

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL JAÉN -
PERÚ



“EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CHAMAYA- JAÉN, KM 14+000-KM 16+000”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Presentado por:

BACHILLER: FRANK ROBINSON CHUMAN MEZA

ASESOR: M.Cs.Ing. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS.

JAÉN - CAJAMARCA – PERÚ

DEDICATORIA

A **Dios** quien me iluminó a seguir en el camino correcto de la vida, que me fortaleció espiritualmente.

A mi **Madre**, mujer con muchos valores que me inculcaron desde mi niñez, mujer trabajadora que lucho por que cada uno de sus hijos sean personas de bien para la sociedad.

A mi **Padre**, quien siempre ha estado a mi lado motivándome para luchar por mis sueños.

A mis hermanos **Júnior, Boris y Paul**, por estar siempre conmigo y ser unos de mis motivos y ejemplo para ellos.

AGRADECIMIENTO

A mi Asesor, el M.Cs.Ing. **Muro Augusto Centurión Vargas**, por su valorable ayuda y colaboración desinteresada en el desarrollo de la investigación

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| RESUMEN | IX |
| ABSTRACT | X |
| CAPITULO I | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| HIPÓTESIS GENERAL | 3 |
| JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| LIMITACIONES | 4 |
| OBJETIVO GENERAL | 4 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS:..... | 4 |
| CAPITULO II | 5 |
| MARCO TEÓRICO | 6 |
| ANTECEDENTES TEÓRICOS | 6 |
| BASES TEÓRICAS | 8 |
| DEFINICIÓN DE TÉRMINOS | 11 |
| MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN | 12 |
| EL MÉTODO DE PCI | 17 |
| EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS | 18 |
| TIPOS DE EVALUACIÓN | 18 |
| MÉTODOLOGÍA DEL PCI PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES | 23 |

| | |
|---|-----|
| CAPITULO III | 30 |
| MATERIALES Y METODOS | 31 |
| UBICACIÓN..... | 31 |
| TIEMPO O ÉPOCA..... | 32 |
| ALTITUD..... | 32 |
| TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN..... | 32 |
| UNIDAD DE ESTUDIO..... | 33 |
| CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO | 35 |
| CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL TRAMO EN EVALUACIÓN | 36 |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EN EVALUACIÓN..... | 37 |
| ANTECEDENTES | 37 |
| CALCULO DEL PCI DEL TRAMO EN EVALUACIÓN | 38 |
| CAPITULO IV | 45 |
| RESULTADOS | 46 |
| DISCUSION DE RESULTADOS..... | 48 |
| CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS..... | 49 |
| CAPITULO V | 50 |
| CONCLUSIONES..... | 51 |
| RECOMENDACIONES | 52 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 53 |
| ANEXO 01 | 54 |
| DESARROLLO DE LAS UNIDADES DE MUESTRA..... | 54 |
| ANEXO 02 | 94 |
| UNIDADES DE MUESTRAS..... | 94 |
| ANEXO 03 | 109 |

| | |
|---|-----|
| CURVAS DE PAVIMENTOS ASFALTICOS | 109 |
| ANEXO 04 | 114 |
| FOTOGRAFIAS DE LAS FALLAS SUPERFICIALES | 114 |
| ANEXO 05 | 119 |
| MEDICIÓN DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO..... | 119 |
| ANEXO 06 | 122 |
| ESTUDIO DE TRAFICO DE LA CARRETERA CHAMAYA-JAÉN, KM 14+000- 16+000..... | 122 |
| ANEXO 07 | 124 |
| EATUDIO DE SUELOS EXTRACCIÓN DE CALICATAS DE LA CARRETERA CHAMAYA –JAÉN, km 14+000-km 16+000 | 124 |
| ANEXO 08 | 127 |
| ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS | 127 |
| ANEXO 09 | 132 |
| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ESTUDIO DE SUELOS..... | 132 |
| ANEXO 10 | 149 |
| PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA..... | 149 |
| ANEXO 11 | 150 |
| PLANO DE LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN | 150 |
| ANEXO 12 | 151 |
| PLANO DE SECCIÓN TIPICA DEL TRAMO EN EVALAUCIÓN | 151 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 : Clasificación de capas en pavimento flexible | 9 |
| Figura 2 : Grietas longitudinales | 14 |
| Figura 3 : Falla por hundimiento | 14 |
| Figura 4 : Falla de piel de cocodrilo | 15 |
| Figura 5 : Falla por parcheo..... | 15 |
| Figura 6 : Falla por grieta de borde | 16 |
| Figura 7: Falla por meteorización..... | 16 |
| Figura 8 : Escala de clasificación del IRI (Banco Mundial)..... | 19 |
| Figura 9: Equipo de Merlin | 20 |
| Figura 10 : Ubicación política del tramo en evaluación..... | 31 |
| Figura 11 : Imagen satelital del tramo en evaluación..... | 31 |
| Figura 12 : Espesor de capas del pavimento en evaluación | 37 |
| Figura 13 : Identificación de fallas | 40 |
| Figura 14 : Valores deducidos para fallas de abultamiento..... | 42 |
| Figura 15: Curva de valores deducidos corregidos | 44 |
| Figura 16: Identificación en porcentajes de fallas en el tramo en evaluación..... | 47 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Intensidad de tránsito según tipo de carpeta asfáltica | 10 |
| Tabla 2: Categorías de las subrasantes..... | 11 |
| Tabla 3: Identificación de las fallas superficiales..... | 17 |
| Tabla 4: Coeficiente de rozamiento o fricción transversal | 22 |
| Tabla 5: Longitud de unidades de muestra..... | 24 |
| Tabla 6: Ubicación geográfica del tramo en evaluación | 32 |
| Tabla 7: Coordenadas geográficas del tramo en evaluación | 32 |
| Tabla 8: Hoja de campo de identificación de fallas | 33 |
| Tabla 9 : Características de la plataforma del tramo en evaluación | 35 |
| Tabla 10 : Longitudes de unidades de muestra para pavimentos asfálticos | 38 |
| Tabla 11: Resumen de características de la vía. | 39 |
| Tabla 12 : Hoja de registro de las fallas encontradas en la unidad de muestra 01 | 41 |

| | |
|---|----|
| Tabla 13: Resumen de valores deducidos corregidos..... | 43 |
| Tabla 14: Resumen de evaluación funcional..... | 46 |
| Tabla 15: Resumen de los niveles de severidad en las fallas encontradas | 48 |
| Tabla 16: Resultado del indice promedio | 49 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|---------|
| 1. Medida de la velocidad relativa de la rueda (s)..... | Pag.22 |
| 2. Determinación del número de unidades de muestreo..... | Pag. 24 |
| 3. Selección de unidades de muestreo para inspección..... | Pag. 25 |
| 4. Determinación del número máximo admisible de valores deducidos..... | Pag.27 |
| 5. Determinación del máximo valor deducido corregido..... | Pag.28 |

LISTA DE SIGLAS Y DE SÍMBOLOS

SIGLA

AASHTO American Association of State Highway
 ASSHO American Society of State Highway Officials
 ASTM American Society for Testing and Materials
 CBR California Bearing Ratio
 MTC Ministerio de Transporte y Comunicaciones
 NDT Non Destructive Test
 UTM Universal Transverse Mercator
 WGS World Geodetic System

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo la evaluación funcional del pavimento flexible de la carretera Chamaya – Jaén, km 14+000-km 16+000, para lo cual se empleó la metodología del índice de condición del pavimento (PCI); este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (condición estado excelente). Para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento en la cual se identificó la clase de falla, el nivel de severidad de cada falla y cantidad de fallas encontradas. El tramo en estudio consta de dos carriles que propician un ancho de circulación de 7.30 m en una longitud de 2000 m. Su superficie total de 14600.00 m² se subdividió en 67 unidades de muestra o inspección (que también pueden llamarse unidades de prueba) de 30.00 m de largo y 219.00 m² de área cada una, en la cual solo se evaluaron 14 unidades de muestra debido que estas unidades de muestra presentaban fallas y defectos significativos en el tramo en evaluación. Las magnitudes de las áreas de cada unidad de muestra están dentro de las recomendaciones del procedimiento PCI que sugiere unidades entre los 232 ± 93 m².

Los resultados de esta tesis llevan a concluir que todo el tramo en evaluación tiene una sola sección uniforme, se encuentra en estado de conservación Bueno, lo que permite su conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y /o rehabilitación,

La mayoría de fallas encontradas fueron del tipo funcional, que no afecta al tránsito normal de vehículos, no es necesario disminuir la velocidad libre y no son muy percibidas por el conductor, pues no causan daños estructurales.

Palabras clave: Índice de condición del pavimento, fallas en el pavimento, pavimento, sub rasante, inspección visual.

ABSTRACT

The objective of this thesis is the functional evaluation of the flexible pavement of the road between the Chamaya - Jaén stretch, from km 14 + 000-km 16 + 000, for which the pavement condition index (PCI) methodology was used; this index takes values that range from 0 (for the failure condition) to 100 (excellent condition condition). To reach it, a detailed visual inspection was carried out on the entire surface of the pavement in which the type of fault was identified, the level of severity of each fault and the number of faults found. The section under study consists of two lanes that provide a circulation width of 7.30 m in a length of 2000 m. Its total area of 219.00 m² was subdivided into 67 sample or inspection units (which can also be called test units) of 30.00 m long and 219.00 m² of area each. This magnitude is within the recommendations of the PCI procedure that suggests units between 232 ± 93 m². In this way the section will be formed by 67 .00 units of which only 14 units of samples were evaluated, because those units presented faults or defects in the surface of the pavement.

The results of this thesis lead to the conclusion that the entire section under evaluation has a single uniform section, is in good condition, which allows its conservation through routine maintenance, periodic and / or rehabilitation,

The majority of faults found were of the functional type, which does not affect the normal transit of vehicles, it is not necessary to reduce the free speed and they are not very perceived by the driver, as they do not cause structural damage.

Keywords: Pavement condition index, pavement failures, pavement, subgrade, visual inspection.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Conocer el estado de deterioro que tiene una vía, es un componente vital en el sistema de mantenimiento de pavimentos, de modo que mediante éste se puede conseguir una proyección a futuro del estado del pavimento. Existen un sin número de métodos que permiten realizar una proyección a futuro del estado de un pavimento, unos más precisos que otros, pero todos estos coinciden en que si se cuenta con una cuantificación precisa de la condición actual se conseguirá una proyección exacta, es así que para la cuantificación del estado actual de dicho pavimento se ha decidido aplicar la que se encuentra estandarizado por medio de la norma ASTM D 6433, "Estándar Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys", o más conocido por sus siglas en inglés PCI (Present Condition Index).

El índice de condición del pavimento (PCI), fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por el cuerpo de ingeniería de la fuerza aérea de los estados unidos y ejecutado por los ingenieros Srs. Mohamed y. shahin, Michael I. darter y Starr d. kohn, con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles a través del PCI.

Esta metodología tiene como objetivo primordial establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos. Se basa en los resultados de la inspección visual de los pavimentos, en la cual se identifican tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas del deterioro.

Debido a que existen un sin número de combinaciones de deterioros, severidades y densidades posibles, el método resuelve esta dificultad introduciendo el "valor deducido", como factor de ponderación, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación deterioro, severidad y densidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El pavimento asfáltico de la carretera Chamaya –Jaén tramo, km 14+000-km16+000, se encuentra en deterioro debido a causas asociadas a su uso, diseño y proceso constructivo llegando a afectar a la población del distrito de Jaén, por motivos de seguridad y funcionalidad.

Por ello se realiza un análisis **funcional de dicho pavimento y en su perspectiva surge el presente trabajo de investigación**. En el tramo de estudio se observa un deterioro por desgaste, lo que genera su disminución por serviciabilidad, también presenta asentamientos o hundimientos notorios grietas transversales, longitudinales y diagonales que se presentan en el pavimento que perjudican el tránsito vial.

Para buscar la solución a este problema resulta necesario realizar el análisis de las fallas funcional que presenta el pavimento de la carretera Chamaya – Jaén, km 14+000-km 16+000, las mismas que se mapearan In Situ tramo por tramo y plantear su remediación.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el estado funcional del pavimento flexible en la carretera Chamaya – Jaén, km 14+000-km 16+000?

HIPÓTESIS GENERAL

El pavimento flexible de la carretera Chamaya – Jaén, km 14+000-km 16+000, se encuentra en mal estado.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis se justifica en conocer el estado funcional del pavimento flexible de la carretera Chamaya-Jaén Km 14+000-km 16+000, ya que actualmente presenta un alto deterioro en su carpeta asfáltica .Actualmente no se cuenta con un estudio del comportamiento funcional del pavimento flexible.

El presente trabajo de investigación busca promover con la obtención de datos de acuerdo al método planteado por el PCI, el comportamiento funcional del pavimento flexible de la carretera Chamaya –Jaén, km 14+000-km 16+000, para posteriormente realizar propuestas de mantenimientos o rehabilitaciones en torno a su carpeta asfáltica.

Además los aportes del presente trabajo de investigación servirán de guía para otros investigadores, que estén interesados en trabajos de investigación del tema de pavimentos.

El presente estudio se ha organizado de la siguiente manera: **Capítulo I** introducción, constituido por el contexto , el problema, la hipótesis, la justificación, los alcances de la investigación y los objetivos; **Capítulo II** marco teórico, constituido por los Antecedentes teóricos de la investigación, Bases teóricas y Definición de términos básicos; **Capítulo III** materiales y métodos, constituido por el Procedimiento , Tratamiento , análisis de datos y presentación de resultados; **Capítulo IV** análisis y discusión de resultados, donde se describe, se explica y discuta los resultados; **Capítulo V** conclusiones y recomendaciones

LIMITACIONES

- Falta de información del diseño de la vía.
- Limitaciones en los horarios en la que la vía presenta bajo volume de transito para realizar toma de datos In Situ y fotografías evitando incidentes.
- Falta de laboratorios que tengan equipos para medir el coeficiente de fricción longitudinal de una vía, el perfil longitudinal y rugosidad de una vía que son ensayos complementarios para una evaluación funcional de un pavimento flexible.
- Falta de equipo Benkelman para la medición de deflexiones superficiales del pavimento flexible.

OBJETIVO GENERAL

Evaluación funcional del pavimento flexible de la carretera Chamaya – Jaén, km 14+000-km 16+000”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Realizar el inventario de los diferentes tipos de fallas superficiales.
- ✓ Determinar los niveles de severidad de cada uno de los tipos de fallas.
- ✓ Determinar el índice de condición del pavimento, km 14+000-km16+000.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES TEÓRICOS

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- **Garcia (2007)**. Al realizar la evaluación de pavimentos por medio de la viga Benkelman y el deflectómetro de impacto en el Salvador se hizo un análisis de comparación donde se determinó una correlación entre los datos obtenidos por medio de la viga Benkelman y el deflectómetro de Impacto (FWD), a partir de la medición de deflexiones, obteniéndose resultados de deflexiones muy cercanas, donde se concluye que los ensayos que se realiza tanto con la viga Benkelman y el deflectómetro de impacto para la medición de deflexiones se pueden llegar obtener resultados muy cercanos a la realidad.
- **Barrantes (2008)**. Describe la evaluación de la capacidad estructural de la carretera pavimentada esterillos –loma Costa Rica, donde se procedió a realizar un análisis estructural, aplicando la metodología de retro cálculo, a partir de los datos de los materiales constitutivos del pavimento y espesores de capa recolectados mediante sondeos realizados por parte del Láname UCR, además de los resultados de deflectometría y una evaluación visual realizados por parte de LanameUCR.
- **Ávila - Albarracín (2014)**, Evaluación de Pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso, caso de estudio: vía Chicti – Sevilla de oro, Ecuador se realiza el análisis de la factibilidad y eficiencia de la deflectometría para la evaluación de la capacidad portante de la estructura del pavimento, a través de la aplicación de metodologías de análisis inverso.

ANTECEDENTES NACIONAL

- **Castro (2003).** Tiene como objetivo principal, brindar una alternativa al problema del mantenimiento de la infraestructura vial de los pavimentos en la ciudad de Piura , mediante un sistema de gestión de pavimentos, dentro de la organización municipal y concluye que cuando se decide pavimentar o reforzar un camino con un tráfico de más de 500 vehículos diarios y es difícil controlar las cargas por eje, es probable que el ahorro económico que se derive de la construcción sea inferior al costo de las fallas prematuras del pavimento. Por lo tanto, en las ciudades, como Piura, en que es difícil hacer cumplir los límites de carga los caminos deben construirse inicialmente con arreglo a normas elevadas, aun cuando esto por lo general significa la construcción de menos caminos.
- **Rodríguez (2010).** Al realizar la evaluación del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla del departamento de Piura la cual tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el índice de condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil treientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. En este trabajo de investigación se obtuvo como resultado un índice de PCI ponderado de 49, entre la Av. 24 de junio y Av. Argentina, haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98.
- **Jiménez (2014).** Al realizar diagnóstico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de Hogg y viga Benkelman la cual tiene como objetivo principal analizar el comportamiento estructural que posee el afirmado estabilizado con cloruro de magnesio del tramo Supe – Caral, obteniendo los módulos elásticos de la subrasante y con ello el CBR en cada punto ensayado, con esto se pudo determinar qué sectores necesitan mantenimiento y que otros necesitan mejoramiento de subrasante, además se calculó la diferencia de costo entre realizar una base estabilizada con cloruro de magnesio y otra simplemente afirmada, resultando más barato la primera opción en un periodo de diez años.

ANTECEDENTES LOCALES

- **Eduardo (2014).** Al determinar del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel – San Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante el Análisis deflectométrico se obtuvo como resultado un comportamiento estructural de mala calidad. Debido a que la deflexión promedio (137.12×10^{-2} mm) es mayor a la deflexión admisible (108×10^{-2} mm), dicha evaluación se realizó en el departamento de Cajamarca.
- **Rabanal (2014).** Se realizó el análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Lo cual tiene como objetivo general realizar el análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento, donde se llegó a la conclusión, que el pavimento obtuvo un valor de PCI = 49 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que el estado actual de dicho pavimento es Regular.

BASES TEÓRICAS

Definición de pavimentos: Un pavimento es una estructura, constituida generalmente por una capa de rodadura, apoyada sobre una capa de material granular clasificado denominado base. A su vez dicha capa descansa firme y coherentemente en la capa de material granular clasificado denominado sub base; capas que en su conjunto representan el vocablo pavimento.

De acuerdo a la ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado Subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado periodo de tiempo.

Definición de falla

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga. UN factor que influye en el comportamiento de los pavimentos es el tipo de carga que se le aplica

y la velocidad con que ello se hace. Los pavimentos están sujetos a cargas móviles y el hecho que las cargas actuantes sean repetitivas afectan a la resistencia de las capas de pavimento de relativa rigidez, por lo que en el caso de los pavimentos flexible éste efecto se presenta sobre todo en las carpetas y las bases estabilizadas.

Fallas por defectos constructivos

Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto.

Falla por fatiga en los pavimentos flexibles

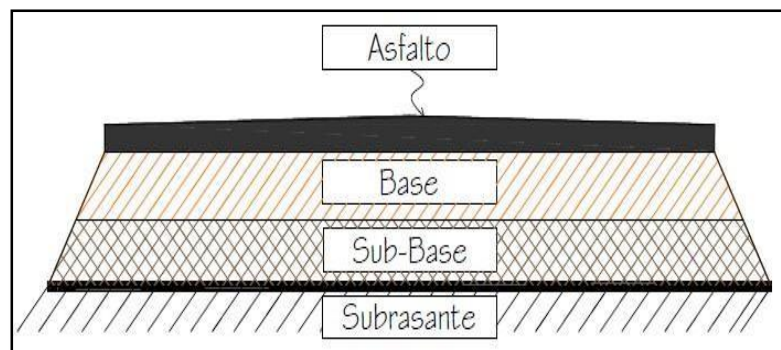
Según Rico y del Castillo (1984), la tecnología se ha desarrollado para pavimentos, tiene como meta evitar deterioros y fallas. Se han logrado establecer relaciones de causa – efecto, para desarrollar normas de criterios de proyectos y conservación. En pavimentos la palabra falla se utiliza tanto para verdaderos colapsos como deterioros simples. El concepto de deterioro o falla está asociado al nivel de servicio que depende de la exigencia del consumidor. Centrándonos en la siguiente falla.

Pavimentos flexibles

La estructura de un pavimento flexible ó pavimento asfáltico consta de una serie de capas granulares (base y sub-base) y por lo menos de una capa de superficie asfáltica.

Los pavimentos flexibles están constituidos por las siguientes capas carpeta asfáltica, base, sub base y sub rasante a continuación se explica a detalle cada uno de estos elementos.

Figura 1 : Clasificación de capas en pavimento flexible



Fuente: Manual de evaluación de pavimentos UNI

A .La carpeta asfáltica: Es la parte superior del pavimento, es una mezcla bituminosa que puede colocarse en una o dos capas sobre la superficie del pavimento, a estas capas se les denominan capa de rodadura y capa intermedia.

En las mezclas asfálticas es fundamental obtener un contenido óptimo de asfalto ya que es este elemento el encargado de formar una membrana que tenga las adecuadas dimensiones para resistir las solicitudes producto del tránsito y de la intemperie.

Además la carpeta le brinda al pavimento las características funcionales, su función estructural es absorber los esfuerzos horizontales y parte de los verticales. Carpeta asfáltica base sub-base subrasante el espesor y tipo de carpeta asfáltica depende del tránsito que va a circular por el lugar, teniendo en cuenta.

Tabla 1: Intensidad de transito segun tipo de carpeta asfaltica

| INTENSIDAD DEL TRANSITO EN UN SOLO SENTIDO | TIPO DE CARPETA |
|---|---|
| Mayor de 2000 veh/dia | Mezcla en planta de 7.5 cm de espesor minimo |
| 1000 a 2000 | Mezcla en planta con un espesor minimo de 5 cm |
| 500 a 1000 | Mezcla en el lugar o planta de 5 cm como minimo |
| Menos de 500 | Tratamiento superficial simple o multiple |

Fuente: Reyes lizcano-2003

B. Base: Es la capa de pavimento ubicada debajo de la superficie de rodadura y tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas a la subbase, que se encuentra en la parte inferior.

La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; pero también puede estar conformada con cemento Portland, cal o materiales bituminosos, recibiendo el nombre de base estabilizada. Estas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie y transmitirla hacia los niveles inferiores del paquete estructural.

C. Subbase: Es la primera capa de la estructura del pavimento que se dispone sobre la subrasante, con el fin de facilitar un buen drenaje en el pavimento y permitir la construcción del resto de la estructura. En esta capa se presenta una disipación parcial de esfuerzos. Tiene capacidad de absorber algunos cambios de volumen de la subrasante y puede sustituir económicamente parte de la base. No siempre es utilizada en los diseños. Se construye con material con menos exigencias y por ende mucho más económico que el utilizado en la base.

D. Subrasante: La Subrasante es la capa de terreno que soporta el paquete estructural y que se extiende hasta una profundidad en la cual no influyen las cargas de tránsito. Esta capa puede estar formada en corte o relleno, dependiendo de las características del suelo encontrado. Una vez compactada debe tener las propiedades, secciones transversales y pendientes especificadas de la vía.

Valores del CBR de subrasante que se clasifican en 6 sub categorías según el siguiente cuadro.

Tabla 2: Categorias de las subrasante

| CATEGORÍAS DE SUBRASANTE | CBR |
|---------------------------------|-----------------------------|
| So : Subrasante Inadecuada | CBR<3% |
| S1 : Subrasante Pobre | De CBR \geq 3% A CBR<6% |
| S2 : Subrasante Regular | De CBR \geq 6% A CBR<10% |
| S3: Subrasante Buena | De CBR \geq 10% A CBR<20% |
| S4 : Subrasante Muy Buena | De CBR \geq 20% A CBR<30% |
| S5 : Subrasante Extraordinaria | CBR \geq 20% |

Fuente: MTC-2013

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

CBR: Relación de soporté California, es un ensayo para evaluar la calidad de un material.

Asfalto: Es un material viscoso, pegajoso y de color plomo (gris-oscuro), se utiliza mezclado con arena y gravilla para pavimentar caminos.

Subrasante: Es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento.

PCI: Índice de condición de pavimento.

Falla: En geología una falla es una fractura generalmente plana en el terreno a lo largo de la cual se han deslizado los dos bloques el uno respecto al otro

No destructivos: Para la evaluación del pavimento se ha empleado el método no destructivo, que significa realizar los ensayos sin ocasionar daños al pavimento (estudio de suelos)

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

Existen diferentes métodos de investigación, estos deben seleccionarse adecuadamente. En muchos casos los resultados de varios ensayos pueden compararse entre sí con el objeto de confirmar las razones del deterioro o de la falla y de esta manera entender mejor el comportamiento del mismo.

Inspección visual.

Esta es una de las herramientas más poderosas en las rehabilitaciones de pavimentos y forma parte esencial de toda la investigación.

La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas:

Inspección visual inicial.

En este caso se pretendió obtener una inspección general del proyecto y definir los límites de secciones homogéneas, en las que se tengan tipos y niveles similares de deterioro o bien se parcializa el pavimento a estudiar tomando como referencia puntos singulares de fácil identificación, generándose de esta forma tramos de trabajo que fueron objeto en la inspección visual detallada de un análisis más minucioso.

Inspección visual detallada.

Esta etapa consistió en inspeccionar la vía caminando sobre ella, tomando todas las medidas de seguridad necesarias. El trabajo se realizó sobre secciones homogéneas o sobre los tramos parcializados.

Se tomó notas de talladas de las fallas encontradas en la superficie, y se anotaron observaciones adicionales como; estado del drenaje (conformación de cunetas, etc.), aspectos geométricos (pendientes, curvaturas, terraplenes, etc.), carril más deteriorado, exudaciones y situación de accesos, la existencia o no de cordones cunetas o situación de los desagües (zanjas, entubamientos).

De ser necesario se realizaron tareas de nivelación para la verificación e individualización del estado real de cunetas y accesos.

Los diferentes modos y tipos de falla se describieron en función de su severidad, frecuencia y localización, de esta forma se tuvo una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia de rehabilitación.

Las fallas se apuntaron en planilla con su progresiva, para los casos que correspondan, la superficie generada por ellas. Se tubo de todas las fallas o situaciones especiales una base de fotos convenientemente identificadas, como antecedentes.

Todo se plasmó en un plano general progresivo en donde se tuvo la visión general del estado de la vía. Con esta forma de trabajo, se identificaron sectores con soluciones similares y encontrándose la soluciones a adoptar que involucre a las distintas tipologías de fallas.

Las fallas encontradas en superficie y su cuantificación, nos ayudaron a la determinación del “Índice de estado”, si bien se tuvo una base de datos detallada de la situación superficial del pavimento, para este caso se utilizaron los valores de máxima.

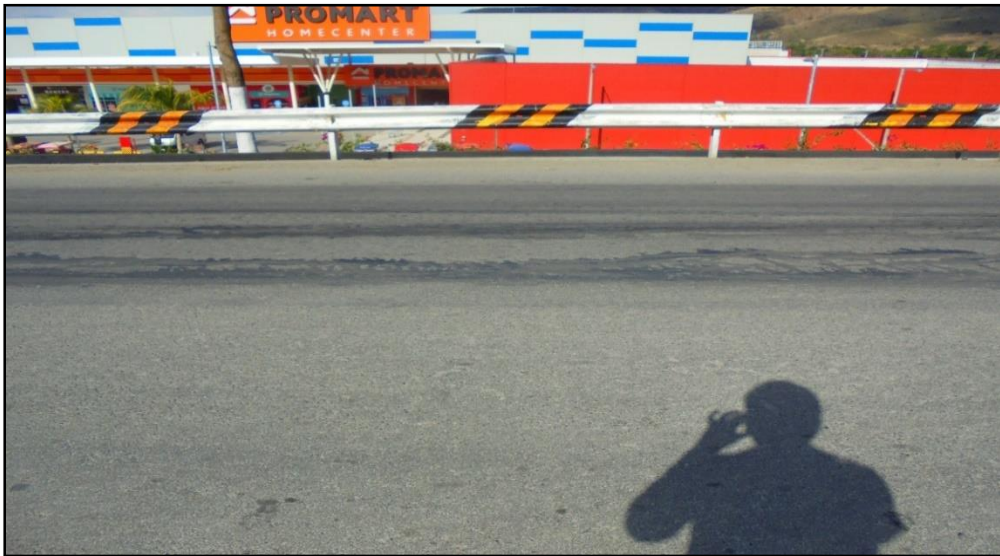
Las fallas a las que hacemos referencia son:

Figura 2 : Grietas longitudinales



Fuente: Elaboración propia

Figura 3 : Falla por hundimiento



Fuente: Elaboración propia

Figura 4 .: Falla de piel de cocodrilo



Fuente: Elaboración propia

Figura 5 : Falla por parcheo



Fuente: Elaboración propia

Figura 6 : Falla por grieta de borde



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Falla por meteorización



Fuente: Elaboración propia

Existen varios métodos utilizados para la evaluación superficial de los pavimentos.

Los más conocidos son:

- La propuesta por la Universidad de Wisconsin (PASER)
- Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL)
- Índice de Condición de Pavimentos (PCI)

EL MÉTODO DE PCI

El PCI es un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad localizada y seguridad).

El PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general. Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento.

Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación mayores. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento

Tabla 3: Identificación de las fallas superficiales

| Nº | DESCRIPCION | UNIDAD DE MEDIDA |
|----|--|------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo | m^2 |
| 2 | Exudación de asfalto | m^2 |
| 3 | Agrietamiento en bloque | m^2 |
| 4 | Abultamiento y hundimientos | m |
| 5 | Corrugaciones | m^2 |
| 6 | Depresión | m^2 |
| 7 | Grieta de borde | m |
| 8 | Grieta de reflexión de juntas | m |
| 9 | Desnivel – carril berma | m |
| 10 | Grietas longitudinales y transversales | m |
| 11 | Parcheo y acometidas | m^2 |
| 12 | Pulimento de agregado | m^2 |

| | | |
|----|--|-------|
| 13 | Huecos | No |
| 14 | Cruce de vía férrea | m^2 |
| 15 | Ahuellamiento | m^2 |
| 16 | Desplazamiento | m^2 |
| 17 | Grietas parabólicas | m^2 |
| 18 | Hinchamiento | m^2 |
| 19 | Meteorización / desprendimiento de agregados | m^2 |

Fuente: Manual del PCI

Es importante que el evaluador del pavimento esté familiarizado con estos tipos de falla, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método.

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie y estructura del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas necesarias de reparación y mantenimiento.

Con la evaluación se pretende determinar cómo intervenir un pavimento para prolongar su vida útil. La importancia de la evaluación radica en que permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima. En resumen la evaluación de pavimentos permite conocer el estado situacional de la estructura y establecer medidas correctivas, ahorrando costos para cumplir objetivos de serviciabilidad.

TIPOS DE EVALUACIÓN

Una correcta evaluación de pavimentos incluye estudios sobre el estado de la condición funcional y estructural. Para nuestro caso solo describiremos la evaluación funcional.

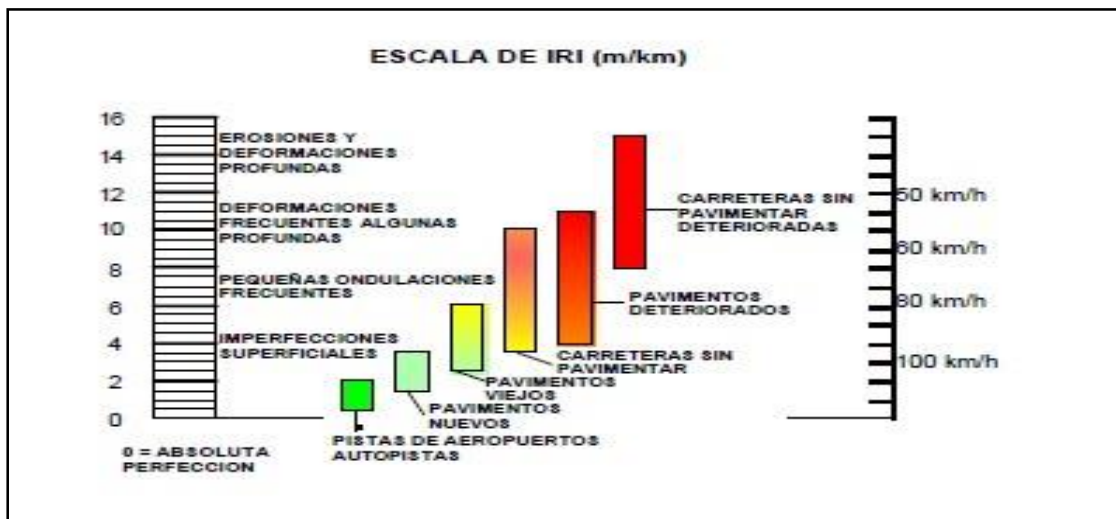
EVALUACIÓN FUNCIONAL

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la comodidad, seguridad y economía.

Entre éste tipo de deficiencias se encuentran: La rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción, costo de usuario y el medio ambiente.

A. La rugosidad, relacionada a la comodidad, se define como las irregularidades presentes en la superficie del pavimento, las cuales afectan la calidad de rodado de los vehículos, y por lo tanto la calidad del servicio brindada al usuario. Para medir la rugosidad se ha adoptado mundialmente el índice de rugosidad internacional (IRI), desarrollado en Brasil, para el Banco Mundial. Conceptualmente el IRI relaciona la acumulación de desplazamientos del sistema de suspensión de un vehículo modelo divididos entre la distancia recorrida por el vehículo a una velocidad de 80 km/hr. Se expresa en mm/m o m/km. Para caminos

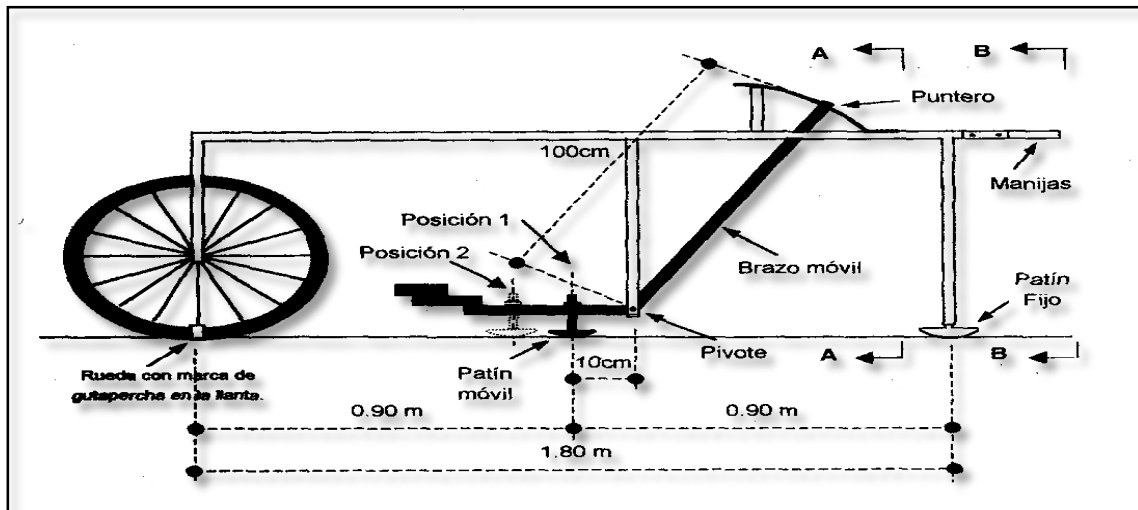
Figura 8 : Escala de clasificación del IRI (Banco Mundial)



Fuente: Urbáez E Y Jugo A.: Estimación del índice de rugosidad internacional (IRI), en vías recién

Pavimentados el rango de la escala del IRI es de 0 a 12 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable

Figura 9: Equipo de Merlin



Fuente: Mayer 97 ingenieros asociados, estado apure (2008)

B. LAS FALLAS SUPERFICIALES

Son defectos o deterioros que se manifiestan en la superficie del pavimento y son medibles sin la necesidad de equipos especiales. Estos defectos tienen una importancia relativa en la serviciabilidad del pavimento, sin embargo su detección oportuna es importante debido a que permite prevenir el posible desencadenamiento de un deterioro acelerado y/o establecer un diagnóstico más preciso de las causas que originan el deterioro. Existen varios métodos que permite evaluar los defectos superficiales de los pavimentos Como por ejemplo el PCI, el cual se detalla más adelante. Asimismo, tenemos el método de VIZIR, la cual es una metodología desarrollada por el laboratorio central de puentes y calzadas de Francia en 1972. Establece una distinción clara entre fallas estructurales y funcionales; es decir identifica las degradaciones que caracterizan la condición estructural y funcional. Se mide mediante el índice de deterioro superficial la que para la calificación del pavimento.

También involucra otros dos índices: índice de fisuración I_f , el cual depende de la gravedad y la extensión de fisuraciones y agrietamientos de tipo estructural en cada zona evaluada; luego se calcula un índice de deformación I_d , el cual también depende de la gravedad y extensión de las deformaciones de origen estructural. La combinación de I_f E I_d da lugar a un primer índice el cual debe ser corregido en función de la extensión y la calidad de trabajos de bacheo.

C. LA PÉRDIDA DE FRICCIÓN

Relacionada a la seguridad, ya que ha de proporcionar al usuario una superficie de rodadura segura en que en todo momento se consiga una buena adherencia neumático-pavimento.

Es un defecto que tiene relación directa con el usuario, particularmente con los segmentos de alta velocidad, zonas de frenado como un cruce de peatones, en colegios y curvas de radio pequeño o curvas de radio amplio con peraltes menores a 6%. La pérdida de fricción se propone como consecuencia de una disminución combinada o individual de la macro-textura¹⁴ como de la micro-textura¹⁵ superficial del pavimento, lo cual puede originar accidentes, particularmente cuando el pavimento se encuentra mojado.

Para la medición se ha adoptado el índice de fricción internacional (IFI), el cual relaciona la fricción con la velocidad de deslizamiento. Se expresa mediante dos números: el primero representa la fricción valor adimensional, con rango entre 0 (deslizamiento perfecto, sin adherencia) y 1 (máxima adherencia) y el segundo representa la velocidad, asociada con la macro-textura, su magnitud no tiene rango definido.

Es importante mencionar que el deslizamiento de un vehículo se da en dos direcciones, las cuales se describen a continuación: El deslizamiento en dirección longitudinal o en la dirección de marcha del vehículo ocurre cuando se aplica un esfuerzo de frenado.

En la resistencia al deslizamiento longitudinal intervienen fundamentalmente dos componentes: El rozamiento por adherencia neumático-pavimento y la pérdida de energía debido a la histéresis del neumático, es decir el neumático no absorbe toda la energía aplicada, siempre existe pérdida de energía que se transforma en "calor", esto ocurre con materiales elásticos como el caucho.

D. EQUIPO: SCRIM (Sideway-Force Coefficient Ruine Investigation Machine)

Desarrollado por el Transport Research Laboratory de Inglaterra. Un neumático o rueda de medida es incorporada a un camión que además lleva un dispositivo para riego de agua antes del paso de dicha rueda, la cual es lisa y puede ser inclinada con respecto a la dirección de marcha mediante un “Ángulo de Deriva, esviaje o Divergencia (α)” de 20°. La velocidad relativa de la rueda (S) de medición es igual a:

$$S = V \text{ Sen } \alpha \quad \dots\dots\dots \text{Ec 01}$$

Donde: v = velocidad de circulación del vehículo (60km /h)

En vista que la velocidad de la rueda de ensayo es menor que la del vehículo, el coeficiente de fricción determinado está básicamente asociado a la micro textura del pavimento, por lo que su resultado se debe complementar con una medida de la macro textura, lo cual el SCRIM realiza mediante un dispositivo que emite una radiación láser que es detectada luego de su reflejo en la superficie del pavimento.

La siguiente tabla ilustra sobre el Coeficiente de Rozamiento o Fricción Transversal de pavimentos en funcionamiento.

Tabla 4: Coeficiente de rozamiento o fricción transversal

| CFT < 0,35 | 0,35 < CFT < 0,50 | CFT > 0,50 |
|----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Estado Inadecuado. | Seguimiento Especial (en Observación) | Estado Adecuado |
| Acción | | |

Fuente: Crespo, R “calidad ante la rodadura”. Jornadas sobre la calidad En el Proyecto y la construcción de carreteras, Barcelona España (1999)

E. IMPACTO AMBIENTAL.

En autopistas y carreteras con velocidades de circulación relativamente elevadas es conveniente que la profundidad media de la rugosidad esté comprendida entre 0,71 y 1 mm. Las texturas muy rugosas pueden ser demasiado ruidosas tanto para los usuarios como para los habitantes de la zona, por lo que en cada caso será necesario alcanzar un equilibrio entre seguridad y nivel sonoro.

MÉTODOLOGIA DEL PCI PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

El método del PCI fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el fin de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

Este método establece el modo más completo, de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas para la evaluación y calificación objetiva de los pavimentos. Ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación (ASTM D6433-03).

El método del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada falla presente. Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce un factor de ponderación.

Unidades de muestreo

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento. De acuerdo al tipo de pavimento que cuenta la vía a evaluar se tiene:

Pavimentos de Asfalto: Con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre $230 \pm, 93 \text{ m}^2$. En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones longitud ancho de calzada pavimentada.

Calculo de las unidades de muestreo

Para el cálculo de las unidades de muestreo se basa en la tabla 5, pero este abarca solo hasta un 7.3 ancho de calzada máximo al que le corresponde una longitud de unidad de muestreo igual a 31.5 m

Tabla 5: Longitud de unidades de muestra

| ANCHO DE CALAZADA | LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTRA(m) |
|-------------------|----------------------------------|
| 5.00 | 46.00 |
| 5.50 | 41.80 |
| 6.00 | 38.30 |
| 6.50 | 35.40 |
| 7.30(max) | 31.50 |

Fuente: Manual del PCI

DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN FUNCIONAL.

En la evaluación del Índice de Condición Presente (PCI) de pavimentos de acuerdo al tamaño de la muestra y con el fin de optimizar el método, se puede tener la evaluación de un proyecto y la evaluación de una red. En la cual se deberán inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible el número mínimo de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación N° 1, la cual se produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} \dots\dots\dots \text{Ec 02}$$

Donde:

- n Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar
- N Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento
- e Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e= $\pm 5\%$)
- σ Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos de concreto, estos valores son basados en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial. En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa en la, determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ($n < 5$), se recomienda evaluar todas las unidades.

SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar. Esta técnica se la conoce Como “sistema aleatorio” descrito en los siguientes tres pasos:

a. El intervalo de muestreo (i), es determinado por:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{.....Ec 03}$$

Dónde: n Número mínimo de unidades de para evaluar

N Número total de unidades de muestreo disponible

b. El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i . Por ejemplo, si $i = 3$, la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.

c. Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como “ s ”, “ $s + i$ ”, “ $s + 2 i$ ”, etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.

SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO ADICIONALES:

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

Evaluación de la Condición

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a. Equipos:

- ✓ Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños o Wincha.
- ✓ Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- ✓ Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b. Procedimiento.

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad

Calculo del PCI de las unidades de muestreo

Luego de culminar la inspección de campo, la información recogida se utiliza para calcular el PCI. El cálculo del PCI está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas.

El cálculo del PCI, puede realizarse en forma manual o computarizada y el cálculo para cada tipo de pavimento es similar. A continuación, se describe el cálculo del PCI para cada pavimento flexible.

Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante diversos pasos:

PASO 1: Determinación de los Valores Deducidos (VD):

- a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna de “Total” del formato. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo.
- b. Divida la “Cantidad total” de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el “área muestra” de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “densidad” del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- c. Determine el “Valor Deducido” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas o tablas denominadas “valor deducido del daño”, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

PASO 2: Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):

- a. Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c.
- b. Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.
- c. Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m),

Utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i) \dots\dots\dots EC 04$$

Donde:

m_i Numero máximo admisible de valores deducidos, incluyendo la fracción para la
la unidad de muestreo

HDV $_i$ El mayor valor deducido individual.

d. El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan los que se tengan.

PASÓ 3: Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV):

Este paso se lo realiza mediante un proceso iterativo que se lo describe a continuación:

a. Determine el número de valores deducidos (q) mayores que 2.

b. Determine del “*valor deducido total*” sumando todos los valores deducidos individuales.

c. Determine el CDV con el q y el “*valor deducido total*” en la curva de corrección, de acuerdo al tipo de pavimento.

d. Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2 y repita las etapas a hasta c.

e. El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración

Indicado.

PASO 4: Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100.

$$\text{PCI} = 100 - \text{maxCDV}$$

.....EC 5

FLUJOGRAMA INDICANDO LAS ETAPAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.



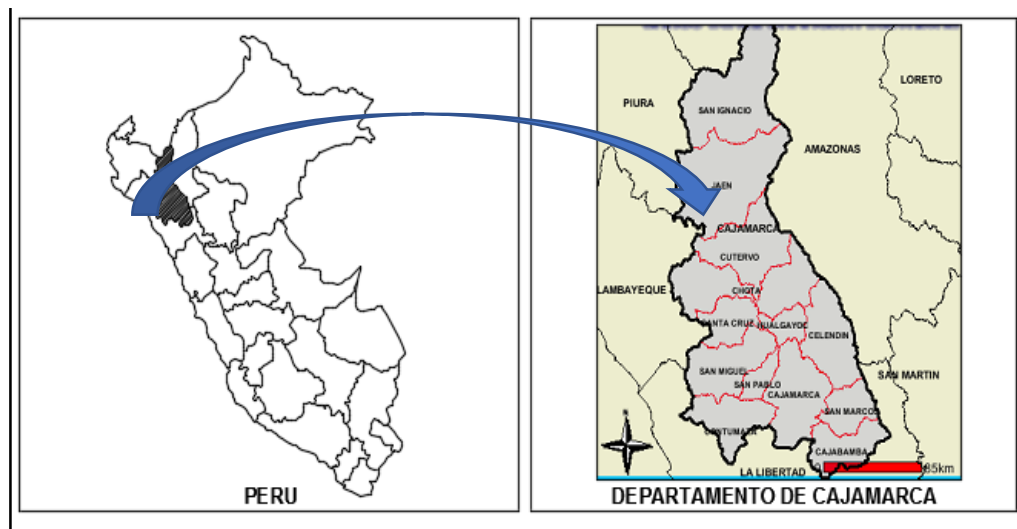
CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

UBICACIÓN

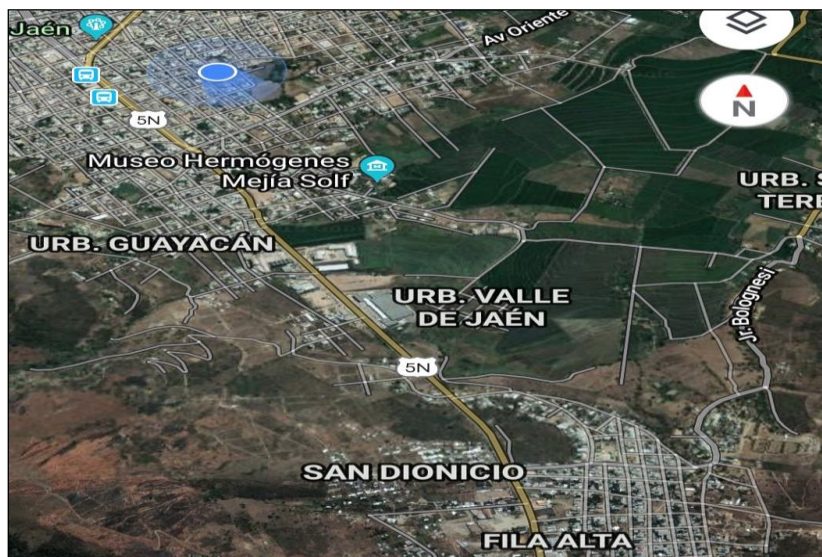
El tramo en evaluación, se encuentra ubicada entre el sector Fila Alta y la entrada al distrito de Jaén que pertenece al distrito de Jaén, provincial de Jaén, región Cajamarca.

Figura 10 : Ubicación política del tramo en evaluación



Fuente: Elaboración propia

Figura 11 : Imagen satelital del tramo en evaluación



Fuente: Google earth.

Tabla 6: Ubicación geografica del tramo en evaluación

| COORDENADAS GEOGRAFICAS | | |
|--------------------------------|--------------------|-----------------------|
| PROGRESIVA | LATITUD SUR | LONGITUD OESTE |
| Punto de llegada 16+000 | 5°43`36.51” | 78°47`50.52” |
| Punto de inicio Km 14+000 | 5°44`19.97” | 78°47`32.06” |

Fuente: Elaboración propia

Sistema de coordenadas UTM

Tabla 7: Coordenadas geograficas del tramo en evaluación

| COORDENADAS UTM WGS-84 | | | | |
|-------------------------------|-------------|--------------|-------------|------------------------|
| PROGRESIVA | ESTE | NORTE | COTA | USOS Y ZONA UTM |
| Punto de llegada Km 16+000 | 743941.9368 | 9366526.3599 | 744.50 | 17 M |
| Punto de inicio Km 14+000 | 744504.8184 | 9365188.6711 | 810.50 | |

Fuente: Elaboración propia

TIEMPO O ÉPOCA.

La evaluación se desarrolló en los meses de Abril a Junio del año 2018

ALTITUD.

La altura promedio en el tramo de estudio es 750 msnm.

TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de investigación realizada es descriptivo / experimental, descriptivo por que analiza el problema sobre la base de las observaciones visuales las cuales nos dio una referencia del estado superficial del pavimento y experimental porque se analiza el problema de fondo haciendo uso de un laboratorio.

UNIDAD DE ESTUDIO.

Evaluación funcional del pavimento flexible en la carretera Chamaya-Jaén, km 14+000-km 16+000.

POBLACIÓN.

Todas las unidades de muestras de estudio consideradas en el tramo (que suman 67 unidades) fueron objeto de una inspección detallada. Estas fueron objeto de investigación a partir de la población misma. Pavimento flexible de la carretera Chamaya-Jaén, km 14+000-km 16+000

MUESTRA.

Se consideró una longitud de 2000.00 metros que comprenden entre distrito de Jaén y el sector fila Alta, tramo que comprende desde el Km 14+000 al Km 16+000.

Materiales e instrumentos

Hoja de datos de campo: Documento donde se registrará toda la información obtenida durante la inspección visual.

Tabla 8: Hoja de campo de identificación de fallas

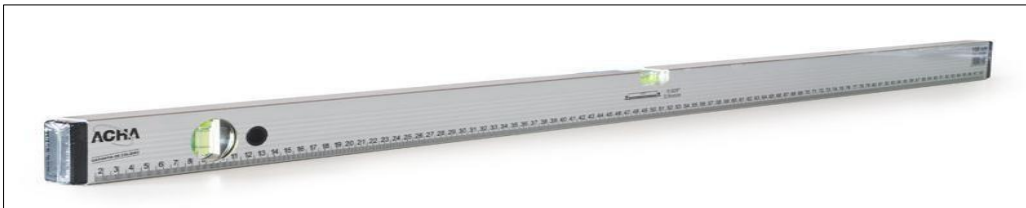
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | |
|--|-----------|--|--|--|--|--|----------|----------------|--|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | | | UNIDAD DE MUESTRA | | | |
| EJECUTOR | | FECHA | | | | AREA | | | |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | 13 BACHES | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | 16 FISURAS PARABOLOICAS O POR DESPLAZAMIENTO | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Wincha métrica de 50 metros



Regla o Cordel. Para medir la deformación longitudinal y transversal del pavimento en estudio



Conos de seguridad vial. Para aislar el área de la unidad de muestra en estudio, ya que el tráfico representa un peligro para las inspecciones y medición de los tipos de fallas.



CLASIFICACIÓN DE LA VÍA:

La vía se clasifica en base al manual de diseño geométrico de carreteras DG-2013

- De acuerdo a la demanda

De acuerdo a la demanda se clasifica como carretera de segunda clase ya que tiene un IMDA entre 2000 veh/día y 400 veh/día.

- Por sus condiciones orográficas

Se clasifica como Carretera tipo II, Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %.

-Por su jerarquía

Se considera red vial Nacional (ruta 5N)

Tabla 9 : Características de la plataforma del tramo en evaluación

| Resumen características de la via | |
|-----------------------------------|--------|
| Numero de calzadas | 01 |
| Ancho de la calzada | 7.30 m |
| Ancho de berma | 0.90 m |
| Longitude del sector | 2000 m |
| Velocidad directriz | 60Km/h |

Fuente: Elaboración propia

CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO

El tipo de vehículos usuales que transitan en esta determinada vía son las siguientes: Automóviles, Camionetas, Bus (B4-1), Camión (C3), Combi, Camion+Semi remolque (T3C3), Camion+Remolque (C3R3)

El tráfico que circula en la red de pavimento es variable según el horario y los días de la semana se procedieron a realizar el aforo de los vehículos que circulan por la vía en evaluación. El aforo se realizó en los horarios de 8:00 am-1:00 pm y 2: pm-6: pm, durante una semana, donde se obtuvo un IMD = 508 veh/día .

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL TRAMO EN EVALUACIÓN

Para verificar el tipo de suelo por la que está conformado la sub rasante se realizó exploraciones de campo , en la cual se determinó mediante calicatas a cielo abierto de 1m x 0.5 m x 1.50 m de profundidad , se realizó 02 exploraciones en campo la primera exploración se ubica en la progresiva km 14+000 , la segunda exploración en la progresiva km 15+950 las que se distribuyeron en los lados de la plataforma , las muestras fueron transportadas para realizar los ensayos de laboratorio correspondientes debidamente registradas según los requerimientos de las Normas técnicas T86-90 que equivale a la ASTM D420-69 , de las muestras extraídas , genéricamente se realizaron los ensayos de laboratorio “Estándar” y relación de densidad –humedad (compactación) , las cuales fueron realizadas en el laboratorio del ingeniero civil José Abel Ruiz Navarrete , CIP N°73833

.Ensayos de Laboratorio Estándar

En cuanto a los requerimientos de ensayos estándar, se realizan con el objetivo de determinar las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación, las cuales se describen:

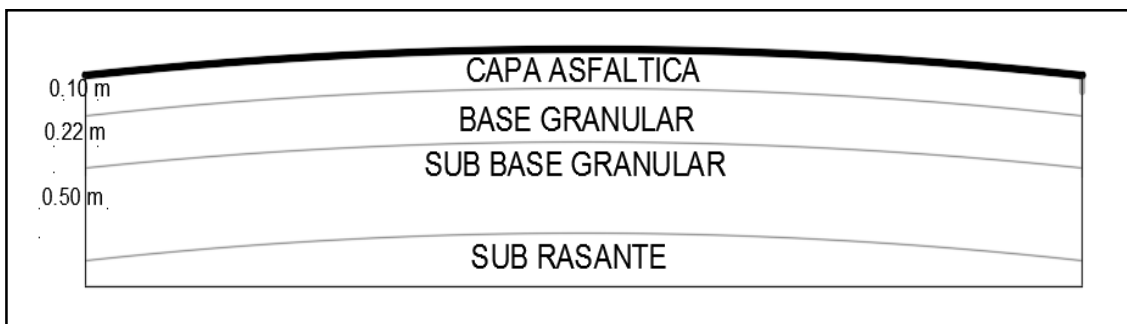
- ✓ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- ✓ Contenido de humedad ASTM D-2216
- ✓ Limite Líquido y Limite plástico ASTM D-4318
- ✓ Clasificación de suelos SUCS ASTM D-2487
- ✓ Clasificación de suelos AASHTO ASTM D-3282

Además se realizaron los ensayos de compactación (Relación densidad –humedad) y resistencia al corte de los suelos, los cuales consistieron en:

- ✓ Proctor Estándar ASTM D-1557
- ✓ Relación de soporte california (C.B.R.) ASTM D-1883

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EN EVALUACIÓN

Figura 12 : Espesor de capas del pavimento en evaluación



Fuente: Elaboración propia

Las medidas de las capas conformadas del pavimento en evaluación se determinó a través de una calicata hecha al costado de la plataforma, la cual se sustentan en el anexo N°05

ANTECEDENTES

La carretera existente fue parte un proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento del Pavimento existente de una longitud de 50 km, con diseño de la base principal superior con agregados machacados de espesor de 22 cm , sub base con espesor de 50.0 cm y la capa de asfalto de 10 cm , en los años 2002-2004. Lo cual se corroboró en la calicata de espesores de capas del pavimento flexible en evaluación, en anexo N°05

Para analizar información. La investigación que se realiza sigue procedimientos estandarizados por la ASTM y se atiende a la práctica general de inspección del pavimento mediante método visual que se ha llevado a cabo en otras partes del Perú por instituciones autorizadas. No contamos con regulaciones para efectuar este tipo de procedimiento. Previo a la labor de inspección para determinar los deterioros se actualizó el inventario del tramo.

CALCULO DEL PCI DEL TRAMO EN EVALUACIÓN

Aplicación del método PCI para la evaluación funcional

Se detalló la metodología aplicada para el caso particular de la Vía en evaluación, siguiendo los lineamientos definidos por el ASTM d6433-03.

Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende:

- ✓ Una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos en la cual se detallaran en los anexos.
- ✓ Una segunda fase que será el cálculo.

División de las unidades de muestra.

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento. De acuerdo al tipo de pavimento que cuenta la vía a evaluar.

Para poder realizar la división de las unidades de muestra se tomó en base al ancho de calzada, indicado en el cuadro adjunto, **Pavimentos de Asfalto:** Con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre 230 ± 93 m². En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones longitud ancho de calzada pavimentada

Tabla 10 : Longitudes de unidades de muestra para pavimentos asfálticos

| ANCHO DE CALAZADA | LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTRA(m) |
|-------------------|----------------------------------|
| 5.00 | 46.00 |
| 5.50 | 41.80 |
| 6.00 | 38.30 |
| 6.50 | 35.40 |
| 7.30(max) | 31.50 |

Fuente. Elaboración propia

Además se hizo valer el área que debe estar entre 230±93 metros cuadrados. De esta manera se obtuvo lo siguiente.

Tabla 11: Resumen de características de la vía.

| DATOS | |
|----------------------------|----------|
| Numero de Calzadas | 02 |
| Ancho de calzada | 7.30 m |
| Ancho de berma | 0.90 m |
| Longitud del sector | 200.00 m |

Fuente. Elaboración propia

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.30m. Esto da un área de 219.00 m², la cual encaja en los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 67 unidades. De la siguiente manera:

$$N = \frac{2000 \text{ m}}{30 \text{ m}} = 67$$

Aplicando la ecuación N° 1, se calcula las unidades a ser evaluadas, se adoptará un error $e = 5\%$ y una desviación estándar de $\sigma = 10$, debido a que esta es la primera evaluación que se realiza. De modo que tenemos

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

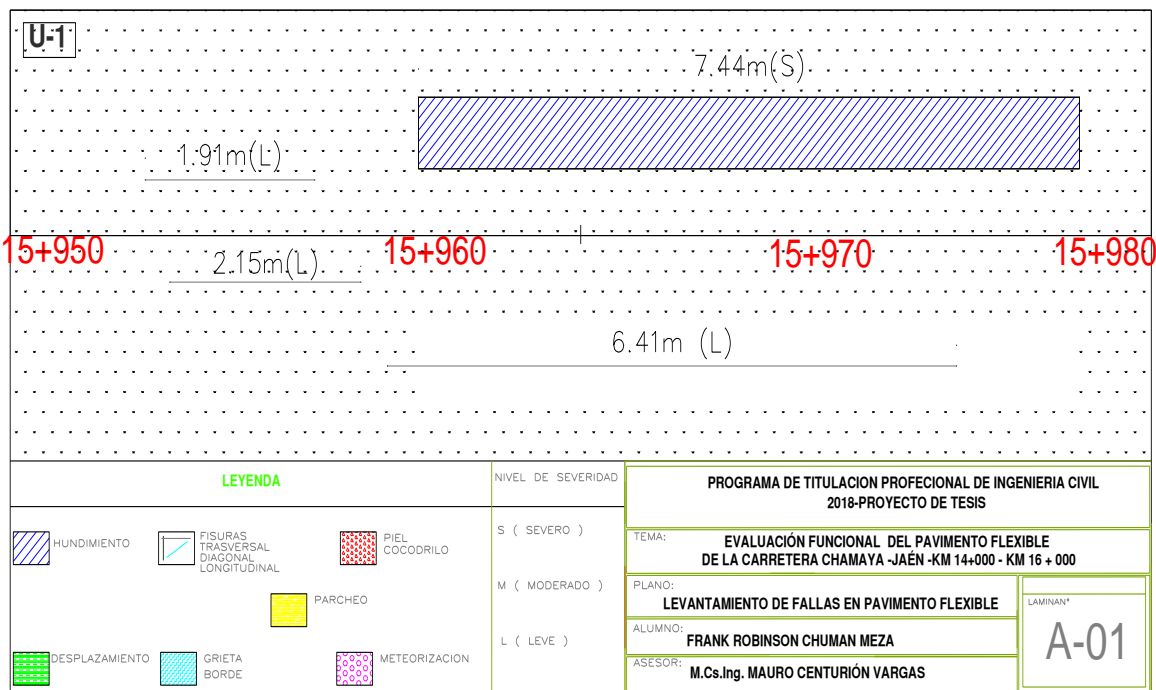
$$n = \frac{67 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (67 - 1) + 10^2} = 13.07 \cong 13$$

Con ello se obtiene 67 unidades de muestra, de las cuales 13 deberán ser evaluadas.

Para nuestro caso y obtener resultados más exactos procederemos a evaluar las 67 unidades de muestra.

A continuación, se muestra a manera de ejemplo las hojas de registro 01 y llenadas de la unidad de muestreo U01, formatos con los cuales se realizaba el levantamiento de fallas, ya que nos permite de manera ordenada y didáctica registrar la información. La hoja de registro 01 fue realizada en un inicio a mano alzada para luego ser traspasada a un software de dibujo como el AutoCAD.

Figura 13 : Identificación de fallas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 : Hoja de registro de las fallas encontradas en la unidad de muestra 01

| METODO DEL PCI | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------|--|-------|--|-------------------|-------|----------|----------------|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | ABSCISA INICIAL | | 15+950 | | | | | | |
| | ABSCISA FINAL | | 15+980 | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | 1 | | UNIDAD DE MUESTRA | | 1 | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | | 2018 | | AREA 219 | |
| 1 PIEL DE COCODRILO | 7 FISURA DE BORDE | | 13 BACHES | | | | | | |
| 2 EXUDACION | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | | | |
| 5 CORRUGACION | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | 17 HINCHAMIENTO | | | | | | |
| 6 DEPRESION | 12 AGREGADO PULIDO | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |
| 4 | S | 7.44 | | | | | 7.44 | 3.4 | 50.1 |
| 10 | L | 6.41 | 1.91 | 2.15 | | | 10.47 | 4.8 | 2.55 |
| | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

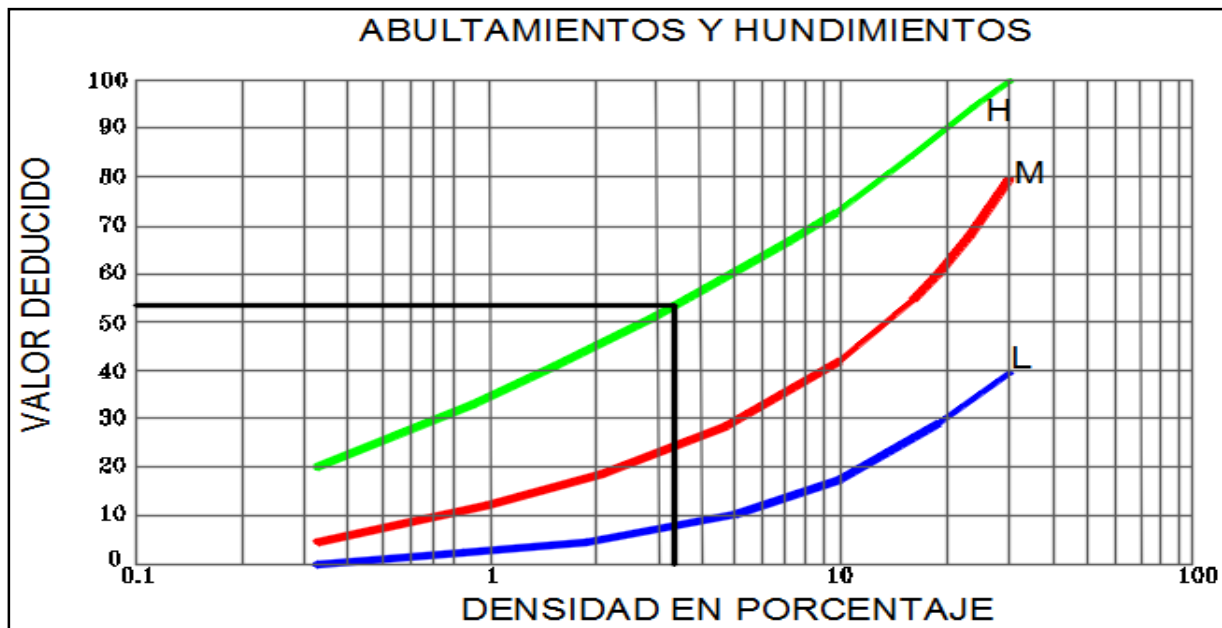
En la hoja de registro 01, el caculo de las columnas de densidad y valor deducido será realizado a manera de ejemplo en el siguiente punto.

Calculo del PCI de la unidad de muestra y sección

A manera de ejemplo realizaremos el cálculo del PCI de la unidad de muestra U1 perteneciente a la sección 1. A continuación mostramos nuevamente la tabla de la hoja registro 01 de la unidad de muestra U1, donde se muestran los resultados de la densidad y el valor deducido para cada tipo de falla y nivel de severidad.

Para hallar la densidad dividimos el metrado total por cada tipo de falla y severidad y la dividimos entre el total del área de la muestra. Por ejemplo para la primera falla tenemos un total de metrado de 7.44ml entre el área 219.00 m² tenemos 3.40%. Para hallar el valor deducido de la primera falla hacemos uso de la curva de valor deducido para asfalto correspondiente a la falla abultamientos y hundimientos, la cual se encuentra anexada al final de la tesis. Ingresamos a la gráfica con la densidad 3.40 % para el nivel de severidad severo obteniendo Como valor deducido 50.10

Figura 14 : Valores deducidos para fallas de abultamiento



Fuente: Manual del PCI

| Densidad % | Valor deducido |
|------------|----------------|
| 3.40 | 50.10 |

Repetimos el mismo procedimiento para el resto de fallas, en función a la información registrada. Luego procedemos a calcular el número de valores deducidos “m”, para lo cual podemos hacer uso formula o gráfica. Posteriormente se procede a seleccionar el máximo valor deducido, el cual para el ejemplo que se viene desarrollando tiene como valor 50.1 correspondiente a la falla abultamiento y hundimientos en nivel de severidad severo.

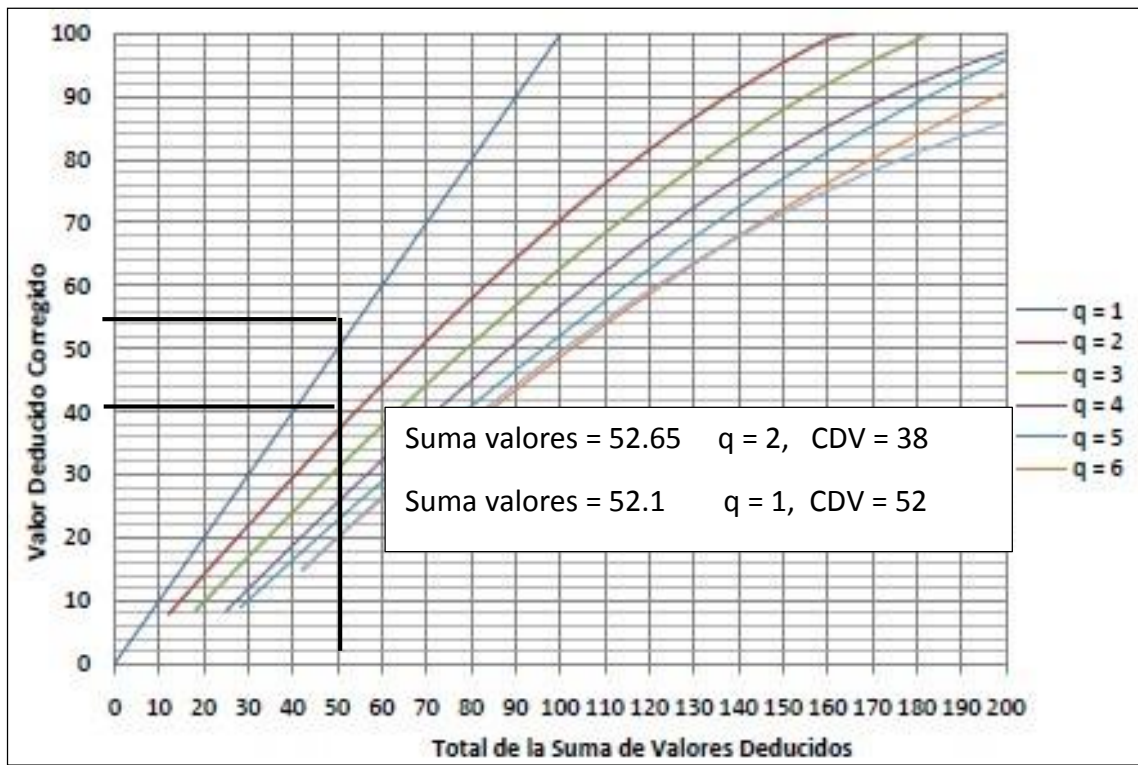
Tabla 13: Resumen de valores deducidos corregidos

| # | VALORES DEDUCIDOS | | TOTAL | q | CDV |
|---------------------------|-------------------|------|-------|---|-----|
| 1 | 50.1 | 2.55 | 52.65 | 2 | 38 |
| 2 | 50.1 | 2 | 52.1 | 1 | 52 |
| MAXIMO CVD | | | | | 52 |
| PCI=100-MAXIMO CVD | | | | | 48 |

Fuente: Elaboración propia

Luego de ordenar los dos primeros valores deducidos se sumarán y se ingresarán en la gráfica valores deducidos corregidos para pavimentos asfálticos, para el primer caso $q = 2$, ya que contamos con dos valores deducidos en un inicio, obteniendo como valor deducido corregido 38. Se repetirá lo mismo, reemplazando el último valor reducido por 2 y reduciendo el valor de “q” en una unidad, hasta que “q” sea igual a 1, hallando los valores deducidos corregidos para cada valor de “q”.

Figura 15: Curva de valores deducidos corregidos



Fuente. Manual del PCI

PRESENTACION DE RESULTADO DE LA UNIDAD DE MUESTRA 01

Luego de calcular todos los valores deducidos corregidos se escoge el mayor para el cálculo del PCI de la unidad de muestra, haciendo uso de la formula descrita en la teoría, obteniendo como resultado para el ejemplo el siguiente: $PCI = 100 - 52 = 48$. La clasificación correspondiente para el PCI obtenido es regular.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Resultados de evaluación funcional

Se evaluó las 67 unidades de muestra de las cuales solo 14 unidades de muestra presentan fallas o deterioros en la carpeta asfáltica el resto de unidades de muestra presentan fallas por PULIMENTO DE AGREGADOS, no se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento que presenta es significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto .

Una vez registrados todas las fallas e información de la vía y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se logró determinar el valor del PCI promedio de la sección determinada.

Para tener una idea global de cuál es el estado del pavimento flexible de la carretera Chamaya-Jaén se ha elaborado una tabla donde se muestra a manera de resumen las 14 unidades de muestra evaluadas, el área de cada una de ellas, el valor de PCI de cada unidad de muestra, el PCI de la sección identificada y por ultimo las clasificaciones correspondientes a los valores de PCI.

Tabla 14: Resumen de evaluación funcional

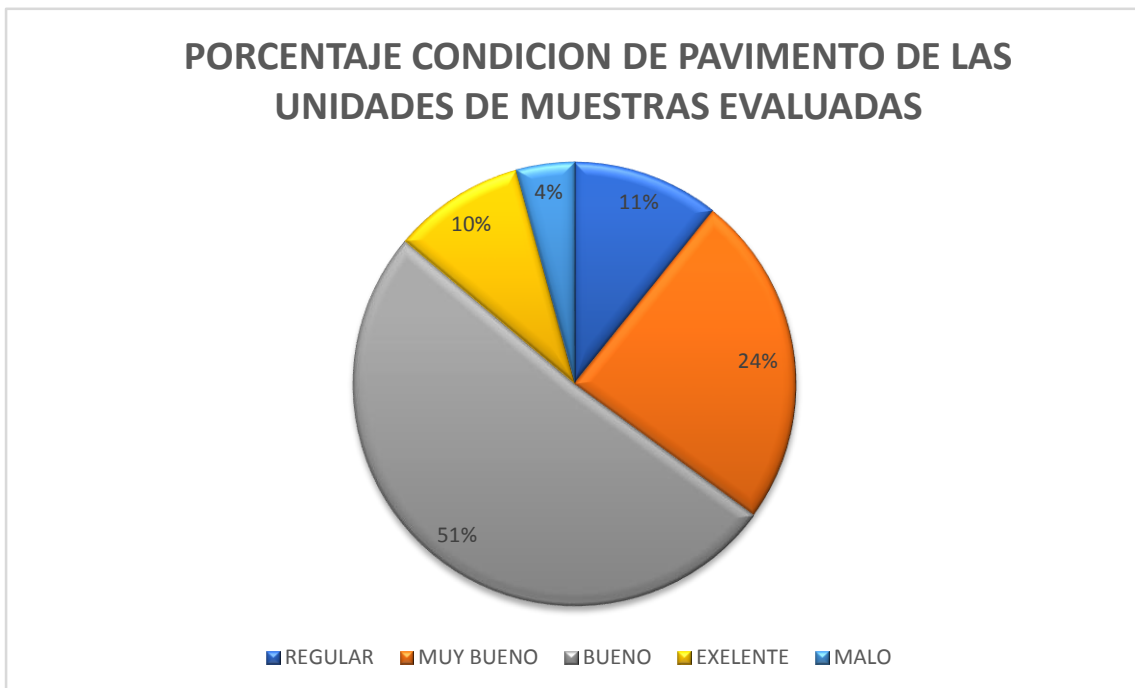
| RESUMEN DE RESULTADOS | | | | | | | |
|------------------------------|----------------|----------------|-------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Unidad de mistral | Abscisa | Abscisa | Area | PCI | Descripción | PCI promedio | Descripción |
| | Inicial | Final | | | | | |
| U01 | 15+950 | 15+980 | 219 | 48 | Regular | 65 | Bueno |
| U02 | 15+850 | 15+880 | 219 | 48 | Regular | | |
| U03 | 15+640 | 15+670 | 219 | 86 | Excelente | | |
| U04 | 15+440 | 15+470 | 219 | 66 | Bueno | | |
| U05 | 15+310 | 15+340 | 219 | 74 | Muy Bueno | | |
| U06 | 15+220 | 15+250 | 219 | 68 | Bueno | | |
| U07 | 15+010 | 15+040 | 219 | 68 | Bueno | | |
| U08 | 14+920 | 14+950 | 219 | 66 | Bueno | | |
| U09 | 14+710 | 14+740 | 219 | 66 | Bueno | | |
| U10 | 14+590 | 14+620 | 219 | 83 | Muy bueno | | |
| U11 | 14+480 | 14+510 | 219 | 72 | Muy bueno | | |

| | | | | | | | |
|-----|--------|--------|-----|----|-----------|--|--|
| U12 | 14+390 | 14+420 | 219 | 36 | Malo | | |
| U13 | 14+180 | 14+210 | 219 | 60 | Bueno | | |
| U14 | 14+030 | 14+060 | 219 | 72 | Muy bueno | | |

Fuente. Elaboración propia

Se logra determinar que la vía evaluada presenta una condición de pavimento Bueno, con lo cual el pavimento brinda adecuadas condiciones a los usuarios. Sin embargo requiere ser intervenido inmediatamente ya que está a punto de entrar a la condición de regular. Los valores numéricos del PCI de las unidades de muestra U04, U6, U7, U8, U9 y U13 están muy cercanos de entrar al límite del rango de la condición Regular. La siguiente figura muestra que índices de condición de pavimento se encuentra en mayor porcentaje en el tramo evaluado.

Figura 16: Identificación en porcentajes de fallas en el tramo en evaluación



Fuente. Elaboración propia

Podemos determinar las condiciones de pavimento Malo, Excelente, Bueno, muy Bueno y Regular que predominan en el tramo evaluado. Siendo la condición Bueno la de mayor proporción con 51%, seguido con 24% el estado muy Bueno, 11% el estado Regular, 10% el estado Excelente y 4% el estado Malo.

A continuación se presentan una tabla que contienen información de manera resumida sobre los tipos de fallas que se identificaron en toda la sección del tramo evaluado, así como los metros totales por cada tipo de falla y nivel de severidad, con el fin de poder determinar que fallas se encuentran en mayor cantidad y que tipo de intervención aplicar.

Tabla 15: Resumen de los niveles de severidad en las fallas encontradas

| Fallas | Medida | Leves | Moderado | Severo |
|--------------------------------------|---------------|--------------|-----------------|---------------|
| Piel de cocodrilo | m2 | 1.53 | 9.25 | 2.85 |
| Abultamientos y Hundimiento | m2 | 0 | 10.57 | 18.81 |
| Grieta de borde | m | 0 | 0 | 12.35 |
| Fisuras longitudinales y transversal | m | 103.2 | 7.41 | 6.92 |
| Parcheo | m2 | 0 | 16.31 | 11.79 |
| Desplazamiento | m2 | 0 | 16.24 | 1.98 |
| Meteorización | m2 | 0 | 4.02 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

Se puede determinar que la falla fisura longitudinal y transversal es la que afecta en mayor cantidad a todas las unidades de muestreo de la sección evaluada. El Origen de esta falla está relacionado directamente con los materiales y el clima.

DISCUSION DE RESULTADOS

La sección 01 está compuesta por las unidades de muestras que van desde la progresiva 14+000 -16+000, en U01 hasta la U14 que abarca el tramo del pavimento en evaluación manteniendo una sola sección a lo largo de toda la longitud. Tiene una longitud total de 2000.00 metros lineales, su ancho de calzada es de 7.30 metros, ancho de berma es 0.90 metros y toda el área es dividida en 67 unidades de muestra, cada una de 219.00 m² de las cuales solo 14 unidades fueron evaluadas. A continuación se adjunta la tabla N°16 en la que se indica los resultados del Índice promedio del PCI.

Tabla 16: Resultado del indice promedio

| Unidad de muestra | Area | PCI | Descripción | PCI promedio | Descripción |
|-------------------|------|-----|-------------|--------------|-------------|
| U01 | 219 | 48 | Regular | 65 | Bueno |
| U02 | 219 | 48 | Regular | | |
| U03 | 219 | 86 | Excelente | | |
| U04 | 219 | 66 | Bueno | | |
| U05 | 219 | 74 | Muy bueno | | |
| U06 | 219 | 68 | Bueno | | |
| U07 | 219 | 68 | Bueno | | |
| U08 | 219 | 66 | Bueno | | |
| U09 | 219 | 66 | Bueno | | |
| U10 | 219 | 83 | Muy bueno | | |
| U11 | 219 | 72 | Muy bueno | | |
| U12 | 219 | 36 | Malo | | |
| U13 | 219 | 60 | Bueno | | |
| U14 | 219 | 72 | Muy bueno | | |

Fuente: Elaboración propia

El Índice promedio de condición de pavimento es de 65.00, lo que representa un estado de conservación Bueno. Para este estado se debe realizar trabajos de mantenimiento rutinario.

En general el pavimento flexible analizado está en condiciones estado Bueno. La mayoría de sus fallas está en nivel moderado y severo, siendo un buen momento para intervenir el pavimento.

CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS

Al realizar el análisis funcional antes de la evaluación, se planteó una hipótesis de que el pavimento en que se realizaría la evaluación se encontraba en mal estado , lo cual se concluyó que era una hipótesis falsa ya que se obtuvo como resultado un estado de conservación Bueno , con índice de condición de pavimento de 65.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Se determinó el comportamiento funcional del pavimento flexible en la carretera Chamaya – Jaén, km 14+000-km 16+000, obteniendo un PCI promedio de 65 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI se obtiene un estado de conservación Bueno.
- Los resultados obtenidos presentan los siguientes estados: Bueno (51%), Muy Bueno (24%), Regular (11%), Excelente (10%), Malo (4%)
- Las fallas con mayor nivel de severidad que se encontraron en el tramo en evaluación son: Piel de cocodrilo, abultamientos y hundimientos, grieta de borde, fisuras longitudinales y transversales, parcheo, desplazamiento y meteorización.
- Los niveles de severidad encontrados para los tipos de fallas son: Moderado, leves y severos.
- En la calicata 01 Se obtuvo como CBR de 10.30%, en concordancia con la tabla N°02 categoría de la subrasante se observa que la subrasante se encuentra en buen estado.
- En la calicata 02 se obtuvo como CBR de 10.20%, en concordancia con la tabla N°02 categoría de la subrasante se observa que la subrasante se encuentra en buen estado.

RECOMENDACIONES

- Al obtener como resultado un índice de condición de Pavimento Bueno, se recomienda realizar el mantenimiento integral de la vía en evaluación, ya que se necesita hacer que nuestra vía vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil (alcanzar estado excelente).
- Para una mayor precisión en los resultados se recomienda realizar la evaluación estructural del tramo en evaluación y determinar si las fallas presentadas son estructurales.
- Se recomienda complementar el ensayo de la viga Benkelman con la finalidad de establecer posibles correlaciones entre la condición superficial del pavimento y su deflexión superficial.
- Se recomienda realizar un mantenimiento rutinario de limpieza y preventivo en estas pistas para alcanzar el nivel de excelente.
- Mejorar el sistema de drenaje de la vía evaluada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CONREVIAl. 1983. Estudio de rehabilitación de Carreteras en el País, Capítulo VI: Aspectos De Evaluación De Pavimentos, Volumen C. Perú. MTC.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. *Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2001*. Segunda Edición. Lima; 2003
- AASHTO. 2001. “Standards Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part 2B: Test”. Washington. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Suárez Cruzado, Wilder David. (2005). *Técnicas de reparación, conservación y rehabilitación de pavimentos asfálticos*. Tesis (Ingeniero Civil). Piura; Universidad de Piura. 153 pp
- Manual de evaluación de pavimentos, Universidad Nacional de Ingeniería.
- Evaluación superficial del pavimentos flexible del Jr. Jose Galves del distrito de Linker aplicando el metodo del PCI.
- Analisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento Norte, utilizando el metodo del indice de condicion de pavimentos .Cajamarca 2014.

ANEXO 01.

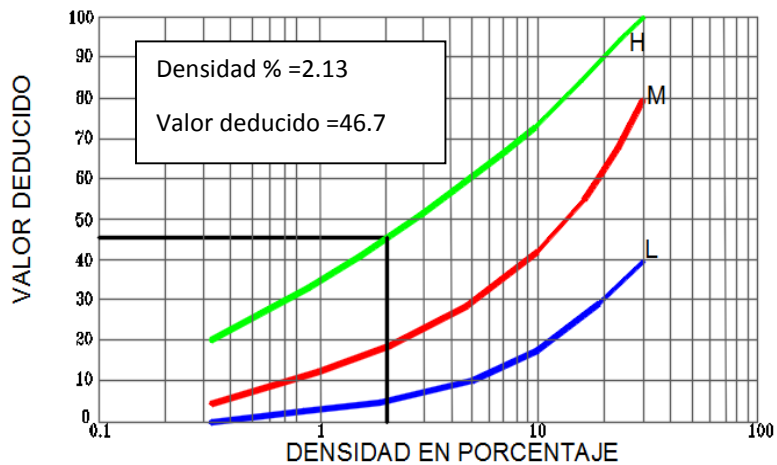
DESARROLLO DE LAS UNIDADES DE MUESTRA

Hoja de registro de la unidad de muestra 02, km 15+850-km 15+880

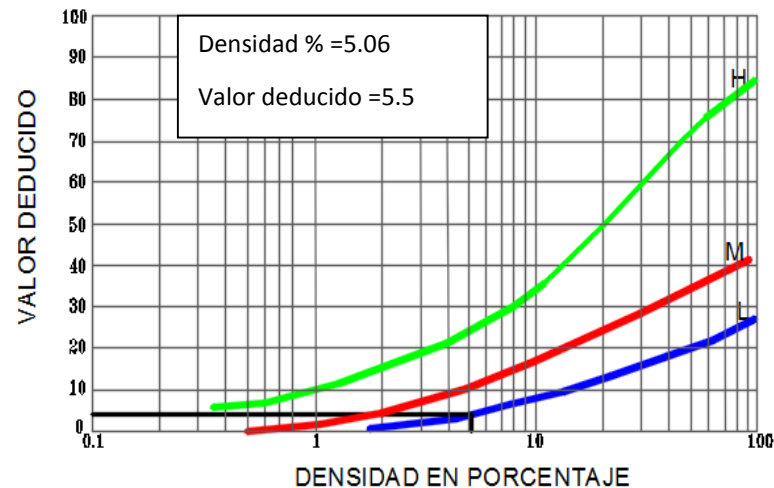
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|--------|---|-------|--|----------------|--|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 15+850 | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 15+880 | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | 1 | | | UNIDAD DE MUESTRA 2 | | | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | | 13 BACHES | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | |
| 4 | S | 2.25 | 2.42 | | | 4.67 | 2.13% | 46.7 | | |
| 10 | L | 4.63 | 6.45 | | | 11.08 | 5.06% | 5.5 | | |
| 11 | M | 1.8 | | | | 1.8 | 0.82% | 10 | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | TOTAL | q | CDV | | | | |
| 1 | 46.7 | 10 | 5.5 | 62.2 | 3 | 38 | | | | |
| 2 | 46.7 | 10 | 2 | 58.7 | 2 | 42 | | | | |
| 3 | 46.7 | 2 | 2 | 50.7 | 1 | 52 | | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | 52 | | | | |

PCI = 48
ESTADO CONSERVACION = REGULAR

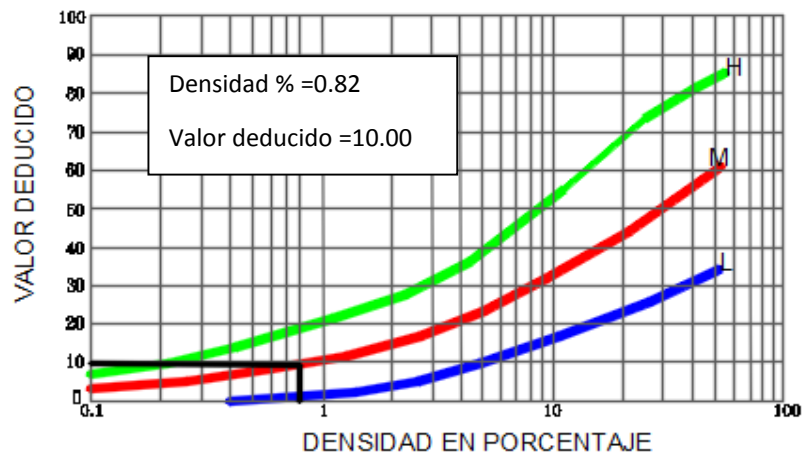
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



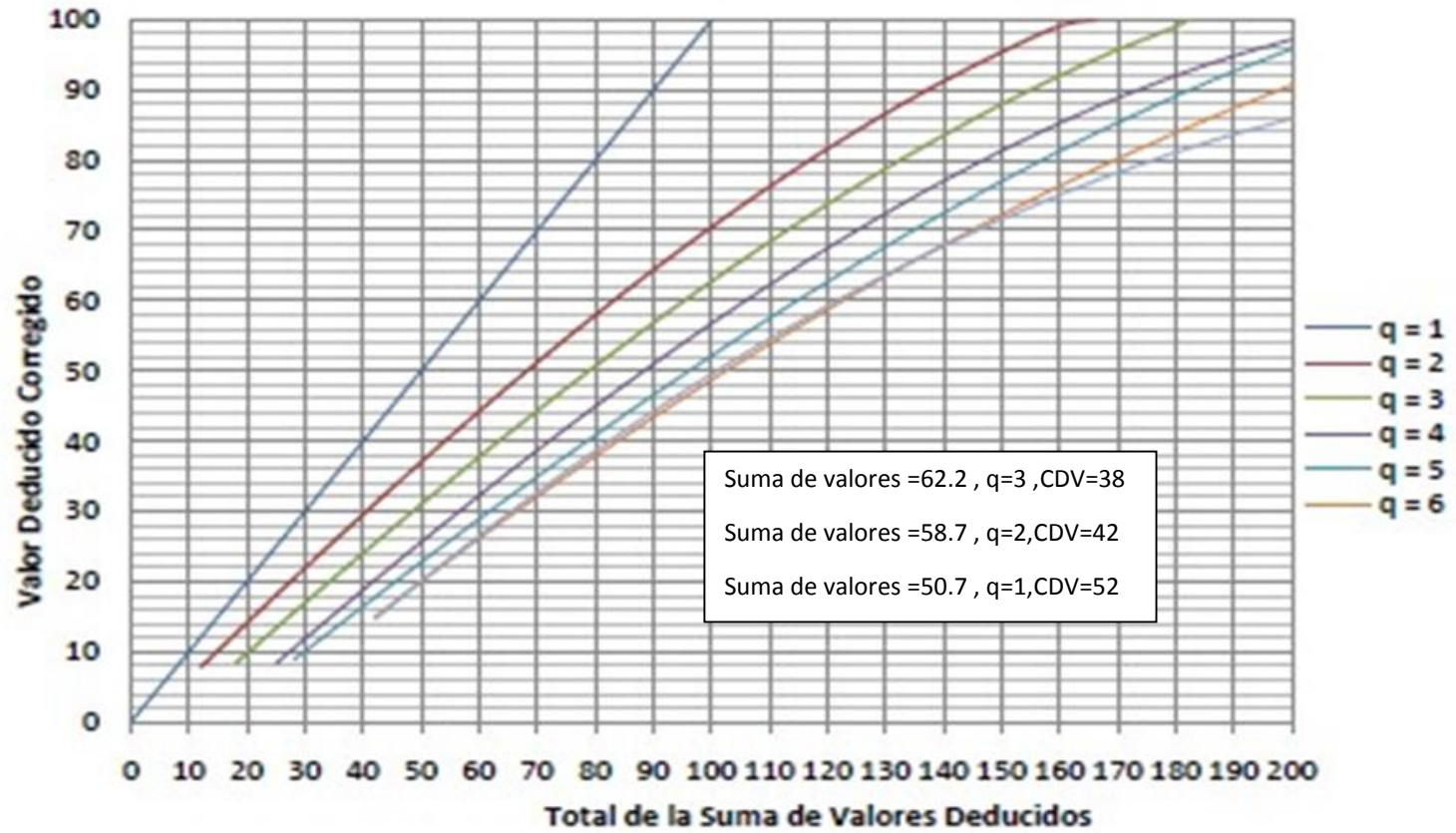
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



PARCHES Y CORTES UNITARIOS



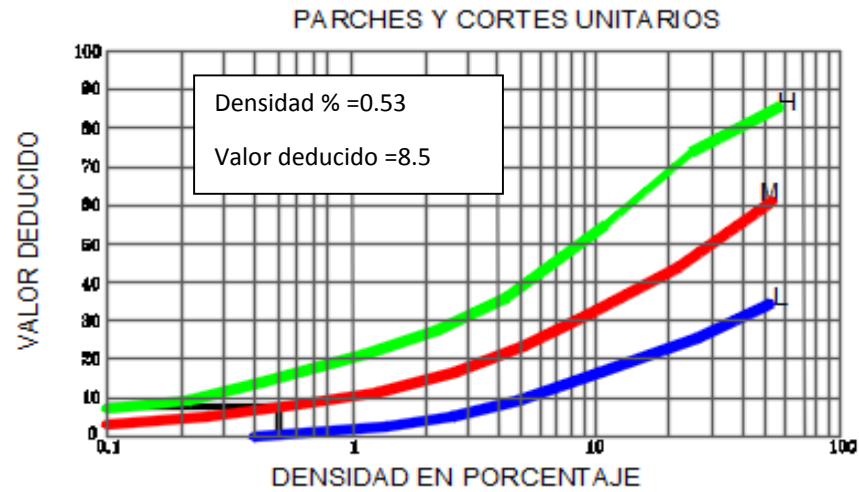
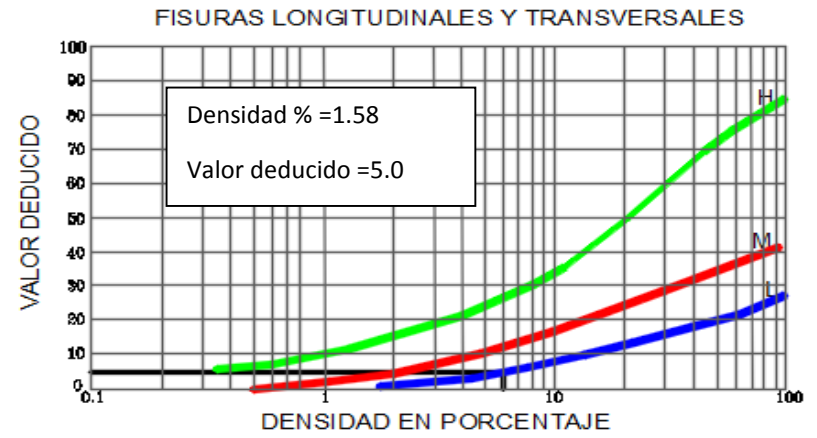
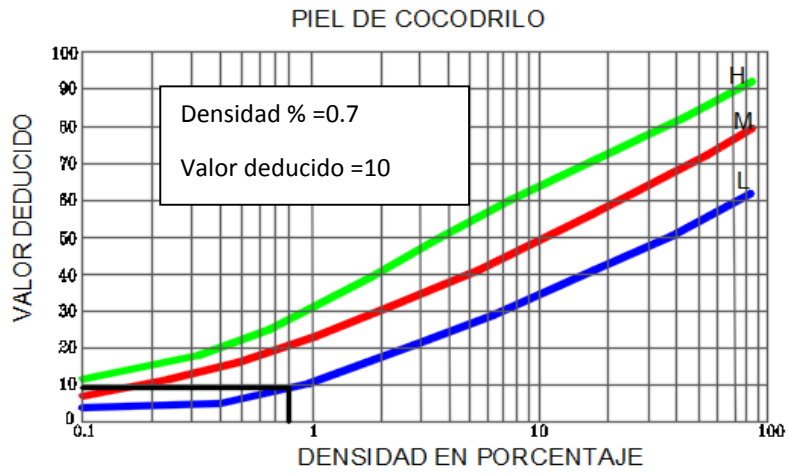
CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS



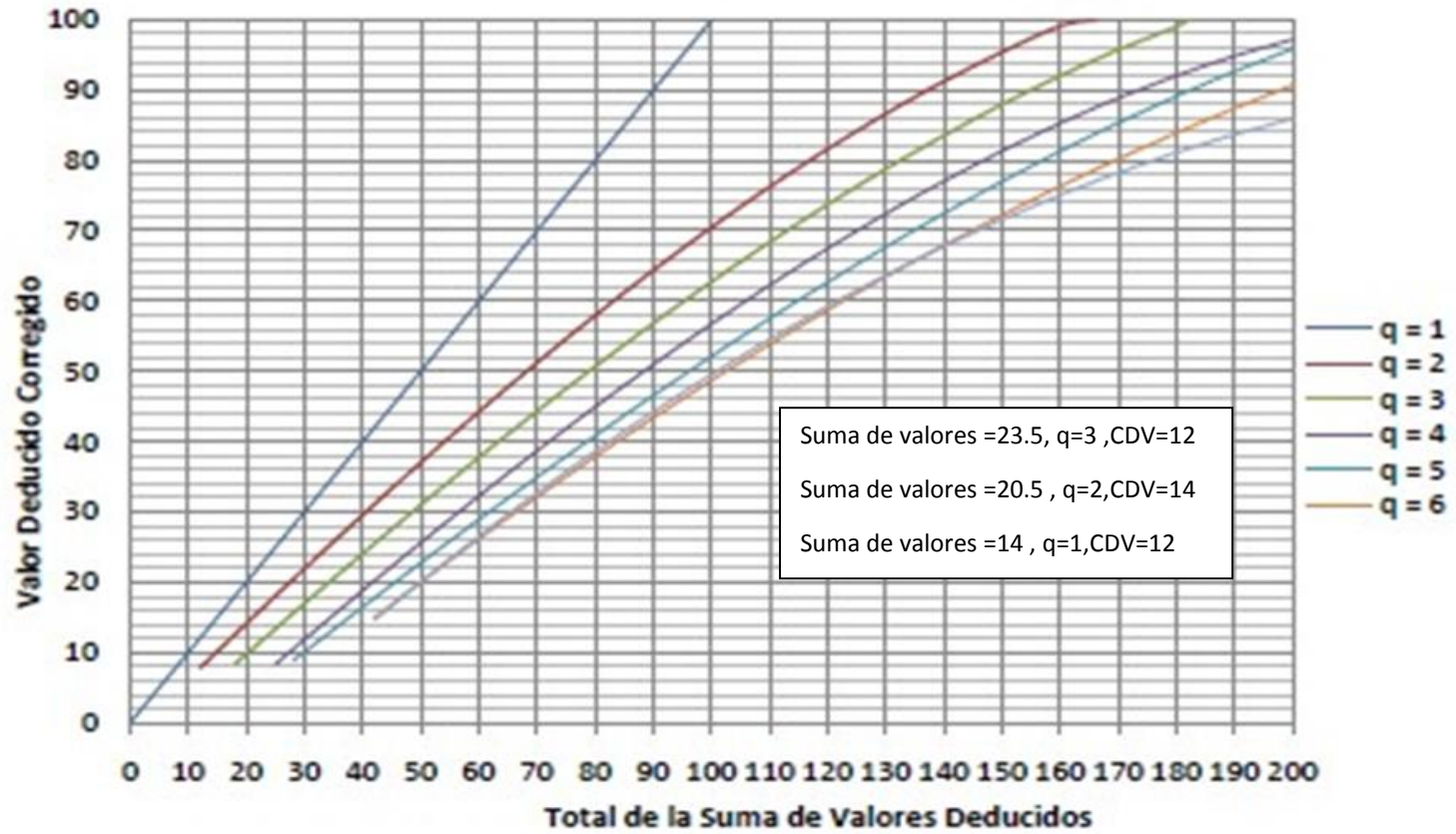
Hoja de registro de la unidad de muestra 03, km 15+640-km 15+670

| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|---------------------|--------|-------|--|-------------------|----------|----------------|---|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 15+640 | | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 15+670 | | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | | SECCION | | 1 | | UNIDAD DE MUESTRA | | | 3 | |
| EJECUTOR | | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | 13 BACHES | | | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | |
| 1 | L | 1.53 | | | | | 1.53 | 0.70% | 10 | | |
| 10 | L | 3.46 | | | | | 3.46 | 1.58% | 5 | | |
| 11 | M | 1.17 | | | | | 1.17 | 0.53% | 8.5 | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | TOTAL | q | CDV | | | | | |
| 1 | 10 | 8.5 | 5 | 23.5 | 3 | 12 | | | | | |
| 2 | 10 | 8.5 | 2 | 20.5 | 2 | 14 | | | | | |
| 3 | 10 | 2 | 2 | 14 | 1 | 12 | | | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | 14 | | | | | |

PCI =86
ESTADO DE CONSERVACION = EXELENTE



CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

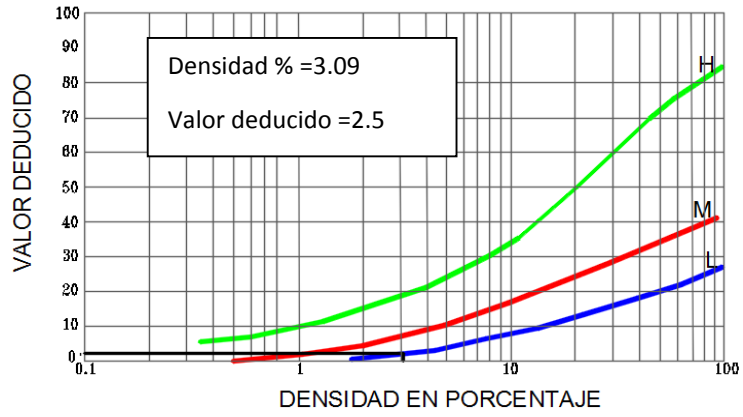


Hoja de registro de la unidad de muestra 04, km 15+440-km 15+470

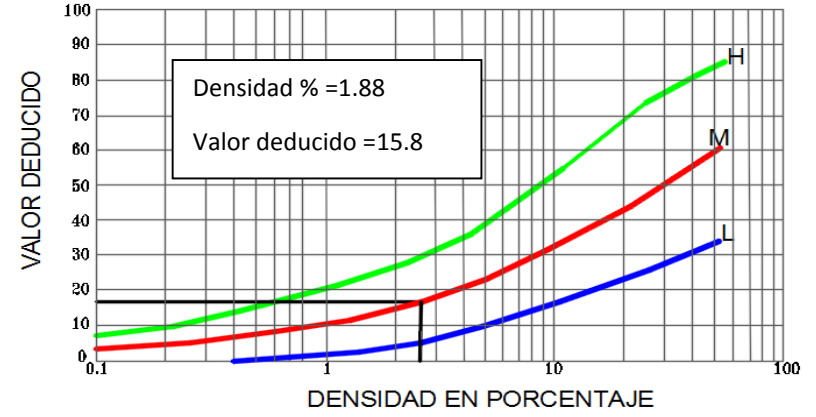
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|--------|--|-------|-------------------|----------------|------|---|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 15+440 | | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 15+470 | | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | | 1 | | UNIDAD DE MUESTRA | | | 4 | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | 13 BACHES | | | | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | 17 HINCHAMIENTO | | | | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | | |
| 10 | L | 6.77 | | | | 6.77 | 3.09% | 2.5 | | | |
| 11 | M | 3.33 | 2.84 | | | 6.17 | 2.82% | 18.6 | | | |
| 15 | S | 1.98 | | | | 1.98 | 0.90% | 19.6 | | | |
| 15 | M | 4.12 | | | | 4.12 | 1.88% | 15.8 | | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | | | |
| 1 | 19.6 | 18.6 | 15.8 | 2.5 | 56.5 | 4 | 30 | | | | |
| 2 | 19.6 | 18.6 | 15.8 | 2 | 56 | 3 | 34 | | | | |
| 3 | 19.6 | 18.6 | 2 | 2 | 42.2 | 2 | 32 | | | | |
| 4 | 19.6 | 2 | 2 | 2 | 25.6 | 1 | 26 | | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 34 | | | | |

**PCI =66
ESTADO CONSERVACION BUENO**

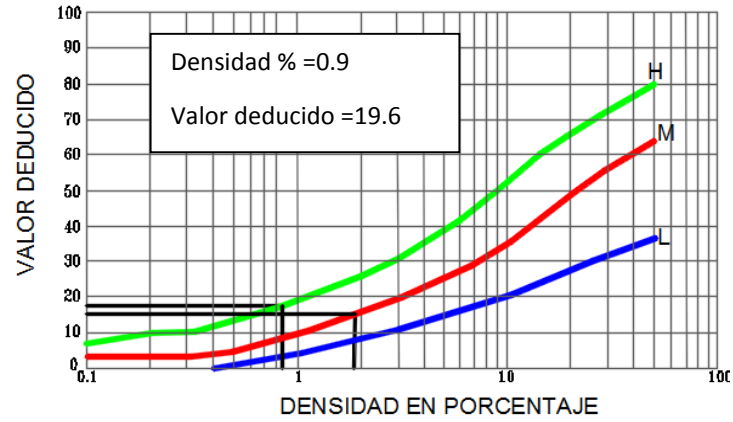
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



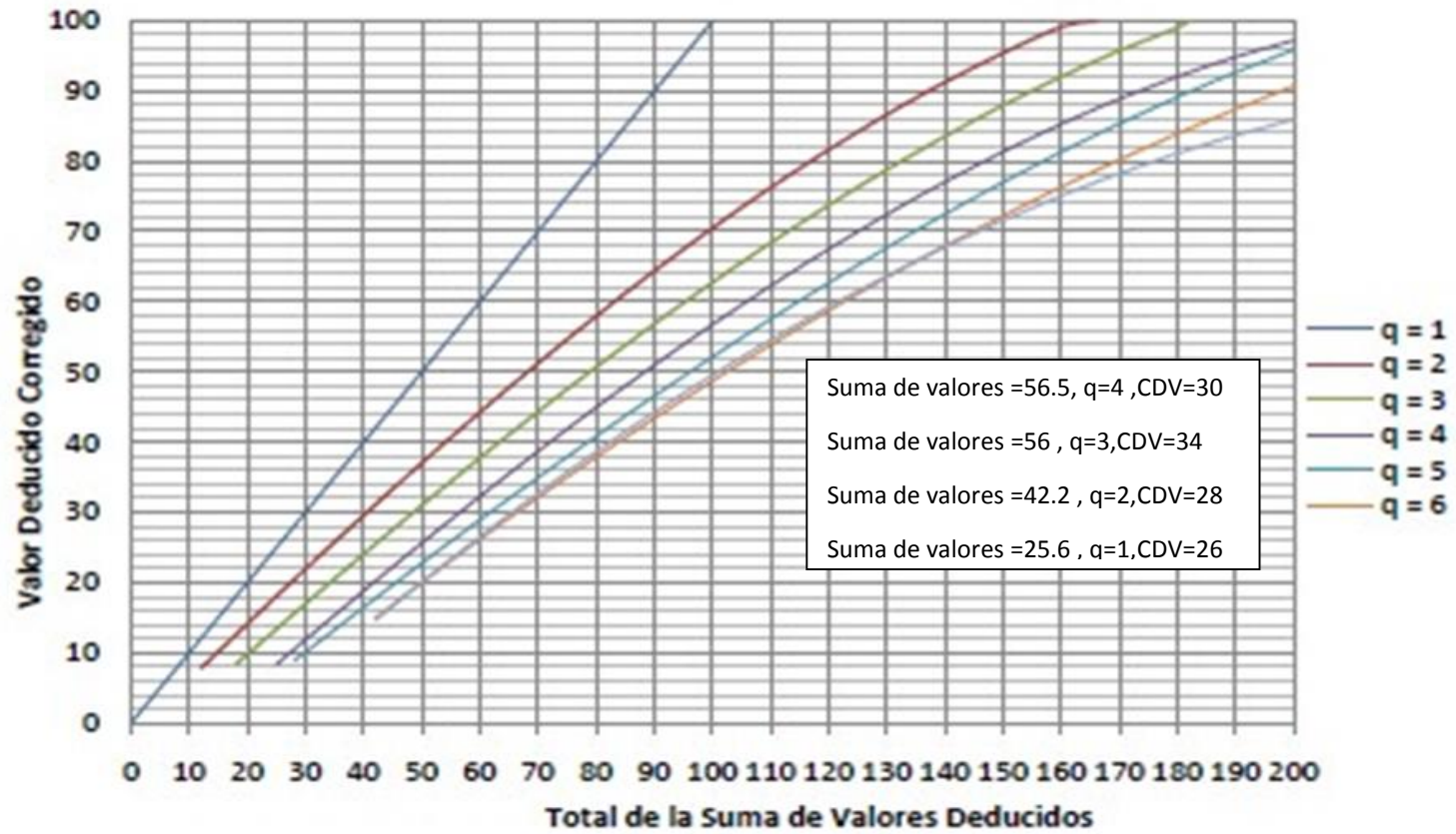
PARCHES Y CORTES UNITARIOS



DESPLAZAMIENTO



CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

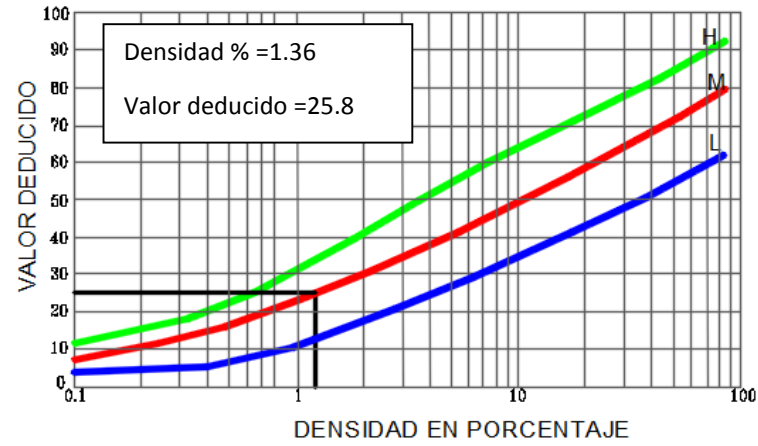


Hoja de registro de la unidad de muestra 05, km 15+310-km 15+340

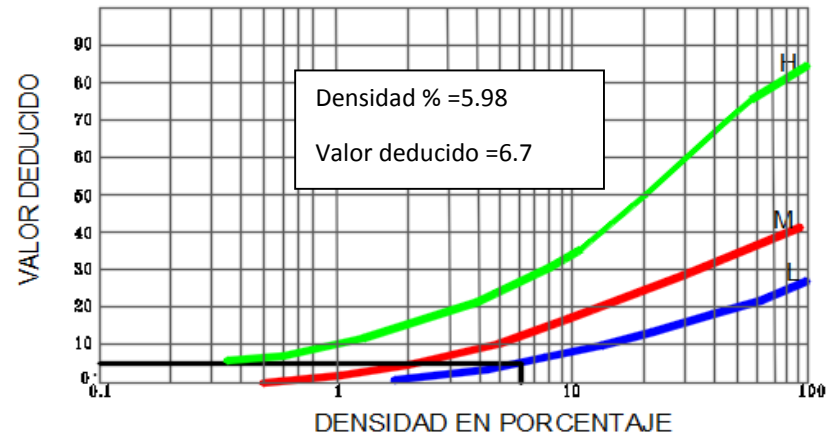
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|---------------------|--------|------|--|----------|-------------------|--|------|---|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 15+310 | | | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 15+340 | | | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | | SECCION | | | 1 | | UNIDAD DE MUESTRA | | | 5 | |
| EJECUTOR | | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | 13 BACHES | | | | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | | | |
| 1 | M | 2.98 | | | | 2.98 | 1.36% | 25.8 | | | | |
| 10 | L | 1.36 | 0.79 | 5.48 | 5.47 | 13.1 | 5.98% | 6.7 | | | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | TOTAL | q | CDV | | | | | | |
| 1 | 25.8 | 6.7 | 32.5 | | 2 | 24 | | | | | | |
| 2 | 25.8 | 2 | 27.8 | | 1 | 26 | | | | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | 26 | | | | | | | |

PCI =74
ESTADO DE CONSERVACION MUY BUENO

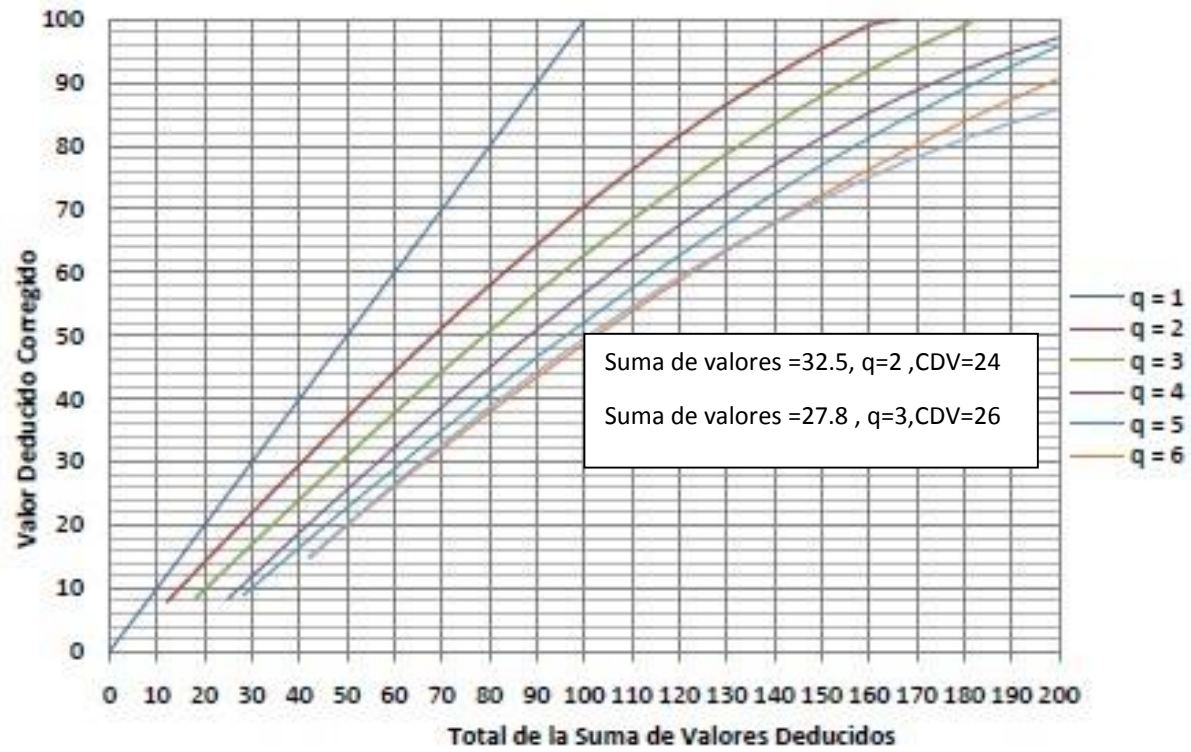
PIEL DE COCODRILO



FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



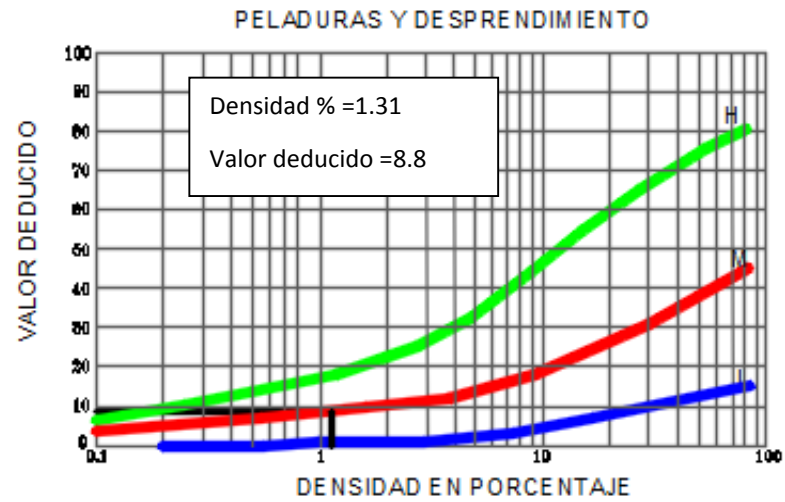
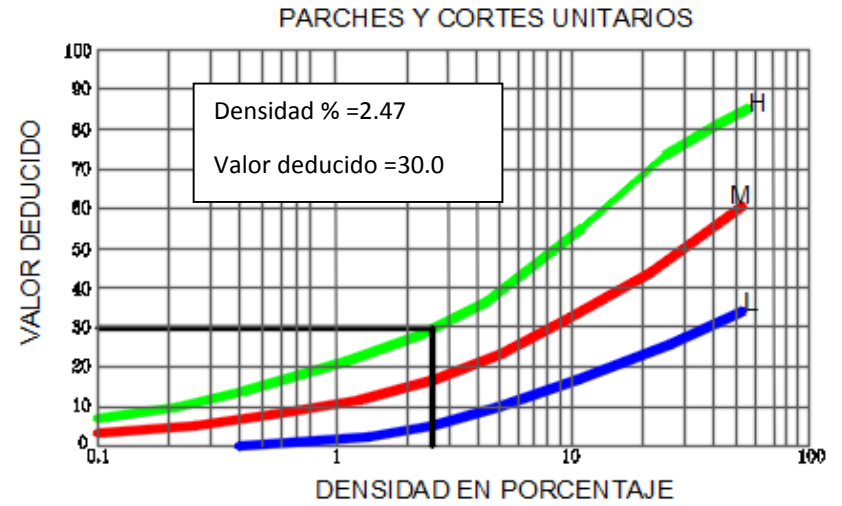
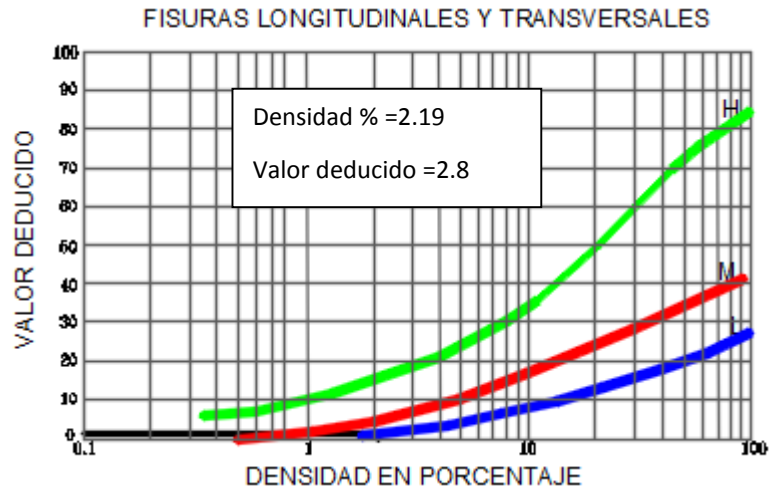
CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS



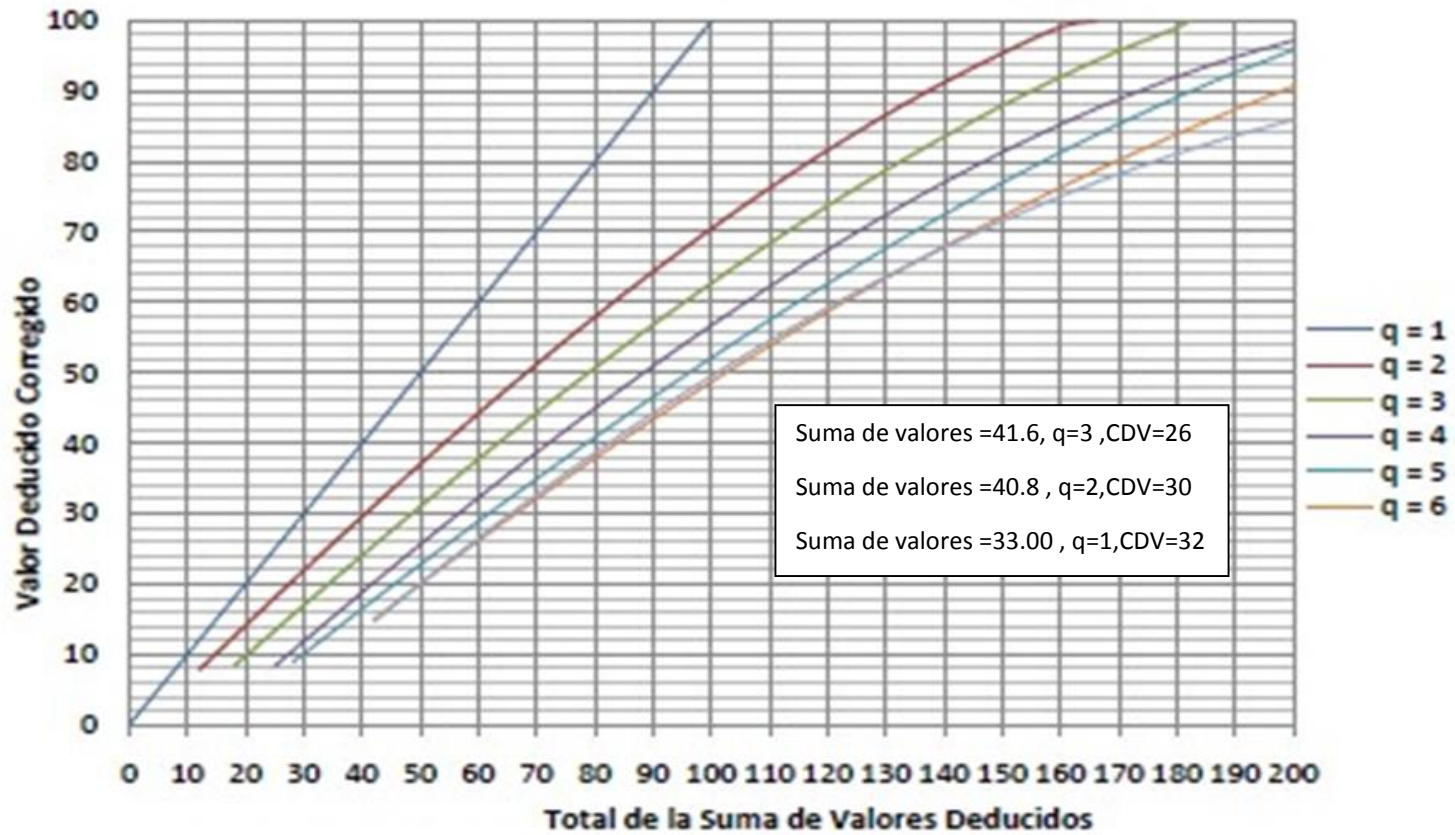
Hoja de registro de la unidad de muestra 06, km 15+220-km 15+250

| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|--------|-------|--|----------|----------------|--|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 15+220 | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 15+250 | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | 1 | | UNIDAD DE MUESTRA 6 | | | | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | 13 BACHES | | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | |
| 10 | L | 4.8 | | | | 4.8 | 2.19% | 2.8 | | |
| 11 | S | 3.25 | 2.15 | | | 5.4 | 2.47% | 30 | | |
| 17 | M | 2.86 | | | | 2.86 | 1.31% | 8.8 | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | | |
| 1 | 30 | 8.8 | 2.8 | | 41.6 | 3 | 26 | | | |
| 2 | 30 | 8.8 | 2 | | 40.8 | 2 | 30 | | | |
| 3 | 30 | 2 | 1 | | 33 | 1 | 32 | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 32 | | | |

PCI=68
ESTADO DE CONSERVACION BUENA



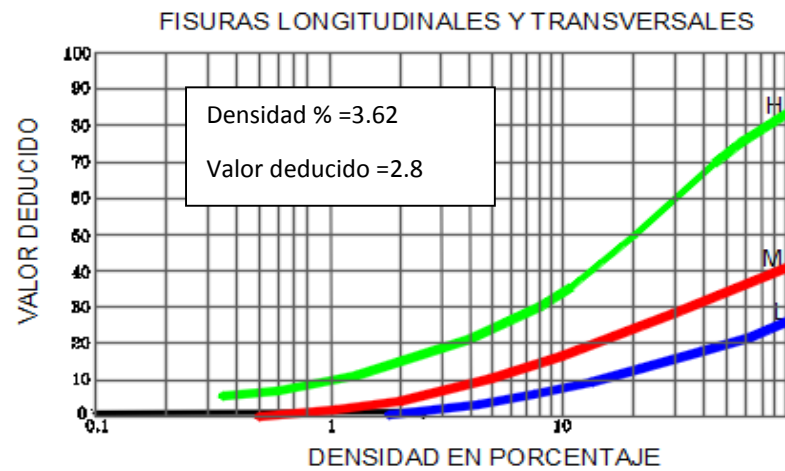
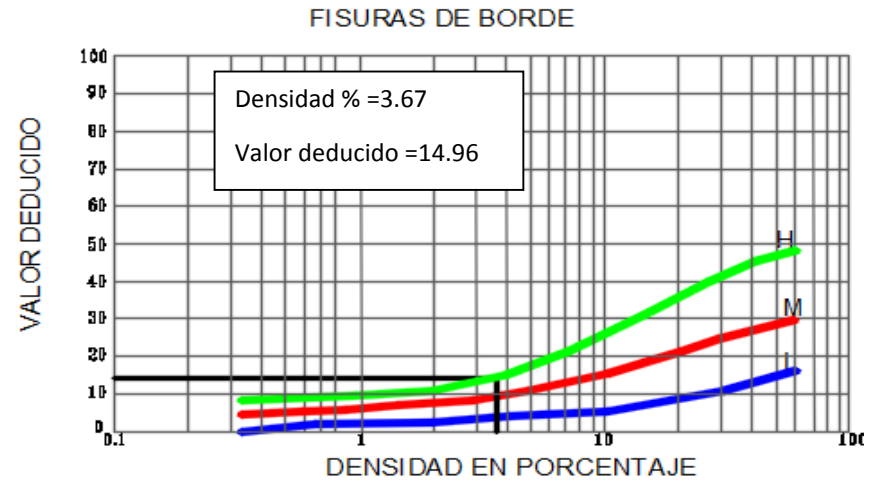
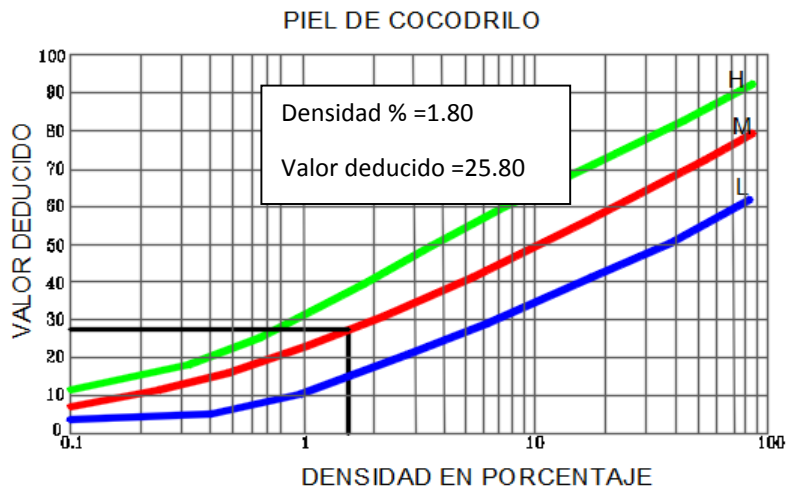
CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS



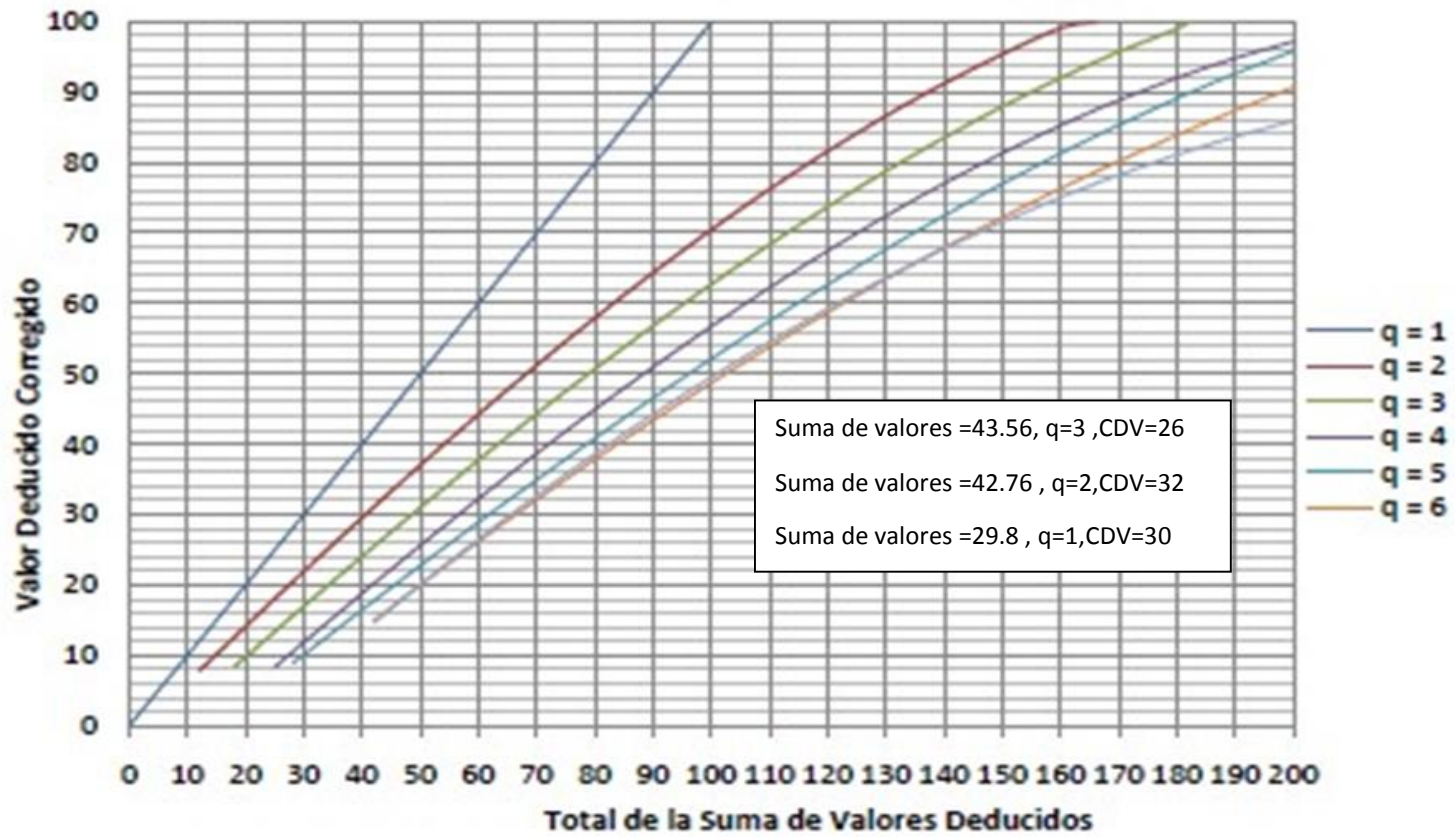
Hoja de registro de la unidad de muestra 07, km 15+010-km 15+040

| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|--------|-------|--|----------|----------------|--|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 15+010 | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 15+040 | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | 1 | | UNIDAD DE MUESTRA 7 | | | | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | 13 BACHES | | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | |
| 1 | M | 3.94 | | | | 3.94 | 1.80% | 25.8 | | |
| 7 | S | 8.03 | | | | 8.03 | 3.67% | 14.96 | | |
| 10 | L | 1.77 | 3.96 | | | 5.73 | 2.62% | 2.8 | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | | |
| 1 | 25.8 | 14.96 | 2.8 | | 43.56 | 3 | 26 | | | |
| 2 | 25.8 | 14.96 | 2 | | 42.76 | 2 | 32 | | | |
| 3 | 25.8 | 2 | 2 | | 29.8 | 1 | 30 | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 32 | | | |

PCI=68
ESTADO DE CONSERVACION BUENO



CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

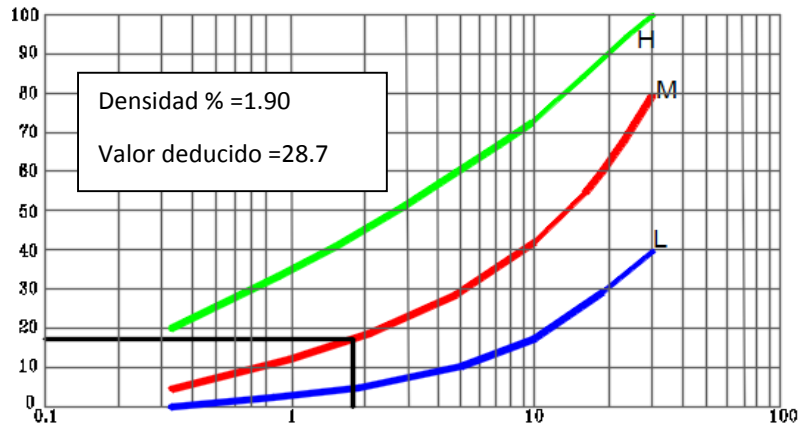


Hoja de registro de la unidad de muestra 08, km 14+920-km 14+950

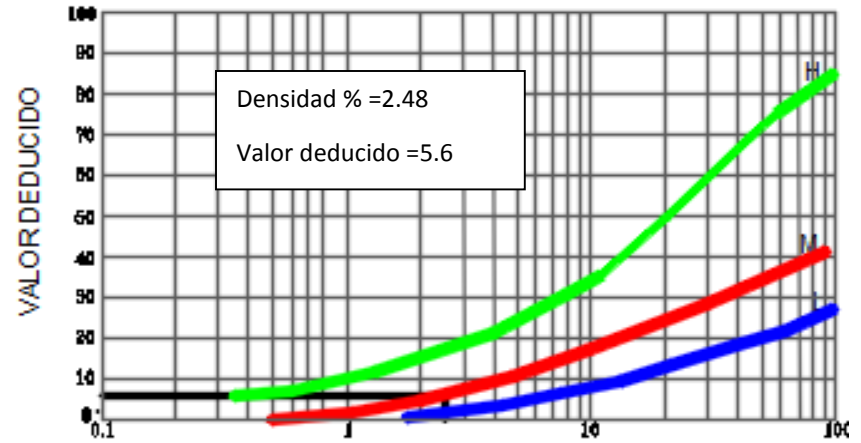
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|--|--------|-------|--|----------------|------|---|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | | 14+920 | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | | 14+950 | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | | 1 | | UNIDAD DE MUESTRA | | | 8 | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | | 13 BACHES | | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | | |
| 4 | M | 4.16 | | | | 4.16 | 1.90% | 28.7 | | | |
| 10 | M | 2.7 | 2.74 | | | 5.44 | 2.48% | 5.6 | | | |
| 15 | M | 4.95 | | | | 4.95 | 2.26% | 18 | | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | | | |
| 1 | 28.7 | 18 | 5.6 | | 52.3 | 3 | 32 | | | | |
| 2 | 28.7 | 18 | 2 | | 48.7 | 2 | 34 | | | | |
| 3 | 28.7 | 2 | 2 | | 32.7 | 1 | 32 | | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 34 | | | | |

PCI=66
ESTADO DE CONSERVACION BUENO

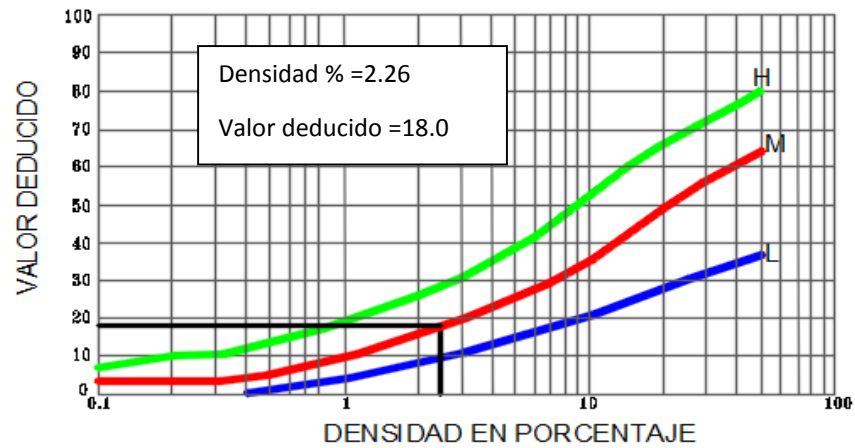
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



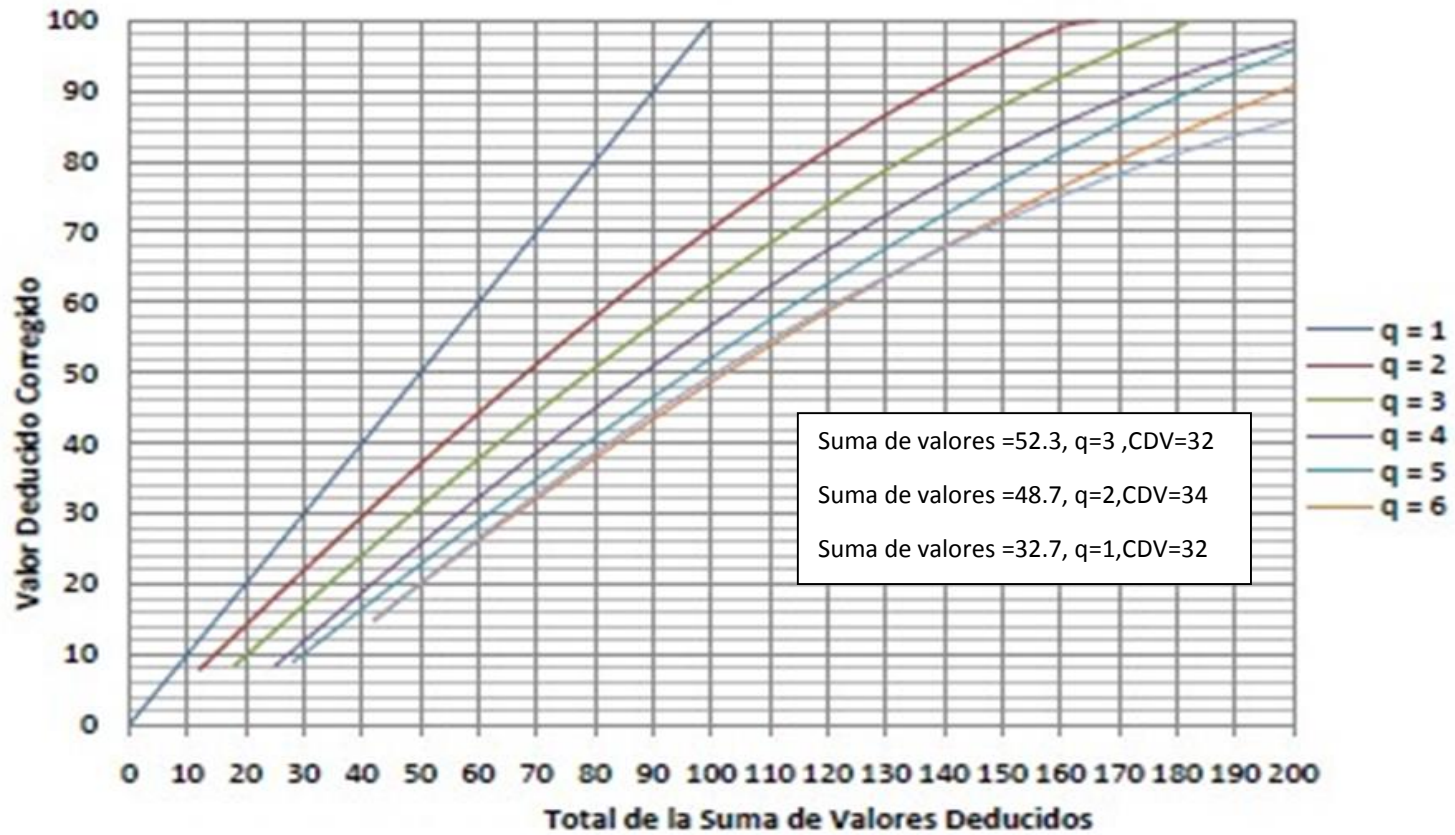
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



DESPLAZAMIENTO



CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

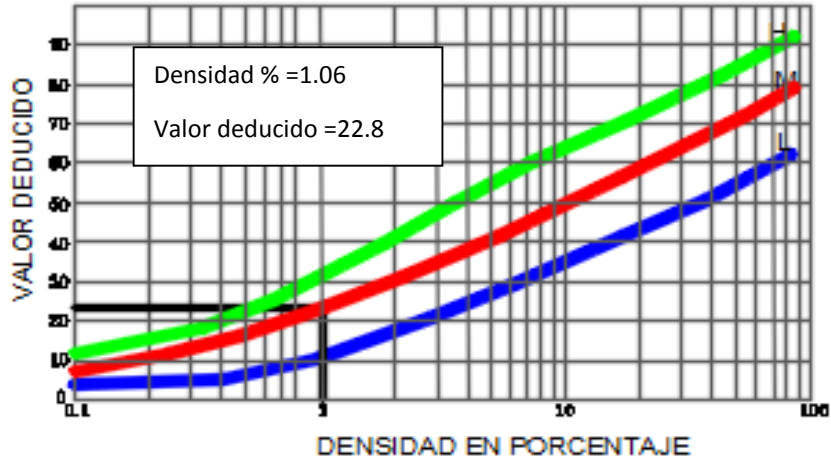


Hoja de registro de la unidad de muestra 09, km 14+710-km 14+740

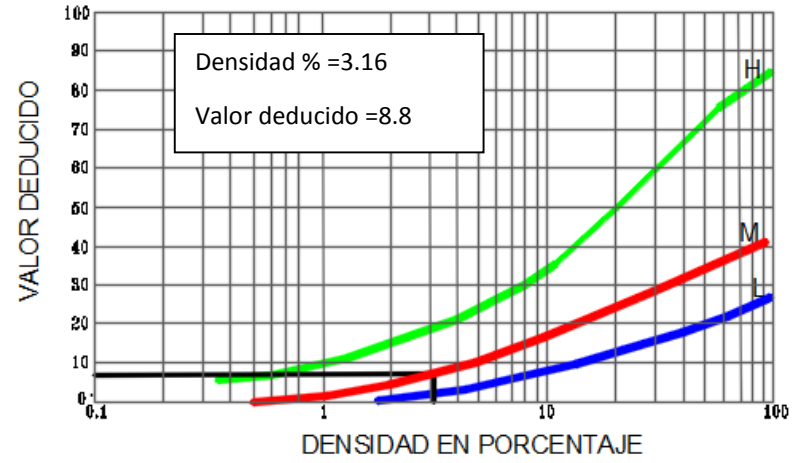
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|--------|-------|-------|--|----------------|--|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 14+710 | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 14+740 | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | 1 | | | UNIDAD DE MUESTRA 9 | | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | | | 2018 | | |
| | | | | | | | AREA | | |
| | | | | | | | 219 | | |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | | 13 BACHES | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | | 17 HINCHAMIENTO | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | |
| 1 | M | 2.33 | | | | 2.33 | 1.06% | 22.8 | |
| 10 | M | 2.41 | 1.77 | 2.74 | | 6.92 | 3.16% | 8.8 | |
| 11 | M | 7.95 | | | | 7.95 | 3.63% | 19.8 | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | |
| 1 | 22.8 | 19.8 | 8.8 | | 51.4 | 3 | 32 | | |
| 2 | 22.8 | 19.8 | 2 | | 44.6 | 2 | 32 | | |
| 3 | 22.8 | 2 | 2 | | 26.8 | 1 | 24 | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 32 | | |

PCI=32
ESTADO DE CONSERVACION BUENO

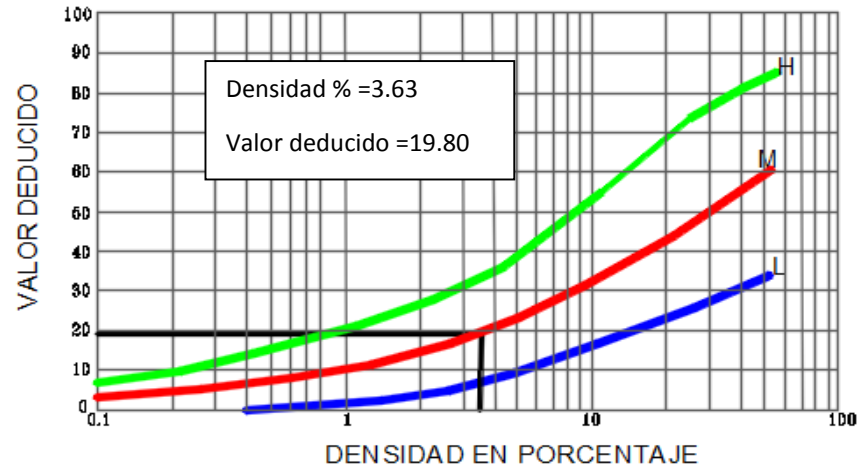
PIEL DE COCODRILO



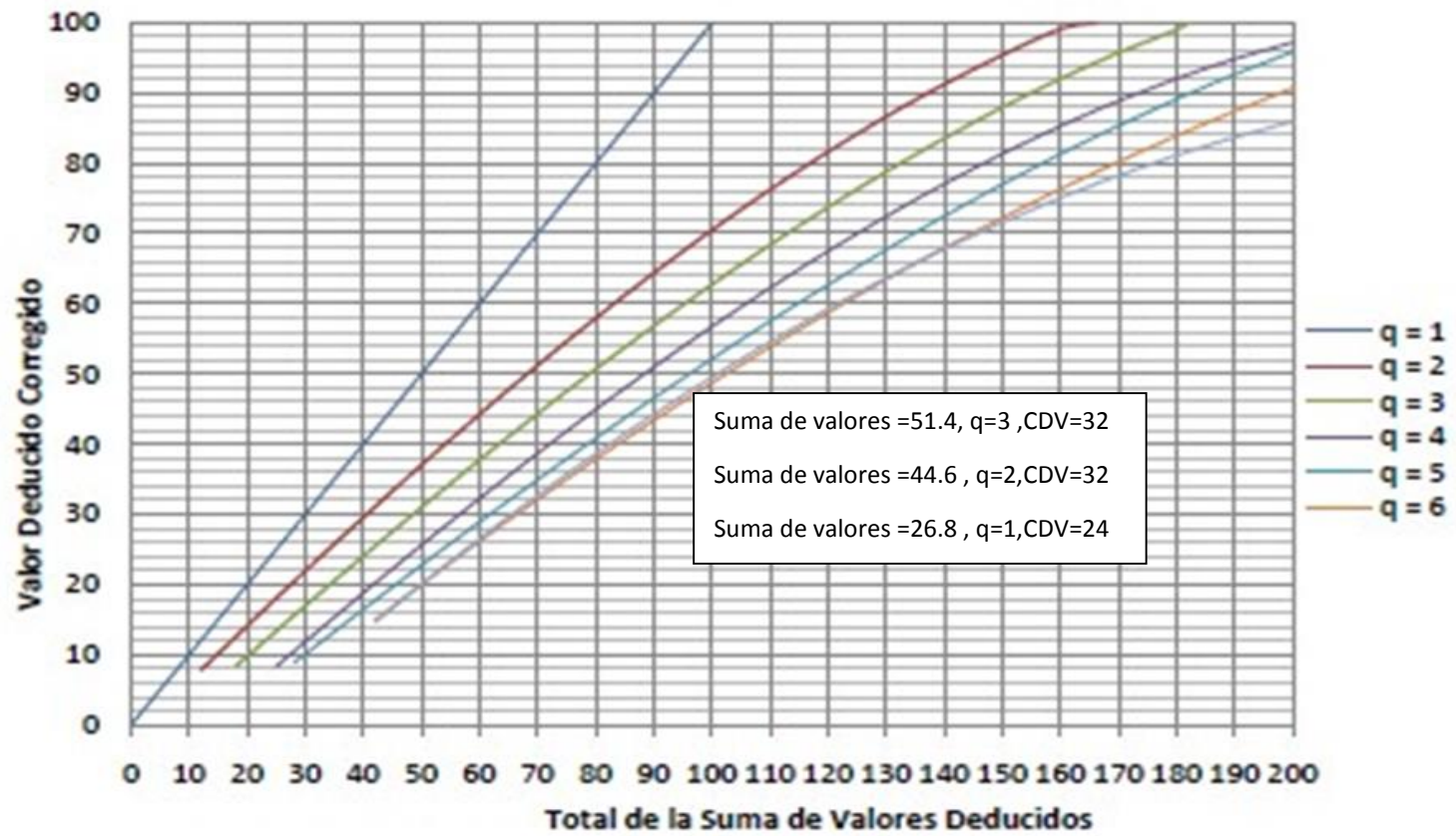
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



PARCHES Y CORTES UNITARIOS



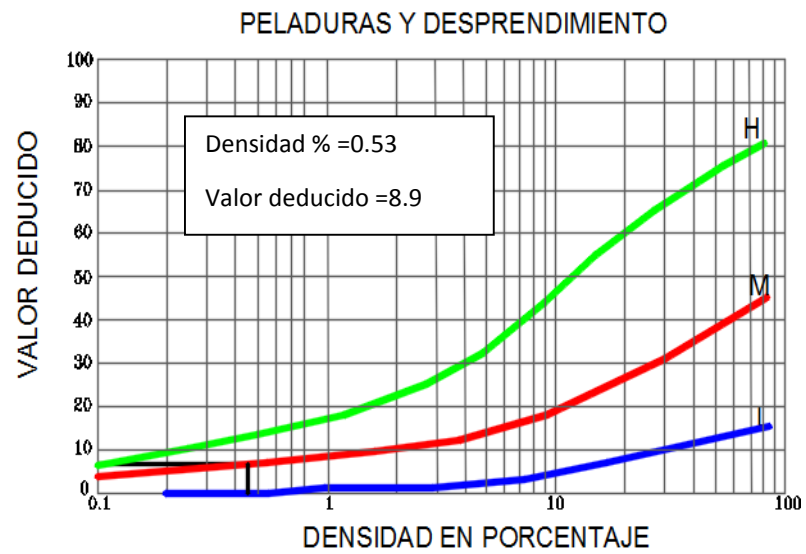
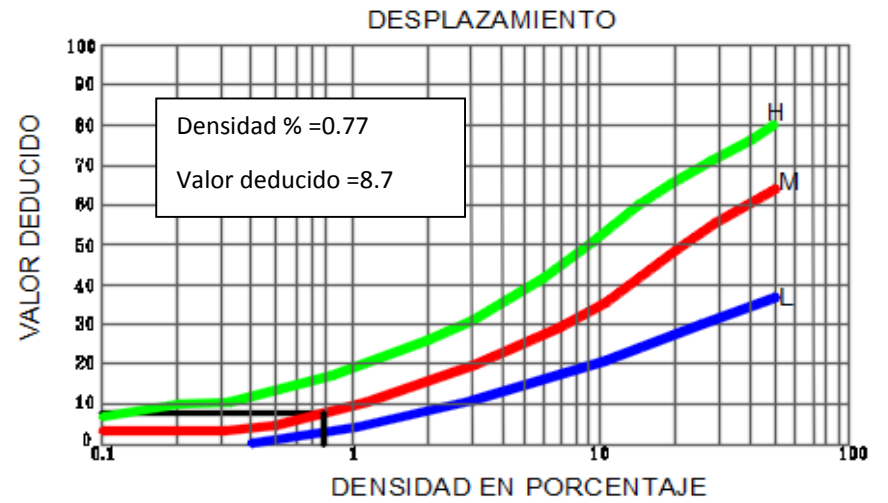
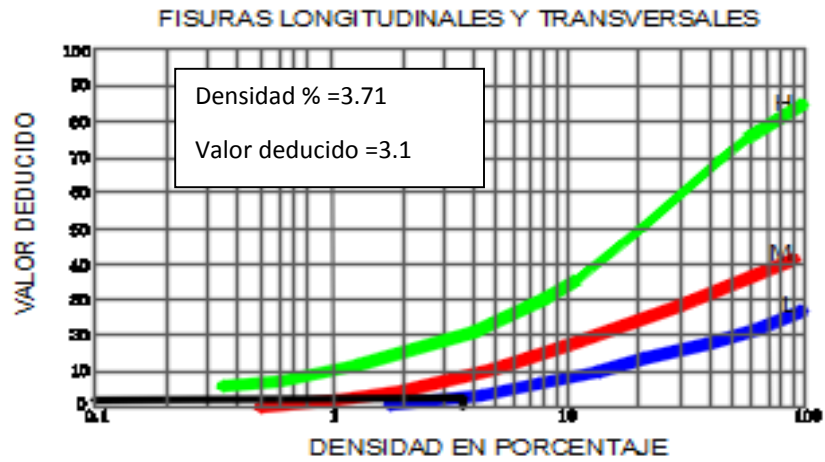
CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS



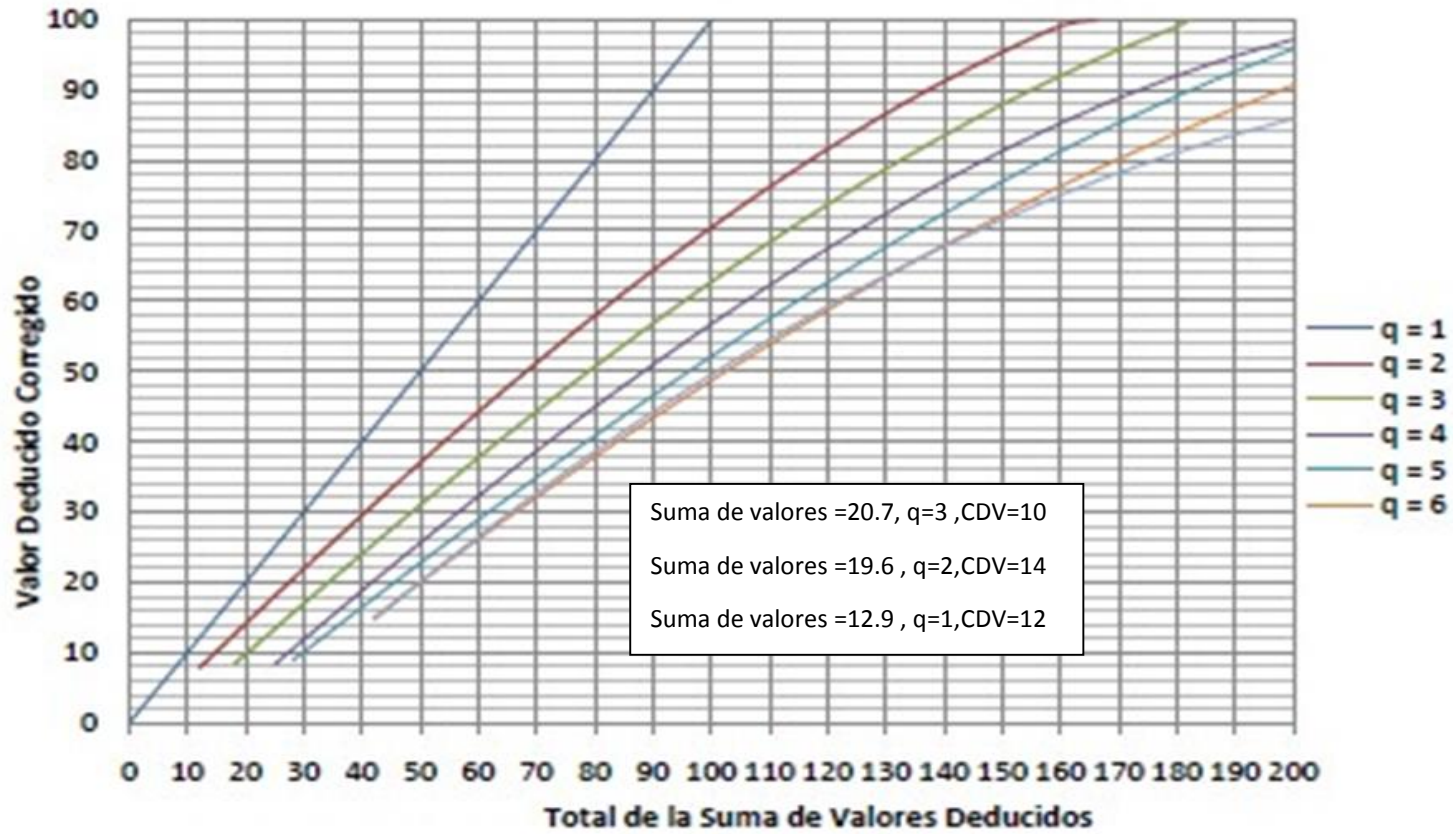
Hoja de registro de la unidad de muestra 10, km 14+590-km 14+620

| METODO DEL PCI | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|---------------------|--------|-------|--|----------|----------------|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 14+590 | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 14+620 | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | | SECCION | | 1 | UNIDAD DE MUESTRA | | | 10 |
| EJECUTOR | | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | 2018 | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | 13 BACHES | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | |
| 10 | L | 3.43 | 1.96 | 2.74 | | 8.13 | 3.71% | 3.1 | |
| 15 | M | 1.69 | | | | 1.69 | 0.77% | 8.7 | |
| 17 | M | 1.16 | | | | 1.16 | 0.53% | 8.9 | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | |
| 1 | 8.9 | 8.7 | 3.1 | | 20.7 | 3 | 10 | | |
| 2 | 8.9 | 8.7 | 2 | | 19.6 | 2 | 14 | | |
| 3 | 8.9 | 2 | 2 | | 12.9 | 1 | 12 | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 14 | | |

PCI=83
ESTADO DE CONSERVACION MUY BUENO



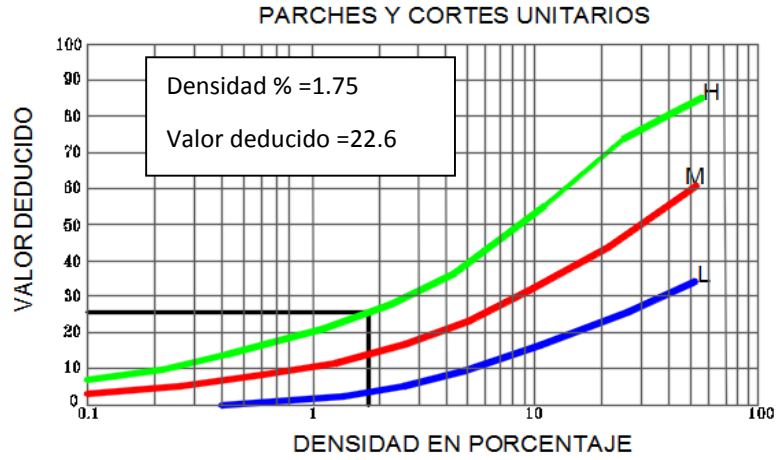
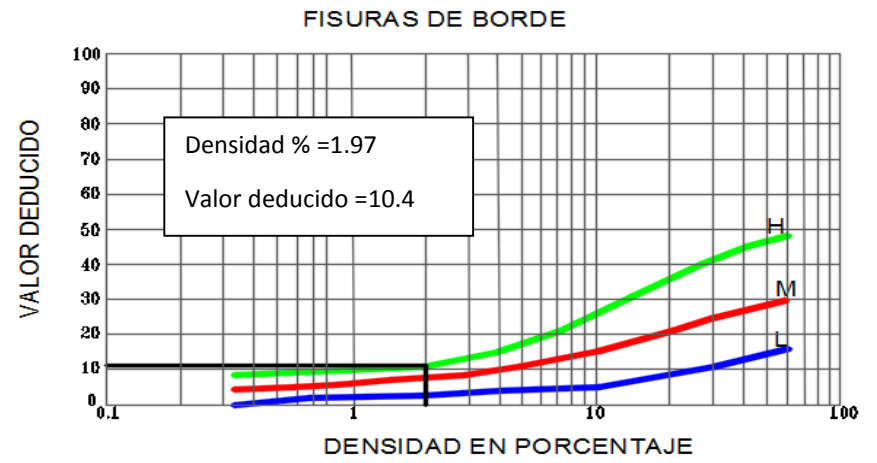
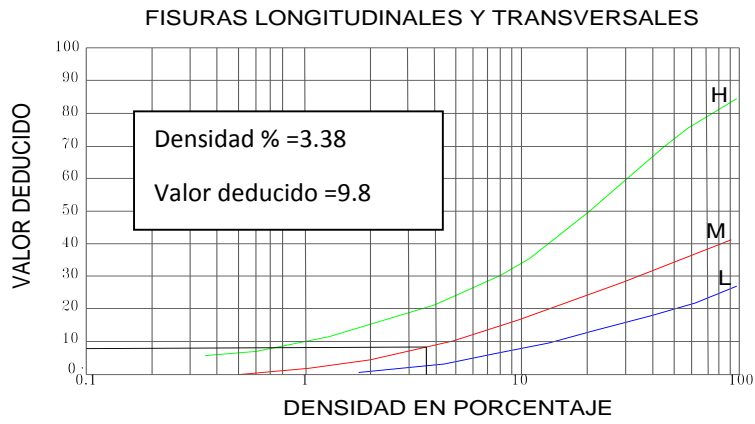
CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS



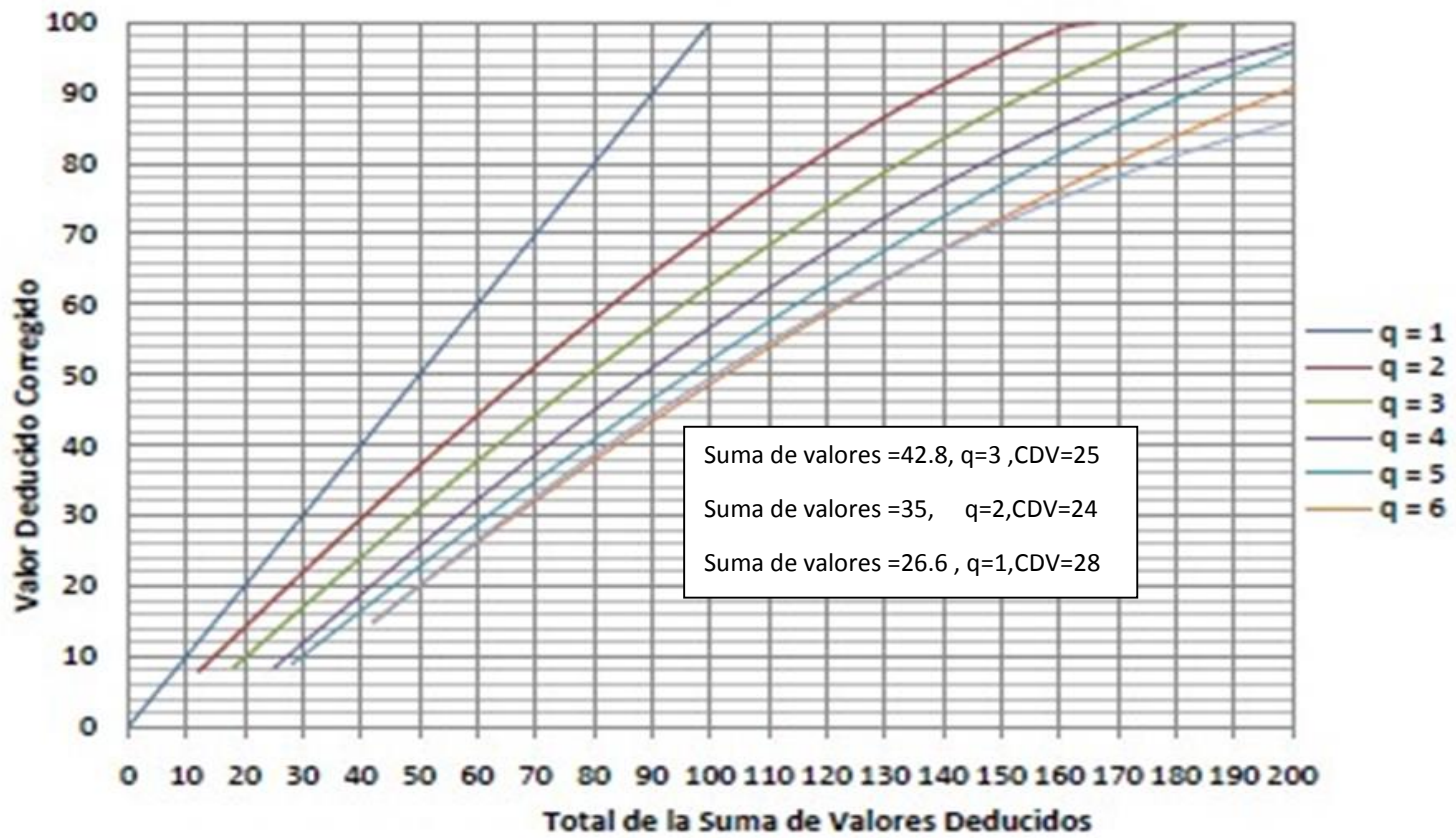
Hoja de registro de la unidad de muestra 11, km 14+480-km 14+510

| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|--------|-------|-------|--|----------------|----|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 14+480 | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 14+510 | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | 1 | | | UNIDAD DE MUESTRA | | 11 | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | | 13 BACHES | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | |
| 10 | M | 3.47 | 3.94 | | | 7.41 | 3.38% | 9.8 | | |
| 7 | S | 4.32 | | | | 4.32 | 1.97% | 10.4 | | |
| 11 | S | 3.84 | | | | 3.84 | 1.75% | 22.6 | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | | |
| 1 | 22.6 | 10.4 | 9.8 | | 42.8 | 3 | 25 | | | |
| 2 | 22.6 | 10.4 | 2 | | 35 | 2 | 24 | | | |
| 3 | 22.6 | 2 | 2 | | 26.6 | 1 | 28 | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 28 | | | |

PCI=72
ESTADO DE CONSERVACION MUY BUENO



CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

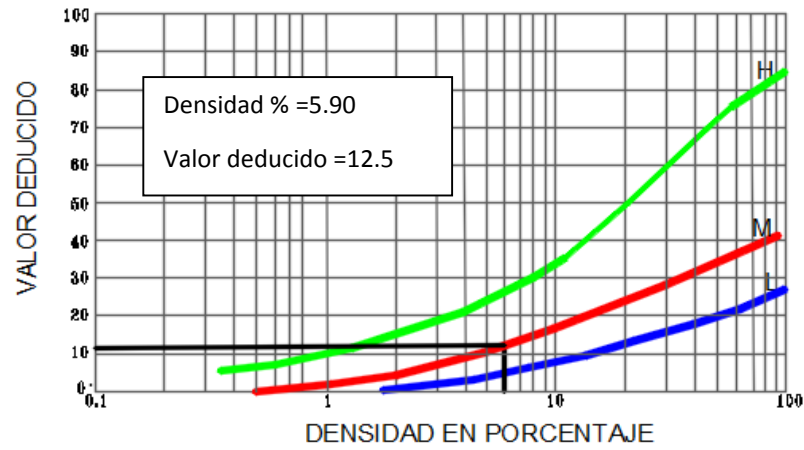


Hoja de registro de la unidad de muestra 12, km 14+390-km 14+420

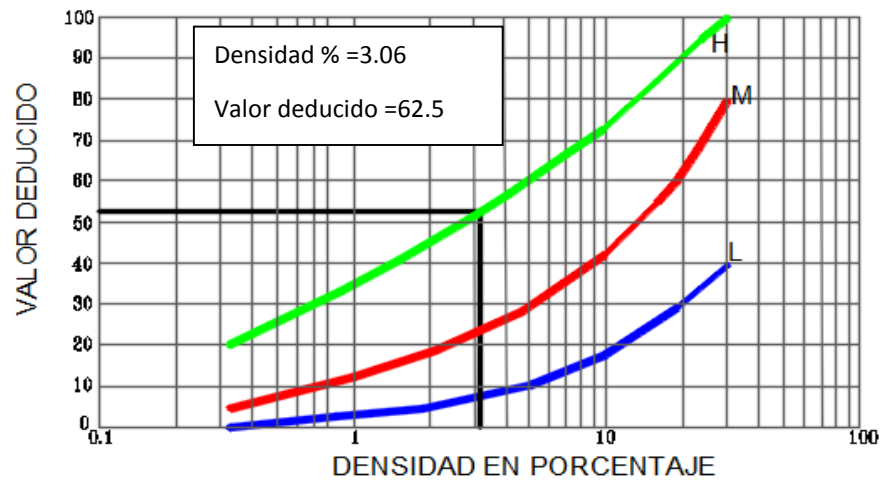
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|------|--|-------|----------------------|----------|----------------|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | | 14+390 | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | | 14+420 | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | | 1 | | UNIDAD DE MUESTRA 12 | | | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | | FECHA | | 2018 | | AREA | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | 13 BACHES | | | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | 17 HINCHAMIENTO | | | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | |
| 10 | L | 2.09 | 1.69 | 3.57 | 5.57 | | 12.92 | 5.90% | 12.5 | |
| 4 | S | 6.7 | | | | | 6.7 | 3.06% | 62.5 | |
| | | | | | | | | | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | | TOTAL | q | CDV | | |
| 1 | 62.5 | 12.5 | | | | 75 | 2 | 54 | | |
| 2 | 62.5 | 1 | | | | 63.5 | 1 | 64 | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 64 | | | |

PCI=36
ESTADO DE CONSERVACION MALO

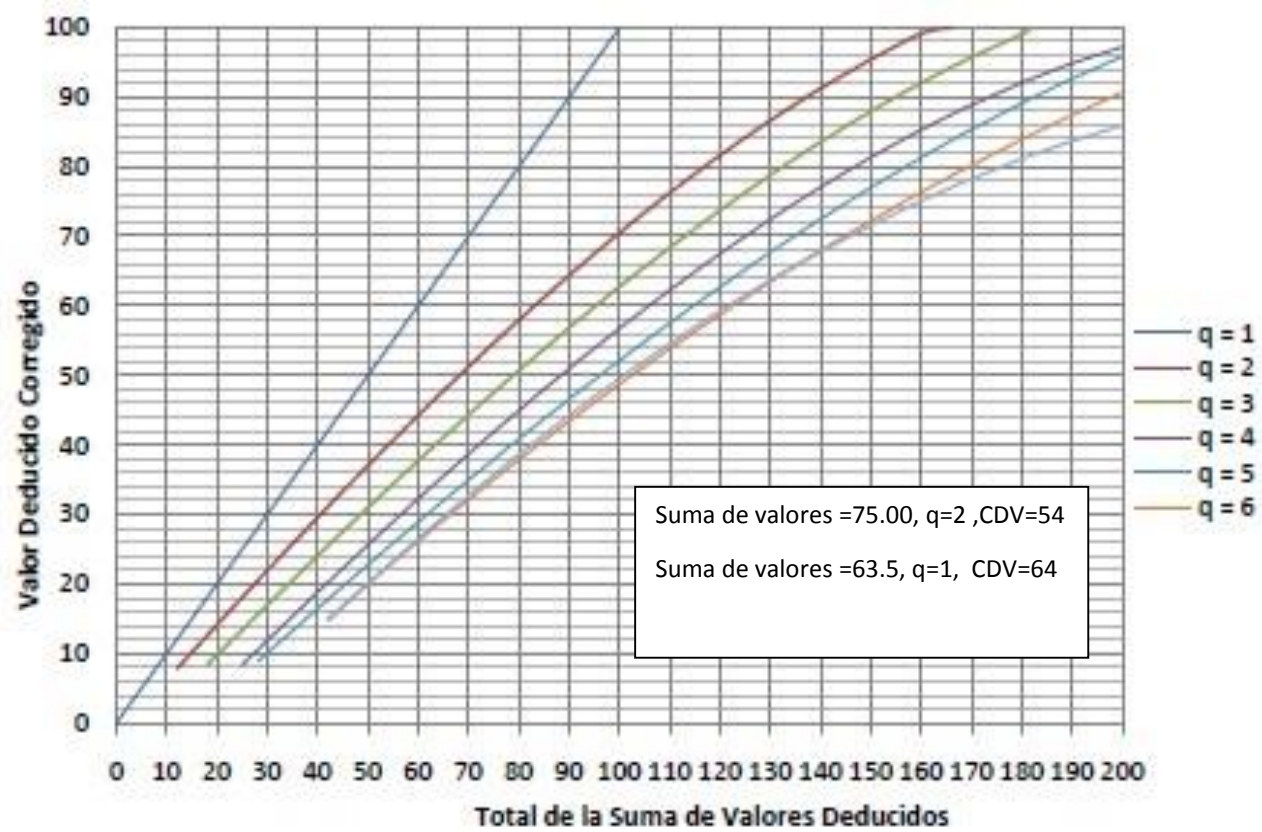
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

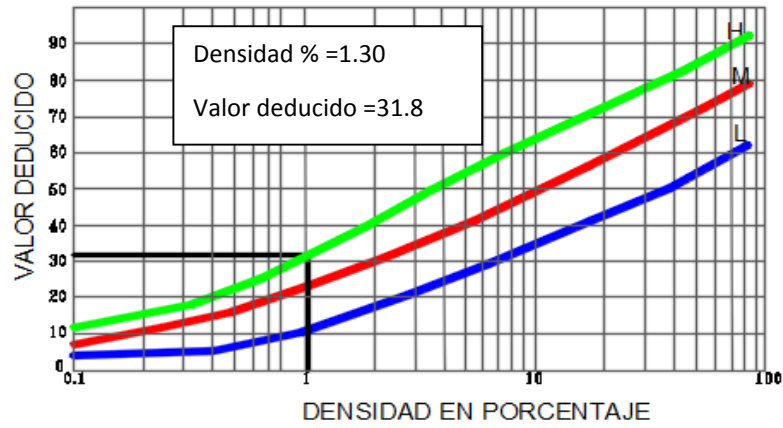


Hoja de registro de la unidad de muestra 13, km 14+180-km 14+210

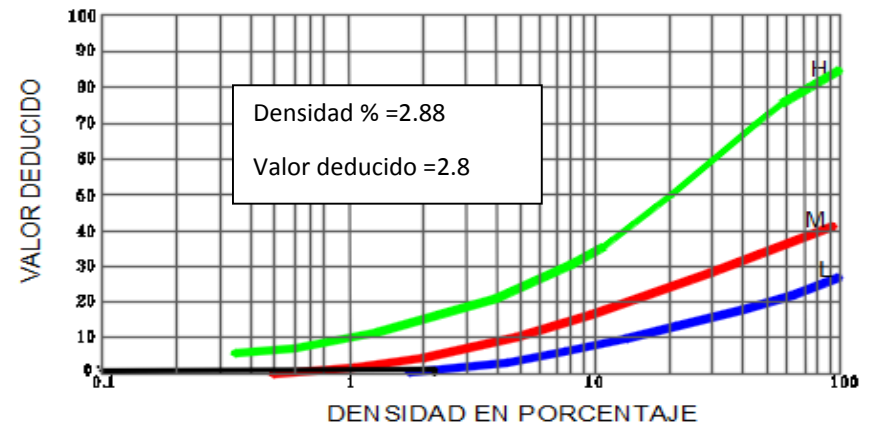
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|---------------------|------|--------|--|----------|----------------|-------------------|------|----|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | | 14+180 | | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | | 14+210 | | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | | SECCION | | | 1 | | | UNIDAD DE MUESTRA | | 13 | |
| EJECUTOR | | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | 13 BACHES | | | | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | 16 FISRURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | | | |
| 1 | S | 2.85 | | | | 2.85 | 1.30% | 31.8 | | | | |
| 10 | L | 1.75 | 2.34 | 2.22 | | 6.31 | 2.88% | 2.8 | | | | |
| 15 | M | 2.27 | | | | 2.27 | 1.04% | 19.9 | | | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | | | | |
| 1 | 31.8 | 19.9 | 2.8 | | 54.5 | 3 | 36 | | | | | |
| 2 | 31.8 | 19.9 | 2 | | 53.7 | 2 | 40 | | | | | |
| 3 | 31.8 | 2 | 1 | | 34.8 | 1 | 34 | | | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 40 | | | | | |

PCI=60
ESTADO DE CONSERVACION BUENO

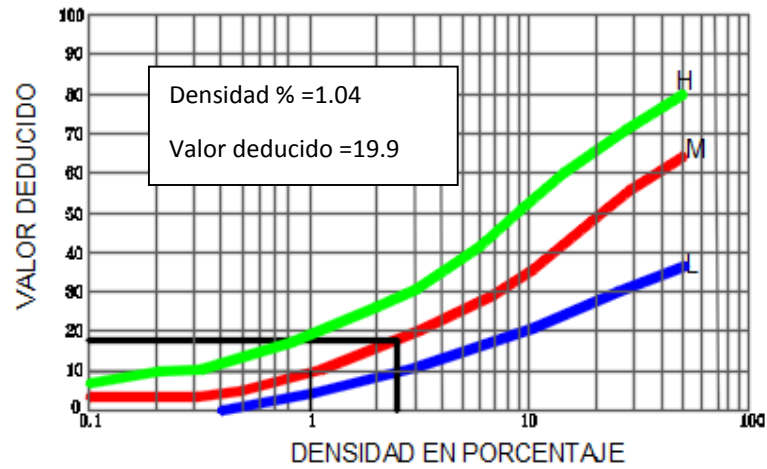
PIEL DE COCODRILO



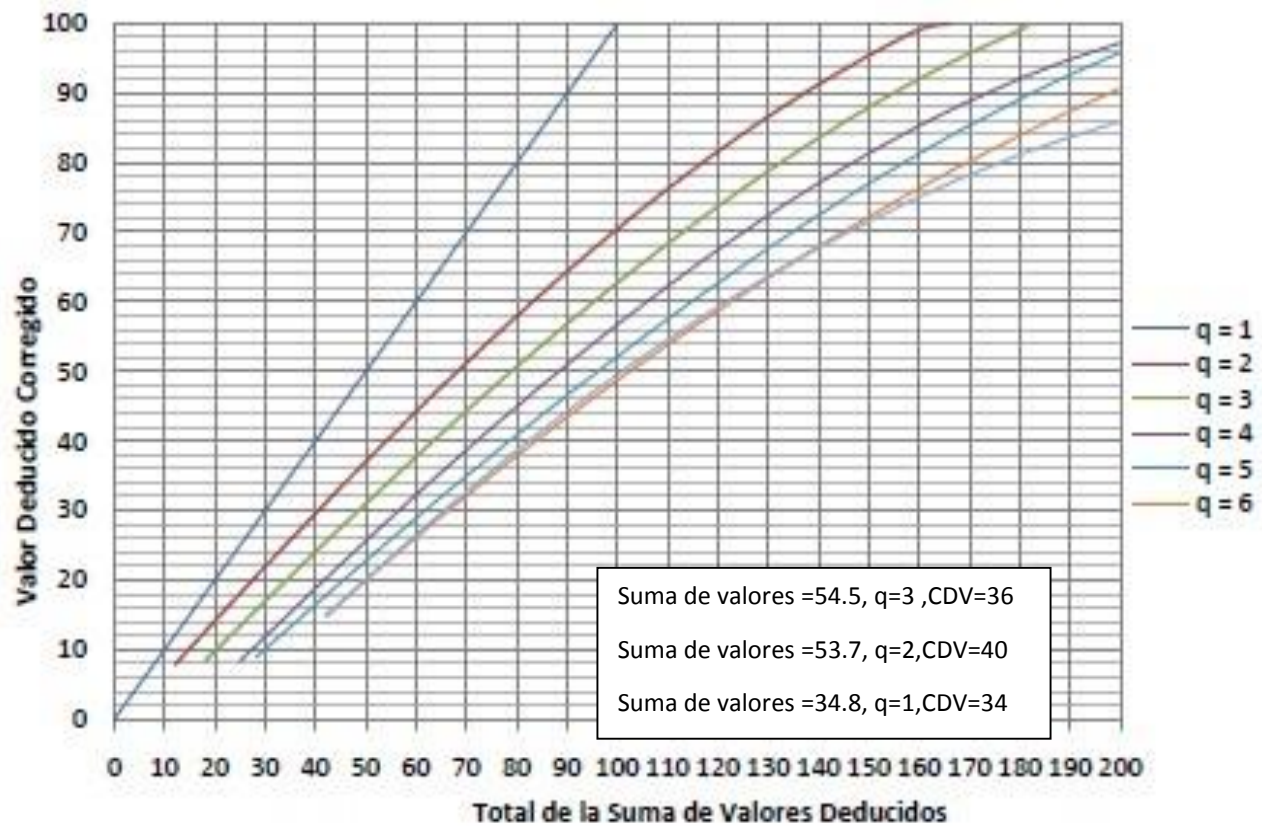
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



DESPLAZAMIENTO



CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

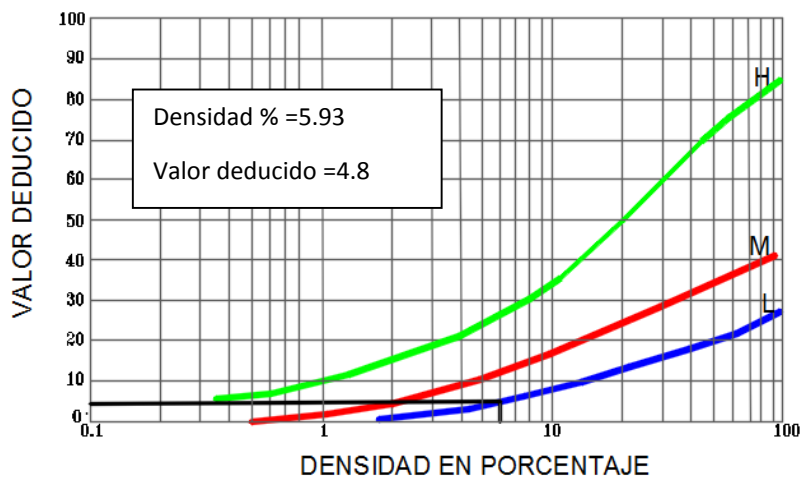


Hoja de registro de la unidad de muestra 14, km 14+030-km 14+060

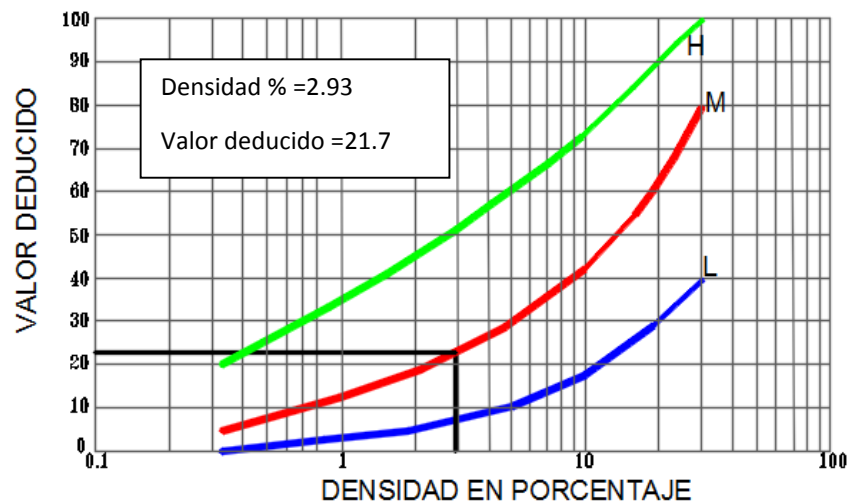
| METODO DEL PCI | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|------|--------|-------|-------|--|----------------|----|-----|
| INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO FLEXIBLES | | | | | | | | | | |
| HOJA DE REGISTRO | | ABSCISA INICIAL | | 14+030 | | | | | | |
| | | ABSCISA FINAL | | 14+060 | | | | | | |
| NOMBRE DE VIA | | SECCION | | 1 | | | UNIDAD DE MUESTRA | | 14 | |
| EJECUTOR | | FRANK R.CHUMAN MEZA | | FECHA | | 2018 | | AREA | | 219 |
| 1 PIEL DE COCODRILO | | 7 FISURA DE BORDE | | | | | 13 BACHES | | | |
| 2 EXUDACION | | 8 FISURA DE REFLEXION DE JUNTAS | | | | | 14 AHUELLAMIENTO | | | |
| 3 FISURAS EN BLOKE | | 9 DESNIVEL CARRIL - BERMA | | | | | 15 DESPLAZAMIENTO | | | |
| 4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | 10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES | | | | | 16 FISURA PARABOLOICA O POR DESPLAZAMIENTO | | | |
| 5 CORRUGACION | | 11 PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS | | | | | 17 HINCHAMIENTO | | | |
| 6 DEPRESION | | 12 AGREGADO PULIDO | | | | | 17 PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGRE | | | |
| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD | | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | | |
| 4 | M | 6.41 | | | | 6.41 | 2.93% | 21.7 | | |
| 10 | L | 2.96 | 3.92 | 3.73 | 2.38 | 12.99 | 5.93% | 4.8 | | |
| 15 | M | 1.65 | 1.56 | | | 3.21 | 1.47% | 12.6 | | |
| # | VALOR DEDUCIDO | | | | TOTAL | q | CDV | | | |
| 1 | 21.7 | 12.8 | 4.8 | | 39.3 | 3 | 23 | | | |
| 2 | 21.7 | 12.8 | 2 | | 36.5 | 2 | 28 | | | |
| 3 | 21.7 | 2 | 2 | | 25.7 | 1 | 26 | | | |
| MAXIMO CVD | | | | | | | 28 | | | |

PCI=72
ESTADO DE CONSERVACION MUY BUENO

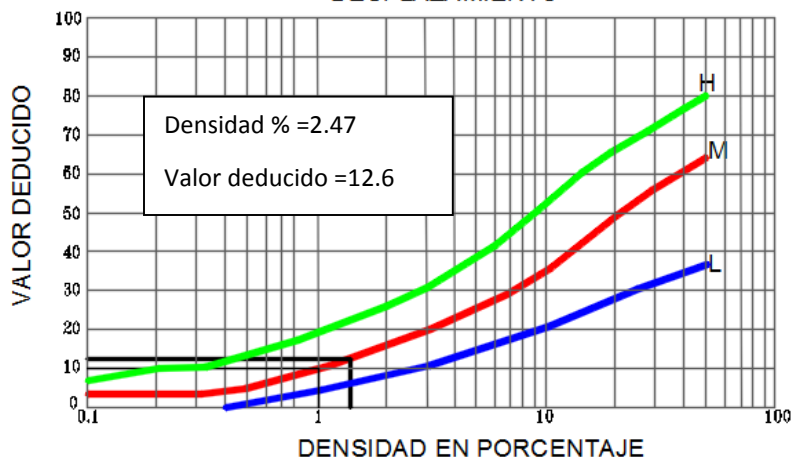
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



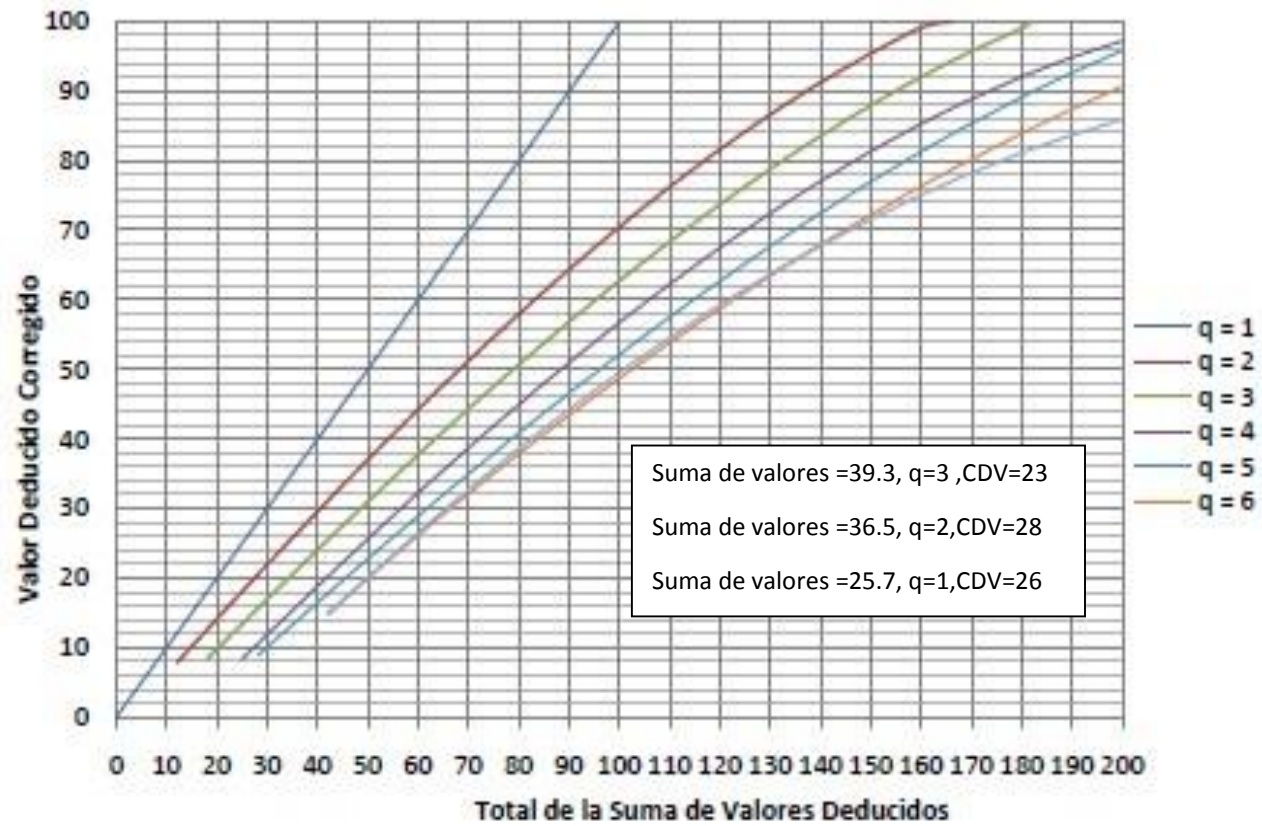
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



DESPLAZAMIENTO



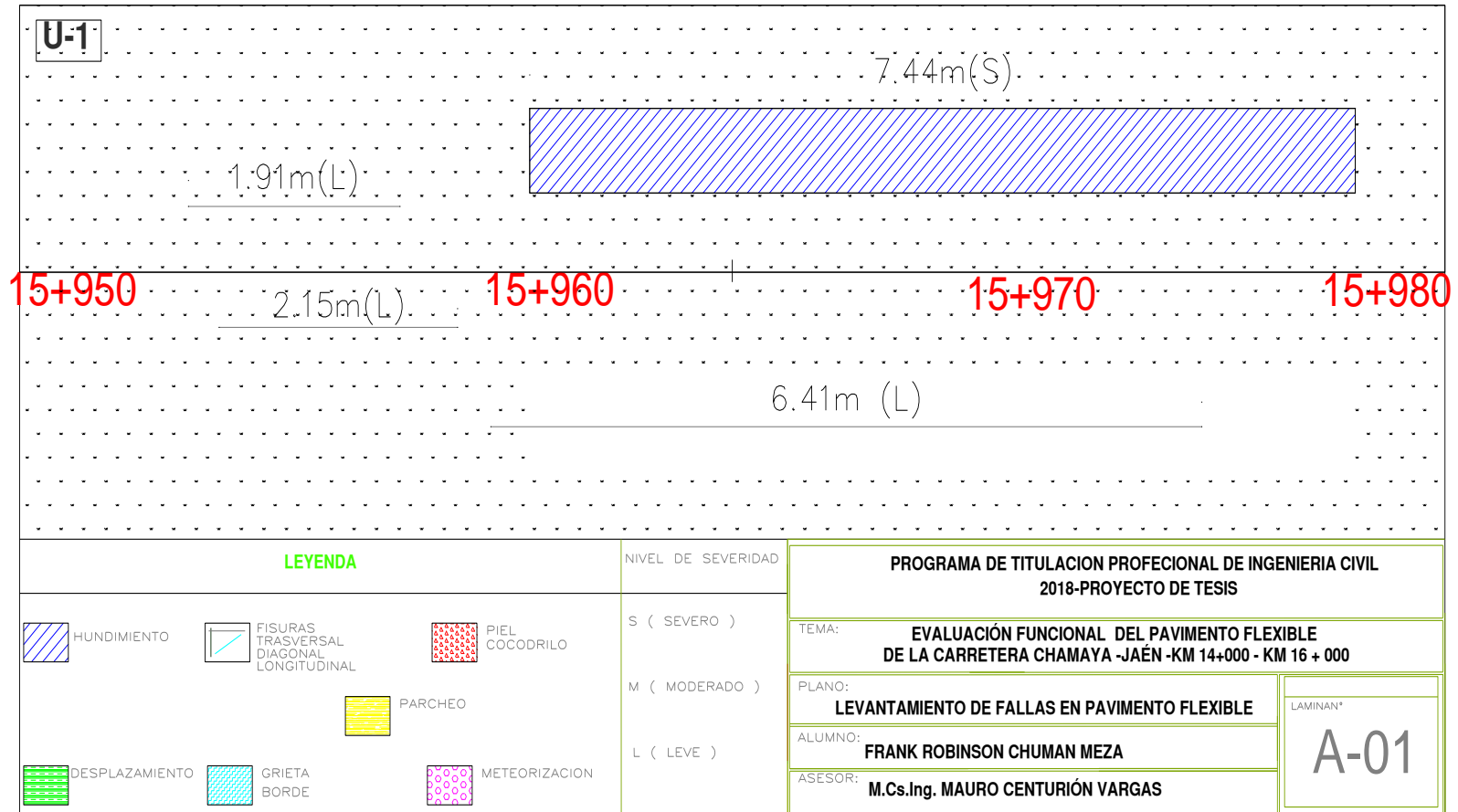
CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS



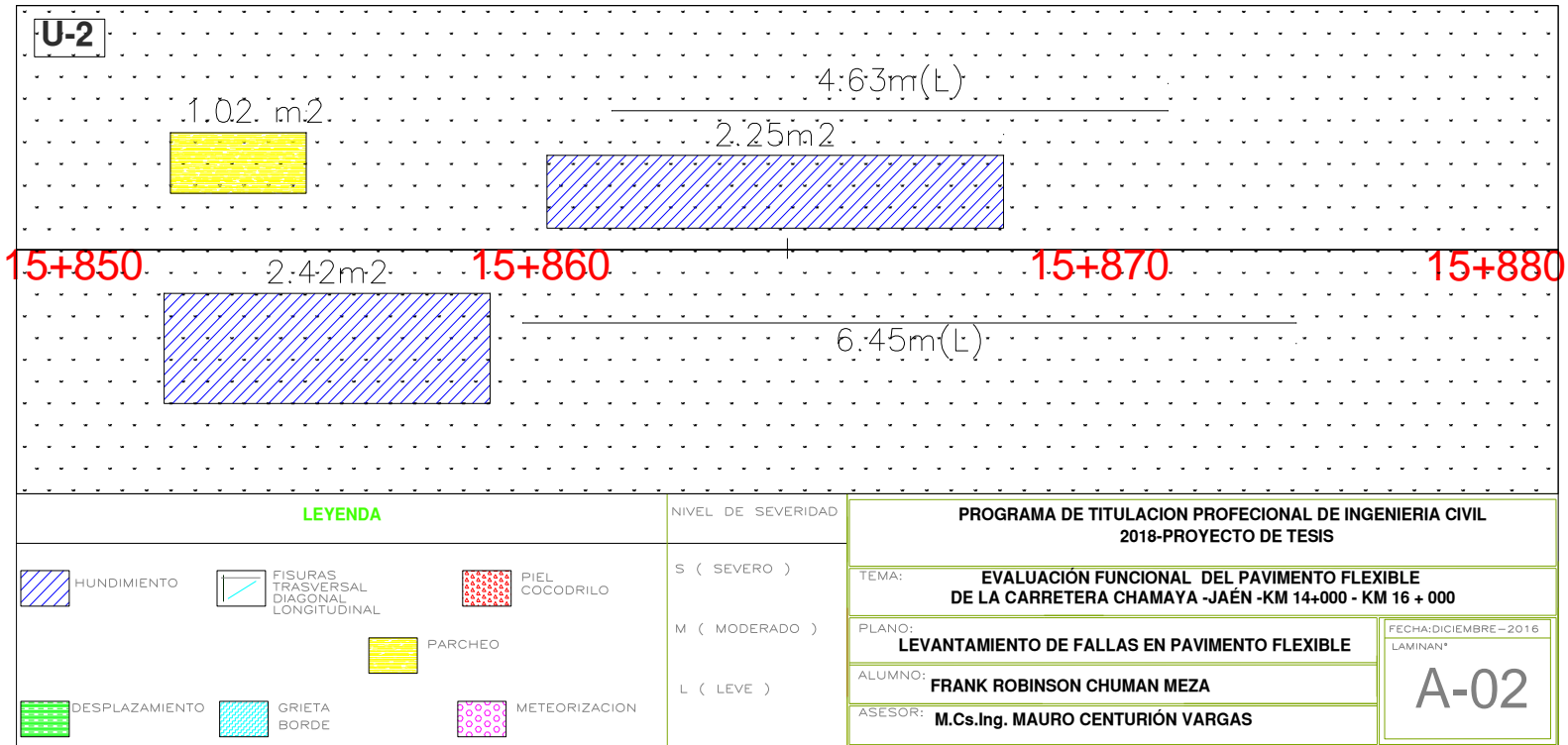
ANEXO 02

UNIDADES DE MUESTRAS

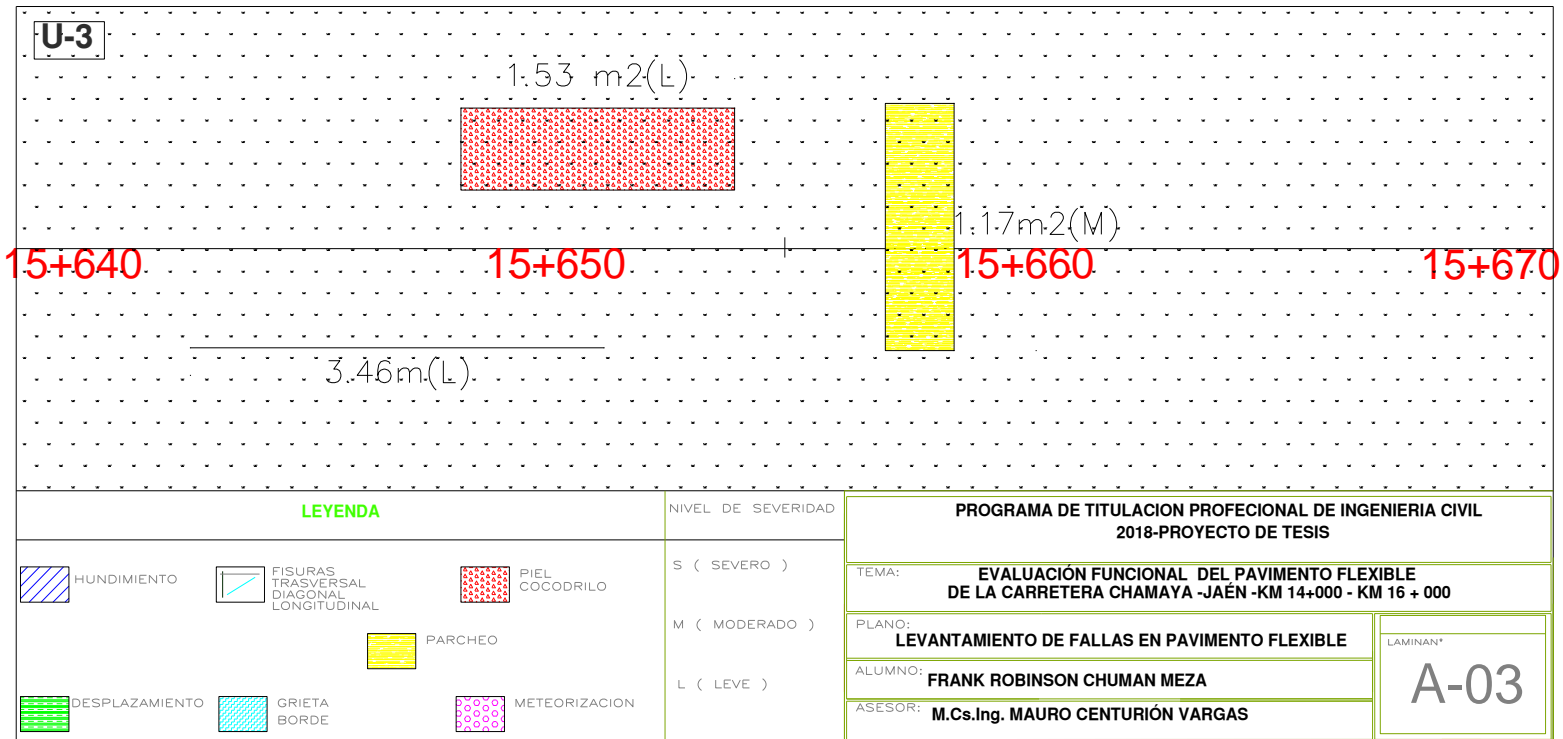
UNIDAD DE MUESTRA 01



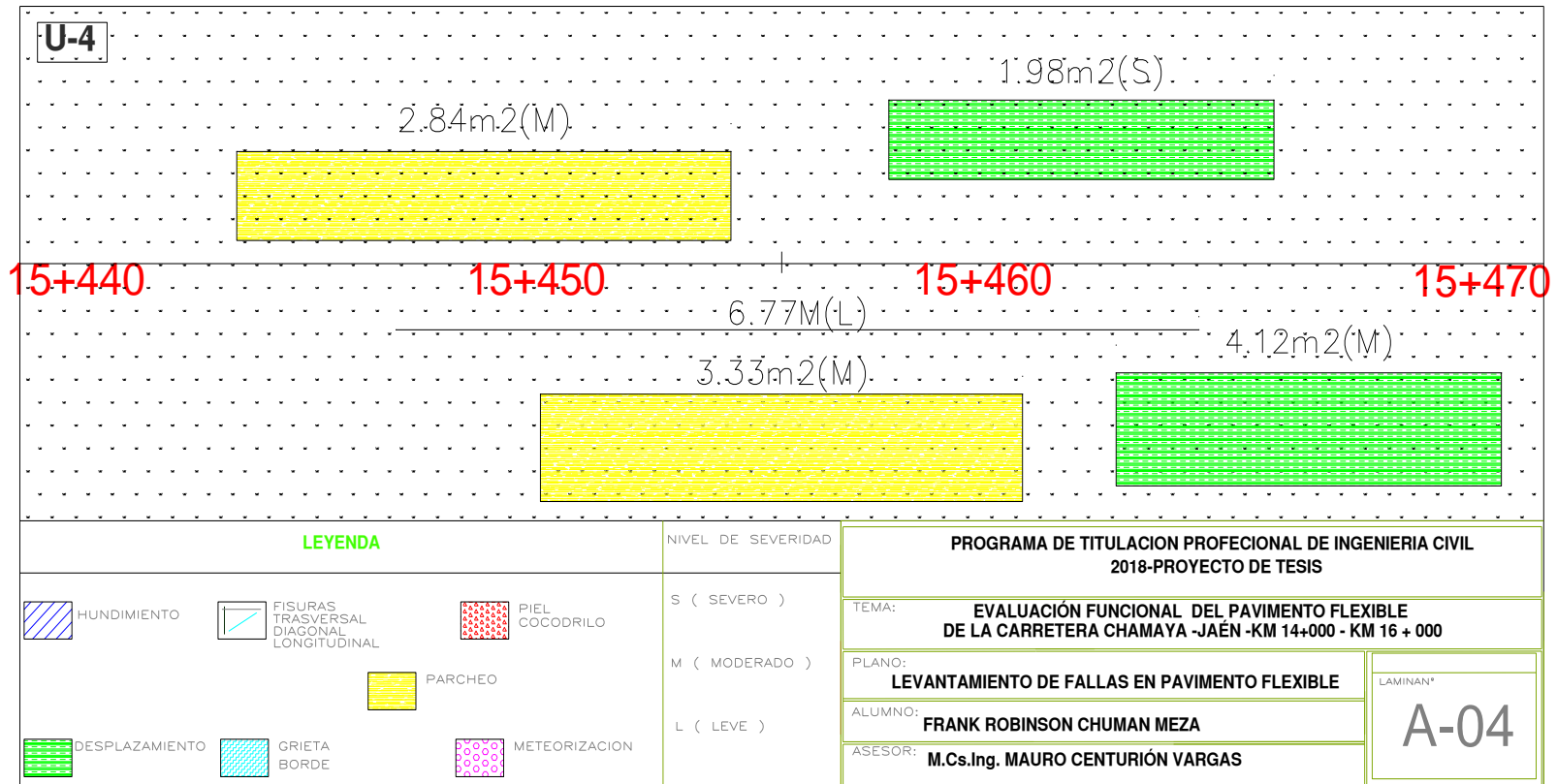
UNIDAD DE MUESTRA 02



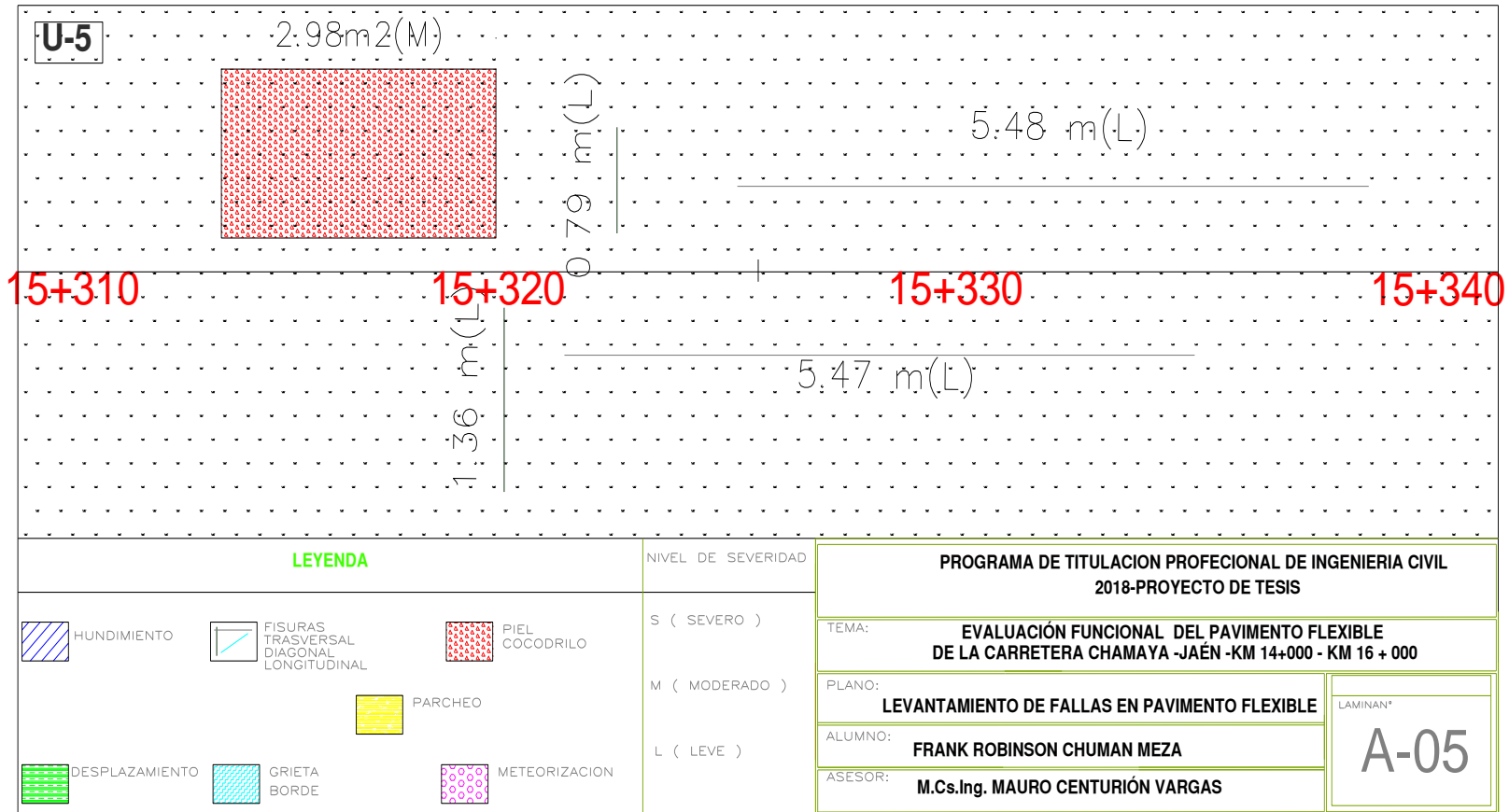
UNIDAD DE MUESTRA 03



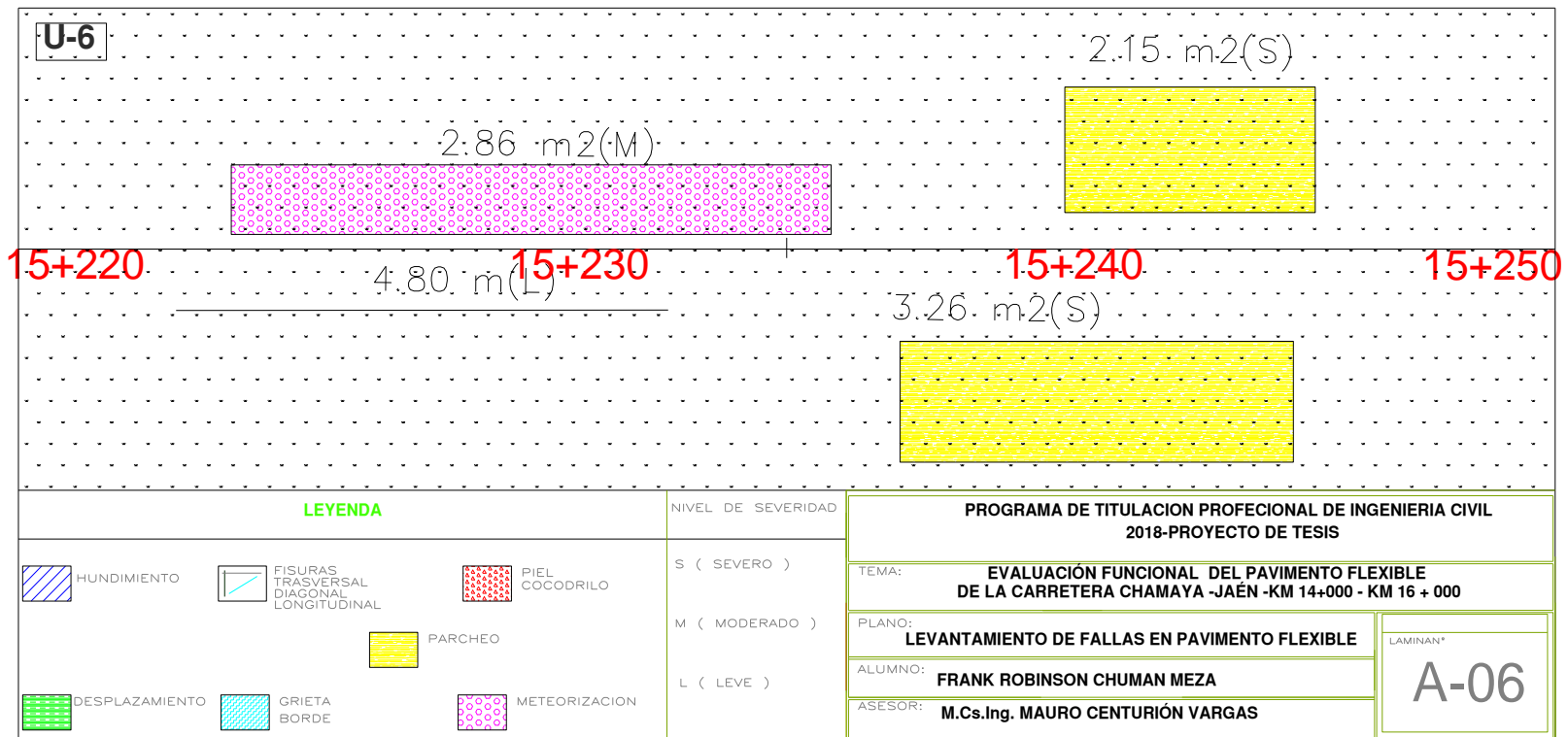
UNIDAD DE MUESTRA 04



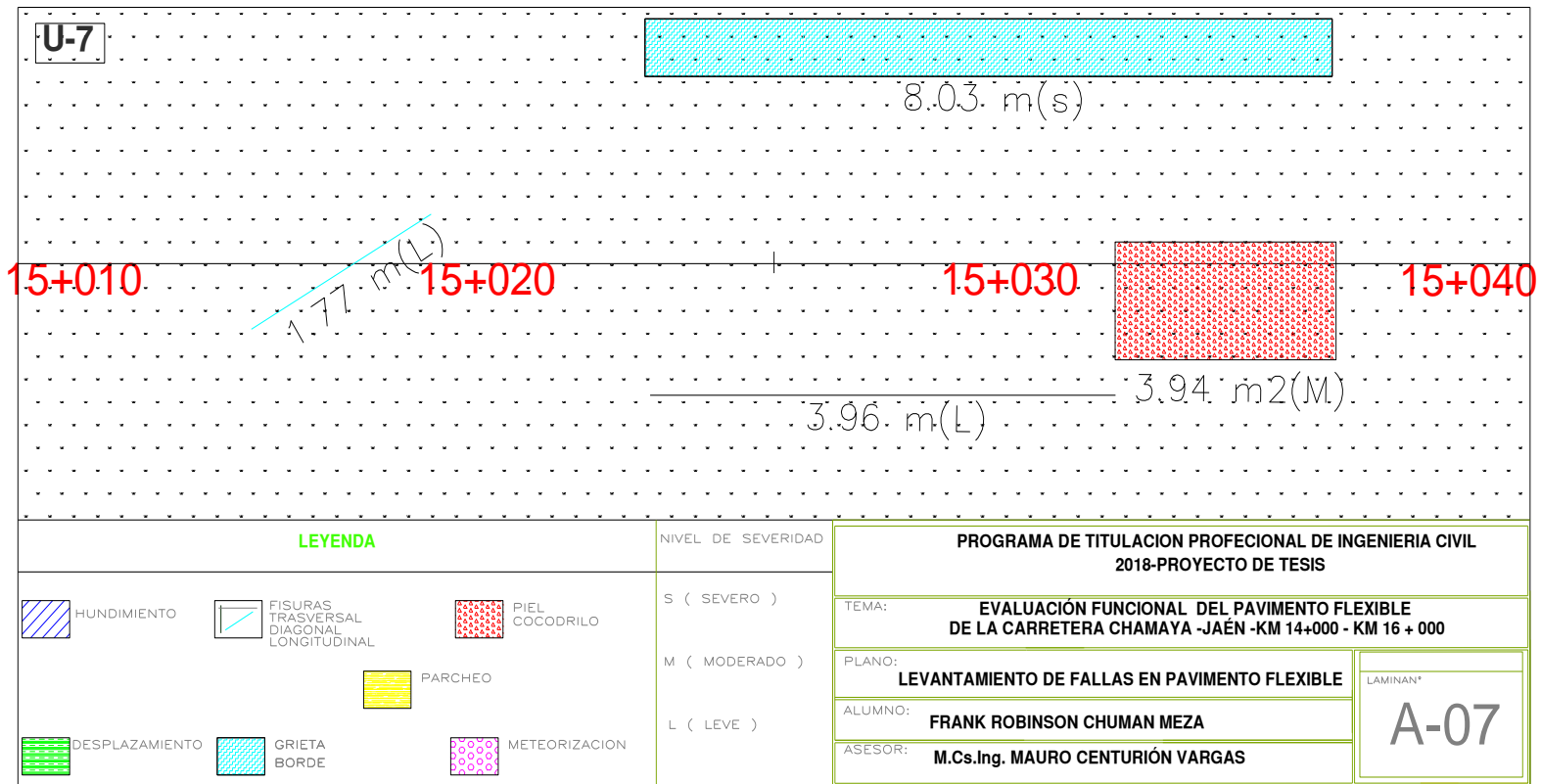
UNIDAD DE MUESTRA 5



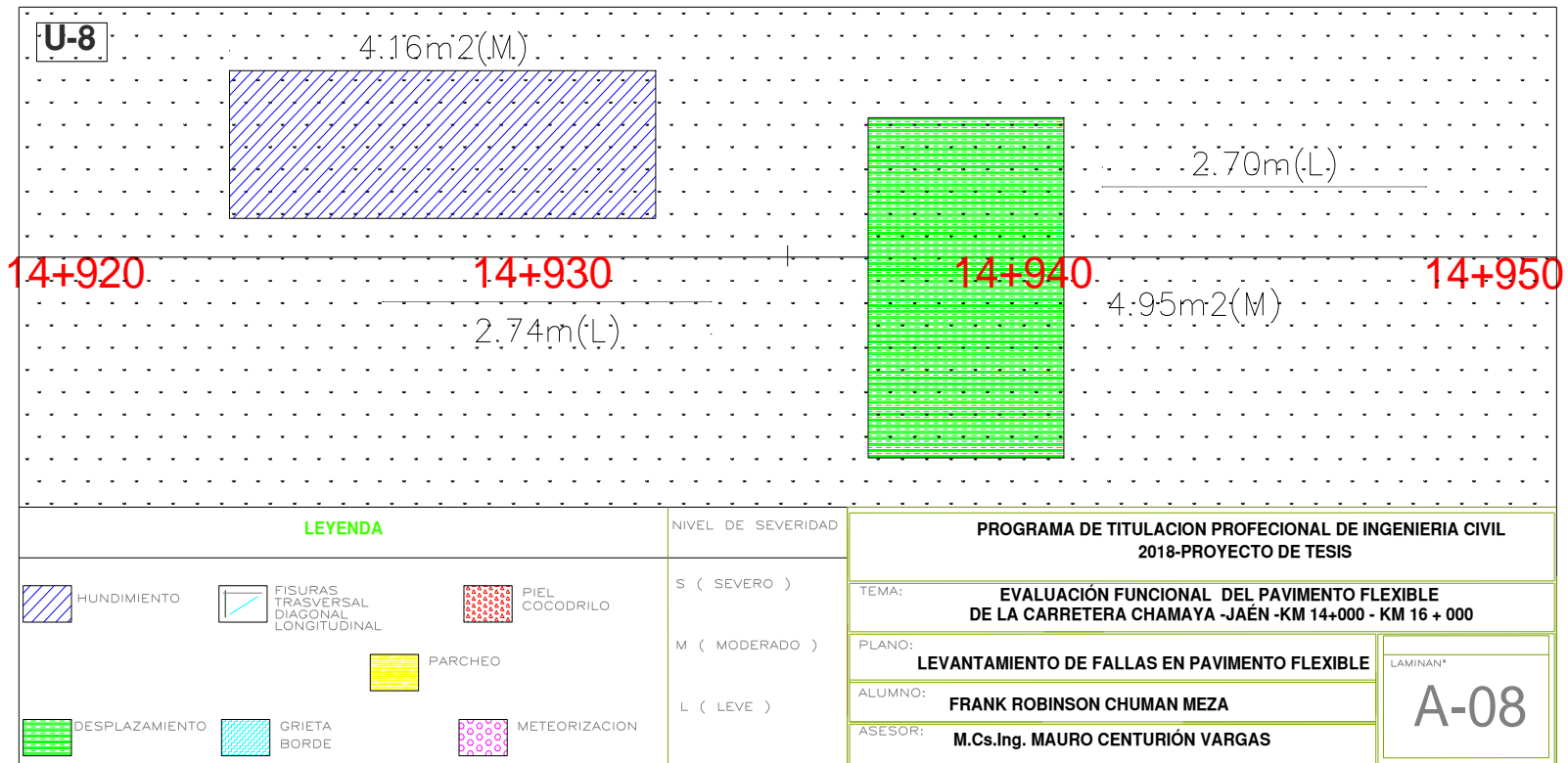
UNIDAD DE MUESTRA 06



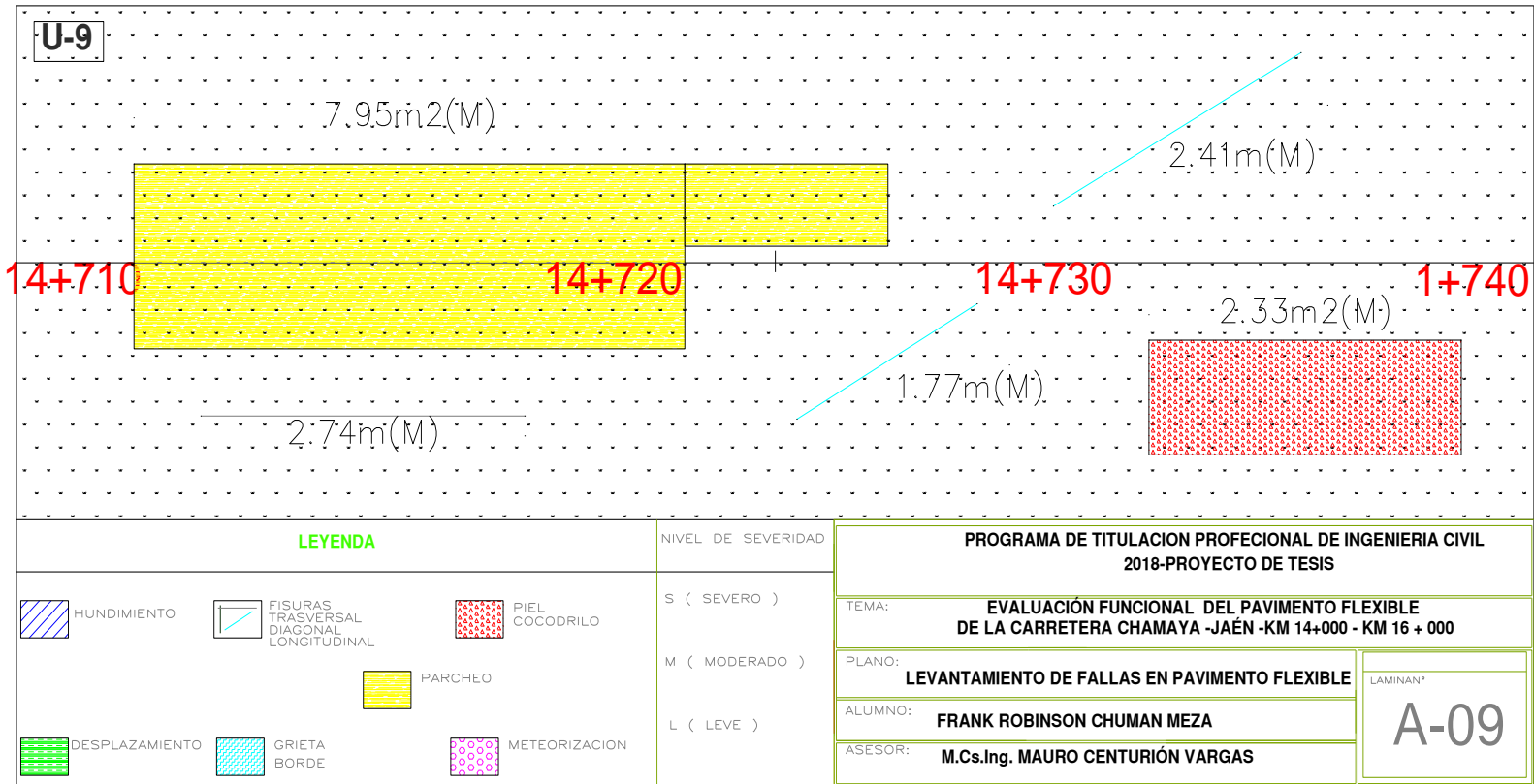
UNIDAD DE MUESTRA 07










UNIDAD DE MUESTRA 08



UNIDAD DE MUESTRA 09



LEYENDA

| | | |
|--|---|--|
|  HUNDIMIENTO |  FISURAS TRASVERSAL DIAGONAL LONGITUDINAL |  PIEL COCODRILO |
|  DESPLAZAMIENTO |  GRIETA BORDE |  PARCHEO |
| | |  METEORIZACION |

NIVEL DE SEVERIDAD

- S (SEVERO)
- M (MODERADO)
- L (LEVE)

PROGRAMA DE TITULACION PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL
2018-PROYECTO DE TESIS

TEMA: **EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
DE LA CARRETERA CHAMAYA -JAÉN -KM 14+000 - KM 16 + 000**

PLANO: **LEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE**

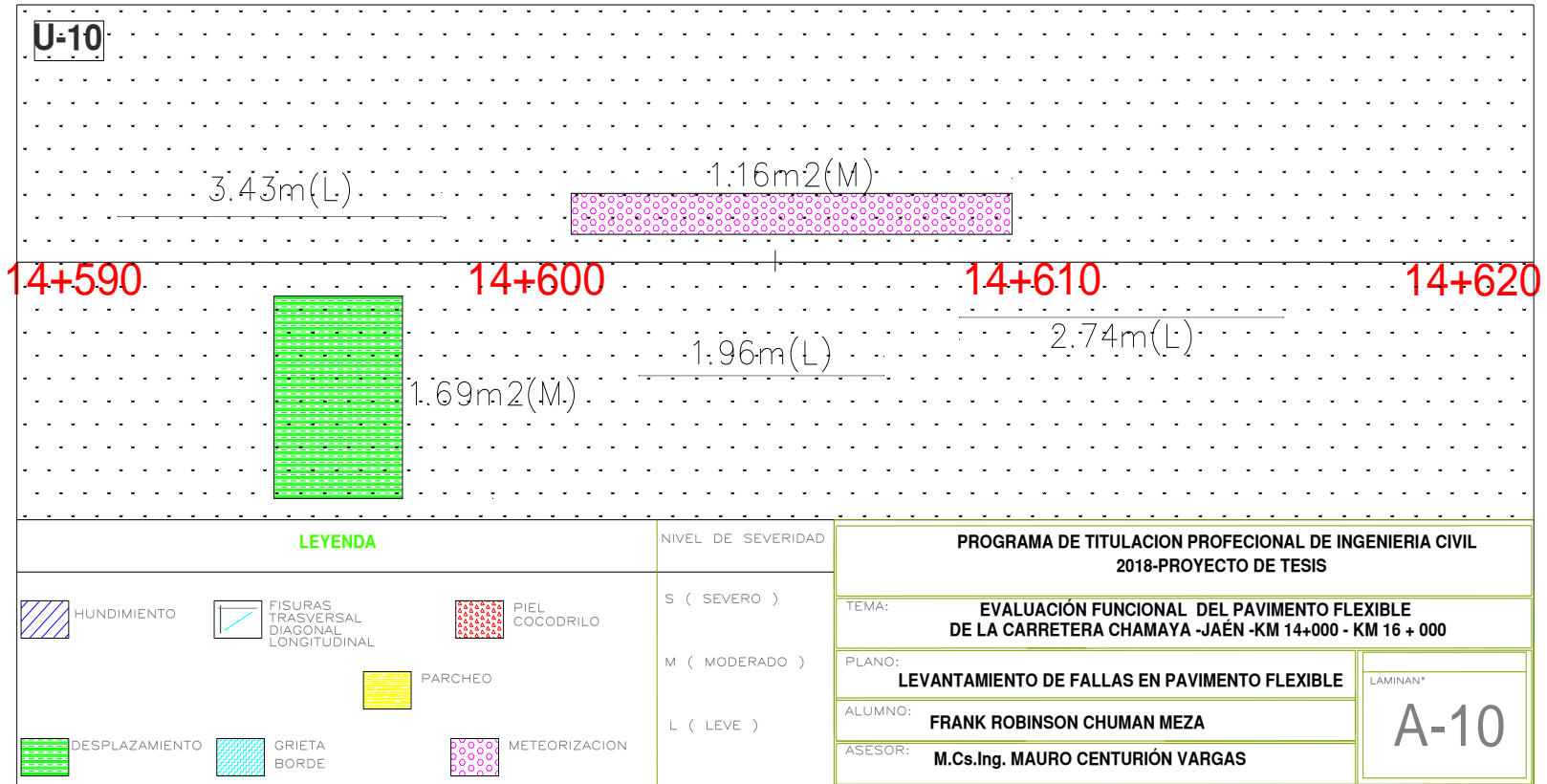
ALUMNO: **FRANK ROBINSON CHUMAN MEZA**

ASESOR: **M.Cs.Ing. MAURO CENTURIÓN VARGAS**

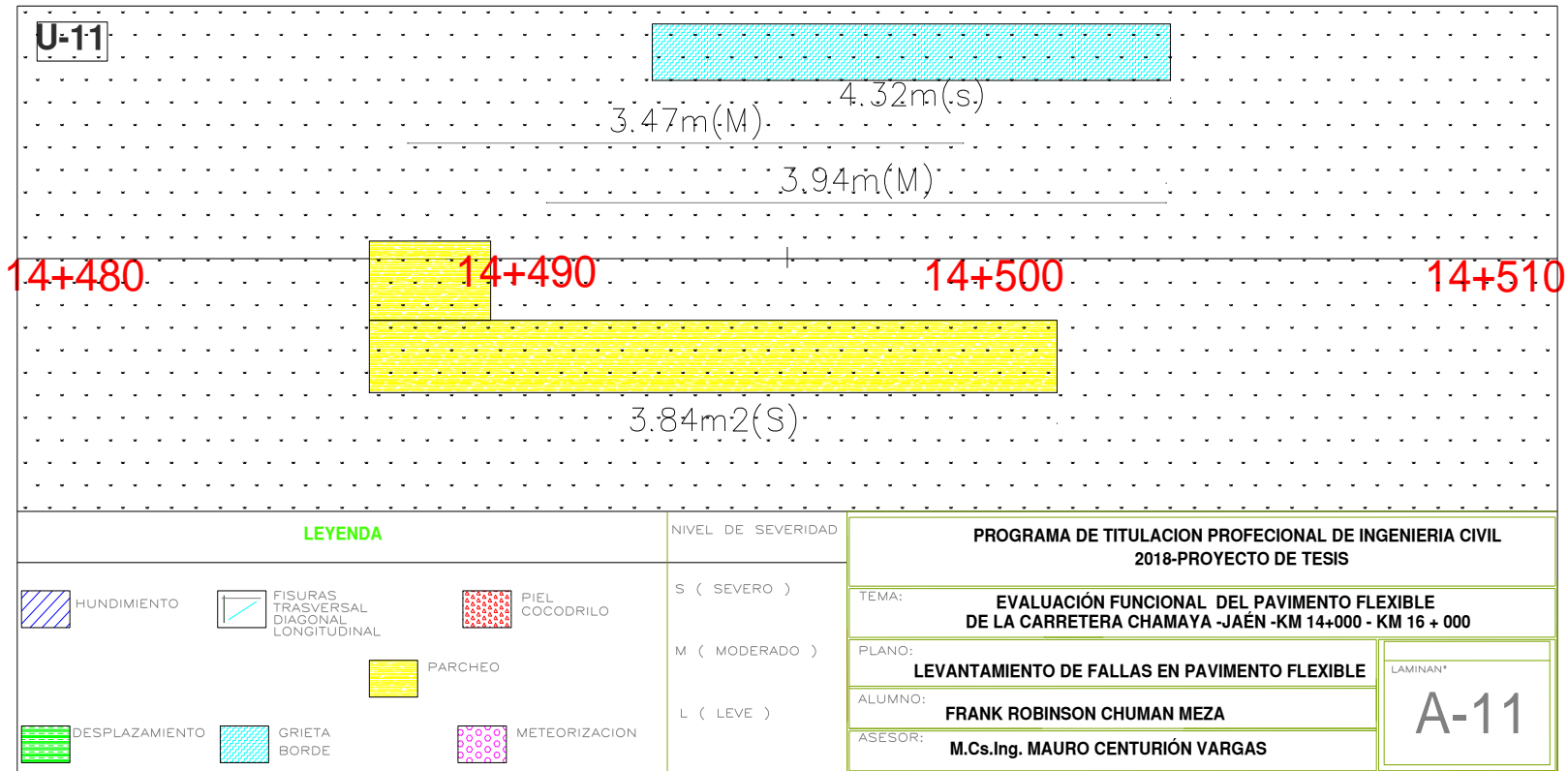
LAMINAN*

A-09

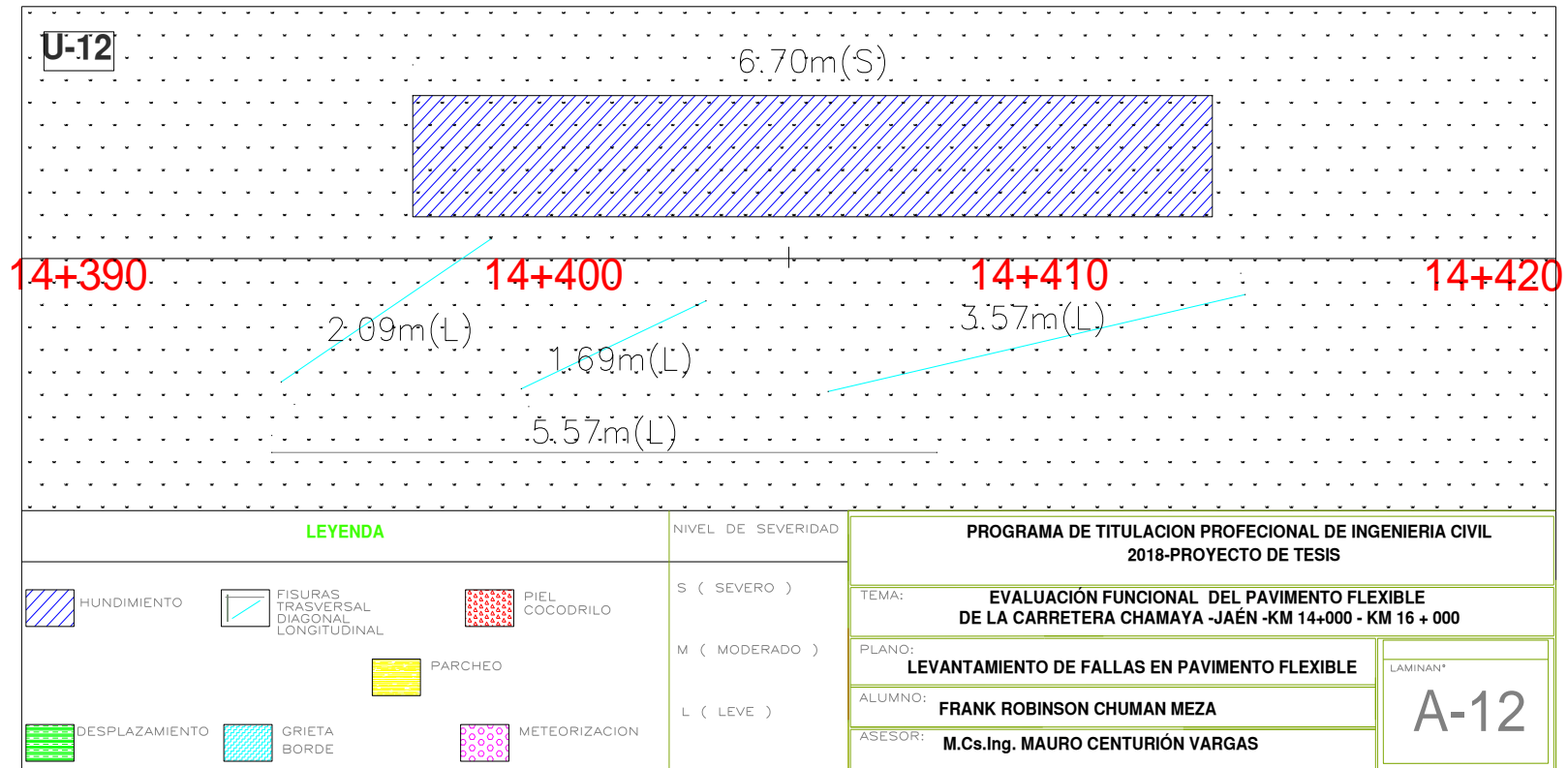
UNIDAD DE MUESTRA 10



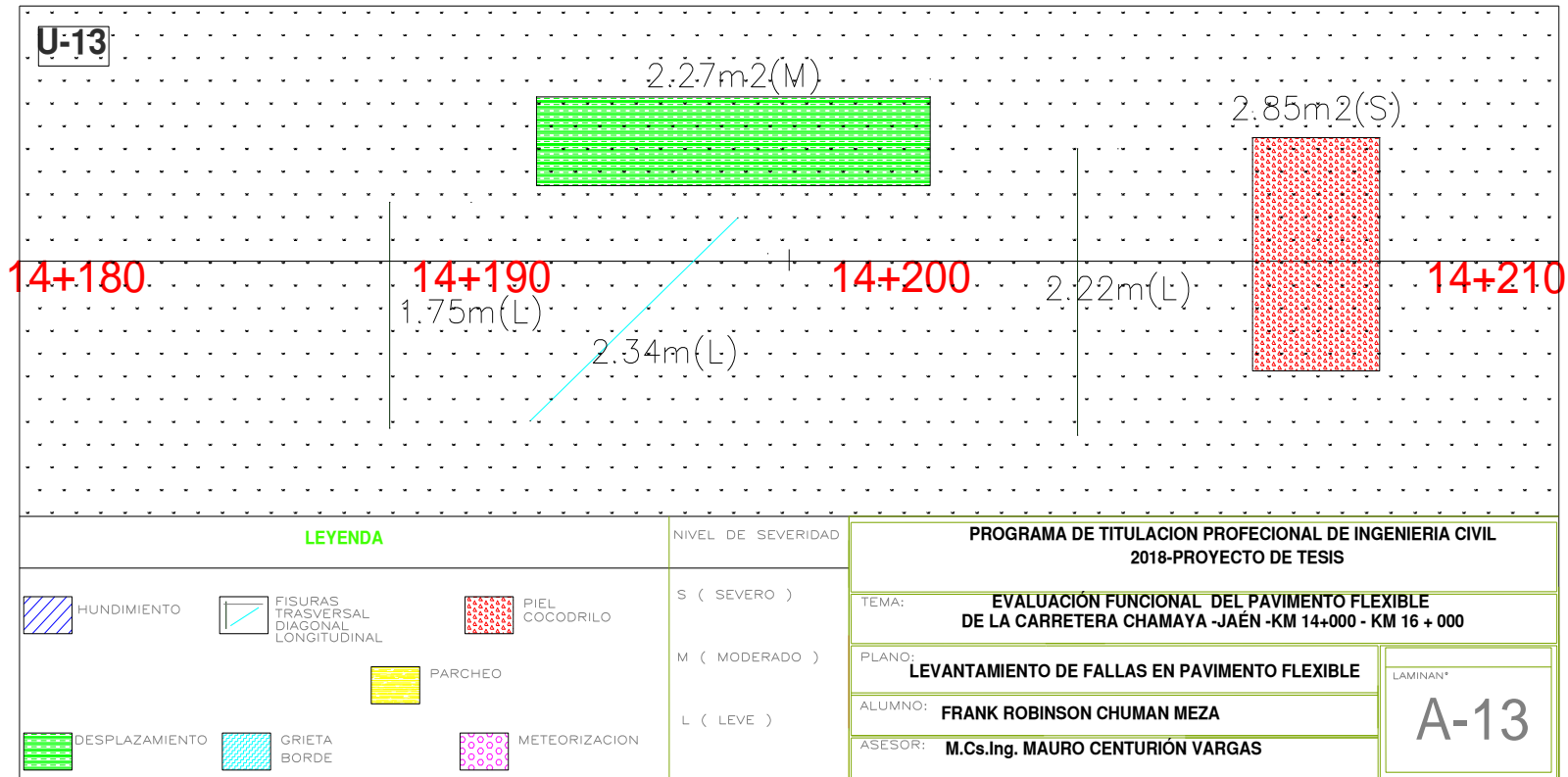
UNIDAD DE MUESTRA 11



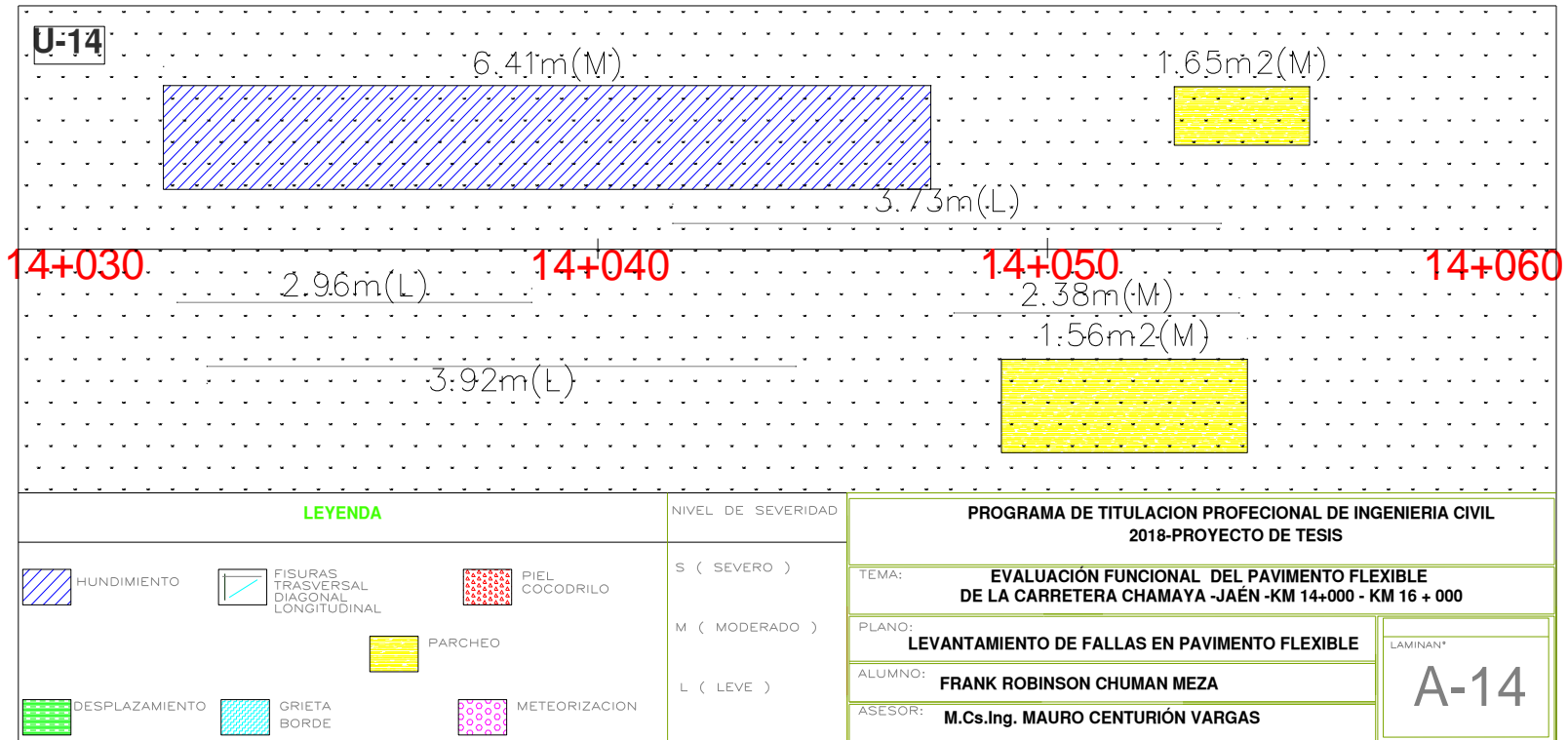
UNIDAD DE MUESTRA 12



UNIDAD DE MUESTRA 13



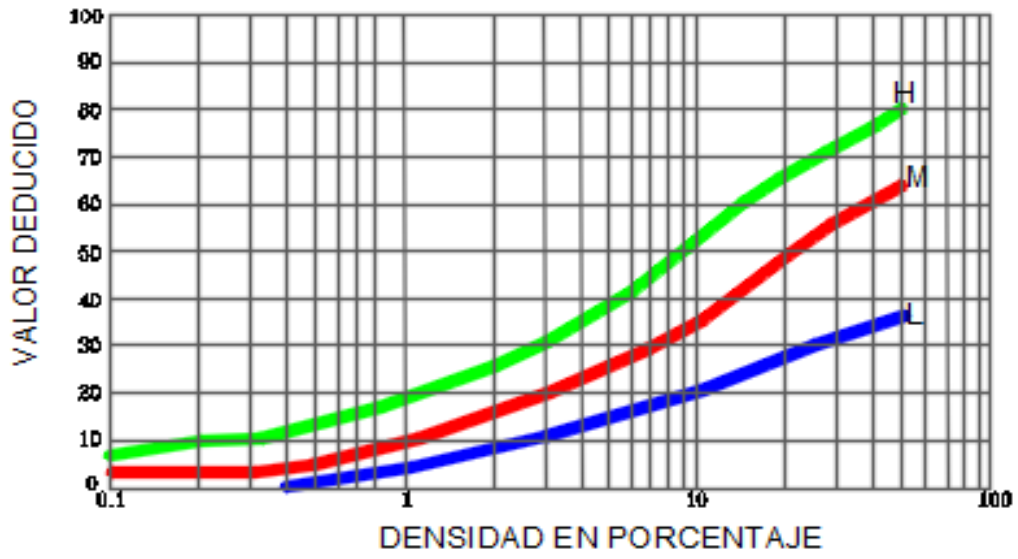
UNIDAD DE MUESTRA 14



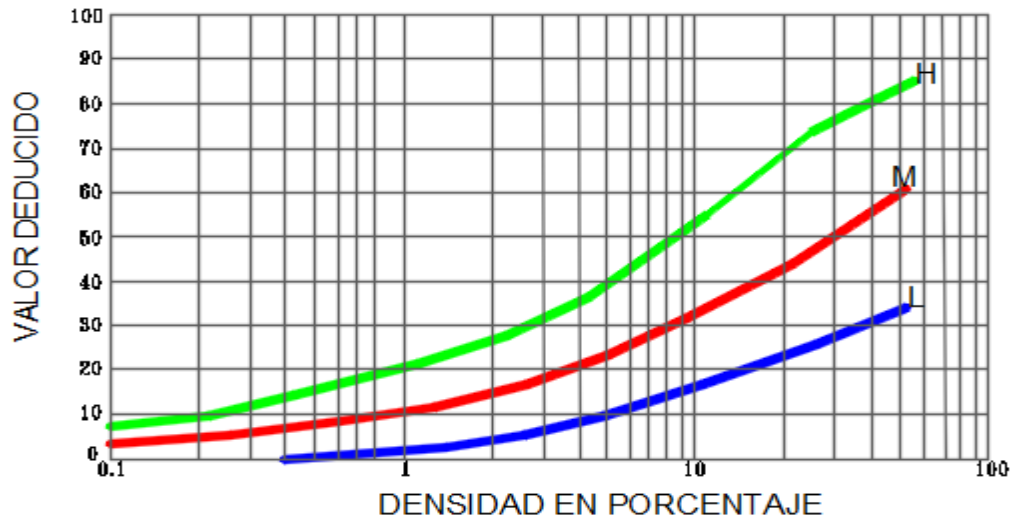
ANEXO 03

CURVAS DE PAVIMENTOS ASFALTICOS

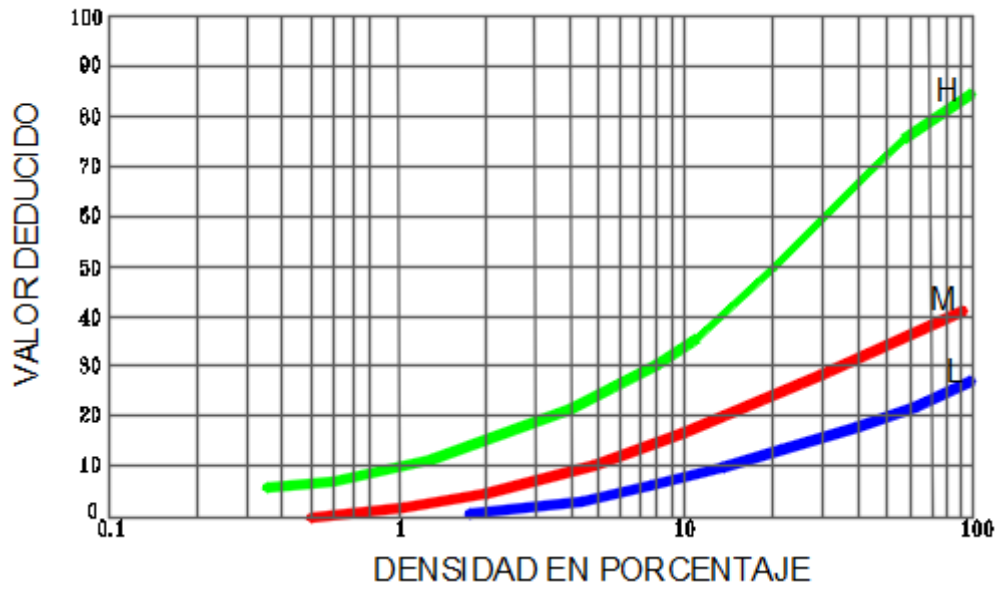
DESPLAZAMIENTO



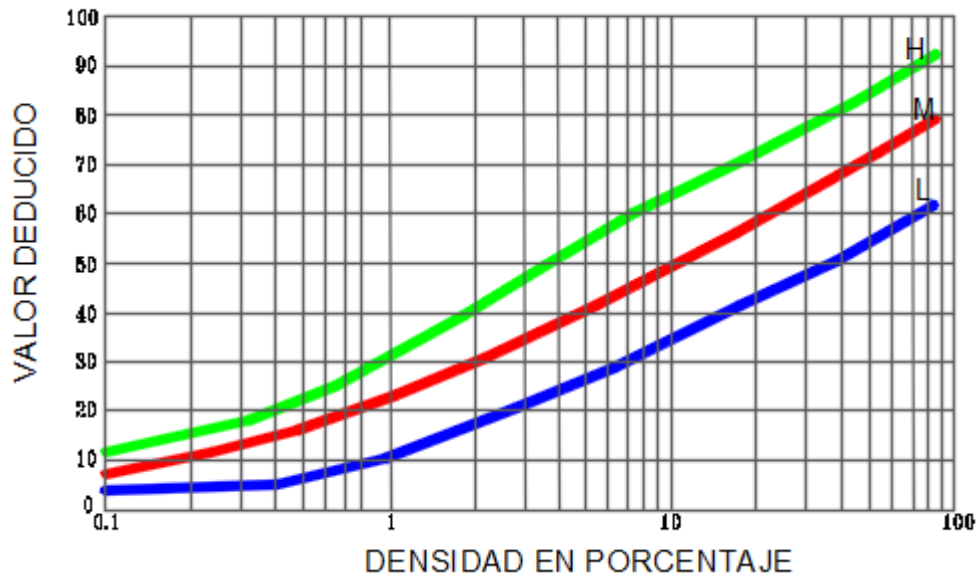
PARCHES Y CORTES UNITARIOS



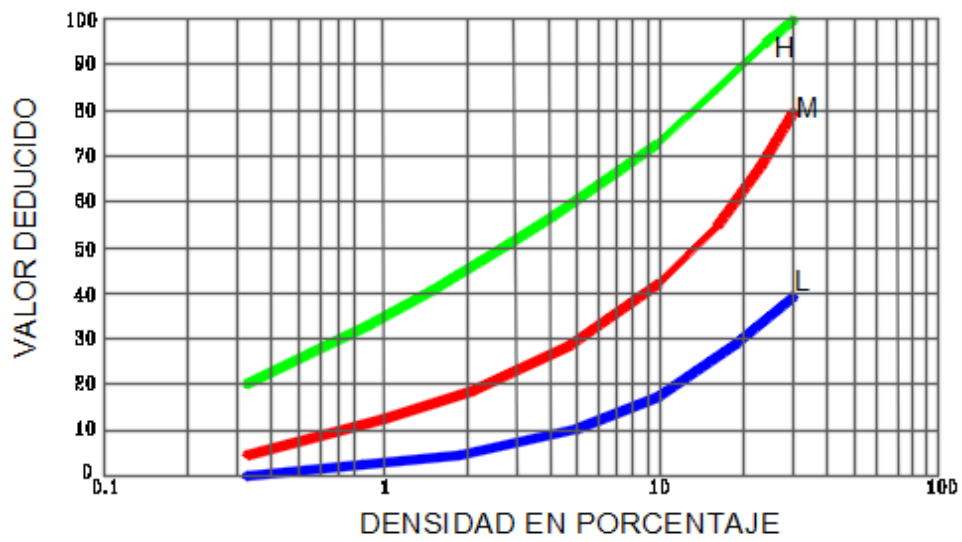
FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



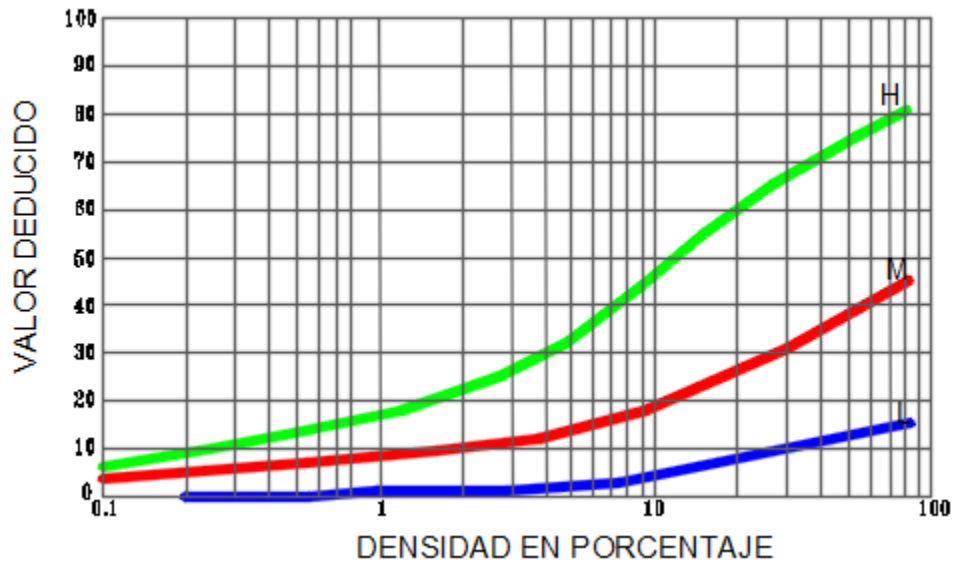
PIEL DE COCODRILO



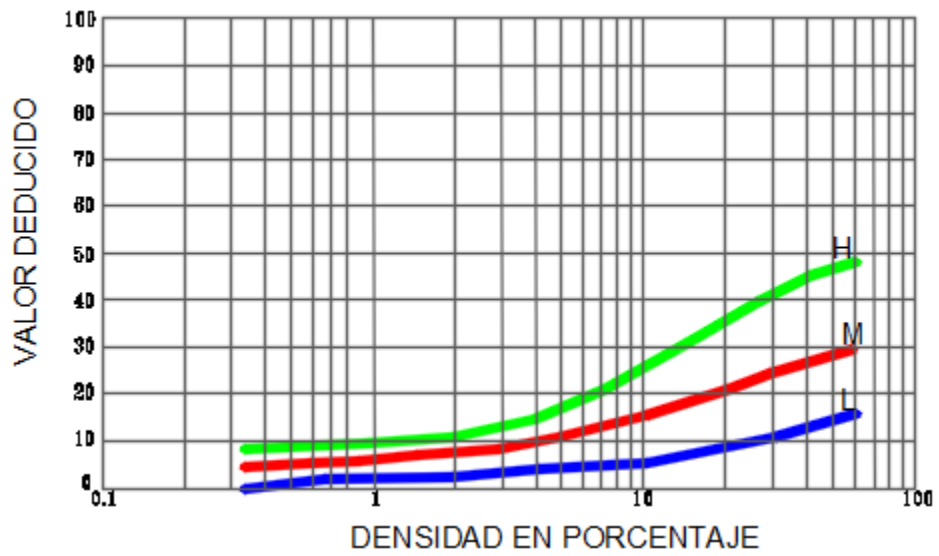
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



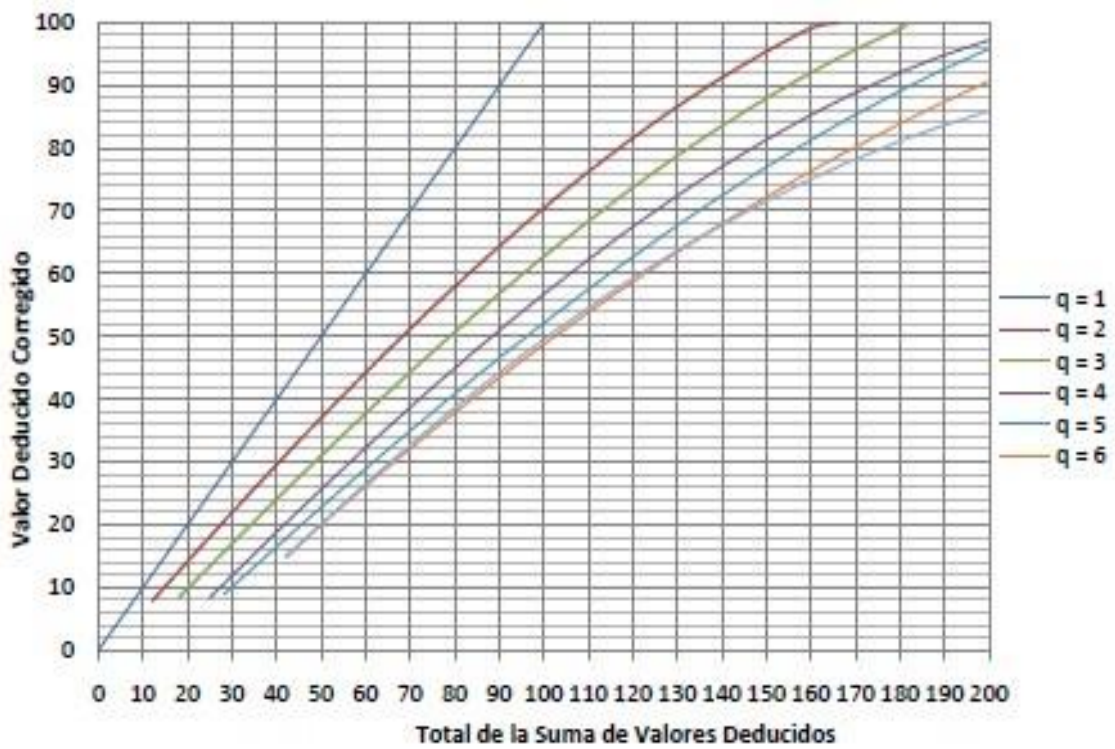
PELADURAS Y DESPRENDIMIENTO



FISURAS DE BORDE



CURVA DE VALORES DEDUCIDOS



ANEXO 04

FOTOGRAFIAS DE LAS FALLAS SUPERFICIALES

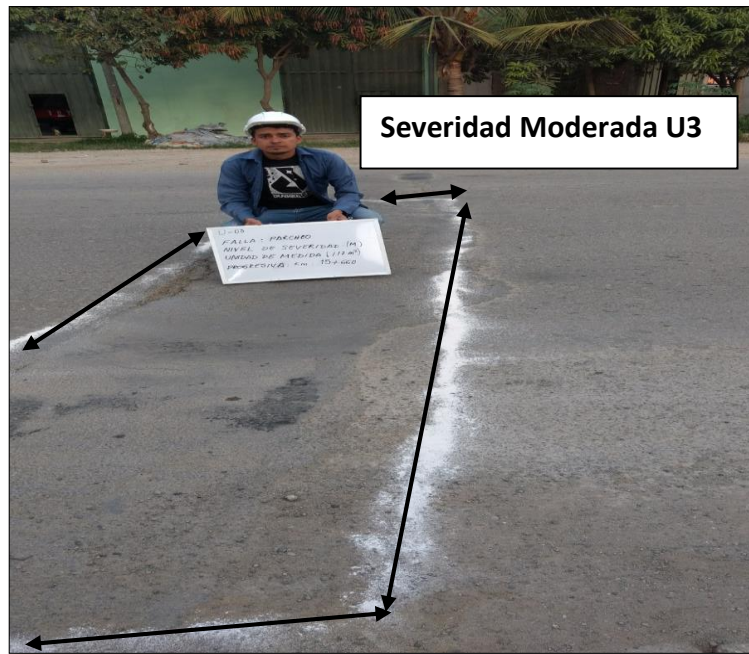
FALLA POR PARCHEO



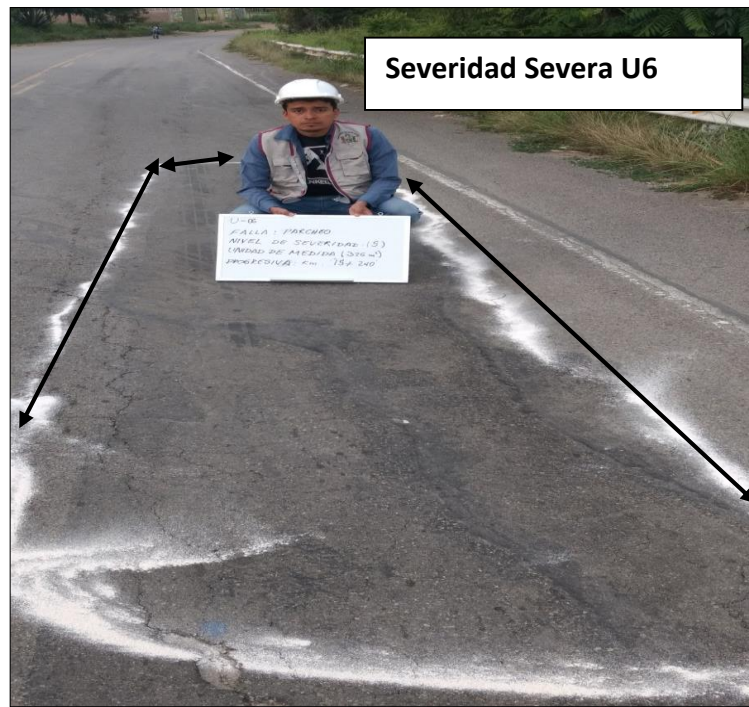
FALLA POR HUNDIMIENTO



FALLA POR PARCHEO



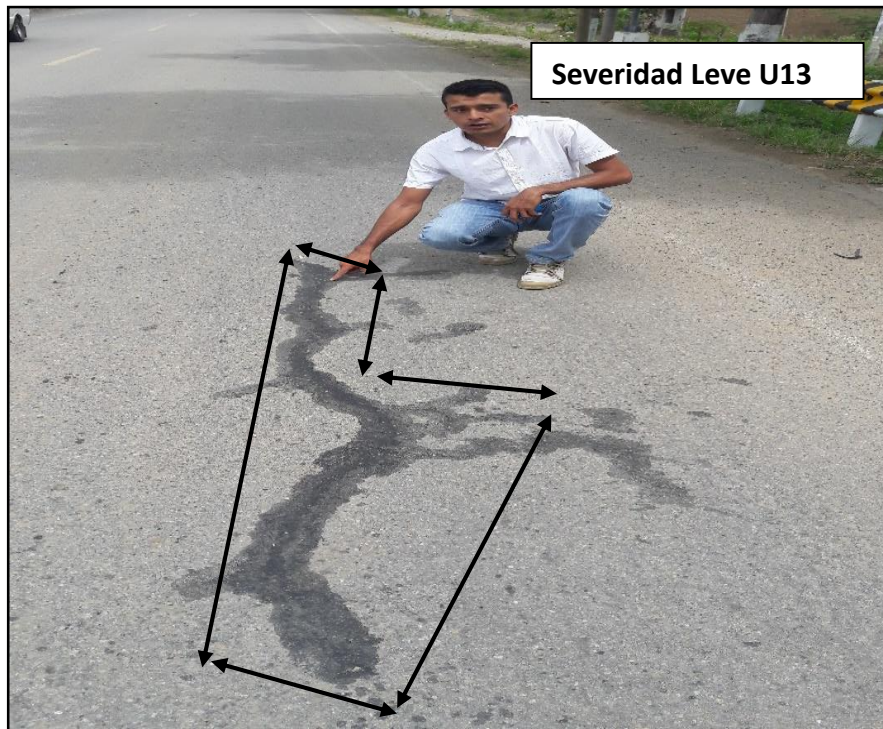
FALLA POR PARCHEO



FALLA POR PIEL DE COCODRILO



FALLA POR FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



FALLA POR METEORIZACION



FALLA POR FISURAS LONGITUDINALES



ANEXO 05

MEDICIÓN DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO

MEDIDA DE LA ALTURA TOTAL DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO (0.82 m)



MEDIDA DEL ESPESOR DE LA SUB BASE (0.50 m)



MEDIDA DE LA BASE (0.22 m)



MEDIDA DE LA CARPETA ASFALTICA (0.10 m)



ANEXO 06

ESTUDIO DE TRAFICO DE LA CARRETERA CHAMAYA-JAÉN, KM 14+000-16+000

CLASIFICACIÓN DIARIA (CIFRAS ABSOLUTAS)
 CARRETERA CHAMAYA-JAÉN, KM 14+000-KM 16+000
 PUNTO: Km 15+930

| DIA | AUTOMOVILES | CAMIONETA | BUS (B4-1) | CAMION C3 | COMBI | T3S3 | C3R3 |
|------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|
| DOMINGO | 220 | 198 | 22 | 12 | 60 | 16 | 14 |
| LUNES | 215 | 195 | 21 | 19 | 55 | 15 | 12 |
| MARTES | 190 | 192 | 20 | 18 | 45 | 13 | 11 |
| MIERCOLES | 180 | 189 | 19 | 17 | 42 | 10 | 11 |
| JUEVES | 180 | 185 | 18 | 20 | 41 | 11 | 12 |
| VIERNES | 182 | 186 | 121 | 19 | 45 | 10 | 13 |
| SABADO | 170 | 195 | 19 | 17 | 56 | 9 | 15 |
| TOTAL | 1337 | 1340 | 240 | 122 | 344 | 84 | 88 |
| IMDs | 191 | 191 | 34 | 17 | 49 | 12 | 13 |
| TOTAL | 508 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 07

**EATUDIO DE SUELOS EXTRACCIÓN DE CALICATAS DE LA CARRETERA
CHAMAYA –JAÉN, km 14+000-km 16+000**

CALICATA 01 PROGRESIVA KM 15+950



HALTURA DE CALICAT 01 H=1.50 m



CALICATA 02 PROGRESIVA KM 14+000



HALTURA DE CALICAT 02 H=1.50 m



ANEXO 08

ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

INGRESANDO LAS MUESTRAS AL HORNO DE SECADO PARA EL ENSAYO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD CON UNA TEMPERATURA 110° C , POR UN TIEMPO DE 24 HORAS .



SECADO DE LAS MUESTRAS PARA REALIZAR EL ENSAYO DEL ANALISIS GRANULOMETRICO



**PROCESO DE TAMIZADO DE LAS MUESTRAS SECAS POR LAS DIFERENTES
NUMERO DE MALLAS**



**RESULTADO DE LOS MATERIALES RETENIDOS EN LOS DIFERENTES
TAMIZES DE LA CALICATA 01, CALICAT 02**



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG



DETERMINACIÓN DEL LIMITE DE PLASTICIDAD



ENSAYO DEL PROCTOR ESTANDART



ENSAYO A LA PENETRACIÓN (CBR)



ANEXO 09

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ESTUDIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD CALICATA 01

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS | |
|--|--|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | |

| DATOS DEL PROYECTO | | | |
|--------------------|---|-------------------------|--|
| PROYECTO : | TESIS: "EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN, KM 14 + 0.00 - KM 16 + 0.00". | | |
| UBICACIÓN : | DISTRITO: DISTRITO JAEN - PROVINCIA JAEN - REGION CJAMARCA | | |
| SOLICITANTE : | FRANK ROBINSON CHUMAN MEZA | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | CLASIFICACION DEL SUELO | |
| CALICATA : | C - 2 (PROG. KM 14 + 0.00) | PROFUNDIDAD : | 1.50 m. |
| MUESTRA : | M - 1 | FECHA : | DICIEMBRE 2018. |
| | | | CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.S.T.M. D 2487 |
| | | | SP |

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

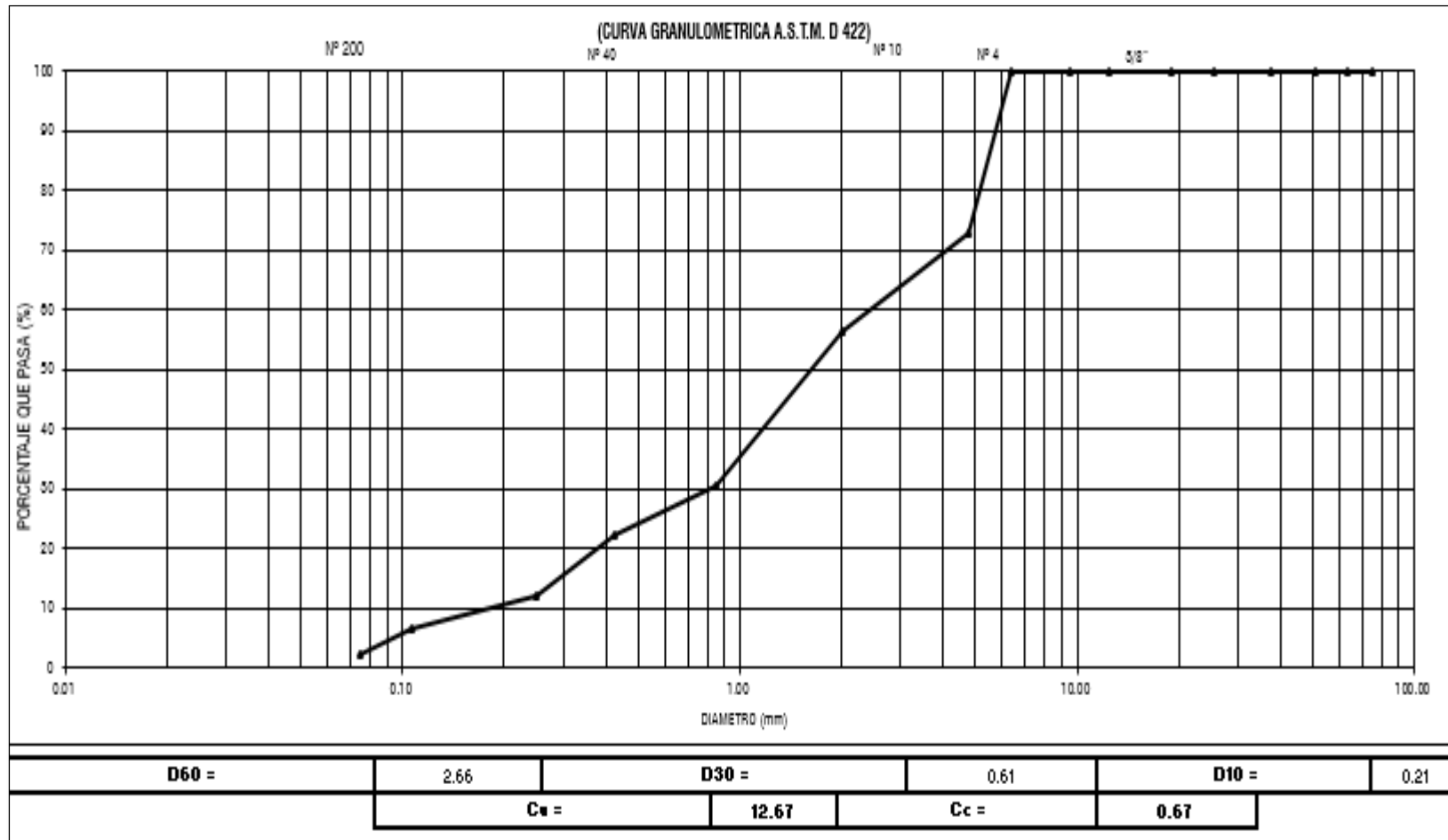
| | | | |
|------------------------|--------------|-------------|-------------|
| CALICATA : | C - 2 | | |
| MUESTRA : | M - 1 | | |
| ENSAYO : | 1 | 2 | 3 |
| W tara + M.Húmeda (gr) | 172.60 | 180.70 | 180.20 |
| W tara + M Seca (gr) | 166.40 | 174.00 | 173.80 |
| W agua (gr) | 6.20 | 6.70 | 6.40 |
| W tara (gr) | 28.00 | 27.00 | 26.00 |
| W Muestra Seca (gr) | 138.40 | 147.00 | 147.80 |
| W(%) | 4.48% | 4.56% | 4.33% |
| W (%) Promedio : | 4.46% | | |

ANALISIS GRANULOMETRICO CALICATA 01

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------|---------|---------------|-----------------|------------|---------------------------------------|----------|--------|--|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | | | | | | | | | | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROYECTO | | | | | | | | | | |
| PROYECTO : | TESIS: "EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN, KM 14 + 0.00 - KM 16 + 0.00". | | | | | | | | | |
| UBICACION : | DISTRITO: DISTRITO JAEN - PROVINCIA JAEN - REGION CAJAMARCA | | | | | | | | | |
| SOLICITANTE : | FRANK ROBINSON CHUMAN MEZA | | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | | |
| CALICATA : | C - 1 (PROG. KM 15 + 950.00) | | | PROFUNDIDAD : | 1.50m. | | CLASIFICACION DEL SUELO | | SP | |
| MUESTRA : | M - 1 | | | FECHA : | DICIEMBRE 2018. | | NORMA A.S.T.M. D 2487 | | | |
| STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422 | | | | | | | | | | |
| METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO | | | | | | | | | | |
| FRACCION GRUESA | TAMIZ | | P.RET | P.RET | PORCENTAJE | PORCENTAJE | MUESTRA TOTAL HUMEDA | | | |
| | N° | ABERTURA(mm) | PARCIAL | ACUMULADO | RET. ACUMULADO | QUE PASA | TEMPERATURA DE SECADO | AMBIENTE | 110° C | |
| | 3" | 75.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr) | | 1108.3 | |
| | 2 1/2" | 63.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr) | | 804.6 | |
| | 2" | 50.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr) | | 303.7 | |
| | 1 1/2" | 37.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | MUESTRA TOTAL SECA | | | |
| | 1" | 25.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr) | | 726.0 | |
| | 3/4" | 19.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr) | | 274.0 | |
| | 1/2" | 12.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | ANALISIS FRACCION GRUESA | | | |
| | 3/8" | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | TOTAL | W G = | 274.00 | |
| FRACCION FINA | 1/4" | 6.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | ANALISIS FRACCION FINA | | | |
| | N°4 | 4.75 | 274.00 | 274.00 | 27.40 | 72.60 | CORRECCION CUARTEO : | S/WG | 1.00 | |
| | N° 10 | 2.00 | 161.00 | 435.00 | 43.50 | 56.50 | PESO PORCION SECA : | | S = | |
| | N° 20 | 0.85 | 259.00 | 694.00 | 69.40 | 30.60 | | | 726.0 | |
| | N° 40 | 0.43 | 84.00 | 778.00 | 77.80 | 22.20 | | | | |
| | N° 60 | 0.25 | 100.00 | 878.00 | 87.80 | 12.20 | | | | |
| | N° 140 | 0.11 | 58.00 | 936.00 | 93.60 | 6.40 | | | | |
| | N° 200 | 0.08 | 41.00 | 977.00 | 97.70 | 2.30 | | | | |
| CAZOLETA | -- | 23.00 | 1000.0 | | | | | | | |
| TOTAL | | | 1000.0 | | | | | | | |

La muestra en estudio ha sido clasificada según la norma (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), describe como un suelo SP, mezclada con apreciable proporción de grava T. M.1" (27.4 %)

CURVA GRANULOMETRICA DE LA CALICATA 01



RESULTADOS DE LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD, CALICATA 01

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS | |
|--|--|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | |

| DATOS DEL PROYECTO | | | |
|--------------------|---|-------------------------|-----------------|
| PROYECTO : | TESIS: "EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN, KM 14 + 0.00 - KM 16 + 0.00". | | |
| UBICACIÓN : | DISTRITO: DISTRITO JAEN - PROVINCIA JAEN - REGION CAJAMARCA | | |
| SOLICITANTE : | FRANK ROBINSON CHUMAN MEZA | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | CLASIFICACION DEL SUELO | |
| CALICATA : | C - 1 (PROG. KM 15 + 950.00) | PROFUNDIDAD : | 1.50 m. |
| MUESTRA : | M - 1 | FECHA : | DICIEMBRE 2018. |
| | | CLASIFICACION DEL SUELO | SP |
| | | NORMA A.S.T.M. D 2487 | |

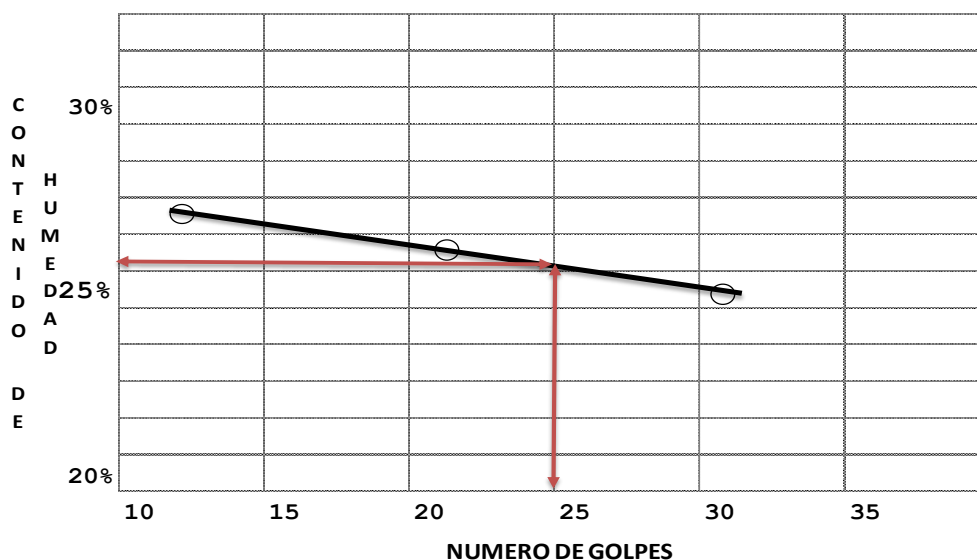
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

| LIMITE LIQUIDO | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|
| TARA N° | 103 | 106 | 111 |
| Wt+ M.Húmeda (gr) | 36.10 | 38.00 | 36.50 |
| Wt+ M. Seca (gr) | 34.40 | 35.60 | 34.60 |
| W agua (gr) | 1.70 | 2.40 | 1.90 |
| W tara (gr) | 28.30 | 26.50 | 27.20 |
| W M.Seca (gr) | 6.10 | 9.10 | 7.40 |
| W(%) | 27.87% | 26.37% | 25.68% |
| N.GOLPES | 13 | 22 | 31 |

| TEMPERATURA DE SECADO | |
|------------------------|--------|
| PREPARACION DE MUESTRA | |
| 60°C | 110° C |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | |
| 60°C | 110° C |
| AGUA USADA | |
| DESTILADA | |
| POTABLE | |
| OTRA | |

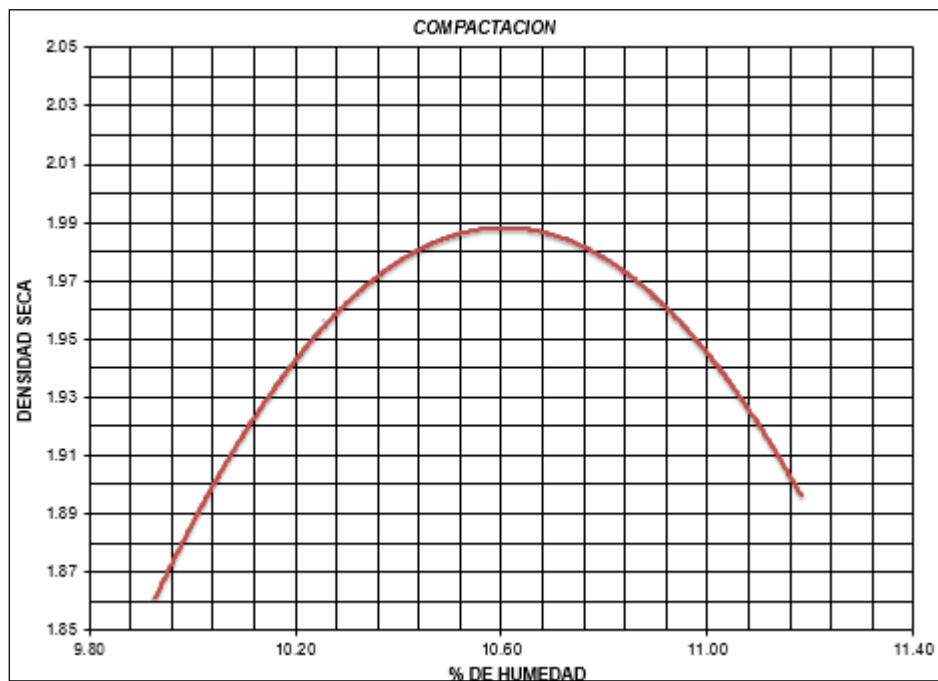
| LIMITE PLÁSTICO | | | |
|-------------------|--------|--------|----------|
| TARA N° | 7 | 2 | Promedio |
| Wt+ M.Húmeda (gr) | 28.30 | 28.70 | |
| Wt+ M. Seca (gr) | 28.00 | 28.40 | |
| W agua (gr) | 0.30 | 0.30 | |
| W tara (gr) | 25.70 | 26.90 | |
| W M.Seca (gr) | 2.30 | 1.50 | |
| W(%) | 13.04% | 20.00% | 16.52% |

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | 26 |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | 17 |
| ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%) | 9 |



RESULTADOS DEL PROCTOR ESTANDAR, CALICATA 01

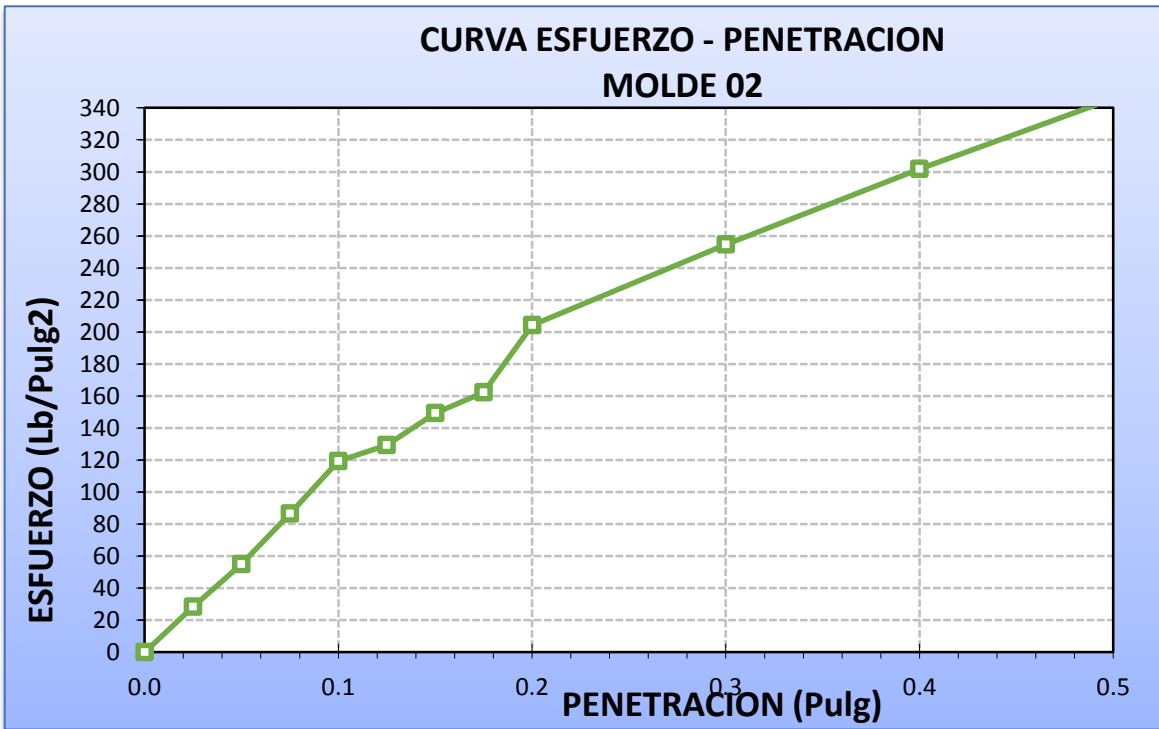
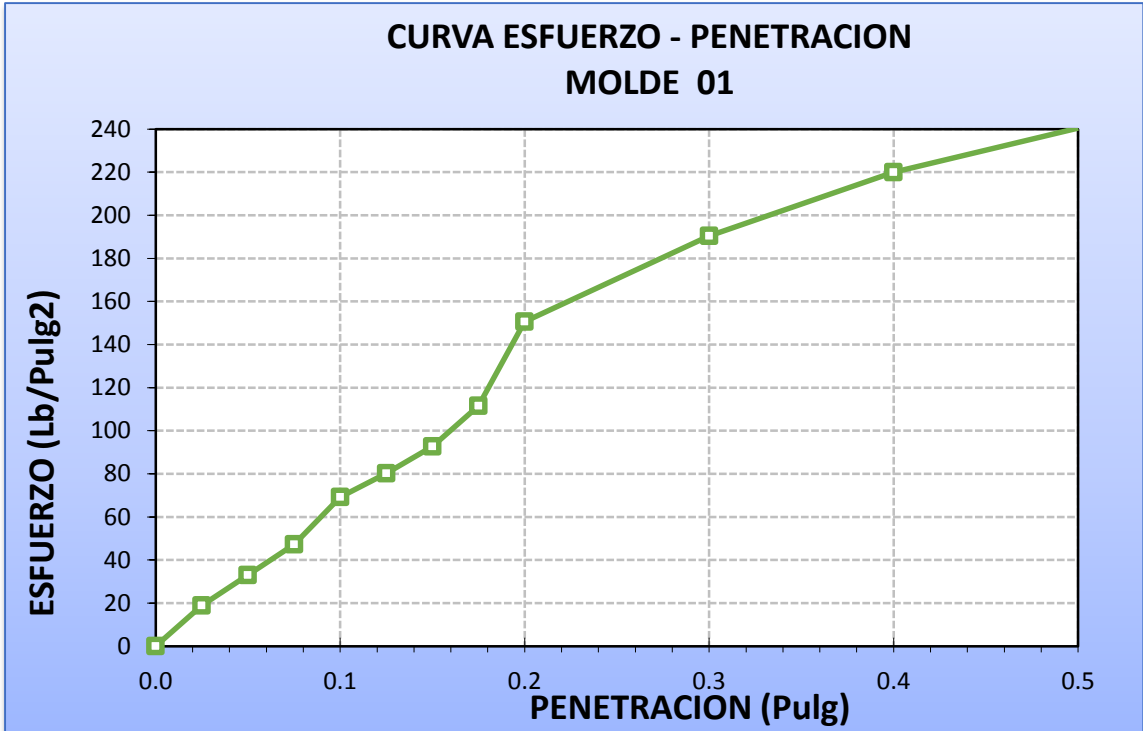
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | | | | | | | | |
|--|---|-------|---|-------|------------------------|-------|--------------|-------|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | | | | | | | | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | | | | | | | | |
| ENSAYO: PROCTOR ESTÁNDAR | | | | | | | | |
| C-01 | | | | | | | | |
| Dimensiones del Molde | Diametro: 10.16 | | Altura: 11.64 | | Volumen: 943.69 | | | |
| | Sobrecarga: 10 Lbs. | | Tipo de Material Ensayado: "A - 2 - 4" | | | | | |
| A. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MUESTRA N° | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| PESO DE TARA (grs) | 21.30 | 21.20 | 21.20 | 20.90 | 21.00 | 20.90 | 21.00 | 20.90 |
| PESO DEL TARA+MUESTRA HÚMEDA | 67.00 | 67.70 | 65.20 | 58.60 | 66.00 | 55.70 | 68.00 | 67.80 |
| PESO DEL TARA+ MUESTRA SECA (grs) | 62.30 | 64.10 | 61.70 | 54.60 | 61.30 | 52.50 | 62.30 | 64.10 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 4.70 | 3.60 | 3.50 | 4.00 | 4.70 | 3.20 | 5.70 | 3.70 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 41.0 | 42.9 | 40.5 | 33.7 | 40.3 | 31.6 | 41.3 | 43.2 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 11.46 | 8.39 | 8.64 | 11.87 | 11.66 | 10.13 | 13.80 | 8.56 |
| % PROMEDIO | 9.93 | | 10.26 | | 10.89 | | 11.18 | |
| B. DETERMINACION DE LA DENSIDAD | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 9.93 | | 10.26 | | 10.89 | | 11.18 | |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6045 | | 6150 | | 6170 | | 6105 | |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4115 | | 4115 | | 4115 | | 4115 | |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1930 | | 2035 | | 2055 | | 1990 | |
| DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³) | 2.045 | | 2.156 | | 2.178 | | 2.109 | |
| DENSIDAD SECA (grs/cm ³) | 1.860 | | 1.956 | | 1.964 | | 1.897 | |
| | Densidad Máxima (grs/cm³) | | | | | | 1.989 | |
| | Humedad Optima% | | | | | | 10.61 | |

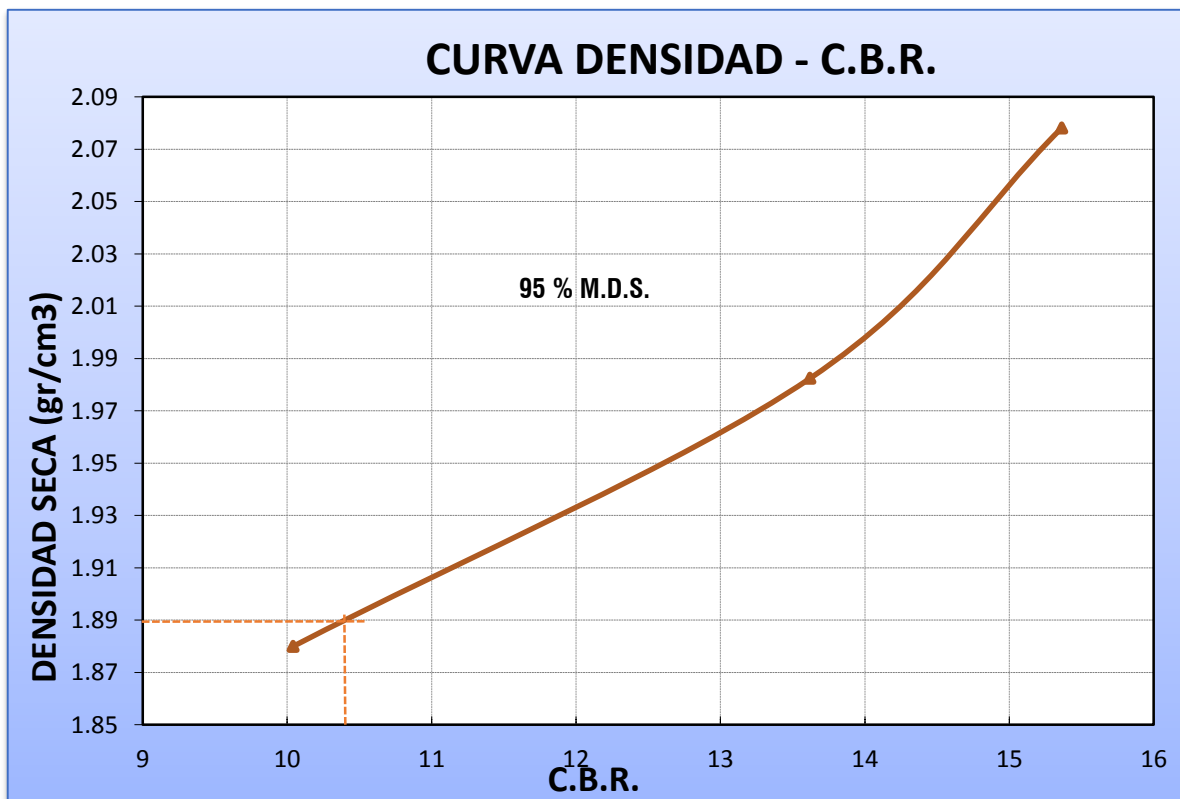
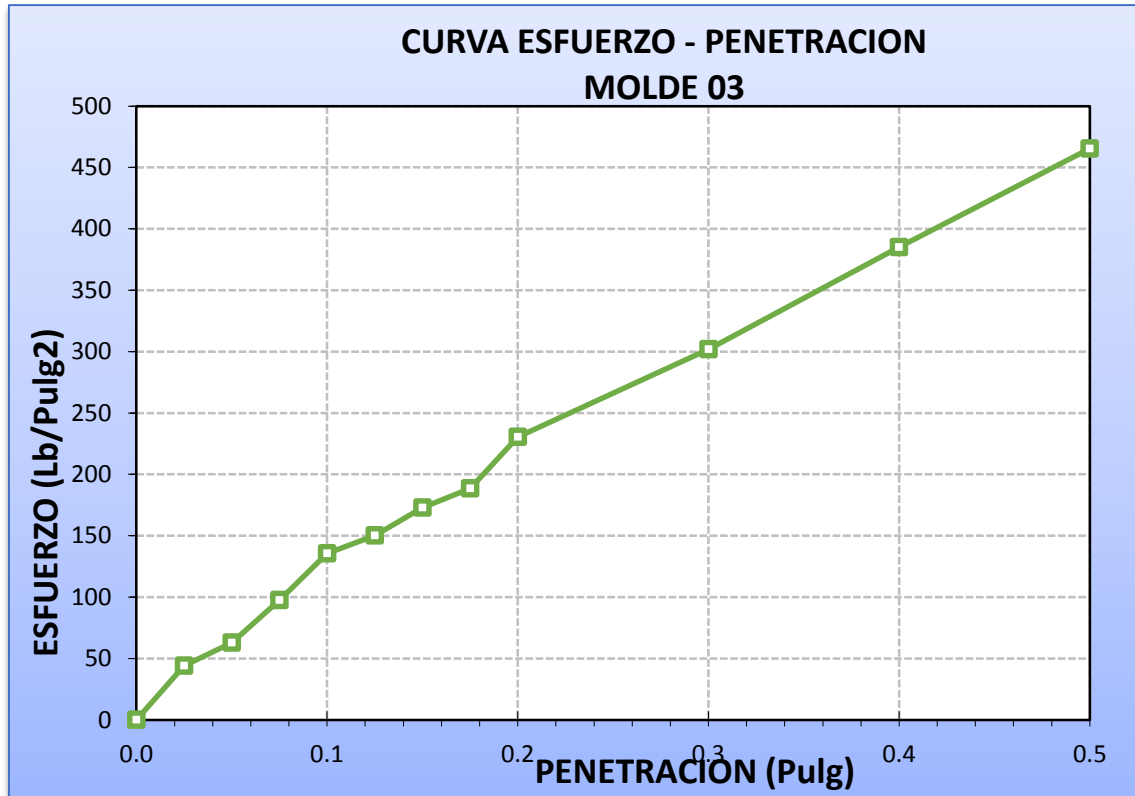


RESULTADOS ENSAYO DEL CBR, CALICATA 01

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | | | | | | | |
|--|---------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|--|-------------------------|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | | | | | | | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | | | | | | | |
| METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE (C.B.R.) | | | | | | | |
| A.S.T.M. D 1883 | | | | | | | |
| UBICACIÓN : CARRETERA CHAMAYA - JAEN , KM 14+000-KM16+000 | | | | CLASIFICACION AASHTO: A-2-4 | | | |
| FECHA : DICIEMBRE 2018 | | | | CLASIFICACION SUCS: SP | | | |
| CALICATA N°01 | | | | | | | |
| NUMERO MOLDE | | 01 | | 02 | | 03 | |
| N° Capas | | 5 | | 5 | | 5 | |
| N°Golpes x Capa | | 13 | | 27 | | 56 | |
| COMPACTACION C B R | | | | | | | |
| P. Húmedo + Molde (gr) | | 11480.00 | | 11735.00 | | 11955.00 | |
| Peso Molde (gr) | | 7170.00 | | 7170.00 | | 7170.00 | |
| Peso Húmedo (gr) | | 4310.00 | | 4565.00 | | 4785.00 | |
| Volumen del Molde (cm3) | | 2087.00 | | 2087.00 | | 2087.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm3) | | 2.07 | | 2.19 | | 2.29 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| Número de Ensayo | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| P.Húmedo + Tara (gr) | | 140.10 | 135.20 | 134.20 | 129.60 | 124.50 | 125.30 |
| Peso Seco + Tara (gr) | | 129.70 | 125.30 | 124.05 | 120.10 | 115.20 | 116.30 |
| Peso Agua (gr) | | 10.40 | 9.90 | 10.15 | 9.50 | 9.30 | 9.00 |
| Peso Tara (gr) | | 27.30 | 27.10 | 27.10 | 27.00 | 27.00 | 27.30 |
| P. Muestra Seca (gr) | | 102.40 | 98.20 | 96.95 | 93.10 | 88.20 | 89.00 |
| Contenido de Humedad (%) | | 10.16% | 10.08% | 10.47% | 10.20% | 10.54% | 10.11% |
| C.Humedad Promedio (%) | | 10.12% | | 10.34% | | 10.33% | |
| DENSIDAD SECA (gr/cm3) | | 1.88 | | 1.98 | | 2.08 | |
| ENSAYO DE HINCHAMIENTO | | | | | | | |
| TIEMPO ACUMULADO | | HINCHAMIENTO | | HINCHAMIENTO | | HINCHAMIENTO | |
| (Hs) | (Días) | (mm) | (%) | (mm) | (%) | (mm) | (%) |
| 0 | 0 | | | | | | |
| 24 | 1 | | | | | | |
| 48 | 2 | | | | | | |
| 72 | 3 | | | | | | |
| 96 | 4 | | | | | | |
| ENSAYO CARGA - PENETRACION | | | | | | | |
| PENETRACION | | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (mm) | (pulg) | ESFUERZO | | ESFUERZO | | ESFUERZO | |
| | | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) |
| 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.64 | 0.025 | 1.32 | 18.90 | 1.98 | 28.29 | 3.08 | 44.00 |
| 1.27 | 0.050 | 2.31 | 33.00 | 3.85 | 55.00 | 4.40 | 62.86 |
| 1.91 | 0.075 | 3.30 | 47.20 | 6.06 | 86.57 | 6.83 | 97.57 |
| 2.54 | 0.100 | 4.85 | 69.29 | 8.35 | 119.29 | 9.49 | 135.57 |
| 3.18 | 0.125 | 5.61 | 80.20 | 9.05 | 129.29 | 10.51 | 150.14 |
| 3.81 | 0.150 | 6.49 | 92.71 | 10.45 | 149.29 | 12.10 | 172.86 |
| 4.45 | 0.175 | 7.81 | 111.57 | 11.36 | 162.29 | 13.20 | 188.57 |
| 5.08 | 0.200 | 10.54 | 150.57 | 14.30 | 204.29 | 16.13 | 230.43 |
| 7.62 | 0.300 | 13.33 | 190.43 | 17.83 | 254.71 | 21.13 | 301.86 |
| 10.16 | 0.400 | 15.40 | 220.00 | 21.13 | 301.86 | 26.96 | 385.14 |
| 12.70 | 0.500 | 16.83 | 240.43 | 24.21 | 345.86 | 32.57 | 465.29 |
| RESUMEN DE RESULTADOS | | | | | | | |
| MOLDE N° | PENETRACION (pulg) | PRESION APLICADA (Lb/pulg²) | | PRESION PATRON (Lb/pulg²) | C.B.R % | DENSIDAD SECA (gr/cm³) | |
| MOLDE 01 | 0.20 | 150.57 | | 1500 | 10.04 | 1.88 | |
| MOLDE 02 | 0.20 | 204.29 | | 1500 | 13.62 | 1.98 | |
| MOLDE 03 | 0.20 | 230.43 | | 1500 | 15.36 | 2.08 | |

CBR AL 95% DE LA DSM: 10.30





CONTENIDO DE HUMEDAD CALICATA 02

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|--|--|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | |

| DATOS DEL PROYECTO | | | |
|---|---|-------------------------|--|
| PROYECTO : | TESIS: "EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN, KM 14 + 0.00 - KM 16 + 0.00". | | |
| UBICACIÓN : | DISTRITO: DISTRITO JAEN - PROVINCIA JAEN - REGION CJAMARCA | | |
| SOLICITANTE : | FRANK ROBINSON CHUMAN MEZA | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | CLASIFICACION DEL SUELO | |
| CALICATA : | C - 2 (PROG. KM 14 + 0.00) | PROFUNDIDAD : | 1.50 m. |
| MUESTRA : | M - 1 | FECHA : | DICIEMBRE 2018. |
| | | | CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.S.T.M. D 2487 |
| | | | SP |
| STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216 | | | |
| METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO | | | |

| | | | |
|------------------------|--------------|-------------|-------------|
| CALICATA : | C - 2 | | |
| MUESTRA : | M - 1 | | |
| ENSAYO : | 1 | 2 | 3 |
| W tara + M.Húmeda (gr) | 172.60 | 180.70 | 180.20 |
| W tara + M Seca (gr) | 166.40 | 174.00 | 173.80 |
| W agua (gr) | 6.20 | 6.70 | 6.40 |
| W tara (gr) | 28.00 | 27.00 | 26.00 |
| W Muestra Seca (gr) | 138.40 | 147.00 | 147.80 |
| W(%) | 4.48% | 4.56% | 4.33% |
| W (%) Promedio : | 4.46% | | |

ANALISIS GRANULOMETRICO CALICATA 02

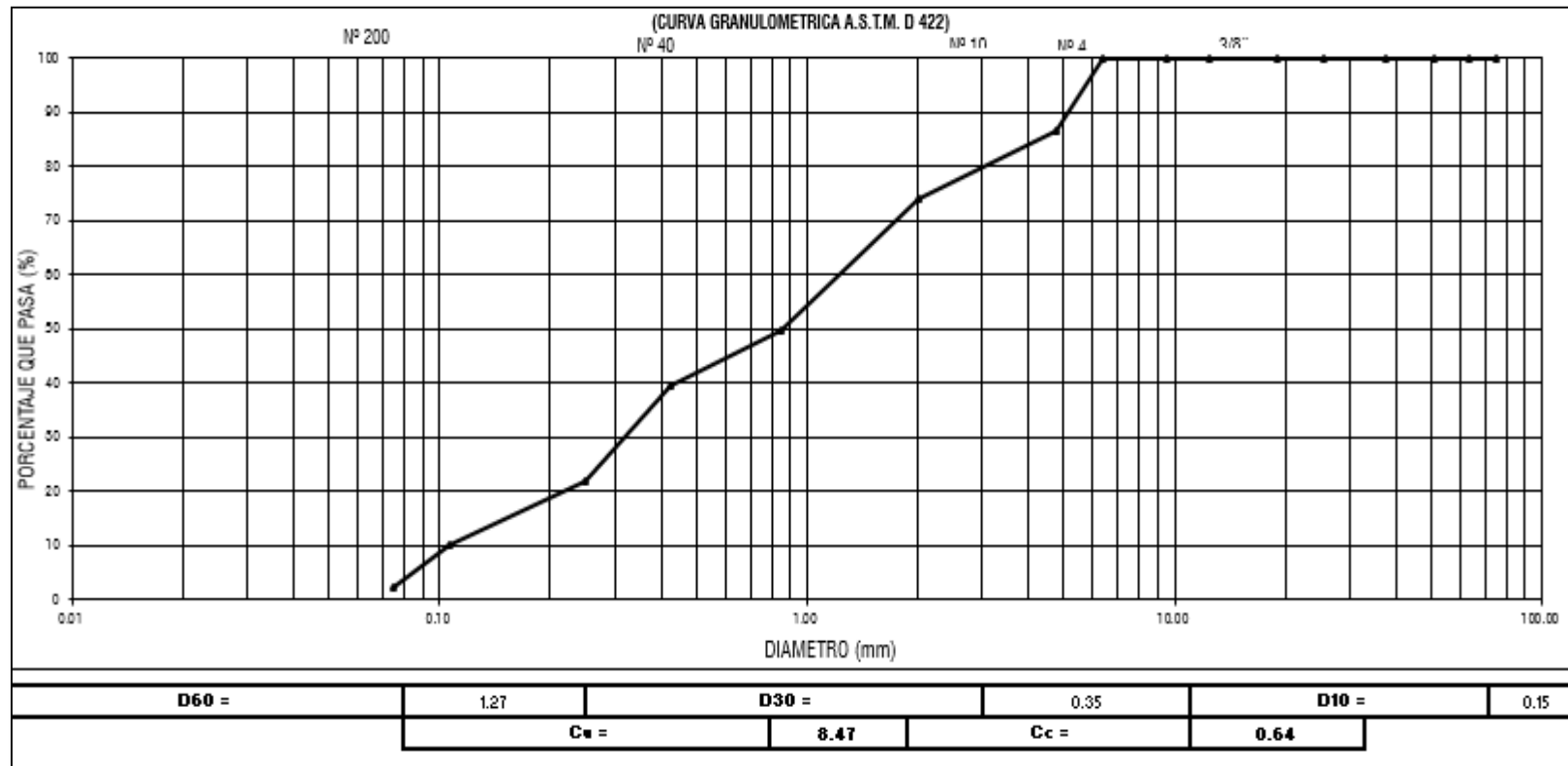
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | | | | |
|--|---|---------------|-----------------------|-------------------------|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | | | | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | | | | |
| DATOS DEL PROYECTO | | | | |
| PROYECTO : | TESIS: "EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN, KM 14 + 0.00 - KM 16 + 0.00". | | | |
| UBICACIÓN : | DISTRITO: DISTRITO JAEN - PROVINCIA JAEN - REGION CAJAMARCA | | | |
| SOLICITANTE : | FRANK ROBINSON CHUMAN MEZA | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | |
| CALICATA : | C - 2 (PROG. KM 14 + 0.00) | PROFUNDIDAD : | 1.50m. | CLASIFICACION DEL SUELO |
| MUESTRA : | M - 1 | FECHA : | DICIEMBRE 2018. | SP |
| | | | NORMA A.S.T.M. D 2487 | |

| |
|---|
| STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422 METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO |
|---|

| | TAMIZ | | P.RET | P.RET | PORCENTAJE | PORCENTAJE | MUESTRA TOTAL HUMEDA | | | |
|------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------|----------------|--------------|---------------------------------------|----------|--------|--------------|
| | | | | | | | TEMPERATURA | AMBIENTE | 110° C | |
| | N° | ABERTURA(mm) | PARCIAL | ACUMULADO | RET. ACUMULADO | QUE PASA | DE SECADO | | | |
| FRACCION GRUESA | 3" | 75.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr) | | 1044.6 | |
| | 2 1/2" | 63.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr) | | 903.6 | |
| | 2" | 50.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr) | | 141.0 | |
| | 1 1/2" | 37.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | MUESTRA TOTAL SECA | | | |
| | 1" | 25.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr) | | 865.0 | |
| | 3/4" | 19.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr) | | 135.0 | |
| | 1/2" | 12.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | ANALISIS FRACCION GRUESA | | | |
| | 3/8" | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | TOTAL | W G = | 135.00 | |
| | 1/4" | 6.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | ANALISIS FRACCION FINA | | | |
| | N°4 | 4.75 | 135.00 | 135.00 | 13.50 | 86.50 | CORRECCION CUARTEO : | S/WG | 1.00 | |
| FRACCION FINA | N° 10 | 2.00 | 125.00 | 260.00 | 26.00 | 74.00 | PESO PORCION SECA : | | S = | 865.0 |
| | N° 20 | 0.85 | 245.00 | 505.00 | 50.50 | 49.50 | | | | |
| | N° 40 | 0.43 | 102.00 | 607.00 | 60.70 | 39.30 | | | | |
| | N° 60 | 0.25 | 174.00 | 781.00 | 78.10 | 21.90 | | | | |
| | N° 140 | 0.11 | 120.00 | 901.00 | 90.10 | 9.90 | | | | |
| | N° 200 | 0.08 | 75.00 | 976.00 | 97.60 | 2.40 | | | | |
| | CAZOLETA | ..- | 24.00 | 1000.0 | | | | | | |
| TOTAL | | | 1000.0 | | | | | | | |

La muestra en estudio ha sido clasificada según la norma (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), describe como un suelo SP, mezclada con apreciable proporción de grava T. M.1" (13.5 %)

CURVA GRANULOMETRICA DE LA CALICATA 02



RESULTADOS DE LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD, CALICATA 02

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS | |
|--|--|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | |

| DATOS DEL PROYECTO | | | |
|--------------------|---|-------------------------|-----------------|
| PROYECTO : | TESIS: "EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN, KM 14 + 0.00 - KM 16 + 0.00". | | |
| UBICACIÓN : | DISTRITO: DISTRITO JAEN - PROVINCIA JAEN - REGION CAJAMARCA | | |
| SOLICITANTE : | FRANK ROBINSON CHUMAN MEZA | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | CLASIFICACION DEL SUELO | |
| CALICATA : | C - 2 (PROG. KM 14 + 0.00) | PROFUNDIDAD : | 1.50 m. |
| MUESTRA : | M - 1 | FECHA : | DICIEMBRE 2018. |
| | | CLASIFICACION DEL SUELO | |
| | | NORMA A.S.T.M. D 2487 | |
| | | SP | |

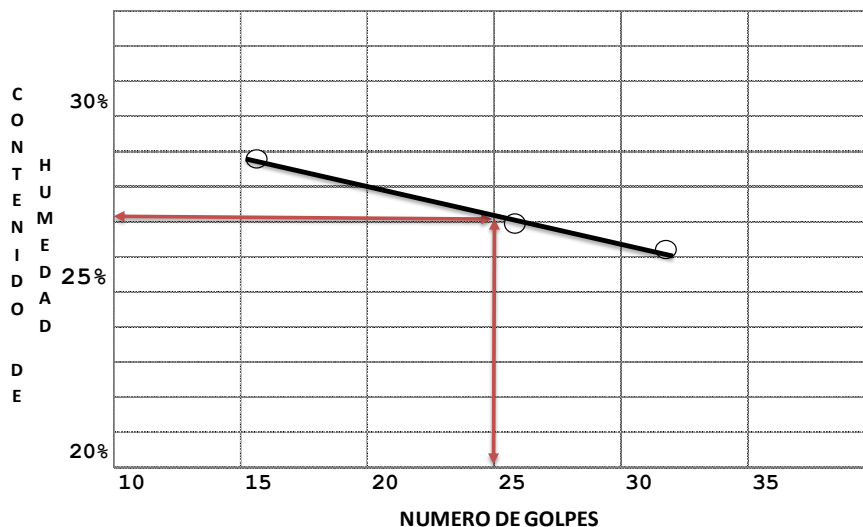
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

| LIMITE LIQUIDO | | | |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| TARA N° | 108 | 101 | 107 |
| Wt+ M.Húmeda (gr) | 36.50 | 37.20 | 37.60 |
| Wt+ M. Seca (gr) | 34.40 | 35.10 | 35.40 |
| W agua (gr) | 2.10 | 2.10 | 2.20 |
| W tara (gr) | 27.20 | 27.30 | 27.10 |
| W M.Seca (gr) | 7.20 | 7.80 | 8.30 |
| W(%) | 29.17% | 26.92% | 26.51% |
| N.GOLPES | 16 | 26 | 33 |

| TEMPERATURA DE SECADO | |
|------------------------|--------|
| PREPARACION DE MUESTRA | |
| 60°C | 110° C |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | |
| 60°C | 110° C |
| AGUA USADA | |
| DESTILADA | |
| POTABLE | |
| OTRA | |

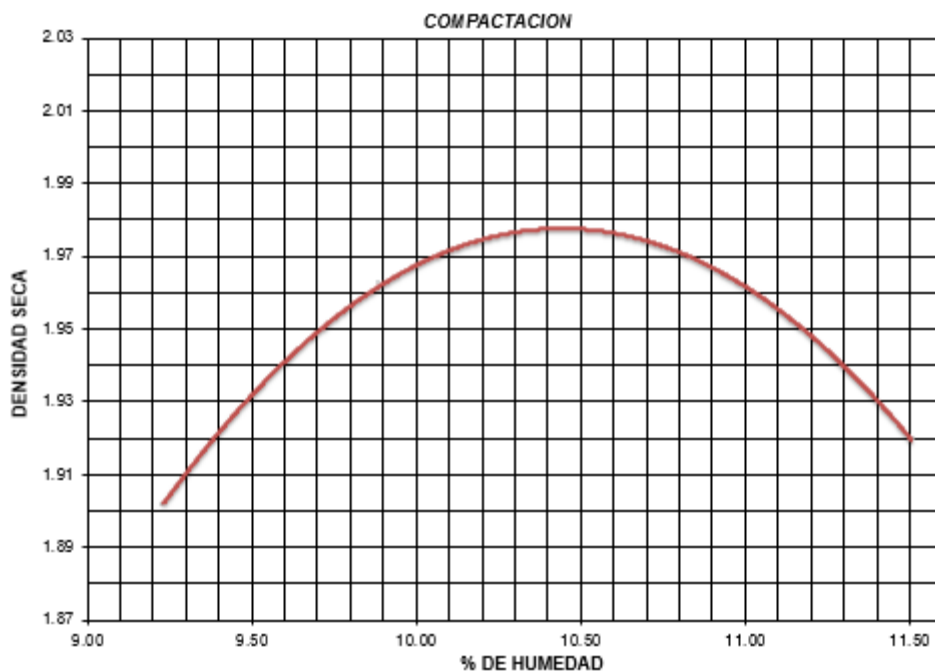
| LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------|--------------|--------------|----------|
| TARA N° | 6 | 4 | Promedio |
| Wt+ M.Húmeda (gr) | 29.80 | 30.00 | |
| Wt+ M. Seca (gr) | 29.30 | 29.60 | |
| W agua (gr) | 0.50 | 0.40 | |
| W tara (gr) | 27.00 | 27.40 | |
| W M.Seca (gr) | 2.30 | 2.20 | |
| W(%) | 21.74% | 18.18% | 19.96% |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| LIMITE LIQUIDO (%) | 27 |
| LIMITE PLASTICO (%) | 20 |
| INDICE DE PLASTICIDAD (%) | 7 |



RESULTADOS DEL PROCTOR ESTANDAR, CALICATA 02

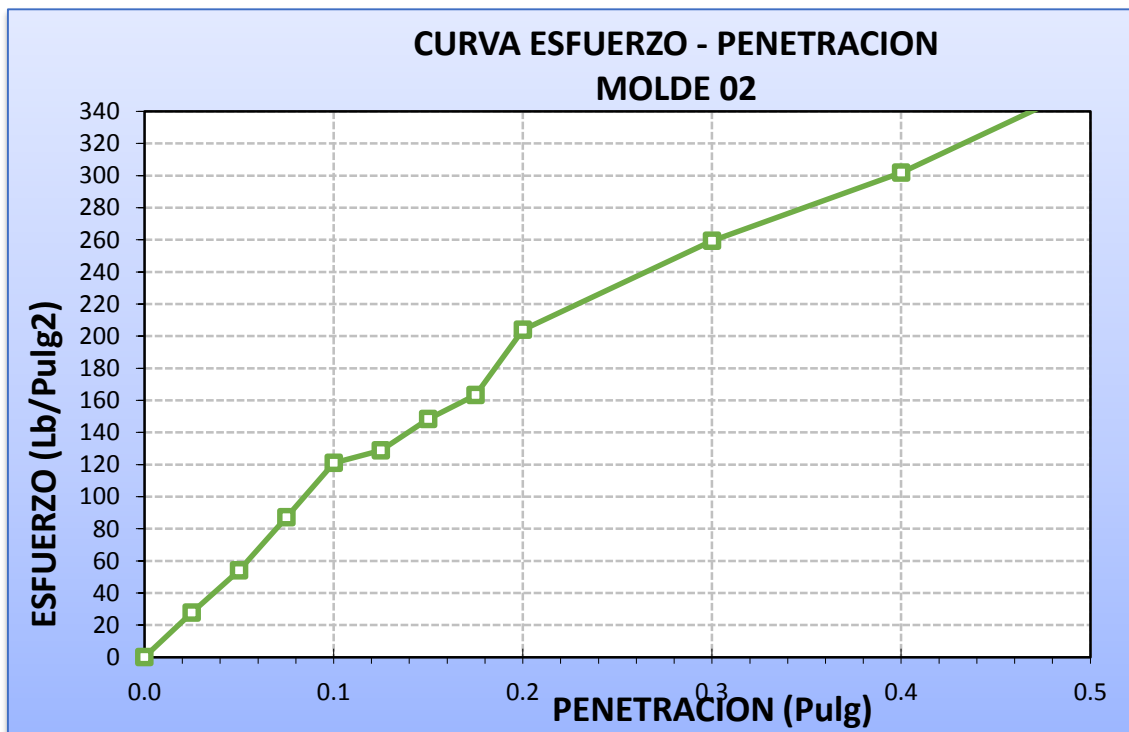
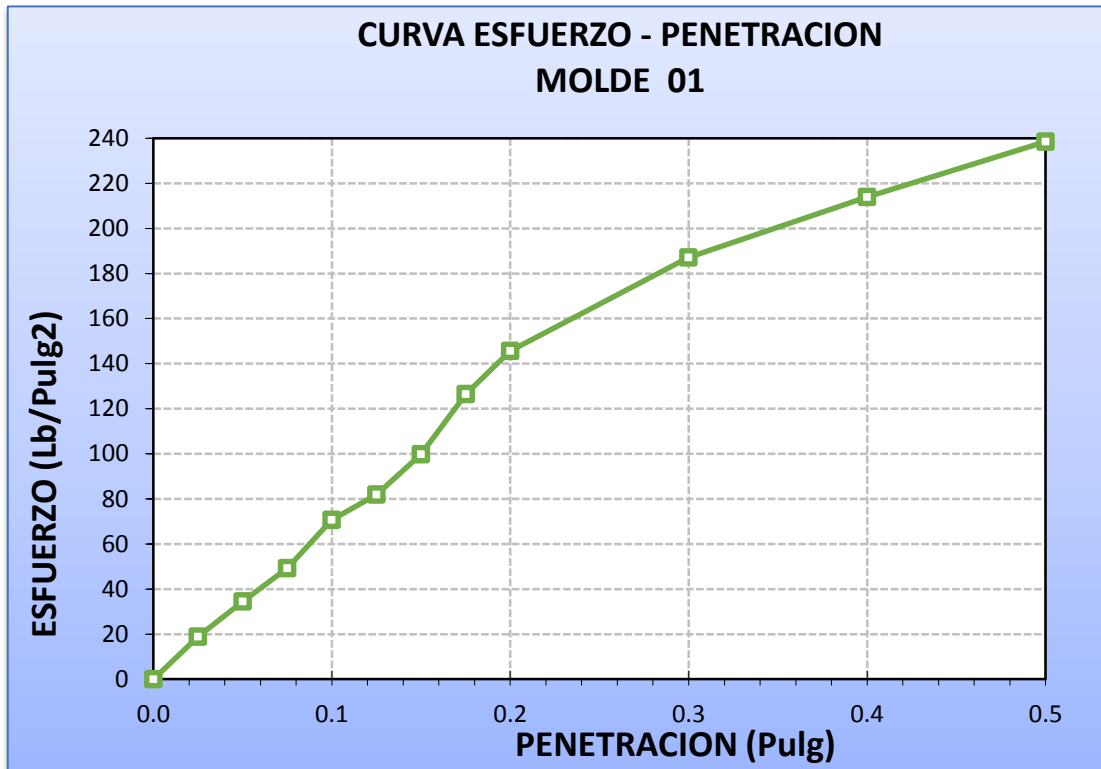
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|--------|---|-------|------------------------|-------|--------------|-------|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | | | | | | | | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | | | | | | | | |
| ENSAYO: PROCTOR ESTÁNDAR | | | | | | | | |
| C-02 | | | | | | | | |
| Dimensiones del Molde | Diametro: 10.16 | | Altura: 11.64 | | Volumen: 943.69 | | | |
| | Sobrecarga: 10 Lbs. | | Tipo de Material Ensayado: "A - 2 - 4" | | | | | |
| A. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| MUESTRA N° | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| PESO DE TARA (grs) | 27.00 | 28.30 | 21.10 | 20.90 | 21.30 | 21.00 | 37.20 | 37.10 |
| PESO DEL TARA+MUESTRA HUMEDA | 109.00 | 124.20 | 66.40 | 74.60 | 69.60 | 73.80 | 108.10 | 95.80 |
| PESO DEL TARA+ MUESTRA SECA (grs) | 102.50 | 115.60 | 62.30 | 69.80 | 65.40 | 68.10 | 101.20 | 89.40 |
| PESO DEL AGUA (grs) | 6.50 | 8.60 | 4.10 | 4.80 | 4.20 | 5.70 | 6.90 | 6.40 |
| PESO DEL MATERIAL SECO (grs) | 75.5 | 87.3 | 41.2 | 48.9 | 44.1 | 47.1 | 64.0 | 52.3 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (grs) | 8.61 | 9.85 | 9.95 | 9.82 | 9.52 | 12.10 | 10.78 | 12.24 |
| % PROMEDIO | 9.23 | | 9.88 | | 10.81 | | 11.51 | |
| B. DETERMINACION DE LA DENSIDAD | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 9.23 | | 9.88 | | 10.81 | | 11.51 | |
| PESO DEL SUELO+MOLDE (grs) | 6075 | | 6150 | | 6175 | | 6135 | |
| PESO DEL MOLDE (grs) | 4115 | | 4115 | | 4115 | | 4115 | |
| PESO DEL SUELO (grs) | 1960 | | 2035 | | 2060 | | 2020 | |
| DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3) | 2.077 | | 2.156 | | 2.183 | | 2.141 | |
| DENSIDAD SECA (grs/cm3) | 1.901 | | 1.962 | | 1.970 | | 1.920 | |
| | Densidad Máxima (grs/cm3) | | | | | | 1.979 | |
| | Humedad Optima% | | | | | | 10.50 | |

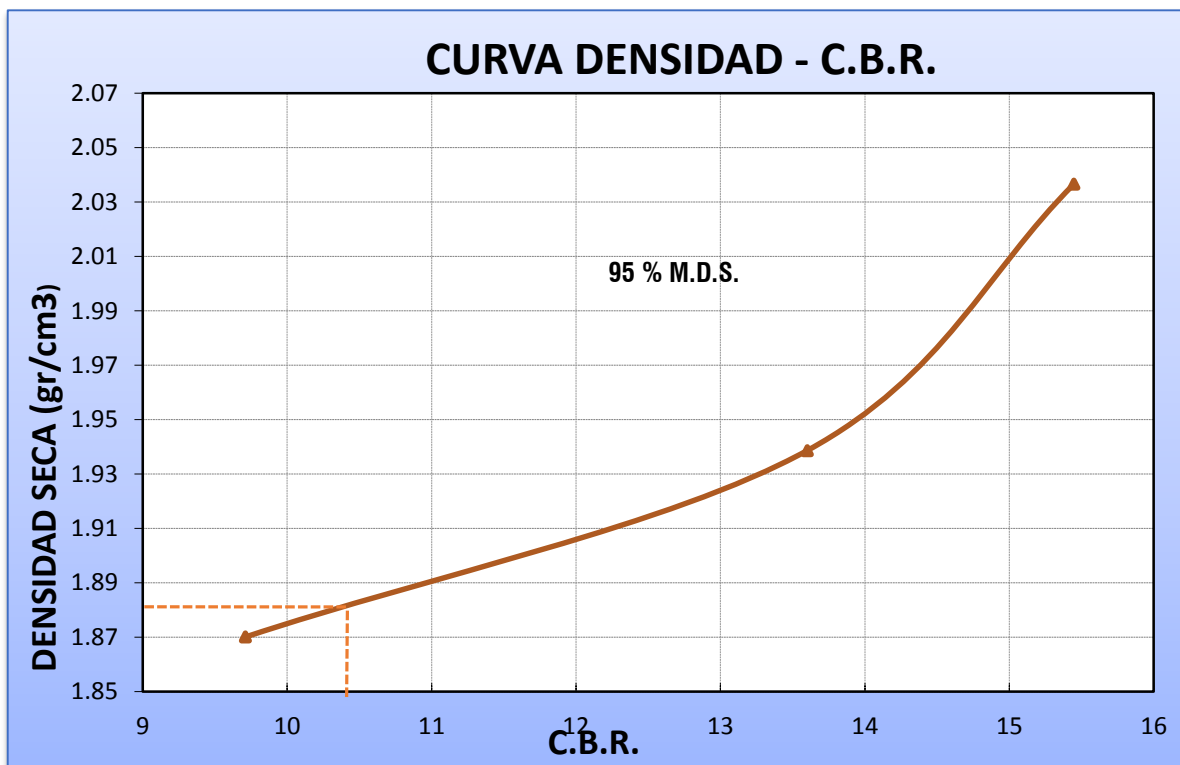
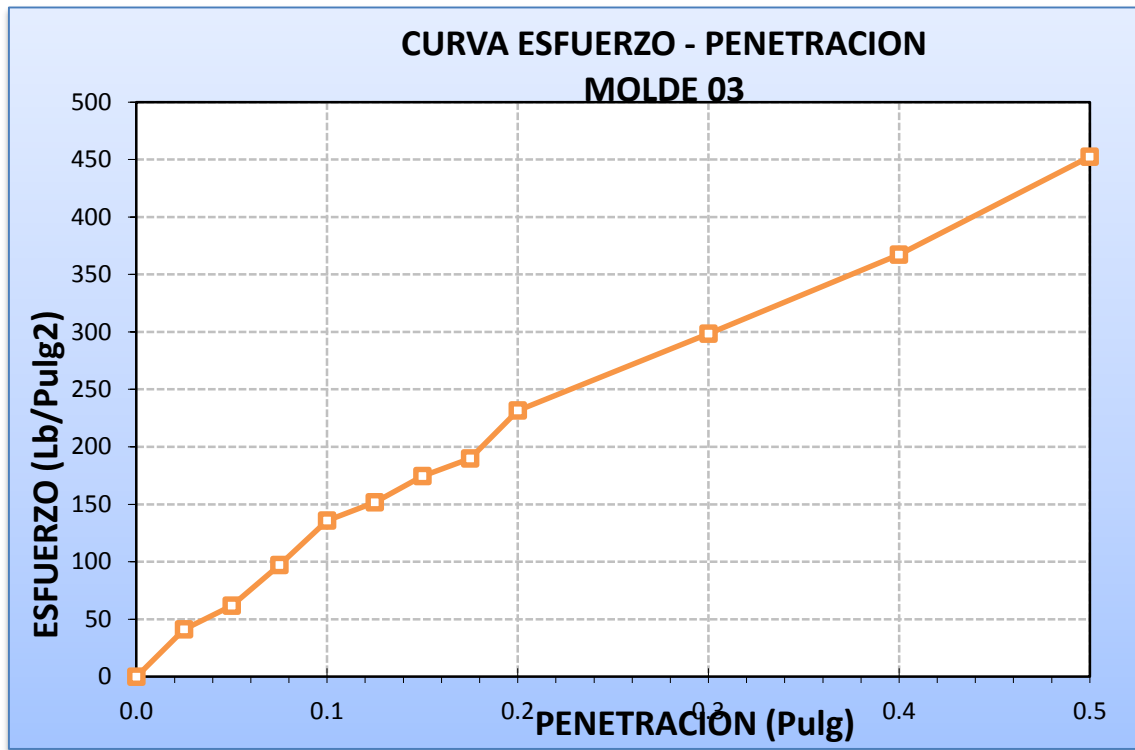


RESULTADOS ENSAYO DEL CBR, CALICATA 02

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | | | | | | | |
|--|--------------------|--|--|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| RESPONSABLE TECNICO: ING. JOSE ABEL RUIZ NAVARRETE | | | | | | | |
| DIRECCION: CALLE M. MARIETA N° 671 - SECTOR MORRO SOLAR - JAEN | | | | | | | |
| METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RELACION SOPORTE (C.B.R.) A.S.T.M. D 1883 | | | | | | | |
| UBICACIÓN : CARRETERA CHAMAYA - JAEN km 14+000-km 16+000 | | | | CLASIFICACION AASHTO: A-2-4 | | | |
| FECHA : DICIEMBRE 2018 | | | | CLASIFICACION SUCS: SP | | | |
| CALICATA N°02 | | | | | | | |
| NUMERO MOLDE | | 01 | | 02 | | 03 | |
| N° Capas | | 5 | | 5 | | 5 | |
| N°Golpes x Capa | | 13 | | 27 | | 56 | |
| COMPACTACION C B R | | | | | | | |
| P. Húmedo + Molde (gr) | | 11425.00 | | 11630.00 | | 11865.00 | |
| Peso Molde (gr) | | 7170.00 | | 7170.00 | | 7170.00 | |
| Peso Húmedo (gr) | | 4255.00 | | 4460.00 | | 4695.00 | |
| Volumen del Molde (cm ³) | | 2087.00 | | 2087.00 | | 2087.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | | 2.04 | | 2.14 | | 2.25 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| Número de Ensayo | | 1 | | 2 | | 1 | |
| P.Húmedo + Tara (gr) | | 139.08 | | 137.20 | | 128.20 | |
| Peso Seco + Tara (gr) | | 129.70 | | 128.10 | | 119.70 | |
| Peso Agua (gr) | | 9.38 | | 9.10 | | 8.50 | |
| Peso Tara (gr) | | 27.10 | | 27.30 | | 27.00 | |
| P. Muestra Seca (gr) | | 102.60 | | 100.80 | | 92.70 | |
| Contenido de Humedad (%) | | 9.14% | | 9.03% | | 9.17% | |
| C.Humedad Promedio (%) | | 9.09% | | 10.24% | | 10.46% | |
| DENSIDAD SECA (gr/cm³) | | 1.87 | | 1.94 | | 2.04 | |
| ENSAYO DE HINCHAMIENTO | | | | | | | |
| TIEMPO ACUMULADO | | HINCHAMIENTO | | HINCHAMIENTO | | HINCHAMIENTO | |
| (Hs) | (Días) | (mm) | (%) | (mm) | (%) | (mm) | (%) |
| 0 | 0 | | | | | | |
| 24 | 1 | | | | | | |
| 48 | 2 | | | | | | |
| 72 | 3 | | | | | | |
| 96 | 4 | | | | | | |
| ENSAYO CARGA - PENETRACION | | | | | | | |
| PENETRACION | | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (mm) | (pulg) | ESFUERZO | | ESFUERZO | | ESFUERZO | |
| | | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) |
| 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.64 | 0.025 | 1.32 | 18.90 | 1.94 | 27.71 | 2.87 | 41.00 |
| 1.27 | 0.050 | 2.41 | 34.43 | 3.79 | 54.14 | 4.32 | 61.71 |
| 1.91 | 0.075 | 3.45 | 49.29 | 6.10 | 87.14 | 6.79 | 97.00 |
| 2.54 | 0.100 | 4.95 | 70.71 | 8.47 | 121.00 | 9.51 | 135.86 |
| 3.18 | 0.125 | 5.73 | 81.86 | 9.01 | 128.71 | 10.62 | 151.71 |
| 3.81 | 0.150 | 6.99 | 99.86 | 10.38 | 148.29 | 12.21 | 174.43 |
| 4.45 | 0.175 | 8.85 | 126.43 | 11.43 | 163.29 | 13.28 | 189.71 |
| 5.08 | 0.200 | 10.20 | 145.71 | 14.28 | 204.00 | 16.22 | 231.71 |
| 7.62 | 0.300 | 13.10 | 187.14 | 18.15 | 259.29 | 20.89 | 298.43 |
| 10.16 | 0.400 | 14.98 | 214.00 | 21.13 | 301.86 | 25.71 | 367.29 |
| 12.70 | 0.500 | 16.70 | 238.57 | 25.00 | 357.14 | 31.67 | 452.43 |
| MOLDE N° | PENETRACION (pulg) | PRESION APLICADA (Lb/pulg ²) | PRESION PATRON (Lb/pulg ²) | C.B.R % | DENSIDAD SECA (gr/cm ³) | | |
| MOLDE 01 | 0.20 | 145.71 | 1500 | 9.71 | 1.87 | | |
| MOLDE 02 | 0.20 | 204.00 | 1500 | 13.60 | 1.94 | | |
| MOLDE 03 | 0.20 | 231.71 | 1500 | 15.45 | 2.04 | | |

CBR AL 95% DE LA DSM: 10.20





ANEXO 10

PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA

ANEXO 11

PLANO DE LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

ANEXO 12

PLANO DE SECCIÓN TIPICA DEL TRAMO EN EVALAUCIÓN