%							
COSTO DIA HOMBRE 8 horas (DH)		125.44	105.27	94.12	123.61	130.65	133.25	133.13
COSTO HORA HOMBRE (HH)		15.68	13.15	11.77	16.20	16.33	16.65	16.27

* Remuneración Básica de Construcción Civil, vigente a partir del 01-06-13 al 31-05-14 según Acta de Inspección Colegiada del 11-07-2013 firmada entre CAPECOO y la FICOP, aplicable por acuerdo de Consejo Regional N° 039-2007-GR/CAJ-CR (17-04-2007).

** Porcentaje deducible para obras que ejecuta el Gobierno Regional en el departamento de Cajamarca.

*** Se considera cumplimiento de obra, no se paga pasajes o movilidad local, se considera vivienda y movilización de personal en los gastos generales de obra.

Para otras categorías considerar:

EDIFICACIONES	090
- Capataz: 10% más del costo del Operario	17.25
OBRAS VALES	090
- Capataz A: 40% más del costo del Operario	21.85
- Capataz B: 20% más del costo del Operario	15.82



CAPITULO VIII

ANEXOS



ANEXO A

MEMORIA DESCRIPTIVA



1. Introducción.

En este proyecto se hace el estudio de la vía teniéndose en cuenta aspectos como el estudio socio-económico el cual pretende dar una información de la realidad de la provincia de Cajamarca. Como una parte fundamental, se busca elegir una ruta apropiada para el trazo de la línea de gradiente. Es importante mencionar que en el estudio definitivo se tiene en cuenta el tipo de vía parámetros de diseño, ubicación, nivelación y colocación de los puntos de control.

En forma complementaria y para asegurar que el suelo de fundación tenga la capacidad portante requerida se realiza el estudio de suelos y el estudio del material de préstamo que será usado como base granular de la carretera. Se hace el estudio de pavimentos, Para el diseño de las obras de arte se tiene en cuenta el caudal máximo mensual que receptiona la cuenca; la señalización que deberá ser usada, el análisis de costos unitarios, metrados, presupuesto base del proyecto, fórmula polinómica, especificaciones técnicas y la programación de obra.

A lo largo del proceso de desarrollo de nuestra ciudad de Cajamarca, y en aras de lograr este objetivo nuestra ciudad ha tenido que atravesar grandes dilemas como el de ordenamiento territorial, ordenamiento vehicular, velar por el impacto social que este crecimiento significa para Cajamarca; para contrarrestar estos tipos de problemas nuestras autoridades han empezado por plantear una serie de estrategias mediante proyectos, programas y planes de desarrollo. En este plan de proyecto profesional está abocado al ordenamiento vehicular y el bienestar social; es por esto que en un primer instante se planteó como alternativa de solución una vía de evitamiento

Es así que en el año 2007 surge la idea de un plan de desarrollo para la ciudad de Cajamarca en los que incluye el estudio y la ejecución del proyecto que consta de una nueva vía de evitamiento en la parte alta de la ciudad, para así cumplir con el objetivo fundamental al que apunta el proyecto dando solución al problema vehicular incrementado con el pasar del tiempo.

Es por ello que el presente proyecto tiene por finalidad realizar el estudio a nivel de pavimentación entre los tramos de la carretera Cajamarca (Cruce de Av.



Héroes del Cenepa y Carretera Ciudad de Dios Cajamarca) con una longitud de 6 Km.

2. Objetivo.

El objetivo es establecer una vía de transporte, con la infraestructura vial adecuada y eficiente, con elementos básicos de integración y desarrollo, propiciándolos en la zona, brindando mejor servicio a la producción de Cajamarca y alrededores. Además, fomentará el incremento turístico de la zona por la comodidad con que se desplazarán los turistas y los usuarios en general.

3. Ubicación Del Proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en el Departamento de Cajamarca, Provincia de Cajabamba, Distrito de Cajamarca.

a) Ubicación :

Punto de Partida:

Coordenadas U.T.M.: 774829.16 E.
9 204659.13 N.

Altitud: 2831.80 m.s.n.m.

Punto de llegada:

Coordenadas U.T.M.: 772426.45 E.
9207561.81 N.

Altitud: 2915.61 m.s.n.m.

4. Características Técnicas.

Según su función	Carretera del Sistema Nacional
Según la demanda	Carretera Dual o Multicarril (IMDA mayor de 4000 veh./día)
Según condiciones orográficas	Tipo 3.



5. Costos y Presupuestos.

Los análisis de costos y presupuestos se han elaborado con precios vigentes a al 2014. Los costos directos incluyen los materiales, mano de obra, equipo mecánico y herramientas necesarias para cada partida del presupuesto.

Se programó el tiempo de ejecución del proyecto en un período de 12 meses; y con un Costo Total de Sesentiu Millones Trescientos Veinticuatro Mil Quinientos Veintitrés y 51/100 nuevos soles S/. 61, 324,523.51

6. Especificaciones Técnicas.

Las especificaciones técnicas de las actividades, se basan en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras, edición 2000 y el Manual de Dispositivos de Transito Automotor para Calles y Carreteras, edición 2000, de autoría por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



ANEXO B

ESPECIFICACIONES TECNICAS



101. A Movilización y Desmovilización de Equipos

1. Descripción

Este Ítem se refiere al traslado del equipo mecánico hacia la obra, para que sea empleado en la construcción de la vía en sus diferentes etapas, y su retorno una vez terminado el trabajo. El punto de inicio de la movilización de los equipos es Cajamarca.

El traslado por vía terrestre del equipo pesado, se efectuará mediante camiones de cama baja mientras que el equipo liviano (volquetes, cisternas, etc.) lo hará por sus propios medios llevando el equipo liviano no autopropulsado tales como: herramientas, martillos neumáticos, compresoras, vibradores, etc.

El Contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado, el cual garantizará la culminación de la obra en el plazo determinado, deberá someterlo a inspección del MTC dentro de los 30 días después de otorgada la Buena Pro. Una vez que el equipo mecánico se encuentre en obra, el Supervisor evaluará y revisará el equipo el cual deberá estar en buenas condiciones mecánicas y de carburación; de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo; en cuyo caso el Contratista lo cambiará por otro similar. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del Contratista.

Si el Contratista opta por transportar un equipo diferente al ofertado en su propuesta, éste no será valorizado por el Supervisor, para efectos de la presente partida.

El Contratista es responsable de la movilización y desmovilización de sus equipos, para lo cual debe solicitar ante el MTC la autorización de circulación de vehículos especiales para cumplir con las disposiciones del Reglamento de Peso y Dimensión Vehicular para la circulación en la red vial nacional.

El Contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita del Supervisor.

El Contratista deberá tener en consideración el programa de cierre o abandono que se especifica en el capítulo de Impacto Ambiental de la Memoria



Descriptiva, a fin de incluirlo dentro de sus costos de desmontaje y desmovilización de equipos.

2. Método de Medición

La movilización se medirá en forma global. El equipo a considerar en la medición será solamente el que ofertó el Contratista en el proceso de la licitación

102. A Georeferenciación, Trazo y Replanteo

1. Descripción

Basándose en los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El Contratista instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas en sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) **Personal:** Se implementarán cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.



Las cuadrillas de topografía estarán bajo el mando y control de un Ingeniero especializado en topografía con lo menos 10 años de experiencia.

b) Equipo: Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

c) Materiales: Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

2. Consideraciones Generales

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el Supervisor sobre la ubicación de los puntos de control geodésico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la Tabla N° 102-1.

Tolerancias para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5 000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.



Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	±10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad del MTC una vez completados los trabajos. Esta documentación será organizada y sistematizada de preferencia en medios electrónicos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados solo cuando se cuente con la aprobación escrita de la Supervisión.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el Supervisor no releva al Contratista de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

Cada 500 m. de estacado se deberá proveer una tablilla de dimensiones y color contrastante aprobados por el Supervisor en el que se anotará en forma legible para el usuario de la vía la progresiva de su ubicación.

Requerimientos para los Trabajos

Los trabajos de Topografía y Georeferenciación comprenden los siguientes aspectos:

a) Georeferenciación:

La georeferenciación se hará estableciendo puntos de control mediante coordenadas UTM con una equidistancia aproximada de 10 km ubicados a lo largo de la carretera. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas.

Estos puntos servirán de base para todo el trabajo topográfico y a ellos estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de la vía.



b) Puntos de Control:

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas.

Se deberán establecer las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean disturbados.

El ajuste de los trabajos topográficos será efectuado con relación a dos puntos de control geodésico contiguos, ubicados a no más de 10 km.

c) Sección Transversal

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. en tramos en tangente y de 10 m. en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre o por lo menos cada 5 m.

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, línea férrea, canales, etc.; que por estar cercanas al trazo de la vía; podrían ser afectadas por las obras de carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas. Todas las dimensiones de la sección transversal serán reducidas al horizonte desde el eje de la vía.

d) Estacas de Talud y Referencias

Se deberán establecer estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera con la traza del terreno natural. Las estacas de talud deben ser ubicadas fuera de los límites de la limpieza del terreno y en dichas estacas se inscribirán las referencias de cada punto e información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición.



e) Límites de Limpieza y Roce

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

f) Restablecimiento de la línea del eje

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El espaciamiento entre puntos del eje no deben exceder de 20 m. en tangente y de 10 m. en curvas.

El estacado debe ser restablecido cuantas veces sea necesario para la ejecución de cada etapa de la obra, para lo cual se deben resguardar los puntos de referencia.

g) Elementos de Drenaje

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno.

Se deberá considerar lo siguiente:

- 1) Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- 2) Ubicación de los puntos de ubicación de los elementos de ingreso y salida de la estructura.
- 3) Determinar y definir los puntos que sean necesarios para determinar la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

h) Muros de Contención

Se deberá relevar el perfil longitudinal del terreno a lo largo de la cara del muro propuesto. Cada 5 m. y en donde existan quiebres del terreno se deben tomar secciones transversales hasta los límites que indique el Supervisor. Ubicar referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

i) Canteras

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de las canteras de préstamo. Se debe colocar una línea de base referenciada, límites de la cantera y los límites de limpieza. También se



deberá efectuar secciones transversales de toda el área de la cantera referida a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y explotación y después de concluida la obra y cuando hayan sido cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente sobre el tratamiento de canteras.

j) Monumentación

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

k) Levantamientos misceláneos

Se deberán efectuar levantamientos, estacado y obtención de datos esenciales para el replanteo, ubicación, control y medición de los siguientes elementos:

- (1) Zonas de depósitos de desperdicios.
- (2) Vías que se aproximan a la carretera.
- (3) Cunetas de coronación.
- (4) Zanjas de drenaje.

Y cualquier elemento que esté relacionado a la construcción y funcionamiento de la carretera.

l) Trabajos topográficos intermedios

Todos los trabajos de replanteo, reposición de puntos de control y estacas referenciadas, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecuten durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos deben ser ejecutados en forma constante que permitan la ejecución de las obras, la medición y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

Aceptación de los Trabajos

Los trabajos de replanteo, levantamientos topográficos y todo lo indicado en esta sección serán evaluados y aceptados

Medición

La topografía y georeferenciación se medirán en forma global.

103. A Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial

1. Descripción

Esta actividad comprende el mantenimiento de tránsito en la vía, limpieza continua del sistema de drenaje superficial (cunetas y alcantarillas), accesos y desvíos necesarios construidos por el contratista y aprobados por el supervisor, que se encuentren dentro o fuera del derecho de vía; durante el período de ejecución de las obras. Los trabajos incluyen:

- ✓ El mantenimiento de desvíos que sean necesarios para facilitar las tareas de construcción y asegurar la accesibilidad continua al usuario.
- ✓ La provisión de facilidades necesarias para el acceso a viviendas, servicios, etc. ubicadas a lo largo del proyecto en construcción.
- ✓ La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad acorde a las distintas fases de la construcción.
- ✓ El control de emisión de polvo en todos los sectores sin pavimentar de la vía principal y de los desvíos habilitados al tránsito dentro del área del proyecto.
- ✓ El mantenimiento de la circulación habitual de animales domésticos y silvestres a las zonas de pastoreo y abrevadero, si estuvieran afectadas por la obra
- ✓ Mantenimiento de accesos a canteras y botaderos del proyecto y los que designe el Supervisor.
- ✓ El transporte de personal a las zonas de ejecución de obras (reconocido el pago en los gastos generales).
- ✓ La eliminación (corte, carguío y transporte a DME) y acondicionamiento en zona de DME de derrumbes menores o iguales a 50 m³ por evento.
- ✓ Limpieza de cunetas, zanjas de drenaje y cualquier sistema de conducción de aguas superficiales. Entiéndase como limpieza, aquella actividad destinada a la eliminación de todo material inorgánico (botellas plásticas o vidrio, bolsas de cualquier material, papeles, etc) y de todo material orgánico (desecho de frutas, verduras, vegetación existente en la zona del derecho de vía) que se pueda acumular o enraizar en las estructuras de obras



de arte y drenaje (cunetas, zanjas de coronación y drenaje y cualquier sistema de conducción de aguas superficiales.) interrumpiendo el flujo normal del agua.

- ✓ Mantener el sistema de alcantarillas limpias luego de haber realizado su limpieza con las partidas contractuales si el presupuesto lo contemplaba; caso contrario, esta limpieza se realizará con esta partida de mantenimiento, la cual permitirá garantizar un correcto funcionamiento del sistema de drenaje transversal y a su vez proteger la estructura del pavimento de eventuales escorrentías superficiales por efecto de la obstrucción de dichas estructuras.
- ✓ Para el caso de cunetas sin revestimiento, la limpieza se efectuará sin modificar la sección original; cualquier sobreexcavación que se realice, la reposición a los niveles originales será por cuenta del contratista.

103. A Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial

Antes del inicio de las obras el Contratista presentará al Supervisor un plan de mantenimiento de tránsito y seguridad vial (PMTS) para todo el período de ejecución de la obra y aplicable a cada una de las fases de construcción, el que será revisado y aprobado por escrito por el Supervisor. Sin este requisito y sin la disponibilidad de todas las señales y dispositivos en obra, que se indican en la sección MATERIALES de esta partida, no se podrán iniciar los trabajos de construcción.

Para la preparación y aprobación del PMTS, se debe tener en cuenta las regulaciones dadas en el capítulo IV del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente del MTC. Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estará de acuerdo con lo normado en este manual, planos y documentos del proyecto, lo especificado en esta sección y lo indicado por el Supervisor.

El PMTS podrá ser ajustado, mejorado o reprogramado de acuerdo a las evaluaciones periódicas de su funcionamiento que efectuará el Supervisor.

El PMTS deberá abarcar los siguientes aspectos:



Control Temporal de Tránsito y Seguridad Vial

El tránsito vehicular durante la ejecución de las obras no deberá sufrir detenciones de duración excesiva. Para esto, se deberá diseñar sistemas de control por medios visuales y sonoros, con personal capacitado de manera que se garantice la seguridad y confort del público y usuarios de la vía; así como la protección de las propiedades adyacentes. El control de tránsito se deberá mantener hasta que las obras sean recibidas por el MTC.

1. Materiales

Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estará de acuerdo a lo normado en El Manual De Dispositivos Para Control De Tránsito Automotor Para Calles y Carreteras del MTC y todos ellos tendrán la posibilidad de ser trasladados rápidamente de un lugar otro, para lo que deben contar con sistemas de soporte adecuados.

El Contratista, después de aprobado el PMTS deberá instalar de acuerdo a su programa y de los frentes de trabajo, todas las señales y dispositivos necesarios en cada fase de obra y cuya cantidad no podrá ser menor en el momento de iniciar los trabajos a lo que se indica:

Resulta imprescindible el empleo de tranqueras y personal permanente (señaleros) para prevenir a los conductores sobre las proximidades de la obra y la planificación del tránsito en forma adecuada. Dichos señaleros deben contar con equipos portátiles de comunicación, a fin de que el ordenamiento del tránsito vehicular se efectúe en forma segura.

En el PMTS, el contratista deberá indicar claramente los recursos que utilizará en las labores de control de tránsito (personal, materiales y equipos), a fin que el Supervisor pueda evaluar la necesidad de incrementar los mismos de acuerdo a los requerimientos reales de la obra, los cuales están directamente relacionados a los planes de obra impuestos por el contratista.



2. Equipo

El contratista propondrá para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, con la frecuencia que sea necesaria. Básicamente el Contratista pondrá para el servicio de nivelación una motoniveladora y camión cisterna, volquetes y cargador frontal en caso necesario efectuar bacheos. La necesidad de intervención del equipo será dispuesto y ordenado por el Supervisor, acorde con el PMTS.

3. Requerimientos De Construcción

El Contratista deberá proveer el personal suficiente, así como las señales, materiales y elementos de seguridad que se requieren para un efectivo control del tránsito y de la seguridad vial

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones dadas en esta sección y el Supervisor a exigir su cumplimiento cabal. Cualquier contingencia derivada de la falta de cumplimiento de estas disposiciones será de responsabilidad del Contratista.

4. Control de Tránsito y Seguridad Vial

El Contratista deberá proveer cuadrillas de control de tránsito en número suficiente, el que estará bajo el mando de un controlador capacitado en este tipo de trabajo, el cual deberá ser presentado vía cuaderno de obra. El controlador tendrá las siguientes funciones y responsabilidades:

- ✓ Implementación del PMTS
- ✓ Coordinación de las operaciones de control de tránsito
- ✓ Determinación de la ubicación, posición y reguardo de los dispositivos de control y señales en cada caso específico.
- ✓ Corrección inmediata de las deficiencias en el mantenimiento de tránsito y seguridad vial
- ✓ Coordinación de las actividades de implementación, correcto funcionamiento y control del PMTS en coordinación estrecha con el Supervisor



- ✓ Organización del almacenamiento y control de las señales y dispositivos, así como de las unidades rechazadas u objetadas.
- ✓ Cumplimiento de la correcta utilización y horarios de los ómnibus de transporte de personal.

El tránsito será organizado de acuerdo al PMTS cuando sea necesario alternar la circulación, para lo que se habilitará un carril de circulación con un ancho mínimo de 3 m., que será delineado y resaltado con el uso de barricadas, conos y barriles para separar dicho carril de las áreas en que se ejecutan trabajos de construcción. La detención de los vehículos no podrá ser mayor de 30 minutos. En los carriles de circulación durante la ejecución de las obras, no se permitirá la acumulación de suelos y otros materiales que puedan significar algún peligro al usuario.

Las áreas de estacionamiento del equipo y vehículos en obra deben ubicarse a un mínimo de 10 m. del borde de la vía de circulación vehicular o en su defecto ser claramente señalizado con barreras y lámparas destellantes, siempre y cuando lo apruebe el Supervisor.

Debe incluirse en el plan de mantenimiento de tránsito y seguridad vial (PMTS), copia de la publicación del inicio de las obras y el horario de la restricción del tránsito vehicular, de acuerdo a lo indicado en las Bases de la Licitación.

5. Zona de Desvíos y Caminos de Servicio

El Contratista solo utilizará para el tránsito de vehículos los desvíos que sean evaluados, definidos y autorizados por el Supervisor.

En los desvíos y caminos de servicio se deberá usar de forma permanente barreras, conos y barriles para desviar y canalizar el tráfico hacia los desvíos. En las noches se deberán colocar lámparas de luces destellantes intermitentes. No se permitirá el uso de mecheros y lámparas accionadas por combustibles o carburantes que afectan y agreden el ambiente.

El Contratista deberá proporcionar equipo adecuado aprobado por el Supervisor y agua para mantener límites razonables de control de emisión de polvo por los vehículos en las vías que se hallan bajo tránsito. La dispersión de agua mediante



riego sobre plataformas sin pavimentar será aplicada en todo momento en que se produzca polvo, incluyendo las noches, feriados, domingos y períodos de paralización. Para controlar la emisión de polvo el Contratista podrá proponer otros sistemas que sean aprobados y aceptados por la Supervisión.

Durante períodos de lluvia el mantenimiento de los desvíos y vías de servicio deberá incrementarse, no permitiéndose acumulaciones de agua en la plataforma de las vías habilitadas para la circulación vehicular.

Cualquier daño a estructuras existentes, en general, deberá ser repuestos en su totalidad y en condición igual o superior a la encontrada, sin que esto signifique un costo adicional para la Entidad a satisfacción del Supervisor y de las autoridades que administran el servicio.

6. Aceptación de los Trabajos

Los trabajos de mantenimiento de tránsito y seguridad vial, según lo indicado en esta sección, serán evaluados y aceptados por el Supervisor.

Si se detectan condiciones inaceptables de transitabilidad o de seguridad vial a criterio de la Supervisión de acuerdo a lo establecido en la descripción de esta especificación, la Supervisión ordenará la paralización de las obras en su totalidad, hasta que el Contratista efectúe las acciones correctivas, sin perjuicio de que le sean aplicadas las multas que se disponga en el Contrato. En este caso todos los costos derivados de tal acción serán asumidos por el Contratista. Estas acciones serán informadas de inmediato por el Supervisor al MTC.

Para la aceptación de los trabajos, el Contratista deberá cerrar los accesos a los desvíos utilizados durante la construcción, así como dismantelar los puentes o estructuras provisionales, dejando todas las áreas cercanas a la vía, niveladas sin afectare el paisaje y de acuerdo a las indicaciones del Supervisor.

Para la recepción de las obras el Supervisor deberá certificar claramente que el Contratista no tiene pendiente ninguna observación originada por alguna disposición de esta especificación.



7. Método de Medición

El mantenimiento de tránsito y seguridad vial se medirá en forma global.

Si el servicio completo de esta partida incluyendo la provisión de señales, mantenimiento de tránsito, mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas, control de emisión de polvo y otros, solicitados por el Supervisor, ha sido ejecutado a satisfacción de éste, se considerará una unidad completa en el período de medición. En caso de no haberse completado alguna de las exigencias de esta especificación, se aplicarán factores de descuentos

107. A Acceso A Canteras, Botaderos, Plantas De Proceso Y Fuentes De Agua

1. Descripción

Esta partida se refiere a la construcción o mejoramiento de los caminos de acceso a las canteras, botaderos planta de proceso de agregados y fuentes de agua. El ancho de estos caminos será como mínimo de 4.50 m., con plazoleta para cruce de vehículos de 5.40 m. como máximo la longitud del acceso será la más corta y aprobada por la Supervisión.

2. Método Constructivo

En el caso de mejoramiento de caminos existentes se perfilará y compactará la superficie mediante el uso de motoniveladora, rodillos y cisterna.

En caso de accesos a canteras nuevas, zona de proceso, accesos a botaderos y fuentes de agua, el Contratista presentará al Supervisor la alternativa más conveniente (longitud, calidad de suelos por donde atraviesa el acceso, no-interferencia con terceros, etc.) para la aprobación respectiva.

Para la construcción de los accesos se deberá considerar maquinaria pesada (tractor, retroexcavadora o similar) la cual será evaluada y aprobada por el Supervisor.

De ser necesario, el Contratista podrá transportar material de cantera para conformar la capa de rodadura, (lastado $e=0.20$ m. incluido el transporte), debiendo contar con la aprobación de la Supervisión.



Una vez abierta la trocha, rige lo indicado para el mejoramiento de caminos existentes, descrita anteriormente.

El ancho del acceso no debe exceder del máximo señalado para evitar la destrucción innecesaria de suelo y cobertura vegetal.

3. Método de Medición

El método de medición será por kilómetro (km.) construido, compactado y aprobado por el Supervisor.

201. B Desbroce y Limpieza en Zonas no Boscosas

1. Generalidades

Este trabajo consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desbroce y limpieza, previa autorización del Supervisor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

Clasificación

El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Desbroce y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíce y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

Los cortes de vegetación en las zonas próximas a los bordes laterales del derecho de vía, deben hacerse con sierras de mano, a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana.

Todos los árboles que se talen, según el trazado de la carretera, deben orientarse



para que caigan sobre la vía, evitando de esa manera afectar a vegetación no involucrada.

Debe mantenerse, en la medida de lo posible, el contacto del dosel forestal, con la finalidad de permitir el movimiento de especies de la fauna, principalmente de primates. De encontrarse especies de flora o fauna con un importante valor genético y/o en peligro de extinción determinadas en las Especificaciones, estudios previos, éstos deben ser trasladados a lugares próximos de donde fueron afectados.

El traslado de cualquier especie será objeto de una Especificación Especial, preparada por el responsable de los estudios, en la cual se definirá el procedimiento y los cuidados que serán necesarios durante toda actividad hasta su implantación en el nuevo sitio.

b) Desbroce y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

En esta actividad se deberá proteger las especies de flora y fauna que hacen uso de la zona a ser afectada, dañando lo menos posible y sin hacer desbroce innecesarios, así como también considerar al entorno socioeconómico protegiendo áreas con interés económico.

2. Materiales

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza, se depositarán de acuerdo con lo establecido en la Subsección 201.07 de esta Sección.

El volumen obtenido por esta labor no se depositará por ningún motivo en lugares donde interrumpa alguna vía altamente transitada o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social, salvo si el Supervisor lo autoriza por circunstancias de fuerza mayor.

3. Equipo

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

El equipo debe cumplir con lo que se estipula en la Subsección 05.11.

4. Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- ✓ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Contratista.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ✓ Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- ✓ Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.
- ✓ Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.
- ✓ El Contratista aplicará las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto, las disposiciones vigentes sobre la conservación del



medio ambiente y los recursos naturales, y el Supervisor velará por su cumplimiento.

La actividad de desbroce y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción. La máxima distancia en que se ejecuten las actividades de desbroce dentro del trazo de la carretera será de un kilómetro (km) delante de las obras de explanación. El Supervisor no permitirá que esta distancia sea excedida.

La evaluación de los trabajos de desbroce y limpieza se efectuarán según lo indicado en la Subsección 04.11(a).

5. Medición

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada será la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Supervisor. No se incluirán en la medida las áreas correspondientes a la plataforma de vías existentes.

Tampoco se medirán las áreas limpiadas y desbrozadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto, ni aquellas que el Contratista haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreo, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

205.A Corte en Material Suelto

205. B Corte en Roca Suelta

205. C Corte en Roca Fija

1. Condiciones Generales

Consiste en toda la excavación necesaria para la ampliación de las explanaciones en corte de materiales sueltos, roca suelta, roca fija, remoción de capa vegetal (es aquella capa compuesta por el top soil, en los taludes), excavación en zonas de mejoramientos de subrasante y zonas de falsos rellenos.



Con esta partida no se ejecutará el desbroce y la limpieza de terreno dentro de la zona de derecho de vía, pues su reconocimiento y método constructivo se están especificando mediante partidas específicas de desbroce y limpieza en zonas boscosas y en zonas no boscosas.

La ampliación de las explanaciones incluirá la conformación y perfilado de taludes. En cuanto al trabajo de perfilado y compactado en las zonas de corte, ya sea en material suelto y/o roca suelta y/o roca fija, éste está siendo reconocido mediante partida específica del contrato. En caso de encontrar capa vegetal en el área de subrasante, esta será tratada bajo las pautas de la partida como mejoramiento de subrasante.

El material producto de estas excavaciones se empleará en la construcción o ampliación de terraplenes o siguiendo las indicaciones del Supervisor, los materiales excedentes o inadecuados serán transportados a botaderos o donde indique el Supervisor

Las Normas y Especificaciones de Carreteras del MTC forman las bases para estas Especificaciones y disposiciones especiales que las suplementan y adaptan a los requisitos de este Proyecto.

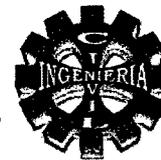
Las explanaciones serán efectuadas según el trazado, el perfil longitudinal, los taludes y las secciones transversales indicadas en los planos o como lo indique el Supervisor.

El Supervisor tendrá el derecho de aumentar o disminuir el ancho de la fundación o las pendientes de los taludes y de efectuar cualquier otro cambio en las secciones de las explanaciones, si lo juzga necesario para obtener estructuras más seguras, emitiendo la orden de cambio correspondiente.

El Contratista hará los trabajos de protección y mantenimiento normal para conservar la misma explanación en condiciones satisfactorias hasta la finalización de las obras.

Cualquier material que después de ser colocado en la explanación demuestre ser inadecuado, tendrá que ser reemplazado.

El Contratista tendrá que excavar y retirar de la explanación cualquier material que el Supervisor juzgue inaceptable y eliminarlo en lugares autorizados.



2. Excavaciones

Las excavaciones serán divididas en las clases siguientes:

- ✓ excavación en material suelto
- ✓ excavación en roca suelta
- ✓ excavación en roca fija

3. Trazado en Planta y Perfil

El Supervisor dará al contratista la ubicación de los puntos de intersección de tangentes y rasantes. Los planos indicarán las curvas horizontales y verticales juntamente con la sobre - elevación y sobreanchos donde fuese requerido.

El Contratista efectuará el replanteo topográfico mediante estacado de puntos que serán sometidos a la aprobación del Supervisor antes de iniciar la construcción. Si a criterio del Supervisor fuese conveniente hacer modificaciones al trazado antes o después del replanteo topográfico, el Supervisor dará instrucciones detalladas para las modificaciones, la corrección será sometida a una nueva aprobación.

Ningún cambio de precio unitario de la propuesta será hecho por tales modificaciones.

Los perfiles y secciones transversales en los planos indican la cota de subrasante salvo disposiciones diferentes.

La subrasante deberá ajustarse a la cota indicada en el perfil con una tolerancia de dos (2) centímetros más o menos cuando la estructura del pavimento es mayor de 25 cm de espesor, o en un (1) centímetro cuando la estructura del pavimento es menor de 25 centímetros de espesor.

Los metrados de los varios tipos de excavación se pagarán conforme a los precios unitarios del Presupuesto Principal (ofertado), limitándose a las del trazado que aparece en los dibujos o planos tipo y en las secciones transversales aprobadas. No se pagarán excavaciones fuera del trazado señalado en las secciones transversales aprobadas. El Supervisor ajustará el ángulo más apropiado de los taludes de corte y relleno de acuerdo a su evaluación de las condiciones del suelo. Las secciones transversales ejecutadas serán



debidamente medidas y anotadas por el Contratista. El Supervisor verificará estos registros y si los encontrase correctos aprobará las mediciones como base para el pago.

No se pagarán las excavaciones efectuadas en exceso al de las secciones transversales aprobadas. Dichas sobre excavaciones serán rellenas como lo ordene el Supervisor, con material de sub-base o de base granular, los gastos correrán por cuenta del Contratista.

4. Las Mediciones

Para el cálculo de áreas en las secciones se utilizará el método analítico (por coordenadas o computarizado), las que serán utilizadas para hallar los volúmenes correspondientes por el método de áreas medias, en la cual se divide entre dos (2) cuando las áreas de las secciones involucradas en los cálculos son diferentes de cero; en caso de que una de las secciones fuera cero, se procederá a dividir entre cuatro (4). Esta forma de cálculo se aplicará a todas las partidas donde se especifique el uso de esta metodología (método de áreas medias).

No le será permitido solicitar la revisión de cantidades previamente aprobadas, para ser corregidas si éstas han sido calculadas sobre la base del método de las áreas medias.

5. Eliminación o Desvío de Aguas

El control o eliminación de aguas durante o después de la excavación no implicará pago por este trabajo; sólo en el caso específico indicado en los planos ó de órdenes precisas del Supervisor gozará del pago correspondiente.

El Contratista deberá prever las instalaciones necesarias para desaguar, drenar o desviar el flujo de la corriente donde se requiera para proteger la obra, daños a terceros, o donde lo ordene el Supervisor.

6. Estudio del Terreno

El Contratista visitará el terreno donde se ejecutará la obra, antes de hacer su oferta; determinará la naturaleza del terreno, evaluará los cortes de roca o



material suelto; ubicación y adaptabilidad para cumplir con los requisitos especificados, fundamentando su estimación en la Propuesta, sobre la propia determinación de las condiciones del terreno.

7. Ensayo de Deflectometria

Una vez terminada la explanación se hará Deflectometría cada 25 metros alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de viga Benkelman, el FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la sub-base o con la base granular. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres mediciones por punto.

Los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se efectúen al nivel de carpeta.

Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de los equipos, procedimientos constructivos y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la subrasante. De dicho control forman parte la medición de las deflexiones que se menciona en el primer párrafo. Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante, es la determinación de problemas puntuales de baja resistencia que puedan presentarse durante el proceso constructivo, su análisis y la oportuna aplicación de los correctivos a que hubiere lugar.

Los trabajos e investigaciones antes descritos serán ejecutados por el Contratista. El Contratista deberá tomar las medidas de protección del equipo de trabajo y el control de tránsito. Para el caso de la viga Benkelman el Contratista proveerá un volquete operado con las siguientes características:

- . Clasificación del vehículo : C2 (camión Volquete 6 m3)
- . Peso con carga en el eje posterior : 8200 Kilogramos
- Llantas del eje posterior : Dimensión 10 x 20, doce lonas.
- Presión de inflado : 552 Kpa (5.6 Kg f/cm² o 80 psi). Excelente estado.



El vehículo estará a disposición hasta que sean concluidas todas las evaluaciones de Deflectometría.

El Contratista garantizará que el radio de curvatura de la deformada de la Subrasante que determine en obra sea preciso, para lo cual hará la provisión del equipo idóneo para la medición de las deflexiones. Así mismo, para la ejecución de los ensayos deflectométricos, el Contratista hará la provisión del personal técnico, papelería, equipo de viga Benkelman doble o simples, equipo FWD u otro aprobado por la Supervisión, acompañante y en general, de todos los elementos que sean requeridos para llevar a efecto satisfactoriamente los trabajos antes descritos.

De cada tramo que el Contratista entregue a la Supervisión completamente terminado para su aprobación, deberá enviar un documento técnico con la información de Deflectometría, procesada y analizada. La Supervisión tendrá veinticuatro (24) horas hábiles para responder, informando las medidas correctivas que sean necesarias. Se requiere realizar el procedimiento indicado, para colocar la capa estructural siguiente.

8. Método de Medición

El método de medición será el metro cúbico (m^3) de material medido en su posición original y computada por el método de áreas medias.

La medición no incluirá volumen de materiales que fueran empleadas con otros motivos que los ordenados.

Todo material excavado, el que incluye la remoción de la capa vegetal, se considerará como "Excavados No Clasificados para Explanaciones", sin tomar en cuenta la naturaleza del material excavado.

El desbroce y limpieza en zonas boscosas y en zonas no boscosas, se metrarán de acuerdo a lo especificado para cada una de las partidas del contrato principal. El transporte de material excedente de corte se metrará mediante la partida Transporte de material a botadero, según sea el caso.



El tratamiento del material llevado a botadero o al lugar indicado por el supervisor, se medirá mediante la partida Acondicionamiento de excedentes en zona de botaderos.

206. A Remoción de Derrumbes

1. Descripción

Este trabajo consiste en la remoción, desecho y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, con volúmenes mayores a 50 m³ por evento, depositados sobre la vía existente o en construcción, y que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras, dentro de la distancia libre de transporte.

El trabajo se hará de acuerdo con esta especificación y las instrucciones del Supervisor, quien exigirá su aplicación desde la entrega de la vía al Contratista hasta la recepción definitiva de la obra.

El derrumbe puede producirse durante la construcción de los cortes proyectados y dentro de sus límites, antes o después de ejecutarse los trabajos de excavación. El reconocimiento de pago de la remoción y eliminación a DME de los derrumbes menores o iguales a los 50 m³ por evento, se encuentran incluidos dentro de la partida de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial durante la construcción.

2. Materiales

Los materiales por remover serán los provenientes del derrumbe.

3. Equipo

Los equipos para la remoción de derrumbes están sujetos a la aprobación del Supervisor y deben ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Los equipos empleados deben de cumplir con las exigencias técnicas ambientales en lo que respecta a emisión de contaminantes y ruidos, los cuales antes de ser empleados deben tener la aprobación del supervisor. También debe



aplicarse las consideraciones descritas en la Subsección 06.01 del presente documento, en lo que respecta al uso de equipos.

4. Requerimientos de Construcción

El Contratista deberá ejecutar el trabajo en los sitios afectados de la vía, cuando lo solicite el Supervisor.

Cuando ocurra un derrumbe, el Contratista deberá colocar inmediatamente señales que indiquen, durante el día y la noche, la presencia del obstáculo de acuerdo con las disposiciones de la Sección 103 y será el responsable de mantener la vía transitable y segura, a fin de que no ocurran accidentes en perjuicio de los trabajadores, a los usuarios de la vía ni tampoco retrasen las obras con otros imprevistos.

La remoción del derrumbe se efectuará en las zonas indicadas por el Supervisor y considerando siempre la estabilidad del talud aledaño a la masa de suelo desplazada y de las construcciones vecinas.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas, ajustándose a las disposiciones legales vigentes. El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local. Si el Supervisor lo autoriza, los materiales pueden ser empleados en las obras.

Si el material de derrumbe cae sobre cauces naturales en la zona de la vía, obras de drenaje, subrasantes, subbases, bases y pavimentos terminados, deberá extraerse con las precauciones necesarias, sin causar daños a las obras, las cuales deberán limpiarse totalmente.

Todo daño atribuible por el Supervisor a descuido o error del Contratista será reparado por éste, sin costo alguno para el MTC.

Los materiales provenientes de los derrumbes deberán disponerse de la misma manera que el material excedente de las excavaciones, conforme se determina en la Sección 205, "Excavación para Explanaciones".



Si el material de derrumbe cae sobre la vía que se halla disponible para el tránsito vehicular, la remoción del material deberá ser inmediatamente efectuada por el Contratista con la aprobación escrita del Supervisor.

Luego de ocurrido los derrumbes, se deben instalar señalizaciones de precaución.

5. Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Vigilar el cumplimiento de las especificaciones que se dan en la Sección 103.
- ✓ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Contratista.
- ✓ Comprobar que la disposición de los materiales provenientes del derrumbe se ajuste a las exigencias de estas especificaciones y a las disposiciones legales vigentes.
- ✓ Medir el volumen de trabajo ejecutado.

El trabajo de remoción de derrumbes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación, las indicaciones del Supervisor y se complete a satisfacción de éste.

La remoción del derrumbe se considerará completa cuando la vía quede limpia y libre de obstáculos y las obras de drenaje funcionen normalmente. La evaluación de los trabajos de "Remoción de Derrumbes" se efectuará de acuerdo a lo indicado en la Subsección 04.11(a).

6. Medición

La unidad de medida para la remoción de derrumbes será el metro cúbico (m³) aproximado al metro cúbico completo, utilizando el método de las áreas medias para el cálculo del volumen respectivo.



El volumen de material removido, desechado y dispuesto se medirá en estado suelto, en su posición inicial, verificado y controlado por el Supervisor.

Los derrumbes menores o iguales a 50 m³ por evento, no serán medidos dentro de esta partida.

No se determinarán los volúmenes de derrumbes que, a juicio del Supervisor, fueran causados por procedimientos inadecuados o errores del Contratista.

207.A Perfilado y Compactado en Zona de Corte

1. Descripción

Se define como trabajo que se realizará en el área que soportará directa o indirectamente a la estructura del pavimento. Su ancho será el que muestren los planos o lo indique la Supervisión.

Origen de la Zona a Perfilar y Compactar:

- ✓ Como resultado de una excavación en material suelto.
- ✓ Como resultado de una excavación de roca suelta.
- ✓ Como resultado de una excavación en roca fija.
- ✓ Como resultado de la excavación en los mejoramientos de subrasante
- ✓ Como resultado de la excavación en las zonas de falsos rellenos.

El Contratista suministrará y usará las plantillas que controlan las dimensiones de este trabajo.

En el caso de que el área a perfilar y compactar soporte directamente al pavimento, las tolerancias de la subrasante, deberán ajustarse a la cota del perfil con una diferencia de un (1) centímetro en más o menos.

2. Requerimientos

Treinta (30) centímetros por debajo de la cota de subrasante todo material suelto será compactado a 95% de la máxima densidad seca. Esto se complementa con el perfilado y compactado de la corona del terraplén en caso de acabados mixtos. Si la naturaleza del suelo de la subrasante, en excavación de material suelto, no permita obtener la estabilidad mínima previstas en el Proyecto y previa verificación de la Supervisión, los materiales inadecuados serán removidos y



sustituidos por material que reúna las condiciones aceptables. Las profundidades a mejorar serán verificadas, aprobadas y ordenadas por la Supervisión.

Cuando la subrasante sea en excavación en roca fija o roca suelta, está tendrá una sobre excavación de 15 cm. como mínimo por debajo de la cota de la subrasante del proyecto, para contar con una capa compactada al 95% de la máxima densidad seca. El corte y relleno de esta sobre excavación será por cuenta del Contratista como método constructivo.

3. Método de Medición

La preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactado en la zona de corte, será medida en metros cuadrados (m^2), calculado por el método de los anchos medios, el cual se obtendrá a partir de los anchos indicados en las secciones transversales y de la distancia longitudinal entre ellas.

De ser el caso, al metrado de los sobrecanchos, éstos se realizarán utilizando el radio interno de la curva

210.A Conformación de Terraplen

1. Generalidades

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desbroce y limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación al 95% de la máxima densidad seca de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- **Base**, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- **Cuerpo**, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.



- **Corona**, (capa subrasante), formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm), salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente. Esta última capa, será conformada, perfilada y compactada con el plantillado topográfico de las cotas de subrasante, con las tolerancias aceptadas por el Supervisor.

Nota : En el caso en el cual el terreno de fundación se considere adecuado, la parte del terraplén denominado base no se tendrá en cuenta.

Esta partida comprende:

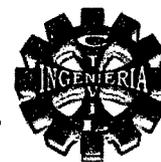
- Relleno con material propio (para < 120 m)
- Relleno con material de compensación longitudinal (para $d > 120$ m)
Excedentes de corte
- Relleno con material de cantera

2. Requisitos de los Materiales

Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Supervisor, quien de ninguna manera permitirá la construcción de terraplenes con materiales de características expansivas.

Si por algún motivo sólo existen en la zona materiales expansivos, se deberá proceder a estabilizarlos antes de colocarlos en la obra. Las estabilizaciones serán definidos previamente en el Expediente Técnico.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados en la Tabla N° 01.



Requisitos de los Materiales

Condiciones	Parte del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	
Indice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste de los Ángeles : 60% máx. (MTC E 207)
- Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

3. Equipo

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación. Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos.

4. Requerimientos de Construcción

4.1 Preparación del Terreno

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base de éste deberá estar desbrozado y limpio, según se especifica en el anexo "**Desbroce, Roce y Limpieza**" y ejecutadas las demoliciones de estructuras que se requieran, según se especifica en la Partida Demolición de Estructuras. El Supervisor determinará los eventuales trabajos de remoción de capa vegetal y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base necesarios para garantizar la estabilidad del terraplén.



Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad mínima de 150 mm, aún cuando se tenga que construir sobre afirmado.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el Supervisor, la capa superficial de suelo existente que cumpla con lo señalado en Requisitos de los Materiales de la presente especificación, deberá mezclarse con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiere de construirse sobre turba, suelos blandos o suelos que a criterio del Supervisor no son los adecuados para la fundación de los rellenos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales, su tratamiento previo (reemplazo con material idóneo de cantera) o la utilización de cualquier otro medio propuesto por el Contratista y autorizado por el Supervisor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado.

4.2 Base y Cuerpo del Terraplén

El Supervisor sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado, según se indica en la Subsección anterior.

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas.



Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí. Será responsabilidad del Contratista asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista, el Contratista propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Supervisor, cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación.

Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En las bases y cuerpos de terraplenes, las densidades que alcancen no serán inferiores a las que den lugar a los correspondientes porcentajes de compactación exigidos, de acuerdo con la Aceptación de los trabajos.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén masivo que se esté compactando. El espesor de las capas de terraplén será de 0.20 m., la definición de los espesores estará basado en la metodología de trabajo y equipo presentada por el Contratista, y en ningún caso deberá exceder de 300 mm (0.30 m.) aprobada previamente por el Supervisor, que garantice el cumplimiento de las exigencias de compactación uniforme en todo el espesor.

En sectores previstos para la instalación de elementos de seguridad como guardavías, se deberá ensanchar el terraplén de acuerdo a lo indicado en los planos o como lo ordene el Supervisor.

4.3 Corona del Terraplén

La corona deberá tener un espesor compacto mínimo de treinta centímetros (30 cm) construidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán utilizando suelos, según lo establecido en la Requisitos de los Materiales, se

humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente hasta obtener los niveles señalados en la Sección Aceptación de los Trabajos, ítem 4.7.3. (1)

Los terraplenes se deberán construir con la cota superior indicada en los planos, más los bombeos o peraltes correspondientes según sea el caso (tangentes o curvas), en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos por efecto de la consolidación y obtener la rasante final a la cota proyectada, con las tolerancias establecidas en la Sección Aceptación de los Trabajos, ítem 4.7.3.

Si por causa de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las proyectadas, incluidas las tolerancias indicadas en esta especificación, se deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor que ordene el Supervisor y adicionar del mismo material utilizado para conformar la corona, efectuando la homogeneización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

Si las cotas finales de subrasante resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el Contratista deberá retirar, a sus expensas, el espesor en exceso.

4.4 Acabado

Al terminar cada jornada, las capas o superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

4.5 Limitaciones en la Ejecución

La construcción de terraplenes sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia. Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadura en la superficie.

4.6 Estabilidad

El Contratista responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que



resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio del Supervisor, haya sido mal construido por descuido o error atribuible a aquel.

Se debe considerar la revegetación en las laderas adyacentes para evitar la erosión pluvial, y verificar el estado de los taludes a fin de que no existan desprendimiento de materiales y/o rocas, que puedan afectar al personal de obra y maquinarias con retrasos de las labores.

Si el trabajo ha sido hecho adecuadamente conforme a las especificaciones, planos del proyecto e indicaciones del Supervisor y resultaren daños causados exclusivamente por lluvias copiosas que excedan cualquier máximo de lluvias de registros anteriores, derrumbes inevitables, terremotos, inundaciones que excedan la máxima cota de elevación de agua registrada o señalada en los planos, se reconocerán al Contratista los costos por las medidas correctoras, excavaciones necesarias y la reconstrucción del terraplén, salvo cuando los derrumbes, hundimientos o inundaciones se deban a mala construcción de las obras de drenaje, falta de retiro oportuno de encofrado u obstrucciones derivadas de operaciones deficientes de construcción imputables al Contratista.

4.7 Aceptación de los Trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

4.7.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.



- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

220.B Mejoramiento de Suelo a Nivel de Subrasante

1. Definición

Este trabajo consiste en el reemplazo de material inadecuado de la subrasante, que no reúne las condiciones necesarias para servir de suelos de fundación de la estructura del pavimento. Las zonas donde se realiza este trabajo, serán determinadas por el Supervisor.

En este trabajo se está contemplando realizar el corte en material suelto en la zona del mejoramiento, perfilado y compactado en la zona de corte y la conformación del terraplén correspondiente sin incluir el material del relleno.

2. Método de Ejecución

El Contratista indicará a la Supervisión la existencia de materiales inadecuados, teniendo en consideración el siguiente procedimiento:

- a. Con la finalidad de determinar la calidad de los suelos de fundación, tanto en los ensanches como en la plataforma, el Contratista procederá a auscultarlos realizando una evaluación deflectométrica con VIGA BENKELMAN, definiendo previamente el nivel de deflexión admisible máximo, bajo responsabilidad del supervisor.
- b. Una vez definidos los posibles sectores, se procederá a determinar la caracterización de los suelos tanto en plataforma como en terreno de fundación, efectuando calicatas (h min 1.50 m o la indicada por el Supervisor), a intervalos indicados por el Supervisor, de donde se determinará:



Descripción	Ensayos / Pruebas
Materia Orgánica	Visualmente olor y color
Plataforma y terreno de fundación	Índice plástico y Humedad Natural – humedad óptima
Calidad de Suelo de plataforma y fundación	Clasificación AHHSTO - SUCS
Estado del Suelo	Índices de consistencia
Capacidad soporte	CBR

c. Los resultados obtenidos, de las pruebas anteriormente descritas, determinan los criterios geotécnicos para decidir el reemplazo del sector estudiado, considerando lo siguiente:

- Se reemplazarán los suelos que tengan base orgánica.
- CBR por debajo del utilizado para el diseño del pavimento.

La Supervisión verificará y ordenará la necesidad de sustituir el material inadecuado con los espesores establecidos en el expediente técnico o lo indicado por la Supervisión.

El material a utilizar será material de cantera con un CBR > 20%, al 100% de la Máxima Densidad Seca del Próctor Modificado

El grado de compactación que debe alcanzar el nivel del fondo (suelo natural o relleno) deberá ser al 90% de la MDS. El grado de compactación que debe alcanzar las capas conformantes del Mejoramiento de Subrasante (capas intermedias y corona), deberá ser el 95% de la MDS.

3. Requisitos De Los Materiales

Todos los materiales que se empleen en la construcción de mejoramientos deberán provenir de fuentes aprobadas, deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Supervisor.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados en la Tabla



Requisitos de los Materiales

Condiciones Base Cuerpo	Parte del Terraplén
	Corona
Tamaño máximo % Máximo de Piedra	75 mm < 10%
Indice de Plasticidad	

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste de los Angeles : 60% máx. (MTC E 207)
- Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

4. Aceptación de los Trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

4.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.

Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

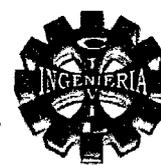
Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.

Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.

Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.

Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.



4.2 Calidad de los Materiales

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La Granulometría
- El límite de consistencia
- Abrasión.
- Contenido de materia orgánica.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

5. Equipo

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación. Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos.

6. Método de Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³) y corresponderá al volumen de material de cantera, colocado en reemplazo del material inadecuado medido en su posición final.

Las actividades complementarias a esta partida se medirán, según lo indicado en el ítem Método de Medición de las siguientes partidas:

- Material para rellenos en general (sólo extracción), sin transporte
- Transporte de material granular para $d \leq 1$ km
- Transporte de material granular para $d > 1$ km



- Transporte de material excedente a DME para $d \leq 1$ km
- Transporte de material excedente a DME para $d > 1$ km
- Depósito de material excedente

230.0 Material para Rellenos en General (Solo Extracción), Sin Transporte

1. Descripción

Esta partida consiste en la explotación de la cantera para extraer y apilar el material de relleno para los terraplenes, los cuales cumplirán con las características y frecuencias exigidas en la partida Conformación de Terraplén

2. Método de Ejecución

El Contratista mediante un tractor sobre orugas u otra máquina que sea aceptada por la Supervisión procederá a la extracción de material de cantera y a su apilamiento en lugar adecuado, escogido para tal fin con la finalidad de ser llevado a obra para completar los rellenos faltantes que son trabajados con los excedentes de corte.

3. Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales, de la Especificación Técnica correspondiente a la Conformación de Terraplén.



4. Método de Medición

El método de medición será el metro cúbico (m³) en su posición final. Para esto el Contratista notificará con anticipación suficiente a la Supervisión, el comienzo de esta tarea, para efectuar en forma conjunta la determinación de las secciones previas. Con éstas se procederá al areado y se efectuará el cálculo de los volúmenes por el método de áreas medias.

303. A Subbase Granular

1. Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, colocación y compactación de material de subbase granular.

El transporte del material granular será reconocido mediante las partidas 700.A y 700.B, según corresponda.

2. Materiales

Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la Subsección 300.02 para dichos materiales.

Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla:

Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100



4.75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N° 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

- (1) La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.

Además, el material también deberá cumplir con los siguiente requisitos de calidad:

Sub-Base Granular
Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín	40 % mín
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx	25% máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx	4% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín	35% mín
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 211	D 4791		20% máx	20% máx



(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1”(2.5mm)

(2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

3. Equipo

Se aplica las condiciones establecidas en la Subsección 300.03 de este documento.

4. Requerimientos de Construcción

4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Se aplica lo indicado en la Subsección 300, 4.

5. Preparación de la Superficie Existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias, a satisfacción del Supervisor.

6. Tramo de Prueba

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.04(4).



7. Transporte y Colocación del Material

El Contratista deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la Subbase.

Durante ésta labor se tomará las medidas para el manejo del material de Subbase, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

8. Extensión y Mezcla del Material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la subbase se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, los cuales luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

Durante esta actividad se tomarán las medidas para la extensión, mezcla y conformación del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.



9. Compactación

Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2 °C).

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación.

Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos, según se indica en la Sección 906.

10. Apertura al Tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que



no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Supervisor.

11. Conservación

Si después de aceptada la subbase granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su costo, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

12. Aceptación de los Trabajos

a) Controles

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.04(6).

b) Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la Tabla 303-3.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 303.02.

No se permitirá acopios que a simple vista presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

c) Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las dimensiones, rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no será inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor. Este, además, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

Compactación

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán de acuerdo a lo indicado en la Tabla 302-1 y los tramos por aprobar se definirán



sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales (D_i) deben ser, como mínimo el cien por ciento (100%) de la obtenida en el ensayo Próctor modificado de referencia (MTC E 115)

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 1.5 \%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado.

En caso de no cumplirse éstos términos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo MTC E 117, MTC E 124.

Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95 %) del espesor del diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

Todas las áreas de afirmado donde los defectos de calidad y terminación sobrepasen las tolerancias de la presente especificación, deberán ser



corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor.

Adicionalmente, el Supervisor deberá verificar.

Que la cota de cualquier punto de la subbase conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la subbase presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

13. Ensayo de Deflectometría sobre la Subbase Terminada

Una vez terminada la construcción de la subbase granular, el Contratista, con la verificación de la Supervisión, efectuará una evaluación deflectométrica, aplicando lo descrito en la Partida 205.00 ítem 7

14. Medición

Se aplica lo descrito en la Subsección 300.05 de este documento.

Para cuantificar la evaluación deflectométrica se aplicará lo descrito en la Partida 205.00 ítem 7 de estas especificaciones. Debe entenderse que al efectuar ensayos sobre la subbase, se debe ejecutar una medición diferente a las realizadas sobre subrasante.

305. A Base Granular

1. Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

El transporte del material granular será reconocido mediante las partidas 700.01 y 700.02, según corresponda.

2. Materiales

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la Subsección 300.02 de este documento.

Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

a) Granulometría

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en la Tabla 305-1. Para las zonas con altitud de 3000 msnm se deberá seleccionar la gradación "A".

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 µm (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15



Fuente: ASTM D 1241

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico Ligero y Medio	Mín 80%
	Tráfico Pesado	Mín 100%

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1” (2.5 mm).

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por el Supervisor.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

b) Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Deberán cumplir las siguientes características:

Requerimientos Agregado Grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min.	50% min.



Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx	40% max
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	.-	12% máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	.-	18% máx.

(1) La relación ha emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

c) Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrán provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Requerimientos Agregado Fino

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín	45% mín
Sales solubles totales	MTC E 219	0,5% máx	0,5% máx
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% mín	35% mín

3. Equipo

Se aplican las condiciones generales establecidas en la Subsección 300.03 de este documento, con la salvedad de que la planta de trituración, con unidades primaria y secundaria, como mínimo, es obligatoria.

4. Requerimientos de Construcción

4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.04. Para las Vías de Primer Orden los materiales de base serán elaborados en planta, utilizando para ello dosificadoras de suelo. Para este tipo de vías no se permitirá la combinación en patio ni en vía mediante cargadores u otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Para otros tipos de vías; será optativo del Contratista; los procedimientos para elaborar las mezclas de agregados para base granular.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

5. Preparación de la Superficie Existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Supervisor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias a satisfacción del Supervisor.



6. Tramo De Prueba

Se aplica lo descrito en la Subsección 300.05 de este documento.

7. Transporte y Colocación de Material

Se aplica lo indicado en la Subsección 303.07 de este documento

8. Extensión y Mezcla del Material

Para Vías de Primer Orden la base granular será extendida con terminadora mecánica, no permitiéndose el uso de motoniveladora.

Para vías distintas a las de Primer Orden, el material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

9. Compactación

El procedimiento para compactar la base granular es igual al descrito en la Subsección 303.09 de este documento.

También, resultan válidas las limitaciones expuestas en dicha Subsección.

10. Apertura al Tránsito

Se aplica lo descrito en la Subsección 303.10 de este documento.



11. Conservación

Resulta aplicable todo lo indicado en la Subsección 303.11 de este documento.

12. Aceptación de los Trabajos

a) Controles

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.07(a) de este documento

b) Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 305.02.

No se permitirá que a simple vista el material presente restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

13. Calidad del Producto Terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

a) Compactación

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m^2) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por cientos (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De)



$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 1.5\%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado.

En caso de no cumplirse estos requisitos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas. Previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed) más o menos 10 milímetros

$$em \geq ed \pm 10 \text{ mm}$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la base granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costa, y a plena satisfacción del Supervisor.

b) Lisura

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm) para cualquier punto. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.



14. Ensayo de Deflectometría sobre la Base Terminada

Se aplicará lo indicado en la Subsección 303.13 de este documento

15. Medición

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.05 de este documento.

Para la medición de la evaluación deflectométrica se aplicará lo indicado en la Subsección 303.13.

401.A Imprimación Asfáltica

1. Descripción

Bajo este ítem "Imprimación Asfáltica", el Contratista debe suministrar y aplicar material asfáltico a una base o superficie del camino, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos o como indique el Supervisor.

El Contratista, antes de realizar la imprimación, deberá proceder a una nivelación longitudinal y transversal sobre la superficie de base granular existente de modo de obtener una rasante adecuada y aprobada por la Supervisión.

2. Materiales

El material asfáltico líquido puede ser:

Asfalto Cut-back, grado MC-30 o MC-70, de acuerdo a los requisitos de calidad especificados por la ASTM D-2027 (AASHTO M-82) (tipo curado medio).

La calidad o tipo de asfalto diluido a emplear, deberá ser indicada por el Supervisor, teniendo en cuenta para ello la naturaleza de la base granular, granulometría del agregado, tamaño de vacíos, absorción del agregado y de las condiciones climáticas. El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.



3. Equipo

El equipo para la colocación de la capa de imprimación debe incluir una barredora giratoria sopladora u otro tipo de barredora mecánica o un ventilador de aire mecánico (aire a presión), una unidad calentadora para el material asfáltico y un distribuidor asfáltico a presión.

El equipo señalado será el mínimo requerido para este tipo de trabajo; el Contratista deberá proveer maquinaria adicional, si en opinión del Supervisor, la misma resulta necesaria para la culminación exitosa del trabajo de acuerdo a la presente especificación.

Todo el equipo necesario para realizar apropiadamente este trabajo deberá encontrarse en la zona del trabajo en condiciones óptimas y contar con la aprobación del Supervisor, antes del inicio de los trabajos.

La barredora giratoria debe estar conformada de manera, que permita que las revoluciones de la escobilla sean reguladas con relación al progreso de la operación.

También debe permitir el ajuste y mantenimiento de la escobilla con relación al barrido de la superficie y tener elementos suficientemente rígidos como para limpiar la superficie sin cortarla.

Las escobillas mecánicas deben ser construidas de tal manera que ejecuten la operación de limpieza en forma aceptable, sin cortar, rayar o dañar de alguna manera la superficie.

El soplador mecánico con aire comprimido estará compuesto de una compresora de arrastre, de manera que permita imprimir aire a presión sobre la superficie, a través de una manguera dotada de un pitón. La eliminación del material suelto deberá realizarse del centro de la carretera hacia fuera.

El equipo calentador debe tener la capacidad adecuada para calentar el material asfáltico en forma eficiente, por medio de circulación de vapor de agua o aceite a través de serpentines en un tanque, o haciendo circular este material alrededor de un sistema de serpentines pre-calentados, o haciendo circular dicho material asfáltico a través de un sistema de serpentines o cañerías encerradas dentro de un recinto de calefacción. La unidad de calefacción debe ser construida de tal



manera que evite el contacto directo entre las llaves del quemador y la superficie de los serpentines, cañerías o recinto de calefacción, a través de los cuales el material asfáltico circula y deberá ser operado de tal manera que no dañe el material asfáltico.

Los distribuidores asfálticos a presión están constituidos por un camión o semi-remolque sobre el que se monta un tanque de almacenamiento aislado, un sistema de distribución, un sistema de barras esparcidoras y un sistema de calentamiento. Los camiones o semi-remolques deben estar en buen estado, el distribuidor deberá estar equipado con neumáticos, diseñados de tal manera que no dejen huellas o dañen la superficie del camino (carga aplicada menor a 250 libras por centímetro de ancho de neumático).

El diseño, equipamiento, mantenimiento y operación del distribuidor deberá garantizar la aplicación en forma uniforme del material asfáltico uniformemente calentado, en anchos variables de la superficie de hasta 4.50 m., y a una presión uniforme que varía entre 25 a 75 libras por pulgada cuadrada (25 a 75 lb/pulg² – 1.8 a 5.4 kg/cm²) con una tolerancia de variación de cualquier proporción especificada mayor del 5%.

Los camiones o trailers deberán tener suficiente potencia, como para mantener la velocidad deseada durante la operación. El velocímetro, que registra la velocidad del camión debe ser una unidad completamente separada, e instalada en el camión con una escala graduada de tamaño grande y por unidades, de tal manera que la velocidad del camión pueda ser determinada dentro de los límites de aproximación de tres metros por minuto. Las escalas deben estar localizadas de tal manera, que sean leídas con facilidad por el operador del distribuidor en todo momento.

El tanque de almacenamiento, debe tener una capacidad que fluctúe entre 800 a 5,500 galones.

Los conductos esparcidores deben ser construidos de manera que se pueda variar su longitud en incrementos de 30 cm o menos para longitudes de hasta 6 m; deben también permitir el ajuste vertical de las boquillas hasta la altura deseada sobre la superficie del camino, de conformidad con el bombeo de la



misma; deben permitir movimiento lateral del conducto esparcidor durante la operación. La altura de la barra esparcidora sobre la superficie a pavimentar, dependerá de la separación entre boquillas y del número de superposiciones a adoptar.

El Contratista conjuntamente con el Supervisor realizará los ensayos necesarios para determinar la altura de la barra que garantice una buena distribución del asfalto. La altura de la barra estimada deberá ser mantenida durante toda la aplicación. La variación máxima aceptable será de media pulgada (1/2 pulgada). El conducto esparcidor y la boquilla deben ser construidos de tal manera, que se evite la obstrucción de las boquillas durante operaciones intermitentes; estarán provistos de un cierre inmediato que corte la distribución del asfalto cuando se interrumpa el trabajo, evitando así que gotee desde el conducto esparcidor.

El ángulo entre el plano del abanico de riego y el eje de la barra esparcidora debe ser tal que los chorros de las boquillas no interfieran uno con otro. El ángulo puede variar según el distribuidor, siendo el valor recomendable entre 15° a 30°.

El sistema de distribución consta de una motobomba cuya unidad matriz debe tener una capacidad no menor de 250 galones por minuto, estará equipada con un conducto de desvío hacia el tanque de suministro y deben ser capaces de distribuir un flujo uniforme y constante de material asfáltico a través de las boquillas con suficiente presión para asegurar una aplicación uniforme. La presión correcta de aplicación, será aquella que no atomice ni distorsione el abanico de riego.

Este sistema de distribución deberá contar con un sistema de válvulas que gobiernan el flujo del material, con un contador de revoluciones o un manómetro de registro de caudal (dispositivos de exactitud para medir el volumen de asfalto suministrado), un depósito calibrado y un termómetro que señale las temperaturas del material contenido del depósito.



El sistema de calentamiento del material asfáltico, instalado en el distribuidor, deberá asegurar un aumento de temperatura uniforme dentro de la masa total del material, bajo un control eficiente y positivo en todo momento.

Se deben proveer medios adecuados para medir la temperatura del material asfáltico, con el termómetro colocado a un lado del tanque de tal manera, que no entre en contacto con el tubo calentador.

Previamente a los trabajos de imprimación, el Contratista, conjuntamente con el Supervisor, procederán a calibrar el tanque del distribuidor de asfalto diluido, efectuándose mediciones por litro, confeccionando una varilla metálica con marcas inalterables para medir el volumen con una aproximación de 1 litro. Si el equipo a emplear dispusiera de este elemento, el Supervisor procederá a verificarlo. Esta medición se efectuará una sola vez y será válida únicamente para cada equipo a emplearse.

4. Dosificación y Aceptación de los Trabajos

La totalidad del distribuidor debe ser de construcción tal, y operado de tal manera, que asegure la distribución del material asfáltico, con una precisión de 0.02 galones por metro cuadrado, dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0,7 -1,5 lt/m² para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm por lo menos, verificándose esto cada 25m. La dosificación de material bituminoso deberá ser establecida previamente a la ejecución de los trabajos y aprobada por el Supervisor, quien no aprobará áreas imprimadas donde la dosificación varíe de la aprobada en más del 10%.

5. Requisitos de Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra sea 10 °C en ascenso y cuando las condiciones climáticas, en opinión del Supervisor, sean favorables, es decir, no esté brumoso ni lluvioso.

La temperatura de la superficie del pavimento deberá ser superior a 15 °C. No se podrá colocar material asfáltico que no pueda curar durante las horas del día.



6. Preparación de la Superficie

La superficie de la base que debe ser imprimada, debe estar en conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas al pavimento, aprobados por la Supervisión.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser retirado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino deben ser removidas ya sea por medio de una cuchilla niveladora o mediante una ligera escarificación, completando con una reconformación y compactación antes de la aplicación del material asfáltico. Cuando lo ordene el Supervisor, la superficie preparada debe ser ligeramente humedecida, por medio de rociado con agua, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

7. Aplicación de la Capa de Imprimación

El material asfáltico de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, mediante un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente.

Dependiendo del mantenimiento de tránsito previsto, el ancho de aplicación podrá ser en toda la plataforma o solamente en la mitad, queda a criterio de la Supervisión la metodología por emplear.

El material debe ser aplicado uniformemente, a la temperatura y velocidad de régimen especificadas por el Supervisor. La temperatura de aplicación del riego será aquella para la cual la viscosidad del asfalto se encuentre entre 60 y 100 SSF; el rango de variación aproximada de la temperatura resulta ser:

MC - 30 21°C – 62°C

MC - 70 41°C – 85°C

Estos límites de temperatura deberán ser aplicables; a no ser que los límites sean proporcionados por el fabricante para el lote específico.

En todos los casos, se tomará la temperatura del asfalto antes y después de ser aplicado, para el control respectivo.



Una penetración mínima de 7 mm en la base granular nueva es indicativo de una adecuada penetración.

Para determinar la cantidad de asfalto diluido a distribuir, en un lugar adecuado, aprobado por el Supervisor, se procederá a efectuar un riego experimental, para determinar la velocidad adecuada del vehículo y la presión correcta del sistema de la bomba de distribución y demás ajustes necesarios.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado, para mantener una línea recta de aplicación, debiéndose colocar papel al comienzo y al final de cada tramo de imprimación construida, de manera de evitar juntas transversales negras y antiestéticas.

Cualquier área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada, usando una manguera de esparcidor conectada al distribuidor. Debe tenerse cuidado de utilizar la cantidad correcta de material asfáltico a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado (48 horas aproximadamente). Después que se haya aplicado el asfalto deberán transcurrir un mínimo de 4 horas, antes que se aplique la arena de recubrimiento, cuando esta se necesite para absorber posibles excesos en el riego asfáltico.

8. Protección de las Estructuras Adyacentes

Las superficies de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de tal manera que se eviten salpicaduras o manchas. En caso de que esas salpicaduras o manchas ocurran, el Contratista deberá, por cuenta propia, retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

9. Método de Medición

El método de medición se hará en dos formas y por separado:

La Superficie imprimada y aceptada por el Supervisor en metros cuadrados, teniendo en cuenta los anchos indicados en los planos y la longitud realmente regada.



Los litros (lt) de asfalto líquido MC-30 empleados en la imprimación, se obtendrán por la diferencia de volúmenes inicial y final, medidos antes y después de efectuar la aplicación del riego, utilizando una varilla graduada, se tomarán medidas de las alturas del líquido en el tanque espaciador. Como alternativa, si el Contratista lo desea y tiene elementos para hacerlo, puede pesarse el equipo antes y después, empleando para ello básculas de capacidad suficiente. En todos los casos se tomará la temperatura del asfalto antes y después de ser aplicado.

410. A Pavimento de Concreto Asfáltico (Mac)

1. Descripción

Este trabajo consistirá en una capa o más de mezcla asfáltica, construida sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo con las presentes Especificaciones.

Las siguientes previsiones, a menos que se estipule de otra manera en la presente sección, formarán parte de estas especificaciones.

2. Exigencias Generales

Este trabajo deberá cumplir las exigencias generales aplicadas a todos los tipos de pavimento de mezcla asfáltica, sin consideración de graduación de los agregados minerales, tipo y cantidad del material asfáltico o de su uso. Las variaciones de dichas exigencias generales, se indican en los requisitos específicos que se establecen en las secciones correspondientes a cada tipo.

La Obra a ejecutar, se compondrá de una o más capas construidas sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo con las presentes especificaciones.

3. Composición General de las Mezclas

Las mezclas bituminosas se compondrán básicamente de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material asfáltico. Los distintos constituyentes minerales se separarán por tamaño, serán graduados uniformemente y



combinados en proporciones tales, que la mezcla resultante llene las exigencias de graduación para el tipo específico contratado. A los agregados mezclados y así compuestos, considerados por peso en un 100% se deberá agregar asfalto, dentro de los límites porcentuales fijados en las especificaciones para el tipo específico de material.

4. Materiales

Agregados Minerales Gruesos

La proporción de los agregados, retenida en la Malla # 4, se designará agregado grueso y se compondrá de piedra triturada, grava triturada o escoria triturada. Dichos materiales serán limpios, compactos y durables, no estarán recubiertos de arcilla, limo u otras sustancias perjudiciales; no contendrán arcilla en terrones. Los acopios destinados a capas de superficie deberán estar cubiertos para prevenir una posible contaminación.

No se utilizarán en capas de superficie, agregados con tendencia a pulimentarse por acción del tráfico.

Cuando la granulometría de los agregados tiende a la segregación durante el acopio o manipulación, deberá suministrarse el material en dos o más tamaños separados.

De ser necesario la mezcla de dos o más agregados gruesos, el mezclado deberá efectuarse en tolvas separadas y en los alimentadores en frío y no en el acopio.

Los agregados gruesos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos:

ENSAYOS	CAPA DE SUPERFICIE
Abrasión (AASHTO T-96 ó ASTM C-131)	Máx. 40%
Partículas chatas y alargadas (ASTM D-693)	Máx. 15%



Durabilidad (AASHTO T-104 ó ASTM C-88) sulfato de sodio/magnésio	Máx. 12% / 18%
Porcentaje de dos caras fracturadas en el material retenido en la malla N° 4 (ASTM D-5821)	Min. 100 %
Porcentaje de una cara fracturada	Min. 90%
Sales Solubles (ASTM D-1889)	Máx. 1%
Materia Orgánica (arena y piedra) (ASTM – C 40)	EXCENTO DE MATERIA ORGÁNICA

Agregados Minerales Finos

La proporción de los agregados que pasan la Malla # 4, se designará agregado fino y se compondrá de arena natural y/o material obtenido de la trituración de piedra, grava o escoria o de una combinación de los ambos.

Dichos materiales se compondrán de partículas limpias, compactas, de superficie rugosa y moderadamente angular, carente de grumos de arcilla u otros aglomerados de material fino.

No se utilizarán en capas de superficie agregados con tendencia a pulimentarse por el tráfico.

Cuando sea necesario mezclar dos o más agregados finos, deberá hacerse a través de tolvas separadas y en los alimentadores en frío y no en el acopio.

Los Agregados finos deberán cumplir con los siguientes requisitos:



ENSAYOS	CAPA DE SUPERFICIE
Durabilidad (AASHTO –T104 ó ASTM C-88) Sulfato de Sodio /Magnesio	Máx. 12%
Equivalente de arena (AASHTO – 176)	Mín. 50%
Indice plástico del material que pasa malla N° 200	Máx. 2%
Sales Solubles totales	Min. 75%
Determinación de impurezas orgánicas AASHTO T-21	Min. 90%

Si el agregado fino tiene una variación mayor de ± 0.25 del módulo de fineza del material representativo, será rechazado

Relleno Mineral ("Filler")

El material de relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, se compondrá de materiales tales como polvo calcáreo, polvo de roca, polvo de escoria y/o cal hidratada no plástica, debidamente aprobados por el Supervisor.

Estos materiales deberán carecer de materias extrañas y objetables; estarán perfectamente secos para poder fluir libremente y no contendrán grumos.

El material cumplirá con los siguientes requerimientos mínimos de granulometría:

Malla % que pasa (en peso Seco)

N° 30	100
N° 100	95-100
N° 200	80-100



La fracción del "filler " y de los agregados que pase la malla N° 200, que se denomina polvo mineral, tendrá un Índice de Plasticidad no mayor de 2%.

La cal hidratado deberá cumplir con los requerimientos AASHTO M303-89

Cemento Asfáltico

El cemento asfáltico será del grado de penetración que corresponda, de acuerdo a lo que se indica en el siguiente cuadro.

ALTITUD (m.s.n.n.)	PEN
$0 \leq h < 1500$	60-70
$1500 \leq h < 3,000$	85-100
$h \geq 3,000$	120-150

El cemento asfáltico será homogéneo, carecerá de agua y no formará espuma cuando sea calentado a 160 °C. Se debe tener en cuenta las temperaturas máximas de calentamiento recomendadas por Petro Perú, no calentándose a más de 140°C.

Fuentes de Provisión o Canteras

El Supervisor deberá aprobar las fuentes de origen de los agregados, relleno mineral de aporte y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales. Las muestras de cada uno de estos, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

Fórmula para la Mezcla en Obra

La composición general y los límites de temperatura establecidos en las Especificaciones para cada uno de los tipos, constituyen regímenes máximos de tolerancia, que no deberán ser excedidos, no obstante lo que pueda indicar cualquier fórmula de mezclado en Obra que se aplique.



Antes de iniciar la Obra, el Contratista someterá al Supervisor, por escrito, una fórmula de mezcla en Obra. Esta fórmula se presentará, estipulando para la mezcla un porcentaje definido y único, en agregados que pasen por cada uno de los tamices especificados; una temperatura definida y única con la cual la mezcla ha de salir de la planta y para el caso de mezclas que deben aplicarse en caliente, una temperatura definida y única, a la cual la mezcla será colocada en el camino, debiendo todos estos detalles encontrarse dentro de los regímenes fijados para la composición general de los agregados y los límites de temperatura. El Supervisor aprobará dicha mezcla, y de acuerdo a su criterio podrá usar la fórmula propuesta por el Contratista, en su totalidad o en parte.

En cualquier caso, la fórmula de trabajo para la mezcla, deberá fijar un porcentaje definido y único de agregados que pasen por cada uno de los tamices especificados, y un porcentaje definido y único de asfalto a adicionarse a los agregados, una temperatura definida y única para la mezcla, la cual debe colocarse en el camino.

Aplicación de la Formula de Mezcla en Obra y Tolerancias

Todas las mezclas provistas, deberán concordar con la fórmula de mezcla en Obra, fijada por el Supervisor, dentro de las tolerancias establecidas.

Cada día el Supervisor extraerá tantas muestras de los materiales y de la mezcla, como considere conveniente para verificar la uniformidad requerida de dicha mezcla. Cuando por resultados desfavorables o una variación de sus condiciones lo hagan necesario, el Supervisor podrá fijar una nueva fórmula para ejecutar la mezcla para la Obra.

Cuando se compruebe la existencia de un cambio en el material o se deba cambiar el lugar de su procedencia, se deberá preparar una nueva fórmula para la mezcla en Obra, que será presentada y aprobada antes de que se entregue la mezcla que contenga el material nuevo. Los materiales para la Obra serán rechazados cuando se compruebe que tienen porosidades u otras características



que requieran, para obtener una mezcla equilibrada, un régimen mayor o menor del contenido de asfalto que el que se ha fijado a través de la especificación.

Composición de la Mezcla de Agregados

La mezcla se compondrá básicamente de agregados minerales gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en proporciones tales que se produzca una curva continua aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado y elegido. La fórmula de la mezcla de Obra será determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica.

TAMIZ	CAPA DE SUPERFICIE		TOLERANCIAS
	IV-b	IV-c	
1 1/2"			±8
1"			±8
3/4"	100		±8
1/2"	90-100	100	±8
3/8"		90-100	±7
Nº4	44-74	55-85	±7
Nº8	28-58	32-67	±6
Nº 30			±5
Nº 50	5-21	7-23	±5
Nº 100			±4
Nº 200	2-10	2-10	±3
I.P. Material que pasa la Malla Nº 200			NP
Variación del contenido de cemento asfáltico en la mezcla de diseño			+/- 0.5 %

La Fórmula de la mezcla de Obra con las tolerancias admisibles, producirá el huso granulométrico de control de Obra, debiéndose producir una mezcla de agregados que no escape de dicho huso, el cual deberá encontrarse dentro del



huso de la capa de superficie; cualquier variación deberá ser investigada y las causas serán corregidas.

Construcción

Los métodos de construcción deberán estar de acuerdo con las exigencias fijadas por los siguientes artículos.

Limitaciones de Clima

Las mezclas se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10 °C y el tiempo no esté nebuloso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

Ejecución de los Trabajos

Ningún trabajo podrá realizarse, cuando se carezca de suficientes medios de transporte, de distribución de mezcla, equipo de terminación o mano de obra, para asegurar una marcha de las obras a un régimen no inferior al 60% de la capacidad de producción de la planta mezcladora.

Planta y Equipos

Todas las plantas utilizadas por el Contratista para la preparación de mezclas asfálticas, deberán concordar con los requisitos establecidos a continuación en (a), excepto, que las exigencias con respecto a las balanzas, que se aplicarán únicamente cuando se hagan las proporciones de peso.

Al término de obra se desmontarán las plantas de asfalto, dejando el área limpia y sin que signifique cambio alguno al paisaje o comprometa el medio ambiente.



Exigencias para las Plantas de Asfalto

Uniformidad

Las plantas serán diseñadas, coordinadas y accionadas de tal manera, que puedan producir una mezcla en concordancia con las tolerancias fijadas para la fórmula de mezcla en obra.

. Balanzas

Las balanzas para pesajes en cajones o tolvas a embudo, podrán ser del tipo de brazo, o de dial sin resortes, de fabricación normal y con un diseño que permita apreciaciones exactas de peso, dentro de un rango de 0.5% de la carga máxima que podría exigirse.

Cuando las balanzas sean del tipo de brazo, se deberá tener uno para cada uno de los tamaños de agregados a emplear. Contarán las balanzas con un dial indicador que deberá comenzar a funcionar cuando la carga se encuentre dentro de un límite de 100 libras (o 45.5 kg), del peso deseado. Se deberá obtener un espacio vertical, suficiente para permitir el movimiento libre de los brazos, para permitir que la escala indicadora trabaje debidamente. Cada brazo tendrá un dispositivo de frenado, que permita accionarlo con facilidad, o detener su acción. El mecanismo de pesaje, deberá balancearse sobre cuñas y apoyos y tendrá que estar construido de tal modo, que no pueda quedar fuera de ajuste fácilmente. Cuando se utilicen balanzas del tipo sin resortes, el extremo de la aguja se ajustará contra la cara del dial y tendrá que ser de un tipo que carezca de paralaje excesivo. La balanza estará provista de agujas señaladoras, para indicar el peso de cada material que se vierta en la mezcla. Las balanzas serán de construcción sólida y aquellas que se pongan con facilidad fuera de ajuste, serán descartadas.

Todos los diales se colocarán de modo que se encuentren en todo momento a la vista del operador.

Las balanzas para pesar materiales asfálticos, deberán concordar en todo con las especificaciones fijadas para las balanzas destinadas a pesar materiales pétreos, excepto que cada balanza a brazo se equipará con un



brazo indicador de tiraje, y otro que señale la capacidad completa. El valor de las divisiones mínimas en todo caso, no deberá ser mayor de dos libras. Las balanzas a dial sin resortes para pesar material asfáltico, no podrán tener una capacidad mayor del doble del peso del material a pesarse y su lectura se efectuará registrando la unidad más próxima en libras o kilos enteros. Las balanzas a brazo se equiparán con un dispositivo indicador que comenzará a funcionar cuando la carga aplicada se encuentre dentro de un régimen de 10 libras (4.54 Kg) de carga que quiere obtenerse. Las balanzas tendrán que ser aprobadas por el Supervisor y calibradas tantas veces como lo considere conveniente, para asegurar la continuidad de su exactitud.

El Contratista deberá proveer y tener a mano, no menos de 10 pesas normales de 50 libras (22.7 kg) para permitir un control frecuente de las balanzas.

- **Equipo para Preparación de Material Asfáltico**

Los tanques para el almacenamiento de material asfáltico, deberán estar equipados de serpentines, para permitir un calentamiento del material, bajo un control efectivo y positivo en todo momento, hasta obtener la temperatura del régimen especificado. El calentamiento deberá fijarse por serpentines a vapor, electricidad u otros medios que impidan la posibilidad de que las llamas puedan tomar contacto con el tanque de calentamiento. El sistema circulatorio para el material asfáltico será de tamaño adecuado, para asegurar una circulación continua durante todo el período de funcionamiento. Se proveerán medios adecuados, ya sea camisas de vapor u otro aislamiento, para mantener la temperatura especificada del material asfáltico en las cañerías, medidores, vertederos de pesaje, barras de riego y otros recipientes o cañerías, para por lo menos una jornada de trabajo. Con autorización escrita del Supervisor, el material asfáltico puede calentarse parcialmente en los tanques y ser llevado a la temperatura especificada, por medio de un equipo auxiliar de calentamiento, entre los tanques y la mezcladora.



- **Alimentación de la Secadora**

La planta deberá estar provista de medios mecánicos exactos, para conducir los agregados minerales a la secadora, de modo que se pueda obtener un nivel de producción y temperatura uniformes.

- **Secadora**

Se proveerá una secadora rotativa, de cualquier diseño satisfactorio, para secar y calentar los agregados necesarios para secar el material y calentarlo a las temperaturas especificadas.

- **Cribas**

Se proveerá cribas en condiciones de tamizar todos los agregados, de acuerdo con los tamaños y proporciones especificados, debiendo tener una capacidad normal que exceda en algo de la mezcladora. Su eficiencia de funcionamiento deberá ser tal, que los agregados depositados en cualquier tolva no contengan más de un 10% de material mayor o menor al tamaño especificado.

- **Tolvas de Almacenamiento**

Las plantas incluirán tolvas de almacenamiento de suficiente capacidad, para almacenar la cantidad necesaria para alimentar la mezcladora cuando funcione a pleno régimen. Dichas tolvas serán divididas en por lo menos tres compartimientos y se dispondrán de modo que se asegure un almacenamiento individual y adecuado de las fracciones apropiadas de agregados, sin incluir el relleno mineral.

Cada compartimiento deberá tener un caño de descarga, que será de un tamaño y ubicación tales, que se evite la entrada de material en cualquiera de los otros cajones de almacenamiento. Los cajones estarán contruidos de manera que permitan una fácil extracción de muestras.

- **Dispositivos para el Control del Material Asfáltico**

Se proveerán medios satisfactorios, consistentes en dispositivos de pesaje o registradores, para lograr la obtención de la cantidad apropiada del material asfáltico en la mezcla, dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula para la mezcla en obra.



Un dispositivo registrador para el material asfáltico, lo puede constituir una bomba registradora de asfalto rotativa a desplazamientos, provista de un adecuado conjunto de boquillas regadoras en la mezcladora.

Para el uso en plantas de funcionamiento intermitente, dichas boquillas recibirán la cantidad fijada de material asfáltico necesario para cada pastón.

En plantas mezcladoras continuas, la velocidad de trabajo de la bomba estará sincronizada con la entrada de los agregados a la mezcladora, poseyendo un control de frenado automático, y este dispositivo deberá resultar fácilmente ajustable con exactitud. Se proveerán medios para verificar la cantidad, o el régimen de entrada de material asfáltico a la mezcladora.

• **Equipo Termométrico**

Se deberá fijar un termómetro blindado, con lecturas de 100 °F (37.8 °C) a 400 °F (204.4 °C), a la cañería de alimentación de material asfáltico, colocándolo convenientemente cerca a la válvula de descarga en el equipo mezclador.

Además, la planta deberá estar equipada con un termómetro de mercurio, con escala aprobada, un pirómetro eléctrico u otro instrumento termométrico aprobado, colocado de tal manera en la canaleta de descarga de la secadora, que indique y/o registre automáticamente la temperatura de los agregados pétreos calentados.

Para una mejor regulación de los agregados, el Supervisor, podrá exigir la sustitución de cualquier termómetro por otro aparato aprobado de registro de temperatura, así como el llenado de formularios diarios de registros de temperaturas.

• **Captador de Polvo**

La planta deberá estar equipada con un captador de polvo, construido de tal manera que pueda rechazar o devolver uniformemente al elevador, todo o parte del material colectado, según lo disponga el Supervisor, a fin de evitar dispersiones que comprometan el medio ambiente.



- **Control del Tiempo de Mezclado**

La planta estará equipada con medios positivos para controlar el tiempo de mezclado y mantenerlo constante, a menos que el Supervisor ordene un cambio.

- **Laboratorio de Campaña**

El Contratista proveerá un local para un laboratorio de campaña. Deberá tener dimensiones externas mínimas de 8 pies (2.44 m) por 20 pies (6.1 m), y una altura del cielo raso de 8 pies (2.44 m), debiendo contar con por lo menos dos ventanas que puedan ser abiertas y una puerta con cerradura. Contará con una mesa de trabajo de un ancho de por lo menos 2 y 1/2 pies (0.76 m) por 8 pies (2.44 m) de longitud. La mesa estará provista de un lavadero y una cañería para aprovisionamiento de agua con su correspondiente grifo.

El aprovisionamiento de agua podrá efectuarse por medio de un tanque de alimentación a gravedad, de una capacidad mínima de 35 galones (132.475 lt.). El Contratista estará obligado a proveer agua en cantidad suficiente para los ensayos a realizar.

Cuando exista energía eléctrica cerca del lugar, se instalará en el laboratorio cables eléctricos, debiendo contar con un aprovisionamiento adecuado de corriente para iluminación y accionamiento del equipo de ensayo. El local deberá encontrarse listo en la obra, en condiciones de efectuar ensayos, antes que las operaciones del Contratista exijan la realización de los mismos en campaña.

El laboratorio se destinará al uso exclusivo del Supervisor, y se ubicará de modo tal que los detalles de la planta sean claramente visibles desde una de sus ventanas.

- **Medidas de Seguridad**

Se proveerán escaleras adecuadas y seguras para el acceso a la plataforma de la mezcladora y se dispondrá otras escaleras de mano protegidas, para llegar a cualquier parte de la planta y en lugares donde sea necesario. El acceso a las tolvas de los camiones se facilitará por



medio de una plataforma u otro dispositivo conveniente, para permitir al Supervisor obtener muestras y controles de la temperatura de la mezcla; también debe permitir el movimiento del equipo de calibración de las balanzas, el de extracción de muestras, etc. Se proveerá un sistema de aparejo o poleas para levantar el equipo desde el suelo hasta la plataforma o para bajarlo a ésta.

Todos los engranajes, poleas, cadenas, ruedas dentadas y otras piezas móviles peligrosas, deberán blindarse o protegerse debidamente. Se deberán mantener pasajes amplios y no obstruidos en todo momento, dentro y alrededor del espacio destinado a la carga de los camiones.

Este espacio deberá protegerse de goteras provenientes de la plataforma de la mezcladora.

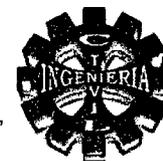
Equipo para Transportes y Colocación

Camiones

Los camiones para el transporte de mezclas asfálticas deberán contar con tolvas herméticas, limpias y lisas de metal, que hayan sido cubiertas con una pequeña cantidad de agua jabonosa o solución de lechada de cal, para evitar que la mezcla se adhiera a las tolvas. Cada carga de mezcla se cubrirá con lonas u otro material adecuado, de tamaño suficiente para proteger la mezcla contra las inclemencias del tiempo. Todo camión que produzca una segregación excesiva de material, debido a su suspensión elástica, u otros factores que contribuyan a ello; que acuse pérdidas de asfalto en cantidades perjudiciales; o que produzcan demoras indebidas, será retirado del trabajo cuando el Supervisor lo ordene, hasta que haya sido corregido el defecto señalado.

Cuando así fuera necesario para lograr que los camiones entreguen la mezcla con la temperatura especificada, las tolvas de los camiones serán aisladas, para poder obtener temperaturas de trabajo de las mezclas y todas sus tapas deberán asegurarse firmemente.

Equipo de Distribución y Terminación



El equipo para la distribución y terminación, se compondrá de pavimentadoras o distribuidoras previamente aprobadas por la Supervisión, capaces de distribuir y terminar la mezcla, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y perfil tipo de obra.

Las pavimentadoras estarán provistas de embudos y tornillos de distribución de tipo reversible, para poder colocar la mezcla en forma pareja, delante de las enrasadoras ajustables. Las pavimentadoras estarán equipadas también con dispositivos de manejo y nivelación, rápidos y eficientes, y dispondrán de velocidades en marchas atrás y adelante.

Las pavimentadoras reemplazarán dispositivos mecánicos tales como enrasadoras de emparejamiento a regla metálica, brazos de emparejamiento u otros dispositivos compensatorios, para mantener la exactitud de las pendientes y confinar los bordes del pavimento dentro de sus líneas, sin uso de moldes laterales fijos.

También se incluirá entre el equipo, dispositivos para emparejamiento y ajuste de las juntas longitudinales, entre trochas. El conjunto será ajustable para permitir la obtención de la forma del perfil tipo de obra fijado, y será diseñado y operado de tal modo que se pueda colocar la capa de mejoramiento requerido. Las pavimentadoras estarán equipadas con emparejadoras móviles y dispositivos para calentarlas a la temperatura requerida para la colocación de la mezcla.

Las pavimentadoras estarán equipadas con sistemas de nivelación electrónicos (sensores), a fin de lograr un acabado superficial que cumpla con los límites de rugosidad especificada.

El término "emparejamiento", incluye cualquier operación de corte, avance u otra acción efectiva para producir un pavimento con la uniformidad y textura especificada, sin raspones, saltos ni grietas.

Si se comprueba durante la construcción que el equipo de distribución y terminación usado, deja en el pavimento fisuras, zonas dentadas u otras irregularidades objetables, que no puedan ser corregidas satisfactoriamente por



las operaciones programadas, el uso de dicho equipo será suspendido, debiendo el Contratista sustituirlo por otro que efectúe en forma satisfactoria los trabajos de distribución y terminación del pavimento.

Rodillos de Compactación

El equipo de compactación comprenderá como mínimo un rodillo en tandem y una del tipo neumático autopropulsado. También podrán utilizarse de tres ruedas lisas, vibradores y compactadores y otro equipo similar que resulte satisfactorio para el Supervisor. El equipo en funcionamiento deberá ser suficiente para compactar la mezcla rápidamente, mientras se encuentre aún en condiciones de ser trabajada. No se permitirá el uso de un equipo que produzca trituración de los agregados.

Herramientas Menores

El Contratista deberá proveer medios para todas las herramientas menores, limpias y libres de acumulaciones de material asfáltico. En todo momento deberá tener preparados y listos la suficiente cantidad de lienzos encerados o cobertores para poder ser utilizados por orden del Supervisor, en emergencia tales como lluvias, o demoras inevitables, para cubrir o proteger todo material que haya sido descargado sin ser distribuido.

Preparación del Material Asfáltico

El material asfáltico será calentado a la temperatura especificada, en calderas o tanques, diseñados de tal manera que se evite un calentamiento local excesivo, y se obtenga un aprovisionamiento continuo del material asfáltico para la mezcladora, a temperatura uniforme en todo momento.

El cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 75 y 155 SSF (según Carta Viscosidad - Temperatura), Método ASTM D-2493, a fin de obtener un aprovisionamiento continuo del material asfáltico que sea aplicable uniformemente a los agregados, debiéndose obtener un recubrimiento de 95 y 90% como mínimo para capas de superficie y de base, respectivamente, al no ser ensayados por el Método de la ASTM D-2489.



Preparación de los Agregados Minerales

Los agregados minerales para la mezcla serán secados y calentados en la planta mezcladora, antes de colocarlos en la pavimentadora.

Las llamas empleadas para el secado y calentamiento de los agregados se regularán convenientemente para evitar daños a los mismos, así como la formación de una capa espesa de hollín sobre ellos.

Los agregados minerales deberán estar lo suficientemente secos (máx. 0.5% de humedad), y calentados antes de ser mezclados con el cemento asfáltico.

La temperatura de calentamiento máxima no excederá la temperatura correspondiente del cemento asfáltico para obtener una viscosidad de 75 SSF.

Los agregados, inmediatamente después de su calentamiento, serán tamizados en tres o más fracciones y transportados a tolvas de almacenamiento separadas, listos para la dosificación y mezclado con el material asfáltico.

Preparación de la Mezcla

Los agregados minerales secados y preparados como se ha explicado antes, serán combinados en la planta, en las cantidades requeridas para cada fracción de los mismos, con el fin de llenar las exigencias de la fórmula de mezcla en Obra.

Control de Producción en Planta

Los controles a efectuarse durante los días de producción de la mezcla asfáltica en caliente serán los siguientes:

- Granulometría de los agregados en la planta (1 ensayo por silo por día). Y el porcentaje de humedad será verificada y autorizado por la Supervisión.
- Previamente a la producción deberá controlarse el caudal de agregados ya establecidos, para conseguir la mezcla de agregados deseada.
- Control permanente de la temperatura de los agregados del cemento asfáltico y de la mezcla asfáltica en caliente producida.
- Proporción de cemento asfáltico, así como, la granulometría de la mezcla asfáltica elaborada (1 ensayo por volquete, 2 veces por día).
- Características Marshall de la mezcla asfáltica (Método de Rice ASTM D-2041) (1 ensayo por volquete, 2 veces por día).



Transportes y Entrega de la Mezcla

La mezcla a la salida de la planta tendrá una temperatura comprendida entre 135 °C y 140 °C y será transportada desde la planta mezcladora hasta el lugar de empleo por medio de vehículos que cumplan las exigencias fijadas. No se podrá despachar carga alguna a una hora muy avanzada del turno laboral, que pueda impedir la colocación y compactación de la mezcla con suficiente luz diurna, excepto cuando se hayan previsto medios satisfactorios de iluminación.

Distribución y Terminación

La temperatura de colocación de la mezcla asfáltica en la base imprimada será 130 °C mínimo. Al llegar al lugar de empleo, la mezcla será distribuida en el espesor acotado, conforme al perfil tipo de obra que se quiera lograr, efectuándolo ya sea sobre el ancho total de la calzada o en un ancho diferente practicable.

Cuando fuese practicable, la junta longitudinal de una capa, se colocará respecto de una junta existente inmediatamente debajo, repasándola en un ancho de 6 pulgadas por lo menos. La junta de la capa asfáltica superior se deberá encontrar en el eje del pavimento cuando éste se componga de 2 vías.

En superficies cuya irregularidad, u obstáculos insalvables imposibiliten el uso de equipos distribuidores y de terminación mecánicas, la mezcla será repartida, rastrillada y emparejada a mano. En tales superficies, la mezcla será vertida desde toboganes de acero, distribuida y cribada para conservar el espesor correspondiente del material requerido. El rastrillado y emparejado a mano será evitado en lo posible.

El esparcido de la mezcla asfáltica se realizará en forma uniforme y continua, evitando en lo posible las paradas, a fin de garantizar que la rugosidad de la superficie cumpla con lo establecido.

Compactación

Inmediatamente después que la mezcla haya sido repartida y emparejada, la superficie será verificada, nivelando todas las irregularidades comprobadas en la misma y compactada intensa y uniformemente por medio de rodillo.



El trabajo de compactación se podrá ejecutar cuando la mezcla esté en las condiciones requeridas y no produzca, en opinión del Supervisor, desplazamientos indebidos o agrietamientos de la mezcla.

El trabajo inicial de compactación, será efectuado en el caso de un recubrimiento completo, con un rodillo tándem tipo estático o vibratorio, que trabaje siguiendo al distribuidor de material y cuyo peso será tal que no produzca hundimiento o desplazamiento de la mezcla. El rodillo será accionado mediante un cilindro de mando ubicado lo más cerca posible del distribuidor de material a menos que el Supervisor indique otra cosa.

De usarse rodillo vibratorio deberá graduarse adecuadamente la amplitud y frecuencia de vibración, a fin de evitar la deformación de la superficie y la alteración de la regularidad superficial (rugosidad)

Inmediatamente después del rodillado inicial, la mezcla será compactada íntegramente mediante el uso de un rodillo neumático autopropulsado. Las pasadas finales de compactación se harán con una rodillo tándem, de un peso de por lo menos 10 toneladas, de dos o tres ejes.

Las operaciones de compactación comenzarán por los costados y progresarán gradualmente hacia el centro, excepto en curvas sobre- elevadas, donde el proceso se iniciará en el borde inferior y avanzará hacia el superior, siempre en sentido longitudinal. Dicho proceso se hará cubriendo uniformemente cada huella anterior de la pasada del rodillo, según órdenes que debe impartir el Supervisor y hasta que toda la superficie haya quedado compactada. Las distintas pasadas del rodillo terminarán en puntos de parada distantes 3 pies por lo menos de los puntos de parada anteriores. Procedimientos de compactación que difieren de los indicados preferentemente serán dispuestos por el Supervisor, cuando las circunstancias así lo requieran.

La mejor temperatura para iniciar la compactación, es la máxima a la cual, la mezcla soporta el rodillo sin originar excesivos movimientos horizontales; esta temperatura deberá definirse en obra. El proceso de compactación debe culminar antes que la temperatura de la mezcla asfáltica sea menor de 85 °C.



Cualquier desplazamiento que se produzca a consecuencia del cambio de la dirección del rodillo, será corregido enseguida, mediante el uso de rastrillos y la adición de mezclas frescas, cuando fuese necesario.

Se deberá prestar atención para evitar, durante la compactación, un desplazamiento del alineamiento y las pendientes de los bordes de la calzada.

Para evitar la adhesión de la mezcla a las ruedas del rodillo, estas serán mantenidas húmedas, pero no se permitirá un exceso de agua. No se permitirá el uso de petróleo para el humedecimiento de las ruedas del rodillo.

A lo largo de cordones, rebordes y muros u otros sitios inaccesibles para el rodillo, la mezcla será compactada con pisones a mano, o con apisonadores mecánicos que tengan una compresión equivalente. Cada pisón de mano pesará no menos de 25 libras (11.35 Kg.) y tendrá una superficie de apisonado no mayor de 50 pulgadas cuadradas.

La compactación proseguirá en forma continuada, para lograr un resultado uniforme, mientras la mezcla está en condiciones adecuadas de trabajabilidad y hasta que se haya eliminado toda huella de la máquina de compactación. La superficie de la mezcla después de compactada, será lisa y deberá concordar con el perfil tipo de obra y las pendientes, dentro de las tolerancias especificadas. Todas las mezclas que resulten con roturas, estén sueltas, mezcladas con suciedad o defectuosas de cualquier modo, serán retiradas y sustituidas con mezcla caliente fresca, que será compactada de inmediato, para quedar en iguales condiciones que la superficie circundante.

Toda superficie de 1 pie cuadrado o más, que acuse exceso o defecto de material asfáltico, será retirada y reemplazada por material nuevo.

Todos los puntos o juntas elevadas, depresiones o abolladuras, serán corregidos.

Junta

La distribución se hará lo más continua posible y el rodillo pasará sobre los bordes de terminación no protegidos de la vía de colocación reciente, sólo cuando así lo autorice el Supervisor. En tales casos, incluyendo la formación de juntas como se expresa anteriormente, se tomarán las medidas necesarias para



que exista una adecuada ligazón con la nueva superficie en todo el espesor de la capa.

No se colocará sobre material compactado 24 horas antes, a menos que el borde sea vertical o haya sido cortado formando una cara vertical, y aplicando una capa ligera de cemento asfáltico, una hora antes de la colocación.

Tramos de Prueba

Al iniciarse los trabajos, el Contratista de las obras construirá una o varias secciones de 100 m de longitud y 3.60 m de ancho de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ellas se probará el equipo y el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la mezcla y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría, contenido de asfalto y demás requisitos. En el caso de que los ensayos indicasen que la mezcla no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la instalación de fabricación y sistemas de extensión y compactación o, si ello es necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiendo la ejecución de las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

Requisito de Espesor y Peso

Cuando los planos y las especificaciones especiales indiquen el espesor de un pavimento o de una base, la obra terminada no podrá variar del espesor indicado en más de 3/8" para bases y de 1/4 de pulgada para superficies, excepto que, en el caso de la restauración de pavimentos existentes, se deberá admitir una tolerancia suficiente, por las irregularidades que dicho pavimento existente pueda acusar. Se efectuará mediciones del espesor en suficiente número, antes y después de compactar, para establecer la relación de los espesores del material sin compactar y compactado; luego el espesor será controlado, midiendo el material sin compactar que se encuentre inmediatamente detrás de la pavimentadora.

Cuando las mediciones así efectuadas, indiquen que una sección no se encuentra dentro de los límites de tolerancia fijados para la obra terminada, la zona aún no



compactada será corregida, mientras el material se encuentre todavía en buenas condiciones de trabajabilidad.

Cuando los planos o las especificaciones especiales lo exijan, la colocación del material para base o superficie, medida en peso por m³, no podrá variar en más de un 10% del régimen fijado.

Control de Acabado

La superficie del pavimento será verificada mediante una plantilla de coronamiento que tenga la forma de perfil tipo de obra y una regla de 3 m de longitud, aplicados en ángulo recto y en forma paralela, respectivamente, respecto del eje de la calzada. El Contratista destinará personal para aplicar la citada plantilla y la regla, bajo las órdenes del Supervisor, con el fin de controlar todas las superficies.

La variación de la superficie entre dos contactos de la plantilla o de la regla, no podrá exceder de 1/4 de pulgada para bases y de 1/8 de pulgada para superficie. De ser mayores las deformaciones, se evitarán colocando mezcla fina e inmediatamente compactada, siempre que no deteriore el aspecto estético de la vía.

Los ensayos para comprobar la coincidencia con el coronamiento y la pendiente especificada, se efectuarán inmediatamente después de la compactación inicial, y las variaciones establecidas serán corregidas por medio de adición o remoción de material, según sea el caso.

Después de ello, la compactación continuará en la forma especificada. Una vez efectuada la compactación final, la textura de la superficie terminada será controlada nuevamente, y se procederá a eliminar toda irregularidad comprobada, que exceda los límites arriba indicados. También se eliminarán zonas con textura, compresión y composición defectuosas y se corregirán dichos defectos conforme a las disposiciones del Supervisor, que pueden incluir la remoción y sustitución, por cuenta del Contratista, de las zonas cuestionadas.



Rectificación de los Bordes

Los bordes del pavimento serán rectilíneos y coincidentes con el trazado. Todo exceso de material será recortado después de la compactación final y depositado por el Contratista fuera del derecho de vía y lejos de la vista, debiendo ser eliminado, considerando los aspectos de protección ambiental.

5. Método de Medición

El método de medición se hará en tres formas y por separado:

- Superficie media con carpeta asfáltica en caliente aceptada por el Supervisor, por el espesor correspondiente, a pagar en metros cúbicos (m³) con la partida 410.A "Pavimento de concreto asfáltico en caliente (MAC)".
- Kilogramos (kg) de cemento asfáltico, que se pagará con la partida correspondiente a 420.C "Cemento asfáltico de penetración 120-150"
- Kilogramos de Filler utilizado en la mezcla, que se pagará con la partida 423.A "Filler mineral (Cal hidratada)".
- En caso de requerirse, el aditivo mejorador de adherencia se pagará en Kilogramos (kg) con la partida correspondiente a 424.A "Aditivo Mejorador de Adherencia".
- Los metrados de los sobrecanchos, será los calculados en el Proyecto.

420. C Cemento Asfáltico de Penetración Pen 85 - 100

Con esta Partida se pagarán los kilogramos de material empleado en la mezcla asfáltica (cemento asfáltico Pen 85 - 100) en caliente de superficie, y ensanches con concreto asfáltico, así como las transiciones y accesos a centro poblados, conforme lo disponga la Supervisión.

1. Método de Medición

Se medirá en kilogramos (kg), calculados de acuerdo a los resultados diarios de los ensayos de laboratorio (lavado asfáltico) aplicados al volumen de pavimento de concreto asfáltico puesta en obra.



422.A Asfalto Diluido Tipo Mc - 30

Esta partida consiste en el suministro de material asfáltico tipo MC-30 realmente empleados en la obra, que han sido verificados y aceptados por el Supervisor en la partida de imprimación asfáltica.

1. Método de Medición

Se medirá el número total de litros (lt) de material asfáltico aplicado, dicha medición de volumen debe ser referenciada a una temperatura de 15.6 °C.

Se tendrá en consideración el método de medición de la partida imprimación asfáltica.

423.A Filler Mineral (Cal Hidratada)

1. Descripción

Esta especificación se refiere al material a utilizar como relleno mineral (filler) en mezclas asfálticas finas o gruesas, preparadas y distribuidas en caliente.

El relleno mineral requerido para cumplir con los límites de granulometría (pasante en malla N° 200) estará constituido exclusivamente por Cal hidráulica hidratada.

La Supervisión está facultada para interpretar los resultados de los ensayos y fundamentar la aceptación o rechazo del material, en base a los mismos resultados de ensayos no previstos en esta especificación.

2. Características

El relleno mineral deberá cumplir con las normas AASHTO M303-89.

Almacenaje

Si fuese necesario almacenar la cal hidráulica hidratada en la obra, el Contratista lo deberá depositar en un galpón o recinto cerrado, bien protegido de la humedad o intemperie. Las bolsas o barricas se apilarán en capas, sobre un piso de tablas o similar, dispuesto a un nivel de 0.20 m, como mínimo, sobre el suelo y los datos de las pilas deberán quedar separados 30 cm, por lo menos, de las paredes altas del galpón o recinto cerrado.



Si no hubiera comodidad para almacenar la cal en locales cerrados y la importancia de la obra o la cantidad de filler a almacenar no justificase a juicio del Ingeniero Supervisor la construcción de un galpón, el Contratista podrá utilizar impermeables para cubrir las pilas acopiadas, debiéndose apoyar éstas sobre un piso análogo al descrito más arriba.

La aprobación por la Supervisión del procedimiento empleado para el almacenaje, no releva al Contratista, de la responsabilidad por la calidad del filler.

Todo envase de cal hidráulica hidratada que contenga material apelonado, aún en ínfima proporción, será rechazado y de inmediato retirado de la obra.

3. Método de Medición

Las cantidades de relleno mineral usado en la mezcla, se determinarán teniendo en cuenta el porcentaje estipulado en la fórmula de trabajo presentada por el Contratista y aprobada por el Ingeniero Supervisor. La unidad de medida será el kilogramo (kg).

424. A Aditivo Mejorador de Adherencia

1. Descripción

La Supervisión podrá disponer el uso de aditivo, con la finalidad de mejorar la adherencia agregado fino-bitumen siempre y cuando el uso de Cal Hidráulica hidratada utilizada como Filler no cumpla con mejorar estas características (capacidad de adherencia e impermeabilidad).

Esta partida, considera el uso de aditivo mejorador de adherencia, si los agregados de las canteras para la mezcla asfáltica así lo requieran.

2. Método de Ejecución

Antes de su aplicación en obra el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión los resultados de ensayos de diseños de mezcla del concreto de cemento asfáltico, con la respectiva dosificación de aditivo y las características técnicas del producto expedidas por el fabricante.



La dosificación será aprobada por la Supervisión en concordancia con las recomendaciones del fabricante.

El aditivo será medido o calibrado e introducido en la mezcladora, en las cantidades fijadas por el Ingeniero Supervisor. La cantidad adecuada que se debe usar dependerá de los Ensayos de Laboratorio, sin embargo la dosificación recomendada para su uso varía entre 0.5% a 0.75% del peso de asfalto, dependiendo del tipo de agregado, condiciones de humedad, naturaleza del asfalto, etc.

La incorporación del aditivo se efectúa directamente a los tanques con agitadores o a los camiones cisterna, provistos de una bomba de recirculación.

El tiempo total del mezclado será fijado por el Ingeniero Supervisor y se regulará en la mezcladora. El tiempo del mezclado se efectuará por un período de 20 a 30 minutos.

3. Control de Calidad

El control de calidad para comprobar la efectividad del aditivo, se hará mediante el Ensayo "Desprendimiento" (Stripping Test) ASTM – D1664 o AASHTO – T182 (+95), con agregados húmedos y el Ensayo de Resistencia de la mezcla bituminosa compactada al daño inducido por humedad AASHTO – T283 (Ensayo Lottman) con ciclos completos de calentamiento y congelamiento TSR>75.

4. Método de Medición

La Supervisión verificará el peso del aditivo utilizado en la mezcla acorde con los ensayos de Laboratorio previstos.

La unidad de medición será el kilogramo.

601. A Excavación no Clasificada para Estructuras

1. Descripción

Esta partida comprenderá toda excavación necesaria para la construcción de alcantarillas TMC, alcantarillas de concreto, muros, pontones y toda otra estructura para la cual la partida particular no especifique en otra forma tales



excavaciones, incluyendo el retiro de todo el material excavado. También comprenderá los trabajos de desbroce y limpieza, perfilado y compactado del fondo de las excavaciones, sin considerar los trabajos de reemplazo de material. Todo el trabajo se realizará de conformidad con los requisitos para las estructuras indicadas en los planos y según lo ordenado por el Supervisor. No se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material excavado.

2. Tolerancias

En ningún punto, la excavación realizada variará de la proyectada en mas de dos (2) centímetros en cota, ni más de cinco (5) centímetros en la localización en planta.

3. Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

4. Método de Medición

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido en su posición original, de material excavado de acuerdo con los planos e indicaciones del



Supervisor. El cálculo del material excavado se realizará empleando el método de las áreas medias.

No se reconocerá el volumen excavado fuera de los planos verticales exteriores paralelos a la estructura distanciados a (0.45 m) 0.60m., del perímetro o contorno de la proyección horizontal de los cimientos, que para el caso de alcantarillas tipo tubo, serán planos verticales a (0.45 m) 0.60m., a cada lado de la proyección horizontal del diámetro; salvo que la Supervisión haya aprobado taludes no verticales.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido.

Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez ni la sobre excavación que pueda realizar el Contratista por facilidad para su trabajo.

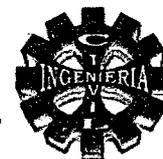
Los derrumbes originados por causas imputables al Contratista, serán removidos a su costo y la sobre excavación y la eliminación a DME, como resultado de este fenómeno, no será reconocida.

Los derrumbes originados por hechos fortuitos (no imputables al Contratista) se procederán a realizar el seccionamiento y cálculo del volumen correspondiente, para efectos de transporte más no para ser contabilizado como excavación de estructuras.

605. A Relleno Para Estructuras

1. Descripción

Los rellenos aquí definidos se refieren al movimiento de tierras a ejecutar para rellenar todos los espacios excavados no ocupados por las estructuras o para la protección de éstas. El material necesario para ejecutar estos rellenos, así como su proceso (extracción, apilamiento y zarandeo), está incluido o reconocido su pago, dentro del precio unitario de esta partida. Para el pago del costo de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación, ver último párrafo de las Bases de Pago.



2. Material

El material empleado para el relleno será proveniente de canteras, no debiendo contener materia orgánica, elementos inestables o de fácil alteración, ni otros elementos perjudiciales. El Supervisor dará la aprobación de la calidad del material a usar, el cual de ninguna manera deberá presentar características expansivas.

El material deberá ser de preferencia granular y deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Tamaño máximo	75 mm
% que pasa la malla N° 200	< 25% en peso
Límite líquido	30%

Se deja a criterio del Supervisor la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas para garantizar la calidad de los materiales.

3. Equipos

Los equipos para el extendido, acomodo, humedecimiento y compactado de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de la presente especificación técnica.

El equipo de compactación deberá componerse de rodillos, apisonadores, compactadores vibratorios o apisonadores mecánicos u otro equipo aprobado por el Supervisor. La compactación en zonas de difícil acceso, se podrá utilizar apisonadores manuales de más de 10 kg., de peso con una superficie para compactar de 15 x 15 cm.

No se permitirá el uso de equipo pesado que pueda producir daño a las estructuras recién construidas.

4. Métodos de Ejecución

El Contratista deberá notificará por escrito al Supervisor, con suficiente anticipación, el inicio de la ejecución de los trabajos de relleno, para que éste



realice los chequeos siguientes:

- Trabajos topográficos: verificación de cotas de cimentación, esviajamientos, secciones transversales en terreno natural, excavado y con la estructura construida.
- Verifique el suelo y condiciones de fundación,
- Características del material a emplear como relleno
- Lugares donde serán colocados.
- Estado de las estructuras de concreto, si ya han pasado la etapa de curado y están aptas para aplicar los rellenos respectivos
- Verificación del armado de las tuberías corrugadas, si la cantidad de pernos se encuentra completa, con el debido ajuste (torque), si las planchas están técnicamente colocadas tal como lo recomienda el fabricante y lo que indica la correspondiente especificación técnica.

Contando con la aprobación del Supervisor, luego de las verificaciones realizadas, el Contratista recién podrá realizar los rellenos correspondientes.

Para rellenos detrás de estructuras de contención y sostenimiento, su colocación se hará después de 14 días de vaciado el concreto o cuando las pruebas de resistencia realizadas bajo el control de la Supervisión, demuestren que el concreto ha alcanzado el 70% de la resistencia proyectada.

La colocación del relleno se realizará mediante capas horizontales de no más de 0.20 m de espesor, compactadas a una densidad mínima de 95% de la M.D.S. obtenida del ensayo Próctor Modificado. En caso el relleno llegue al nivel de la subrasante, los 0.30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima de 100% de la M.D.S. del ensayo Próctor Modificado.

En el caso de relleno en alcantarillas TMC, el procedimiento de ejecución se encuentra detallado en las partidas ALCANTARILLAS TIPO TMC y se complementa con lo descrito en la presente especificación.

En ningún caso el relleno se podrá ejecutar cuando el suelo se encuentra sumergido en agua o exista agua subterránea. El Contratista, con la aprobación de la Supervisión, realizará los trabajos necesarios para asegurar la buena calidad del suelo de fundación y evitar que falle el relleno.



La humedad del material de relleno, será aquella que se determine el laboratorio de campo, y será específica para cada tipo de material a emplear. En caso el material se encuentra en estado de saturación, el Contratista propondrá el método más adecuado para su utilización (aireación por venteo, mezclado con material seco, etc.) procedimiento que contará con la previa aprobación de la Supervisión para su realización.

Obtenida la humedad óptima, se procederá a la compactación hasta conseguir las densidades indicadas.

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada a las densidades indicadas y nivelada con pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de aguas superficiales sin peligro de erosión.

Sólo se podrá realizar los rellenos de estructuras cuando el día esté soleado o nublado sin llegar a la precipitación fluvial, en cuyo caso se deberá paralizar los trabajos y protegerlos de la mejor manera para evitar la saturación de los materiales que no se haya logrado compactar.

La adecuada realización de trabajos necesarios para la contención de las capas de relleno durante su construcción, tales como muros secos, es de absoluta responsabilidad del Contratista.

5. Métodos de Medición

La unidad de medida para los rellenos será el metro cúbico (m³) aceptado por el Supervisor y medidos en su posición final.

Los volúmenes serán determinados a partir de las secciones transversales tomadas antes y después de la realización de los trabajos de relleno, considerando las líneas de pago establecidas en el proyecto o por el Supervisor y las delimitaciones indicadas en la partida excavación no clasificada para estructuras.

El cálculo de los volúmenes de relleno se realizará mediante el método de áreas medias. No se consideran los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tuberías de TMC de drenaje, camas de asiento y cualquier otro

elemento de drenaje cubierto por el relleno.

No se medirán los rellenos en sobre excavaciones y excavaciones fuera de los límites establecidos por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

En cuanto a las zonas donde se ha producido derrumbes se procederá de la siguiente manera:

- Si a criterio del Supervisor el derrumbe es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada correrá por cuenta del Contratista y deberá cumplir con la exigencia de densidad antes mencionadas.
- Si el derrumbe no es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada se cuantificará y se adicionará a los volúmenes de relleno de la estructura para su valorización correspondiente.

610. E Concreto Clase E ($f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$)

1. Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas y estructuras en general, de acuerdo con los planos del proyecto, las especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

El pago del transporte del material granular proveniente de cantera, se reconoce el pago mediante las partidas 700.A y 700.B, según corresponda.

2. MATERIALES

2.1 Cemento

El cemento utilizado será Portland Tipo I o normal, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, NTP 334.090, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

2.2 Agregados



a) Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Contenido de sustancias perjudiciales

El siguiente cuadro señala los requisitos de límites de aceptación.

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznable	MTC E 212	1.00% máx.
Material que pasa el Tamiz de 75um (N°200)	MTC E 202	5.00 % máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 211	0.50 % máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión SO_4	AASHTO T290	0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ión Cl^-	AASHTO T291	0.10% máx.

Además, no se permitirá el empleo de arena que en el ensayo colorimétrico para detección de materia orgánica, según norma de ensayo Norma Técnica Peruana 400.013 y 400.024, produzca un color más oscuro que el de la muestra patrón.

Reactividad

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO_2 y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C289, se obtienen los siguientes resultados:



$$\text{SiO}_2 > R \text{ cuando } R \geq 70$$

$$\text{SiO}_2 > 35 + 0,5 R \text{ cuando } R < 70$$

Granulometría

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan a continuación:

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3 /8")	100
4,75 mm (N° 4)	95-100
2,36 mm (N° 8)	80-100
1,18 mm (N° 16)	50-85
600 mm (N° 30)	25-60
300 mm (N° 50)	10-30
150 mm (N° 100)	2-10

Fuente: ASTM C33

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos. El Modulo de Finura se encontrará entre 2.3 y 3.1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de 0.2 en el Módulo de Finura con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

Durabilidad

El agregado fino no podrá presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) o quince por ciento (15%), al ser sometido a la prueba de durabilidad en sulfatos de sodio o magnesio, respectivamente, según la norma MTC E 209.

En caso de no cumplirse esta condición, el agregado podrá aceptarse siempre que habiendo sido empleado para preparar concretos de características similares, expuestas a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo, haya dado pruebas de comportamiento satisfactorio.

Limpieza

El Equivalente de Arena, medido según la Norma MTC E 114, será sesenta y cinco por ciento (65%) mínimo para concretos de $f'c \leq 210\text{kg/cm}^2$ y para resistencias mayores setenta y cinco por ciento (75%) como mínimo.

b) Agregado grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del Supervisor.

Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

Contenido de sustancias perjudiciales

El siguiente cuadro, señala los límites de aceptación.

Sustancias Perjudiciales

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la Muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznable	MTC E 212	0.25% máx.
Contenido de Carbón y lignito	MTC E 215	0.5% máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 202	1.0% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión $\text{SO}_4 =$	AASHTO T290	0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ión Cl^-	AASHTO T291	0.10% máx.

Reactividad

El agregado no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y análogo criterio que en el caso de agregado fino.

Durabilidad

Los resultados del ensayo de durabilidad (norma de ensayo MTC E 209), no podrán superar el doce por ciento (12%) o dieciocho por ciento (18%), según se utilice sulfato de sodio o de magnesio, respectivamente.



Abrasión L.A.

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Angeles (norma de ensayo MTC E 207) no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

Granulometría

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en los documentos del proyecto o apruebe el Supervisor con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

Huso Granulométrico o N°	Porcentaje que pasa						
	7	67	57	467	357	4	3
63 mm (2,5")	-	-	-	-	100	-	100
50 mm (2")	-	-	-	100	95 - 100	100	90- 100
37,5 mm (1½")	-	-	100	95 - 100	-	90 - 100	35 - 70
25,0 mm (1")	-	100	95 - 100	-	35 - 70	20 - 55	0 - 15
19,0 mm (¾")	100	90 - 100	-	35 - 70	-	0 - 15	-
12,5 mm (½")	90 - 100	-	25 - 60	-	10 - 30	-	0 - 5
9,5 mm (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-	0 - 5	-
4,75 mm (N°4)	0 - 15	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0 - 5	-	-
2,36 mm (N°8)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

Nota: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida.

Fuente: ASTM C33, AASHTO M-43



La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

Forma

El porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso procesado, determinados según la norma MTC E 221, no deberán ser mayores de quince por ciento (15%). Para concretos de $f'c > 210 \text{ kg/cm}^2$, los agregados deben ser 100% triturados.

c) Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor y con las limitaciones establecidas en la Subsección 610.10(c) "Colocación del concreto".

d) Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano, debiendo ser analizado según norma MTC E 716.

Ensayos	Tolerancias
Sales solubles (ppm)	5000 máx.
Materia Orgánica (ppm)	3,00 máx.



Alcalinidad HCO_3^- (ppm)	1000 máx.
Sulfatos como ión SO_4 (ppm)	600 máx.
Cloruros como ión Cl^- (ppm)	1000 máx.
pH	5,5 a 8,0

El agua debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto. Así mismo, se debe tener presente los aspectos químicos del suelo a fin de establecer el grado de afectación de éste sobre el concreto.

La máxima concentración de Ión cloruro soluble en agua que debe haber en un concreto a las edades de 28 a 42 días, expresada como suma del aporte de todos los ingredientes de la mezcla, no deberá exceder de los límites indicados en la siguiente Tabla. El ensayo para determinar el contenido de ión cloruro deberá cumplir con lo indicado por la Federal Highway Administration Report N° FHWA-RD-77-85 "Sampling and Testing for Chloride Ion in concrete".

Contenido Máximo de ión cloruro

Tipo de Elemento	Contenido máximo de ión cloruro soluble en agua en el concreto, expresado como % en peso del cemento
Concreto prensado	0,06
Concreto armado expuesto a la acción de Cloruros	0,10
Concreto armado no protegido que puede estar sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros (incluye ubicaciones donde el concreto puede estar ocasionalmente húmedo tales como cocinas, garages, estructuras ribereñas y áreas con humedad potencial por condensación)	0,15

Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de recubrimientos impermeables.	0,80
---	------

(e) Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura. En las Especificaciones Especiales (EE) del proyecto se definirán que tipo de aditivos se pueden usar, los requerimientos que deben cumplir y los ensayos de control que se harán a los mismos.

3. Equipo

Los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

a) Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto

Todo el equipo necesario para la ejecución de los trabajos deberá cumplir con lo estipulado en esta Especificación Técnica, en lo que diera lugar.

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Supervisor, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia. En tal caso, las tandas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0,25 m³).

(b) Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda



inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados señale el Proyecto.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Supervisor. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

c) Encofrados y obra falsa

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme.

d) Elementos para la colocación del concreto

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

e) Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7 000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.



(f) Equipos varios

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

4. Explotación de Materiales y Elaboración de Agregados

Al respecto, todos los procedimientos, equipos, etc. requieren ser aprobados por el Supervisor, sin que este exima al Contratista de su responsabilidad posterior.

5. Estudio de la Mezcla y Obtención de la Fórmula de Trabajo

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregara al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos para su verificación. Si a juicio del Supervisor los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias.

Una vez que el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella. El contratista definirá una formula de trabajo, la cual someterá a consideración del Supervisor. Dicha fórmula señalará:

- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen.
- Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.
- La consistencia del concreto, la cual se deberá encontrar dentro de los siguientes límites, al medirla según norma de ensayo MTC E 705.



Tipo de Construcción	Asentamiento ("	
	Máximo	Mínimo
Zapata y Muro de cimentación armada	3	1
Cimentaciones simples, cajones, y sub-estructuras de muros	3	1
Losas y pavimento	3	1
Viga y Muro Armado	4	1
Columna de edificios	4	1
Concreto Ciclópeo	2	1

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

El tipo, clase o categoría del cemento o su marca.

El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.

El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).

La naturaleza o proporción de los aditivos.

El método de puesta en obra del concreto.

El Contratista deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión acorde con la de los planos y documentos del Proyecto, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a compresión especificada en los planos del proyecto. Los planos deberán indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma MTC E 702 y ensayadas según la norma de ensayo MTC E 704. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a veintiocho (28) días.

La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por



debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días.

La máxima relación agua/cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda la resistencia de diseño del elemento, según lo indica siguiente

Resistencia Promedio Requerida

Resistencia Especificada a la Compresión	Resistencia Promedio Requerida a la Compresión
< 20,6 MPa (210 Kg/cm ²)	$f'c + 6,8$ MPa (70 Kg/cm ²)
20,6 – 34,3 MPa (210 – 350 Kg/cm ²)	$f'c + 8,3$ MPa (85 Kg/cm ²)
> 34,3 MPa (350 Kg/cm ²)	$f'c + 9,8$ MPa (100 Kg/cm ²)

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder de 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0.45 para exposiciones al agua de mar o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada por el Supervisor. La cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incorporado que muestra la Tabla

Requisitos Sobre Aire Incluido

Resistencia de diseño a 28 días	Porcentaje aire incluido
280 kg/cm ² – 350 kg/cm ² concreto normal	6-8
280 kg/cm ² – 350 kg/cm ² concreto pre-esforzado	2-5
140 kg/cm ² – 280 kg/cm ² concreto normal	3-6

La cantidad de aire incorporado se determinará según la norma de ensayo AASHTO-T152 o ASTM-C231.

La aprobación que dé el Supervisor al diseño no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

6. Operaciones para el Vaciado de la Mezcla

6.1. Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 ½) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, el Supervisor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Supervisor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Contratista, a su costo, por un concreto satisfactorio.

El material de concreto derramado como consecuencia de las actividades de transporte y colocación, deberá ser recogido inmediatamente por el contratista, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

6.2 Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista notificará por escrito al



Supervisor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Supervisor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado. Por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Supervisor.

6.3 Colocación del concreto

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Supervisor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Contratista suministre cubiertas que, a juicio del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1,50 m).



Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

A menos que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de medio metro (0,5 m). El Supervisor podrá exigir espesores aún menores cuando le estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá disponer de los medios para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G, se deberá ajustar al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la mezcla de concreto simple.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el treinta por ciento (30%) del volumen total de concreto.



Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

6.4 Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Supervisor, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto contendrá un diez por ciento (10 %) de exceso de cemento, empleándose motobombas o equipos similares de succión para mantener en lo posible, la superficie lo más seca posible.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por el Supervisor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

6.5 Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de



aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

6.6 Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Supervisor. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por el Supervisor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

6.7 Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.



6.8 Curado

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Supervisor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

Curado con agua

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

Curado con compuestos membrana

Este curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autorice, previa aprobación de éste sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto de tal manera que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

6.9 Acabado y reparaciones

A menos que los planos indiquen algo diferente, las superficies expuestas a la vista, con excepción de las caras superior e inferior de las



placas de piso, el fondo y los lados interiores de las vigas de concreto, deberán tener un acabado por frotamiento con piedra áspera de carborundum, empleando un procedimiento aceptado por el Supervisor. Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado, el Supervisor podrá dispensar al Contratista de efectuar el acabado por frotamiento si, a juicio de aquél, las superficies son satisfactorias.

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Contratista, según lo requiera el Supervisor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrada a expensas del Contratista.

6.10 Limpieza final

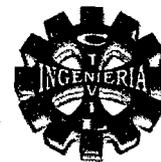
Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Supervisor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

6.11 Limitaciones en la ejecución

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius (10°C – 32°C).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4°C) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13°C) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10°C) para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (32°C), para que no se produzcan pérdidas en el



asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

7. Aceptación de los Trabajos

a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

b) Calidad del cemento

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor dispondrá que se efectúen los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.



c) Calidad del agua

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

d) Calidad de los agregados

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio del Supervisor, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

e) Calidad de aditivos y productos químicos de curado

El Supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización, disponiendo la ejecución de los ensayos de laboratorio para su verificación.

f) Calidad de la mezcla

1) Dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos $\pm 1\%$
- Agregado fino $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm $\pm 3\%$

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Supervisor.

2) Consistencia

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada en la Tabla N° 610-3 de las Normas Peruanas, cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites mencionados en la Subsección 610.07. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente.

3) Resistencia

El Supervisor verificará la resistencia a la compresión del concreto con la frecuencia indicada en la Tabla 610-3 de las Normas Peruanas. La muestra estará compuesta por nueve (9) especímenes según el método MTC E 701, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704), de las cuales se probarán tres (3) a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de siete (7) días y catorce (14) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los tres (3) especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm^2) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres (3) especímenes consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las dos (2) exigencias así indicadas es incumplida, el Supervisor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Contratista, a su costo, tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo a la norma MTC E 707.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius ($16^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}$) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura



se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se probarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Contratista deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Supervisor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, sin costo alguno para el MTC.

g) Calidad del producto terminado

1) Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas -5 mm a + 10 mm
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y
- estructuras similares de concreto reforzado -10 mm a + 20 mm
- Muros, estribos y cimientos -10 mm a + 20 mm

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima (+) indicada.



2) Otras tolerancias

- Espesores de placas -10 mm a +20 mm
- Cotas superiores de placas y veredas -10 mm a +10 mm
- Recubrimiento del refuerzo $\pm 10\%$
- Espaciamiento de varillas -10 mm a +10 mm

3) Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3m).

- Placas y veredas..... 4 mm
- Otras superficies de concreto simple o reforzado..... 10 mm
- Muros de concreto ciclópeo..... 20 mm

4) Curado

Toda obra de concreto que no sea correctamente curado, puede ser rechazada, si se trata de una superficie de contacto con concreto, deficientemente curada, el Supervisor podrá exigir la remoción de una capa como mínimo de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del Contratista.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

7. Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente aceptada por el Supervisor.



612. A Encofrado y Desencofrado

1. Descripción

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de modo que éste, al endurecer, adopte la forma indicada en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación dentro de la estructura

2. Materiales

Los encofrados a utilizar pueden ser de madera, metálicos o madera laminada o fibra prensada. El encofrado no deberá presentar deformaciones, defectos, irregularidades o puntos frágiles que puedan influir en la forma, dimensión o acabado de los elementos de concreto a los que sirve de molde.

Para superficies no visibles, el encofrado puede ser construido con madera en bruto, pero con juntas debidamente calafateadas para evitar la fuga de pasta de concreto.

Para superficie visibles, también denominada caravista, el encofrado deberá ser construido con paneles de $\frac{3}{4}$ " de madera laminada, madera machihembrada o con planchas duras de fibra prensada y marcos de madera cepillada. La línea de contacto entre panales deberá ser cubiertas con cintas, para evitar la formación de rebabas; dichas cintas deberán estar convenientemente adheridas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

Los alambres a emplearse en la sujeción de encofrados, no deben atravesar las caras del concreto, especialmente las que vayan a quedar expuestas. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente, de manera que el desencofrado no produzca daños en la superficie del concreto.

3. Ejecución

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del vaciado sin deformarse, incluyendo el efecto de vibrado para densificación y que su remoción no cauce



daño al concreto. Para efectos de diseño, se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el Contratista deberá presentar los diseños de los encofrados para la revisión y aprobación del Supervisor.

Los encofrados deberán ser construidos de manera que el elemento de concreto vaciado tenga la forma y dimensiones del proyecto y que se encuentre de acuerdo con los alineamientos y cotas aprobadas por el Supervisor y deberán presentar una superficie lisa y uniforme.

Antes de armar el encofrado, se deberá verificar que la superficie del encofrado se encuentre exenta de elementos extraños y con un recubrimiento adecuado de una membrana sintética para evitar la adherencia del mortero o del procedimiento que el Contratista crea por conveniente, con la única condición que el resultado sea igual o superior al antes descrito y sea aprobado por el Supervisor.

Salvo indicación contraria, todas las intersecciones de planos de encofrados deberán ser achaflanadas, tanto en el caso de ángulos entrantes como en las aristas. En el caso de aristas, el achaflanado se realizará por medio de una tira de madera, de sección transversal en forma de triángulo rectángulo, isósceles, con catetos de 2 cm de longitud.

El encofrado deberá encontrarse debidamente apuntalado y arriostrado de manera que la rigidez y estabilidad del mismo no se vea amenazada. Se deberá dar especial cuidado a las juntas entre tablas, paneles o planchas.

Se deberá evitar el apoyo del encofrado en elementos sujetos a flexión o deslizamiento. Cuando el terreno natural sea rocoso, el apoyo puede realizarse directamente sobre éste.

Cuando el terreno natural tenga buena resistencia sin ser susceptible a la erosión o desmoronamiento el apoyo puede realizarse sobre elementos dispuestos horizontalmente. En caso de que el terreno natural no tenga buena capacidad de soporte, deberán ser clavadas estacas conjuntamente con los refuerzos



horizontales antes mencionados.

No se puede efectuar llenado alguno sin la autorización escrita del Supervisor quien previamente habrá verificado el dimensionamiento, nivelación, verticalidad, estructuración del encofrado, humedecimiento adecuado de la caja del encofrado, la no existencia de elementos libres (esquirlas o astillas), concretos antiguos pegados o de otro material que pueda perjudicar el vaciado y el acabado del mismo. En caso de elementos de gran altura en donde resulta difícil la limpieza, el encofrado debe contar con aberturas para facilitar esta operación.

El tiempo para la remoción del encofrado y obra falsa está acondicionado por el tiempo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Los tiempos mínimos recomendados son los siguientes:

- Costados de viga 24 horas
- Superficie de elementos verticales 48 horas
- Losas superiores de alcantarillas 14 días
- Losas superiores de pontones 14 días

En el caso de utilizarse aditivos acelerantes de fragua y previa autorización del Supervisor, los tiempos de desencofrado pueden reducirse, de acuerdo al tipo y proporción del aditivo que se emplee. En general, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo con las pruebas de resistencia en muestras del concreto, cuando ésta supere el 70% de su resistencia de diseño. Todo trabajo de desencofrado deberá contar la previa autorización escrita del Supervisor.

Todo encofrado, para ser reutilizado, no deberá presentar alabeos, deformaciones, incrustaciones y deberá presentar una superficie limpia.

4. Métodos de Medición

Se considerará como área de encofrado la superficie de la estructura de concreto efectiva que esté cubierta directamente por dicho encofrado y que realmente haya sido ejecutada y aprobada por el Supervisor. La unidad medida será el metro cuadrado (m²).

622.B Tubería Corrugada de Acero Galvanizado Circular TMC Ø 36" – 0.90 m

1. Descripción

Este trabajo comprende:

- Suministro, transporte en obra, almacenamiento, manejo, armado, colocación de los tubos de acero corrugado galvanizado, para el cruce de aguas superficiales.
- Además comprende el suministro de todas las conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos.
- Comprende también la construcción de la cama de asiento a lo largo de la tubería, las conexiones de éstas a los cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

La tubería tendrá los tamaños, tipos, diseños y dimensiones de acuerdo a los alineamientos, cotas y pendientes indicadas en los planos u ordenadas por el Supervisor.

2. Materiales

Tubería Metálica Corrugada

Se denomina así a las tuberías de gran resistencia estructural formadas por planchas de acero corrugado, galvanizado, unidas con pernos. La sección para el proyecto será circular.

Los elementos de la tubería deberán cumplir con lo siguiente:

- Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones ASTM A-444 y AASHTO M-36. Los espesores de las planchas serán los siguientes:

DIÁMETRO	ESPESOR (mm)
36" (0.91 m)	2.0
48" (1.22 m)	2.5
60" (1.52 m)	3.0
72" (1.83 m)	3.3

- Los pernos deberán cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones ASTM A-307 y ASTM A-449.
- Las tuercas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-563

Material de Base o Asiento

Se denomina base o asiento al material de reemplazo que estará en contacto con el fondo de la estructura metálica.

La cama de asiento estará constituida por arena gruesa, conformada por una capa de 0.15 m de espesor mínimo y 0.30 m como máximo, y a todo lo ancho de la excavación.

3. Método de Construcción

3.1 Limpieza y Excavación

Según lo indicado en la partida 601 "Excavación no clasificada para estructuras en material suelto".

3.2 Preparación de la Base o Asiento del Tubo

Previa a la colocación del material de base se deberá verificar que el fondo de la excavación se encuentre perfilado, compactado y libre de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. No se permitirá la colocación del material de base si los trabajos anteriores no cuentan con la aprobación del Supervisor.

El espesor mínimo de la cama de asiento será 0.15 m, colocado sobre cualquier tipo de suelo de fundación, con excepción de suelos de baja capacidad portante o rocosos, en cuyo caso el espesor será de 0.30 m. como máximo.

Cualquier reemplazo de material por debajo de este nivel; para efectos de mejoramiento, no forma parte del material de base o asiento.

3.3 Armado y Colocación de la Tubería

Los tubos metálicos serán armados de preferencia en las cercanías del emplazamiento final, siguiendo las instrucciones de ensamblaje del fabricante.



Una vez ensamblados los tubos serán colocados en su posición mediante equipo de izaje adecuados y con la seguridad del caso. El transporte y manipuleo de la tubería se realizará de manera que no se abollen en ningún caso se permitirá el arrastre sobre el suelo.

La tubería se colocará cuidadosamente sobre el material de base o asiento, siguiendo el alineamiento indicado por dos estacas en línea, cuya colocación será aprobada por el Supervisor; de igual manera, el Supervisor verificará y dará su conformidad a las cotas de cimentación. Al momento de asentar la tubería se deberá verificar que los traslapes transversales se encuentren siempre en la dirección del flujo y que las costuras longitudinales se encuentran a los costados del tubo y por ningún motivo en la base del mismo. Todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado en su colocación, será retirado y recolocado o reemplazado sin derecho a compensación alguna.

Para el caso de tubos que soporten grandes rellenos, mayores de 7.50 m o cuando lo indique el Supervisor, se aumentará el diámetro vertical en un cinco por ciento (5%) mediante gatas hidráulicas de manera progresiva de un extremo a otro de la tubería, dicha deformación deberá realizarse antes de colocar el relleno y deberá mantenerse con ayuda de un adecuado apuntalamiento, el cual se retirará cuidadosamente una vez que el relleno se encuentre terminado y consolidado.

3.4 Colocación del Relleno Alrededor de la Estructura

El material de relleno deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la partida 605.A "Rellenos para estructuras con material de préstamo".

La colocación del relleno a los costados de la tubería, se realizará en capas alternadas de 0.15 m, para permitir un buen apisonamiento. El relleno se colocará en forma simétrica conservando siempre la misma altura en ambos lados del tubo.



El relleno deberá compactarse hasta alcanzar una densidad mayor al 95% de la M.D.S. del Próctor Modificado y en el caso de que el relleno se vaya a construir hasta el nivel de subrasante, los 0.30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima del 100% de la M.D.S.

El equipo de compactación será mecánico, pudiendo ser: apisonadores mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios. La elección del equipo dependerá de las condiciones existentes en el lugar y deberá evitar que el equipo golpee la estructura. No será aceptable la compactación del relleno por medio de anegación o chorros de agua.

La colocación de alcantarillas deberá ejecutarse cuando los trabajos de explanaciones hayan alcanzado el nivel de subrasante, por consiguiente, el relleno de estructuras alrededor de la tubería deberá alcanzar el mismo nivel. La altura de relleno mínimo desde la clave de la tubería hasta el nivel de subrasante será de (0.30/0.45 m).

3.5 Protección de la Estructura Durante la Construcción

No se deberá permitir la imposición de cargas concentradas fijas o móviles muy superiores a las que soportaría la estructura, por lo que el equipo y vehículos pesados no deberán circular sobre la estructura antes de que la altura de relleno mínima sobre la misma sea de (0.30/0.45 m). En caso del paso de equipo muy pesado se deberá proteger la estructura colocando material adicional encima del relleno.

No forman parte del relleno estructural los materiales colocados con el fin de dar protección a la estructura para el mantenimiento del tránsito por lo que no serán reconocidos como tales.

4. Método de Medición

La alcantarilla TMC colocada de la forma descrita, será medida por metro lineal (m) a lo largo de la clave de la tubería, para cada diámetro utilizado.

La medición se realizará cuando la tubería se encuentre instalado en su posición final, terminada y aceptada por el Supervisor.



No deberá medirse ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites indicados en los planos o autorizados por el Supervisor.

No se medirá el material de la cama de asiento, pues se encuentra incluido en el metrado de la Excavación y Relleno de estructuras. El transporte del material desde la cantera a la zona de trabajo se medirá tal como se indica en la partida Transporte de material granular.

635. A Cunetas Revestidas con Concreto Tipo 1

1. Descripción

La construcción del revestimiento de cunetas, se realizará utilizando una mezcla de concreto de cemento Portland, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos, además de los anexos que incluye la presente especificación.

2. Materiales

La mezcla de concreto tendrá, una resistencia a la compresión de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y, su preparación, colocación y curado deberá cumplir con todo lo señalado en el ítem "Concreto de Cemento Portland" de la especificación 610.00.

3. Método de Construcción

El Contratista podrá elegir el método de trabajo, pudiendo efectuar el vaciado en sitio o premoldearlo en forma de losas que puedan ser manipuladas y asentadas fácilmente, el cual será comunicado en forma oportuna para revisión y aprobación del Supervisor.

En las zonas donde las aguas pluviales han erosionado los taludes tanto superior como de la plataforma, se deberá ejecutar un relleno estructural, hasta los límites indicados en los planos para la cuneta tipo 2, con la finalidad de poder asentar íntegramente esta estructura.

Se deberá verificar que la superficie de asiento sea uniforme, esté bien perfilada, compactada con material satisfactorio aprobado por el Supervisor y tenga las



dimensiones correspondientes (ver anexo: "Perfilado y compactado para cunetas revestidas de concreto").

En el caso de ejecutarse el vaciado en sitio, los encofrados deberán estar convenientemente asegurados y mantenidos en posición hasta que el concreto haya fraguado. El vaciado del revestimiento de cunetas se realizará en tramos alternados, delimitados por cerchas que definen la sección transversal.

Las cunetas revestidas incluirán juntas de construcción cada 3.00 m y juntas de dilatación cada 15.00 m. (ver Anexo "Juntas de construcción y dilatación de cunetas revestidas con concreto").

4. Método de Medición

Este trabajo será medido por metro lineal (m) de cuneta terminada, debidamente aprobada por el Supervisor.

640. A Emboquillado de Piedra para E=0.15m

1. Descripción

Esta partida comprende el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra, para protegerlas contra la erosión y socavación, de acuerdo con lo indicado en los planos y/o lo ordenado por el Supervisor

Las estructuras donde se emplea este tipo de recubrimiento son las siguientes:

- Zanjas de drenaje revestidas
- Entregas de cunetas
- Entrega de zanjas de drenaje
- Encauzamiento al ingreso y salida de alcantarillas
- Encauzamiento al ingreso de cajas receptoras
- Zanjas de Coronación.
- Otras estructuras que a criterio del Supervisor crea conveniente colocar protección con emboquillado de piedra.



2. Materiales

2.1 Piedra

Las piedras a utilizar en el emboquillado deberán tener dimensiones tales, que la menor dimensión sea inferior al espesor del emboquillado en cinco (5) centímetros. Se recomienda no emplear piedras con forma y texturas que no favorezcan una buena adherencia con el mortero, tales como piedras redondeadas o cantos rodados sin fragmentar. No se utilizarán piedras intemperizadas ni piedras frágiles. De preferencia las piedras deberán ser de forma prismática, tener una cara plana como mínimo, la cual será colocada en el lado del emboquillado.

Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Si sus superficies tienen cualquier materia extraña que reduzca la adherencia, se limpiarán o lavarán. Serán rechazadas si tienen grasas, aceites y/o si las materias extrañas no son removidas.

Las piedras a emplearse pueden ser seleccionadas de tres fuentes, previa autorización del Supervisor:

- Canteras
- Cortes y excavaciones para explanaciones y obras de arte
- Voladura de roca para explanaciones y obras de arte.

2.2 Concreto

Debe cumplir con lo indicado en la especificación técnica de concreto de cemento Pórtland para una resistencia mínima de $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$.

2.3 Mortero

El mortero a utilizar para el asentado y llenado de juntas de las piedras estará constituido de cemento y arena, en una proporción uno a tres (1:3), o de acuerdo a las indicaciones del Supervisor.

El cemento y la arena, deberá cumplir con las especificaciones de la partida 610.00.



3. Método de Ejecución

El emboquillado se construirá según lo indicado en los planos del proyecto, en su ubicación, dimensionamiento y demás características. Cualquier modificación deberá ser aprobada por el Supervisor.

3.1 Preparación de la Superficie

Una vez terminada la excavación y el relleno, en caso de ser necesario, se procederá al perfilado y compactado de la superficie de apoyo del emboquillado, con pisón de mano de peso mínimo veinte (20) kilogramos, o bien con equipo mecánico vibratorio. Previamente a la compactación el material deberá humedecerse.

Se colocará un solado de concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ con un espesor mínimo:

- a. Para $e = 0.15 \text{ m}$. el espesor será de 5 cm.
- b. Para $e = 0.35 \text{ m}$ el espesor será de 10 cm.

En la cual se colocará y acomodará la piedra ejerciendo presión sobre ellas, hasta alcanzar el espesor total del emboquillado.

3.2 Preparación del Mortero

El mortero, salvo indicación contraria del Supervisor, deberá hacerse a mano, mezclando la arena y el cemento en un recipiente limpio e impermeable hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, a continuación se agregará la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si fuera necesario preparar el mortero con mezcladora, ésta deberá ser de la capacidad adecuada y será previamente aprobada por el Supervisor. El mezclado se hará durante un minuto y medio ($1\frac{1}{2}$) como mínimo. No se empleará morteros de cemento después de treinta (30) minutos de haberse incorporado el agua; asimismo está prohibido el retemplado del mortero con el fin de mejorarle la trabajabilidad.

3.3 Colocación de Piedras

Antes de asentar la piedra, ésta deberá humedecerse, lo mismo que la superficie de apoyo o plantilla y las piedras sobre las que se coloque mortero. Las piedras se colocarán de manera de obtener el mejor amarre



posible, sobre una cama de mortero previamente vacuada, acomodándolas a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las piedras contiguas. Las piedras deberán colocarse de manera que la mejor cara (plana) sea colocada en el lado visible del emboquillado. Las piedras se asentarán teniendo cuidado de no aflojar las ya colocadas. Las juntas entre piedras se llenarán completamente con mortero. Antes del endurecimiento del mortero, se deberá enrasar la superficie del emboquillado.

En caso que una piedra se afloje o quede mal asentada o se abra una de las juntas, dicha piedra será retirada, así como el mortero del lecho y las juntas, volviendo a asentar con mortero nuevo, humedeciendo el sitio del asiento.

El emboquillado de taludes deberá hacerse comenzando por el pie del mismo, con las piedras de mayores dimensiones; el asentado de piedras se hará de manera análoga que el caso del asentado de ladrillos, colocando juntas de mortero de 5 cm de espesor como mínimo. Para el desarrollo de los trabajos de emboquillado no será necesario el uso de encofrados. Una vez concluido el emboquillado, la superficie deberá mantenerse húmeda durante tres (3) días como mínimo.

4. Control de Trabajos

Para dar por terminado la construcción del emboquillado se verificará el alineamiento, taludes, elevación, espesor y acabado, de acuerdo a lo fijado en los planos y/o lo ordenado por la Supervisión, dentro de las tolerancias que se indican a continuación:

- Espesor del emboquillado +4 cm
- Coronamiento al nivel de enrase +3 cm
- Salientes aisladas en caras visibles con respecto a la sección del proyecto +4 cm
- Salientes aisladas en caras no visibles con respecto a la sección del proyecto +10 cm



- Variación planialtimétrica (desplome) con respecto al proyecto
1:200

5. Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

6. Método de Medición

La unidad de medida para los trabajos de emboquillado, aprobados por el Supervisor, será el metro cuadrado (m²), para capa de 0.15 ó 0.35 m de espesor.

700. A Transporte de Material Granular para $D \leq 1$ Km

700. B Transporte de Material Granular para $D > 1$ Km

700. G Transporte de Material Excedente a DME para $D \leq 1$ Km.

700. H Transporte de Material Excedente a DME para $D > 1$ Km.

700. I Transporte de Material de Derrumbe a DME para $D \leq 1$ Km

700. J Transporte de Material de Derrumbe a DME para $D > 1$ Km

1. Descripción

El transporte de los diferentes materiales, se pagará tomando en cuenta el volumen por la distancia de transporte (m³ x km), consideradas en las siguientes partidas:

700. A Transporte de Material Granular para $D \leq 1$ Km

700. B Transporte de Material Granular para $D > 1$ Km



700. G Transporte de Material Excedente a DME para $D \leq 1$ Km.

700. H Transporte de Material Excedente a DME para $D > 1$ Km.

700. I Transporte de Material de Derrumbe a DME para $D \leq 1$ Km

700. J Transporte de Material de Derrumbe a DME para $D > 1$ Km

1.1 Generalidades

Este transporte incluye el volumen de todo material a colocar y/o eliminar en la zona de la obra.

Los volúmenes de material granular, rellenos en general, agregados para concreto de cemento Portland, filtros, son determinados en su posición final. La distancia de transporte correspondiente se calculará utilizando las canteras aprobadas. Las distancias y volúmenes serán verificados y aceptados por el Supervisor.

El transporte interno, es aquel que se realiza desde la zona de extracción y apilamiento a la zona de proceso (zarandeo y/o chancado). En el caso que el procesamiento esté dentro del área de explotación de la cantera, no se reconocerá pago alguno por el transporte interno, pues está siendo reconocido dentro del precio unitario de la partida del material procesado.

El criterio general para las partidas de transporte, es que el esponjamiento del material a transportar está incluido en los precios unitarios y el carguío está considerado en la partida Transporte hasta 1 km.

1.2 Distancia Total de Transporte

La distancia de transporte se medirá a lo largo de la ruta más corta, determinada por el Supervisor entre centros de gravedad.

Si el Contratista elige transportar por un camino más largo, los cálculos para el pago se harán con la distancia de transporte medida a lo largo de la ruta elegida por el Supervisor.

Si el Contratista construye un camino más corto para el transporte, abandonando el camino elegido por el Supervisor, los cálculos para el pago se harán con la distancia medida a lo largo de la ruta elegida y no



se pagarán los trabajos que haya realizado el Contratista en la construcción del nuevo camino.

Para materiales provenientes de cantera, la distancia deberá incluir el acceso; definiéndose como acceso, a la distancia que existe entre las intersecciones de los ejes de la vía principal y de la vía hacia la cantera.

El final de la distancia de acceso se fija en los siguientes casos:

Para materiales sin proceso: se medirá hasta la zona de apilamiento de los materiales

Para materiales procesados: se medirá hasta la zona de ubicación de las plantas de proceso (zaranda y/o chancadora)

1.3 Distancia Libre de Transporte

Se entiende como distancia libre de transporte a aquella que no recibe pago directo, debiendo estar su costo incorporado a las partidas para cuya construcción se emplea el transporte. Esta distancia está definida como ciento veinte metros (120 m).

1.4 Distancia de Transporte

Para materiales provenientes de excavaciones (excedente a corte) o derrumbes

Esta distancia se medirá de los centros de gravedad de los orígenes y destinos del material, descontándose la distancia libre de transporte.

Para Material de Cantera (Granular, rellenos en general, agregados para concreto Portland, agregado para filtros, drenes)

Esta distancia se medirá del origen (centro de apilamiento para materiales sin proceso de la cantera o planta de proceso del material en la cantera), incluyendo el acceso respectivo y al centro de gravedad de la zona donde se va a trasladar el material (zona de obra o destino).

2. Método De Medición

La unidad de pago para estas partidas de transporte será el metro cúbico - kilómetro (m^3 -Km) siendo esta cantidad el producto de la distancia de

transporte por el volumen medido según lo indicado en cada especificación técnica involucrada.

Para los transportes menores de 1 km se considerará la distancia realmente recorrida multiplicada por el volumen transportado (m^3 -km)

700. C Transporte de Mezcla Asfáltica para $d \leq 1$ km

700. D Transporte de Mezcla Asfáltica para $d > 1$ km

1. Descripción

El transporte de la mezcla asfáltica se efectuará desde la planta de asfalto, aprobada por el Supervisor, hasta la zona de trabajo, tomando en cuenta el volumen de la carpeta asfáltica colocada (posición final) y la distancia de transporte.

Los parámetros de esta especificación son similares a los indicados en la partida genérica 700.00, excepto en la forma de medición del volumen transportado.

2. Método de Medición

La unidad de pago para estas partidas será metro cúbico - kilómetro (m^3 -km) siendo esta cantidad el producto de la distancia de transporte realmente recorrida por el volumen de la carpeta asfáltica colocada, terminada en su posición final y aprobada por la Supervisión.

801.E Señales Preventivas (0.75m x 0.75m)

1.0 Descripción

Las señales preventivas constituyen parte de la señalización vertical permanente y comprenden el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical para advertir y proporcionar ciertos niveles de seguridad a los usuarios.

Las señales preventivas se utilizarán para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican



un peligro real o potencial que puede ser evitados disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones necesarias.

La forma, color, dimensiones, colocación, tipo de materiales y ubicación en las señales preventivas estarán de acuerdo a las normas contenidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia. La relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico, o lo que señale la Supervisión. Todos los paneles de las señales llevarán en el borde superior derecho de la cara posterior de la señal, una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos, si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado o los materiales no cumplen con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para Uso en Señalización de Obras Viales del MTC.

2.0 Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico. El fondo de la señal será con material retroreflectivo color amarillo de alta intensidad (Tipo III). El símbolo y el borde del marco se pintarán en color negro con el sistema de serigrafía. Los materiales serán concordantes con los siguientes requerimientos para los paneles, material retroreflectivo y cimentación.

2.1 Requerimientos para los Paneles

Los paneles de las señales preventivas serán de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta uniformes, de una sola pieza. El diseño, forma y sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte está definido en los planos y documentos del Proyecto. Los refuerzos serán de un solo tipo (platinas en forma de cruz de 2" x 1/8").



El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere sus dimensiones o afecte su nivel de servicio. La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

El panel será plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva especificado para este material.

Los paneles deberán cumplir con los siguientes requisitos:

(1) Espesor

Debe ser de 4mm con tolerancia de más o menos 0.4mm ($4.0\text{mm} \pm 0.4\text{mm}$). El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

(2) Color

El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5 / N.8.5 Escala Munsel).

(3) Resistencia al impacto

Los Paneles de las dimensiones indicadas en los Planos, serán apoyados en sus extremos a una altura de 200mm del piso. El panel deberá resistir el impacto de una esfera de 4,500 gramos liberado en caída libre desde 2.0 metros de altura, sin resquebrajarse.

(4) Pandeo

El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus cuatro vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de 12mm. Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 750mm de lado.

Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta 20mm de deflexión. Las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.



2.2 Requerimientos para el Material Retroreflectivo

El material retroreflectivo debe cumplir los requerimientos de la Especificación ASTM D-4956 y los indicados en esta especificación. Este tipo de material va colocado por adherencia en los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retroreflectivas deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

(a) Tipo de material retroreflectivo

El tipo de material retroreflectivo, indicado en los planos, que se utilizarán en la fabricación de señales preventivas de tránsito, está conformado por una lámina retroreflectiva de alta intensidad (Tipo III) que contiene microesferas de vidrio encapsuladas dentro de su estructura.

Para garantizar la duración uniforme de la señal, no se permitirá el empleo en una misma señal, cualquiera que sea ésta, de dos o más tipos de materiales retroreflectivos diferentes.

(b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo

Las pruebas o ensayos de calidad para los requisitos de calidad funcional aplicables a láminas sin adherir o adheridas al panel de prueba, deben ser efectuadas bajo las siguientes condiciones:

(1) Temperatura o humedad

Los especímenes de pruebas deben ser acondicionados o montados 24 horas antes de las pruebas a temperatura de 23°C mas o menos 2°C ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$) y a una humedad relativa de 50% mas o menos 2% ($50 \pm 2\%$).

(2) Panel de prueba

Cuando las pruebas requieran que la lámina sea adherida a un panel, éste debe ser del tipo descrito en la **Sección 2.1 Requerimientos para los paneles**.

El panel debe tener una dimensión de 200mm de lado (200 x 200mm) y un espesor de 1.6mm. La superficie del panel en que se adhiere la lámina será desengrasada y pulida cada vez que se efectúe algún ensayo. La adherencia de la lámina al panel se efectuará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

(c) Requisitos de calidad funcional del material retroreflectivo

(1) Coeficiente de retroreflectividad

Los valores del coeficiente de retroreflectividad de las láminas retroreflectivas se determinan según la norma ASTM E-810 y certificados por el fabricante.

En el siguiente cuadro se presentan los Coeficientes Mínimos de Retroreflectividad (ASTM D-4956) con los valores mínimos de la lámina retroreflectiva, según color, ángulo de entrada y observación.

Coeficiente Mínimos de Retroreflectividad (ASTM D-4956)

Tipo de Material Retroreflectivo	Ángulo de Observación	Angulo de Entrada	Coeficiente Mínimo de Retroreflectividad según Color (CD. IX ⁻¹ M ⁻²)						
			Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón
III	0,2°	-4°	250	170	45	45	4,5	20	12
	0,2°	+30°	150	100	25	25	25	11	8,5
	0,5°	-4°	95	62	15	15	15	7,5	5,0
	0,5°	+30°	65	45	10	10	10	5	3,5

(2) Resistencia a la intemperie

La lámina retroreflectiva al panel será resistente a las condiciones atmosféricas y cambios de clima y temperatura.



Una señal completa expuesta a la intemperie durante 7 días no deberá mostrar pérdida de color, fisuramientos, picaduras, ampollamientos ni ondulaciones.

(3) Adherencia

La cara posterior de la lámina que contiene el adhesivo para aplicarlo al panel de las señales será de la clase 1 de la clasificación 4.3 de la norma ASTM D-4956, es decir un adhesivo sensible a la presión, no requiriendo calor, solventes u otra preparación para adherir la lámina a una superficie lisa y limpia.

El protector posterior de la lámina permitirá una remoción fácil sin necesidad de embeberla en agua u otras soluciones y a la vez, no deberá remover, romper o disturbar ninguna parte del adhesivo de la lámina al retirar el protector.

Para probar la capacidad de adherencia de la lámina, el panel de prueba será preparado según se indica en la **Subsección 2.2 Ítem (b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo** y se adherirá al panel 100mm de una cinta de 200 x 150 mm. Al espacio libre no adherido se le aplica un peso de 790 gramos para adhesivo de la lámina clase 1, 2, 3 y de 450 gramos para adhesivos clase 4, dejando el peso suspendido a 90° respecto a la placa durante 5 minutos.

Bajo estas condiciones, al final del período de carga, la lámina no deberá mostrar desprendimiento en la zona adherida mayor a 51 mm.

(4) Flexibilidad

Enrollar la lámina retroreflectiva en 1 segundo (1 seg.) alrededor de un eje de 3.2mm con el adhesivo en contacto con el eje. Para facilitar la prueba espolvorear talco en el adhesivo para impedir la adhesión al eje. El espécimen a probar será de 7 x 23 mm, la lámina ensayada será suficientemente flexible para no mostrar fisuras después del ensayo.

(5) Variación de dimensiones

Se prepara la lámina retroreflectiva de 23 x 23 mm con protector de adherencia según lo indicado en el acápite 1 de la **Subsección 2.2 Ítem**



(b) **Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo**, y se le somete a las condiciones indicadas, durante una hora.

Posteriormente, remover el protector del adhesivo y colocar la lámina sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. Diez minutos después de quitar el protector y nuevamente después de 24 horas, medir la lámina para determinar la variación de las medidas iniciales que no serán para cualquier dimensión mayor de 0.8mm en diez minutos de prueba y de 3.2mm en 24 horas.

(6) **Resistencia al impacto**

Aplicar una lámina retroreflectiva de 80 x 130 mm al panel de prueba preparado según lo especificado en el acápite 2 de la **Subsección 2.2 Ítem (b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo**. Someter la lámina al impacto de un elemento con peso de 900 gramos y diámetro en la punta de 16 mm, soltado desde una altura suficiente para aplicar un impacto de 11.5 Kg.cm,

La lámina retroreflectiva no deberá mostrar agrietamiento o descascaramiento en el área de impacto o fuera de ésta.

3.0 Equipo

El Contratista tendrá el equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

4.0 Requerimientos De Construcción

La fabricación de señales deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados para los paneles, postes y material retroreflectivo. Antes de iniciar la fabricación de las señales, el Supervisor definirá de acuerdo a planos y documentos del Proyecto, la ubicación definitiva de cada una de ellas, verificando las distancias respecto al pavimento indicadas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y que se fabriquen adecuadamente todos los dispositivos necesarios.



El Contratista entregará al Supervisor para su aprobación una lista definitiva de las señales y dispositivos considerando las condiciones físicas del emplazamiento de cada señal.

El material retroreflectivo que se coloque en los paneles será en láminas de una sola pieza, así como los símbolos y letras. No se permitirá la unión, despiece y traslapes de material, exceptuando de esta disposición solo los marcos y el fondo de las señales de información.

4.1 Instalación

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre 75 y 90°. Las señales se instalarán al lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito; salvo aquellos casos en los que se tenga que colocar al lado izquierdo de la vía, debido a la falta de visibilidad, carencia de espacio u otros.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50 m), exceptuando intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles. En caso de existir señales antiguas o instaladas anteriormente serán removidas, incluyendo los soportes, y entregados a la autoridad competente.

Se instalarán las señales de manera que las estructuras de soporte presenten absoluta verticalidad.

5.0 Aceptación de los Trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

(a) Controles

En la fabricación e instalación de señales el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.



- Verificar el cumplimiento de los programas de trabajo y la correcta aplicación de los métodos de trabajo indicados en estas especificaciones.
- Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos de calidad especificados. Para este fin, el Contratista presentará los certificados de calidad correspondientes, emitidos por el fabricante, respaldados debidamente por entidades competentes. De considerarse necesaria la verificación de alguno de estos ensayos, éstos se ejecutarán a cargo y costo del Contratista, en presencia del Supervisor.
- Verificar los valores de retroreflectividad de las láminas con un retroreflectómetro tipo ART-920 o aparato similar que mida directamente los valores en unidades de candela $\text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^2$ indicados en la presente especificación. Este ensayo deberá ser realizado por el Contratista a su costo y en presencia del Supervisor.
- Evaluar y medir para efectos de pago las señales correctamente fabricadas e instaladas.

(b) Calidad de los Materiales

No se admiten tolerancias en los requisitos establecidos en las presentes especificaciones para los diversos materiales que forman parte de las señales, su soporte y su cimentación.

Las señales preventivas sólo se aceptarán si su instalación está conforme con lo indicado en los planos y especificaciones. Las deficiencias detectadas deberán ser subsanadas por el Contratista a plena satisfacción del Supervisor.

(1) Calidad del material retroreflectivo

La calidad del material retroreflectivo será evaluada y aceptada según controles de calidad especificados y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad.

El Supervisor a su criterio y de considerarlo conveniente podrá ordenar al Contratista efectuar pruebas de cada lote de producción que se entregue en obra, para lo cual el Contratista proveerá el equipo necesario, un **panel de prueba** y el **material retroreflectivo** necesario para los ensayos, que deberá ser del mismo tipo, marca y procedencia que el lote entregado.



Se considera como un lote representativo la cantidad de 50 señales de cada tipo y un (1) ensayo del material por cada lote y tipo de material. Los gastos que demanden los ensayos correspondientes serán de cargo del Contratista.

(2) Calidad de los paneles

De igual manera que para el ensayo retroreflectivo, si el Supervisor considera necesario podrá ordenar al Contratista la ejecución de ensayos de tres (3) paneles por cada lote de 50 señales con todas las pruebas exigidas en las presentes especificaciones.

Para la prueba de impacto en el caso de paneles de fibra de vidrio, el Contratista proveerá tres paneles de dimensiones cuadradas de 750 mm de lado, sin lámina retroreflectiva, del mismo espesor, refuerzo y características que los entregados en el lote. De estos tres paneles se probará uno de ellos al impacto y se considerará a éste como representativo de todo el lote. En caso de fallar el primer panel se probará con otro y de fallar éste se probará el tercero. De fallar los tres paneles se rechazará todo el lote entregado. Con un panel que pase la prueba de impacto se aceptará el lote. Para los otros ensayos no se aceptará ninguna tolerancia.

3. Instalación

La instalación de las señales será evaluada y aceptada según la inspección visual del Supervisor, en conformidad con las mediciones y ensayos de control ejecutados.

6.0 Medición

Las señales preventivas se medirán por unidad instalada considerando el poste de soporte y la respectiva cimentación.

802. C Señales Reglamentarias Octogonal R-1 (0.60 x 0.60 M)

802. C Señales Reglamentarias Rectangular (0.80 x 1.20 M)

1.0 Descripción

Las señales reglamentarias forman parte de la señalización vertical permanente y comprenden el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los



dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical para advertir, reglamentar y proporcionar ciertos niveles de seguridad a los usuarios.

Las señales reglamentarias se utilizarán para indicar las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de Circulación Vehicular.

La forma, color, dimensiones, colocación, tipo de materiales y ubicación de las señales reglamentarias estarán de acuerdo a las normas contenidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia. La relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico, o lo que señale la Supervisión. Todos los paneles de las señales llevarán en el borde superior derecho de la cara posterior de la señal, una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos, si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado o los materiales no cumplen con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para Uso en Señalización de Obras Viales del MTC.

2.0 Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico. En general, el fondo de la señal será con material retroreflectivo de color blanco de alta intensidad (Tipo III). Las letras, el símbolo y el marco se pintarán en color negro, el círculo en color rojo. La aplicación será con el sistema de serigrafía.

Para la señal **PARE (R-1)**, el fondo será con material retroreflectivo color rojo de alta intensidad (Tipo III), el símbolo y el borde del marco se pintarán en color blanco, con el sistema de serigrafía.



En el caso de la señal **CEDA EL PASO (R-2)**, el fondo será con material retroreflectivo color blanco de alta intensidad (Tipo III), la orla de color rojo y las letras se pintarán en color negro, con el sistema de serigrafía.

Para el resto de señales, el fondo será con material retroreflectivo color blanco de alta intensidad (Tipo III), el símbolo y el borde del marco se pintarán en color negro y el círculo en color rojo con el sistema de serigrafía.

Los materiales serán concordantes con los siguientes requerimientos para los paneles, material retroreflectivo y cimentación:

2.1 Requerimientos para los Paneles

Los paneles de las señales reglamentarias serán de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta uniformes, de una sola pieza. El diseño, forma y sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte está definido en los planos y documentos del proyecto. Los refuerzos serán de un solo tipo (platinas en forma de cruz de 2" x 1/8").

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere sus dimensiones o afecte su nivel de servicio. La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

El panel será plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva especificado para este material.

Los paneles deberán cumplir los siguientes requisitos:

(1) Espesor

Debe ser de 4mm con tolerancia de más o menos 0.4mm (4mm ± 0.4mm). El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

(2) Color

El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5. / N.8.5. Escala Munsel).



3. Resistencia al Impacto

Los Paneles de las dimensiones indicadas en los Planos, serán apoyados en sus extremos a una altura de 200 mm del piso. El panel deberá resistir el impacto de una esfera de 4,500 gramos liberado en caída libre desde 2.0 metros de altura, sin resquebrajarse.

4. Pandeo

El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus cuatro vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de 12 mm. Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 750 mm de lado.

Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta 20 mm de deflexión. Las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.

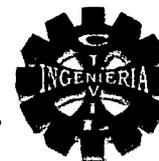
2.2 Requerimientos para el Material Retroreflectivo

El material retroreflectivo debe cumplir los requerimientos de la Especificación ASTM D-4956 y los indicados en esta especificación. Este tipo de material va colocado por adherencia en los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retroreflectivas deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

(a) Tipo de material retroreflectivo

El tipo de material retroreflectivo, indicado en los planos, que se utilizarán en la fabricación de señales reglamentarias de tránsito, está conformado por una lámina retroreflectiva de alta intensidad (tipo III) que contiene microesferas de vidrio encapsuladas dentro de su estructura.



Para garantizar la duración uniforme de la señal, no se permitirá el empleo en una misma señal, cualquiera que ésta sea, de dos o más tipos de materiales retroreflectivos diferentes.

(b) Condiciones para los Ensayos de Calidad del material retroreflectivo

Las pruebas o ensayos de calidad para los requisitos de calidad funcional aplicables a láminas sin adherir o adheridas al panel de prueba, deben ser efectuadas bajo las siguientes condiciones:

(1) Temperatura y Humedad

Los especímenes de pruebas deben ser acondicionados o montados 24 horas antes de las pruebas a temperatura de 23°C más ó menos 2°C ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y a una humedad relativa de 50% más ó menos 2% ($50\% \pm 2\%$).

(2) Panel de Prueba

Cuando las pruebas requieran que la lámina sea adherida a un panel, éste debe ser del tipo descrito en la Sección 2.1 Requerimiento para los paneles.

El panel tendrá una dimensión de 200 mm de lado (200 x 200 mm) y un espesor de 1.6 mm. La superficie del panel en que se adhiere la lámina será desengrasada y pulida cada vez que se efectúe algún ensayo. La adherencia de la lámina al panel se efectuará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

(c) Requisitos de calidad funcional del material retroreflectivo

(1) Coeficiente de retroreflectividad

Los valores del coeficiente de retroreflectividad de las láminas retroreflectivas se determinan según la Norma ASTM E-810 y certificados por el fabricante.

En el siguiente cuadro se presentan los Coeficientes Mínimos de Retroreflectividad (ASTM D-4956) con los valores mínimos de la lámina retroreflectiva, según color, ángulo de entrada y observación.

Coeficiente Mínimos de Retroreflectividad (ASTM D-4956)

Tipo de Material Retroreflectivo	Ángulo de Observación	Angulo de Entrada	Coeficiente Mínimo de Retroreflectividad según Color (CD. IX ⁻¹ M ⁻²)						
			Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón
III	0,2°	-4°	250	170	45	45	4,5	20	12
	0,2°	+30°	150	100	25	25	25	11	8,5
	0,5°	-4°	95	62	15	15	15	7,5	5,0
	0,5°	+30°	65	45	10	10	10	5	3,5

(2) Resistencia a la intemperie

La lámina retroreflectiva al panel será resistente a las condiciones atmosféricas y cambios de clima y temperatura.

Una señal completa expuesta a la intemperie durante 7 días no deberá mostrar pérdida de color, fisuramiento, picaduras, ampollamientos ni ondulaciones.

(3) Adherencia

La cara posterior de la lámina que contiene el adhesivo para aplicarlo al panel de las señales será de la clase 1 de la clasificación 4.3 de la norma ASTM D-4956, es decir un adhesivo sensible a la presión, no requiriendo calor, solventes u otra preparación para adherir la lámina a una superficie lisa y limpia.

El protector posterior de la lámina permitirá una remoción fácil sin necesidad de embeberla en agua u otras soluciones y a la vez, no deberá remover, romper o disturbar ninguna parte del adhesivo de la lámina al retirar el protector.

Para probar la capacidad de adherencia de la lámina, el panel de prueba será preparado según se indica en la **Subsección 2.2 Ítem (b)** **Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo** y se adherirá al panel 100mm de una cinta de 200 x 150 mm. Al espacio libre no adherido se le aplica un peso de 790 gramos para adhesivo de la



lámina clase 1, 2, 3 y de 450 gramos para adhesivos clase 4, dejando el peso suspendido a 90° respecto a la placa durante 5 minutos.

Bajo estas condiciones, al final del período de carga, la lámina no deberá mostrar desprendimiento en la zona adherida mayor a 51 mm.

(4) Flexibilidad

Enrollar la lámina retroreflectiva en 1 segundo (1 seg.) al rededor de un eje de 3.2 mm con el adhesivo en contacto con el eje. Para facilitar la prueba espolvorear talco en el adhesivo para impedir la adhesión al eje. El espécimen a probar será de 7mm x 23 mm, la lámina ensayada será suficientemente flexible para no mostrar fisuras después del ensayo.

(5) Variación de dimensiones

Se prepara la lámina retroreflectiva de 23 x 23 mm con protector de adherencia según lo indicado en el acápite 1 de la **Subsección 2.2 Ítem (b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo**, y se le somete a las condiciones indicadas, durante una hora.

Posteriormente, remover el protector del adhesivo y colocar la lámina sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. Diez minutos después de quitar el protector y nuevamente después de 24 horas, medir la lámina para determinar la variación de las medidas iniciales que no serán para cualquier dimensión mayor de 0.8mm en diez minutos de prueba y de 3.2mm en 24 horas.

(6) Resistencia al Impacto

Aplicar una lámina retroreflectiva de 80 x 130mm al panel de prueba preparado según lo especificado en el acápite 2 de la **Subsección 2.2 Ítem (b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo**. Someter la lámina al impacto de un elemento con peso de 900 gramos y diámetro en la punta de 16mm, soltado desde una altura suficiente para aplicar un impacto de 11.5 Kg.cm.

La lámina retroreflectiva no deberá mostrar agrietamiento o descascaramiento en el área de impacto o fuera de ésta.



3.0 Equipo

El Contratista tendrá equipo y herramientas necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

4.0 Requerimientos De Construcción

La fabricación de las señales deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados para los paneles, postes de soporte y material retroreflectivo.

Antes de iniciar la fabricación de señales, el Supervisor definirá de acuerdo a planos y documentos del Proyecto, la ubicación definitiva de cada una de ellas, verificando las distancias respecto al pavimento indicadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y que se fabriquen adecuadamente todos los dispositivos necesarios.

El Contratista entregará al Supervisor para su aprobación una lista definitiva de las señales y dispositivos considerando las condiciones físicas del emplazamiento de cada señal.

El material retroreflectivo que se coloque en los paneles será en láminas de una sola pieza, así como los símbolos y letras. No se permitirá la unión, despiece y traslapes de material, exceptuando de esta disposición sólo los marcos y el fondo de las señales de información.

4.1 Instalación

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre 75° y 90°. Las señales se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito; salvo casos excepcionales en los que se tenga que colocar al lado izquierdo de la vía, debido a la falta de visibilidad, carencia de espacio u otros.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50m), exceptuando intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles. En caso de existir



señales antiguas o instaladas anteriormente serán removidas, incluyendo los soportes, y entregados a la autoridad competente.

Se instalarán las señales de manera que las estructuras de soporte presenten absoluta verticalidad.

5.0 Aceptación de los Trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

(a) Controles

En la fabricación e instalación de señales el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo y la correcta aplicación de los métodos de trabajo indicados en estas especificaciones.
- Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos de calidad especificados. Para este fin, el Contratista presentará los certificados de calidad correspondientes, emitidos por el fabricante, respaldados debidamente por entidades competentes. De considerarse necesario la verificación de alguno de estos ensayos, éstos se ejecutarán a cargo y costo del Contratista, en presencia del Supervisor.
- Verificar los valores de retroreflectividad de las láminas con un retroreflectómetro tipo ART-920 o aparato similar que mida directamente los valores en unidades de candela $\text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^2$ indicados en la presente especificación. Este ensayo deberá ser realizado por el Contratista a su costo y en presencia del Supervisor.
- Evaluar y medir para efectos de pago las señales correctamente fabricadas e instaladas.

(b) Calidad de los Materiales

No se admiten tolerancias en los requisitos establecidos en las presentes especificaciones para los diversos materiales que forman parte de las señales, su soporte y su cimentación.

Las señales reglamentarias sólo se aceptarán si su instalación está conforme con las indicaciones de planos y especificaciones. Las deficiencias detectadas deberán ser subsanadas por el Contratista a plena satisfacción del Supervisor.

(1) Calidad del Material Retroreflectivo

La calidad del material retroreflectivo será evaluada y aceptada según controles de calidad especificados y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad.

El Supervisor a su criterio y de considerarlo conveniente podrá ordenar al Contratista efectuar pruebas de cada lote de producción que se entregue en obra, para lo cual el Contratista proveerá el equipo necesario, un **panel de prueba** y el **material retroreflectivo** necesario para los ensayos, que deberá ser del mismo tipo, marca y procedencia que el lote entregado.

Se considera como un lote representativo la cantidad de 50 señales de cada tipo y un (1) ensayo del material por cada lote y tipo de material. Los gastos que demanden los ensayos correspondientes serán de cargo del Contratista.

(2) Calidad de los Paneles

De igual manera que para el ensayo retroreflectivo, si el Supervisor considera necesario podrá ordenar al Contratista la ejecución de ensayos de tres (3) paneles por cada lote de 50 señales con todas las pruebas exigidas en las presentes especificaciones.

Para la prueba de impacto en el caso de paneles de fibra de vidrio, el Contratista proveerá tres paneles de dimensiones cuadradas de 750 mm de lado, sin lámina retroreflectiva, del mismo espesor, refuerzo y características que los entregados en el lote. De estos tres paneles se probará uno de ellos al impacto y se considerará a éste como representativo de todo el lote. En caso de fallar el primer panel se probará con otro y de fallar este se probará el tercero. De fallar los tres paneles se rechazará todo el lote presentado. Con un panel que pase la prueba

de impacto se aceptará el lote. Para los otros ensayos no se aceptará ninguna tolerancia.

(3) Instalación

La instalación de las señales será evaluada y aceptada según la inspección visual del Supervisor, en conformidad con las mediciones y ensayos de control ejecutados.

6.0 Medición

Las señales reglamentarias se medirán por unidad instalada considerando el poste de soporte y la respectiva cimentación.

803.00. C Señales Informativas de Localización y Destino

803.00. D Señales Informativas Ambiental

1. Descripción

Se utilizarán para guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndose al lugar de su destino. Tiene también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc y la información que ayude al usuario en el uso de la vía y en la conservación de los recursos naturales, arqueológicos, humanos y culturales que se hallen dentro del entorno vial.

Los detalles que no se muestran en los planos deberán complementarse con lo indicado en el manual de señalización del MTC..

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado, o los materiales no cumplen con lo indicado en las E.T.C.

2. Requisitos de Fabricación de Señales Informativas

Las señales de información general serán de tamaño variable, fabricados en plancha de fibra de vidrio de 4 mm de espesor mínimo, con resina poliéster, y con una cara de textura similar al vidrio, presentando una superficie lisa que



permita recibir el material adhesivo de las láminas retroreflectivas. El panel debe estar libre de fisuras o deformaciones que afecten su rendimiento, alteren sus dimensiones o reduzcan su nivel de servicio. El fondo de la señal informativa de destino será en lámina retroreflectante color verde, grado ingeniería. El mensaje a transmitir y los bordes irán con material reflectorizante de grado alta intensidad de color blanco.

El fondo de la señal informativa de servicios auxiliares será en lámina reflectiva color blanco de alta intensidad y el símbolo será pintado en color negro con tinta serigráfica. El marco será en lámina reflectiva color azul de alta intensidad.

El fondo de las señales indicadoras de ruta será en lámina reflectiva de alta intensidad color blanco y el símbolo será pintado color negro con tinta serigráfica

Las letras serán recortadas en una sola pieza, no se aceptarán letras formadas por segmentos.

La lámina retroreflectante será del tipo III y deberá cumplir con las exigencias de las E.T.C.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro, la cual deberá de cumplir con lo establecido en las E.T.C.

El panel de la señal será reforzado con ángulos y platinas, según se detalla en los planos. Estos refuerzos estarán embebidos en la fibra de vidrio y formarán rectángulos de 0.65 x 0.65 m como máximo.

3. Método de Medición

El método de medición para los diferentes componentes de las señales informativas, será el siguiente:

- a) La señal informativa de servicios auxiliares se medirá por unidad y aceptada por el Supervisor según la partida 803.B "Señal de Servicios Auxiliares (0.50 x 0.60 m)".
- b) El cartel o señal informativa de placa terminada de acuerdo a estas especificaciones, a lo indicado en los planos y aceptados por el

Supervisor se medirá por metro cuadrado (m²), según la partida 803.C "Señal Informativa".

- c) La señal informativa Ambiental se medirá por metro cuadrado (m²) de acuerdo a estas especificaciones, a lo indicado en los planos y aceptados por el Supervisor, se el Supervisor según la partida 803.D "Señal Informativa Ambiental".

804. A Postes de Soportes de Señales

804. B Estructuras de Soporte de Señales Tipo E-1

1. Descripción

Los Elementos de soporte de señales constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Se utilizarán para sostener la señalización vertical permanente pudiendo ser de los tipos:

2. Postes de Soporte

Los postes son los elementos sobre los que van montados los paneles con las señales que tengan área menor de 1,2 m² con su mayor dimensión medidas en forma vertical.

El poste tendrá las características, material, forma y dimensiones que se indican en los planos y documentos del proyecto. Los postes serán cimentados en el terreno y fabricados en concreto con refuerzo de acero estructural. Los postes deberán ser diseñados con una longitud suficiente de acuerdo a las dimensiones del panel y su ubicación en el terreno, de tal forma que se mantengan las distancias (horizontal y vertical) al borde de la calzada indicado en el numeral 2.1.12 del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Los postes serán de una sola pieza, no admitiéndose traslapes, soldaduras, uniones ni añadiduras.

2.1 Postes de Concreto

Los postes de concreto de cemento portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos. Serán de concreto Clase E según la clasificación indicada.



El acabado y pintura del poste será de acuerdo a lo indicado en los planos y en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. El pintado de los mismos se efectuará de acuerdo a lo establecido en el Manual de Especificaciones Técnicas de Calidad para Pinturas de Tráfico (Resolución Direct. N° 851-98-MTC/15.17.-) La cimentación del poste tendrá las dimensiones indicadas en los planos y Expediente Técnico del proyecto.

2.2 Estructuras de Soporte

Las estructuras se utilizarán generalmente para servir de soporte a las señales informativas que tengan un área mayor de $1,2 \text{ m}^2$ con la mayor dimensión medida en forma horizontal.

Las estructuras serán diseñadas de acuerdo a la dimensión, ubicación y tipo de los paneles de las señales, así como los sistemas de sujeción a la estructura, cimentación y montaje, todo lo que debe ser indicado en los planos y documentos del proyecto.

Las estructuras serán metálicas conformadas por tubos y perfiles de fierro negro. Los tubos tendrán un diámetro exterior no menor de setenticinco milímetros (75 mm.), y un espesor de paredes no menor de dos milímetros (2 mm.). Serán limpiados, desengrasados y no presentarán ningún óxido antes de aplicar dos capas de pintura anticorrosiva y dos capas de esmalte color gris.

Similar tratamiento se dará a los perfiles metálicos u otros elementos que se utilicen en la conformación de la estructura.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de los elementos de soporte se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de los necesarios a fabricar estará en concordancia al número de señales a instalar que será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

3. Equipo

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

4. Requerimiento de Construcción

4.1 Excavación y Cimentación

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada, sobre todo cuando se instala en taludes de rellenos, la profundidad de la excavación deberá ser también indicada en los planos y documentos del proyecto, pudiendo sobreelevarse la cimentación con encofrados de altura necesaria para que al vaciar el concreto la señal quede correctamente cimentada, estabilizada y presente la altura especificada.

La cimentación de postes y estructuras de soporte se efectuará con un concreto ciclópeo clase G y la sobreelevación para estructuras de soporte será con un concreto de clase E, según la Subsección 610.03 de estas especificaciones.

Se acepta para dar verticalidad y rigidez a los postes y soportes que se usen en la cimentación, dos capas de piedra de diez centímetros (10 cm.) de tamaño máximo, antes de vaciar el concreto.

4.2 Instalación

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre setenticinco grados (75°) y noventa grados (90°).

Las señales por lo general se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito. Excepcionalmente, en el caso de señales informativas, podrán tener otra ubicación justificada por la imposibilidad material de instalarla a la derecha de la vía.



Adicionalmente a las distancias del borde y altura con respecto al borde de calzada indicado en el numeral 2.1.12 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, los postes y estructuras de soporte de las señales serán diseñadas de tal forma que la altura de las señales medidas desde la cota del borde de la calzada hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 1,20 m. ni mayor de 1,80 m. para el caso de señales colocadas lateralmente.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50 m.), exceptuando intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles. En caso de existir señales antiguas o instaladas anteriormente serán removidas incluyendo los soportes y entregados al Supervisor.

El Contratista instalará las señales de manera que el poste y las estructuras de soporte presenten absoluta verticalidad.

El sistema de sujeción de los paneles a los postes y soportes debe ser de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

4.3 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la instalación de señales verticales de tránsito en instantes de lluvias, ni cuando haya agua retenida en las excavaciones o el fondo de esta se encuentre muy húmedo a juicio del Supervisor. Toda agua deberá ser removida antes de efectuar la cimentación e instalación de la señal.

En un proyecto, los postes de soporte serán de un solo tipo de material.

5. Método de Medición

Las postes de las señales de tránsito se medirán de la siguiente forma:

Los Postes y Estructuras de soporte por unidad, incluye la excavación, el concreto, acero de refuerzo, encofrado y desencofrado e instalación y pintado.

805.A Poste Delineador

1. Descripción

Los postes delineadores son elementos que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos de carretera que por su peligrosidad o condiciones de diseño o visibilidad requieran ser resaltados para advertir al usuario de su presencia.

Los detalles que no sean señalados en los planos, deberán complementarse con lo indicado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras en vigencia.

2. Método de Construcción

Se colocarán en intervalos según lo especificado en la Tabla N° 3.1 espaciamiento de delineadores de curvas horizontales del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

El poste delineador tendrá una forma prisma triangular achatada, con una altura de 0.70 m libre y pintado con tres (3) manos de pintura blanca en el cuerpo. En la parte superior final se empotrará una plancha metálica, sobre la cual se colocará una lámina retroreflectante del tipo III de 0.10 x 0.15 m., sobre dos caras. La lámina de color rojo se colocará en el sentido contrario a la marcha y la de color blanco en el sentido de la marcha. Las láminas retroreflectantes serán del Tipo III y deberán cumplir con los requerimientos de la Norma ASTM-4596 y lo indicado en las E.T.C.

COEFICIENTE DE RETROREFLEXION (cd/lux/m ²)									
Tipo	Angulo Observ	Angulo Entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón
III	0.1°	- 4°	300	200	120	54	54	24.0	14.0
	0.1°	+ 30°	180	120	72	32	32	14.0	10.0
	0.2°	- 4°	250	170	100	45	45	20.0	12.0
	0.2°	+ 30°	150	100	60	25	25	11.0	8.5
	0.5°	- 4°	95	62	30	15	15	7.5	5.0



	0.5°	+ 30°	65	45	25	10	10	5.0	3.5
--	------	-------	-----------	----	----	----	-----------	-----	-----

Se construirán en el mismo sitio de su colocación o pueden ser prefabricados y llevados al sitio de su colocación. El concreto utilizado tendrá una resistencia a la compresión de 175 kg/cm² a los 28 días, utilizándose para su fabricación encofrados metálicos o de madera del tipo desarmable.

La cimentación de la unidad asegurará empotrando el poste delineador en su ubicación, en una profundidad de 30 cm. Esta cimentación tendrá una forma cilíndrica, con un diámetro de 0.50 m., y una profundidad de 0.50 m. El material de cimentación será un concreto simple con una resistencia mínima a la compresión de 100 kg./cm² a los 28 días.

El refuerzo metálico del delineador consistirá en 3 barras N°3 de diámetro y 0.95 m de longitud, colocadas en cada vértice de la unidad. El amarre de este refuerzo consistirá en tres estribos formados por barras de 3/4" de diámetro y de 0.35 m de longitud.

Los postes delineadores deberán ser pintados de color blanco y amarillo, tal como se indica en el plano de señalización correspondiente; la pintura deberá cumplir con las E.T.C.

3. Métodos de Medición

El método de medición es por unidad (u), colocado y aceptado por el Supervisor.

810. A Marcas en el Pavimento Tipo I

1. Descripción

Las marcas a aplicar en el pavimento sirven para delimitar los bordes de pista, separar los carriles de circulación y el eje de la vía en carreteras bidireccionales de una sola calzada. También tiene por finalidad resaltar y delimitar las zonas con restricción de adelantamiento.

También las marcas en el pavimento pueden estar conformadas por símbolos y palabras con la finalidad de ordenar, encausar y regular el tránsito vehicular y complementar y alertar al conductor de la presencia en la vía de colegios,



cruces de vías férreas, intersecciones, zonas urbanas y otros elementos que pudieran constituir zonas de peligro para el usuario.

Los detalles no considerados en los planos deberán complementarse con lo indicado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras en vigencia.

El Contratista no podrá dar inicio a las labores de demarcación del pavimento, sin autorización del Supervisor, quien verificará la ubicación de las marcas conforme a lo indicado en los planos de proyecto o según las instrucciones del Supervisor.

2. Materiales

El Contratista deberá presentar al Supervisor los certificados de calidad de la pintura y microesferas de vidrio a utilizar en los trabajos.

Pinturas de Tráfico Color Blanco y Amarillo (Tipo II)

a) Tipo TT-P-115F

Esta debe ser una pintura compuesta por sólidos de resina de caucho clorado alquídicó con la formulación exacta de la norma TT-P-115F .

La pintura deberá tener la pigmentación adecuada, que permita buena visibilidad, resistencia a la abrasión y gran durabilidad, así como de secado rápido.

b) Microesferas de Vidrio a Emplear en Marcas Viales

Reflectivas

b.1 Definición

Las microesferas de vidrio se definen a continuación por las características que deben reunir para que puedan emplearse en la pintura de marcas viales retroreflectiva, por el sistema de post-mezclado, en la señalización horizontal de carreteras.

Las microesferas de vidrio deberán cumplir con las E.T.C.

b.2. Características

b.2.1 Naturaleza



Estarán hechas de vidrio y deberán ser transparentes, limpias, lisas y esféricas; serán de tal naturaleza que permitan su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura.

b.2.2 Clasificación

Las microesferas de vidrio según la norma AASHTO M-247 se clasifican de acuerdo a su tamaño o graduación, según lo indicado en la siguiente tabla:

TAMIZ		% que pasa	
Tamaño de Abertura (mm)	Nº	TIPO I	TIPO II
0.850	20	100	
0.600	30	75 - 95	100
0.425	40		90 - 100
0.300	50	15 - 35	50 - 75
0.180	80		0 - 5
0.150	100	0 - 5	

Los tipos de microesferas a emplear en el presente Proyecto serán del TIPO I

b.2.3 Flotación

La aplicación de las microesferas estará de acuerdo con el espesor de la pintura, debiendo garantizarse una flotabilidad entre 50 y 60% fin de garantizar la máxima eficiencia de retroreflectividad de las microesferas aplicadas.

b.2.4 Índice de refracción

El índice de refracción de las microesferas de vidrio deberá estar comprendido entre 1.50 a 1.55.

b.2.5 Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión para microesferas retenidas en la malla Nº 40 debe ser 70% como mínimo.



b.2.5.1 Resistencia a la humedad

Las esferas no deberán absorber humedad durante su almacenamiento. Ellas deben permanecer libres de racimos y grumos y deben fluir libremente desde el equipo de dispersión.

b.2.5.2 Resistencia a los ácidos

No presentarán al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.

b.2.5.3 Resistencia a la solución 1N de cloruro cálcico

No presentarán al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.

b.2.6 Dosificación

La aplicación de las microesferas de vidrio sobre la pintura, para convertirla en retroreflectante se efectuará por el sistema de postmezclado, con unas dosificaciones aproximadas de 3.70 Kg/gln de pintura ó 0.48 Kg de microesferas por metro cuadrado de pintura. El proceso de aplicación será por gravedad, las microesferas son colocadas en la tolva de la dosificadora y fluirán libremente inmediatamente después de haber pintado la vía en forma uniforme, lo que garantizará su adherencia.

3. Requisitos para la Construcción

El área a ser pintada deberá estar libre de partículas sueltas. Esto puede ser realizado por escobillado u otros métodos aceptables para el Supervisor. La máquina de pintar deberá ser del tipo rociador, capaz de aplicar la pintura satisfactoriamente bajo presión, con una alimentación uniforme a través de boquillas que rocíen directamente sobre el pavimento.

Cada máquina deberá tener un tanque de pintura, equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla deberá estar equipada con válvulas de cierre satisfactoria, que permitan aplicar rayas continuas o discontinuas automáticamente. Cada boquilla deberá tener un dispensador automático de microesferas de vidrio, que deberá operar simultáneamente con la boquilla



rociadora y distribuir las esferas uniformemente, a la velocidad especificada. Cada boquilla deberá también estar equipada con guías de rayas adecuadas que consistirán de mortajas metálicas o golpes de aire.

Las líneas deberán tener 10 cm de ancho. Los segmentos de línea interrumpida también deberán ser de 10 cm de ancho. Los segmentos de línea interrumpida deberán ser de 4.50 m de longitud con intervalos de 7.50 m en zonas rurales y 3.00 m., de longitud con intervalos de 5.00 m., en zonas urbanas; tal como se indican en los planos de señalización. En las zonas de preaviso, los segmentos tendrán 4.50 m. de longitud espaciados cada 1.50 m, en zonas rurales; mientras que en las zonas urbanas los segmentos tendrán 3.00 m. de longitud con espaciamientos de 1.00 m.

Las marcas sobre el pavimento serán continuas en los bordes de calzada y discontinuas en el eje con excepción de las de adelantamiento prohibido; las líneas de borde de calzada serán de color blanco, mientras que las líneas centrales serán de color amarillo.

Los símbolos, flechas, letras y otros elementos a pintar sobre el pavimento, estarán de acuerdo a lo indicado en los planos o lo que disponga el Supervisor, deberán tener una apariencia clara, uniforme y bien terminada.

Todas las marcas que no tenga una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, deberán ser corregidas por el Contratista a su costo.

4. Método de Medición

Las cantidades aceptadas de marcas en el pavimento se medirán en metros cuadrados, verificados y aceptados por el Supervisor.



820. A Guardavía Metálica

820. B Sección Final

820. C Sección de Amortiguamiento

1.0 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas o guardavías metálicas a lo largo de los bordes de la vía, en los tramos indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor.

2.0 Materiales

2.1 Lámina

Las barandas de guardavías metálicas serán de lámina de acero. La lámina deberá cumplir todos los requisitos de calidad fijados en la norma M -180 de la AASHTO, en especial los siguientes:

Descripción	Elemento	
	Vigas	Secciones final y de amortiguación
Tensión mínima de rotura de tracción	345 Mpa	227 Mpa
Límite de fluencia mínimo	483 Mpa	310 Mpa
Alargamiento mínimo de una muestra de 50mm. de longitud por 12.5mm. de ancho y por el espesor de la lámina	12%	12%

Las láminas deberán ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de 550 gr/m², en cada cara de acuerdo a la especificación ASTM A-123.

El zinc utilizado deberá cumplir las exigencias de la especificación AASHTO M-120 y deberá ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western". Los espesores de las láminas con las cuales se fabricarán los guardavías serán de 2.50mm.



La forma de la guardavía será curvada del tipo doble onda (perfil W) y sus dimensiones deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos del Proyecto.

2.2 Postes de Fijación

Serán perfiles de láminas de acero en forma de U formado en frío, de 6mm de espesor y sección conformada por el alma de 150mm, con lados de 60mm cada uno, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros necesarios dejen secciones debilitadas. Su longitud deberá ser de 1.80m. Los postes de fijación deberán ser galvanizados por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de 550 gr/m², de acuerdo a la especificación ASTM A-123 por cada lado.

2.3 Elementos de Fijación

Se proveerán tornillos de dos tipos, los cuales presentarán una resistencia mínima a la rotura por tracción de 345 Mega Pascales (345 Mpa).

Los tornillos para empalme de tramos sucesivos de guardavía serán de 16 mm de diámetro y 32 mm de longitud, con cabeza redonda, plana y cuello ovalado, con peso aproximado de 8.6 Kg. por cada 100 unidades. Los tornillos de unión de la lámina al poste serán de 16mm de diámetro y longitud apropiada según el poste por utilizar. Estos tornillos se instalarán con arandelas de acero, de espesor no inferior a 4.8 mm con agujero alargado, las cuales irán colocadas entre la cabeza del tornillo y la baranda.

Los tornillos, las tuercas y las arandelas deberán ser galvanizados conforme se indica en la especificación AASHTO M-232.



3.0 Equipo

El Contratista deberá disponer del equipo mínimo necesario para la correcta y oportuna ejecución del trabajo especificado, incluyendo barras de acero, palas, llaves fijas o de expansión y pisones manuales.

4.0 Requerimientos de Construcción

Los guardavías que deban instalarse con un radio de 45 metros ó menor, deberán adquirirse con la curvatura aproximada de instalación.

Los guardavías tendrán revestimiento adicional de pintura que se efectuará de acuerdo a lo establecido en estas especificaciones y las indicaciones de los planos.

Para visualizar los guardavías en horas nocturnas, en cada poste se adosará un captafaro, el cual debe cumplir con los requisitos indicados en estas especificaciones.

4.1 Localización

Si los planos o el Supervisor no indican de otra manera, los postes deberán ser colocados a una distancia mínima de 90 cm del borde de la berma y su separación centro a centro no excederá de 3.81 m, y en caso de requerirse mayor rigidez de la guardavía se instalará un poste adicional en el centro, es decir equidistanciado a 1.91 m. Los postes se deberán enterrar bajo la superficie en una longitud 1.10 m.

Los guardavías se fijarán a los postes de manera que su línea central quede entre 0.45 m y 0.55 m, por encima de la superficie de la calzada.

4.2 Excavación

En los sitios escogidos para enterrar los postes se efectuarán excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste y hasta la profundidad especificada.

4.3 Colocación del Poste

El poste se colocará verticalmente dentro del orificio y el espacio entre él y las paredes de la excavación se rellenará con parte del mismo suelo excavado, en capas delgadas, cada una de las cuales se compactará cuidadosamente con



pisones, de modo que el poste quede vertical y firmemente empotrado. En los últimos 50 cm medido desde la superficie del terreno en que se coloca el poste se deberá vaciar un concreto de resistencia $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$.

Se nivelará la parte superior sobresaliente de los postes, para que sus superficies queden alineadas de manera que al adosar los tramos de guardavía no presenten desniveles.

4.4 Instalación de los Guardavías

Los guardavías deberán ensamblarse de acuerdo con los detalles de los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina, cuidando que quede ubicada a la altura sobre la calzada especificada.

4.5 Empalmes

Los empalmes de los diversos tramos de guardavía deberán efectuarse asegurando la suficiente rigidez estructural y con los traslapes en dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente.

La unión de láminas se realizará con tornillos de dimensiones especificadas, teniendo precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara del guardavía que enfrenta el tránsito.

4.6 Secciones Final y de Amortiguación

En los extremos de los guardavías se colocarán secciones terminales de de tipo final y de amortiguación, las que tendrán la forma indicada en los planos como terminal Tipo 1 y 2.

4.7 Pintado

Antes de la aplicación de la pintura, los guardavías deberán limpiarse adecuadamente, sobre todo las rebabas de concreto que se impregnan durante la cimentación de los postes. Las vigas de defensa de los guardavías se pintarán en su cara exterior, así mismo, los postes se pintarán en todas sus caras.

Para el pintado de todos los elementos, se considerará lo siguiente:

- Se aplicará una mano de pintura base epóxica en las superficies indicadas y elementos señalados.
- Se aplicarán dos manos de pintura esmalte color blanco en las superficies indicadas y elementos señalados.



- Se procederá a pintar las franjas diagonales (ancho = 0.20 m) cuya punta extrema inferior estará con el sentido del tráfico, ubicadas por grupos de cinco franjas centradas en los postes. Las franjas extremas y la central de cada grupo irán con aplicación de pintura esmalte de color negro y las intermedias llevarán una aplicación de pintura reflectiva color amarillo.

4.8 Limitaciones en la Ejecución

No se permitirá efectuar excavaciones ni instalar guardavías metálicas en instantes de lluvia.

5.0 Aceptación de los Trabajos

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias especificadas.
- Verificar que la excavación sea correcta y que los guardavías se instalen de acuerdo a los planos e instrucciones del fabricante de la lámina.
- Medir para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

(b) Calidad de los materiales

- No se aceptarán materiales que incumplan las exigencias especificadas y las normas AASHTO relacionadas. El Contratista presentará al Supervisor certificados de calidad de los materiales utilizados debidamente respaldados por entidades competentes y, de ser necesarios, se efectuarán los ensayos correspondientes que verifiquen la calidad de dichos materiales, con cargo al Contratista.
- El terminado de la lámina galvanizada será de óptima calidad, no aceptándose secciones con defectos nocivos tales como ampollas o áreas no cubiertas por el zinc.

- El Supervisor rechazará guardavías alabeadas o deformadas.

(c) Dimensiones

- No se admitirán láminas cuyo espesor sea inferior en más de 0.23mm en relación con el especificado para los guardavías.
- No se admitirán tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central del guardavía, según se establece en la presente especificación.
- Para otras dimensiones, tales como separación entre postes y distancia del guardavía al borde del pavimento, queda a criterio del Supervisor aceptar tolerancias, considerando que también interviene la conformación física de la zona en que se instalarán.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

6.0 MEDICIÓN

6.1 Guardavías

La unidad de medida para las guardavías metálicas será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), para toda guardavía instalada de acuerdo con los planos y esta especificación, que haya sido recibida a satisfacción por el Supervisor.

La medida se efectuará a lo largo de la línea central de la guardavía entre los centros de los postes de fijación extremos. No se considera en la medida las secciones de amortiguación y final.

6.2 Secciones Final y de Amortiguación

La sección final y de amortiguación se medirán por unidad (und), para cada clase especificada e instalada. No se medirán guardavías ni secciones final o de amortiguación que se hayan instalado por fuera de los límites autorizados por el Supervisor.

825. A Captafaros

1.0 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de dispositivos destinados a la orientación del tránsito automotor en horas de la noche, en las vigas de defensa de los guardavías metálicos.

Los captafaros se instalarán en los sitios que indiquen los planos del Proyecto o según lo establezca el Supervisor.

2.0 Materiales

Los captafaros se fabricarán de acero laminado en caliente, galvanizados, de 2.5mm de espesor, revestidos con una capa de zinc en caliente mediante el proceso de inmersión, en una cuantía mínima de 550 gr/m², en cada cara de acuerdo a la especificación ASTM A-123.

Los captafaros llevarán un tornillo con su respectiva tuerca y arandela para asegurarlos a la viga de defensa de los guardavías metálicos. Las caras exteriores deberán ir revestidas con láminas retroreflectivas de alta intensidad Tipo III que contengan microesferas de aluminio encapsuladas o elementos microprismáticos no metalizados dentro de su estructura, de color blanco en el sentido del tráfico y de color rojo en sentido contrario. Dichas láminas deben cumplir con los valores mínimos de retroreflectividad especificados para las señales preventivas, reglamentarias e informativas y deberán ir adheridas utilizando el autoadhesivo de este material. La lámina deberá ser colocada dentro del captafaro dejando un borde exterior de 3mm para evitar acciones vandálicas.

Las dimensiones y forma del captafaro se indican en los planos del Proyecto.

3.0 Equipo

Para la instalación de este tipo de dispositivos a las vigas de defensa de los guardavías metálicos, se requieren taladros, llaves fijas o de expansión para tornillos y equipo de soldadura.



4.0 Requerimientos De Construcción

Salvo que los planos o el Supervisor establezcan algo en contrario, los captafaros se colocarán en la parte cóncava de la guardavía metálica, separados a distancias de 3.81 m, utilizando los postes e introduciendo el tornillo por el hueco que dejan los hojales de los tramos de guardavía traslapados, sujetándolos con el tornillo y colocando un punto de soldadura a la tuerca para garantizar la fijación del elemento a la guardavía metálica.

5.0 Aceptación de los Trabajos

(a) Controles

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales utilizados y el procedimiento constructivo cumplan con las exigencias especificadas.
- Contar para efectos de pago, los captafaros correctamente colocados.

(b) Condiciones para la recepción y tolerancias

El Supervisor sólo aceptará los captafaros fabricados con materiales adecuados e instalados conforme lo establecen los documentos del Proyecto y la presente especificación.

6.0 Medición

Los captafaros se medirán por unidad (Und) suministrados e instalados de acuerdo con los documentos del Proyecto y la presente especificación, debidamente aceptados por el Supervisor.

830. A Poste de Kilometraje

1.0 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintado e instalación de postes indicativos del kilometraje en los sitios establecidos en los planos del Proyecto o indicados por el Supervisor.



El diseño del poste deberá estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y demás normas complementarias.

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos, si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado o los materiales no cumplen con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para Uso en Señalización de Obras Viales del MTC.

2.0 Materiales

(a) Concreto

Los postes serán de concreto armado prefabricado de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ de resistencia a la compresión.

Para el anclaje del poste (cimentación) podrá emplearse un concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\%$ de piedra grande.

(b) Refuerzo

La armadura de refuerzo cumplirá lo indicado en planos y documentos del Proyecto y el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras". Los postes serán reforzados con acero que cumpla las exigencias de las especificaciones para Acero de Refuerzo.

(c) Pintura

El color del poste será blanco y se pintará con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajo relieve, se resaltarán en esmalte negro y caracteres del alfabeto de la Serie "C" y letras de las dimensiones mostradas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.

3.0 Equipo

El Contratista deberá disponer de todos los equipos necesarios para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados.



4.0 Requerimientos De Construcción

4.1 Fabricación de los Postes

Los postes se fabricarán fuera del sitio de instalación, con un concreto y una armadura que satisfagan los requisitos de calidad definidos en las presentes especificaciones y con la forma y dimensiones establecidas para el poste de kilometraje en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC".

La pintura del poste se realizará con productos indicados en la presente especificación y con los colores establecidos para el poste.

4.2 Ubicación de los Postes

Los postes se colocarán según lo indicado en los planos del Proyecto o las instrucciones del Supervisor, como resultado de mediciones efectuadas por el eje longitudinal de la vía.

Los postes de kilometraje se instalarán al lado derecho de la vía cuando se trate de kilómetros pares y al izquierdo de la misma en caso de kilómetros impares.

Los postes se colocarán a una distancia mínima del borde de la berma de 1.50 m, debiendo quedar resguardado de impactos que puedan efectuar los vehículos.

4.3 Excavación

Las dimensiones de la excavación para anclar los postes en el suelo deberán ser las indicadas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC o en los Planos del Proyecto.

4.4 Colocación y Anclaje del Poste

El poste se colocará verticalmente de manera que su leyenda quede perpendicular al eje de la vía.

La cimentación que corresponde al espacio entre el poste y las paredes de la excavación para anclar los postes de kilometraje, se rellenará con concreto ciclópeo $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, con características similares a las descritas en las señales preventivas, reglamentarias e informativas.



4.5 Limitaciones en la Ejecución

No se permitirá la colocación de postes de kilometraje durante la ocurrencia de lluvias, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre demasiado húmedo, a juicio del Supervisor. Toda agua retenida en la excavación deberá ser retirada por el Contratista antes de colocar el poste y su anclaje.

5.0 Aceptación de los Trabajos

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales utilizados en la fabricación del poste y mezclas de concreto pórtland satisfagan las exigencias especificadas.
- Verificar el cumplimiento de los programas de trabajo y la correcta aplicación de los métodos de trabajo indicados en estas especificaciones.
- Verificar que los postes tengan las dimensiones correctas y que su instalación se realice conforme a lo indicado en los planos y las exigencias de esta especificación.
- Contar, para efectos de pago, los postes correctamente fabricados e instalados.

(b) Calidad de los materiales

No se admitirán tolerancias en relación con los requisitos establecidos para las mezclas de concreto pórtland, el refuerzo y la pintura, que son los materiales que conforman los postes y su anclaje.

(c) Excavación

La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas. El Supervisor verificará, además, que su fondo presente una superficie horizontal y se encuentre debidamente compactado, de manera que proporcione apoyo uniforme al poste.



(d) Instalación del Poste

Los postes de kilometraje sólo serán aceptados por el Supervisor, si su instalación ha sido realizada en plena concordancia con los requisitos establecidos en el ítem 4.4 Colocación y Anclaje del Poste.

(e) Dimensiones del Poste

No se admitirán postes cuyas dimensiones sean inferiores a las indicadas en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Tránsito en Calles y Carreteras del MTC" para el poste de kilometraje.

Tampoco se aceptarán si una o más de sus dimensiones exceden las indicadas en dicho manual en más de 2 cm.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, a satisfacción del Supervisor.

6.0 MEDICIÓN

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (und) instalada de acuerdo con los planos, documentos del Proyecto y las presentes especificaciones, debidamente aceptada por el Supervisor.

840.A Pintado de Parapetos en Muros y Alcantarillas

1.0 Descripción

Esta partida consiste en el pintado de las caras visibles por el usuario de la vía de los parapetos de muros, pontones, cabezales y cajas receptoras de alcantarillas, tal como se indica en los planos o según lo ordene el Supervisor.

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos, si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado o los materiales no cumplen con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales del MTC.

2.0 Materiales

Los diferentes tipos de pintura a utilizar será el siguiente:

Elemento	Tipo de Pintura	Color
Todas las caras	Imprimante	Blanco
Franjas diagonales de 10cm (caras laterales en el sentido transversal)	Esmalte	Negro
Franjas diagonales de 10cm (caras laterales en el sentido transversal)	Tráfico	Amarillo
Franjas diagonales de 10cm (caras laterales en el sentido longitudinal)	Esmalte	Negro
Franjas diagonales de 10cm (caras laterales en el sentido longitudinal)	Tráfico	Amarillo

La pintura en los diferentes tipos indicados deberá cumplir con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales del MTC.

3.0 Requerimientos De Construcción

Para el pintado de los parapetos de muros, pontones, cabezales y cajas receptoras de alcantarillas, se considerará lo siguiente:

- Antes de la aplicación de la pintura imprimante, deben limpiarse adecuadamente las superficies a recubrir para garantizar una adecuada adherencia de la pintura en su conjunto.
- Se aplicará una mano de pintura imprimante y otra mano de acabado con pintura a base de látex acrílico emulsionado o esmalte en las superficies indicadas.
- En el área frontal del parapeto se pintarán franjas diagonales a 45° con pintura esmalte de color negro y pintura de tráfico color amarilla. En el sentido longitudinal, cada 3 metros, se pintarán cinco franjas de 0.10 m. Las

dos franjas extremas y la franja central serán de color negro y las intermedias de color amarillo.

- Las caras laterales se pintarán con franjas diagonales de 0.10 m en forma alternada, de manera que toda la superficie visible quede recubierta.
- La punta extrema inferior de las franjas diagonales se orientará en el sentido del tráfico.

4.0 Medición

La unidad de medida será por metros cuadrados (m²), medidos sobre la superficie debidamente pintada, terminada y aceptada por la Supervisión.

850. A Tachas Retroreflectiva

1. Descripción

Las tachas son elementos de guía óptica, de tipo reflector prismático, permanentes, fijadas a la calzada, capaces de reflejar la luz incidente por medio de reflectores, que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos de vía que por su peligrosidad, condiciones geométricas, visibilidad en la noche o en restricciones de origen atmosférico, requieren ser resaltados para advertir al usuario de su presencia.

Las tachas deberán ser bidireccionales, de color amarillo en ambas caras, las que serán colocadas en el centro de la calzada y de color rojo por una cara y color blanco por la otra, las que se colocarán en los bordes, dispuestas de manera que el color rojo sea visible en el sentido contrario al tráfico y color blanco sea visible en el sentido del tráfico.

Las tachas podrán fijarse a la calzada mediante el empleo de adhesivos, pudiendo ser percibidos visualmente además de ser oído y sentido gracias al efecto de vibración que ejerce sobre el vehículo cuando éste lo pise.

Los detalles de disposición e instalación de las tachas se indican en los planos respectivos.

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los trabajos, si considera que



el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado, o los materiales no cumplen con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Metrados para uso en Señalización de Obras Viales, editado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en 1999. El Contratista no podrá dar inicio a las labores sin autorización del Supervisor, quien verificará la correcta ubicación de las tachas, conforme a lo indicado en los planos de proyecto o según indicaciones dadas.

2. Materiales

Las tachas serán fabricadas con materiales plásticos, epóxicos o similares de alta resistencia, la altura de la tacha será de 1.3 cm ($\frac{1}{2}$ "") y el área de contacto con la superficie del pavimento será cuando menos de ochenta centímetros cuadrados (80 cm^2). El área del material retroreflectivo proyectado deberá ser como mínimo de trece y medio centímetros cuadrados (13.5 cm^2) medido con respecto a un plano normal a la superficie de apoyo.

Las tachas retroreflectantes para señalización vial deberán obedecer a los requisitos indicados en las especificaciones técnicas de calidad de materiales para uso en señalización de obras viales, editada por el MTC en 1999.

El adhesivo destinado para adherir la tacha con el pavimento, podrá ser material bituminoso o material epóxico de dos o más componentes, dicho adhesivo deberá estar de acuerdo con los requisitos de la Norma AASHTO M-237, Tipo I o Tipo II (adhesivo epóxico o adhesivo bituminoso) según corresponda el tipo de adhesivo.

3. Requisitos para la Construcción

Suministro

Todo paquete o caja de tachas retroreflectantes deberán encontrarse identificadas cuidadosamente con el nombre y marca de fábrica, cantidad, tamaño, lote o número de producción.



Colocación

Antes de la colocación de las tachas retroreflectantes se realizará una inspección de la superficie del pavimento, a fin de comprobar su estado y posibles defectos existentes, en caso de que la inspección sea positiva, se llevará a cabo una limpieza de la superficie para eliminar la suciedad u otros elementos contaminantes que pudieran influir negativamente en la fijación de los mismos. La colocación y disposición de cada tipo de tacha se realizará en los lugares indicados en los planos o donde lo indique el Supervisor, el procedimiento de colocación sobre carpetas asfálticas, consiste en deprimir ligeramente la zona de emplazamiento de la tacha, con un molde de fierro de iguales dimensiones que la superficie de contacto de la tacha, mediante un golpe de comba, para posteriormente esparcir el adhesivo sobre la huella y colocar la tacha debidamente orientada. La dosificación del adhesivo será la indicada por el fabricante.

No se instalarán tachas sobre marcas existentes en el pavimento, ni tampoco sobre juntas longitudinales o transversales en el pavimento o por debajo de la superficie de rodadura.

No se colocarán tachas durante lluvias o inmediatamente después de esta.

4. Aceptación de los trabajos

a) Controles

Antes de autorizar el empleo de las Tachas, el Supervisor podrá exigir un certificado de control de calidad de un laboratorio competente.

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor deberá exigir el cumplimiento de los controles indicados en la especificación técnica tachas retroreflectantes del manual de especificaciones técnicas en calidad de materiales para uso en señalización de obras viales

Asimismo se deberá verificar que la colocación de las tachas se realice de acuerdo con lo indicado en los planos, las Especificaciones Técnicas y sus instrucciones.



b) Calidad de materiales

El Contratista deberá suministrar al Supervisor una copia certificada de los resultados de los ensayos realizados por el fabricante para el lote correspondiente de materiales enviados. En caso de que el Contratista no cumpla este requisito, el Supervisor ordenará a costo del Contratista, la ejecución de todos los ensayos necesarios, antes de aceptar su utilización, en la cantidad que estime conveniente. No se permitirá el uso de materiales que incumplan con las exigencias de esta especificación.

c) Instalación de las tachas

El Supervisor sólo aceptará el trabajo, si las tachas han sido colocadas de acuerdo a lo indicado en los planos, la presente especificación y sus instrucciones.

5. Método de Medición

Para los efectos de medición, las tachas debidamente colocadas y aceptados por el Supervisor, se medirán por unidad (und).

860. A Gibas Lomo de Toro

1. Descripción

Son elementos de señalización que se ubican transversalmente al desplazamiento de los vehículos sobre la calzada, a efectos de que los conductores aminoren la velocidad antes de llegar al cruce o zona de seguridad. Se instalarán en cruces peligrosos, preservando la seguridad y fluidez del tránsito en zonas urbanas.

2. Materiales

Este elemento es una estructura de concreto armado de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, de las dimensiones indicadas en los planos. Para una buena visibilidad nocturna se ha proyectado franjas de 0.30 m de ancho e inclinación 45° de pintura de tráfico color amarillo con inclusión de micro esferas, evitando frenadas y golpes bruscos por parte de los vehículos.

Para la construcción se deberá armar la estructura, encofrando según detalle de medidas en el plano y el vaciado con concreto tipo $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, deberá ejecutarse de preferencia en forma monolítica y en una sola fase.

3. Método de Medición

Se medirá por metro lineal (m) en el sentido perpendicular a eje de la vía, de giba lomo de toro construido y aceptado por el Supervisor.

906.00 DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE

1. Descripción

Es el lugar donde se colocan todos los materiales de desechos y se construirán de acuerdo con el diseño específico que se haga para cada uno de ellos en el proyecto, en el que se debe contemplar la forma como serán depositados los materiales y el grado de compactación que se debe alcanzar, la necesidad de construir muros de contención, drenaje, etc., todo orientado a conseguir la estabilidad del depósito.

2. Consideraciones Generales

Se debe colocar la señalización correspondiente al camino de acceso y en la ubicación del lugar del depósito mismo. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con muy poco movimiento de tierras y poner una capa de lastrado para facilitar el tránsito de los vehículos en la obra. Las áreas designadas para el depósito de desechos no deberán ser zonas inestables o áreas de importancia ambiental, tales como humedales o áreas de alta productividad agrícola. Así mismo, se deberá tener las autorizaciones correspondientes en caso que el área señalada sea de propiedad privada, zona de reserva, o territorios especiales definidos por la ley.

Los materiales provenientes de excedentes de corte, sobre excavaciones, escombros, demoliciones, etc. serán debidamente extendidos y compactados. Se construirán de acuerdo al diseño definido para cada uno de ellos en el Proyecto, considerando la forma cómo serán depositados los materiales, el grado de



compactación que deben alcanzar, la necesidad de construir muros de contención, drenajes, etc. para evitar problemas de deslizamiento de los rellenos de material de desecho La ubicación de los botaderos se indican en el Proyecto.

3. Requerimientos de Construcción

Los lugares de depósito de desechos se elegirán y construirán según lo dispuesto en el acápite 3.6 del Manual Ambiental de Diseño y Construcción de Vías del MTC, debiéndose considerar el botadero designado más cercano.

Se efectuará el extendido y compactado al 50% de la máxima densidad seca, en capas menores de 30 cm de espesor, con tractor sobre orugas u otra maquinaria aprobada por la Supervisión.

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar el sobrepeso inducido por el depósito, a fin de evitar asentamientos que pondrían en peligro la estabilidad del lugar de disposición. El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados que permita su posterior uso para la obras de restauración de la zona (revegetación). Si se realiza en laderas, la excavación debe ser escalonada, de tal manera que disminuya las posibilidades de falla del relleno por el contacto.

Deberán estar lo suficientemente alejados de los cuerpos de agua, de manera que durante la ocurrencia de crecientes, no se sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en él.

Antes del uso de zonas destinadas a Depósito de Deshechos se efectuará un levantamiento topográfico de cada una de ellas, definiendo su área y capacidad. Se efectuará otro levantamiento después de terminarse los trabajos en los depósitos para verificar y contrastar las condiciones iniciales y finales de la zona trabajada. Los planos topográficos finales incluirán la información de los volúmenes depositados, ubicación de muros, drenaje instalado y tipo de vegetación utilizada.



El lugar elegido no deberá perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña quede expuesta a algún tipo de riesgo sanitario ambiental.

No deberá colocarse materiales sobrantes sobre el lecho de los ríos ni en quebradas, ni a distancias menores de 30 m a cada lado de las orillas de los mismos. Se debe evitar la contaminación de cualquier fuente y corriente de agua por los materiales excedentes.

Los materiales excedentes obtenidos de la construcción de la carretera se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo colocándolos en las zonas indicadas para su disposición final.

La disposición de los materiales de desechos será efectuada cuidadosamente y compactada gradualmente por tanda de vaciado, de manera que el material particulado originado sea mínimo.

El material suelto que sea susceptible a causar alteración de la calidad del aire por incremento de partículas, deberá ser humedecido previamente a la ejecución de la adecuación.

El depósito de desechos se rellenará paulatinamente con los materiales excedentes en el espesor de capa dispuesto por el Proyecto o el Supervisor, extendida y nivelada sin permitir que se formen acumulaciones de agua y proporcionando inclinaciones según el desagüe natural del terreno.

Luego de la colocación del material común, la compactación se hará con dos pasadas de tractor de orugas en buen estado de funcionamiento, sobre capas de espesor adecuado, esparcidas de manera uniforme. En el caso de colocar una mezcla de material rocoso y material común, se compactará por lo menos con cuatro pasadas de tractor de orugas.

La colocación de material rocoso debe hacerse desde adentro hacia fuera de la superficie para permitir que el material se segregue y se pueda hacer una selección de tamaños. Los fragmentos más grandes deben situarse hacia la parte externa, de tal manera que sirva de protección definitiva del talud y los materiales más finos quedar ubicados en la parte interior del lugar de disposición de materiales excedentes.



Antes de la compactación debe extenderse la capa de material colocado retirando las rocas cuyo tamaño no permita el normal proceso de compactación, la cual se hará con cuatro pasadas de tractor.

Los taludes de los depósitos de material deberán tener una pendiente adecuada a fin de evitar deslizamientos. Además, se tendrán que cubrir con suelos revegetándola de acuerdo a su programación y diseño o cuando llegue a su máxima capacidad.

Para la colocación de materiales en depresiones, se conformará el relleno en forma de terrazas y se colocarán muros de piedra o cualquier técnica física adecuada tal como los muros de gavión o lo que indique el Proyecto para contención de ser necesario.

Si se suspende por alguna circunstancia las actividades de colocación de materiales, se deberá proteger las zonas desprovistas del relleno en el menor tiempo posible.

Las dos últimas capas de material excedente colocado tendrán que compactarse mediante diez (10) pasadas de tractor para evitar las infiltraciones de agua.

Al momento de abandonar el lugar de disposición de materiales excedentes, éste deberá compactarse de manera que guarde armonía con la morfología existente del área y al nivel que no interfiera con la siguiente actividad de revegetación utilizando la flora propia del lugar y ejecutada de conformidad con lo establecido en estas especificaciones. Esta capa será conformada utilizando suelos orgánicos o material del lugar (top soil) que permitan el crecimiento de la vegetación típica de la zona por lo que no será necesario su compactación.

Los daños ambientales que origine el Contratista deberán ser subsanados a su cargo y bajo su responsabilidad, asumiendo todos los costos correspondientes.

4. Medición

La adecuación y el manejo al lugar final del depósito de material excedente se medirá por metro cúbico (m³) depositado y compactado.



907.00. A Readecuación Ambiental de Canteras, Plantas de Proceso.

907.00. B Readecuación Ambiental de Campamentos, Almacenes y Patio de Maquinarias

1. Descripción

Esta partida consiste en trabajos a realizar por el Contratista para recuperar en lo posible y con la mayor aptitud, las condiciones originales de áreas afectadas por la construcción de la carretera, tales como las áreas de canteras, campamentos, almacenes, patio de máquina, planta de asfalto y trituración, caminos provisionales (accesos y desvíos) e instalaciones en que las actividades constructivas alteraron el entorno ambiental. También se recuperarán aquellas áreas donde provisionalmente se depositaron restos de carpeta asfáltica o elementos contaminantes. No se considera en estos trabajos los depósitos de material excedente, los cuales se regirán por las especificaciones de la partida correspondiente.

2. Requerimientos de Construcción

Cuando las obras hayan concluido parcial o totalmente, el Contratista está obligado a la recuperación ambiental de todas las áreas afectadas. El Supervisor controlará y verificará los trabajos realizados de acuerdo a estas disposiciones.

3. Topografía

Las áreas afectadas correspondientes a canteras, deben ser materia de levantamientos topográficos antes y después de la explotación, según se indica en las especificaciones técnicas de la partida Georeferenciación, en la sección referida a canteras. El mismo procedimiento se seguirá para las áreas afectadas de campamentos y plantas de trituración y de asfalto. Además, se deberá efectuar otro levantamiento topográfico después de haber efectuado los trabajos de readecuación para verificar y comparar las condiciones iniciales y finales de los trabajos.



Los planos topográficos deben incluir información sobre los volúmenes extraídos y los volúmenes de relleno para la readecuación ambiental. Para los caminos de acceso y desvíos no se requerirá levantamientos topográficos.

4. Adecuación de Canteras

Para cada cantera se deberá diseñar un adecuado sistema y programa de aprovechamiento del material, de manera de producir el menor daño al ambiente. Cada programa será diferente si se trata de explotar un lecho de río o quebrada, un promontorio elevado (cerros), una ladera o extraer material del subsuelo. Dependerá, también, del volumen que se va a extraer de la cantera y el uso que se le va a dar al material, pudiendo requerirse antes una previa selección del mismo, lo que origina desechos que luego es necesario eliminar. Se deberá seguir las estipulaciones que al respecto se incluye en el Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías del MTC.

Aquellas canteras que no van a ser posteriormente utilizadas para la conservación de la carretera deben ser sometidas a un proceso de reacondicionamiento, tratando en lo posible de adecuar el área intervenida a la morfología del área circundante.

Según el sistema de explotación adoptado, se cumplirán las siguientes acciones: nivelación de lechos de quebradas o ríos afectados, eliminación de rampas de carga; peinado y alisado de taludes para suavizar la topografía y evitar posteriores deslizamientos; eliminación del material descartado en la selección (usarlo en rellenos) y revegetación total del área intervenida, utilizando el suelo orgánico retirado al inicio de la explotación guardado convenientemente.

Se deberá evitar dejar zonas en que se pueda acumular agua y de ser posible se deberá establecer un drenaje natural.

En las canteras en laderas que serán posteriormente utilizadas sólo se efectuará un trabajo menor para evitar posibles derrumbes, trabajo que se realiza paralelamente a la extracción del material. En caso de usar lecho de río o quebrada, dependiendo del volumen extraído, será suficiente una rápida

nivelación del cauce y adoptar la explotación superficial del lecho en un área más extensa.

5. Caminos de Acceso y Desvíos

Las áreas ocupadas por los caminos de acceso a las canteras, plantas, campamentos, así como los desvíos y caminos provisionales, también deben ser recuperadas, debiendo nivelarse y revegetarse el área afecta. Estos caminos de acceso y desvíos deberán quedar clausurados, exceptuando los que sirvan a canteras que serán usadas posteriormente, las que serán claramente delimitadas y señalizadas para evitar que se utilicen otras áreas para el acceso.

6. Campamentos

La rehabilitación del área afectada se hará luego de dismantelar el campamento, eliminando desechos, clausurando silos y rellenos sanitarios, eliminando pisos de concreto u otro material utilizado y recuperando la morfología del área y revegetación, si fuera el caso.

Se aplicarán ciertas medidas para evitar el desarrollo poblacional o asentamiento humano precario alrededor de los campamentos, efectuando coordinaciones con la población y autoridades del gobierno o en base a la localización estratégica de dichos campamentos, evitando la permanencia en las áreas aledañas y limitando el desarrollo probable del asentamiento poblacional.

7. Patios de Maquinaria

El reacondicionamiento del área afectada será mediante la eliminación del suelo contaminado y su traslado a depósitos de deshecho, limpiando basuras, eliminando pisos, recuperando la morfología del área y la revegetación, si fuera el caso. Se almacenarán los desechos de aceite en bidones para trasladarlos a lugares adecuados y cercanos para su disposición final. Por ningún motivo estos desechos de aceites deben ser vertidos en el suelo o en cuerpos de agua.



8. Plantas de Trituración y de Asfalto

Luego de desactivar y trasladar las plantas de asfalto y trituración, se deberá efectuar la eliminación adecuada del material de desecho, la escarificación y eliminación en los Depósitos de Deshechos del suelo contaminado por derrames de asfalto o combustibles, la revegetación del área comprometida. En la recomposición morfológica del área se aplicará, de ser necesario, lo indicado respecto a la Adecuación de Canteras de estas especificaciones.

9. Medición

La Readecuación Ambiental de áreas afectadas será medida de la siguiente forma:

- Canteras, plantas de trituración, de asfaltos, de concreto, y otras instalaciones en metros cuadrados (m^2). En esta medición no serán medidas las áreas correspondientes a caminos de acceso.
- Campamentos, Almacenes y Patio de maquinarias en metros cuadrados (m^2). En esta medición no serán medidas las áreas correspondientes a caminos de acceso.
- En la medición se considerarán los componentes que se indican en la Descripción que hayan sido efectivamente recuperados cumpliendo las disposiciones que se dan en esta especificación.



ANEXO C

METRADOS

1.- Resumen Metrados – Obras Preliminares

1.00 OBRAS PRELIMINARES			
RESUMEN DE METRADOS			
N°	DESCRIPCION	UND	METRADO
101.A	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00
102.A	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	GLB	1.00
103.A	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	GLB	1.00
107.A	ACCESOS A CANTERAS, BOTADEROS, PLANTAS DE PROCESO Y FUENTES DE AGUA, SIN EXPLOSIVOS	KM	18,800.19

1.1.- Resumen Metrados – Accesos a Canteras, Botaderos, Planta de Proceso y Fuentes de Agua, sin explosivo.

1.00 OBRAS PRELIMINARES		
107.A	ACCESOS A CANTERAS, BOTADEROS, PLANTAS DE PROCESO Y FUENTES DE AGUA, SIN EXPLOSIVOS	
	DESCRIPCION	UBICACIÓN
		ACCESO (Km)
	CANTERAS:	
	EL GAVILAN	a Km 10+800 de la Nueva Vía
	RIO CHONTA	a Km 08+000 de la Nueva Vía
	BOTADEROS:	
		Km 03+000.00
	FUENTES DE AGUA:	
	QDA.ARCOMAYO	Km 00+445.00
	QDA.NEGRO MAYO	Km 00+777.00
	QDA.CALISPUQUIO II	Km 02+174.00
	QDA.HUALASPAMPA	Km 02+419.00
	QDA.CALISPUQUIO II	Km 02+783.00
	QDA.CHUCAPAMPA	Km 03+962.00
	QDA.SAN VICENTE	Km 05+170.00
	TOTAL:	18,800.19

2.- Resumen Metrados - Movimiento de Tierras - Ambos Ejes

2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
RESUMEN DE METRADOS			
N°	DESCRIPCION	UND	METRADO
201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONA NO BOSCOSAS	Has	18.00
205.A	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	3,968.70
205.B	CORTE EN ROCASUELTA	M3	110,963.50
205.C	CORTE EN ROCAFUJA	M3	20,673.08
206.A	REMOCION DE DERRUMBES	M3	6,780.26
207.A	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	M2	223,204.30
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLENES	M3	1,014,556.20
220.B	MEJORAMIENTO DE SUELO ANIVEL DE SUBRASANTE	M3	767,355.63
230.00	MATERIAL PARA RELLENOS EN GENERAL (Solo extracción), SIN TRANSPORTE	M3	767,355.63



2.1.- Resumen Metrados Explanaciones – Ambos Ejes

PROGRESO		RESUMEN DE METRADOS DE EXPLANACIONES																										
KM	[m]	EXPLANACIONES										TRANSPORTES EXPLANACIONES																
		RELLENO	PIEDRAPLEN	CORTE	PROPIO		PRESTAMO		MAT.	ROCA	ROCA	BOTAD	DERRUMBES		< 1 Km		> 1 Km											
					± edaca	± libre 12m	Carbón	Exc Corte	SUELTO	SUELTA	FUA		% CORTE	Yr	Xc	Long. acceso	Yr	Xc	Long. acceso	Yr	Xc	Long. acceso	Yr	Xc	Long. acceso			
0.00	1.00	1,000.00	187,285.88		5,301.09	538.54	68,927.25	117,811.86	0.00	4,400.13	900.89	0.00	265.05	0.50	46.54	0.50	117,811.86	5,306.13	153.52	0.50	1.25	0.50	0.00	0.00	0.50	1.25	0.50	265.05
1.00	2.00	1,000.00	145,424.74		1,759.09	1.50	47,140.87	98,282.37	1,073.04	688.73	17.31	0.00	87.95	1.50	46.54	0.50	98,282.37	4,377.46	151.15	1.25	0.50	0.00	0.00	1.50	1.25	0.50	85.97	
2.00	3.00	1,000.00	148,722.71		3,592.36	1,011.61	65,230.87	81,902.23	0.00	5,049.53	550.45	0.00	180.00	2.50	46.54	0.50	81,902.23	3,565.06	158.08	2.50	1.25	0.50	0.00	0.00	2.50	1.25	0.50	180.00
3.00	4.00	1,000.00	116,698.96		59,826.80	3,721.64	0.00	112,677.12	0.00	59,538.93	0.00	56,085.06	2,990.36	3.50	46.54	0.50	112,677.12	4,806.94	168.35	3.50	1.25	0.50	56,085.06	08,148.91	3.50	1.25	0.50	2,990.36
4.00	5.00	1,000.00	277,066.66		5,776.34	2,941.24	0.00	274,115.62	325.03	4,075.35	1,375.93	2,835.06	284.82	4.50	46.54	0.50	274,115.62	11,366.76	4.50	1.25	0.50	2,835.06	7,796.47	4.50	1.25	0.50	284.82	
5.00	6.00	1,000.00	138,857.27		59,361.86	6,487.73	51,101.14	82,268.43	2,570.63	38,962.82	17,828.42	1,772.98	2,900.06	5.50	46.54	0.50	82,268.40	3,335.16	0.00	5.50	1.25	0.50	1,772.98	6,848.73	5.50	1.25	0.50	2,900.06
TOTALS			1,014,698.28		136,686.27	14,780.44	222,418.13	767,346.63	3,958.78	110,963.86	28,671.00	60,691.17	6,790.28				767,346.63	22,816,656.67					60,691.17	112,694.11				6,790.28
PARTIDAS		210.A	211.A						200.A	200.B	200.C		200.A															

2.2.- Resumen Metrados - Movimiento de Tierras – Eje Derecha

MOVIMIENTO DE TIERRAS			
RESUMEN DE METRADOS - EJE DERECHA			
Nº	DESCRIPCION	UND	METRADO
201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONA NO BOSCOSAS	Has	9.00
205.A	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	17,566.81
205.B	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	135,735.55
205.C	CORTE EN ROCA FUA	M3	23,331.76
206.A	REMOCION DE DERRUMBES	M3	8,831.66
207.A	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	M2	60,000.00
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLENES	M3	289,962.43
220.B	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	54,000.00
230.00	MATERIAL PARA RELLENOS EN GENERAL (Solo extracción), SIN TRANSPORTE	M3	232,232.97

2.3.- Resumen Metrados Explanaciones – Eje Derecha

PROGRESO		RESUMEN DE METRADOS DE EXPLANACIONES																										
KM	[m]	EXPLANACIONES										TRANSPORTES EXPLANACIONES																
		RELLENO	PIEDRAPLEN	CORTE	PROPIO		PRESTAMO		MAT.	ROCA	ROCA	BOTAD	DERRUMBES		< 1 Km		> 1 Km											
					± edaca	± libre 12m	Carbón	Exc Corte	SUELTO	SUELTA	FUA		% CORTE	Yr	Xc	Long. acceso	Yr	Xc	Long. acceso	Yr	Xc	Long. acceso	Yr	Xc	Long. acceso			
0.00	1.00	1,000.00	61,317.53		4,812.90	149.64	25,528.26	35,629.63	81.88	3,657.94	873.08	0.00	240.89	0.50	46.54	0.50	35,629.63	1,823,028.65	0.50	1.25	0.50	0.00	0.00	0.50	1.25	0.50	240.89	
1.00	2.00	1,000.00	31,546.63		14,602.26	166.96	5,683.95	25,698.72	6,421.37	5,694.19	566.72	0.751.37	730.11	1.50	46.54	0.50	25,698.72	1,144,620.88	1.50	1.25	0.50	0.00	0.00	1.50	1.25	0.50	547.95	
2.00	3.00	1,000.00	44,675.02		5,539.44	334.65	14,029.04	30,290.13	0.00	5,630.75	198.68	0.00	296.97	2.50	46.54	0.50	30,290.13	1,318,822.30	2.50	1.25	0.50	0.00	0.00	0.00	2.50	1.25	0.50	296.97
3.00	4.00	1,000.00	26,822.92		65,225.35	313.22	0.00	29,538.69	0.00	65,225.35	0.00	64,912.18	3,281.27	3.50	46.54	0.50	29,538.69	1,265,575.84	3.50	1.25	0.50	64,912.18	119,596.31	3.50	1.25	0.50	3,281.27	
4.00	5.00	1,000.00	69,230.74		23,963.74	113.97	0.00	69,116.77	7,754.68	14,022.52	2,468.54	23,469.77	1,078.19	4.50	46.54	0.50	69,116.77	2,871,110.55	4.50	1.25	0.50	23,469.77	64,541.86	4.50	1.25	0.50	1,078.19	
5.00	6.00	1,000.00	53,366.57		62,469.36	714.46	19,702.05	41,945.02	2,027.87	41,194.78	19,268.74	51,051.84	3,123.47	5.50	46.54	0.50	41,945.03	1,700,813.78	5.50	1.25	0.50	51,051.84	197,444.39	5.50	1.25	0.50	3,123.47	
TOTALS			283,962.43		176,633.12	1,788.19	65,965.33	232,232.97	17,888.91	185,788.69	23,231.16	148,938.96	8,831.66				232,232.97	9,914,782.00					148,938.96	189,932.86				8,831.66
PARTIDAS		210.A	211.A						200.A	200.B	200.C		200.A															

2.4.- Resumen Metrados - Movimiento de Tierras – Eje Izquierda

MOVIMIENTO DE TIERRAS			
RESUMEN DE METRADOS - EJE IZQUIERDA			
Nº	DESCRIPCION	UND	METRADO
201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONA NO BOSCOSAS	Has	9.00
205.A	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	1,832.56
205.B	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	20,241.95
205.C	CORTE EN ROCA FUA	M3	2,447.28
206.A	REMOCION DE DERRUMBES	M3	1,231.09
207.A	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	M2	60,000.00
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLENES	M3	780,446.71
220.B	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	54,000.00
230.00	MATERIAL PARA RELLENOS EN GENERAL (Solo extracción), SIN TRANSPORTE	M3	569,940.11



2.5.- Resumen Metrados Explanaciones – Eje Izquierda

PROGRESIVA		RESUMEN DE METRADO DE EXPLANACIONES																										
Kilómetros	Metros	EXPLANACIONES										TRANSPORTES (EXPLANACIONES)																
		RELLENO	PIEDRALEN	CORTE	PROPO		PRESTAMO		MAT.	ROCA	ROCA	BOTAD	DERRUMBES		TRANSP. MAT. DE SUBBASE		TRANSP. MAT. DE BASE											
					Sub base	Base	Carbón	Esc. Corte	SUELTO	SUELTA	FLA		% CORTE	Prog.	Prog.	Prog.	Prog.	Prog.	Prog.									
0.00	1.00	1,000.00	123,188.71		1,788.47	224.52	55,517.71	67,446.48	7.66	1,596.02	185.79		89.47	0.50	46.54	0.50	67,446.48	3,071,912.54	0.50	1.26	0.50	0.00	0.00	0.50	1.26	0.50	89.47	
1.00	2.00	1,000.00	133,443.80		256.15	0.04	26,936.69	106,606.07	177.03	118.02	0.99		14.76	1.50	46.54	0.50	106,606.07	4,743,699.22	1.50	1.26	0.50	0.00	0.00	1.50	1.26	0.50	11.07	
2.00	3.00	1,000.00	126,524.27		596.93	248.65	50,672.66	75,302.96	0.00	428.19	90.75		23.35	2.50	46.54	0.50	75,302.96	3,778,690.73	2.50	1.26	0.50	0.00	0.00	2.50	1.26	0.50	29.36	
3.00	4.00	1,000.00	111,471.44		12,128.52	892.26	0.00	110,782.18	0.00	12,128.52	0.00	11,438.26	606.43	3.50	46.54	0.50	110,782.18	4,712,673.91	3.50	1.26	0.50	11,438.26	20,013.46	3.50	1.26	0.50	606.43	
4.00	5.00	1,000.00	147,828.57		1,263.64	261.27	0.00	147,567.32	446.36	713.53	103.75	1,002.37	63.43	4.50	46.54	0.50	147,567.32	6,128,945.66	4.50	1.26	0.50	1,002.37	2,756.51	4.50	1.26	0.50	63.43	
5.00	6.00	1,000.00	137,986.53		8,558.06	938.49	74,714.31	62,333.13	1,301.51	5,197.67	2,668.89	0.00	427.90	5.50	46.54	0.50	62,333.13	2,526,985.08	5.50	1.26	0.50	0.00	0.00	5.50	1.26	0.50	427.90	
TOTALS		280,446.71		24,624.76	2,368.22	208,148.87	663,940.11		1,922.66	20,241.66	2,447.28	12,438.63	1,291.69				663,940.11	24,463,677.17				12,438.63	22,789.97				1,227.40	
PARTIDAS		210A	211A						28A	28B	28C																	2.6

3.- Resumen Metrados – Sub Bases y Bases

3.00 SUB BASES Y BASES			
RESUMEN DE METRADOS			
Nº	DESCRIPCION	UND	METRADO
303.A	SUB BASE GRANULAR	M3	18,936.16
305.A	BASE GRANULAR	M3	15,540.79

HOJA DE METRADOS DE SUB BASES Y BASES																			
RESUMEN DE METRADO DE SUB BASE Y BASE																			
PROGRESIVA	LONG.	ANCHO (m)	CALCULO DE VOLUMEN						TRANSP. MAT. DE SUB BASE			TRANSP. MAT. DE BASE							
			ESPOSOR (m)		SOBRE		VOLUMEN (m3)		C.GRAVEDAD		ACCESO	TRANSP. MAT.		C.GRAVEDAD		ACCESO	TRANSP. MAT.		
Kilómetros	Metros	(m)	Sub base	Base	Sub base	Base	ANCHO	Sub base	Base	Mt	%	Km	<1Km	>1Km	Mt	%	Km	<1Km	>1Km
0.00	1.00	1,000.00	17.10	16.57	0.150	0.150	468.78	2,635.32	2,555.82	0.50	1.20	10.87	2,635.32	27,850.04	0.50	1.20	8.00	2,555.82	19,679
1.00	2.00	1,000.00	17.10	16.57	0.150	0.150	472.93	2,635.94	2,556.44	1.50	1.20	10.87	2,635.94	26,802.23	1.50	1.20	8.00	2,556.44	18,662
2.00	4.00	2,000.00	17.25	16.65	0.200	0.150	1477.30	7,195.46	5,216.59	3.00	2.10	10.87	7,195.46	77,480.70	3.00	2.10	8.00	5,216.59	41,211
4.00	4.80	800.00	17.25	16.65	0.150	0.150	596.09	2,159.41	2,087.41	4.40	4.10	10.87	2,159.41	21,956.91	4.40	4.10	8.00	2,087.41	15,238
4.80	6.00	1,200.00	17.25	16.65	0.200	0.150	850.17	4,310.03	3,124.53	5.40	5.20	10.87	4,310.03	43,393.42	5.40	5.20	8.00	3,124.53	22,498
					0.85	0.75		18,936.16	15,540.79				18,936.16	197,483.30				15,540.79	117,281

4.- Resumen Metrados – Pavimentos

RUBRO Nº: 400.00 PAVIMENTOS
 PARTIDA Nº: 401.A, 410.A, 420.B, 422.A, 423.A, 424.A

DATOS GENERALES
 ANCHO DE CALZADA 14.00
 ANCHO DE BERMA 1.50
 ESPESOR DE CAC 0.090
 DOSIFICACIONES UTILIZADAS:
 MC-30 1.14 U/m2
 PESO DE MEZCLA
 PEN 120/150 7%

CALCULO DE LAS BASES
 PARA CAC 17.27
 PARA CAC 17.14

CALCULO DE LAS BASES MEDIAS
 PARA CAC 17.14

FILLER 2% 3.98 kg/m3
 ADITIVO 0.05% 0.06545075 kg/m3

PROGRESIVAS	TOTAL LONG. (m)	ANCHO (m)	PREPARACION			PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO			TRANSP. CARPETA ASFALTICA 700.C.V.700.D				
			AREA (m2)	Sub base	Base	PROG. (m3)	Sub base	Base	Mt	%			
0.00	1.00	1,000.00	468.78	17,738.78	20,222.21	1,584.79	70,348.83	5,324.89	136.42	0.50	53.00	0.30	1,584.79
1.00	2.00	1,000.00	472.93	17,742.93	20,226.94	1,585.16	70,365.25	5,326.14	136.45	1.50	53.00	0.30	1,585.16
2.00	4.00	2,000.00	1,477.30	36,017.30	41,069.72	3,218.16	142,854.12	10,813.02	274.99	3.00	53.00	0.30	3,218.16
4.00	4.80	800.00	596.09	14,412.09	16,429.78	1,287.73	57,162.33	4,326.77	110.04	4.40	53.00	0.30	1,287.73
4.80	6.00	1,200.00	850.17	21,574.17	24,594.55	1,827.64	85,567.94	6,476.87	164.72	5.40	53.00	0.30	1,827.64
TOTAL				107,485.27	122,533.20	9,603.48	426,298.47	32,267.69	820.62				9,603.48

5.- Metrados – Obras de Arte

5.1.- Alcantarillas

CONCRETO					ENCOFRADO		
N°	TIPO	(ZONAS 2 Y 4)			(ZONAS 2 Y 4)		
		1	2	3	1	2	3
1	TMC 24-CR	1.58	2.00	3.58	18.03	4.00	22.03
2	TMC 24-CR	1.58	2.00	3.58	18.03	4.00	22.03
3	TMC 24-CR	1.58	2.00	3.58	18.03	4.00	22.03
4	TMC 24-CR	1.58	2.00	3.58	18.03	4.00	22.03
5	TMC 24-CR	1.58	2.00	3.58	18.03	4.00	22.03
6	TMC 24-CR	1.58	2.00	3.58	18.03	4.00	22.03

N°	PROGRESIVA (KM)	Esviaje (°)	Esviaje (H)	TIPO ALCANT.	SENTIDO FLUJO	Longitud (m)	AREAJE (m ²)										ESTRUCTURA			
							EXCAVACION					RELLENOS					ZONA 2 MUROS		INGRESO	SALIDA
							ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 1	ZONA 2		
1	01+118.53	90° 00'	90.00°	TMC Ø 24	ID	22.00	11.21	0.25		0.26	13.50	0.36	12.92	12.13			CR	CB		
2	01+407.53	90° 00'	90.00°	TMC Ø 24	ID	22.00	13.00	0.26	0.00	0.26	18.31	1.38	11.27	16.82			CR	CB		
3	03+165.97	90° 00'	90.00°	TMC Ø 24	ID	22.00	10.78	0.81	0.00	0.81	13.08	1.79	12.91	12.51			CR	CB		
4	03+578.16	90° 00'	90.00°	TMC Ø 24	ID	22.00	3.96	0.00	-0.27	-0.27	12.79	0.94	11.44	13.10			CR	CB		
5	04+084.58	90° 00'	90.00°	TMC Ø 24	ID	22.00	1.13	4.97		4.97	12.28	-0.25	7.36	14.08	3.94		CR	CB		
6	04+230.51	90° 00'	90.00°	TMC Ø 24	ID	22.00	2.39	0.15	-0.24	-0.24	13.04	0.54	1.66	11.65			CR	CB		
							199.66					84.23								

**610.E CONCRETO CLASE E (f_c=175 kg/cm²)
 ALCANTARILLAS TIPO TMC**

N°	PROGRESIVA	TIPO	N° DE OJOS	INGRESO ZONA 1		SALIDA ZONA 2		CONCRETO VOL. PARCIAL
				TIPO	VOL. CONC. UNIT.	TIPO	VOL. CONC. UNIT.	
1	01+118.53	TMC Ø 24	1	CR	3.58	CB	3.58	7.16
2	01+407.53	TMC Ø 24	1	CR	3.58	CB	3.58	7.16
3	03+165.97	TMC Ø 24	1	CR	3.58	CB	3.58	7.16
4	03+578.16	TMC Ø 24	1	CR	3.58	CB	3.58	7.16
5	04+084.58	TMC Ø 24	1	CR	3.58	CB	3.58	7.16
6	04+230.51	TMC Ø 24	1	CR	3.58	CB	3.58	7.16
TOTAL CONCRETO CLASE E								42.96

**612. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
 ALCANTARILLAS TIPO TMC**

N°	PROGRESIVA	TIPO	N° DE OJOS	INGRESO ZONA 1		SALIDA ZONA 2		ENCOFRADO AREA PARCIAL
				TIPO	AREA ENCOFR. UNIT.	TIPO	AREA ENCOFR. UNIT.	
1	01+118.53	TMC Ø 24	1	CR	22.03	CB	22.03	44.06
2	01+407.53	TMC Ø 24	1	CR	22.03	CB	22.03	44.06
3	03+165.97	TMC Ø 24	1	CR	22.03	CB	22.03	44.06
4	03+578.16	TMC Ø 24	1	CR	22.03	CB	22.03	44.06
5	04+084.58	TMC Ø 24	1	CR	22.03	CB	22.03	44.06
6	04+230.51	TMC Ø 24	1	CR	22.03	CB	22.03	44.06
TOTAL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								264.36

**622.B TUBERIA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULAR DE 0.90 M DE DIAM (ML)
 ALCANTARILLAS TIPO TMC**

N°	PROGRESIVA	TIPO	N° DE OJOS	SENTIDO DE FLUJO	ESVIAJE	LONG.	622.B TMC Ø 24	
							LONG.	CANT. MODULOS
1	01+118.53	TMC Ø 24	1	ID	90° 00'	22.00		
2	01+407.53	TMC Ø 24	1	ID	90° 00'	22.00		
3	03+165.97	TMC Ø 24	1	ID	90° 00'	22.00		
4	03+578.16	TMC Ø 24	1	ID	90° 00'	22.00		
5	04+084.58	TMC Ø 24	1	ID	90° 00'	22.00		
6	04+230.51	TMC Ø 24	1	ID	90° 00'	22.00		



5.2- Cunetas

635.A CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO TIPO 1
 CUNETAS

Nº	Inicio Km	Final Km	Lado	Longitud		Tipo	Longitud de entrega m	TOTAL m
				Izquierdo m	Derecho m			
1		1+000.0	EJE IZQUIERDA	1,000.00		1	20.00	1020.00
2	1+000.0	2+000.0	EJE IZQUIERDA	1,000.00		1	20.00	1020.00
3	2+000.0	3+000.0	EJE IZQUIERDA	1,000.00		1	20.00	1020.00
4	3+000.0	4+000.0	EJE IZQUIERDA	1,000.00		1	20.00	1020.00
5	4+000.0	5+000.0	EJE IZQUIERDA	1,000.00		1	20.00	1020.00
6	5+000.0	6+000.0	EJE IZQUIERDA	1,000.00		1	20.00	1020.00
				6,000.00			120.00	6,120.00
1		+410.0	EJE DERECHA		410.00	1	20.00	430.00
2	+460.0	+720.0	EJE DERECHA		260.00	1	20.00	280.00
3	+790.0	1+000.0	EJE DERECHA		210.00	1	20.00	230.00
2	1+260.0	1+320.0	EJE DERECHA		60.00	1	20.00	80.00
3	1+520.0	1+560.0	EJE DERECHA		40.00	1	20.00	60.00
4	1+740.0	2+120.0	EJE DERECHA		380.00	1	20.00	400.00
3	2+260.0	2+710.0	EJE DERECHA		450.00	1	20.00	470.00
4	2+800.0	3+050.0	EJE DERECHA		250.00	1	20.00	270.00
5	3+300.0	3+420.0	EJE DERECHA		120.00	1	20.00	140.00
4	3+720.0	3+930.0	EJE DERECHA		210.00	1	20.00	230.00
5	4+100.0	4+510.0	EJE DERECHA		410.00	1	20.00	430.00
6	4+720.0	5+120.0	EJE DERECHA		400.00	1	20.00	420.00
5	5+220.0	5+240.0	EJE DERECHA		20.00	1	20.00	40.00
6	5+420.0	5+480.0	EJE DERECHA		60.00	1	20.00	80.00
7	5+690.0	5+830.0	EJE DERECHA		140.00	1	20.00	160.00
					3,420.00		300.00	3,720.00

Subtotal (m)	6000.00	3420.00	TOTAL CUNETAS	TOTAL EMBOQUI
Tipo 1	6000.00	3420.00	9420.00	420.00
				756.00

Tipos de Cuneta					
		h	ze(h/v)	b	zi (h/v)
Cuneta Tipo1	Triangular	0.30	0.50	1.20	2.00

6.- Resumen Metrados – Transporte Mezcla Asfáltica

Partida: 700.C Transporte de Mezcla Asfáltica para D<= 1 Km
 Partida: 700.D Transporte de Mezcla Asfáltica para D> 1 Km

Nº	DESCRIPCION	UND	700.C <1 km	700.D >1 km
			d<= 1 km	d> 1 km
	CARPETA ASFALTICA	m ³ /km	9,603.48	391,270.00
	TOTAL	m³/km	9,603.48	391,270.00

6.1- Metrados – Transporte Mezcla Asfáltica

DATOS GENERALES

ANCHO DE CALZADA 14.00
 ANCHO DE BERMA 1.50
 ESPESOR DE CAC 0.090
 DOSIFICACIONES UTILIZADAS:
 MC-30 1.14 U/m²
 PESO DE MEZCLA 2400 kg/m³
 PEN 120/150 7% 44.39 g/m³

CALCULO DE LAS BASES

PARA CAC 17.27

CALCULO DE LAS BASES MEDIAS

PARA CAC 17.14

PROGRESIVAS	INICIO	FINAL	TOTAL LONGITUD (m)	SA	IMPRIMACION		PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO				TRANSP. CARPETA ASFALTICA 700.C y 700.D			
					4000	MC-30 (U)	4000 CARPETA (m ³)	4000 PEN (kg/m ³)	4000 FILLER (kg)	4000 ADITIVO (kg)	Grav	Acceso	Grav	Acceso
0.00	1.00	1,000.00	468.78	17,738.78	20,222.21	1,584.79	70,348.83	5,324.89	135.42	0.50	53.00	0.30	1,584.79	0.00
1.00	2.00	1,000.00	472.93	17,742.93	20,228.94	1,585.16	70,355.25	5,326.14	135.45	1.50	53.00	0.30	1,585.16	80,526.13
2.00	4.00	2,000.00	1,477.30	36,917.30	41,059.72	3,218.16	142,854.12	10,813.02	274.99	3.00	53.00	0.30	3,218.16	158,656.29
4.00	4.80	800.00	596.09	14,412.09	16,428.76	1,287.73	57,162.33	4,326.77	110.04	4.40	53.00	0.30	1,287.73	61,682.27
4.80	6.00	1,200.00	850.17	21,574.17	24,594.55	1,927.64	85,567.94	6,476.67	164.72	5.40	53.00	0.30	1,927.64	90,408.32
				107,485.27	122,533.20	9,603.48	426,298.47	32,267.69	820.62				9,603.48	391,270.00
TOTAL				107,485.27	122,533.20	9,603.48	426,298.47	32,267.69	820.62				9,603.48	391,270.00



6.2- Metrados – Transporte de Material Excedente

Partida: 700.G Transporte de material excedente a DME para D<= 1 Km
 Partida: 700.H Transporte de material excedente a DME para D> 1 Km

Nº	DESCRIPCION	UND	700.G<=1km	700.H>1km
			Q= 1km	Q= 1km
205	EXCAVACION	m³/km	145,395.79	358,339.74
	ALC TMC EXCAVACION	m³/km	976.53	925.64
	CUNETAS	m³/km	1,304.22	1,801.17
	VARIOS (5% DE O. ARTE)	m³/km	114.04	136.34
	TOTAL	m³/km	147,790.58	361,202.88

6.3- Metrados – Transporte de Material de Derrumbe

Partida: 700.I Transporte de material de Derrumbe para D<= 1 Km
 Partida: 700.J Transporte de material de Derrumbe para D> 1 Km

Nº	DESCRIPCION	UND	700.I<=1km	700.J>1km
			Q= 1km	Q= 1km
205	DERRUMBES (5% DE MATERIAL ADM)	m³/km	8,520.82	18,081.51
	TOTAL	m³/km	8,520.82	18,081.51

6.4- Metrados – Transporte de Material de Cunetas

CUNETAS							
UBICACION		TIPO	DESDE CANTERA	MATERIAL	Distancia	700.A<=1km	700.B>1km
(km)	(km)					(m)	(km)
LADO DERECHO							
	1+000.0	2	1+000	170.00	1.00	170.00	
	1+000.0	2	1+000	170.00	-		
	2+000.0	2	1+000	170.00	1.00	170.00	
	3+000.0	2	1+000	170.00	2.00	170.00	170.00
	4+000.0	2	1+000	170.00	3.00	170.00	340.00
	5+000.0	2	1+000	170.00	4.00	170.00	510.00
LADO IZQUIERDO							
	+410.0	2	0+410	69.70	0.41	28.58	
	+460.0	2	0+260	44.20	0.20	8.84	
	+790.0	2	0+210	35.70	0.58	20.71	
	1+260.0	2	0+060	10.20	1.20	10.20	2.04
	1+520.0	2	0+040	6.80	1.48	6.80	3.26
	1+740.0	2	0+380	64.60	1.36	64.60	23.26
	2+260.0	2	0+450	76.50	1.81	76.50	61.97
	2+800.0	2	0+250	42.50	2.55	42.50	65.88
	3+300.0	2	0+120	20.40	3.18	20.40	44.47
	3+720.0	2	0+210	35.70			
	4+100.0	2	0+410	69.70	3.69	69.70	187.49
	4+720.0	2	0+400	68.00	4.32	68.00	225.76
	5+220.0	2	0+020	3.40	5.20	3.40	14.28
	5+420.0	2	0+060	10.20	5.36	10.20	44.47
	5+690.0	2	0+140	23.80	5.55	23.80	108.29
						1,304.22	1,801.17

6.5- Metrados – Transporte de Material de Alcantarillas

EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS					
UBICACION	ZOME	MATERIAL	Distancia	700.C<=1km	700.D>1km
				(m)	(km)
01+100.00	3+000	138.35	2.00	138.35	138.35
01+400.00	3+000	146.13	1.70	146.13	102.29
03+100.00	3+000	137.55	0.20	27.51	
03+700.00	3+000	102.46	0.80	81.97	
04+300.00	3+000	104.51	1.40	104.51	41.80
04+533.00	3+000	68.78	1.63	68.78	43.54
04+900.00	3+000	159.71	2.00	159.71	159.71
05+500.00	3+000	114.18	2.60	114.18	182.69
05+800.00	3+000	135.40	2.90	135.40	257.26
		1,107.06		976.53	925.64



7.- Resumen Metrados – Señalización y Seguridad Vial

**RESUMEN DE METRADOS
 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL**

CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
8.00	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL		
801.E	Señal Preventiva (0.75 x 0.75)	Und	43.00
802.C	Señal Reglamentaria Octogonal R-1 (0.60 x 0.60)	Und	4.00
802.F	Señal Reglamentaria Triangular R-2 (0.75 m de lado)	Und	0.00
802.I	Señal Reglamentaria Rectangular (0.80 x 1.20)	Und	16.00
803.B	Señal de Servicios Auxiliares	Und	0.00
803.C	Señal Informativa	m ²	19.10
803.D	Señal Informativa Ambiental	m ²	7.14
804.A	Postes de Soporte de Señales	Und	63.00
804.B	Estructuras de Soporte de Señales Tipo E-1	Und	24.00
804.C	Estructuras de Soporte de Señales Tipo E-2	Und	0.00
805.A	Poste Delineador	Und	293.00
810.A	Marcas en el Pavimento	m ²	2,025.04
820.A	Guardavía Metálica	m	1,116.00
820.B	Sección Final	Und	7.00
820.C	Sección de Amortiguación	Und	7.00
825.A	Captafaros	Und	329.00
830.A	Poste de kilometraje	Und	7.00
840.A	Pintado de Parapetos en muros y alcantarillas	m ²	24.95
850.A	Tachas Delineadoras	Und	6,312.00
860.A	Gibas lomo de toro	ml	84.00

7.1- Metrados – Señales Preventivas y Reglamentarias

	TIPO	PREVENTIVAS		REGLAMENTARIAS			
		ROMBO	TRIANGULAR	OCTOGONAL (UND)	RECTANG (UND)	TRIANGULAR (UND)	POSTES (UND)
D	P-33	12					12
D	P-5-1	2					2
D	P-35A	1					1
I	R-30 60				16		16
D	P-2 B	10					10
I	P-2 A	10					10
D	P-56	8					8
		43	0	0	16	0	59

7.2- Metrados – Señales Informativas

**METRADO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL
 SEÑALES INFORMATIVAS**

TIPO	SOPORTE	DIMENSIONES		DESCRIPCIÓN	Inform. de Señales y Distintos (m ²)	Señales Cuadradas (UND)	Informativas Rectangulares (m ²)	Señales Triangulares (UND)	Señales Tipo E-1 (UND)	Señales Tipo E-2 (UND)
		A	B							
I-5	E-1	2.20	1.00	CAJAMARCA - VIA DE EVITAMIENTO - HEROES DEL CENEPA	2.20				1	
I-5	E-1	2.20	1.00	CAJAMARCA - HEROES DEL CENEPA - HACIA LA COSTA	2.20				1	
IA	E-1	2.50	0.95	Protejamos nuestra carretera, no la destruyas			2.38		1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE ARCOMAYO	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE ARCOMAYO	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE NEGRO MAYO	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE NEGRO MAYO	1.05				1	
IA	E-1	2.10	0.70	No contamine el Medio Ambiente			1.47		1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE CALISPUQUIO I	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE CALISPUQUIO I	1.05				1	
IA	E-1	2.10	0.70	No contamine el Medio Ambiente			1.47		1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE HUALASPAMPA	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE HUALASPAMPA	1.05				1	
IA	E-1	2.80	0.70	No deje obstáculos sobre la pista			1.82		1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE CALISPUQUIO II	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE CALISPUQUIO II	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE CHUCAPAMPA	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE CHUCAPAMPA	1.05				1	
IA	E-1	2.80	0.70	No deje obstáculos sobre la pista					1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE SAN VICENTE	1.05				1	
I-7	E-1	1.50	0.70	PUENTE SAN VICENTE	1.05				1	
IA	E-1	2.10	0.70	No contamine el Medio Ambiente					1	
IA	E-1	2.10	0.70	No contamine el Medio Ambiente					1	
IA	E-1	2.50	0.95	Protejamos nuestra carretera, no la destruyas					1	
					19.10	0.00	7.14	0.00	24.00	0.00



7.3- Metrados – Postes Delineadores y Guardavías

METRADO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL POSTES DELINEADORES y GUARDAVÍAS

UBICACIÓN		TIPO	LADO	CURVA N	Long (m)	RADIO (m)	ESPACIAM. (m)	Postes Delineadores (Und)	Guardavías (m)	Secc. Finita Guardavías (Und)	Secc. Amortig. Guardavías (Und)	Capitales (Und)
Inicio	Final											
0+173.09	0+271.06	PD	I	1	97.98	284.16	17.8	7.00	-	-	-	-
0+386.29	0+519.92	PD	D	2	133.63	102.12	10.9	13.00	-	-	-	-
0+754.67	0+816.96	G	D	3	62.29	63.07	7.7	-	62	1	1	21.00
0+940.96	1+075.05	PD	I	4	134.09	276.92	17.7	9.00	-	-	-	-
1+447.85	1+612.46	PD	I	5	164.62	309.72	18.4	10.00	-	-	-	-
1+954.46	2+137.51	PD	I	6	183.05	275.32	17.6	11.00	-	-	-	-
2+663.32	2+920.52	G	D	7	257.19	100.21	10.8	-	257	1	1	73.00
3+039.33	3+201.21	PD	I	8	161.88	316.62	18.6	10.00	-	-	-	-
3+360.74	3+588.79	PD	I	9	228.05	104.16	11.1	22.00	-	-	-	-
3+712.87	3+878.77	PD	D	10	165.91	279.76	17.7	10.00	-	-	-	-
3+878.77	4+114.87	PD	D	11	236.09	200.28	15.5	16.00	-	-	-	-
4+114.87	4+347.60	PD	I	12	232.73	122.53	-	-	-	-	-	-
4+467.00	4+657.66	PD	I	13	190.66	284.24	17.3	12.00	-	-	-	-
5+043.56	5+251.58	G	D	14	208.02	73.81	8.7	-	208	1	1	60.00
5+595.66	5+875.90	PD	I	15	279.84	149.65	13.5	22.00	-	-	-	-
0+172.84	0+274.11	PD	I	1	101.26	293.66	18.1	7.00	-	-	-	-
0+390.25	0+511.77	G	D	2	121.52	92.62	10.3	-	122	1	1	37.00
0+745.99	0+799.05	G	D	3	53.06	53.57	6.6	-	53	1	1	19.00
0+924.22	1+063.89	PD	I	4	139.67	286.42	17.9	9.00	-	-	-	-
1+436.86	1+606.56	PD	I	5	169.71	319.22	18.6	10.00	-	-	-	-
1+948.55	2+137.82	PD	I	6	189.27	284.82	17.9	12.00	-	-	-	-
2+663.63	2+897.10	G	D	7	233.46	90.71	10.1	-	233	1	1	66.00
3+017.21	3+185.14	PD	I	8	167.93	328.12	18.8	10.00	-	-	-	-
3+345.66	3+594.37	PD	I	9	248.71	113.66	11.6	22.00	-	-	-	-
3+717.65	3+877.28	PD	D	10	159.64	270.26	17.5	10.00	-	-	-	-
3+877.28	4+101.35	PD	D	11	224.06	190.78	15.1	16.00	-	-	-	-
4+101.35	4+352.26	PD	I	12	250.91	132.03	12.7	21.00	-	-	-	-
4+472.62	4+670.94	PD	I	13	198.33	273.74	17.6	12.00	-	-	-	-
5+057.76	5+239.06	G	D	14	181.31	64.31	7.8	-	181	1	1	53.00
5+582.39	5+879.26	PD	I	15	296.87	159.15	13.9	22.00	-	-	-	-
Total								293.00	1,116.00	7.00	7.00	329.00

7.4- Metrados – Gibas Lomo de Toro

RESUMEN DE METRADOS		
Gibas lomo de toro		
UBICACIÓN	LADO	Jibas (Und)
00+720	I - D	2
00+850	D - I	2
03+290	I - D	2
03+650	D - I	2
04+110	I - D	2
04+510	D - I	2
TOTAL		12

Total de Jibas = 12
 Longitud por Jiba = 7.00
 Partida 860.A Jibas = 84.00

Nota: Para la ubicación de las jibas se señala la progresiva del eje de la jiba

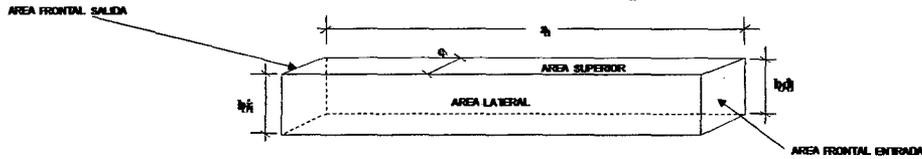
7.5- Metrados – Postes Kilométricos

POSTES KILOMETRICOS		
Ubicación	Lado	Postes de Kilometraje (Und)
00+000	I	1
01+000	D	1
02+000	I	1
03+000	D	1
04+000	I	1
05+000	D	1
06+000	I	1
TOTAL		7



7.6- Metrados – Pintura en Parapetos de Alcantarillas

Partida N° 840A: Pintura en parapetos de alcantarillas y muros (m2)



PROGRESIVA	DIMENSIONES				ÁREAS LADO IZQUIERDO				ÁREAS LADO DERECHO				AREA TOTAL
	φ	Ø	Ød	e	SUPERIOR	LATERAL	FRONTAL		SUPERIOR	LATERAL	FRONTAL		
							ENTRADA	SALIDA			ENTRADA	SALIDA	
ALCANTARILLAS TMC													
01+100.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
01+400.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
03+100.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
03+700.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
04+300.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
04+533.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
04+900.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
05+500.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
05+800.00	2.01	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.09	0.09	0.60	0.60	0.09	0.09	2.77
TOTAL					5.43	5.43	0.81	0.81	5.43	5.43	0.81	0.81	24.95

7.7- Metrados – Marcas en el Pavimento – Eje Derecha

Partida N° 810.00: Marcas en el pavimento (m2) Eje Derecha

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
Metrado total en zona de curvas	Und	777.54
Metrado total líneas de borde e intersección km 00+00	Und	1,247.50
METRADO TOTAL		2,025.04

Partida N° 810.A: Marcas en el pavimento (m2)

	S	ANGULO	R	φ	Lc	Pc	P1	P2	TANGENTE	ZONA				TOTAL
										CURVA	ADELANTE	PREAVISO	TANGENTE INTERMEDIA	
										(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)
INICIO									172.84		6.60	3.60		10.08
1	I	19-45-26	293.66	51.14	101.26	172.84	223.98	274.11	118.14	20.25	6.60	3.60	7.96	28.21
2	D	75-10-18	92.62	71.29	121.52	390.25	461.54	511.77	234.22	24.30	6.60	3.60		21.98
3	D	56-45-24	53.57	28.94	53.06	745.99	774.93	799.05	125.17	10.61	6.60	3.60	8.29	18.90
4	I	27-56-23	286.42	71.25	139.67	924.22	995.47	1063.89	372.97	27.93	6.60	3.60		27.19
5	I	30-27-36	319.22	86.91	169.71	1438.86	1523.77	1606.56	341.99	33.94	6.60	3.60		26.02
6	I	38-04-26	284.82	98.28	189.27	1948.55	2048.63	2137.82	525.81	37.85	6.60	3.60		32.92
7	D	147-28-07	90.71	310.88	233.46	2663.63	2974.52	2897.1	120.11	46.69	6.60	3.60	8.1	54.79
8	I	29-30-16	326.12	85.87	167.93	3017.21	3103.08	3185.14	160.52	33.59	6.60	3.60	9.62	43.21
9	I	125-22-35	113.66	220.10	248.71	3345.66	3565.76	3594.37	123.28	49.74	6.60	3.60	8.22	57.96
10	D	33-50-36	270.26	82.22	159.64	3717.65	3799.87	3877.28		31.93	6.60	3.60		31.93
11	D	67-17-28	190.78	128.97	224.06	3877.28	4004.26	4101.35		44.81	6.60	3.60		44.81
12	I	108-53-03	132.03	184.70	250.91	4101.35	4286.05	4352.26	120.36	50.18	6.60	3.60	8.11	58.29
13	I	41-30-38	273.74	103.74	198.33	4472.62	4576.36	4670.94	386.62	39.67	6.60	3.60		27.71
14	D	161-32-36	64.31	395.79	181.31	5057.76	5453.55	5239.06	343.33	36.26	6.60	3.60		26.07
15	I	106-52-29	159.15	214.59	296.87	5582.39	5796.98	5879.26	120.74	59.37	6.60	3.60	6.13	67.50
FIN						6+000.00	6+000.00							
TOTALES														777.54

Partida N° 810.A: Marcas en el pavimento (m2)

PROGRESIVA	LONGITUD	BORDES	EJE	VARIOS	TOTAL	OBSERVACIONES
(INICIO)	(FINAL)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	
	06+000.00	6,000.00	1,200.00		1,200.00	LINEAS DE BORDE
	0+200.00	200.00	40.00	7.50	47.50	INTERSECCIÓN KM 00+000 - 00+200
TOTAL			1,240.00	7.50	1,247.50	INDICADAS



7.8- Metrados – Marcas en el Pavimento – Eje Izquierda

Partida N° 810.00: Marcas en el pavimento (m2)

Eje Izquierda

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
Metrado total en zona de curvas	Und	777.60
Metrado total líneas de borde e intersección km 00+00	Und	1,247.50
METRADO TOTAL		2,025.10

Partida N° 810.A: Marcas en el pavimento (m2)

	S	ÁNGULO	R	Y	L _s	PQ	Q1	Q2	TANGENTE	CURVA (m2)	ADELANT. (m2)	ZONA			TOTAL (m2)	
												PREAVISO (m2)	TANGENTE INTERMEDIA A	E		C
INICIO									173.09			6.60	3.60		10.09	10.09
1	I	19-45-19	284.16	49.48	97.98	0+173.09	0+222.57	0+271.06	115.23	19.60		6.60	3.60		7.92	27.52
2	D	74-58-21	102.12	78.32	133.63	0+386.29	0+484.61	0+519.92	234.75	26.73		6.60	3.60		22	48.73
3	D	56-35-18	83.07	33.95	62.29	0+754.67	0+788.62	0+818.96	124.00	12.48		6.60	3.60		8.25	20.71
4	I	27-44-37	276.92	68.39	134.09	0+940.96	0+1009.35	0+1075.05	372.80	26.82		6.60	3.60			27.18
5	I	30-27-11	309.72	84.30	164.62	0+1447.85	0+1532.15	0+1612.46	342.00	32.92		6.60	3.60			26.03
6	I	38-05-39	275.32	95.05	183.05	0+1954.46	0+2049.51	0+2137.51	525.81	36.61		6.60	3.60		32.92	69.53
7	D	147-03-27	100.21	338.92	257.19	0+2683.32	0+2663.32	0+2920.52	118.81	51.44		6.60	3.60		8.06	59.50
8	I	29-17-36	316.62	82.75	161.88	0+3039.33	0+3002.24	0+3201.21	159.53	32.38		6.60	3.60		9.59	41.96
9	I	125-26-44	104.16	202.00	226.05	0+3380.74	0+3200.52	0+3588.79	124.08	45.61		6.60	3.60		8.25	53.86
10	D	33-58-42	279.76	85.47	165.91	0+3712.87	0+3562.74	0+3878.77		33.18		6.60	3.60			33.18
11	D	67-32-28	200.28	133.93	236.09	0+3878.77	0+3798.34	0+4114.87		47.22		6.60	3.60			47.22
12	I	108-49-28	122.53	171.23	232.73	0+4114.87	0+4012.70	0+4347.60	119.40	46.55		6.60	3.60		8.06	54.63
13	I	41-20-25	284.24	99.69	190.66	0+4467.00	0+4286.09	0+4657.66	385.90	38.13		6.60	3.60			27.67
14	D	161-29-13	73.81	452.66	208.02	0+5043.56	0+4966.70	0+5251.58	344.08	41.80		6.60	3.60		26.1	67.70
15	I	107-08-33	149.66	202.77	279.84	0+5585.66	0+5496.42	0+5875.50	124.50	55.97		6.60	3.60		8.27	64.24
FIN						6+000.00	6+000.00									
TOTALES															777.60	

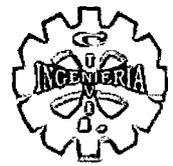
Partida N° 810.A: Marcas en el pavimento (m2)

PROGRESIVA		LONGITUD	BORDES (m2)	EJE (m2)	VARIOS (m2)	TOTAL (m2)	OBSERVACIONES
INICIO	FINAL						
	06+000.00	6,000.00	1,200.00			1,200.00	LINEAS DE BORDE
	0+200.00	200.00	40.00	7.50		47.50	INTERSECCIÓN KM 00+000 - 00+200
TOTAL			1,240.00	7.50		1,247.50	INDICADAS

7.9- Metrados – Tachas Delineadoras

Partida N° 850A: Tachas Delineadoras

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
Metrado total de tachas en zonas de curvas	Und	1,683.00
METRADO TOTAL		1,683.00



Partida N° 850A: Tachas Delineadoras

N°	S	ÁNGULO	R	T	Lg	PC	PI	PT	CANTIDAD			
									EJE	BORDES	TOTAL	
INICIO												
1	I	19-45-19	284.161	49.48	97.977	0+173.09	0+222.57	0+271.06	10	20	30	
2	D	74-58-21	102.123	78.323	133.629	0+386.29	0+464.61	0+519.92	14	28	42	
3	D	56-35-18	63.068	33.951	62.29	0+754.67	0+788.62	0+816.96	7	14	21	
4	I	27-44-37	276.915	68.385	134.088	0+940.96	01+009.35	01+075.05	14	28	42	
5	I	30-27-11	309.719	84.303	164.618	01+447.85	01+532.15	01+612.46	17	34	51	
6	I	38-05-39	275.318	95.052	183.05	01+954.46	02+049.51	02+137.51	19	38	57	
7	D	147-03-27	100.207	338.918	257.194	02+663.32	02+663.32	02+920.52	26	52	78	
8	I	29-17-36	316.615	82.748	161.875	03+039.33	03+002.24	03+201.21	17	34	51	
9	I	125-26-44	104.157	201.998	228.046	03+360.74	02+920.52	03+588.79	23	46	69	
10	D	33-58-42	279.76	85.473	165.907	03+712.87	03+562.74	03+878.77	17	34	51	
11	D	67-32-28	200.261	133.927	236.094	03+878.77	03+798.34	04+114.87	24	48	72	
12	I	108-49-28	122.53	171.225	232.727	04+114.87	04+012.70	04+347.60	24	48	72	
13	I	41-20-25	264.244	99.692	190.659	04+467.00	04+286.09	04+657.66	20	40	60	
14	D	161-29-13	73.805	452.856	208.019	05+043.56	04+566.70	05+251.58	21	42	63	
15	I	107-08-33	149.65	202.767	279.844	05+595.66	05+496.42	05+875.50	28	56	84	
1	I	19-45-26	293.661	51.139	101.262	0+172.84	0+223.98	0+274.11	11	22	33	
2	D	75-10-18	92.623	71.292	121.52	0+390.25	0+461.54	0+511.77	13	26	39	
3	D	56-45-24	53.568	28.938	53.064	0+745.99	0+774.93	0+799.05	6	12	18	
4	I	27-56-23	286.415	71.251	139.667	0+924.22	0+995.47	01+063.89	14	28	42	
5	I	30-27-36	319.219	86.91	169.706	01+436.86	01+523.77	01+606.56	17	34	51	
6	I	38-04-26	284.818	98.276	189.266	01+948.55	02+046.83	02+137.82	19	38	57	
7	D	147-28-07	90.707	310.883	233.462	02+663.63	02+974.52	02+897.10	24	48	72	
8	I	29-30-16	326.115	85.873	167.933	03+017.21	03+103.08	03+185.14	17	34	51	
9	I	125-22-35	113.657	220.096	248.709	03+345.66	03+565.76	03+594.37	25	50	75	
10	D	33-50-36	270.26	82.223	159.636	03+717.65	03+799.87	03+877.28	16	32	48	
11	D	67-17-28	190.781	126.973	224.063	03+877.28	04+004.26	04+101.35	23	46	69	
12	I	108-53-03	132.03	184.704	250.908	04+101.35	04+286.05	04+352.26	26	52	78	
13	I	41-30-38	273.744	103.741	198.327	04+472.62	04+576.36	04+670.94	20	40	60	
14	D	161-32-36	64.305	395.792	181.306	05+057.76	05+453.55	05+239.06	19	38	57	
15	I	106-52-29	159.15	214.588	296.865	05+582.39	05+796.98	05+879.26	30	60	90	
Fin							6+000.00					
TOTALES									561.00	1,122.00	1,683.00	



8.- Metrados – Protección Ambiental

RUBRO N°: 900,00 PROTECCION AMBIENTAL
 PARTIDA N°: 907,A READECUACIÓN AMBIENTAL DE

ITEM	TRANSPORTE	GUITARRERO	CHONTA	TOTAL
		10±800	08±000	
1.00	SUB BASE GRANULAR	18,936.16		18,936.16
2.00	BASE GRANULAR		15,540.79	15,540.79
3.00	MATERIAL PARA MEZCLA		9603.48	9,603.48
4.00	CONCRETOS			0.00
	ALC TMC		64.44	64.44
	VARIOS		6.44	6.44
5.00	RELLENO ESTRUCTURAL			0.00
	ALC TMC		1,210.99	1,210.99
	VARIOS		121.10	121.10
6.00	RELLENO MASIVO	10200		10,200.00
	TOTAL (m3)	29,136.16	26,547.24	55,683.40
	ALTURA PROMEDIO DE		2.00	
	AREA A RECUPERAR (m2)		13,300.00	13,300.00
	AREA A RECUPERAR (ha)		1.33	1.33

PARTIDA N°: 907,B READECUACIÓN AMBIENTAL DE

Item	Ubicación
Campamentos	1+500
Almacenes	1+500
Patio de Máquinas	1+500

906.A Depósito de material excedente		ZDME						
Progresiva	Explicaciones	Derrumbes	Obras de Arte					Total
			Alc. Marco	Alc. TMC	Subdren/Der.	Subdren/Izq.	Varios	
03+000	7,000.00		985.69	3,505.46	2,623.10	4,389.25	575.17	19,078.67
Total	7,000.00	0.00	985.69	3,505.46	2,623.10	4,389.25	575.17	19,078.67



ANEXO D

COSTOS Y PRESUPUESTOS



1.- Presupuesto de Obra

Presupuesto

Presupuesto	0201011	NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA KM 00+000 AL 06+000					
Subpresupuesto	001	NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA KM 00+000 AL 06+000					
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA					Costo al	09/11/2013
Lugar	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.		
100	OBRAS PRELIMINARES				1,544,236.70		
101.A	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	580,998.85	580,998.85		
102.A	GEOREFERENCIACIÓN, TRAZO Y REPLANTEO	glb	1.00	19,339.52	19,339.52		
103.A	MANUTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	631,463.20	631,463.20		
107.A	ACCESOS A CANTERAS, DME, PLANTAS DE PROCESO Y FUENTE DE AGUA, SIN EXPLOSIVOS	km	18.80	16,618.89	312,435.13		
200	MOVIMIENTO DE TIERRA				28,899,347.38		
201.B	DESBRUCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	ha	18.00	2,333.77	42,007.86		
205.A	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	3,968.70	3.85	15,279.50		
205.B	CORTE EN ROCA SUELTA	m3	110,963.50	17.04	1,890,818.04		
205.C	CORTE EN ROCA FIJA	m3	20,673.08	22.97	474,860.65		
206.A	REMOCIÓN DE DERRUMBES	m3	6,780.26	4.00	27,121.04		
207.A	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	223,204.30	1.89	421,856.13		
210.A	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	1,014,566.20	9.09	9,222,315.86		
220.B	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	767,355.63	17.05	13,083,413.49		
230	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENO (SOLO EXTRACCION) SIN	m3	767,355.63	4.85	3,721,674.81		
300	SUB BASE Y BASE				1,248,357.39		
303.A	SUB BASE GRANULAR	m3	18,936.16	30.29	573,576.29		
305.A	BASE GRANULAR	m3	15,540.79	43.42	674,781.10		
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO				5,767,796.77		
401.A	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	107,485.27	0.90	96,736.74		
410.A	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO CALIENTE (MAC)	m3	9,603.48	177.85	1,707,978.92		
420.D	CEMENTO ASFÁLTICO DE PENETRACIÓN 120-150	gal	426,296.47	7.56	3,222,816.43		
422.A	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	122,533.20	5.78	708,241.90		
423.A	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)	kg	32,267.69	0.60	19,360.61		
424.A	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	820.62	15.43	12,662.17		
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				1,018,079.43		
601.A	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	199.66	13.69	2,733.35		
605.A	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS	m3	84.23	32.79	2,761.90		
610.E	CONCRETO CLASE E (FC = 175 KG/CM2)	m3	21.48	326.62	7,015.80		
612.A	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	132.18	56.68	7,359.78		
622.B	TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULAR DE 0.90 M DE DIÁMETRO	m	132.00	500.90	66,118.80		
635.A	CUNETAS REVESTIDAS CON CONCRETO, TIPO 1	m	9,420.00	96.37	907,805.40		
640.A	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E = 0.15M	m2	420.00	57.82	24,284.40		
700	TRANSPORTE				2,168,372.52		
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<= 1KM	m3k	15,540.79	5.39	83,764.86		
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D> 1KM	m3k	117,287.60	1.27	148,955.25		
700.C	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA D<= 1KM	m3k	9,603.48	8.01	76,923.87		
700.D	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA D> 1KM	m3k	391,270.00	1.31	512,563.70		
700.G	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D<= 1KM	m3k	147,790.58	5.57	823,193.53		
700.H	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D> 1KM	m3k	361,202.88	1.24	447,891.57		
700.I	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DERRUMBE A DME PARA D<= 1KM	m3k	8,520.82	6.18	52,658.67		
700.J	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DERRUMBE A DME PARA D> 1KM	m3k	18,081.51	1.24	22,421.07		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"



800	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				604,970.42
801.E	SEÑAL PREVENTIVA (0.75 x 0.75 m)	u	43.00	250.73	10,781.39
802.C	SEÑAL REGLAMENTARIA OCTOGONAL R-1 (0.60 x 0.60 M)	u	4.00	207.70	830.80
802.I	SEÑAL REGLAMENTARIA RECTANGULAR (0.80 m x 1.20 M)	u	16.00	353.89	5,662.24
803.C	SEÑAL INFORMATIVA DE LOCALIZACION Y DESTINO	m2	19.10	404.50	7,725.95
803.D	SEÑAL INFORMATIVA AMBIENTAL	m2	7.14	401.32	2,865.42
804.A	POSTES DE SOPORTE DE SEÑALES	u	63.00	233.64	14,719.32
804.B	ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-1	u	24.00	2,261.41	54,273.84
805.A	POSTE DELINEADOR	u	293.00	135.35	39,657.55
810.A	MARCAS EN EL PAVIMENTO TIPO I	m2	2,025.04	9.69	19,622.64
820.A	GUARDAVÍA METÁLICA	m	1,116.00	239.42	267,162.72
820.B	SECCION FINAL	u	7.00	164.32	1,150.24
820.C	SECCION DE AMORTIGUACION	u	7.00	198.04	1,386.28
825.A	CAPTAFAROS	u	329.00	33.43	10,998.47
830.A	POSTE DE KILOMETRAJE	u	7.00	170.02	1,190.14
840.A	PINTADO DE PARAPETOS EN MUROS Y ALCANTARILLAS	m2	24.95	17.71	441.86
850.A	TACHA RETROREFLECTIVA	u	6,312.00	14.17	89,441.04
855.A	GIBAS O RESALTO LOMO DE TORO	m	84.00	917.03	77,030.52
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL				153,969.05
906.A	DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	19,078.67	5.53	105,505.05
907.A	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS Y PLANTAS DE PROCESO	m2	13,300.00	2.08	27,664.00
907.B	READECUACION AMBIENTAL DE CAMPAMENTOS, ALMACENES Y PATIO DE MAQUINAS	m2	10,000.00	2.08	20,800.00
	EXPROPIACIONES "PACRI"				40,195.08
	EXPROPIACIONES	ha	18.00	2,233.06	40,195.08
	Costo Directo				41,445,324.74
	Gastos Generales (13.86%)				5,743,011.08
	Utilidad (5.00%)				2,072,266.24
	Subtotal				49,260,602.06
	IGV (18.00%)				8,866,908.37
	Valor Referencial				58,127,510.43
	Elaboracion de Expediente				1,162,550.21
	Supervision de Obra				2,034,462.87
	Presupuesto Total				61,324,523.51

SON : SESENTIUN MILLONES TRESCIENTOS VEINTICUATRO MIL QUINIENTOS VEINTITRES Y 51/100 NUEVOS SOLES



2.- Desagregado de Gastos Generales y Utilidades

DESCONSOLIDADO DE GASTOS GENERALES Y UTILIDAD

COMPONENTE DE LOS GASTOS GENERALES	MONEDA NUEVOS SOLES	
	S/.	%
COSTO DIRECTO	41,445,324.74	
1.- <u>GASTOS GENERALES</u>		
A. GASTOS FIJOS No directamente relacionados con el tiempo	806,721.89	1.946472600%
B. GASTOS VARIABLES Directamente relacionados con el tiempo	4,936,289.19	11.910364370%
TOTAL DE GASTOS GENERALES	5,743,011.08	13.856836970%
2.- <u>UTILIDAD</u> 5.00%	2,072,266.24	5.00%
3.- <u>I.G.V.</u> 18.00%	8,866,908.37	18.00%
Presupuesto sin IGV =	49,260,602.06	1.18856837
Presupuesto con IGV =	58,127,510.43	1.402510676



2.1.- Gastos Fijos

ANALISIS DE GASTOS GENERALES

DURACION DE LA OBRA (meses) 12.00 T.C. (14.02.14) = 2.85
COSTO DIRECTO S/. 41,471,986.88

ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD	MESES	TARIFA	VALOR TOTAL
					S/.	S/.
GASTOS GENERALES FIJOS						
1.00.00	CAMPAMENTO					
1.01.00	Contratista					
1.01.01	Alojamiento Ingenieros	m2	250.00		570.00	142,500.00
1.01.02	Alojamiento Empleados	m2	200.00		570.00	114,000.00
1.01.03	Alojamiento Obreros	m2	500.00		427.50	213,750.00
1.01.04	Oficinas (incluye mobiliario y equipos de oficina en gene	m2	150.00		855.00	128,250.00
1.01.05	Campamento en planta	m2	100.00		427.50	42,750.00
1.01.06	Laboratorios	m2	100.00		427.50	42,750.00
1.01.07	Almacenes y Depósitos	m2	200.00		427.50	85,500.00
1.01.08	Comedor - Cocina	m2	300.00		427.50	128,250.00
1.01.09	Oficinas de la Supervisión	m2	200.00		427.50	85,500.00
TOTAL						983,250.00
MONTO ASIGNADA A LA OBRA					50%	491,625.00
ARMADO Y DESARMADO					10%	98,325.00
MANTENIMIENTO					5%	49,162.50
MONTO TOTAL CAMPAMENTO						639,112.50
2.00.00 GASTOS ADMINISTRATIVOS						
2.01.00	Costo de Preperación de Oferta para la Licitacion	est	1.00		2,850.00	2,850.00
2.02.00	Gastos Legales	est	1.00		4,275.00	4,275.00
2.03.00	Carteles de Obra	u	3.00		1,710.00	5,130.00
2.04.00	Gastos de Inspección de Obra	est	1.00		1,140.00	1,140.00
2.05.00	Gastos Varios	est	1.00		3,420.00	3,420.00
TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS						16,815.00
3.00.00 LIQUIDACION DE OBRA						
3.01.00	Ingeniero Residente	mes	1.00	1.00	11,400.00	11,400.00
3.02.00	Ingeniero Asistente	mes	1.00	1.00	9,690.00	9,690.00
3.03.00	Contador - Administrador	mes	1.00	1.00	3,705.00	3,705.00
3.04.00	Secretaria	mes	2.00	1.00	2,280.00	4,560.00
3.05.00	Especialista en Computo	mes	3.00	1.00	2,850.00	8,550.00
3.06.00	Copias. Planos y Documentos	mes	1.00	1.00	2,850.00	2,850.00
3.07.00	Comunicaciones	mes	1.00	1.00	997.50	997.50
3.08.00	Utiles de Oficina	mes	1.00	1.00	2,850.00	2,850.00
TOTAL COSTO LIQUIDACION DE OBRA						44,602.50
4.00.00 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION						
4.01.00	Carpamentos	est	1.00		5,700.00	5,700.00
4.02.00	Mobiliario, Enseres y Menaje	est	1.00		8,550.00	8,550.00
TOTAL GASTOS MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION						14,250.00
5.00.00 IMPUESTOS						
5.01.00	SENCICO (0.2% presupuesto sin igv)	%	0.20%		46,000,519.16	92,001.04
TOTAL COSTO IMPUESTOS						92,001.04
TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS						806,781.04



2.2.- Gastos Variables

ANALISIS DE GASTOS GENERALES

DURACION DE LA OBRA (meses) 12.00
COSTO DIRECTO 41,445,324.74

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MESES	TARIFA	VALOR TOTAL
					S./ u	S/.
GASTOS GENERALES VARIABLES						
1.00.00	PERSONAL PROFESIONAL-TECNICO-ADMINISTRATIVO-AUXILIAR					
1.00	Ingeniero Residente	mes	1.00	13.00	11,400.00	148,200.00
2.00	Ingeniero de Explanaciones	mes	1.00	10.00	9,690.00	96,900.00
3.00	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	mes	1.00	10.00	9,690.00	96,900.00
4.00	Ingeniero Obras de Arte y Drenaje y Estructuras	mes	1.00	10.00	9,690.00	96,900.00
5.00	Ingeniero de Metrados y Valorizaciones	mes	1.00	13.00	9,690.00	125,970.00
6.00	Especialista en Impacto Ambiental y Seguridad	mes	1.00	13.00	8,265.00	107,445.00
7.00	Ingeniero Geotecnista	mes	1.00	3.00	8,265.00	24,795.00
8.00	Ingeniero de Equipo Mecanico	mes	1.00	13.00	8,265.00	107,445.00
9.00	Asistente Técnico	mes	2.00	12.00	8,265.00	198,360.00
10.00	Maestro Capataz General	mes	3.00	8.00	5,700.00	136,800.00
11.00	Topógrafo	mes	2.00	10.00	3,705.00	74,100.00
12.00	Técnico de Laboratorio de Ensayo de Materiales	mes	1.00	12.00	3,705.00	44,460.00
13.00	Técnico Mecanico	mes	1.00	13.00	3,705.00	48,165.00
14.00	Almacenero General	mes	1.00	12.00	1,995.00	23,940.00
15.00	Ayudantes de Topografía	mes	6.00	10.00	1,710.00	102,600.00
16.00	Ayudantes de Laboratorio de Ensayos de Materiales	mes	3.00	12.00	1,710.00	61,560.00
17.00	Ayudante de Almacén	mes	1.00	12.00	1,710.00	20,520.00
18.00	Dibujante en Autocad	mes	3.00	13.00	2,850.00	111,150.00
19.00	Contador - Administrador	mes	1.00	13.00	3,705.00	48,165.00
20.00	Secretaria	mes	1.00	13.00	2,280.00	29,640.00
21.00	Auxiliar Administrativo - Planillero Pagador	mes	1.00	13.00	1,710.00	22,230.00
22.00	Tareador	mes	3.00	12.00	1,710.00	61,560.00
23.00	Conserje	mes	1.00	12.00	1,710.00	20,520.00
24.00	Guardianes	mes	3.00	12.00	1,710.00	61,560.00
MONTO TOTAL REMUNERACION PERSONAL PROFESIONAL-TECNICO-ADMINISTRATIVO-AUXILIAR (inc. LL.SS.)						1,869,885.00
2.00.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION (ver hoja anexa de calculo)					
1.00	Transporte terrestre del Personal Profesional	est			21,802.50	21,802.50
2.00	Transporte terrestre de Personal Técnico	est			29,526.00	29,526.00
MONTO TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION						51,328.50
3.00.00	ALIMENTACION (ver hoja anexa de calculo)					
1.00	Personal Profesional	mes	1.00	1.00	87,210.00	87,210.00
2.00	Personal Técnico	mes	1.00	1.00	63,612.00	63,612.00
3.00	Personal Administrativo, Asistentes y Auxiliares	mes	1.00	1.00	144,666.00	144,666.00
MONTO TOTAL COSTO ALIMENTACION						295,488.00
4.00.00	EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS					
1.00	Equipos de Laboratorio Ensayo de Materiales	mes	1.00	12.00	6,555.00	78,660.00
2.00	Equipos de Radio Comunicación	mes	1.00	12.00	1,995.00	23,940.00
3.00	Equipo de Topografía (Estación Total y Nivel)	mes	2.00	10.00	3,420.00	68,400.00
4.00	Grupo Electrógeno	mes	1.00	10.00	427.50	4,275.00
5.00	Equipos de Computo y Oficina	mes	13.00	10.00	427.50	55,575.00
6.00	Camionetas Pick Up Doble Cabina	mes	6.00	10.00	7,980.00	478,800.00
7.00	Camion Baranda	mes	1.00	12.00	8,550.00	102,600.00
MONTO TOTAL COSTO DE EQUIPOS						812,250.00
5.00.00	CONTROL TECNICO Y OTROS					
1.00	Ensayos no destructivos (Rugosidad / Deflexiones / Densidad)	gbl			121,937.24	121,937.24
MONTO TOTAL COSTO CONTROL TECNICO Y OTROS						121,937.24



GASTOS GENERALES VARIABLES						
6.00.00	COMUNICACIONES, SERVICIOS DE OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES					
1.00	Teléfono - Fax	mes	1.00	13.00	997.50	12,967.50
2.00	Copias Fotostaticas	mes	1.00	13.00	1,425.00	18,525.00
3.00	Materiales Varios	mes	1.00	13.00	2,850.00	37,050.00
MONTO TOTAL COSTO DE COMUNICACIONES, SERVICIOS OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES						68,542.50
7.00.00	GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL					
1.00	Gerente de Obra	mes	0.20	13.00	14,250.00	37,050.00
2.00	Coordinador de Obra	mes	1.00	13.00	12,825.00	166,725.00
3.00	Contador - Administracion	mes	0.20	12.00	7,125.00	17,100.00
4.00	Auxiliar Administrativo	mes	0.20	12.00	1,710.00	4,104.00
5.00	Secretaria	mes	0.20	12.00	2,280.00	5,472.00
6.00	Alquiler de Oficina	mes	0.20	12.00	3,420.00	8,208.00
7.00	Mantenimiento de Oficina principal	mes	0.20	12.00	1,710.00	4,104.00
MONTO TOTAL GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL						242,763.00
8.00.00	GASTOS FINANCIEROS (ver hoja de calculo anexa)					
1.00	Carta Fianza de Fiel Cumplimiento del Contrato				171,251.21	171,251.21
2.00	Carta Fianza de Adelanto en Efectivo				197,597.55	197,597.55
3.00	Carta Fianza de Beneficios Sociales (Ley 20024)				13,173.17	13,173.17
MONTO TOTAL GASTOS FINANCIEROS						382,021.93
9.00.00	SEGUROS (Vver hoja de cálculo anexa)					
1.00	Accidentes personales				41,729.60	41,729.60
2.00	SCTR - Pensiones				208,648.00	208,648.00
3.00	SCTR - Salud				59,194.98	59,194.98
4.00	Seguro de Vida				125,188.80	125,188.80
5.00	Responsabilidad Civil contra Terceros				141,111.00	141,111.00
6.00	Seguro de las Obras - CAR				238,724.19	238,724.19
7.00	Seguro de los Equipos				277,476.45	277,476.45
TOTAL COSTO DE SEGUROS						1,092,073.02
TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES						4,936,289.19



2.3.- Alimentación y Viáticos

ALIMENTACION Y VIATICOS

A) PERSONAL PROFESIONAL

PROFESIONAL	UNIDAD	CANTIDAD	MESES	DIAS MES	COSTO DIA	PARCIAL
Ingeniero Residente	mes	1.00	13.00	30.00	34.20	13,338.00
Ingeniero de Explanaciones	mes	1.00	10.00	30.00	34.20	10,260.00
Ingeniero de Suelos y Pavimentos	mes	1.00	10.00	30.00	34.20	10,260.00
Ingeniero Obras de Arte y Drenaje y Estructuras	mes	1.00	10.00	30.00	34.20	10,260.00
Ingeniero de Metrados y Valorizaciones	mes	1.00	13.00	30.00	34.20	13,338.00
Especialista en Impacto Ambiental y Seguridad	mes	1.00	13.00	30.00	34.20	13,338.00
Ingeniero Geotecnista	mes	1.00	3.00	30.00	34.20	3,078.00
Ingeniero de Equipo Mecanico	mes	1.00	13.00	30.00	34.20	13,338.00
SUB-TOTAL					S/.	87,210.00

B) PERSONAL TECNICO

PROFESIONAL	UNIDAD	CANTIDAD	MESES	DIAS MES	COSTO DIA	PARCIAL
Asistente Técnico	mes	2.00	12.00	30.00	22.80	16,416.00
Maestro Capataz General	mes	3.00	8.00	30.00	22.80	16,416.00
Topógrafo	mes	2.00	10.00	30.00	22.80	13,680.00
Técnico de Laboratorio de Ensayo de Materiales	mes	1.00	12.00	30.00	22.80	8,208.00
Técnico Mecanico	mes	1.00	13.00	30.00	22.80	8,892.00
SUB-TOTAL					S/.	63,612.00

C) PERSONAL ADMINISTRATIVO, ASISTENTES Y AUXILIARES

PROFESIONAL	UNIDAD	CANTIDAD	MESES	DIAS MES	COSTO DIA	PARCIAL
Almacenero General	mes	1.00	12.00	30.00	17.10	6,156.00
Ayudantes de Topografía	mes	6.00	10.00	30.00	17.10	30,780.00
Ayudantes de Laboratorio de Ensayos de Materiales	mes	3.00	12.00	30.00	17.10	18,468.00
Ayudante de Almacén	mes	1.00	12.00	30.00	17.10	6,156.00
Dibujante en Autocad	mes	3.00	13.00	30.00	17.10	20,007.00
Contador - Administrador	mes	1.00	13.00	30.00	17.10	6,669.00
Secretaria	mes	1.00	13.00	30.00	17.10	6,669.00
Auxiliar Administrativo - Planillero Pagador	mes	1.00	13.00	30.00	17.10	6,669.00
Tareador	mes	3.00	12.00	30.00	17.10	18,468.00
Conserje	mes	1.00	12.00	30.00	17.10	6,156.00
Guardianes	mes	3.00	12.00	30.00	17.10	18,468.00
SUB-TOTAL					S/.	144,666.00

2.4.- Movilidad

PASAJES

A) PERSONAL PROFESIONALES (SALIDAS CADA 30 DIAS)

PROFESIONAL	UNIDAD	CANTIDAD	MESES	# SALIDAS	COSTO PASAJE	PARCIAL
Ingeniero Residente	mes	1.00	13.00	13.00	256.50	3,334.50
Ingeniero de Explanaciones	mes	1.00	10.00	10.00	256.50	2,565.00
Ingeniero de Suelos y Pavimentos	mes	1.00	10.00	10.00	256.50	2,565.00
Ingeniero Obras de Arte y Drenaje y Estructuras	mes	1.00	10.00	10.00	256.50	2,565.00
Ingeniero de Metrados y Valorizaciones	mes	1.00	13.00	13.00	256.50	3,334.50
Especialista en Impacto Ambiental y Seguridad	mes	1.00	13.00	13.00	256.50	3,334.50
Ingeniero Geotecnista	mes	1.00	3.00	3.00	256.50	769.50
Ingeniero de Equipo Mecanico	mes	1.00	13.00	13.00	256.50	3,334.50
SUB-TOTAL					S/.	21,802.50

B) PERSONAL TECNICO, ADMINISTRATIVO Y AUXILIAR (SALIDAS CADA 45 DIAS)

PROFESIONAL	UNIDAD	CANTIDAD	MESES	# SALIDAS	COSTO PASAJE	PARCIAL
Asistente Técnico	mes	2.00	12.00	8.00	199.50	3,192.00
Maestro Capataz General	mes	3.00	8.00	5.00	199.50	2,992.50
Topógrafo	mes	2.00	10.00	7.00	199.50	2,793.00
Técnico de Laboratorio de Ensayo de Materiales	mes	1.00	12.00	8.00	199.50	1,596.00
Técnico Mecanico	mes	1.00	13.00	9.00	199.50	1,795.50
Almacenero General	mes	1.00	12.00	8.00	199.50	1,596.00
Ayudantes de Laboratorio de Ensayos de Materiales	mes	3.00	12.00	8.00	199.50	4,788.00
Dibujante en Autocad	mes	3.00	13.00	9.00	199.50	5,386.50
Contador - Administrador	mes	1.00	13.00	9.00	199.50	1,795.50
Secretaria	mes	1.00	13.00	9.00	199.50	1,795.50
Auxiliar Administrativo - Planillero Pagador	mes	1.00	13.00	9.00	199.50	1,795.50
SUB-TOTAL					S/.	29,526.00



2.5.- Ensayos No Destructivos

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS		
Longitud del Tramo:	6	km
A) ESTUDIO DE DEFLECTOMETRIA		
Capas a estudiar:	Subrasante, Sub-Base, Base y Carpeta asfáltica	
Rendimiento:	6	km/día
COSTO		* Subtotal S/.
MANO DE OBRA		
Técnico	S/. 13.66 /hr x 8 hr/día x 10 días x 4 capas x 1 =	4,371.20
Controladores	S/. 11.07 /hr x 8 hr/día x 10 días x 4 capas x 2 =	7,084.80
Peones (Señaleros)	S/. 10.01 /hr x 8 hr/día x 10 días x 4 capas x 2 =	6,406.40
MATERIALES		1,850.86
Cono de seguridad	S/. 89.21 /und x 4 und x 2 =	713.68
Chalecos de seguridad	S/. 37.47 /und x 5 und x 2 =	374.70
Señales	S/. 190.62 /und x 4 und x 1 =	762.48
EQUIPOS		43,027.40
Camioneta Pick-up 4x2 Cabina doble	S/. 45.80 /hr x 8 hr/día x 10 días x 4 capas x 1 =	5,142.40
Volquete 6 m ³	S/. 80.00 /hr x 8 hr/día x 10 días x 4 capas x 1 =	25,600.00
Deflectómetro - Viga Benkelman	S/. 1,000 / mes x 12 meses x 1 =	12,000.00
Materiales varios		285.00
Monto Total del Estudio de Deflectometría:	Total S/.	62,740.66
B) ESTUDIO DE RUGOSIDAD		
COSTO CON MERLIN		Subtotal S/.
MANO DE OBRA		
Técnico		2,185.60
Oficial		1,771.20
Peones (Señaleros)		3,203.20
MATERIALES		299.76
Chalecos de seguridad		299.76
EQUIPOS		16,928.00
Camioneta Pick-up 4x2 Cabina doble		7,328.00
Rugosímetro		9,600.00
Total S/.		24,387.76
COSTO CON BUMP INTEGRATOR		Subtotal S/.
MANO DE OBRA		
Técnico		21.86
Operario		19.87
Oficial		221.40
MATERIALES		112.41
Chalecos de seguridad	S/. 37.47 /und x 3 und x 1 =	112.41
EQUIPOS		233.28
Camioneta Pick-up 4x2 Cabina doble	S/. 45.80 /hr x 8 hr/día / 30 Km/día x 6 Km x 1 =	73.28
Bump Integrator	S/. 80 / día x 2 días x 1 =	160.00
Total S/.		608.82
C) DENSIDAD DE CAMPO		
EQUIPOS		
Densímetro nuclear	US\$ 1,000 /mes x 2.85 S/. x US\$ x 12 meses x 1 =	34,200.00
Total S/.		34,200.00
TOTAL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS:		S/.
		121,937.24

2.6.- Gastos Financieros

GASTOS FINANCIEROS			
1.00 GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO			
Tasa:	10.00%	Comisión del Banco :	2.50%
		Período (Meses) :	13.00
		Monto de la Carta Fianza	6,323,121.59
Monto Aplicable:	S/.	63,231,215.92	Costo Financiero : 171,251.21
2.00 GARANTIA DEL ADELANTO			
Tasa:	20.00%	Comisión del Banco :	2.50%
		Período Neto :	7.50 Meses
		Monto de la Carta Fianza	12,646,243.18
		Carta Fianza renovable cada :	3 Meses
Monto Aplicable:	S/.	63,231,215.92	Costo Financiero : 197,597.55
3.00 GARANTIA DE LOS BENEFICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES			
Tasa:	2.50%	Comisión del Banco :	2.50%
		Período (Meses) :	4.00
		Monto de la Carta Fianza	1,580,780.40
Monto Aplicable:	S/.	63,231,215.92	Costo Financiero : 13,173.17
Sub-Total 8.00 :			S/. 382,021.93



2.7.- Gastos Financieros por Seguro

GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS			
1.00 SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES			
Prima:	0.20%	Derecho de emisión:	3.00%
		Periodo (Meses) :	13.00
Monto Aplicable:	S/.	18,698,850.00	Costo Financiero : 41,729.60
2.00 SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO SCTR - PENSIONES			
Prima:	1.00%	Derecho de emisión:	3.00%
		Periodo (Meses) :	13.00
		Porcentaje aplicable del C.D.	20.00%
Monto Aplicable:	S/.	18,698,850.00	Costo Financiero : 208,648.00
3.00 SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO SCTR - SALUD			
Tasa:	0.64%	Derecho de emisión:	3.00%
		Periodo (Meses) :	13.00
		Porcentaje aplicable del C.D.	20.00%
Monto Aplicable:	S/.	8,294,397.38	Costo Financiero : 59,233.06
4.00 SEGURO DE VIDA			
Tasa:	0.60%	Derecho de emisión:	3.00%
		Periodo (Meses) :	13.00
Monto Aplicable:	S/.	18,698,850.00	Costo Financiero : 125,188.80
5.00 RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS			
Tasa:	1.00%	Derecho de emisión:	3.00%
		Periodo (Meses) :	13.00
		Porcentaje aplicable del C.D.	20.00%
Monto Aplicable:	S/.	12,646,243.18	Costo Financiero : 141,111.00
6.00 SEGURO DE LAS OBRAS - CAR			
Tasa:	0.34%	Derecho de emisión:	2.50%
		Periodo (Meses) :	13.00
		Porcentaje aplicable del C.D.	100.00%
Monto Aplicable:	S/.	63,231,215.92	Costo Financiero : 238,724.19
7.00 SEGURO DE LOS EQUIPOS			
Tasa:	2.00%	Derecho de emisión:	3.00%
		Periodo (Meses) :	13.00
		Porcentaje aplicable del C.D.	30.00%
Monto Aplicable:	S/.	12,441,596.06	Costo Financiero : 277,654.95
Sub-Total 9.00 :			S/. 1,092,289.60



3.- Análisis de Precios Unitarios

0201011 NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA KM 00+000 AL 06+000						Fecha presupuesto	09/11/2013
001 NUEVA VIA DE EVITAMIENTO PARTE ALTA DE CAJAMARCA KM 00+000 AL 06+000							
101.A MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS							
glb/DIA	EQ.		Costo unitario directo por : glb	580,998.85			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales							
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	est		10000	580,998.85	580,998.85	580,998.85	
102.A GEOREFERENCIACIÓN, TRAZO Y REPLANTEO							
glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	19,339.52			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra							
PEON	hh	180.0000	1,440.0000	11.77	6,948.80	16,948.80	
Materiales							
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		56.2500	4.10	230.63		
YESO EN BOLSAS DE 25 kg	bls		50.0000	18.50	925.00		
MADERA TORNILLO	p2		40.0000	4.66	186.40		
PINTURA ESMALTE	gal		6.2500	32.20	201.25	1,643.28	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6,948.80	847.44	847.44	
103.A MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL							
glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	631,463.20			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra							
CAPATAZ	hh	72.0000	576.0000	21.95	12,643.20		
OPERARIO	hh	90.0000	720.0000	15.68	11,289.60		
PEON	hh	720.0000	5,760.0000	11.77	67,795.20		
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	450.0000	3,600.0000	15.33	55,788.00	150,616.00	
Materiales							
LUZ DE BARRICADA A BATERIA 6V	pza		20.0000	462.48	9,249.60		
CHALECOS DE SEGURIDAD	u		10.0000	30.00	300.00		
BANDERINES	u		20.0000	30.61	612.20		
CONO DE SEGURIDAD DE 28" Y 7LB	u		20.0000	111.51	2,230.20		
CILINDRO DE SEGURIDAD REFLECTIVO	u		10.0000	152.44	1,524.40		
TRANQUERAS	u		20.0000	45.45	909.00		
LETREROS, AVISOS DE TRANSITO	u		20.0000	238.28	4,765.60	19,591.00	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	150,516.00	7,525.80		
CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	90.0000	720.0000	18.64	85,420.80		
CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 3,000 gal	hm	90.0000	720.0000	90.29	65,008.80		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135	hm	90.0000	720.0000	99.70	71,784.00		
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-180 HP 2.75-3.00 yd3	hm	90.0000	720.0000	144.91	104,335.20		
MOTONIVELADORA DE 145 - 150 HP	hm	90.0000	720.0000	145.14	104,500.80		
CAMIONETA PICK UP 4 X 2 90 HP 2 ton	hm	90.0000	720.0000	31.64	22,780.80	481,366.20	
107.A ACCESOS A CANTERAS, DME, PLANTAS DE PROCESO Y FUENTE DE AGUA, SIN EXPLOSIVOS							
km/DIA	0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : km	16,618.89			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra							
CAPATAZ	hh	1.0000	6.0000	21.95	351.20		
PEON	hh	4.0000	64.0000	11.77	753.28		
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	4.5000	72.0000	15.33	1,175.76	2,280.24	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2,280.24	114.01		
CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	2.0000	32.0000	18.64	3,796.48		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135	hm	0.5000	8.0000	99.70	797.60		
TRACTOR DE ORUGAS DE 180-240 HP	hm	1.0000	6.0000	221.87	3,549.92		
MOTONIVELADORA DE 145 - 150 HP	hm	1.0000	6.0000	145.14	2,322.24	10,680.25	
Subpartidas							
AGUA PARA LA OBRA	m3		270.0000	13.92	3,758.40	3,758.40	
201.B DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS							
ha/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ha	2,333.77			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra							
CAPATAZ	hh	0.5000	4.0000	21.95	87.80		
OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	15.68	125.44		
PEON	hh	2.0000	16.0000	11.77	188.32		
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	8.0000	15.33	122.64	532.20	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	532.20	26.61		
TRACTOR DE ORUGAS DE 180-240 HP	hm	1.0000	8.0000	221.87	1,774.96	1,801.67	



205.A CORTE EN MATERIAL SUELTO						
m3/DIA	590.0000	EQ. 590.0000	Costo unitario directo por : m3		3.86	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0014	2195	0.03
PEON		hh	10000	0.0186	11.77	0.18
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	10000	0.0186	16.33	0.22
						0.41
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.41	0.02
RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 170-250 HP 1:12.75		hm	0.7000	0.0095	236.09	2.24
TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP		hm	0.3000	0.0041	288.92	1.18
						3.44
205.B CORTE EN ROCA SUELTA						
m3/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m3		17.04	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA SUELTA		m3		10000	1120	1120
PERFORACION Y DISPARO EN ROCA SUELTA		m3		0.5000	1168	5.84
						17.04
205.C CORTE EN ROCA FIJA						
m3/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m3		22.97	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA FIJA		m3		10000	8.06	8.06
PERFORACION Y DISPARO EN ROCA FIJA		m3		10000	14.91	14.91
						22.97
206.A REMOCIÓN DE DERRUMBES						
m3/DIA	550.0000	EQ. 550.0000	Costo unitario directo por : m3		4.00	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.5000	0.0073	2195	0.16
PEON		hh	2.0000	0.0291	11.77	0.34
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	10000	0.0145	16.33	0.24
						0.74
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.74	0.04
TRACTOR DE ORUGAS DE 160-240 HP		hm	10000	0.0145	221.87	3.22
						3.26
207.A PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE						
m2/DIA	2,350.0000	EQ. 2,350.0000	Costo unitario directo por : m2		1.89	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	10000	0.0034	2195	0.07
PEON		hh	4.0000	0.0186	11.77	0.48
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	2.6000	0.0089	16.33	0.45
						0.38
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.38	0.02
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	0.5000	0.0017	118.64	0.20
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135		hm	10000	0.0034	99.70	0.34
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-180 HP 2.75-3.00 yd3		hm	0.1000	0.0003	144.91	0.04
MOTONIVELADORA DE 145 - 160 HP		hm	10000	0.0034	145.14	0.49
						1.09
Subpartidas						
AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0300	13.92	0.42
						0.42
210.A CONFORMACION DE TERRAPLENES						
m3/DIA	480.0000	EQ. 480.0000	Costo unitario directo por : m3		9.09	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	10000	0.0187	2195	0.37
PEON		hh	6.0000	0.1000	11.77	1.18
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	2.5000	0.0417	16.33	0.68
						2.23
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.23	0.11
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135		hm	10000	0.0187	99.70	1.66
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-180 HP		hm	0.5000	0.0083	145.20	1.21
MOTONIVELADORA DE 145 - 160 HP		hm	10000	0.0187	145.14	2.42
						5.40
Subpartidas						
AGUA PARA LA OBRA		m3		0.1050	13.92	1.46
						1.46



220.B MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE

m3/DIA	280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : m3		17.06	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0057	2195	0.3
PEON		hh	3.0000	0.0657	1177	101
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	3.0000	0.0657	6.33	140
						2.64
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	2.54	0.08
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 10+13t		hm	1.0000	0.0286	99.70	2.85
RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.12.75 y		hm	0.7000	0.0200	236.09	4.72
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-180 HP		hm	0.3000	0.0086	145.20	125
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		hm	1.0000	0.0286	145.14	4.15
						13.05
Subpartidas						
AGUA PARA LA OBRA		m3		0.1050	13.92	1.46
						1.46

230 MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENO (SOLO EXTRACCION) SIN TRANSPORTE

m3/DIA	560.0000	EQ. 560.0000	Costo unitario directo por : m3		4.86	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0029	2195	0.06
OFICIAL		hh	0.5000	0.0071	13.19	0.09
PEON		hh	2.0000	0.0286	1177	0.34
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	14.0000	0.0200	6.33	0.33
						0.82
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.82	0.04
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	0.4000	0.0057	18.64	0.68
RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.12.75 y		hm	0.7000	0.0100	236.09	2.36
TRACTOR DE ORUGAS DE 150-240 HP		hm	0.3000	0.0043	221.87	0.95
						4.03

303.A SUB BASE GRANULAR

m3/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m3		30.29	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
MATERIAL PARA SUB BASE		m3		13.000	13.95	18.14
CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR		m3		1.0000	12.15	12.15
						30.29

306.A BASE GRANULAR

m3/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m3		43.42	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
MATERIAL PARA BASE		m3		13.000	22.57	29.34
CONFORMACION DE BASE GRANULAR		m3		1.0000	14.08	14.08
						43.42

401.A IMPRIMACION ASFALTICA

m2/DIA	4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : m2		0.90	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0020	2195	0.04
PEON		hh	6.0000	0.0120	1177	0.14
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	3.0000	0.0060	6.33	0.19
						0.28
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.28	0.01
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	0.3300	0.0007	18.64	0.08
COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM		hm	1.0000	0.0020	52.70	0.11
BARREDORA MECANICA 11-20 HP 7 p LONGITUD		hm	1.0000	0.0020	41.00	0.08
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP		hm	1.0000	0.0020	24.25	0.05
CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gal		hm	1.0000	0.0020	16.13	0.21
						0.64
Subpartidas						
AGREGADO FINO ZARANDEADO		m3		0.0040	8.90	0.08
						0.08

410.A PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO CALIENTE (MAC)

m3/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m3		177.85	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFALTICA		m3		1.0000	27.61	27.61
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		m3		13.000	15.57	202.41
						177.85

420.D CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 120-150

gal/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : gal		7.66	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
CEMENTO ASFALTICO 120/150		gal		1.0000	7.56	7.56
						7.66



422.A	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30					
IDIA	EQ.	Costo unitario directo por :		l	6.78	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
ASFALTO LIQUIDO MC-30	l		10000	5.78	5.78	
					6.78	
423.A	FILLER MINERAL (CAL HIDRATADA)					
kg/DIA	EQ.	Costo unitario directo por :		kg	0.60	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
CAL HIDRATADA	kg		10000	0.60	0.60	
					0.60	
424.A	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA					
kg/DIA	EQ.	Costo unitario directo por :		kg	16.43	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg		10000	16.43	16.43	
					16.43	
601.A	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS					
m3/DIA	150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por :		m3	13.89
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	21.95	0.12	
OFICIAL	hh	0.4000	0.0213	13.15	0.28	
PEON	hh	4.0000	0.2133	11.77	2.51	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	12.0000	0.0640	15.33	1.05	
					3.96	
Materiales						
BARRENO 5 X 18"	u		0.0002	315.02	0.06	
					0.06	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.95	0.20	
COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	0.2000	0.0107	52.70	0.56	
RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 170-250 HP 11.2.75	hm	0.5000	0.0257	236.09	6.30	
CARGADOR RETROEXCAVADOR 81HP CAT 428	hm	0.5000	0.0257	91.31	2.44	
MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	0.4000	0.0213	7.80	0.17	
					9.67	
606.A	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS					
m3/DIA	110.0000	EQ. 110.0000	Costo unitario directo por :		m3	32.79
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0073	21.95	0.16	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0727	15.68	1.14	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0727	13.15	0.96	
PEON	hh	1.0000	0.0727	11.77	0.85	
					3.12	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.12	0.16	
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0727	15.92	1.16	
RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8HP 0.8-1.1ton	hm	1.0000	0.0727	28.05	2.04	
					3.36	
Subpartidas						
AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1250	13.92	1.74	
MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m3		13.0000	19.90	24.57	
					26.31	
610.E	CONCRETO CLASE E (F'c = 175 KG/CM2)					
m3/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por :		m3	326.62
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.5714	21.95	12.54	
OPERARIO	hh	3.0000	1.7143	15.68	26.88	
OFICIAL	hh	2.0000	1.1429	13.15	15.04	
PEON	hh	8.0000	4.5714	11.77	53.61	
					108.27	
Materiales						
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		8.0000	19.27	154.16	
ADITIVO CURADOR	gal		0.1700	14.90	2.53	
ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.2040	6.40	1.31	
GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.2800	12.60	3.53	
LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ		5.0000	14.28	0.71	
					162.24	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	108.27	5.41	
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 1p3 18HP	hm	1.0000	0.5714	12.50	7.14	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 150"	hm	1.0000	0.5714	12.50	7.14	
					19.69	
Subpartidas						
AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1900	13.92	2.64	
AGREGADO GRUESO CHANCADO	m3		0.8000	30.41	24.33	
AGREGADO FINO ZARANDEADO	m3		0.5000	19.90	9.45	
					36.42	



612.A ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		66.68	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0857	2195	1.46	
OPERARIO	hh	1.0000	0.6957	15.68	10.45	
OFICIAL	hh	1.0000	0.6957	13.18	8.77	
PEON	hh	0.5000	0.3333	11.77	3.92	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	0.1000	0.0857	13.33	1.09	
						25.69
Materiales						
ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.1500	4.10	0.62	
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.1500	4.10	0.62	
DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0.0500	55.00	2.75	
MADERA TORNILLO	p2		3.8500	4.66	17.94	
TRIPLAY DE 19 mm PARA ENCOFRADO	pl		0.0430	100.30	4.31	
						26.24
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	25.69	1.28	
CAMION BARANDA 7 TON	hm	0.1000	0.0857	37.05	2.47	
						3.75
622.B TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULAR DE 0.90 M DE DIÁMETRO						
m/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m		500.90	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.5000	0.3333	2195	7.32	
OFICIAL	hh	1.0000	0.6957	13.18	8.77	
PEON	hh	5.0000	3.3333	11.77	39.23	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	0.2000	0.1333	13.33	2.18	
						57.50
Materiales						
ALCANTARILLA TMC D=36"	m		10200	409.72	417.91	
						417.91
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	57.50	2.88	
CAMION BARANDA 7 TON	hm	0.1000	0.0857	37.05	2.47	
CARGADOR RETROEXCAVADOR 81HP CAT 428	hm	0.1000	0.0857	91.31	6.09	
						11.44
Subpartidas						
PREPARACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ASIEN m3			0.3705	37.92	14.05	
						14.05
636.A CUNETAS REVESTIDAS CON CONCRETO, TIPO 1						
m/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m		96.71	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas						
CONCRETO CLASE E (F' C = 175 KGCM2)	m3		0.2050	326.62	66.96	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0.0657	55.68	3.71	
EXCAVACION MANUAL	m3		0.2000	39.10	7.82	
PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m2		2.1000	6.33	13.29	
JUNTA DE DILATACION Y CONSTRUCCION (CUNETAS) m			0.7000	5.61	3.93	
						96.71
640.A EMBOQUILLADO DE PIEDRA E = 0.15M						
m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		67.82	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	2195	1.76	
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.18	10.53	
PEON	hh	1.0000	0.4000	11.77	4.71	
						17.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.00	0.85	
						0.85
Subpartidas						
CONCRETO CLASE F (F' C = 140 KGCM2)	m3		0.0600	260.54	15.63	
MORTERO 1:3 (CEMENTO:ARENA)	m3		0.0400	357.82	14.31	
PIEDRA MEDIA	m3		0.0650	43.52	3.70	
PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m2		1.0000	6.33	6.33	
						39.97
700.A TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D <= 1KM						
m3k/DIA	360.0000	EQ. 360.0000	Costo unitario directo por : m3k		6.39	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	0.4900	0.0109	13.18	0.14	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.4900	0.0331	13.33	0.54	
						0.68
Equipos						
CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	1.0000	0.0222	118.64	2.63	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1yd3	hm	0.4900	0.0109	191.10	2.08	
						4.71



700.B TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D> 1KM						
m3k/DIA	847.0000	EQ. 847.0000	Costo unitario directo por : m3k		1.27	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	10000	0.0094	13.33	0.15
						0.15
Equipos						
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	10000	0.0094	18.64	1.12
						1.12
700.C TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA D<= 1KM						
m3k/DIA	148.0000	EQ. 148.0000	Costo unitario directo por : m3k		8.01	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OFICIAL		hh	10000	0.0541	13.15	0.71
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	10000	0.0541	13.33	0.88
						1.59
Equipos						
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	10000	0.0541	18.64	6.42
						6.42
700.D TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA PARA D> 1KM						
m3k/DIA	829.0000	EQ. 829.0000	Costo unitario directo por : m3k		1.31	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	10000	0.0097	13.33	0.15
						0.15
Equipos						
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	10000	0.0097	18.64	1.15
						1.15
700.G TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D<= 1KM						
m3k/DIA	368.0000	EQ. 368.0000	Costo unitario directo por : m3k		5.57	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OFICIAL		hh	0.5500	0.0120	13.15	0.15
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	1.5500	0.0337	13.33	0.55
						0.71
Equipos						
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	10000	0.0217	18.64	2.57
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1yd3		hm	0.5500	0.0120	19.10	2.29
						4.86
700.H TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D> 1KM						
m3k/DIA	867.0000	EQ. 867.0000	Costo unitario directo por : m3k		1.24	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	10000	0.0092	13.33	0.15
						0.15
Equipos						
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	10000	0.0092	18.64	1.09
						1.09
700.I TRANSPORTE DE MATERIAL DE DERRUMBE A DME PARA D<= 1KM						
m3k/DIA	340.0000	EQ. 340.0000	Costo unitario directo por : m3k		6.18	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OFICIAL		hh	0.5900	0.0195	13.15	0.15
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	1.5900	0.0372	13.33	0.61
						0.79
Equipos						
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	10000	0.0235	18.64	2.79
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1yd3		hm	0.5900	0.0195	19.10	2.60
						5.39
700.J TRANSPORTE DE MATERIAL DE DERRUMBE A DME PARA D> 1KM						
m3k/DIA	867.0000	EQ. 867.0000	Costo unitario directo por : m3k		1.24	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	10000	0.0092	13.33	0.15
						0.15
Equipos						
CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	10000	0.0092	18.64	1.09
						1.09



801.E SEÑAL PREVENTIVA (0.75 x 0.75 m)

u/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : u		250.73	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.2000	21.95	4.39	
OPERARIO	hh	10000	10000	5.68	5.68	
OFICIAL	hh	10000	10000	3.16	3.16	
						33.23
Materiales						
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		6.4500	11.85	76.43	
SOLVENTE XILOL	gal		0.0048	11.05	0.05	
SOLDADURA (AWS E301)	kg		0.0600	11.19	0.60	
FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		0.5600	79.12	44.31	
TINTA XEROGRÁFICA NEGRA	gal		0.0260	1085.61	28.23	
LJA PARA CONCRETO	hja		1.0000	1.36	1.36	
PLATINA DE ACERO 2" X 16"	m		2.1200	4.57	9.69	
ANGULO DE FIERRO 1" x 1" x 3/16"	m		3.0000	7.93	23.79	
PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.0575	6.65	1.12	
PINTURA ESMALTE	gal		0.0575	32.20	2.17	
						188.05
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	33.23	100	
SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA 400 A	hm	0.2500	0.2500	7.50	1.88	
						2.88
Subpartidas						
COLOCACION DE SEÑAL PREVENT/REGLAMENT	u		10000	26.57	26.57	
						26.57

802.C SEÑAL REGLAMENTARIA OCTOGONAL R-1 (0.60 x 0.60 M)

u/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : u		207.70	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.2000	21.95	4.39	
OPERARIO	hh	10000	10000	5.68	5.68	
OFICIAL	hh	10000	10000	3.16	3.16	
						33.23
Materiales						
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		3.8800	11.85	45.98	
SOLVENTE XILOL	gal		0.0030	11.05	0.03	
SOLDADURA (AWS E301)	kg		0.1100	11.19	1.23	
FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		0.3500	79.12	27.69	
TINTA XEROGRÁFICA NEGRA	gal		0.0100	1085.61	10.85	
TINTA XEROGRÁFICA ROJA	gal		0.0300	1142.75	34.28	
LJA PARA CONCRETO	hja		1.0000	1.36	1.36	
PLATINA DE ACERO 2" X 16"	m		1.0000	4.57	4.57	
ANGULO DE FIERRO 1" x 1" x 3/16"	m		2.0000	7.93	15.86	
PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.1200	6.65	2.00	
PINTURA ESMALTE	gal		0.0360	32.20	1.16	
						145.02
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	33.23	100	
SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA 400 A	hm	0.2500	0.2500	7.50	1.88	
						2.88
Subpartidas						
COLOCACION DE SEÑAL PREVENT/REGLAMENT	u		10000	26.57	26.57	
						26.57

802.I SEÑAL REGLAMENTARIA RECTANGULAR (0.80 m x 1.20 M)

u/DIA	7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : u		353.89	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.2286	21.95	5.02	
OPERARIO	hh	10000	11429	5.68	17.62	
OFICIAL	hh	10000	11429	3.16	15.04	
						37.98
Materiales						
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		10.6900	11.85	126.32	
SOLVENTE XILOL	gal		0.0073	11.05	0.08	
SOLDADURA (AWS E301)	kg		0.0800	11.19	0.90	
FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		0.9500	79.12	78.33	
TINTA XEROGRÁFICA NEGRA	gal		0.0260	1085.61	28.23	
TINTA XEROGRÁFICA ROJA	gal		0.0087	1142.75	9.94	
PLATINA DE ACERO 2" X 16"	m		1.8000	4.57	8.23	
ANGULO DE FIERRO 1" x 1" x 3/16"	m		4.0000	7.93	31.72	
PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.0910	6.65	1.52	
PINTURA ESMALTE	gal		0.0910	32.20	2.93	
						288.20
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	37.98	114	
						1.14
Subpartidas						
COLOCACION DE SEÑAL PREVENT/REGLAMENT	u		10000	26.57	26.57	
						26.57



803.C SEÑAL INFORMATIVA DE LOCALIZACION Y DESTINO						
m2/DIA	6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m2		404.60	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.2857	2195	5.85	
OPERARIO	hh	10.0000	1.3333	15.68	20.91	
OFICIAL	hh	10.0000	1.3333	13.15	17.55	
					44.31	
Materiales						
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		10.9000	1185	120.75	
LAMINA REFLECTIVA GRADO INGENIERIA	p2		6.4600	9.67	62.47	
SOLVENTE XILOL	gal		0.0073	11.06	0.08	
SOLDADURA (AWS E6011)	kg		0.0770	11.19	0.86	
FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		10.0000	79.12	79.12	
TEE DE ACERO L/MANO DE 1 1/2" X 1 1/2" X 3/16" X 6 m	pza		0.3600	8.75	3.15	
PERFIL "T" 1 1/2" x 3/16"	m		2.6200	8.75	22.93	
ANGULO DE FIERRO 1" x 1" x 3/16"	m		2.1600	7.93	17.13	
PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.0910	16.65	1.52	
PINTURA ESMALTE	gal		0.0910	32.20	2.93	
					310.94	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.31	133	
SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA 400 A	hm	0.5000	0.6667	7.50	5.00	
					6.33	
Subpartidas						
COLOCACION DE SEÑAL INFORMATIVA	u		0.2200	195.10	42.92	
					42.92	
803.D SEÑAL INFORMATIVA AMBIENTAL						
m2/DIA	6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m2		401.32	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.2857	2195	5.85	
OPERARIO	hh	10.0000	1.3333	15.68	20.91	
OFICIAL	hh	10.0000	1.3333	13.15	17.55	
					44.31	
Materiales						
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		10.9000	1185	120.75	
LAMINA REFLECTIVA GRADO INGENIERIA	p2		6.4600	9.67	62.47	
SOLVENTE XILOL	gal		0.0071	11.06	0.08	
SOLDADURA (AWS E6011)	kg		0.0740	11.19	0.83	
FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		10.0000	79.12	79.12	
PERFIL "T" 1 1/2" x 3/16"	m		2.6200	8.75	22.93	
ANGULO DE FIERRO 1" x 1" x 3/16"	m		2.1600	7.93	17.13	
PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.0910	16.65	1.52	
PINTURA ESMALTE	gal		0.0910	32.20	2.93	
					307.76	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.31	133	
SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA 400 A	hm	0.5000	0.6667	7.50	5.00	
					6.33	
Subpartidas						
COLOCACION DE SEÑAL INFORMATIVA	u		0.2200	195.10	42.92	
					42.92	
804.A POSTES DE SOPORTE DE SEÑALES						
u/DIA	EQ.	Costo unitario directo por : u		233.64		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas						
FABRICACION POSTES CONCRETO SEÑALIZACION	u		10000	17.184	17184	
INSTALACION DE POSTES	u		10000	6180	61800	
					233.64	
804.B ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-1						
u/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u		2,261.41	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.5000	4.0000	2195	87.80	
OPERARIO	hh	2.0000	16.0000	15.68	250.88	
OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	13.15	105.28	
PEON	hh	3.0000	24.0000	11.77	282.48	
					726.44	
Materiales						
PERNOS 3/4" X 18" + T + A	pza		8.0000	5.47	43.76	
SOLVENTE XILOL	gal		0.0144	11.06	0.16	
SOLDADURA (AWS E6011)	kg		0.6700	11.19	7.50	
TEE DE ACERO L/MANO DE 1 1/2" X 1 1/2" X 3/16" X 6 m	pza		2.8200	8.75	24.68	
PLATINA DE ACERO L/MANO DE 3/16" X 3"	m		10.2000	14.15	144.44	
PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.1900	32.20	5.80	
PINTURA ESMALTE	gal		0.1900	32.20	5.80	
ACERO ESTRUCTURAL GRADO 36	t		0.0260	4,100.00	106.60	
TUBO DE FIERRO NEGRO STD. 60"	m		12.0000	35.32	423.84	
					632.68	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	726.44	2179	
SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA 400 A	hm	0.5000	4.0000	7.50	30.00	
					61.79	
Subpartidas						
CONCRETO CLASE E (F'c = 175 KG/CM2)	m3		0.4000	328.62	130.65	
CONCRETO CLASE G (F'c = 140 KG/CM2 + 30%PG)	m3		1.2800	243.32	311.45	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		3.6000	55.68	200.45	
ACERO DE REFUERZO Fy=4200KG/CM2	kg		24.9600	6.13	153.00	
EXCAVACION MANUAL	m3		14.0600	39.10	55.05	
					860.60	



806.A POSTE DELINEADOR

u/DIA	26.0000	EQ. 26.0000	Costo unitario directo por : u		136.36	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0320	2195	0.70
OFICIAL		hh	10000	0.3200	13.16	4.21
PEON		hh	10000	0.3200	11.77	3.77
						8.68
Materiales						
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD		p2		0.2420	11.85	2.87
PEGAMENTO EPOXICO		kg		0.0023	50.00	0.12
PLANCHA ACERO LAMINADA AL FRIO		kg		0.5600	3.69	2.07
						5.06
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	8.68	0.26
						0.26
Subpartidas						
CONCRETO CLASE E (F'c = 175 KG/CM2)		m3		0.0120	326.62	3.92
CONCRETO CLASE F (F'c = 140 KG/CM2)		m3		0.1313	260.54	34.21
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		m2		0.5000	55.68	27.84
ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2		kg		2.4000	6.13	14.71
EXCAVACION MANUAL		m3		0.1250	39.10	4.89
PINTADO DE POSTES DELINEADORES		u		1.0000	35.78	35.78
						121.36

810.A MARCAS EN EL PAVIMENTO TIPO I

m2/DIA	710.0000	EQ. 710.0000	Costo unitario directo por : m2		8.69	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
TOPOGRAFO		hh	0.5000	0.0056	16.27	0.09
CAPATAZ		hh	0.5000	0.0056	2195	0.12
OPERARIO		hh	10000	0.0113	15.68	0.18
PEON		hh	3.0000	0.0338	11.77	0.40
						0.79
Materiales						
SOLVENTE XILOL		gal		0.0096	11.06	0.11
PINTURA PARA TRAFICO		gal		0.1200	54.22	6.51
MICROESFERAS DE VIDRIO		kg		0.4800	4.16	2.00
						8.62
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.79	0.02
MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO		hm	10000	0.0113	22.80	0.26
						0.28

820.A GUARDAVIA METALICA

m/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m		239.42	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.5000	0.2000	2195	4.39
OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	15.68	12.54
OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	13.16	10.53
PEON		hh	4.0000	1.6000	11.77	18.83
						46.29
Materiales						
SOLVENTE XILOL		gal		0.0131	11.06	0.14
GUARDAVIA METALICA		m		1.0000	83.05	83.05
PERNO Y TUERCA DE GUARDAVIAS		jgo		0.5250	38.50	20.21
POSTE DE ACERO DE 180M X 6MM PIGUARDAVIA		u		0.5250	146.55	76.94
PINTURA ESMALTE		gal		0.0220	32.20	0.71
PINTURA PARA TRAFICO		gal		0.0015	54.22	0.08
PINTURA WASH PRIMER		gal		0.0200	81.00	1.62
						182.76
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	46.29	1.39
						1.39
Subpartidas						
CONCRETO CLASE F (F'c = 140 KG/CM2)		m3		0.0300	260.54	7.82
EXCAVACION MANUAL		m3		0.0300	39.10	1.17
						8.99

820.B SECCION FINAL

u/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : u		164.32	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	10000	0.4000	15.68	6.27
OFICIAL		hh	10000	0.4000	13.16	5.26
PEON		hh	10000	0.4000	11.77	4.71
						16.24
Materiales						
SOLVENTE XILOL		gal		0.0026	11.06	0.03
PERNO Y TUERCA DE GUARDAVIAS		jgo		1.0000	38.50	38.50
TERMINAL T-1		u		1.0000	107.16	107.16
PINTURA ESMALTE		gal		0.0080	32.20	0.26
PINTURA PARA TRAFICO		gal		0.0080	54.22	0.43
PINTURA WASH PRIMER		gal		0.0150	81.00	1.22
						147.69
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	16.24	0.49
						0.49



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"



820.C		SECCION DE AMORTIGUACION				
u/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : u		198.04	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	10000	0.4000	15.68	6.27	
OFICIAL	hh	10000	0.4000	13.16	5.26	
PEON	hh	10000	0.4000	11.77	4.71	
						16.24
Materiales						
SOLVENTE XILOL	gal		0.0026	11.05	0.03	
PERNO Y TUERCA DE GUARDAVIAS	jgo		1.0000	38.50	38.50	
TERMINAL T-2	u		1.0000	140.87	140.87	
PINTURA ESMALTE	gal		0.0080	32.20	0.26	
PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.0080	54.22	0.43	
PINTURA WASH PRIMER	gal		0.0150	81.00	1.22	
						181.31
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.24	0.49	0.49
825.A CAPTAFAROS						
u/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : u		33.43	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	10000	0.2000	13.16	2.63	
PEON	hh	10000	0.2000	11.77	2.35	
						4.98
Materiales						
SOLDADURA (AWS E6011)	kg		0.0180	11.19	0.20	
PERNO Y TUERCA DE GUARDAVIAS	jgo		0.1100	38.50	4.24	
CAPTAFAROS	u		1.0000	22.26	22.26	
						26.70
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.98	0.25	
SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA 400 A	hm	10000	0.2000	7.50	1.50	
						1.75
830.A POSTE DE KILOMETRAJE						
u/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u		178.97	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subpartidas						
CONCRETO CLASE E (F'c = 175 KGCM2)	m3		0.0450	326.62	14.70	
CONCRETO CLASE G (F'c = 140 KGCM2 + 30%PG)	m3		0.1500	243.32	36.50	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		1.2520	55.68	69.71	
ACERO DE REFUERZO FY=4200KGCM2	kg		4.2500	6.13	26.05	
EXCAVACION MANUAL	m3		0.1250	39.10	4.89	
PINTADO DE POSTES DE KILOMETRAJE	u		1.0000	27.12	27.12	
						178.97
840.A PINTADO DE PARAPETOS EN MUROS Y ALCANTARILLAS						
m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		17.71	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	2195	1.76	
OPERARIO	hh	10000	0.4000	15.68	6.27	
PEON	hh	10000	0.4000	11.77	4.71	
						12.74
Materiales						
SOLVENTE XILOL	gal		0.0073	11.05	0.08	
PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.0910	16.65	1.52	
PINTURA ESMALTE	gal		0.0883	32.20	2.84	
PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.0027	54.22	0.15	
						4.59
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.74	0.38	0.38
850.A TACHA RETROREFLECTIVA						
u/DIA	50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : u		14.17	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0320	2195	0.70	
OPERARIO	hh	10000	0.1800	15.68	2.51	
PEON	hh	2.0000	0.3200	11.77	3.77	
						6.98
Materiales						
TACHAS DELINEADORAS BIDIRECCIONALES	u		1.0000	6.68	6.68	
PEGAMENTO EPOXICO	kg		0.0090	50.00	0.30	
						6.98
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.98	0.21	0.21



855.A GIBAS O RESALTO LOMO DE TORO

m/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m		917.03	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	10000	0.8000	2195	17.56	
OFICIAL	hh	10000	0.8000	13.16	10.53	
PEON	hh	20000	1.6000	1177	18.83	
					48.92	
Materiales						
LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	m ²		10760	1185	12.75	
SOLVENTE XILOL	gal		0.0555	1106	0.61	
PEGAMENTO EPOXICO	kg		0.0888	50.00	4.44	
PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.4440	54.22	24.07	
MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		1.7760	4.16	7.39	
					49.26	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	46.92	2.35	
					2.35	
Subpartidas						
CONCRETO CLASE C (F' C = 280 KG/CM ²)	m ³		13000	395.50	514.15	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²		0.9200	55.68	51.23	
ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM ²	kg		33.0000	6.13	202.29	
EXCAVACION MANUAL	m ³		1.3000	39.10	50.83	
					818.50	

906.A DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE

m3/DIA	600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m3		6.53	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	2195	0.03	
PEON	hh	2.0000	0.0267	1177	0.31	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.2500	0.0167	13.33	0.27	
					0.61	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.61	0.03	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135	hm	0.2500	0.0033	99.70	0.33	
TRACTOR DE ORUGAS DE 180-240 HP	hm	1.0000	0.0133	22187	2.95	
					3.31	
Subpartidas						
REFORESTACION Y REVEGETALIZACION	m ²		0.2000	8.07	1.61	
					1.61	

907.A READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS Y PLANTAS DE PROCESO

m2/DIA	1,300.0000	EQ. 1,300.0000	Costo unitario directo por : m2		2.08	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0006	2195	0.01	
PEON	hh	4.0000	0.0246	1177	0.29	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0062	13.33	0.10	
					0.40	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.40	0.02	
TRACTOR DE ORUGAS DE 180-240 HP	hm	1.0000	0.0062	22187	1.38	
					1.40	
Subpartidas						
AGUA PARA LA OBRA	m ³		0.0200	13.92	0.28	
					0.28	

907.B READECUACION AMBIENTAL DE CAMPAMENTOS, ALMACENES Y PATIO DE MAQUINAS

m2/DIA	1,300.0000	EQ. 1,300.0000	Costo unitario directo por : m2		2.08	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0006	2195	0.01	
PEON	hh	4.0000	0.0246	1177	0.29	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0062	13.33	0.10	
					0.40	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.40	0.02	
TRACTOR DE ORUGAS DE 180-240 HP	hm	1.0000	0.0062	22187	1.38	
					1.40	
Subpartidas						
AGUA PARA LA OBRA	m ³		0.0200	13.92	0.28	
					0.28	

EXPROPIACIONES

ha/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : ha		2,233.06	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
EXPROPIACION TERRENO	ha		1.0000	2,233.06	2,233.06	
					2,233.06	



ANEXO E

PROGRAMACION DE OBRA



ANEXO F

CUADRO DE TABLAS Y MATERIALES



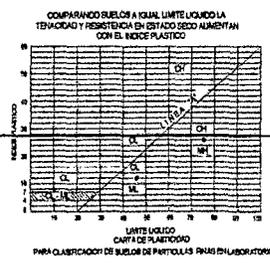
CUADRO N° 03
 Clasificación AASHTO.

CLASIFICACION DE SUELOS Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

Clasificación general	Materiales Granulares (35% o menos pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo - arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-grupos	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa el tamiz N° 10 (2.00 mm.)	50 máx	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
N° 40 (0.425 mm.)	30 máx	50 máx	51 mín	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
N° 200 (0.075 mm.)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	
Características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425 mm.)											
Límite Líquido	-----		---	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de Plasticidad	6 máx		N.P.	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Índice de grupo	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipos de material	Fragmentos de Piedra grava y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno							Regular a Malo			

A-7-5 IP=11-20

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 7.6 cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)		SÍMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO					
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla N° 200 (2)	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos.	Dése el nombre típico, indique los porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y dureza de las partículas gruesas, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis.	Coeficiente de uniformidad (Cu), Coeficiente de curvatura (Cc) $Cu = D_{60}/D_{10}$, mayor de 4 $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \cdot D_{60}$, entre 1 y 3					
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos.							
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.							
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.							
		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos.							
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos.							
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	SM	Arenas limosas, mezcla de arena y limo.	Para los suelos heterogéneos, exprese información sobre estratificación, compactación, cementación, condiciones de humedad, características de drenaje.	Para los suelos heterogéneos, exprese información sobre estratificación, compactación, cementación, condiciones de humedad, características de drenaje.	No satisfacen todos los requisitos de gradación para GVV				
		SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla.							
		PROCED. IDENTIFIC. EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40								
			RESISTENCIA EN ESTADO SECO (Caract. L rompiéramiento)				DILATANCIA (Reacción al agitado)	TENACIDAD (Consistencia a cerca del LL)		
			Nula o ligera				Rápida a lenta	Nula	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.
			Medio o alto				Nula o muy lenta	Medio	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas arenosas, arcillas pobres.
	Ligero o medio	Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.					
SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa la malla N° 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido < 50			Dése el nombre típico, indique el grado y carácter de plasticidad, cantidad y color de suelo húmedo, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis.	Límites de plasticidad debajo de la línea "A" o Ip menor que 4 Límites de plasticidad arriba de la línea "A" o Ip mayor que 4 Límites de plasticidad debajo de la línea "A" y con Ip entre 4 y 7 son casos de frontera que requiere el uso de símbolos dobles.					



Clasificación SUCS.

CUADRO N° 04



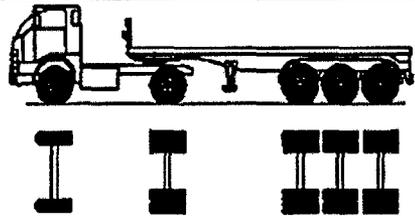
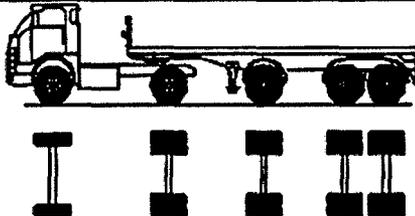
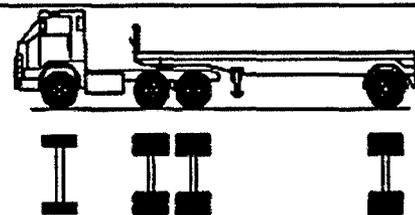
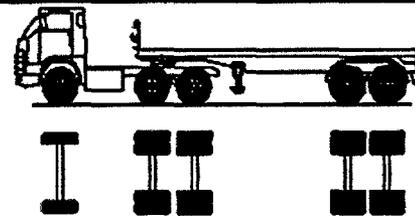
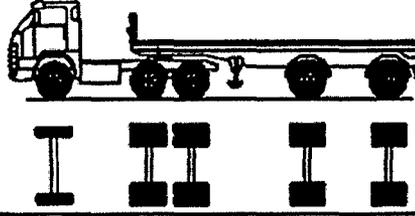
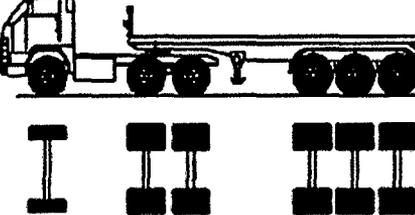
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 "Nueva Vía de Evitamiento Parte Alta de Cajamarca Km 00+000 al Km 06+000"

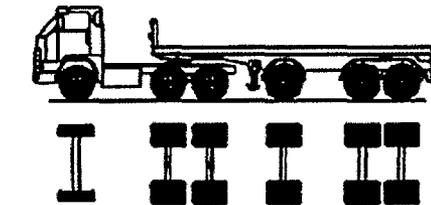
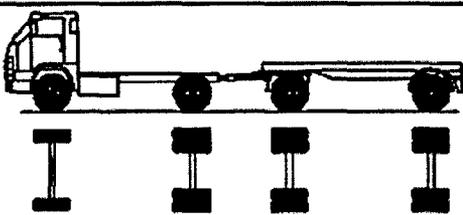
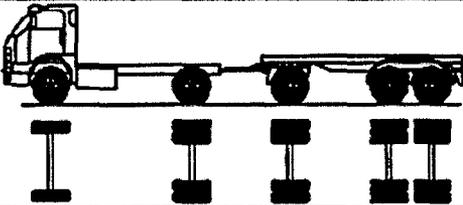
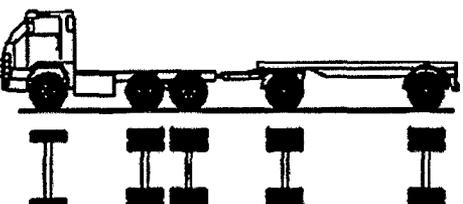
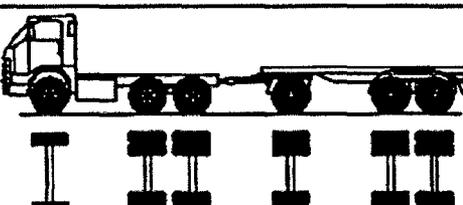
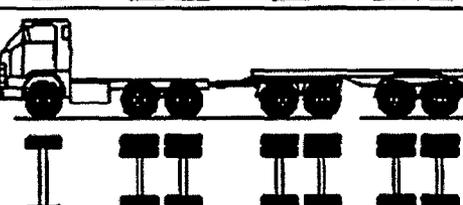


CUADRO N° 05

1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1°	2°	3°	4°		
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30	
8x4		13,20	7+7 ⁽⁶⁾	18	---	---	---	32	
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29	
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36	
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40	

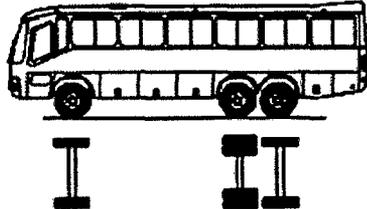
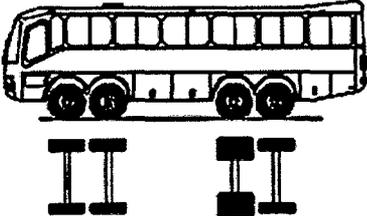
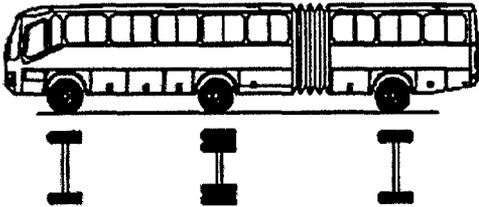
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 ⁽⁴⁾	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 ⁽²⁾

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T3Se3		20,50	7	18	11 ⁽⁴⁾	18	---	48 ⁽²⁾
C2R2		23,00	7	11	11	11	---	40
C2R3		23,00	7	11	11	18	---	47
C3R2		23,00	7	18	11	11	---	47
C3R3		23,00	7	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
C3R4		23,00	7	18	18	18	---	48 ⁽²⁾

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C4R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	---	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	11	---	48 ⁽²⁾
8x4R3		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
C2RB1		20,50	7	11	11	---	---	29

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2RB2		20,50	7	11	18	---	---	36
C3RB1		20,50	7	18	11	---	---	36
C3RB2		20,50	7	18	18	---	---	43
C4RB1		20,50	7	23 ⁽¹⁾	11	---	---	41
C4RB2		20,50	7	23 ⁽¹⁾	18	---	---	48
8x4 RB1		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	11	---	---	43

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
6x4 RB2		20,50	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	---	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11 + 11 ⁽³⁾	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11	11 + 11 ⁽³⁾	48 ⁽²⁾
B2		13,20	7	11	---	---	---	18

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
B3-1		14,00	7	16	---	---	---	23
B4-1		15,00	7+7 ⁽⁵⁾	16	---	---	---	30
BA-1		18,30	7	11	7	---	---	25

- (1) Conjunto de ejes con un eje direccional
- (2) Vehículos con facilidad de distribución de peso por ejes
- (3) Conjunto de ejes separados compuesto por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 2,40 m
- (4) Eje direccional
- (5) Carga máxima para conjunto de ejes direccionales compuestos por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 1,70 m

Tabla 3-20
Factores de crecimiento de tránsito

Período de análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa de crecimiento anual (g) (en %)							
		2	4	5	6	7	8	10	
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02	271.02

Tabla D-20 AASHTO Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1,993

TABLAS DE FACTORES EQUIVALENTE DE CARGA⁵

Tabla 3-1
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $P_t = 2,0$

Carga p/eje (kips) ⁶	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.009	0.012	0.011	0.010	0.009	0.009
8	0.03	0.035	0.035	0.033	0.031	0.029
10	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.076
12	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

⁵ AASHTO Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1,993, tablas D-1 a D-18

⁶ Kip = 1,000 kgs. = 10 kN



Tabla 3-2
 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tándem, $P_t = 2,0$

Carga p/eje (kips)	Número estructural. SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002
6	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
8	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002
10	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005
12	0.013	0.016	0.016	0.014	0.013	0.012
14	0.024	0.029	0.029	0.026	0.024	0.023
16	0.041	0.048	0.050	0.046	0.042	0.040
18	0.066	0.077	0.081	0.075	0.069	0.066
20	0.103	0.117	0.124	0.117	0.109	0.105
22	0.156	0.171	0.183	0.174	0.164	0.158
24	0.227	0.244	0.260	0.252	0.239	0.231
26	0.322	0.340	0.360	0.353	0.338	0.329
28	0.447	0.465	0.487	0.481	0.466	0.455
30	0.607	0.623	0.646	0.643	0.627	0.617
32	0.810	0.823	0.843	0.842	0.829	0.819
34	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	42.8	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3



Tabla 3-3
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tridem, $P_t = 2,0$

Carga por eje (kips)	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
8	0.0009	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007
10	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
12	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003
14	0.006	0.007	0.007	0.006	0.006	0.005
16	0.010	0.012	0.012	0.010	0.009	0.009
18	0.016	0.019	0.019	0.017	0.015	0.015
20	0.024	0.029	0.029	0.026	0.024	0.023
22	0.034	0.042	0.042	0.038	0.035	0.034
24	0.049	0.058	0.060	0.055	0.051	0.046
26	0.068	0.080	0.083	0.077	0.071	0.066
28	0.093	0.107	0.113	0.105	0.098	0.094
30	0.125	0.140	0.149	0.140	0.131	0.126
32	0.164	0.182	0.184	0.184	0.173	0.167
34	0.213	0.233	0.248	0.238	0.225	0.217
36	0.273	0.294	0.313	0.303	0.288	0.279
38	0.346	0.368	0.390	0.381	0.364	0.353
40	0.434	0.456	0.481	0.473	0.454	0.443
42	0.538	0.560	0.587	0.580	0.561	0.548
44	0.662	0.682	0.710	0.705	0.686	0.673
46	0.807	0.825	0.852	0.849	0.831	0.818
48	0.976	0.992	1.015	1.014	0.999	0.987
50	1.17	1.18	1.20	1.20	1.19	1.18
52	1.40	1.40	1.42	1.42	1.41	1.40
54	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
56	1.95	1.95	1.93	1.93	1.94	1.94
58	2.29	2.27	2.24	2.23	2.25	2.27
60	2.67	2.64	2.59	2.57	2.60	2.63
62	3.10	3.05	2.98	2.95	2.99	3.04
64	3.59	3.53	3.41	3.37	3.42	3.49
66	4.13	4.05	3.89	3.83	3.90	3.99
68	4.73	4.63	4.43	4.34	4.42	4.54
70	5.40	5.28	5.03	4.90	5.00	5.15
72	6.15	6.00	5.68	5.52	5.63	5.82
74	6.97	6.79	6.41	6.20	6.33	6.56
76	7.88	7.67	7.21	6.94	7.08	7.36
78	8.88	8.63	8.09	7.75	7.90	8.23
80	9.98	9.69	9.05	8.63	8.79	9.18
82	11.2	10.8	10.1	9.6	9.8	10.2
84	12.5	12.1	11.2	10.6	10.8	11.3
86	13.9	13.5	12.5	11.8	11.9	12.5
88	15.5	15.0	13.8	13.0	13.2	13.8
90	17.2	16.6	15.3	14.3	14.5	15.2

Tabla 3-4
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $P_t = 2,5$

Carga p/eje (kips)	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0004	0.0004	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.003	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002
6	0.011	0.017	0.017	0.013	0.010	0.009
8	0.032	0.047	0.051	0.041	0.034	0.031
10	0.078	0.102	0.118	0.102	0.088	0.080
12	0.168	0.198	0.229	0.213	0.189	0.176
14	0.328	0.358	0.399	0.388	0.360	0.342
16	0.591	0.613	0.646	0.645	0.623	0.606
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.81	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
24	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
26	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
28	7.49	6.88	5.80	5.21	5.39	5.98
30	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
32	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
34	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
36	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
38	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
40	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
42	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
44	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
46	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
48	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
50	112.	102	78.	60.	53.	55.

Tabla 3-5
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tándem, Pt = 2,5

Carga p/eje (kips)	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0005	0.0005	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002
6	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
8	0.004	0.006	0.005	0.004	0.003	0.003
10	0.008	0.013	0.011	0.009	0.007	0.006
12	0.015	0.024	0.023	0.018	0.014	0.013
14	0.026	0.041	0.042	0.033	0.027	0.024
16	0.044	0.065	0.070	0.057	0.047	0.043
18	0.070	0.097	0.109	0.092	0.077	0.070
20	0.107	0.141	0.162	0.141	0.121	0.110
22	0.160	0.198	0.229	0.207	0.180	0.166
24	0.231	0.273	0.315	0.292	0.260	0.242
26	0.327	0.370	0.420	0.401	0.364	0.342
28	0.451	0.493	0.548	0.534	0.495	0.470
30	0.611	0.648	0.703	0.695	0.658	0.633
32	0.813	0.843	0.889	0.887	0.857	0.834
34	1.06	1.08	1.11	1.11	1.09	1.08
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.75	1.73	1.69	1.68	1.70	1.73
40	2.21	2.16	2.08	2.03	2.06	2.14
42	2.76	2.67	2.49	2.43	2.51	2.61
44	3.41	3.27	2.99	2.88	3.00	3.16
46	4.18	3.98	3.58	3.40	3.55	3.79
48	5.08	4.80	4.25	3.98	4.17	4.49
50	6.12	5.76	5.03	4.64	4.86	5.28
52	7.33	6.87	5.93	5.38	5.63	6.17
54	8.72	8.14	6.95	6.22	6.47	7.15
56	10.3	9.6	8.1	7.2	7.4	8.2
58	12.1	11.3	9.4	8.2	8.4	9.4
60	14.2	13.1	10.9	9.4	9.6	10.7
62	16.5	15.3	12.6	10.7	10.8	12.1
64	19.1	17.6	14.5	12.2	12.2	13.7
66	22.1	20.3	16.6	13.8	13.7	15.4
68	26.3	23.3	18.9	15.6	15.4	17.2
70	29.0	26.5	21.5	17.6	17.2	19.2
72	33.0	30.3	24.4	19.8	19.2	21.3
74	37.5	34.4	27.6	22.2	21.3	23.6
76	42.5	38.9	31.1	24.8	23.7	26.1
78	48.0	43.9	35.0	27.8	26.2	28.8
80	54.0	49.4	39.2	30.9	29.0	31.7
82	60.6	55.4	43.9	34.4	32.0	34.8
84	67.8	61.9	49.0	38.2	35.3	38.1
86	75.7	69.1	54.5	42.3	38.8	41.7
88	84.3	76.9	60.6	46.8	42.6	45.6
90	93.7	85.4	67.1	51.7	46.8	49.7

Tabla 3-6
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tridem, $P_t = 2,5$

Carga eje (kips)	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.0006	0.0007	0.0005	0.0004	0.0003	0.0003
8	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
10	0.003	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002
12	0.005	0.007	0.006	0.004	0.003	0.003
14	0.008	0.012	0.010	0.008	0.006	0.006
16	0.012	0.019	0.018	0.013	0.011	0.010
18	0.016	0.029	0.028	0.021	0.017	0.016
20	0.027	0.042	0.042	0.032	0.027	0.024
22	0.038	0.058	0.060	0.048	0.040	0.036
24	0.053	0.078	0.084	0.068	0.057	0.051
26	0.072	0.103	0.114	0.095	0.080	0.072
28	0.098	0.133	0.151	0.128	0.109	0.099
30	0.129	0.169	0.195	0.170	0.145	0.133
32	0.169	0.213	0.247	0.220	0.191	0.175
34	0.219	0.266	0.308	0.281	0.246	0.228
36	0.279	0.329	0.379	0.352	0.313	0.292
38	0.352	0.403	0.461	0.436	0.393	0.368
40	0.438	0.491	0.554	0.533	0.487	0.459
42	0.543	0.594	0.661	0.644	0.597	0.567
44	0.666	0.714	0.781	0.769	0.723	0.692
46	0.811	0.854	0.918	0.911	0.868	0.838
48	0.979	1.015	1.072	1.069	1.033	1.005
50	1.17	1.20	1.24	1.25	1.22	1.20
52	1.40	1.41	1.44	1.44	1.43	1.41
54	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
56	1.95	1.93	1.90	1.90	1.91	1.93
58	2.29	2.25	2.17	2.16	2.20	2.24
60	2.67	2.60	2.48	2.44	2.51	2.58
62	3.09	3.00	2.82	2.76	2.85	2.95
64	3.57	3.44	3.19	3.10	3.22	3.36
66	4.11	3.94	3.61	3.47	3.62	3.81
68	4.71	4.49	4.06	3.88	4.05	4.30
70	5.38	5.11	4.57	4.32	4.52	4.84
72	6.12	5.79	5.13	4.80	5.03	5.41
74	6.93	6.54	5.74	5.32	5.57	6.04
76	7.84	7.37	6.41	5.88	6.15	6.71
78	8.83	8.28	7.14	6.49	6.78	7.43
80	9.92	9.28	7.95	7.15	7.45	8.21
82	11.1	10.4	8.8	7.9	8.2	9.0
84	12.4	11.6	9.8	8.6	8.9	9.9
86	13.8	12.9	10.8	9.5	9.8	10.9
88	15.4	14.3	11.9	10.4	10.6	11.9
90	17.1	15.8	13.2	11.3	11.6	12.9

Tabla 3-7
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $P_t = 3,0$

Carga por eje (kips)	Numero estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0008	0.0009	0.0006	0.0003	0.0002	0.0002
4	0.004	0.008	0.006	0.004	0.002	0.002
6	0.014	0.030	0.028	0.018	0.012	0.010
8	0.035	0.070	0.080	0.055	0.040	0.034
10	0.082	0.132	0.168	0.132	0.101	0.086
12	0.173	0.231	0.296	0.260	0.212	0.187
14	0.332	0.366	0.466	0.447	0.391	0.358
16	0.594	0.633	0.695	0.693	0.651	0.622
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.60	1.53	1.41	1.38	1.44	1.51
22	2.47	2.29	1.96	1.83	1.97	2.16
24	3.67	3.33	2.69	2.39	2.60	2.96
26	5.29	4.72	3.65	3.08	3.33	3.91
28	7.43	6.56	4.88	3.93	4.17	5.00
30	10.2	8.9	6.5	5.0	5.1	6.3
32	13.8	12.0	8.4	6.2	6.3	7.7
34	18.2	15.7	10.9	7.8	7.6	9.3
36	23.8	20.4	14.0	9.7	9.1	11.0
38	30.6	26.2	17.7	11.9	11.0	13.0
40	38.8	33.2	22.2	14.6	13.1	15.3
42	48.8	41.6	27.6	17.8	15.5	17.8
44	60.6	51.6	34.0	21.6	18.4	20.6
46	74.7	63.4	41.5	26.1	21.6	23.8
48	91.2	77.3	50.3	31.3	25.4	27.4
50	110.	94.	61.	37.	30.	32.

Tabla 3-8
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, cjes tándem, $P_t = 3,0$

Carga p/eje (kips).	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
4	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
6	0.003	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001
8	0.006	0.011	0.009	0.005	0.003	0.003
10	0.011	0.024	0.020	0.012	0.008	0.007
12	0.019	0.042	0.039	0.024	0.017	0.014
14	0.031	0.066	0.068	0.045	0.032	0.028
16	0.049	0.096	0.109	0.076	0.055	0.046
18	0.075	0.134	0.164	0.121	0.090	0.076
20	0.113	0.181	0.232	0.182	0.139	0.119
22	0.166	0.241	0.313	0.260	0.205	0.178
24	0.236	0.317	0.407	0.358	0.292	0.257
26	0.333	0.413	0.517	0.476	0.402	0.360
28	0.457	0.534	0.643	0.614	0.538	0.492
30	0.616	0.684	0.788	0.773	0.702	0.656
32	0.817	0.870	0.956	0.953	0.896	0.855
34	1.07	1.10	1.15	1.15	1.12	1.09
36	1.38	1.38	1.38	1.36	1.38	1.38
38	1.75	1.71	1.64	1.62	1.66	1.70
40	2.21	2.11	1.94	1.89	1.98	2.08
42	2.75	2.59	2.29	2.19	2.33	2.50
44	3.39	3.15	2.70	2.52	2.71	2.97
46	4.15	3.81	3.16	2.89	3.13	3.50
48	5.04	4.58	3.70	3.29	3.57	4.07
50	6.08	5.47	4.31	3.74	4.06	4.70
52	7.27	6.49	5.01	4.24	4.57	5.37
54	8.65	7.67	5.81	4.79	5.13	6.10
56	10.2	9.0	6.7	5.4	5.7	6.9
58	12.0	10.6	7.7	6.1	6.4	7.7
60	14.1	12.3	8.9	6.8	7.1	8.8
62	16.3	14.2	10.2	7.7	7.8	9.5
64	18.9	16.4	11.6	8.6	8.6	10.5
66	21.8	18.9	13.2	9.6	9.5	11.6
68	25.1	21.7	15.0	10.7	10.5	12.7
70	28.7	24.7	17.0	12.0	11.5	13.9
72	32.7	28.1	19.2	13.3	12.6	15.2
74	37.2	31.9	21.6	14.8	13.8	16.5
76	42.1	36.0	24.3	16.4	15.1	17.9
78	47.5	40.6	27.3	18.2	16.5	19.4
80	53.4	45.7	30.5	20.1	18.0	21.0
82	60.0	51.2	34.0	22.2	19.6	22.7
84	67.1	57.2	37.9	24.6	21.3	24.5
86	74.9	63.8	42.1	27.1	23.2	26.4
88	83.4	71.0	46.7	29.8	25.2	28.4
90	92.7	78.8	51.7	32.7	27.4	30.5



Tabla 3-9
Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tridem, Pt = 3,0

Carga p/eje (kips)	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001
6	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000
8	0.003	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001
10	0.005	0.008	0.005	0.003	0.002	0.002
12	0.007	0.014	0.010	0.006	0.004	0.003
14	0.011	0.023	0.018	0.011	0.007	0.006
16	0.018	0.035	0.030	0.018	0.013	0.010
18	0.022	0.050	0.047	0.029	0.020	0.017
20	0.031	0.069	0.069	0.044	0.031	0.026
22	0.043	0.090	0.097	0.065	0.046	0.039
24	0.059	0.116	0.132	0.092	0.066	0.056
26	0.079	0.145	0.174	0.126	0.092	0.078
28	0.104	0.179	0.223	0.168	0.126	0.107
30	0.136	0.218	0.279	0.219	0.167	0.143
32	0.176	0.265	0.342	0.279	0.218	0.188
34	0.226	0.319	0.413	0.350	0.279	0.243
36	0.286	0.382	0.491	0.432	0.352	0.310
38	0.359	0.456	0.577	0.524	0.437	0.389
40	0.447	0.543	0.671	0.626	0.536	0.483
42	0.550	0.643	0.775	0.740	0.649	0.593
44	0.673	0.760	0.889	0.865	0.777	0.720
46	0.817	0.894	1.014	1.001	0.920	0.855
48	0.984	1.048	1.152	1.148	1.080	1.030
50	1.18	1.23	1.30	1.31	1.26	1.22
52	1.40	1.43	1.47	1.48	1.45	1.43
54	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
56	1.95	1.92	1.86	1.85	1.86	1.91
58	2.28	2.21	2.09	2.06	2.13	2.20
60	2.66	2.54	2.34	2.28	2.39	2.50
62	3.08	2.92	2.61	2.52	2.68	2.84
64	3.56	3.33	2.92	2.77	2.96	3.19
66	4.09	3.79	3.25	3.04	3.27	3.58
68	4.68	4.31	3.62	3.33	3.60	4.00
70	5.34	4.88	4.02	3.64	3.94	4.44
72	6.08	5.51	4.46	3.97	4.31	4.91
74	6.89	6.21	4.94	4.32	4.69	5.40
76	7.78	6.98	5.47	4.70	5.09	5.93
78	8.76	7.83	6.04	5.11	5.51	6.48
80	9.84	8.75	6.67	5.54	5.96	7.06
82	11.0	9.8	7.4	6.0	6.4	7.7
84	12.3	10.9	8.1	6.5	6.9	8.3
86	13.7	12.1	8.9	7.0	7.4	9.0
88	15.3	13.4	9.8	7.6	8.0	9.6
90	16.9	14.8	10.7	8.2	8.5	10.4

CUADRO N° 06

Tabla 3-20
Factores de crecimiento de tránsito

Periodo de análisis (años).	Factor sin Crecimiento	Tasa de crecimiento anual (g) (en %)						
		2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Tabla D-20 AASHTO Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1,993

Figura 7-1
 Diseño de Número Estructural

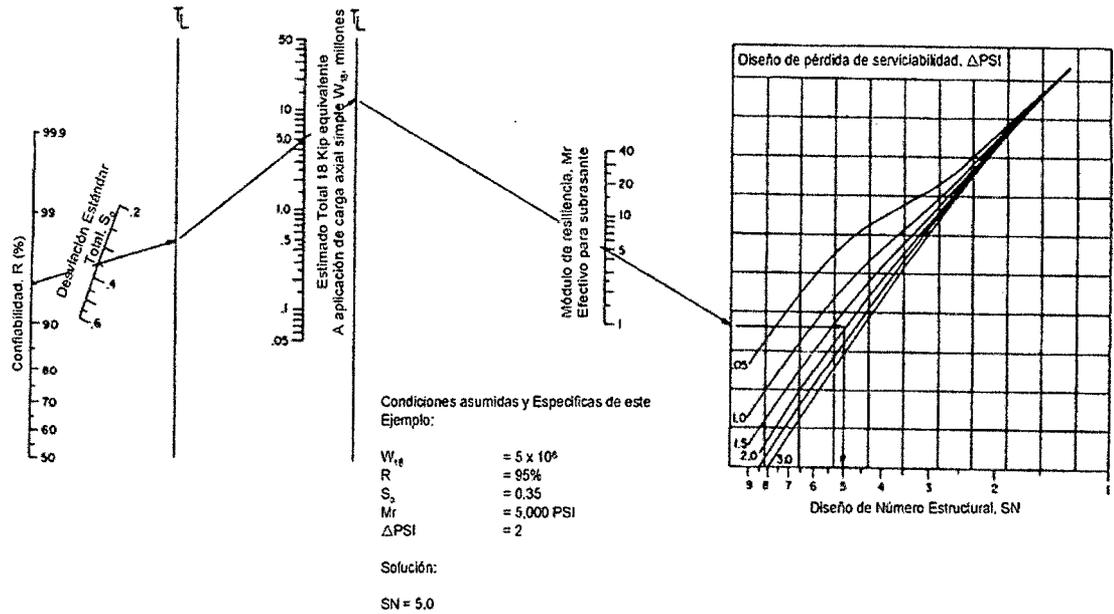


Figura 7-4
 Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto asfáltica

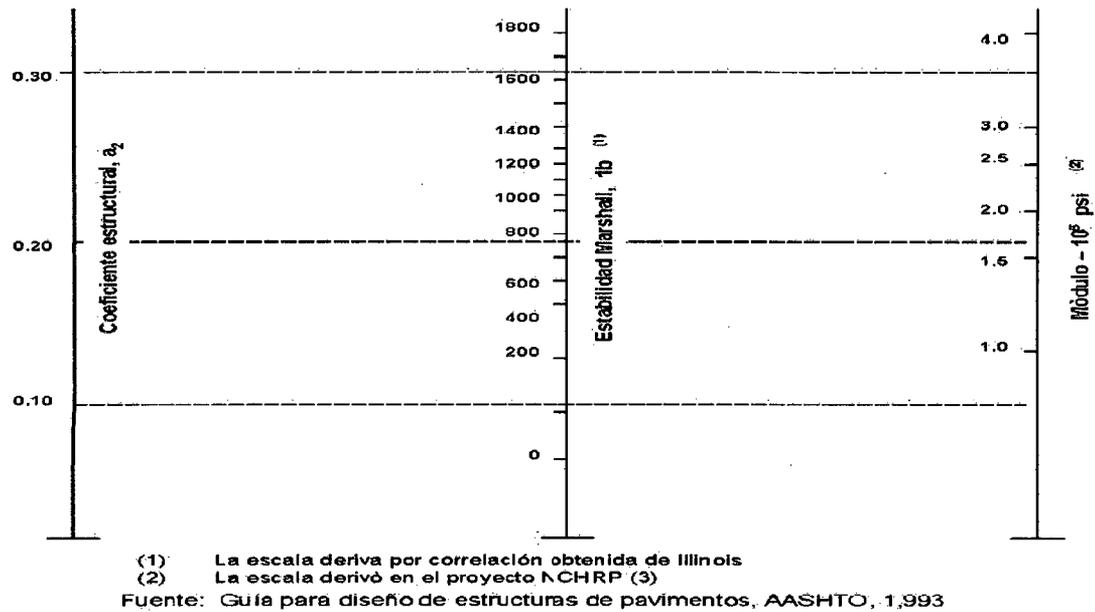
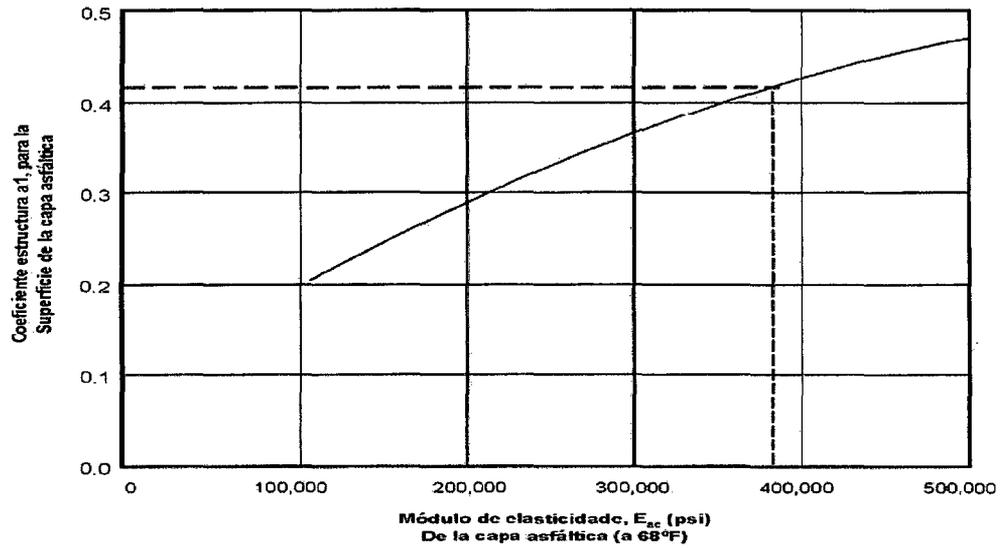
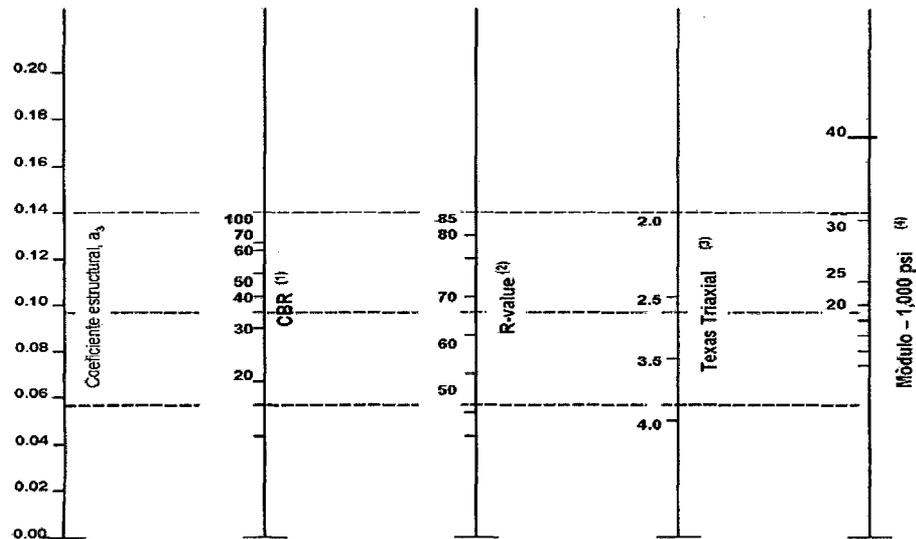


Figura 7-3
Coefficiente estructural a partir del Módulo elástico del concreto asfáltico



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

Figura 7-5
Variación en el coeficiente estructural de la capa de base

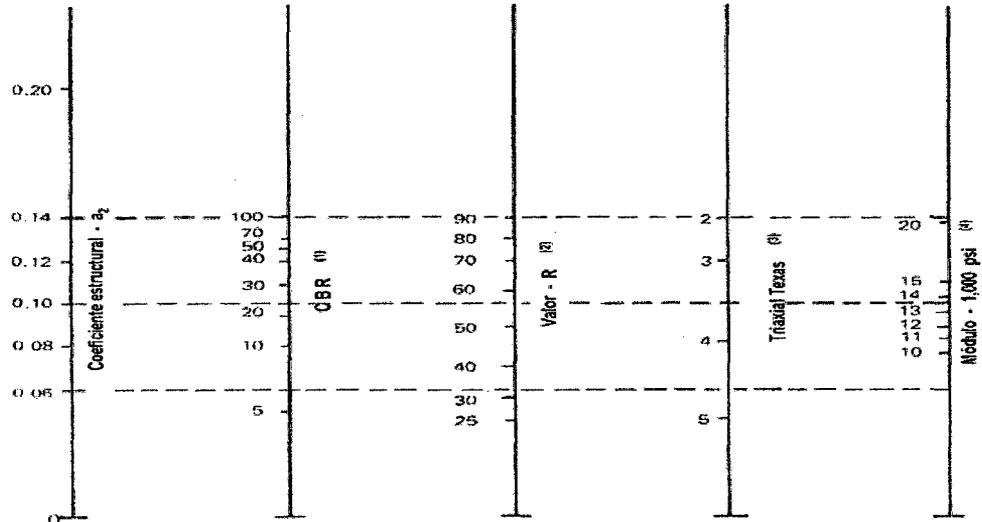


- (1) La escala derivó haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de Illinois
- (2) La escala derivó haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de California, New México y Wyoming
- (3) La escala derivó haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de Texas
- (4) La escala derivó en el proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993



Figura 7-7
Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase



- (1) Escala derivada de las correlaciones de Illinois
- (2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, New México y Wyoming
- (3) Escala derivada de las correlaciones de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

CUADRO N° 07

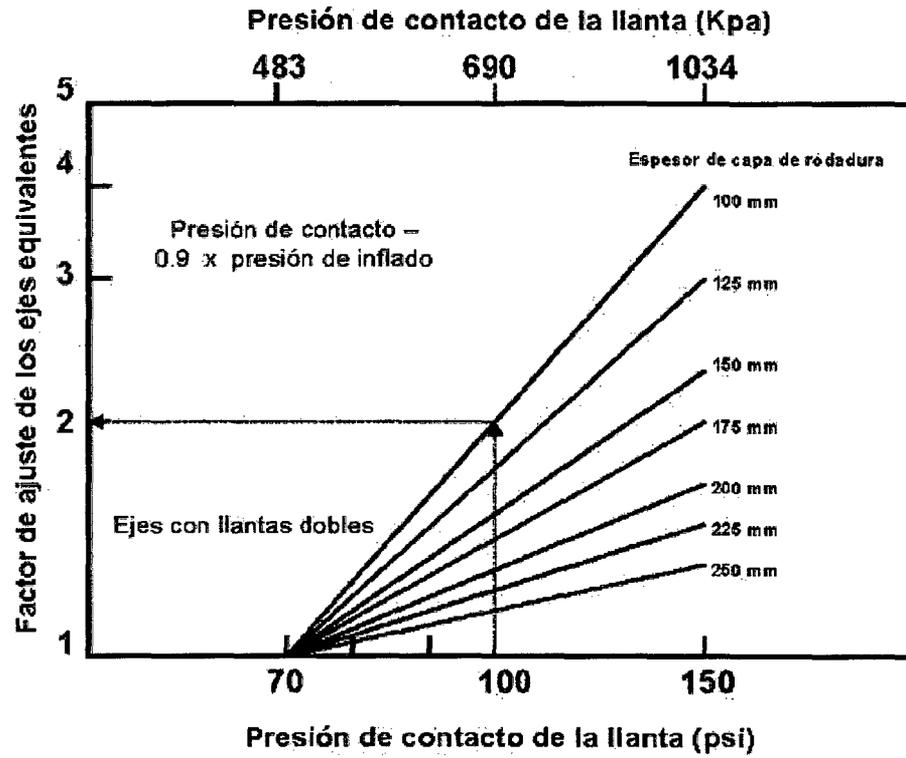
Factores de equivalencia de cargas

Cargas por eje		Factores equivalentes de carga		
kN	Lbs	Eje simple	Eje tándem	Eje tridem
4.45	1,000	0.00002		
8.9	2,000	0.00018		
17.8	4,000	0.00209	0.0003	
26.7	6,000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8,000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10,000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12,000	0.189	0.014	0.003
62.3	14,000	0.360	0.027	0.006
71.2	16,000	0.623	0.047	0.011
80.0	18,000	1.000	0.077	0.017
89.0	20,000	1.51	0.121	0.027
97.9	22,000	2.18	0.180	0.040
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109
133.4	30,000	6.97	0.658	0.145
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246
160.1	36,000	13.93	1.38	0.313
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487
187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
213.5	48,000	44.50	4.17	1.033
222.4	50,000	52.88	4.86	1.22
231.3	52,000		5.63	1.43
240.2	54,000		6.47	1.66
249.0	56,000		7.41	1.91
258.0	58,000		8.45	2.20
267.0	60,000		9.59	2.51
275.8	62,000		10.84	2.85
284.5	64,000		12.22	3.22
293.5	66,000		13.73	3.62
302.5	68,000		15.38	4.05
311.5	70,000		17.19	4.52
320.0	72,000		19.16	5.03
329.0	74,000		21.32	5.57
338.0	76,000		23.66	6.15
347.0	78,000		26.22	6.78
356.0	80,000		29.0	7.45
364.7	82,000		32.0	8.2
373.6	84,000		35.3	8.9
382.5	86,000		38.8	9.8
391.4	88,000		42.6	10.6

FUENTE: Instituto del Asfalto (MS-f) 1,991

CUADRO N° 08

Factor de ajuste de los ejes equivalentes por presión de llantas



FUENTE: Instituto del Asfalto (MS-1) 1,991

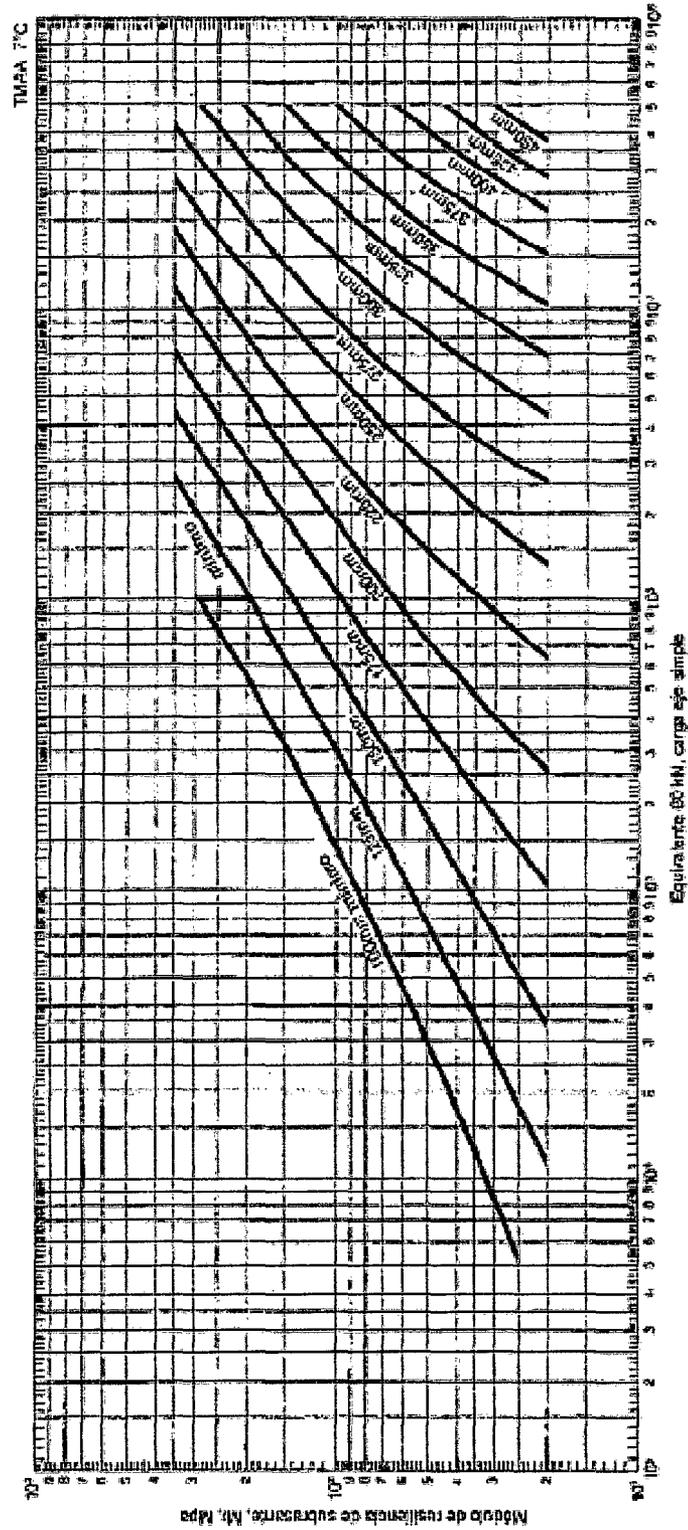


Figura 7-10
Espesor completo de concreto asfáltico

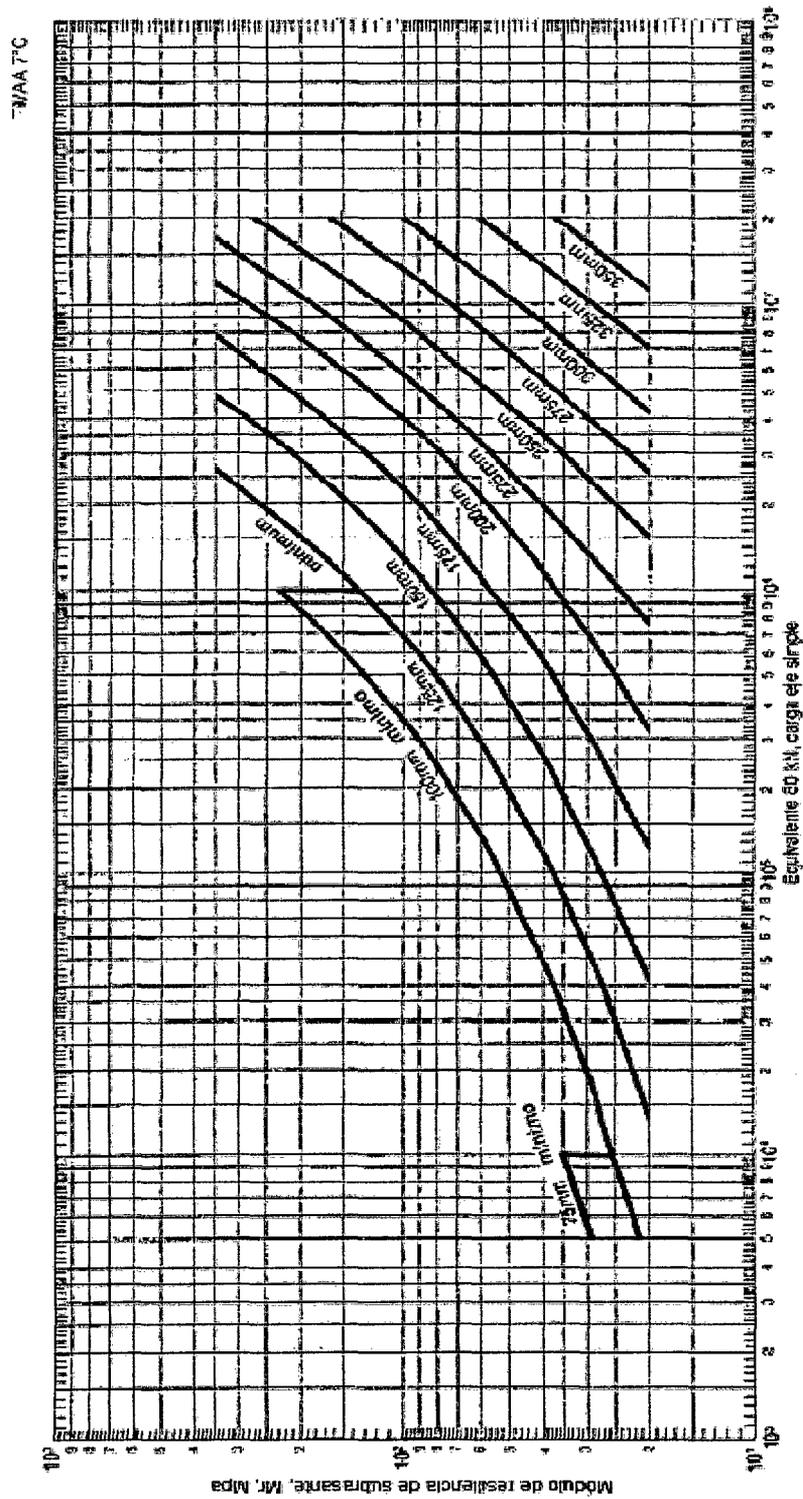


Figura 7-11
 Agregado de base de 150 milímetros de espesor

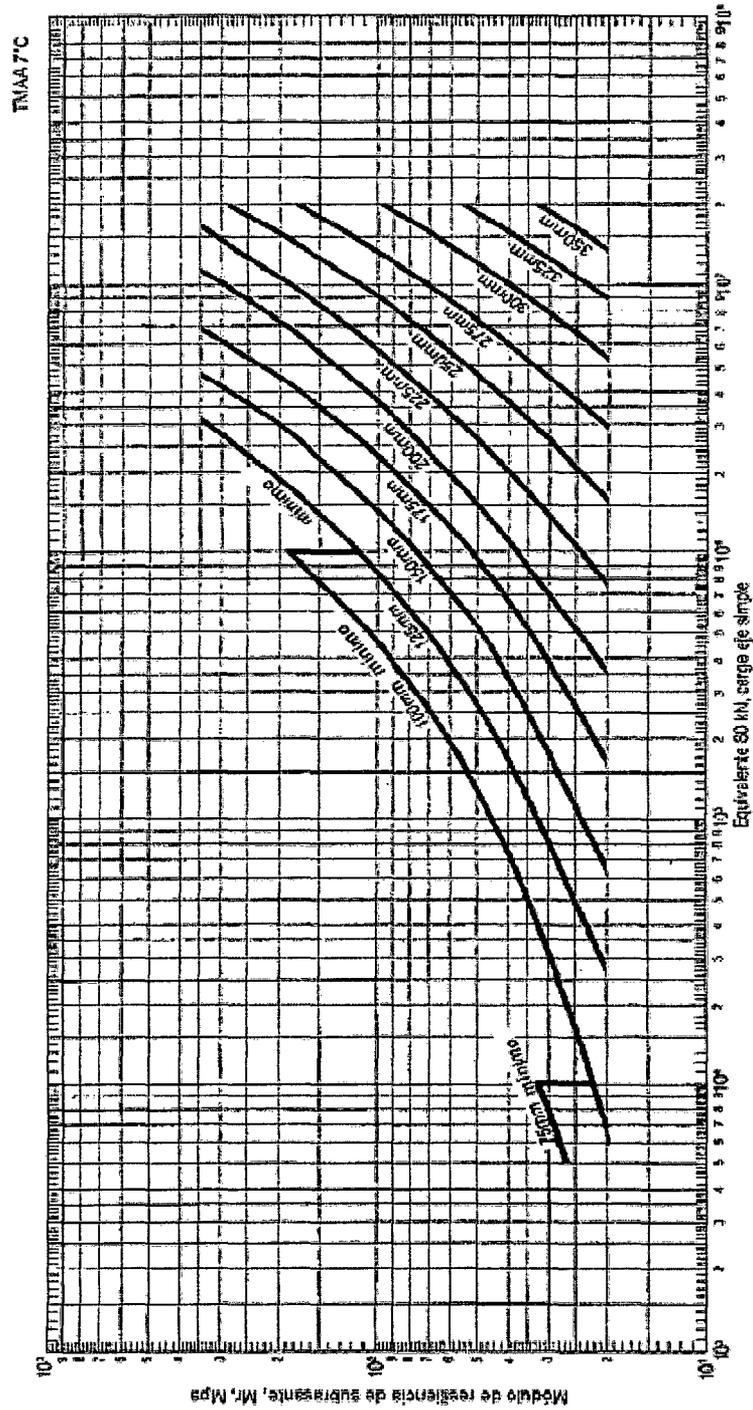


Figura 7-12
 Agregado de base de 300 milímetros de espesor

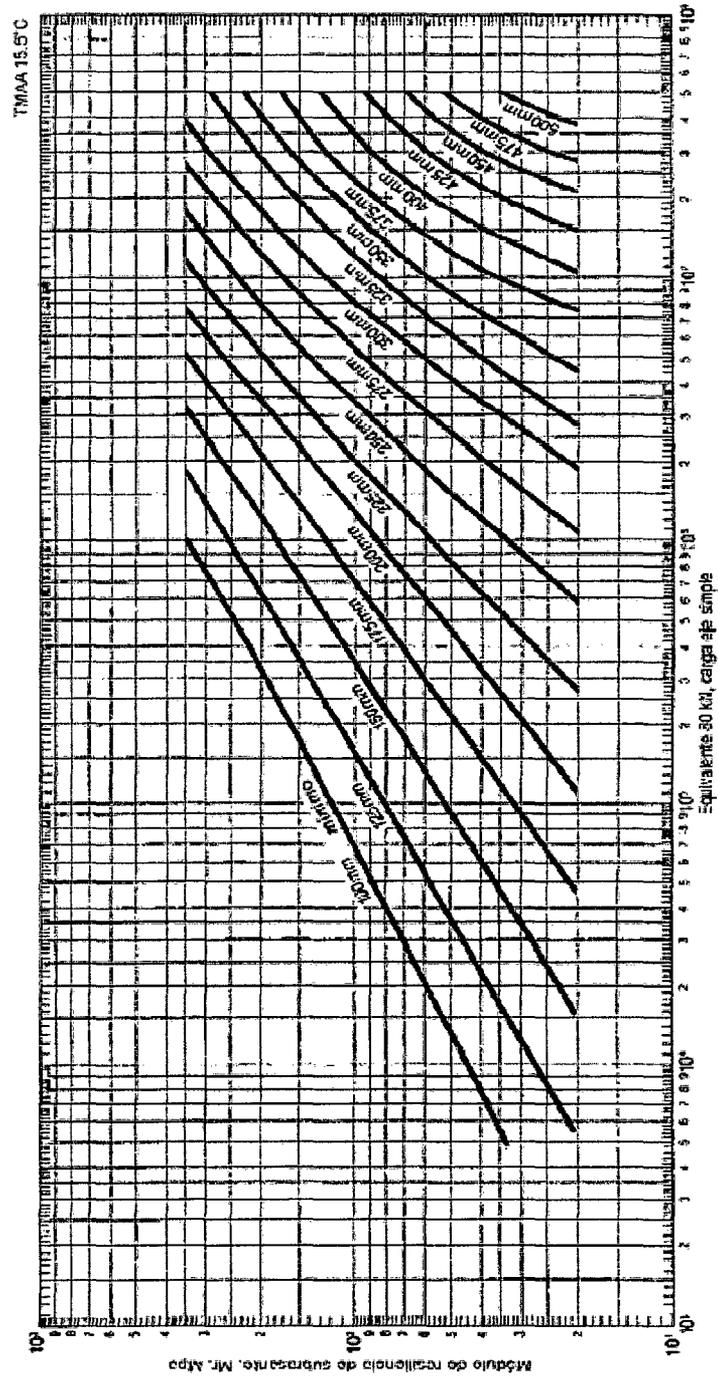


Figura 7-13
 Espesor completo de concreto asfáltico

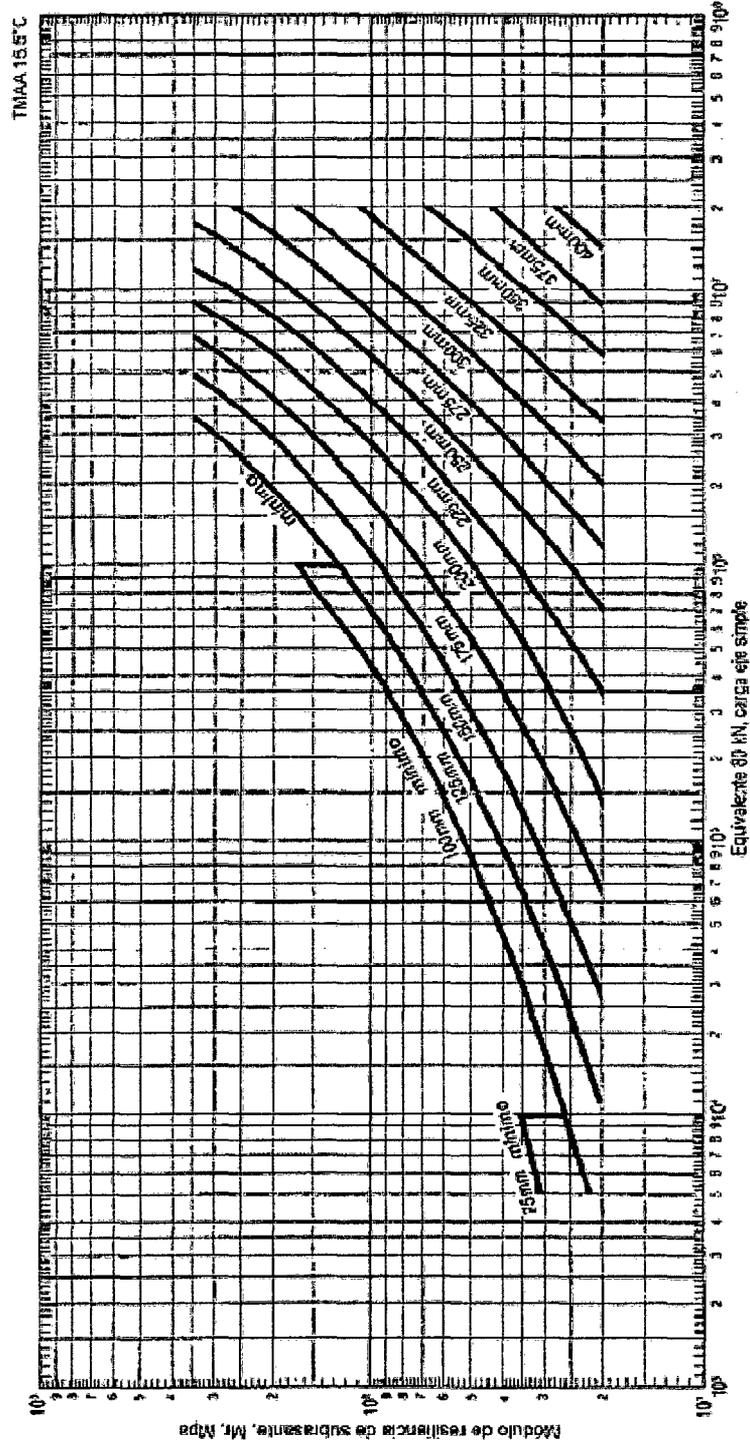


Figura 7-14
 Agregado de base de 150 milímetros de espesor

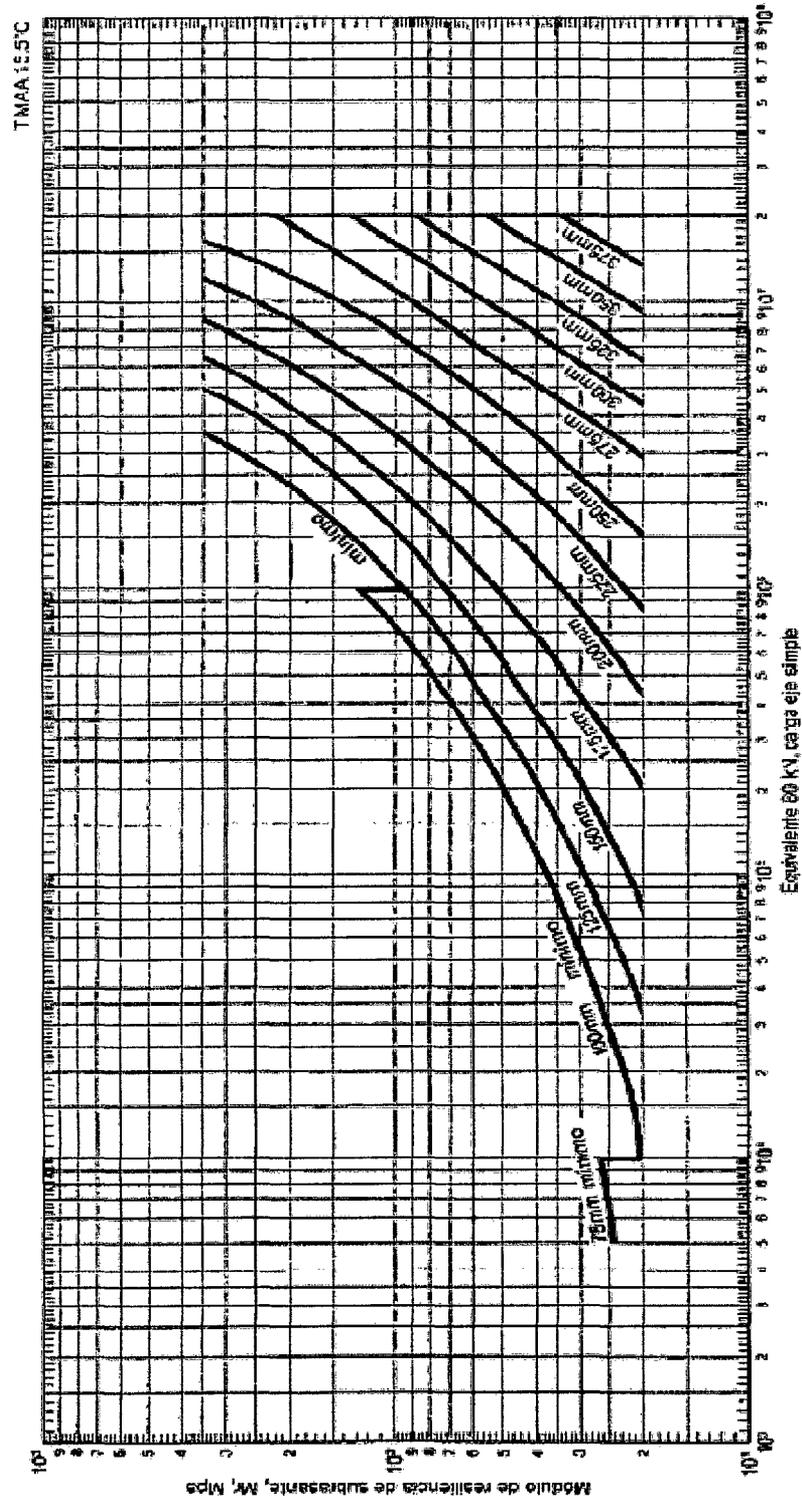


Figura 7.15
 Agregado de base de 300 milímetros de espesor

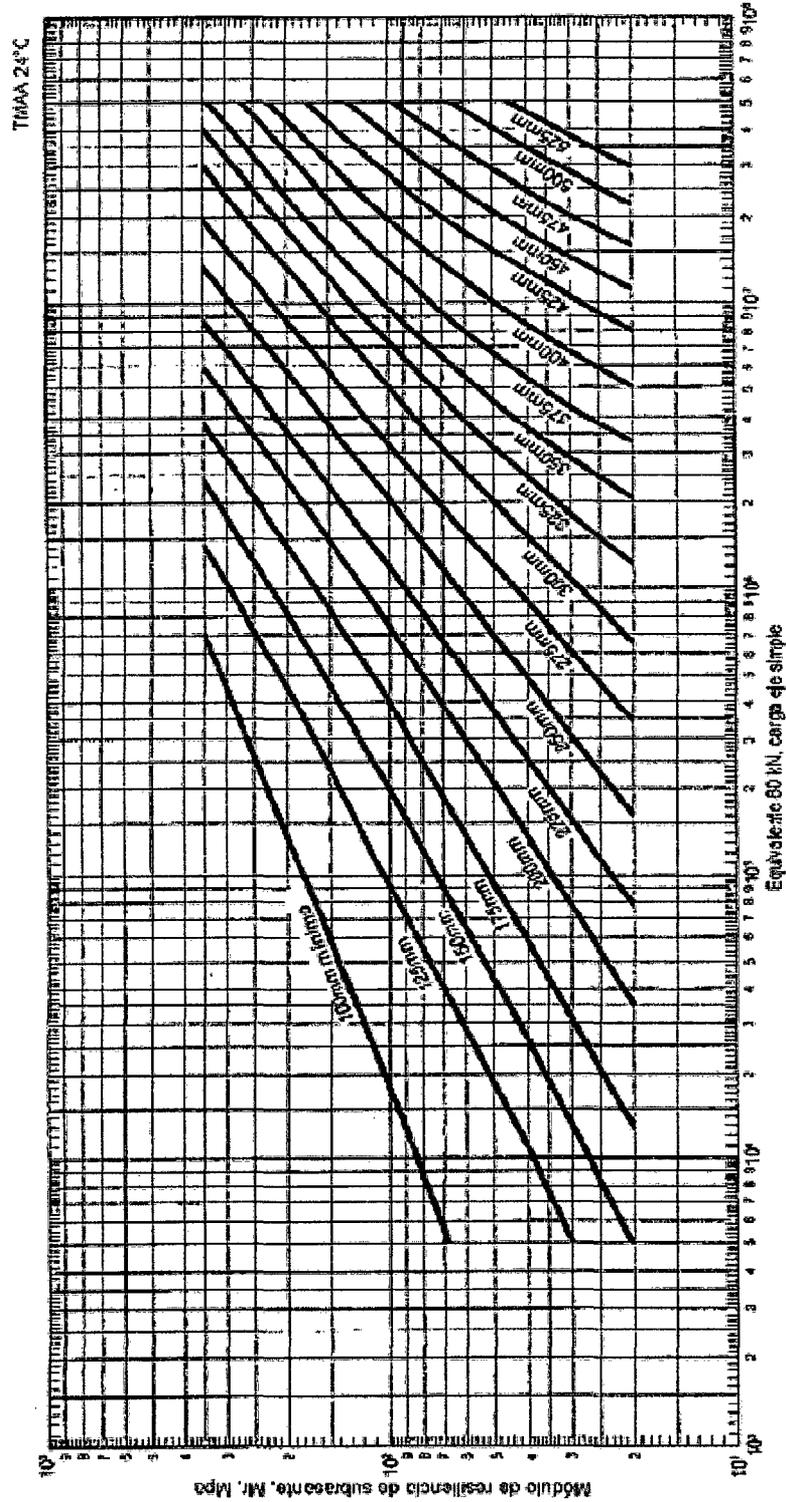


Figura 7-16
 Espesor completo de concreto asfáltico

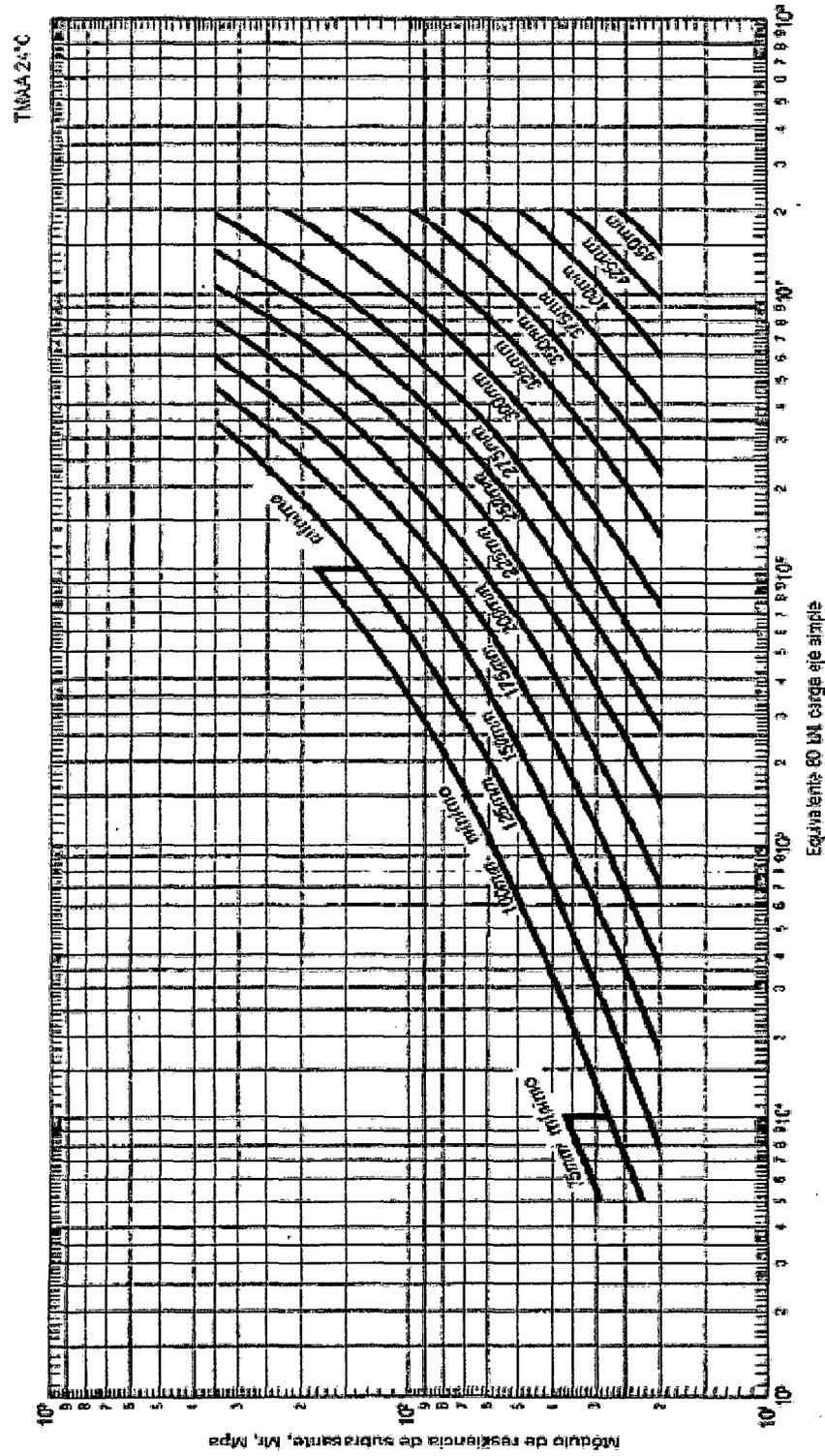


Figura 7-17
 Agregado de base de 150 milímetros de espesor

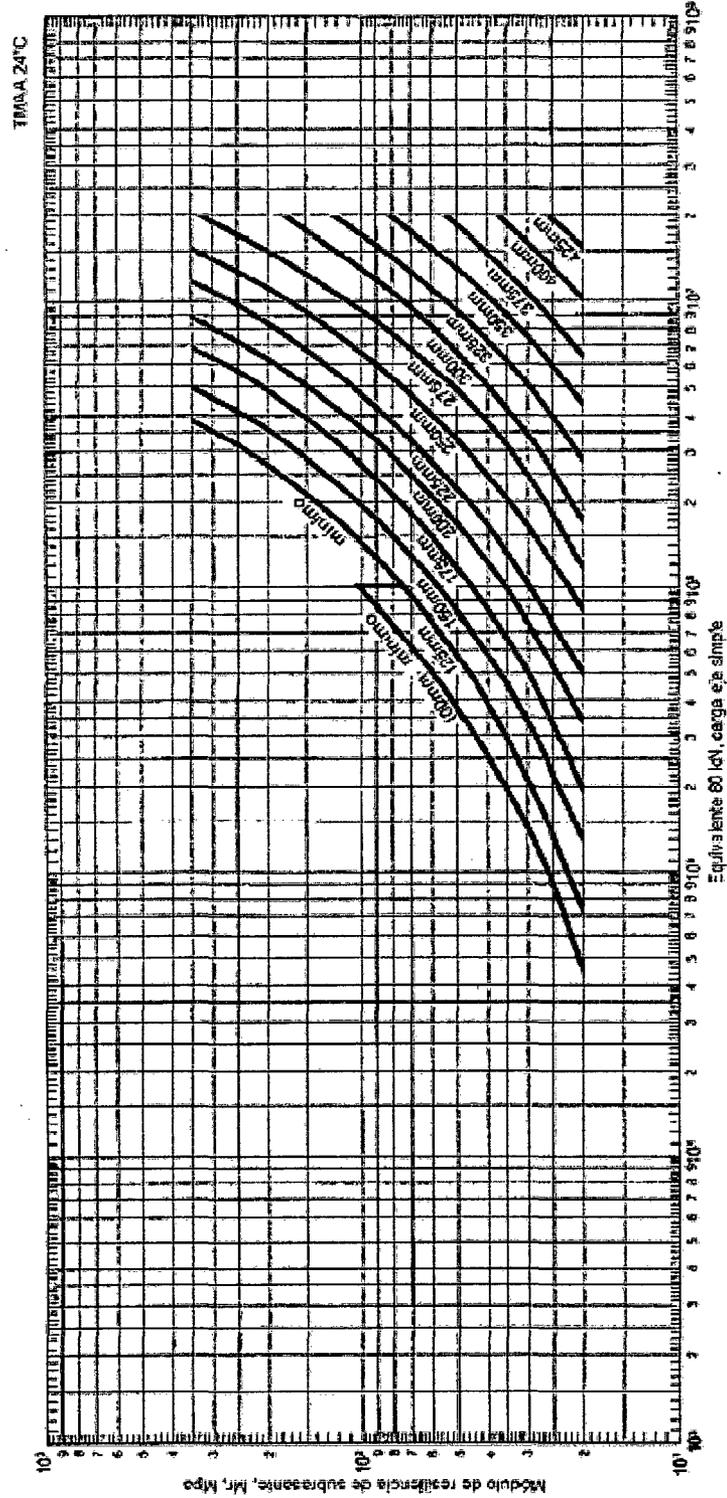
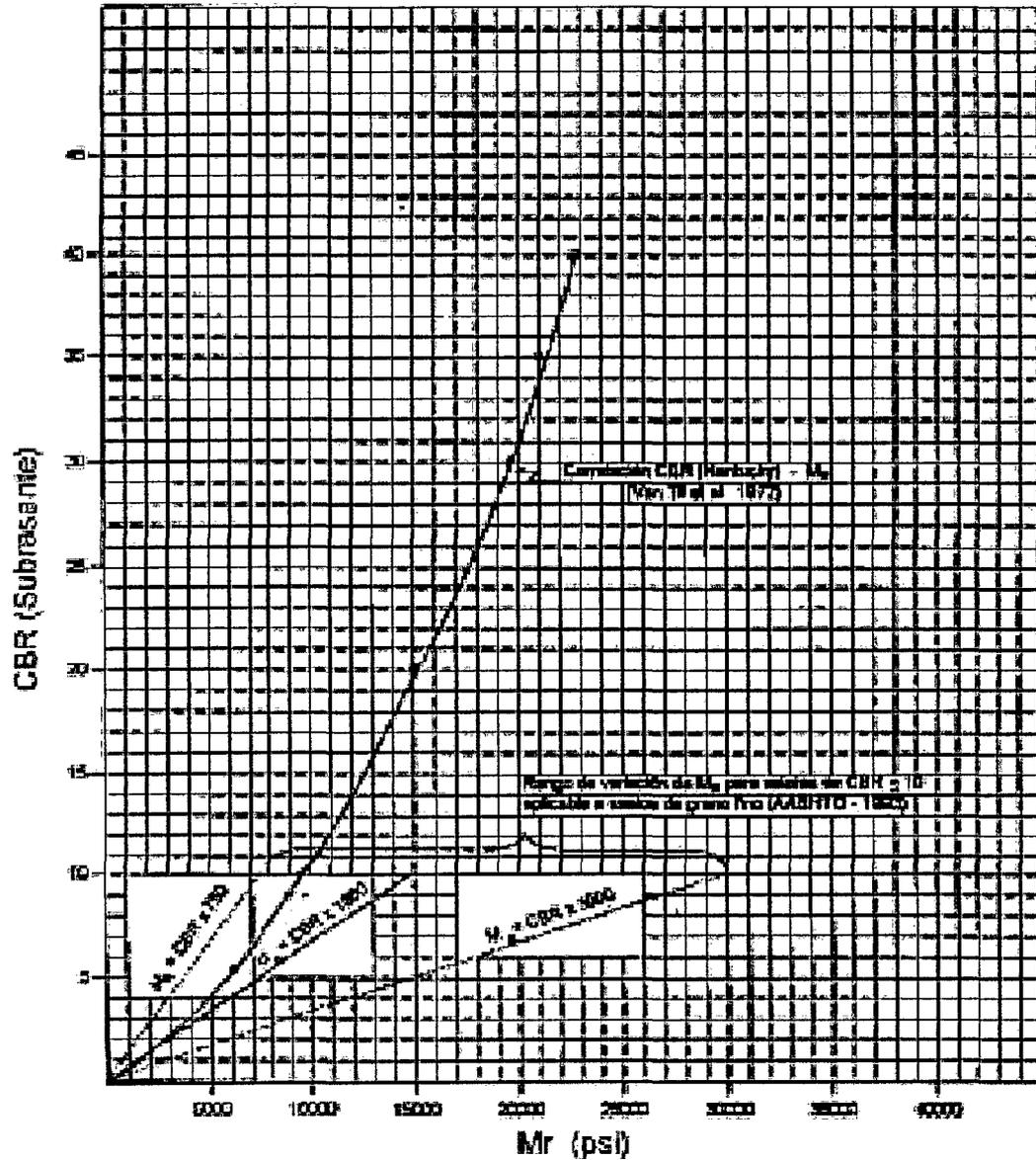


Figura 7-18
 Agregado de base de 300 milímetros de espesor

CUADRO N° 09
Correlación CBR – \bar{M}_r (Gráfica de Kentucky)



Fuente: Van Til, C. J. B. F. McCollough, B. A. Vallerga, and R. G. Hicks. 1972. evaluation of AASHTO interim Guides for Design of Pavement structures. NCHRP report 128.



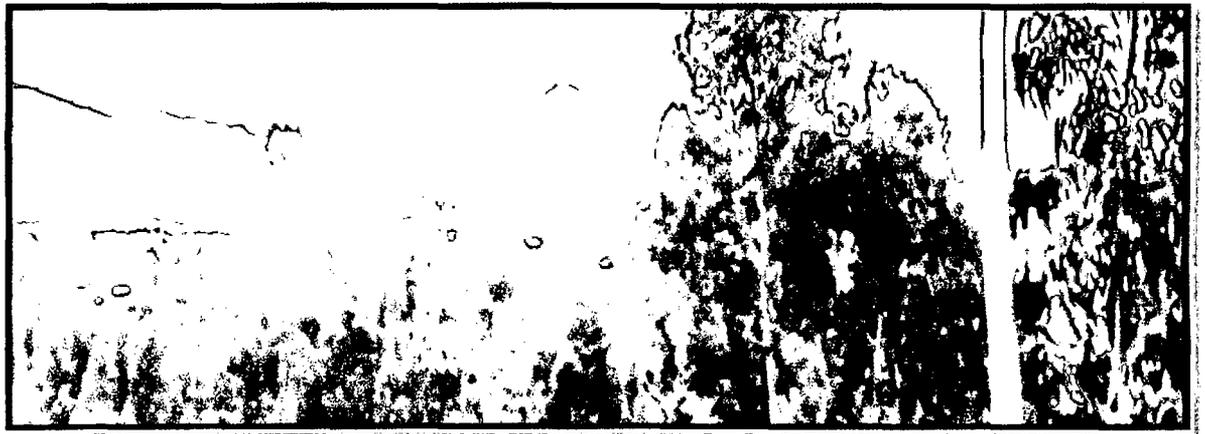
ANEXO G

PANEL FOTOGRAFICO



Punto de Inicio de la vía en estudio

Cruce de vías Av. Héroes del Cenepa y Carretera Cuidad de Dios - Cajamarca



Zona de Estudio – Trazo de Vía



Zona de Estudio – Trazo de Vía





Zona de Estudio – Trazo de Vía

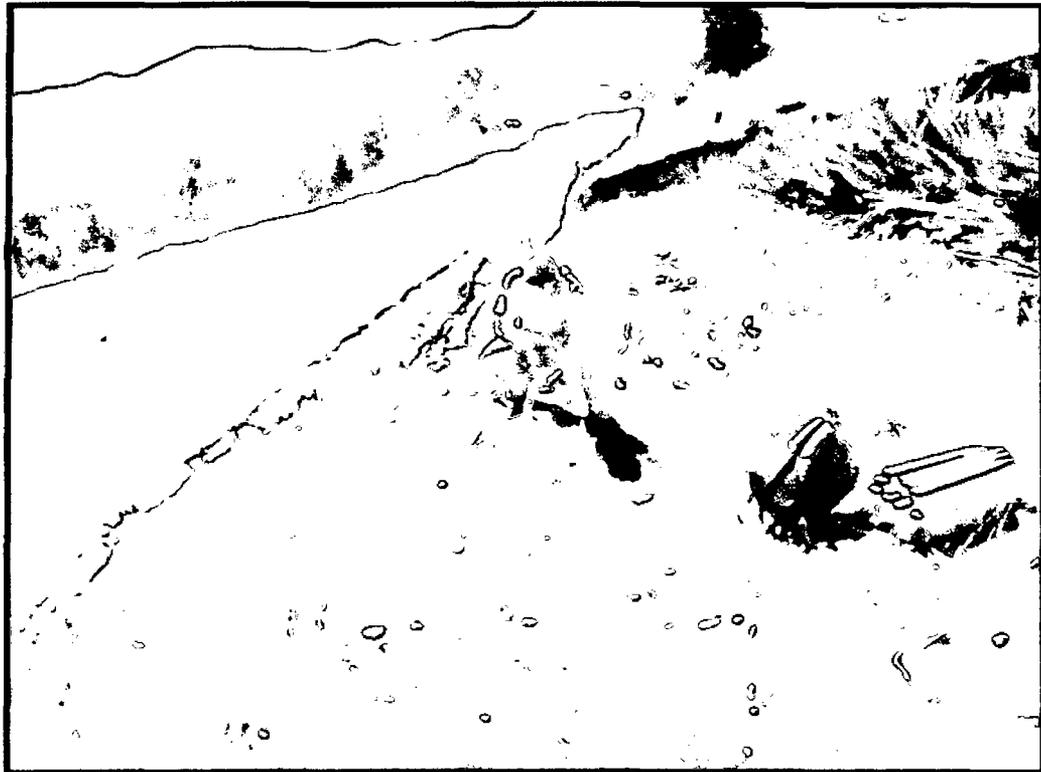


Levantamiento Topográfico

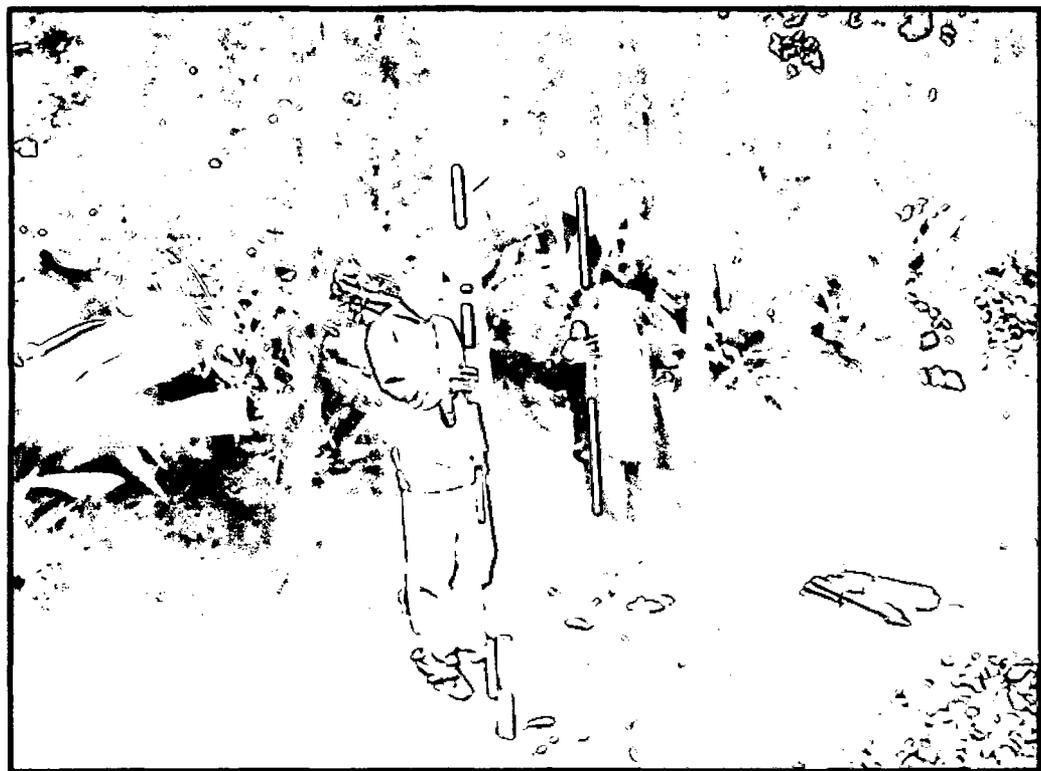


Levantamiento Topográfico





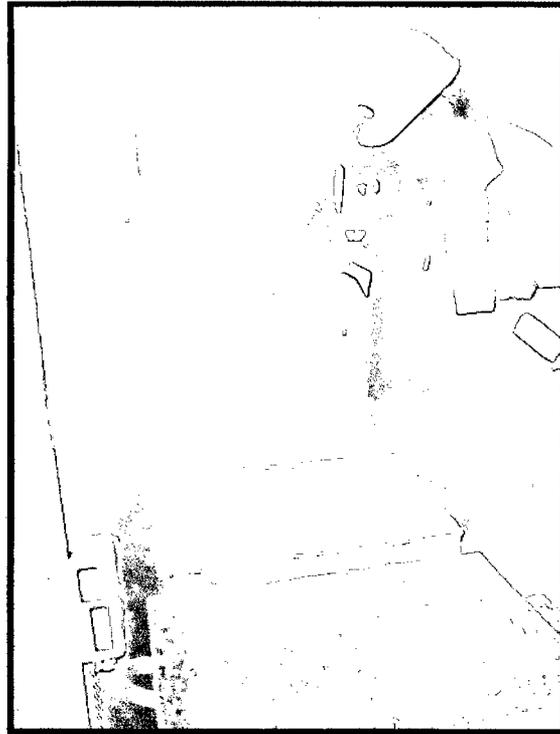
Levantamiento Topográfico





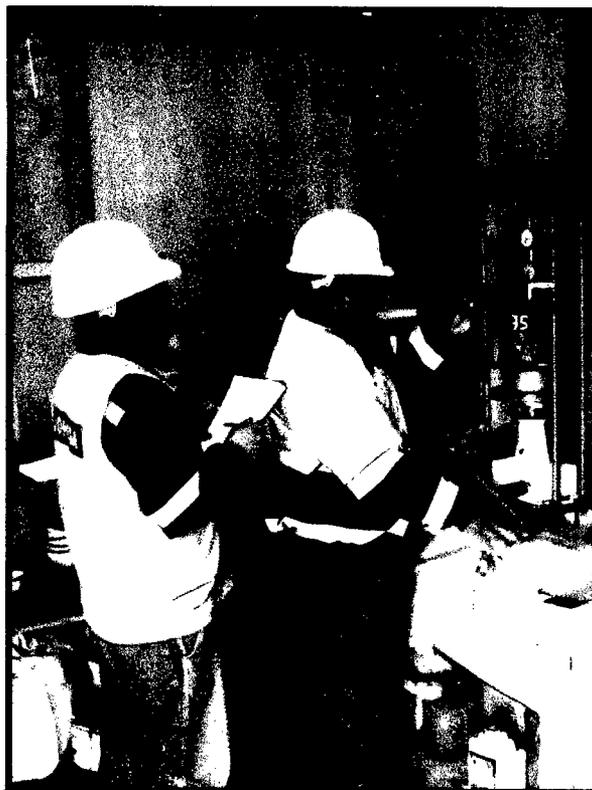
Recolección de muestras – Puentes





Ensayos de Laboratorio

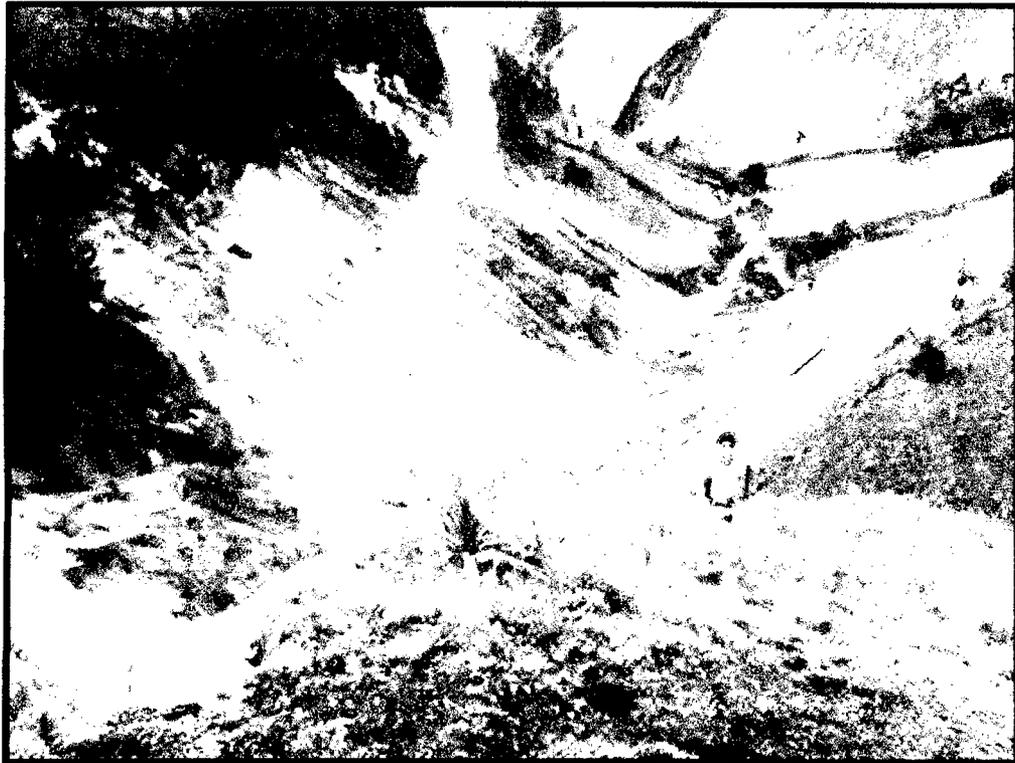




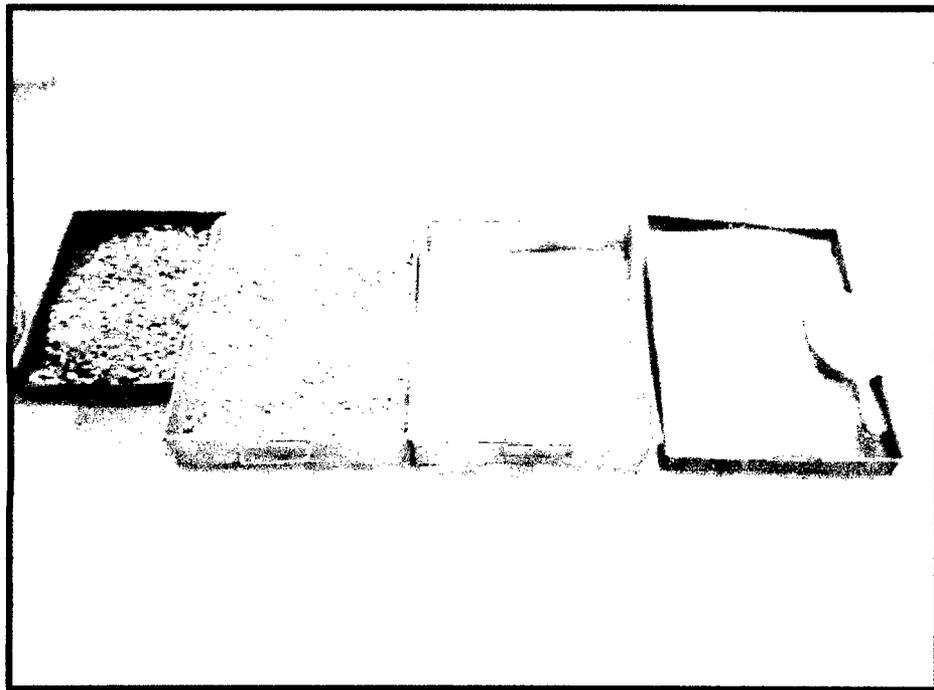
Ensayos de Laboratorio



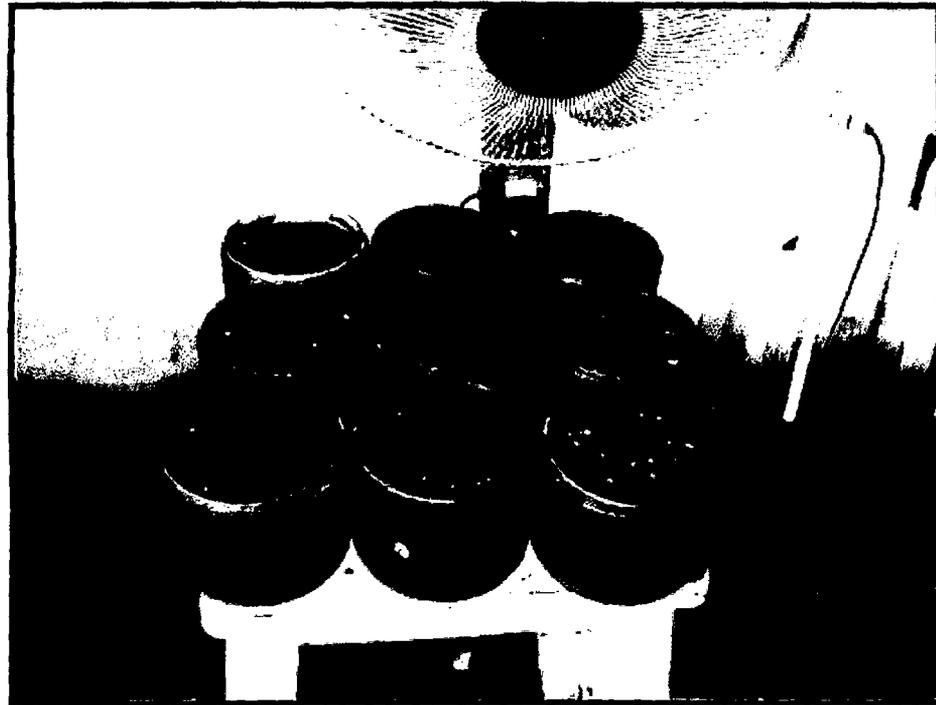
Cantera "El Gavilán"



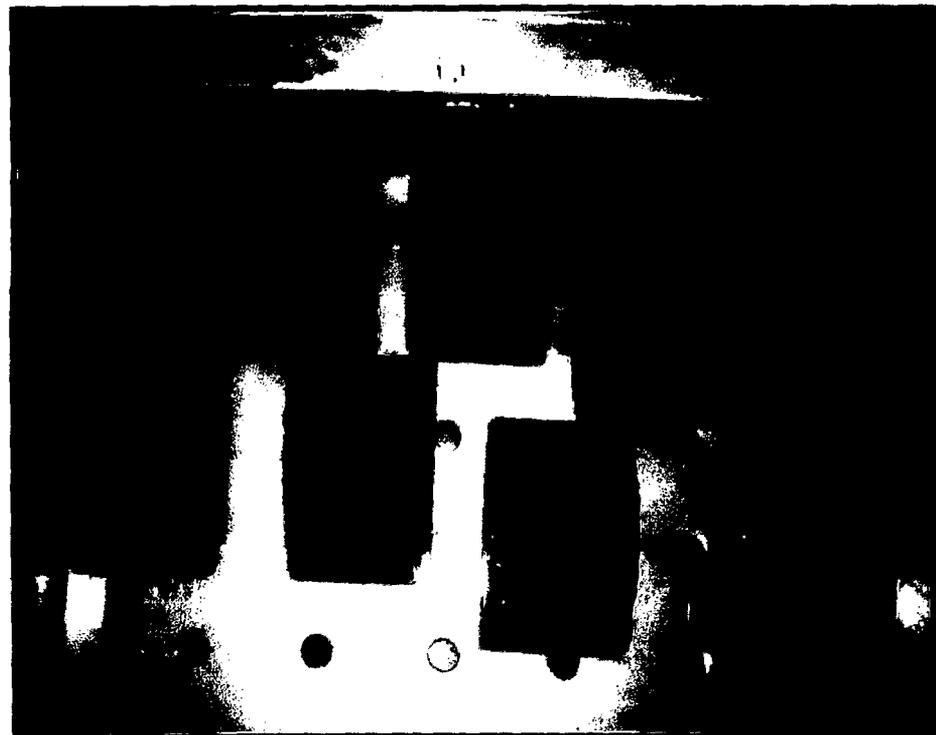
Cantera "El Gavilán"



Diseño de Mezcla Asfáltica - Agregados componentes de la mezcla asfáltica.



Diseño de Mezcla Asfáltica - Briquetas de diseño.



Diseño de Mezcla Asfáltica - Briquetas en baño maría para ensayo Marshall.