

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO PROFESIONAL

“INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA”

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por el Bachiller:

Paredes Cruz, Homero

CAJAMARCA – PERÚ

2015

ÍNDICE
ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
Índice General	02
Índice de Contenidos	02
Índice de Tablas	03
Índice de Figuras	04
Índice de Cuadros	04
Índice de Anexos	05
Índice de Planos	05
DEDICATORIA	07
AGRADECIMIENTO	08
TÍTULO	09
RESUMEN	09
INDICES	
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.	
INTRODUCCIÓN	11
1.1 Objetivos.	12
1.2 Antecedentes.	12
1.3 Alcances.	19
1.4 Características locales.	19
1.5 Justificación del proyecto.	23
CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA.	
2.1 Estudio preliminar.	25
2.2 Estudio Topográfico.	26
2.3 Estudio de suelos.	29
2.4 Parámetros básicos de diseño.	56
2.5 Sistema de alcantarillado.	67
2.6 Aguas residuales.	93
CAPÍTULO 3 RECURSOS MATERIALES.	
3.1 Recursos materiales.	115
3.2 Recursos humanos.	116

CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO.

4.1 Consideraciones generales.	118
4.2 Estudio topográfico.	120
4.3 Estudio de Suelos	121
4.4 Diseño del sistema de alcantarillado.	130
4.5 Cálculo del sistema de alcantarillado.	137

CAPÍTULO 5 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.

5.1 Levantamiento topográfico.	220
5.2 Estudio de suelos.	220
5.3 Alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.	222
5.4 Sistema de alcantarillado.	223
5.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales.	224

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.	228
6.2 Recomendaciones para el proceso constructivo..	229

CAPÍTULO 7 BIBLIOGRAFÍA.

7.1 Bibliografía	305
------------------	-----

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tipo de Topografía en función a la inclinación del terreno respecto de la horizontal.	28
Tabla 2.2 Equidistancia de curvas de nivel.	28
Tabla 2.3 Características de Suelo: Índice de Plasticidad.	33
Tabla 2.4 Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).	43
Tabla 2.5 Dotaciones de Agua por habitante según el RNC.	61
Tabla 2.6 Dotaciones mínimas de agua por habitantes según el Ministerio de salud.	62
Tabla 2.7 Dotaciones mínimas de agua por hab. de acuerdo a Niveles de Ingreso.	62
Tabla 2.8 Dotaciones de Agua en algunos edificios de servicio público.	63
Tabla 2.9 Valores de K2.	65
Tabla 2.10 Valores de Infiltración.	73
Tabla 2.11 Coeficiente de Manning para diferentes valores.	76
Tabla 2.12 Espaciamiento máximo entre buzones de acuerdo al diámetro.	78
Tabla 2.13 Gastos de dimensionamiento.	84
Tabla 2.14 Pendiente mínima en colectores.	87
Tabla 2.15 Elementos proporcionales.	91

INDICE DE FIGURAS

Figura2.1	Carta de plasticidad, como se usó en el Sistema de Aeropuertos.	39
Figura2.2	Carta de plasticidad como se usa actualmente.	39
Figura2.3	Equivalencia del suelo sobre el nivel de desplante de un cimiento con una sobrecarga debida a su peso.	44
Figura2.4	Mecanismo de falla de un cimiento continuo poco profundo según Terzaghi.	45
Figura2.5	Factores de capacidad de carga para aplicación de la teoría de Terzaghi.	48
Figura2.6	Curvas de esfuerzo deformación típicas para mecanismo de falla general (1) y local (2), según Terzaghi.	49
Figura2.7	Cimentación Superficial Sobre un Talud.	53
Figura2.8	Factor de Capacidad de Apoyo $N_{\gamma q}$ de Meyerhof para Suelo Granular ($c=0$)	54
Figura2.9	Factor de Capacidad de Carga N_c de Meyerhof para un Suelo Cohesivo	55
Figura2.10	Sección de tubería para diseño hidráulico.	88
Figura2.11	Sección de las zanjas de Infiltración.	113

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01-A	Valores de Carga Hidráulica y Absorción Efectiva.	111
Cuadro 01	Parámetros característicos del suelo.	126
Cuadro 02	Área Neta Actual y Futura de Los Sistemas I, II y III de Tratamiento.	166
Cuadro 03	Poblaciones de Diseño de Los Sistemas I, II y III de Tratamiento.	171
Cuadro 04	Resumen de las propiedades índice para la clasificación SUCS.	220
Cuadro 05	Resumen de las características del suelo de las calicatas.	221
Cuadro 06	Ubicación de Calicatas y Clasificación de Suelos.	221
Cuadro 07	Capacidad Portante del Suelo.	222
Cuadro 08	Contenido de humedad (W%).	231
Cuadro 09	Peso específico (S).	232
Cuadro 10	Análisis granulométrico.	233
Cuadro 11	Análisis granulométrico.	234
Cuadro 12	Análisis granulométrico.	235
Cuadro 13	Análisis granulométrico.	236
Cuadro 14	Análisis granulométrico.	237
Cuadro 15	Análisis granulométrico.	238
Cuadro 16	Límites de consistencia.	239
Cuadro 17	Límites de consistencia.	240
Cuadro 18	Límites de consistencia.	241

Cuadro 19 Límites de consistencia.	242
Cuadro 20 Límites de consistencia.	243
Cuadro 21 Límites de consistencia.	244

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	
Ensayo de Suelos.	230
ANEXO 2:	
Perfiles Estratigráficos.	245
ANEXO 3:	
Especificaciones Técnicas.	252
1. Red de Alcantarillado	253
1.1 Generalidades	253
1.2 Excavaciones de Zanjas	253
1.3 Drenaje de Zanjas	257
1.4 Buzones	257
1.5 Transporte y manipuleo de Tuberías	259
1.6 Colocación de Tuberías	259
1.7 Prueba de Tuberías	260
1.8 Relleno de Zanjas	262
1.9 Medidas de Seguridad	263
INSTALACIONES DOMICILIARIAS EXTERIORES DE ALCANTARILLADO	
1.0 Generalidades	263
2.0 Excavación de Zanjas	264
3.0 Instalaciones	265
4.0 Relleno de Zanjas	267
ANEXO 4: Costos y presupuestos.	268
ANEXO 5: Programación de obra.	303

INDICE DE PLANOS

PLANO: U – 1:	PLANO DE UBICACIÓN.
PLANO: S0 – 1:	PLANO TOPOGRÁFICO DE RED DE ALCANTARILLADO.
PLANO: S0 – 2:	PLANO TOPOGRÁFICO DE RED DE ALCANTARILLADO.

PLANO: RD – 01	RED DE DESAGÜE Y DIAGRAMA DE FLUJO.
PLANO: RD – 02	RED DE DESAGÜE Y DIAGRAMA DE FLUJO.
PLANO: PL – 01:	PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGÜE C.P. SAN JUAN.
PLANO: PL – 02:	PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGÜE.C.P. SAN JUAN
PLANO: PL – 03:	PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGÜE. C.P SAN JUAN
PLANO: PL – 04:	PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGÜE.C.P. SAN JUAN
PLANO: PL – 05:	PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGÜE.C.P. LA PALMA
PLANO: PL – 06:	PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGÜE.C.P. LA PALMA
PLANO: TS – 01:	TANQUE SÉPTICO 1 C.P. SAN JUAN
PLANO: TS – 02:	TANQUE SÉPTICO 2 C.P. SAN JUAN
PLANO: TS – 03:	TANQUE SÉPTICO 3 C.P. LA PALMA
PLANO: DB –01:	DETALLE DE BUZONES
PLANO: DB –02:	DETALLE DE BUZONES
PLANO: ZI–01:	ZANJAS DE INFILTRACIÓN
PLANO: MZ1	UBICACIÓN DE CALICATA
PLANO: MZ2	UBICACIÓN DE CALICATA
PLANO: 01:	PLANO GEOLÓGICO CENTRO POBLADO SAN JUAN
PLANO: 02:	PLANO GEOLÓGICO CENTRO POBLADO LA PALMA
PLANO: 01:	SECCIÓN PERFIL GEOLÓGICO

DEDICATORIA

A mi amada esposa que ha sido la inspiración y pilar principal durante el desarrollo y culminación de este proyecto, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido ayuda idónea y compañera inseparable, fuente de ternura, calma y consejo en todo momento. Y gracias al gran amor que nos tenemos hoy está creciendo en su vientre nuestra dulce hija que se convierte en nuestro motivo para salir adelante y darle lo mejor de nosotros.

A mi madre que con su amor y enseñanza ha sembrado en mí las virtudes que se necesitan para vivir con anhelo y felicidad, por su amor y ternura que me ha brindado a lo largo de mi vida.

A mi padre por enseñarme que todas las cosas hay que valorarlas, trabajarlas y luchar para lograr los objetivos de la vida, buscando el bienestar de la sociedad.

A mi hermana por estar en buenos y malos momentos de mi vida, por su comprensión y apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios quién me dio la vida, supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi esposa, padres y hermana, quienes me han brindado su apoyo todo el tiempo.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, por sus enseñanzas y conocimientos transmitidos durante los cinco años de estudios de mi carrera profesional.

TITULO:

“INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA”

RESUMEN:

La Zona de estudio está ubicada en la Provincia de Chota, la topografía que presenta es accidentada.

Este proyecto se realizó por la necesidad e interés común que existe tanto para el que realiza el estudio, como para los integrantes de la población. Consta de un sistema alcantarillado y tratamiento de las aguas servidas. Para el desarrollo del mismo, se inició con el reconocimiento del terreno para luego proceder con el levantamiento topográfico.

Una vez definido el plano de la red de alcantarillado, se realizaron 6 calicatas, ubicadas en la red de alcantarillado y en el lugar donde se ubicarán las plantas de tratamiento de aguas residuales. Los ensayos de laboratorio que han sido realizados son: Contenido de Humedad, Peso Específico, Análisis Granulométrico, Límites de Consistencia, Límite líquido y Límite plástico. Luego de obtenidos los resultados de los ensayos de laboratorio, se calculó la resistencia del terreno utilizando la teoría de Meyerhof. Finalmente se realizaron los cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado y plantas de tratamiento.

En el sistema de alcantarillado la tubería a usar es PVC – SAL de un diámetro de 6”, donde la longitud de la tubería total será de 2261.83m., y 60 buzones. Para el tratamiento de las aguas residuales se plantea dos sistemas de tanque séptico y zanjas de infiltración para el Centro Poblado San Juan y un Sistema, de tanque séptico y zanjas de infiltración para el Centro Poblado La Palma.

El Presupuesto total para el Sistema de Alcantarillado y tratamiento de aguas residuales asciende a la suma de S/. 656,062.28 seiscientos cincuenta y seis mil sesenta y dos con 28/100 Nuevos Soles.

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento esencial para la vida humana, y si ésta se concentran en grupos, forman poblaciones, las que para lograr su propia sostenibilidad y posibilidad de desarrollo, tienen necesidad de asegurar el recurso hídrico, en una concepción de abastecimiento de agua y su complemento: el Alcantarillado sanitario. En la Provincia de Chota (Cajamarca), los Centros Poblados de San Juan y La Palma, del distrito de Chadín, tienen un sistema de abastecimiento de agua que da un servicio con eficiencia, pero carecen de un sistema de alcantarillado, y tratamiento de aguas servidas.

En ese sentido y a propuesta del Lic. Segundo Manuel Fustamante Díaz, Alcalde del distrito, se realizó un convenio entre la Municipalidad Distrital de Chadín y la Facultad de Ingeniería de la UNC, para realizar el proyecto profesional "Instalación del Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas de los Centros Poblados San Juan y La Palma, Distrito de Chadín, Provincia de Chota-Cajamarca".

Dicho proyecto, tomó en cuenta las condiciones básicas de habitabilidad, cumpliendo con las especificaciones técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, además de elaborar el levantamiento topográfico con la finalidad de conocer el relieve del terreno. Logrando obtener un estudio técnico-económico relevante, que beneficiará principalmente a la población de dichos Centros Poblados.

Mediante este proyecto los beneficiarios de los Centros Poblados antes mencionados, lograrán una eficiente disposición de excretas en lugares y con tecnología apropiados, además de lograr el tratamiento adecuado de las aguas residuales y evitar enfermedades producidas por la mala práctica de hábitos de higiene, por la carencia de un sistema de alcantarillado adecuado.

1.1. Objetivos

Objetivo General

Realizar el Estudio para la “Instalación del Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas de Los Centros Poblados San Juan y La Palma, Distrito de Chadín, Provincia De Chota - Cajamarca”.

Objetivos Específicos

- ✓ Realizar el diseño del Sistema de Alcantarillado.
- ✓ Seleccionar el sistema de tratamiento de aguas residuales adecuado de acuerdo a los parámetros de la normatividad vigente.
- ✓ Realizar el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Plantear un estudio técnico económico adecuado para la zona de estudio.
- ✓ Determinar el costo de obra, de dicho proyecto.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Sistema de Agua Potable

A) Centro Poblado San Juan

- **(Antigüedad, materiales, diámetros, medrado, etc.)**

El Centro poblado de San Juan cuenta con un sistema de agua potable por gravedad, el cual es nuevo en su totalidad, debido a que en el año 2012 se ejecutó el mejoramiento y ampliación tanto de la línea de conducción, red de distribución (cambio total de tubería), como de las estructuras de concreto (captaciones, reservorios, cámaras rompe presión tipo 7, etc.), los materiales usados en las estructuras son de concreto armado, las tuberías son de PVC SAP Clase 10, los accesorios son de bronce y/o plástico, la línea de conducción tiene un diámetro 1 1/2”, la red de distribución es de 1 1/2”, 1” y 3/4”, para mayor conocimiento, en anexos

se muestra el plano en planta de la red general de su Sistema de Agua potable, en el cual se indica el metrado total de la tubería.

- Captaciones

El sistema de agua potable por gravedad cuenta con captaciones de cinco manantiales situados en tres Sectores “La Quinua”, “Campo Verde” y el “Pauco”, para el Centro Poblado de San Juan. Las captaciones son del tipo ladera con aletas de concreto, cámara húmeda y cámara seca con sus respectivos accesorios.

Oferta de agua en la fuente a captar - C.P. San Juan:

CAPTACION	DESCRIPCION	CAUDAL (Q)
La Quinua	Captación N°01	0.20 l/seg
	Captación N°02	0.20 l/seg
Campo Verde	Captación N°01	0.15 l/seg
	Captación N°02	0.19 l/seg
Pauco	Captación N°01	0.17 l/seg
Caudal Total (l/seg) =		0.91 l/seg

Fuente: los datos se obtienen del aforo en campo

Caudales de diseño – C.P. San Juan:

Caudal Promedio Diario (Qm)	Caudal Máximo Diario (Qmd)	Caudal Máximo Horario (Qmh)
0.70 l/seg	0.91 l/seg	1.75 l/seg

- **Línea de Conducción**

La línea de conducción existente de las cinco captaciones, es de tubería PVC SAP Clase 10 de 1 1/2” de diámetro y tiene una longitud de 1,261.73 ml.

- **Cámaras de Reunión**

El sistema de agua potable por gravedad cuenta con dos cámaras de reunión; la primera reúne el agua proveniente de las dos captaciones del Sector “Campo Verde”, la segunda reúne el agua proveniente de las dos captaciones del Sector “La Quinoa”. Las cámaras de reunión son de concreto armado y cuentan con sus respectivos accesorios.

- **Reservorios de Almacenamiento**

El sistema cuenta con dos reservorios del tipo apoyado de forma circular de capacidad de almacenamiento de 15 m³ cada uno; el primero almacena el agua proveniente de las dos captaciones del Sector “La Quinoa”, el segundo reservorio almacena el agua proveniente de las dos captaciones del Sector “Campo Verde” y de la captación del Sector “El Pauco”; dichos reservorios son de concreto armado, con tapas metálicas, caseta de válvulas con accesorios y válvulas en buen estado, además la capacidad de almacenamiento de dichos reservorios está de acuerdo a lo requerido para abastecer de agua a toda la población.

- **Red de Distribución**

La red de distribución existente es de tubería PVC SAP Clase 10 de 1 1/2”, 1” y 3/4” de diámetro, la misma que está en buenas condiciones en todos los tramos.

La red de tubería de PVC SAP de 1 1/2”, 1” y 3/4” de diámetro, están distribuidas tal como se indica en los planos, con una longitud de 2,000.26

ml, 379.02 ml. y 456.28 ml. respectivamente, lo cual permite de dotar de agua a las viviendas en su totalidad.

Para las conexiones domiciliarias se cuenta con tubería de PVC SAP Clase 10 de 1/2”, tal como se indica en los planos.

- **Cámaras Rompe Presión Tipo 7**

El sistema cuenta con seis cámaras rompe presión tipo 7; ubicadas en la red de distribución de acuerdo a lo indicado en el plano respectivo; dichas cámaras rompe presión tipo 7 son de concreto armado y cuentan con sus respectivas válvulas y accesorios en buen estado, lo que garantiza su correcto funcionamiento.

- **Caja para Válvulas de Aire**

El sistema cuenta con tres cajas de válvula de Aire Tipo 1, las cuales están ubicadas en la red de distribución de acuerdo a lo indicado en el plano respectivo; son de concreto simple con tapa metálica sanitaria, cuentan con sus respectivas válvulas y accesorios en buen estado.

- **Caja para Válvulas de Purga**

El sistema cuenta con diez cajas de válvula de Purga Tipo 2, las cuales están ubicadas en la red de distribución de acuerdo a lo indicado en el plano respectivo; son de concreto simple con tapa metálica sanitaria, cuentan con sus respectivas válvulas y accesorios en buen estado.

B) Centro Poblado La Palma

- **(Antigüedad, materiales, diámetros, metrado, etc)**

El Centro poblado La Palma cuenta con un sistema de agua potable por gravedad, el cual es nuevo en su totalidad, debido a que en el año 2012 se ejecutó el mejoramiento y ampliación tanto de la línea de conducción, red de distribución (cambio total de tubería), como de las estructuras de

concreto (captación, reservorio, caja para válvulas, etc.), los materiales usados en las estructuras son de concreto armado, las tuberías son de PVC SAP Clase 10, los accesorios son de bronce y/o plástico, la línea de conducción tiene un diámetro 1 1/2”, la red de distribución es de 1 1/2”, y 1”, para mayor conocimiento, en los anexos se muestra el plano en planta de la red general de su Sistema de Agua potable, en el cual se indica el metrado total de la tubería.

- **Captación**

El sistema de agua potable por gravedad cuenta con una captación de un manantial denominado manantial La Palma. La captación es del tipo ladera con aletas de concreto, cámara húmeda y cámara seca con sus respectivos accesorios.

Oferta de agua en la fuente a captar – C.P. La Palma:

CAPTACION	DESCRIPCION	CAUDAL (Q)
La Palma	Captación N°01	0.51 l/seg
Caudal Total (l/seg) =		0.51 l/seg

Fuente: los datos se obtienen del aforo en campo

Caudales de diseño – C.P. La Palma:

Caudal Promedio Diario (Qm)	Caudal Máximo Diario (Qmd)	Caudal Máximo Horario (Qmh)
0.39 l/seg	0.51 l/seg	0.98 l/seg

- **Línea de Conducción**

La línea de conducción existente de la captación, es de tubería PVC SAP Clase 10 de 1 1/2” de diámetro y tiene una longitud de 70.80 ml.

- **Reservorio de Almacenamiento**

El sistema cuenta con un reservorio del tipo apoyado de forma circular de capacidad de almacenamiento de 10 m³; dicho reservorio es de concreto armado, con tapas metálicas, caseta de válvulas con accesorios y válvulas en buen estado, además la capacidad de almacenamiento de dichos reservorios está de acuerdo a lo requerido para abastecer de agua a toda la población, cuya verificación se presentará más adelante en el presente estudio.

- **Red de Distribución**

La red de distribución existente es de tubería PVC SAP Clase 10 de 1 1/2”, y 1” de diámetro, la misma que está en buenas condiciones en todos los tramos.

La red de tubería de PVC SAP de 1 1/2”, y 1” de diámetro, están distribuidas tal como se indica en los planos, con una longitud de 794.14 ml. y 450.49 ml. respectivamente, lo cual permite de dotar de agua a las viviendas en su totalidad.

Para las conexiones domiciliarias se cuenta con tubería de PVC SAP Clase 10 de 1/2”, tal como se indica en los planos.

- **Caja para Válvulas de Aire**

El sistema cuenta con dos cajas de válvula de Aire Tipo 1, las cuales están ubicadas en la red de distribución de acuerdo a lo indicado en el plano respectivo; son de concreto simple con tapa metálica sanitaria, cuentan con sus respectivas válvulas y accesorios en buen estado.

- **Caja para Válvulas de Purga**

El sistema cuenta con seis cajas de válvula de Purga Tipo 2, las cuales están ubicadas en la red de distribución de acuerdo a lo indicado en el plano respectivo; son de concreto simple con tapa metálica sanitaria, cuentan con sus respectivas válvulas y accesorios en buen estado.

1.2.2. Sistema de Alcantarillado

La población de los Centros Poblados San Juan y La Palma, hasta la actualidad, dispone excretas, residuos sólidos y aguas grises a campo abierto y letrinas sanitarias en mal estado. La población carece de la infraestructura adecuada para la correcta eliminación de excretas, residuos sólidos y aguas grises, sin embargo identifican sus impactos negativos.

La ejecución del presente proyecto, responde a la falta de dichos servicios básicos, además de inadecuadas prácticas de higiene de la población, relacionados a la disposición sanitaria de excretas, aguas grises y residuos sólidos.

Las enfermedades de origen hídrico se reportan como las de mayor prevalencia en el perfil epidemiológico de los Centros Poblados de San Juan – La Palma, las mismas que tienen un impacto directo en la salud de la población más vulnerable (menores de cinco años), siendo las enfermedades diarreicas agudas, las que conllevan a la deshidratación y por ende a la desnutrición, lo cual incide en una disminución de la capacidad inmunológica de los pobladores y principalmente de los niños. Esta situación tiene una repercusión directa en la economía de los hogares por el incremento de gastos en medicamentos, conllevando al deterioro de la calidad de vida de la población por los menores recursos económicos disponibles.

En la actualidad los dos Centros Poblados no cuentan con una red de alcantarillado que beneficie a sus pobladores, por lo que tienen la necesidad

de contar con un estudio de alcantarillado que beneficie a la población de estos centros poblados.

1.3. Alcances

El presente proyecto tiene como alcance, servir a toda la población de los Centros Poblados San Juan y La Palma, así como la población de sus alrededores. Como documento, el presente informe servirá para que las autoridades del lugar, puedan hacer las gestiones del caso y hagan realidad su sueño de tener un servicio adecuado de red de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales que permita su reutilización en el riego de plantas, para toda la población, así mismo podría servir como elemento de consulta, por parte de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.

1.4. Características Locales

1.4.1. Ubicación

Los Centros Poblados en estudio, están ubicados en la sierra norte del Perú, en el Departamento de Cajamarca, Provincia de Chota, Distrito de Chadín, Su altitud varía aproximadamente desde los 1,700 hasta 3,800 m.s.n.m., el Centro Poblado La Palma se encuentra en el km 13 de la trocha carrozable Chadín – Choropampa, por otro lado el Centro Poblado San Juan se encuentra a 15 km del Distrito de Chadín.

1.4.2. Descripción De La Zona

El Centro Poblado San Juan, en su sector central presenta calles con un ancho promedio de 8.50 metros de longitud, así mismo presenta otros sectores con viviendas agrupadas a filo de carretera.

El Centro Poblado La Palma, en su mayoría presenta sus viviendas agrupadas a filo de carretera, además presenta otro sector en la parte baja donde se encuentran otro grupo de viviendas.

Ambos Centros Poblados cuentan con áreas destinadas a recreación, educación y otros fines abarcando una superficie aproximada de 12.72 Hás.

Topografía Del Terreno

Esta zona tiene un relieve ligeramente plano en la parte central de los centros poblados en estudio, con sectores en su mayoría ondulados con pendientes que varían entre 18.75% y 28.12%, y algunos sectores accidentados con pendientes aproximadas al 38.12%.

Vías de Acceso

El acceso a la capital distrital, es a través de la trocha carrozable regularmente afirmada Chota- Chalamarca- Paccha- Chadín. Recorriendo una longitud de 48 kilómetros, para lo cual se utilizan vehículos menores en un tiempo promedio de 3.5 horas. Su altitud varia aproximadamente desde los 1,700 hasta 3,800 m.s.n.m.; los Centros Poblados donde se ejecutarán dicho proyecto queda a filo de la trocha carrozable, por lo que las dificultades en la accesibilidad solo se presentan en épocas de lluvia.

Para llegar al Centro Poblado de La Palma desde la ciudad de Chadín se utiliza la trocha Chadín - Choropampa, existiendo las siguientes distancias: de Chadín al CP La Palma 13km.

Para llegar al Centro Poblado de San Juan desde la ciudad de Chadín se utiliza la trocha antes indicada, existiendo las siguientes distancias: de Chadín – Desvío hacia San Juan 10km, Desvío hacia San Juan – Centro Poblado San Juan 5km.

Vegetación

La vegetación está compuesta por plantas naturales de la zona y cultivadas, se desarrolla dentro de un marco de características propias, que dependen de la topografía, de los pisos ecológicos, del clima, así como de los patrones

socioculturales y técnico que es el resultado de la tradición y costumbres heredadas de sus antepasados.

Por las aptitudes productivas del medio, las especies cultivadas en orden de importancia son: maíz, papa, arveja, lenteja, frijol y algunas hortalizas.

Clima

El clima varía de templado a frío, típico de la sierra norte del Perú, los Centros Poblados San Juan y La Palma tienen un clima variado a lo largo de todo el año, con diferencias notorias de una estación a la otra, manifestada por las precipitaciones pluviales.

Las temperaturas varían desde 24° C hasta 8° C, con una temperatura media anual de 18° C.

Las precipitaciones pluviales son variadas durante el año, los periodos de lluvia más frecuentes son desde Noviembre a Abril. Con una precipitación promedio anual de 900 mm.

1.4.3. Descripción Geológica de la Zona

El tipo de suelo de la zona en estudio donde se proyecta la instalación del sistema de alcantarillado varía desde limo arenoso a limo arcilloso hasta conglomerados y roca suelta.

El nivel freático en la zona debido a su topografía es relativamente bajo, encontrándose en zonas planas a más de 15m. De profundidad y en zonas accidentadas a más de 30m. De profundidad.

1.4.4. Información Socioeconómica y Poblacional

Presentamos a continuación una aproximación del aspecto socioeconómico y poblacional de los centros poblados donde va a ser desarrollado el proyecto.

Vías de Comunicación

La zona cuenta con una vía principal de comunicación con el distrito de Chadín y la Provincia de Chota, que es la Carretera Chota – Chalamarca – Paccha – Chadín – Choropampa.

Vivienda

Los Centros Poblados en estudio cuentan con una población de 642 habitantes, los cuales corresponden a 107 familias con vivienda propia. El 95% de las viviendas son de adobe y/o tapial con techos de madera con calamina o teja, en total hacinamiento. Las viviendas cuentan con servicios de agua potable eficiente y carecen de un sistema para la evacuación de excretas.

Educación

El Centro Poblado de San Juan cuenta con una institución educativa N° 101083 SAN JUAN DE CHOTA con un total aproximado de 25 alumnos matriculados. El Centro Poblado de La Palma cuenta con una institución educativa N° 10492. Las instituciones educativas de los Centros Poblados, presentan algunas necesidades y demandas académicas y administrativas, como a continuación se indica: (i) Carencia de recursos para el mantenimiento de la infraestructura y servicios básicos; (ii) Falta de equipamiento y mobiliario; (iii) Falta de capacitación del personal docente por parte de la Dirección Regional de Educación; (iv) Desinterés y escaso apoyo de los padres de familia dada la precaria situación económica.

Salud

Los Centros Poblados de San Juan – La Palma, cuentan con una Posta de Salud para atenciones básicas y carente de muchos servicios por lo que los pobladores para su atención tienen que trasladarse al Centro de Salud del Distrito de Chadín.

Los pobladores manifiestan que el no tener un sistema eficiente de disposición de excretas les es desfavorable porque les causa enfermedades, siendo las más comunes la parasitosis intestinal y las enfermedades diarreicas agudas, entre otras, las cuales son tratadas en su mayoría en forma casera o acuden al Centro de Salud ubicado en la capital del distrito de Chadín o la Posta de la Localidad.

Población

Los Centros Poblados de San Juan – La Palma, cuentan con una población aproximada de 642 habitantes, con una densidad promedio para ambos centros poblados de 6.00 hab. /vivienda

Población total por Localidad (Habitantes)	Población (Nº)	
	Nº	%
San Juan	426	66.36
La Palma	216	33.64
Total	642	100.00

Fuente: Elaboración propia

1.5. Justificación

La falta de implementación de los servicios de alcantarillado, como el inadecuado tratamiento de las aguas residuales, permiten que se propaguen infecciones parasitarias en la población, estos factores permiten justificar la ejecución de un proyecto de saneamiento, técnica y económicamente aconsejable, que contribuya al mejoramiento de las condiciones de vida de los beneficiarios.

CAPÍTULO II:

REVISIÓN DE LITERATURA

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estudio Preliminar

2.1.1. Generalidades

El objetivo primordial del reconocimiento es tener una idea general de la zona de estudio, y recolectar la mayor cantidad de datos posibles, para que se pueda apreciar la importancia de cada dato y poder establecer la solución con mayor certeza.

2.1.2. Etapas

Para realizar un buen estudio es necesario seguir los siguientes pasos:

a) Se tomarán los datos necesarios para confeccionar un plano a curvas de nivel. Por lo que es necesario contar con los siguientes datos:¹

- ✓ Se establecerá el punto de partida, de modo que pueda ser hallado fácilmente y el trabajo sea más sencillo posible.
- ✓ Se establecerá las coordenadas del punto de partida, para establecer su posición geográfica.
- ✓ Se determinará la cota de un Bench Mark (B.M.) existente, asimismo la cota del punto de partida a través de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
- ✓ La ubicación del eje de la vía para obtener los perfiles longitudinales.

b) Se deberá conocer la calidad del suelo donde se proyecta instalar las tuberías y construir las estructuras, se determinará la profundidad a que se

¹ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Pág.20

encuentra la napa freática. Se indicará las calles de la localidad se encuentran empedradas o pavimentadas².

c) Se tomarán los datos necesarios de vital importancia para el respectivo estudio.

2.2. Estudio Topográfico

2.2.1. Generalidades

Para realizar un estudio de Alcantarillado es imprescindible realizar un levantamiento topográfico que permita determinar la superficie en la que se levanta la zona de estudio, tales como: forma y dimensiones de las vías de acceso o interiores, perfiles longitudinales y pendientes de las calles; lo que permitirá lograr un adecuado diseño de alcantarillado.

2.2.2. Levantamiento Topográfico

Consistirá en el levantamiento planimétrico y altimétrico de la localidad, incluyendo las áreas de expansión futura y las correspondientes a la ubicación de la planta de tratamiento y el o los puntos de descarga a ríos, lagos o mar.³

2.2.2.1. Trazo de Ejes Longitudinales

Una vez ubicadas las calles en la etapa del reconocimiento, trazamos los ejes longitudinales de cada calle, estacando cada 20 metros.

2.2.2.2. Nivelación de Ejes Longitudinales

Una vez definido el trazo de los ejes longitudinales en el plano; en el terreno se procede a realizar la respectiva nivelación, utilizando nivel y miras, empleando el método de nivelación compuesta, en circuito cerrado y abierto, tomando vista atrás un punto de cota conocida y vista adelante las respectivas estacas del eje, luego se toma lectura del último punto del circuito.

² ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Anexo 3, Pág.5

³ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Anexo 3, Pág.5

Recomendaciones:⁴

- En las zonas donde se observe que el nivel de las casas es más bajo que el nivel del eje de la calle, deberá obtenerse la información necesaria para estudiar y poder elegir la solución conveniente.
- Si una calle presenta un apreciable desnivel transversal en una longitud de 50 mt. o más, se nivelarán los dos frentes de la calle en toda su longitud.
- En caso de ser necesario de cruzar con un colector el lecho de un río o quebrada, deberán recogerse los datos topográficos que se requieren, indicándose la forma más apropiada para efectuar el plano (puente, sifón invertido, etc.).
- Se levantará el plano de las posibles zonas de expansión de la ciudad, así el levantamiento servirá de base para la elaboración de un plano regulador.

2.2.2.3. Trabajo de Gabinete⁵

Altimetría

Sirve para determinar las alturas, desniveles de dos o más puntos del terreno obteniéndose las curvas de nivel, que no son más que la representación de la configuración del terreno.

Para obtener el plano de curvas de nivel utilizaremos el programa computarizado Autocad Land, a través del ingreso de un número determinado de puntos con sus respectivas coordenadas X, Y y Cota (Z), eligiendo convenientemente la equidistancia, es decir la distancia vertical entre dos curvas de nivel consecutivas teniendo en cuenta el ángulo del terreno respecto a la horizontal y a la escala del dibujo del plano.

⁴ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Anexo 3, Pág.6

⁵ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Págs. 21, 22

Tipo de Topografía

El criterio para clasificar la topografía del terreno es el siguiente:

TABLA 2.1: TIPO DE TOPOGRAFÍA EN FUNCIÓN A LA INCLINACIÓN DEL TERRENO RESPECTO A LA HORIZONTAL

TIPO DE TOPOGRAFIA	ANGULO DE INCLINACION RESPECTO A LA HORIZONTAL
PLANA	0° - 10° (i% = 0% - 18%)
ONDULADA	10° - 20° (i% = 18% - 36%)
ACCIDENTADA	20° - Más (i% = 36% - Más)

Fuente: "Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras"
Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Equidistancia

Se denomina equidistancia, a la distancia vertical entre dos curvas de nivel consecutivas y que se encuentran representadas en un plano. Para seleccionar la equidistancia se debe tener en cuenta los siguientes criterios.

TABLA 2.2: EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA DEL PLANO	TOPOGRAFÍA	EQUIDISTANCIA
Grande (1/1000 a menos)	Llana	0.10 ó 0.25
	Ondulada	0.25 ó 0.50
	Accidentada	0.50 ó 1.00
Mediana (1/1000 – 1/10000)	Llana	0.25, 0.50 ó 1.00
	Ondulada	0.50, 1.00 ó 2.00
	Accidentada	2.00 ó 5.00
Pequeña (1/10000 a mayor)	Llana	0.50, 1.00, ó 2.00
	Ondulada	2.00 ó 5.00
	Accidentada	5.00, 10.00 ó 20.00 10.00, 20.00 ó 50.00

Fuente: Técnicas del levantamiento topográfico por F. García G.

2.3. Estudio de Suelos

2.3.1. Generalidades

Todo estudio de suelos tiene su punto de partida en conocimiento de Geología, Geomorfología e Hidrología de la zona en estudio. Aspecto importante para emprender todo tipo de obras civiles.

El estudio de suelos es fundamental para el diseño debido a que es importante conocer las características físicas de un determinado suelo, por cuanto nos da el criterio necesario para diseñar.

En todo proyecto es necesario priorizar los ensayos de mecánica de suelos.

2.3.2. Estudio de Suelos: Ensayos de Laboratorio

Conocidos los perfiles topográficos y fijada la subrasante es necesario conocer el perfil del subsuelo, es decir, los diferentes tipos de materiales que lo forman a diferentes profundidades.

2.3.2.1. Contenido de Humedad⁶

Se conoce como contenido de humedad, la relación entre el peso del agua contenida en el suelo y el peso de su fase sólida, o sea el peso de la muestra completamente seca. Se lo expresa en porcentaje y está dada por:

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

$$W(\%) = \frac{P_w}{P_s} * 100 \quad (01)$$

⁶ JUÁREZ BADILLO, Mecánica de Suelos Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos, Pág.54

Donde:

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

Ph : Peso del suelo húmedo. (gr.)

Ps : Peso del suelo seco. (gr.)

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

2.3.2.2. Peso Específico de Sólidos⁷

El peso específico de un suelo se define como su peso por unidad de volumen. Se calcula al dividir el peso de la sustancia entre el volumen que ocupa. Se calcula al dividir el peso de la sustancia entre el volumen que ésta ocupa y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Ps}{Ps + Pfa + Pfas} * \gamma_o = \frac{Ps}{Vs} * \gamma_o \quad (02)$$

Donde:

S: Peso específico del suelo.

γ_o : Peso específico del agua.

Ps: Peso de la muestra seca.

Pfas: Peso de la fiola, calibrada con agua y suelo.

Pfa : Peso de la fiola con agua.

Vs : Volumen de la muestra.

⁷ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Pág.25

2.3.2.3. Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en por ciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Conocida la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente para formar la llamada curva de distribución granulométrica. Un suelo que está formado por partículas de un mismo tamaño quedará representado por una línea vertical y un suelo bien graduado por una curva granulométrica en forma de “S” que se extiende a través de varios ciclos de la escala semilogarítmica.⁸

Las características granulométricas de los suelos pueden obtenerse estudiando ciertos parámetros numéricos importantes deducidos de las curvas de distribución.

Los más comunes son:⁹

- ✓ D10 : Diámetro efectivo; es el diámetro de la partícula correspondiente al 10% en la curva granulométrica.
- ✓ Cu : Coeficiente de uniformidad.
- ✓ D60 : Diámetro de la partícula correspondiente al 60% en la curva granulométrica.
- ✓ D30 : Diámetro de la partícula correspondiente al 30% en la curva.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (03)$$

Los suelos con $Cu < 3$ se consideran muy uniformes.

- ✓ Cc : Coeficiente de curvatura.

⁸ CRESPO VILLALAZ, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Págs.46, 47

⁹ JUÁREZ BADILLO, Mecánica de Suelos Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos, Pág.101

$$Cu = \frac{D_{30}}{D_{10} * D_{60}} \quad (04)$$

Cuando: $1 < Cc < 3$, se considera al suelo como bien graduado.

NOTA:¹⁰

Gravas bien graduadas: $Cu > 4$ y $1 < Cc < 3$

Arenas bien graduadas: $Cu > 6$ y $1 < Cc < 3$

2.3.2.4. Límites de Consistencia

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

Los límites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad. Se conocen también como **límites de Atterberg (Atterberg 1911)**.

Los más importantes para el presente trabajo son: el límite líquido y el límite plástico.

a) Límite Líquido (LL).¹¹

El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado semilíquido al plástico. De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida y según Atterberg es

¹⁰ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Pág.31

¹¹ CRESPO VILLALAZ, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Pág.70

de 25gr/cm². La cohesión de un suelo en el límite líquido es prácticamente nula.

b) Límite Plástico (LP).¹²

El límite plástico, es el contenido de humedad que tiene un suelo en el momento de pasar del estado plástico al semisólido.

Se ha convenido en que esta humedad sea la que permita amasar un suelo a mano en rollitos de 3mm. (1/8") de diámetro, aproximadamente sin que presente signos de ruptura.

c) Índice de Plasticidad (IP).¹³

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

$$IP = LL - LP \quad (05)$$

A continuación se presenta una tabla, donde indica las características de los suelos al tener diferentes índices de plasticidad.

TABLA 2.3: CARACTERÍSTICAS DE SUELOS: ÍNDICES DE PLASTICIDAD

IP	CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE SUELOS	COHESIVIDAD
0	No plástico	Arenoso	No cohesivo
<7	Baja Plasticidad	Limoso	Parcialmente cohesivo
7 – 17	Plasticidad media	Arcillo - limoso	Cohesivo
>17	Altamente plástico	Arcilla	Cohesivo

¹² CRESPO VILLALAZ, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Pág.76

¹³ CRESPO VILLALAZ, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Pág.78

2.3.3. Clasificación de Suelos

El sistema de clasificación de suelos que con mayor frecuencia se emplea en este tipo de proyectos es:

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)¹⁴

El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

Para clasificar un suelo, se toma en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Porcentaje de material fino que pasa la malla N° 200, corresponde a limos y arcillas.
- ✓ Porcentaje de la fracción gruesa, retenida en la malla N° 200, que pasa por la malla N° 4 que corresponde a las arenas.
- ✓ Porcentaje de la fracción gruesa retenida en la malla N° 4, que corresponde a las gravas.
- ✓ Forma de la curva de distribución granulométrica.
- ✓ Características de plasticidad y compresibilidad.

Se describirán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos.

¹⁴ JUÁREZ BADILLO, Mecánica de Suelos Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos, Págs.152-158

A. Suelos Gruesos:

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo. El significado se especifica abajo.

- a. Gravas y suelos en que predominen éstas. Símbolo genérico G (gravel).
- b. Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S (sand).

Las gravas y las arenas se separan con la malla N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa (retenida en la malla 200) no pasa la malla N° 4, y es del grupo genérico S, en caso contrario.

Las gravas y las arenas se subdividen en cuatro tipos:

1. Material prácticamente limpio de finos, bien graduado. Símbolo W (well graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW y SW.
2. Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P (poorly graded). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GP y SP.
3. Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. Símbolo M (del sueco mo y mjala). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GM y SM.
4. Material con cantidad apreciable de finos plásticos. Símbolo C (clay). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GC y SC.

A continuación se describen los grupos anteriores a fin de proporcionar criterios más detallados de identificación, tanto en el campo como en el laboratorio.

Grupos GW y SW:

Según se dijo, estos suelos son bien graduados y con pocos finos o limpios por completo. La presencia de los finos que puedan contener estos grupos no debe producir cambios apreciables en las características de resistencia de la fracción gruesa, ni interferir con su capacidad de drenaje. Los anteriores requisitos se garantizan en la práctica, especificando que en estos grupos el contenido de partículas finas no sea mayor de un 5%, en peso. La graduación se juzga, en el laboratorio, por medio de los coeficientes de uniformidad y curvatura.

Para considerar una grava bien graduada se exige que su coeficiente de uniformidad sea mayor que 4, mientras el de curvatura debe estar comprendido entre 1 y 3. En el caso de las arenas bien graduadas, el coeficiente de uniformidad será mayor que 6, en tanto el de curvatura debe estar entre los mismos límites anteriores.

Grupos GP y SP:

Estos suelos son mal graduados; es decir, son de apariencia uniforme o presentan predominio de un tamaño o de un margen de tamaños, faltando algunos intermedios; en laboratorio, deben satisfacer los requisitos señalados para los dos grupos anteriores, en lo referente a su contenido de partículas finas, pero no cumplen los requisitos de graduación indicados para su consideración como bien graduados.

Dentro de esos grupos están comprendidas las gravas uniformes, tales como las que se depositan en los lechos de los ríos, las arenas uniformes, de médanos y playas y las mezclas de gravas y arenas finas, provenientes de estratos diferentes obtenidas durante un proceso de excavación.

Grupos GM y SM:

En estos grupos el contenido de finos afecta las características de resistencia y esfuerzo-deformación y la capacidad de drenaje libre de la fracción gruesa; en la práctica se ha visto que esto ocurre para porcentajes de finos superiores a 12%, en peso, por lo que esa cantidad se toma como frontera inferior de dicho contenido de partículas finas. La plasticidad de los finos en estos grupos varía entre "nula" y "media"; es decir es requisito que los límites de plasticidad localicen a la fracción que pase la malla N° 40 abajo de la Línea A o bien que su índice de plasticidad sea menor que 4.

Grupos GC y SC:

Como antes, el contenido de finos de estos grupos de suelos debe ser mayor que 12%, en peso, y por las mismas razones expuestas para los grupos GM y SM. Sin embargo, en estos casos, los finos son de media a alta plasticidad; es ahora requisito que los límites de plasticidad sitúen a la fracción que pase la malla N° 40 sobre la Línea A, teniéndose, además, la condición de que el índice plástico sea mayor que 7.

A los suelos gruesos con contenido de finos comprendido entre 5% y 12%, en peso, el Sistema Unificado los considera casos de frontera, adjudicándoles un símbolo doble. Por ejemplo, un símbolo GP-GC indica una grava mal graduada, con un contenido entre 5% y 12% de finos plásticos (arcillosos).

Cuando un material no cae claramente dentro de un grupo, deberán usarse también símbolos dobles, correspondientes a casos de frontera. Por ejemplo, el símbolo GW-SW se usará para un material bien graduado, con menos de 5% de finos y formada su fracción gruesa por iguales proporciones de grava y arena.

B. Suelos Finos:

También en este caso el Sistema considera a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos, y dando lugar a las siguientes divisiones:

- a. Limos inorgánicos, de símbolo genérico M (del sueco mo y mjala).
- b. Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C (clay).
- c. Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O (organic).

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdivide, según su límite líquido, en dos grupos. Si éste es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L (low compressibility), obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor de 50%, o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico la letra H (high compressibility), teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

Ha de notarse que las letras L y H no se refieren a baja o alta plasticidad, pues está propiedad del suelo, como se ha dicho, ha de expresarse en función de dos parámetros (LL e Ip), mientras que en el caso actual sólo el valor del límite líquido interviene. Por otra parte, ya se hizo notar que la compresibilidad de un suelo es una función directa del límite líquido, de modo que un suelo es más compresible a mayor límite líquido.

También es preciso tener en cuenta que el término compresibilidad tal como aquí se trata, se refiere a la pendiente del tramo virgen de la curva de compresibilidad y no a la condición actual del suelo inalterado, pues éste puede estar seco parcialmente o pre consolidado. En un capítulo posterior se tendrá ocasión de volver sobre el tema, con mayor detalle.

Los suelos altamente orgánicos, usualmente fibrosos, tales como turbas y suelos pantanosos, extremadamente compresibles, forman un grupo independiente de símbolo Pt (del inglés peat; turba).

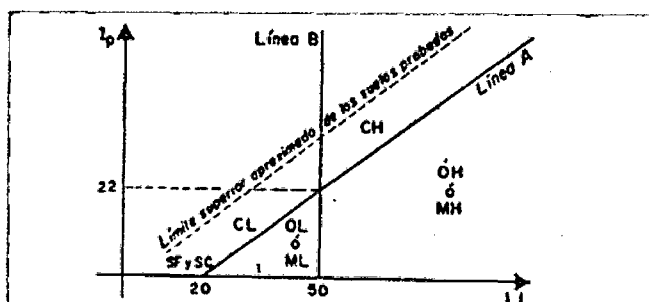


Figura 2.1. Carta de plasticidad, como se usó en el Sistema de Aeropuertos.

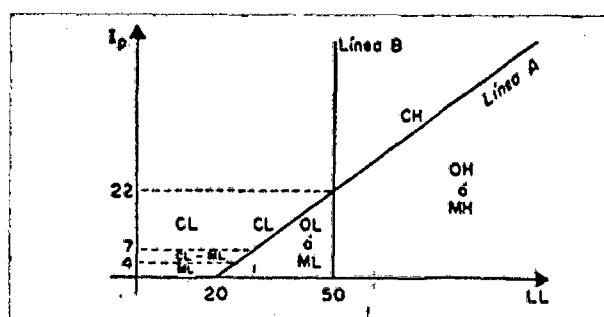


Figura 2.2. Carta de plasticidad, tal como se usa actualmente.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos introdujo una modificación en la Carta de Plasticidad, tal como se mostró en la Fig. 2.1. La modificación se refiere a los suelos arriba de la Línea A con índice plástico comprendido entre 4 y 7, y cambia la clasificación de los suelos que caen en la zona punteada de la Fig. 2.1. Al margen se muestra la modificación en la Fig. 2.2, que es la Carta de Plasticidad, tal como hoy suele usarse.

Además en el estudio que sigue de los grupos de suelos finos se mencionará también la citada modificación.

Los distintos grupos de suelos finos ya mencionados se describen a continuación en forma más detallada.

Grupos CL y OH:

Según ya se dijo, en estos grupos se encasillan las arcillas inorgánicas. El grupo CL comprende a la zona sobre la Línea A, definida por $LL < 50\%$ e $I_p > 7\%$.

El grupo CH corresponde a la zona arriba de la Línea A, definida por $LL > 50\%$. Las arcillas formadas por descomposición química de cenizas volcánicas, tales como la bentonita o la arcilla del Valle de México, con límites líquidos de hasta 500%, se encasillan en el grupo CH.

Grupos ML y MH:

El grupo ML comprende la zona bajo la Línea A, definida por $LL < 50\%$ y la porción sobre la línea A con $I_p < 4$. El grupo MH corresponde a la zona abajo de la línea A, definida por $LL > 50\%$.

En estos grupos quedan comprendidos los limos típicos inorgánicos y limos arcillosos. Los tipos comunes de limos inorgánicos y polvo de roca, con $LL < 30\%$, se localizan en el grupo ML. Los depósitos eólicos, del tipo del Loess, con $25\% < LL < 35\%$ usualmente, caen también en este grupo.

Un tipo interesante de suelos finos que caen en esta zona son las arcillas del tipo caolín, derivados de los feldespatos de rocas graníticas; a pesar de que el nombre de arcillas está muy difundido para estos suelos, algunas de sus características corresponden a limos inorgánicos; por ejemplo, su resistencia en estado seco es relativamente baja y en estado húmedo muestran cierta reacción a la prueba de dilatancia; sin embargo, son suelos finos y suaves con un alto porcentaje de partículas tamaño de arcilla, comparable con el de otras arcillas típicas, localizadas arriba de la línea A. En algunas ocasiones estas

arcillas caen en casos de frontera ML-CL y MH-CH, dada su proximidad con dicha línea.

Las tierras diatomáceas prácticamente puras suelen no ser plásticas, por más que su límite líquido pueda ser mayor que 100% (MH). Sus mezclas con otros suelos de partículas finas son también de los grupos ML o MH.

Los suelos finos que caen sobre la línea A y con $4\% < I_p < 7\%$ se consideran como casos de frontera, asignándoles el símbolo doble CL-ML (Fig.2.2).

Grupos OL y OH:

Las zonas correspondientes a estos dos grupos son las mismas que las de los grupos ML y MH, respectivamente, si bien los orgánicos están siempre en lugares próximos a la línea A.

Una pequeña adición de materia orgánica coloidal hace que el límite líquido de una arcilla inorgánica crezca, sin apreciable cambio de su índice plástico; esto hace que el suelo se desplace hacia la derecha en la Carta de Plasticidad, pasando a ocupar una posición más alejada de la línea A.

Grupos Pt:

Las pruebas de límites pueden ejecutarse en la mayoría de los suelos turbosos, después de un completo remoldeo. El límite líquido de estos suelos suele estar entre 300% y 500%, quedando su posición en la Carta de Plasticidad netamente abajo de la línea A; el índice plástico normalmente varía entre 100% y 200%.

Similarmente al caso de los suelos gruesos, cuando un material fino no cae claramente en uno de los grupos, se usarán para él símbolos dobles de frontera. Por ejemplo, MH-CH representará un suelo fino con $LL > 50\%$ e índice plástico tal que el material quede situado prácticamente sobre la línea A.

Ei Sistema Unificado de Clasificación de Suelos no se concreta a ubicar al material dentro de uno de los grupos enumerados, sino que abarca, además, una descripción del mismo, tanto alterado como inalterado. Esta descripción puede jugar un papel importante en la formación de un sano criterio técnico y, en ocasiones, puede resultar de fundamental importancia para poner de manifiesto características que escapan a la mecánica de las pruebas que se realizan. Un ejemplo típico de ello es la compacidad.

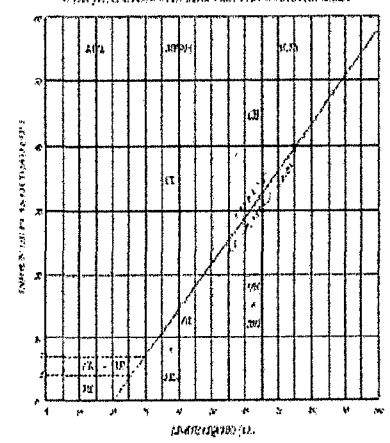
En los suelos gruesos, en general, deben proporcionarse los siguientes datos: nombre típico, porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo de las partículas, angulosidad y dureza de las mismas, características de su superficie, nombre local y geológico y cualquier otra información pertinente, de acuerdo con la aplicación ingenieril que se va a hacer del material.

En suelos gruesos en estado inalterado, se añadirán datos sobre estratificación, compacidad, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje.

En los suelos finos, se proporcionarán, en general, los siguientes datos: nombre típico, grado y carácter de su plasticidad, cantidad y tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo, olor, nombre local y geológico y cualquier otra información descriptiva pertinente, de acuerdo con la aplicación que se vaya a hacer del material.

Respecto del suelo en estado inalterado, deberá agregarse información relativa a su estructura, estratificación, consistencia en los estados inalterado y re moldeado, condiciones de humedad y características de drenaje.

TABLA 2.4 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

DIVISION MAYOR		GRUPO SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN DEL LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	Más de la mitad del material es mayor que el tamiz Nº 200	GRAVAS	GW	grava bien graduada o mezcla de arena y grava. Poco o ningunos finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \text{ mayor que } 4, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 y 3$ No reúne los requisitos de granulometría para GW Límites de Atterberg bajo la línea "A" o IP menor de 4 Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \text{ mayor que } 6, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 y 3$ No reúne los requisitos de granulometría para SW Límites de Atterberg bajo la línea "A" o IP menor de 4 Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7	
			ARENAS	GP		grava mal graduada o mezcla de arena y grava. Poco o ningunos finos
				GRAVA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)		GM _d
		GC				Mezcla bien graduada de grava, arena y arcilla. Excelente aglutinante
		ARENAS	ARENA LIMPIA (Poco o ningún finos)	SW		Arena bien graduada y arena gravillosa. Poco o ningunos finos
				SP		Arena mal graduada. Arena gravillosa. Poco o ningunos finos
	ARENA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)		SM _d	Arena con finos. Arena muy limosa. Mal graduada mezcla arena y arcilla		
			SC	Mezcla bien graduada arena y arcilla. Excelente aglutinante		
	SUELOS DE GRANO FINO	Más de la mitad del material es menor que el tamiz Nº 200	LIMO Y ARCILLA (Límite líquido es menor de 50)	ML	Limo inorgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina con ligera plasticidad	Determinar el porcentaje de arena y grava de la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción menor que el tamiz Nº 200), los suelos de grano grueso y de grano fino se clasifican así: Menos del 5% ----- GW, GP, SW, SP Más del 12% ----- GM, GC, SM, SC 5% al 12% ----- caso límite usar los dos símbolos
				CL	Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad. Arcilla arenosa. Arcilla gravillosa. Arcilla limosa. Arcilla floja	
OL				Limos orgánicos. Limos-arcilla orgánica de baja plasticidad.		
LIMO Y ARCILLA (Límite líquido es mayor de 50)		MH	Limos inorgánicos, arena fina micáceos o diatomeas o suelo limoso, suelo elástico			
		CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad. Arcillas grasas			
		OH	Arcilla orgánica de media a alta plasticidad.			
		Suelos altamente orgánicos	Pt	Turba y otros materiales altamente orgánicos.		
				CARTA DE PLASTICIDAD  <p style="font-size: small;">Fuente: Manual de Suelos, Comisión Nacional de Códigos de Construcción</p>		

Las divisiones de los grupos GM y SM en las sub-divisiones "d" y "u" es solamente para caninos y aeródromos. Las sub-divisiones están en los límites de Atterberg. El sufijo "d" es usado cuando LL es 28 ó menos y el IP es 6 o menos. Sufijo "u" es usado cuando LL es mayor de 28

Clasificación en la línea divisoria, usada para suelos que poseen características de dos grupos es designado por la combinación de símbolos de grupos. Por ejemplo: GW-GC, mezcla de arena y grava bien graduada con arcilla como aglutinante

2.3.4. Resistencia del Terreno (σ_t)¹⁵

Determinación de la Capacidad Portante de un Suelo Según la Teoría de Terzaghi

La teoría de Terzaghi es uno de los primeros esfuerzos por adaptar a la Mecánica de Suelos los resultados de la Mecánica del Medio Continuo.

La expresión cimiento poco profundo se aplica a aquel en el que el ancho B es igual o mayor que la distancia vertical entre el terreno natural y la base del cimiento (profundidad de desplante, D_f). En estas condiciones Terzaghi despreció la resistencia al esfuerzo cortante arriba del nivel de desplante del cimiento, considerándola sólo de dicho nivel hacia abajo. El terreno sobre la base del cimiento se supone que sólo produce un efecto que puede representarse por una sobrecarga, $q = \gamma D_f$, actuante precisamente en un plano horizontal que pase por la base del cimiento, en donde γ es el peso específico del suelo (fig. 2.3)

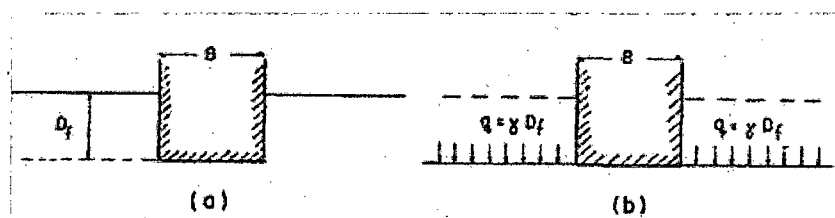


Figura 2.3. Equivalencia del suelo sobre el nivel de desplante de un cimiento con una sobrecarga debida a su peso.

Con base en los estudios de Prandtl, para el caso de un medio "puramente cohesivo", extendidos para un medio "cohesivo y friccionante", Terzaghi propuso el mecanismo de falla que aparece en la fig. 2.4 para un cimiento poco profundo, de longitud infinita normal al plano del papel.

¹⁵ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Págs.37-45

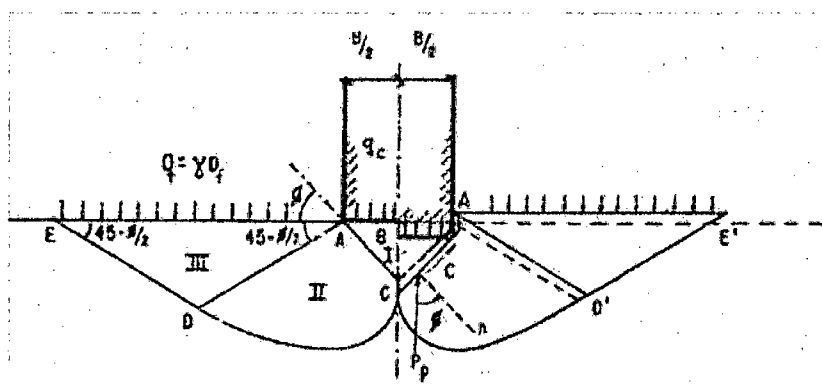


Figura 2.4. Mecanismo de falla de un cimiento continuo poco profundo según Terzagui.

Despreciando el peso de la cuña I y considerando el equilibrio de fuerzas verticales, se tiene que:

$$q_c B = 2 P_p + 2 C \operatorname{sen} \phi \quad (06)$$

donde:

q_c = carga de falla en el cimiento, por unidad de longitud del mismo.

P_p = empuje pasivo actuante en la superficie AC.

C = fuerza de cohesión actuante en la superficie AC.

Como $C = c B/2 \cos \phi$ (fig. 2.4), se tiene que:

$$q_c = \frac{1}{B} (2 P_p + c B \operatorname{tg} \phi) \quad (07)$$

El problema se reduce entonces a calcular P_p , única incógnita en la ecuación (07).

La fuerza P_p puede ser descompuesta en tres partes, P_{pc} , P_{pq} y P_{py} .

P_{pc} Es la componente de P_p debida a la cohesión actuante a lo largo de la superficie CDE. P_{pq} Es la componente de P_p debida a la sobrecarga $q =$

γD_f que actúa en la superficie AE. P_{py} Es la componente de P_p debida a los efectos normales y de fricción a lo largo de la superficie de deslizamiento CDE, causados por el peso de la masa de suelo en las zonas II y III.

Teniendo en cuenta el desglosamiento anterior, la ec. (07) puede escribirse:

$$q_c = \frac{2}{B} \left(P_{pc} + P_{pq} + P_{py} + \frac{1}{2} c B \operatorname{tg} \phi \right) \quad (08)$$

Terzaghi calculó algebraicamente los valores de P_{pc} , P_{pq} y P_{py} ; después de ello, trabajando matemáticamente la expresión obtenida, logró transformar la ec. (08) en la:

$$q_c = c N_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (09)$$

Donde q_c es la presión máxima que puede darse al cimiento por unidad de longitud, sin provocar su falla; o sea, representa la capacidad de carga última del cimiento. Se expresa en unidades de presión. N_c , N_q y N_γ son coeficientes adimensionales que dependen sólo del valor de ϕ , ángulo de fricción interna del suelo y se denominan "factores de capacidad de carga" debidos a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del suelo, respectivamente.

La ec. (09) se obtiene de la (08) introduciendo en ella los siguientes valores para los factores de capacidad de carga:

$$\begin{aligned} N_c &= \frac{2 P_{pc}}{Bc} + \operatorname{tg} \phi \\ N_q &= \frac{2 P_{pq}}{B\gamma D_f} \\ N_\gamma &= \frac{4 P_p}{B^2\gamma} \end{aligned} \quad (10)$$

Si en esas expresiones se colocan los valores obtenidos por el cálculo para P_{pc} , P_{pq} y P_{py} se ve que los factores son sólo función del ángulo ϕ , como se dijo.

Prescindiendo de los análisis algebraicos que justifican todas las afirmaciones anteriores, la ec. (09) puede tenerse de la (08) razonando como sigue:

Observando la fig. 2.4 puede verse que la componente P_{pc} es proporcional a B y a c. En efecto, si B se duplica, también lo hace la longitud de la superficie de deslizamiento CDE, puesto que duplicar B equivale a dibujar la nueva figura a escala doble. Evidentemente P_{pc} será doble si el valor de c se duplica, independientemente de toda otra consideración. Por ello, podrá escribirse que:

$$P_{pc} = K_c Bc$$

Donde K_c es una constante que dependerá sólo del valor de \emptyset (nótese en la fig. 2.4 que cualquier variación de \emptyset trae consigo una variación en la extensión y forma de la superficie de falla).

Análogamente puede observarse que al duplicarse B se duplica la superficie donde actúa la sobrecarga $q = \gamma D_f$, por lo que P_{pq} resulta proporcional al propio valor de q. Por esto podrá escribirse:

$$P_{pq} = K_q B\gamma D_f$$

Con K_q función sólo de \emptyset , por lo que ya se dijo.

Por último, al duplicarse B se cuadruplica el área de las zonas II y III y con ella el peso del material de dichas zonas. Esto se expresa matemáticamente diciendo que P_{py} es proporcional a B^2 . Por otra parte, es evidente que P_{py} debe ser proporcional a γ . Puede así escribirse:

$$P_{py} = K_\gamma \gamma B^2$$

K_γ Es también solo función de \emptyset .

Llevando estos valores a la ec. (08) se tiene:

$$q_c = \frac{2}{B} \left(K_c Bc + K_q B\gamma D_f + K_\gamma \gamma B^2 + \frac{1}{2} Bc \operatorname{tg}\emptyset \right)$$

$$q_c = \left[(2 K_c + \operatorname{tg}\emptyset)c + (2 K_q) \gamma D_f + (2 K_\gamma) B\gamma \right]$$

Llamando a los términos entre paréntesis N_c , N_q y $(1/2)N_\gamma$ respectivamente, resulta la ec. (09).

Si en esos mismos términos en paréntesis se substituyen los valores de K_c , K_q y K_γ escritos arriba es fácil ver que se obtienen los valores de N_c , N_q y N_γ dados por la ec. (10).

La ec. (09) es la fundamental de la Teoría de Terzaghi y permite calcular en principio la capacidad de carga última de un cimiento poco profundo de longitud infinita. La condición para la aplicación de la fórmula (09) a un problema específico es el conocer los valores de N_c , N_q y N_γ en ese problema.

Estos factores, como ya se dijo, son sólo funciones de ϕ y Terzaghi los presenta en forma gráfica; esta gráfica se recoge en la fig. 2.5.

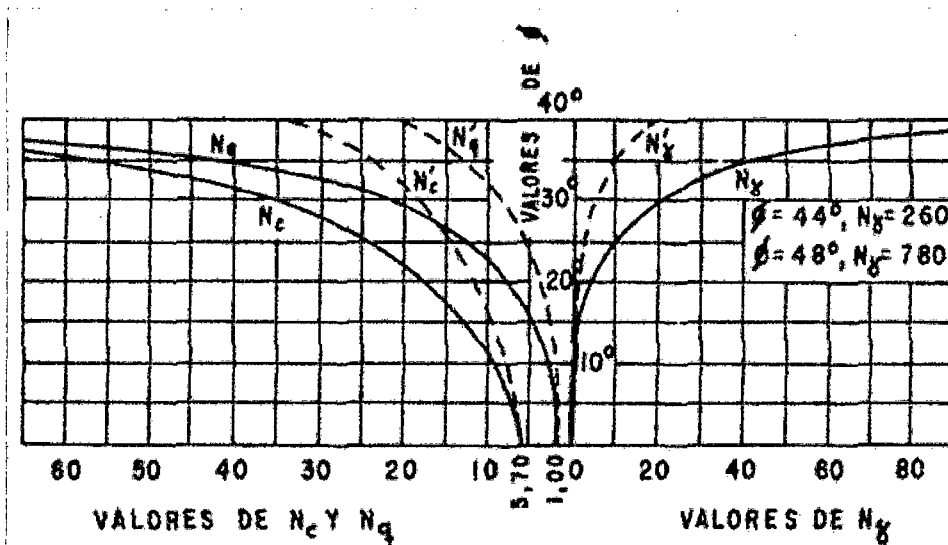


Figura 2.5. Factores de capacidad de carga para aplicación de la teoría Terzagui.

Debe notarse que en la fig. 2.5 aparecen tres curvas que dan los valores de N_c , N_q y N_γ en función del ángulo ϕ y aparecen también otras tres curvas

quedan valores modificados de esos factores, N'_c , N'_q y N'_γ (líneas discontinuas de la figura). La razón de ser de estas últimas tres curvas es la siguiente: el mecanismo de falla mostrado en la fig. 2.4, supone que al ir penetrando el cimiento en el suelo se va produciendo cierto desplazamiento lateral de modo que los estados plásticos desarrollados incipientemente bajo la carga se amplían hasta los puntos E y E', en tal forma que, en el instante de la falla, toda la longitud de la superficie de falla trabaja al esfuerzo límite. Sin embargo, en materiales arenosos sueltos o arcillosos blandos, con curva esfuerzo - deformación como la C_2 de la fig. 2.6, en la cual la deformación crece mucho para cargas próximas a la de falla, Terzaghi considera que al penetrar el cimiento no logra desarrollarse el estado plástico hasta puntos tan lejanos como los E y E', sino que la falla ocurre antes, a carga menor, por haberse alcanzado un nivel de asentamiento en el cimiento que, para fines prácticos, equivale a la falla del mismo. Este último tipo de falla es denominado por Terzaghi local, en contraposición de la falla en desarrollo completo del mecanismo atrás expuesto, a la que llama general.

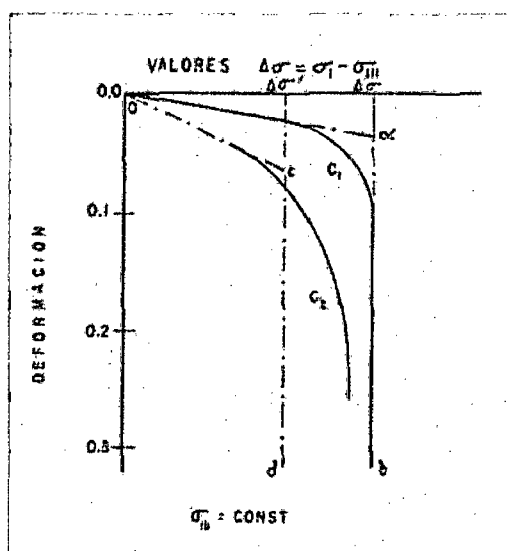


Figura 2.6. Curvas de esfuerzo deformación típicas para mecanismo de falla General (1) y local (2), según Terzagui.

Para obtener la capacidad de carga última con respecto a falla local de un modo razonablemente aproximado para fines prácticos, Terzaghi corrigió su

teoría de un modo sencillo introduciendo nuevos valores de "c" y para efectos de cálculo; así trabaja con:

$$c' = \frac{2}{3} c \quad (11)$$

$$tg\phi' = \frac{2}{3} tg\phi$$

O sea, asigna al suelo una resistencia de los dos terceras partes de la real; a este suelo equivalente, Terzaghi le aplica la teoría primeramente expuesta. Dado un ángulo ϕ , en un suelo en que la falla local sea de tener, puede calcularse con la expresión 11 el ϕ equivalente. Si con este valor ϕ' se entrara a las curvas llenas de la fig. 2.5 se obtendrían valores de los factores N iguales a los que se obtienen entrando con el ϕ original en las curvas discontinuas, para los factores N'. De este modo Terzaghi evita al calculista la aplicación reiterada de la segunda ec. (11).

En definitiva, la capacidad de carga última respecto a falla local queda dada por la expresión:

$$q_c = \frac{2}{3} c N'_c + \gamma D_f N'_q + \frac{1}{2} \gamma B N'_\gamma \quad (12)$$

Toda la teoría arriba expuesta se refiere únicamente a cimientos decir, de longitud infinita normal al plano del papel. Para cimientos o redondos (tan frecuentes en la práctica, por otra parte), no teoría, ni aun aproximada. Las siguientes fórmulas han sido propuestas propio Terzaghi y son modificaciones de la expresión fundamental, en resultados experimentales:

Zapata cuadrada:

$$q_c = 1.3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \quad (13)$$

Zapata circular:

$$q_c = 1.3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0.6 \gamma R N_\gamma \quad (14)$$

En las ecuaciones anteriores, los factores de capacidad de carga se obtienen en la fig. 2.5, sean los correspondientes a la falla general o a la local, cuando ésta última sea de tener. En la ec. (14), R es el radio del cimiento.

También debe notarse que todas las fórmulas anteriores son válidas sólo para cimientos sujetos a carga vertical y sin ninguna excentricidad.

Capacidad de Carga Admisible. Factor de Seguridad

En la práctica se ha generalizado la costumbre simplista de expresar la capacidad de carga admisible por una fracción de la capacidad de carga a la falla, obtenida dividiendo ésta entre un número mayor que 1, el cual se denomina factor de seguridad (FS). Sin embargo, por lo menos para el caso de suelos puramente cohesivos, el anterior criterio es erróneo, tanto desde el punto de vista conceptual, como del punto de vista del valor numérico de la capacidad de carga que con él se obtiene.

En el caso de suelos puramente friccionantes, la capacidad de carga es mucho mayor que la presión actuante al nivel de desplante, por lo que el dividir la capacidad de carga última total entre un factor de seguridad produce un error, que si bien conceptualmente hablando es idéntico al comentado para suelos puramente cohesivos, es en cambio, numéricamente muy pequeño; por esta razón la capacidad admisible de un suelo friccionante suele obtenerse en la práctica con la mencionada expresión simplista:

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_s} \quad (15)$$

Los valores de F_s a usar en un caso dado en la práctica pueden variar algo según la importancia de la obra y el orden de las incertidumbres que se manejen; en rigor debería de ser diferente en cada caso y producto de un

estudio de ese caso. Sin embargo, en aras de simplicidad, existen valores típicos aceptados por la costumbre que se aplican a las cimentaciones poco profundas. Así, si en el análisis de las cargas actuantes se consideran sólo las permanentes es recomendable usar un F_s mínimo de 3. Si se toman en cuenta cargas permanentes y carga viva eventual, el valor anterior puede reducirse a 2 ó 2.5. Si, además, se consideran efectos de sismo en regiones de tal naturaleza, el factor de seguridad puede llegar a tomar valores tan bajos como 1.5.

Capacidad de Carga de Cimentaciones sobre un Talud¹⁶

En algunos casos, cimentaciones superficiales tienen que ser construidas sobre un talud (figura 2.7). En esta figura, la altura del talud es H y la pendiente forma un ángulo β con la horizontal. El borde de la cimentación se localiza a una distancia b de la parte superior del talud

Meyerhof desarrolló la relación teórica para la capacidad última de carga para cimentaciones corridas en la forma

$$q_u = cN_{cq} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q} \quad (16)$$

Para suelo granular, $c=0$. Entonces

$$q_u = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q} \quad (17)$$

Para suelo cohesivo, $\phi = 0$. Por lo tanto,

$$q_u = cN_{cq} \quad (18)$$

Las variaciones de $N_{\gamma q}$ y N_{cq} definidas por las ecuaciones (17) y (18) se muestran en las figuras 2.8 y 2.9. Al usar N_{cq} en la ecuación (18) como se da en la figura 2.9, deben tomarse en cuenta los siguientes puntos:

¹⁶ BRAJA M. DAS, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Págs.195-197

1.- El término N_s se define como el número de estabilidad:

$$N_s = \frac{\gamma H}{c} \quad (19)$$

2.- Si $B < H$, use las curvas $N_s = 0$.

3.- Si $B \geq H$, use las curvas para el número N_s de estabilidad calculado.

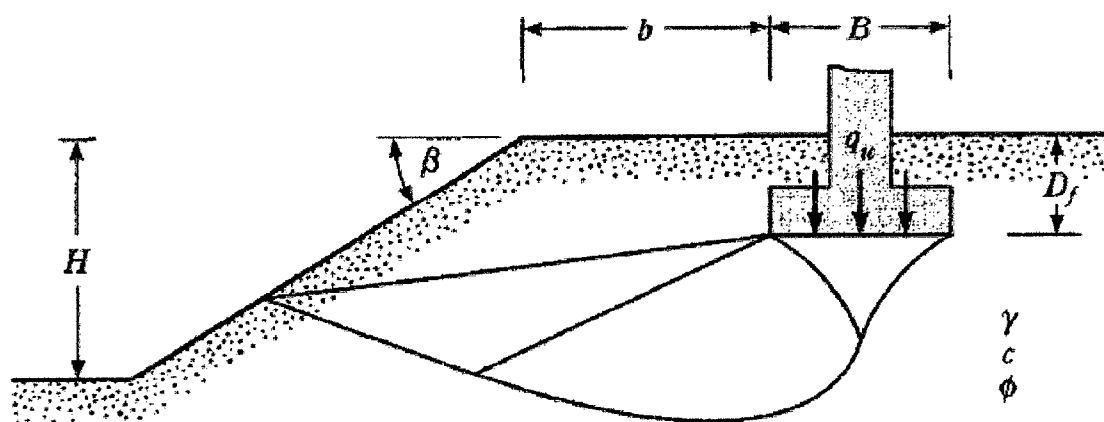


Figura 2.7. Cimentación Superficial sobre un Talud.

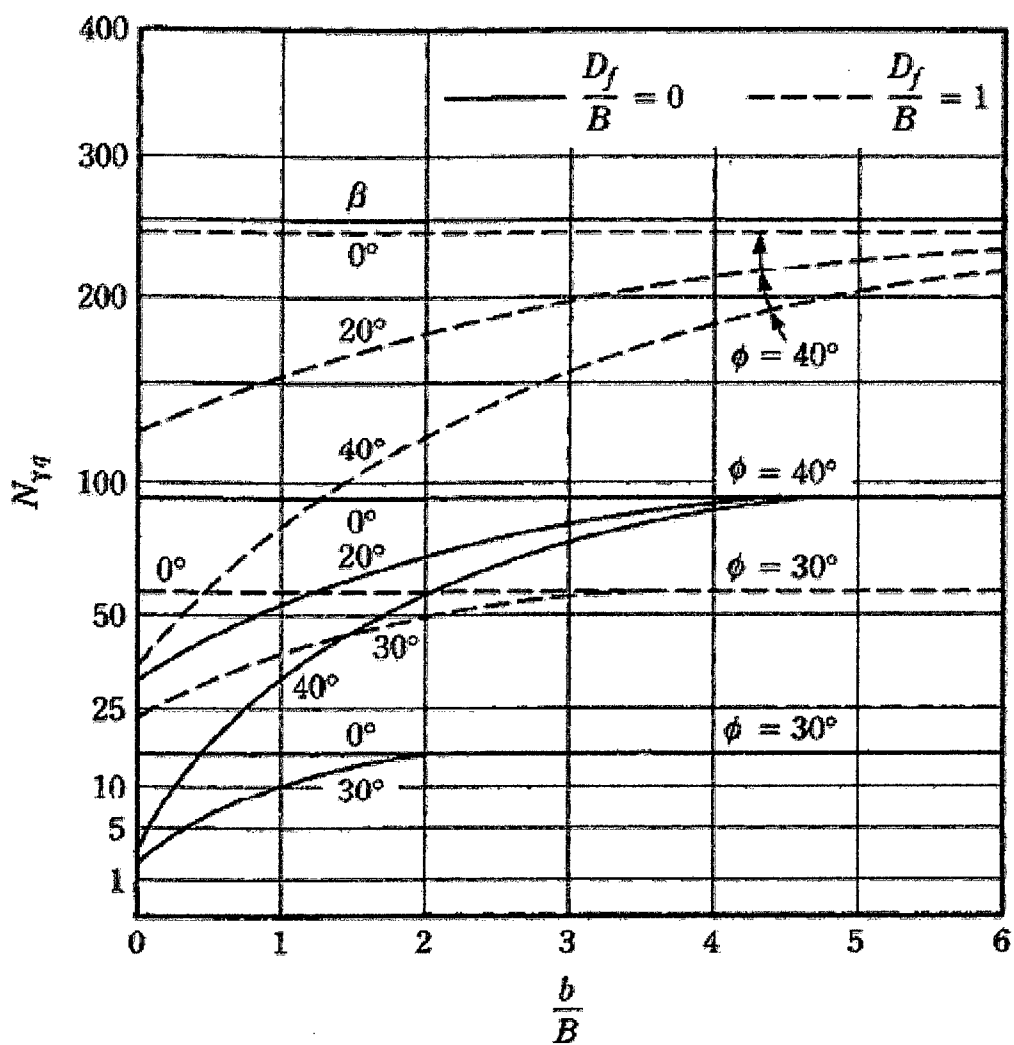


Figura 2.8. Factor de Capacidad de apoyo $N_{\gamma q}$ de Meyerhof para suelo granular ($c = 0$)

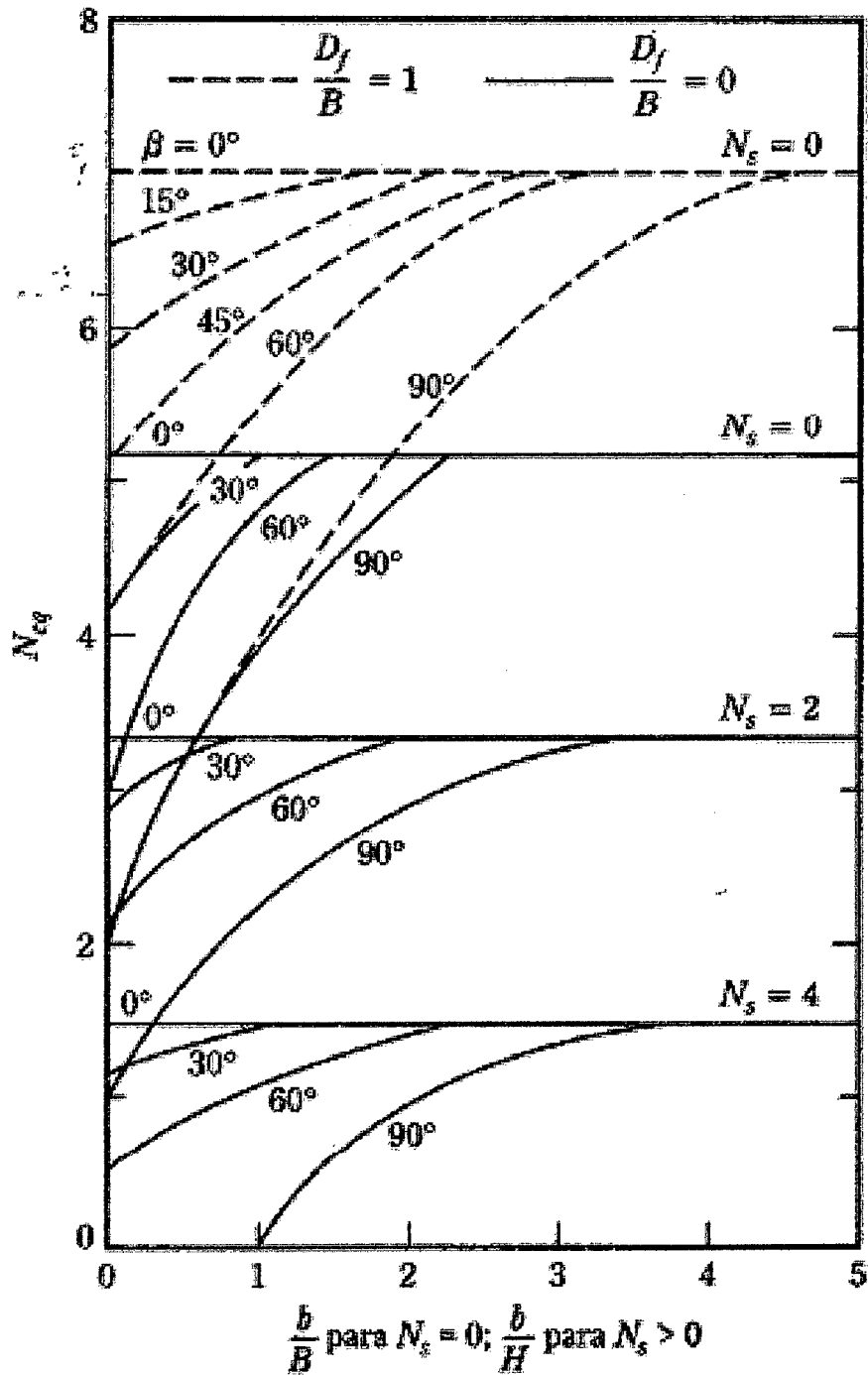


Figura 2.9. Factor de Capacidad de carga N_c . de Meyerhof para un suelo Cohesivo

2.4. Parámetros Básicos de Diseño del Sistema de Alcantarillado

2.4.1. Periodo de Diseño¹⁷

Es el tiempo de vida estimado para una estructura proyectada dentro del cual ésta debe funcionar eficientemente. Transcurrido dicho periodo se debe realizar una ampliación o nuevo diseño.

El período de diseño permite definir el tamaño del proyecto en base a la población a ser atendida al final del mismo. Si el período de un proyecto es corto, inicialmente el sistema requerirá una inversión menor, pero luego exigirá inversiones sucesivas de acuerdo con el crecimiento de la población. Por otro lado, la ejecución de un proyecto con un período de diseño mayor requerirá mayor inversión inicial, pero luego no necesitará de nuevas inversiones por un buen tiempo.

Además, con periodos de diseño largos, el flujo en las tuberías estará por muchos años debajo del caudal de diseño, por lo cual las velocidades serán menores a las previstas y el desempeño del sistema será menor al esperado.

En proyectos de alcantarillado en el medio rural se recomienda asumir periodos de diseño relativamente cortos, del orden de 20 años, considerando la construcción por etapas, con el fin que se reduzca al mínimo y se puedan ajustar los posibles errores en las estimaciones de crecimiento de población y su consumo de agua.

Otro criterio que podría considerarse, es el que relaciona el periodo de diseño con el tamaño de la población del proyecto, tal como se muestra a continuación:

- Localidades de 1 000 a 15 000 habitantes: 10 a 15 años.
- Localidades de 15 000 a 50 000 habitantes: 15 a 20 años.

¹⁷ OPS/OMS/CEPIS/05.169, Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, Pág.17

2.4.2. Población¹⁸

Para aproximarnos a la cantidad real de aguas residuales es imprescindible llevar a cabo estudios detallados de población. La predicción del crecimiento poblacional deberá ser perfectamente justificada de acuerdo a las características de la ciudad, sus factores socioeconómicos y su tendencia de desarrollo. La población resultante debe ser coordinado con las densidades del plano Regulador respectivo y los programas de expansión y desarrollo regional.

La previsión de la población se efectúa empleando métodos que utilizan datos conocidos (actuales y pasados), censos INEI, determinándose por extrapolación los valores futuros. Los valores obtenidos deben ser considerados como aproximados debido a la complejidad de los fenómenos que intervienen en el crecimiento poblacional.

La población futura para el periodo de diseño considerado deberá calcularse:

- a) Tratándose de Asentamientos Humanos existentes, el crecimiento deberá estar acorde con el Plan Regulador y los programas de desarrollo regional, si los hubiere; en caso de no existir estos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socioeconómicos, sus tendencias de desarrollo y otros que se pudieran obtener.
- b) Tratándose de nuevas habilitaciones para vivienda deberá considerarse de acuerdo a los usos del suelo.

Se determinará la población en base a algunos de los siguientes métodos de proyección u otros: Métodos matemáticos, métodos demográficos y métodos económicos. Abordar cada uno de estos métodos se sale del alcance del presente trabajo. En ese sentido, estudiaremos solamente los métodos matemáticos más usados.

¹⁸ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Págs.81, 82

2.4.2.1. Estimación de la Población¹⁹

Métodos Analíticos

Se basan en métodos matemáticos. Dentro de los cuales tenemos:

a) Método Aritmético:

Supone que la tasa de crecimiento de la población ha sido y será constante. Se emplea la siguiente expresión para calcular la población futura.

$$P_f = P_i + K_a (T_f - T_i) \quad (20)$$

Donde:

P_f = Población final

P_i = Población inicial

T_f = Tiempo final

T_i = Tiempo inicial

Para determinar K_a :

$$K_a = (P_f - P_i) / (T_f - T_i)$$

Donde los subíndices son los años de los censos conocidos.

b) Método Geométrico:

Considera que la tasa de crecimiento es proporcional a la población existente en un momento dado.

¹⁹ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Pág.47

Se emplea la siguiente expresión matemática, para el cálculo de la población futura.

$$P_f = P_i * e^{Kg*(T_f - T_i)} \quad (21)$$

Donde:

P_f = Población final

P_i = Población inicial

T_f = Tiempo final

T_i = Tiempo inicial

Para determinar K_g :

$$K_g = (\ln P_f - \ln P_i) / (T_f - T_i)$$

Donde los subíndices son los años de los censos conocidos.

c) Método de Interés Simple:

Considera que el crecimiento de una ciudad es igual al crecimiento de un capital, impuesto al interés simple, tomando como razón el promedio obtenido de las variaciones expresadas en porcentaje.

Emplea la siguiente expresión para el cálculo de la población futura.

$$P_f = P_i + (1 + r * (T_f - T_i)) \quad (22)$$

Donde:

P_f = Población final

P_i = Población inicial

$T_f =$ Tiempo final

$T_i =$ Tiempo inicial

$r =$ Razón de crecimiento

Para determinar:

$$r = (P_f - P_i) / (P_i * (T_f - T_i))$$

Donde los subíndices son los años de los censos conocidos.

d) Método de Interés Compuesto:

Este método consiste en suponer, que el crecimiento de una población es igual al crecimiento de un capital determinado, puesto a interés compuesto; donde el aumento toma la forma de una curva exponencial.

Emplea la siguiente formula:

$$P_f = P_i(1 + r)^{Kg*(T_f - T_i)} \quad (23)$$

Donde:

$P_f =$ Población final

$P_i =$ Población inicial

$T_f =$ Tiempo final

$T_i =$ Tiempo inicial

$r =$ Tasa de crecimiento de la población

Para determinar r:

$$r = (P_f - P_i)^{(1/(T_f - T_i))} - 1$$

Donde los subíndices son los años de los censos conocidos.

2.4.3. Cálculo de Dotaciones de Agua

2.4.3.1. Dotaciones para los Diferentes Tipos de Consumo

Una comunidad o zona a desarrollar está constituida por sectores residenciales, comerciales, industriales y recreacionales cuya composición porcentual es variable en cada caso. Esto nos permite fijar el tipo de consumo de agua predominante y orientar en tal sentido las estimaciones; así se tiene:

a) Consumo Doméstico

Está constituido por el consumo familiar, por esto, para diseñar el sistema de alcantarillado, habrá que definir la dotación de agua potable por habitante. La dotación, a su vez, dependerá del clima, el tamaño de la población, características económicas, culturales, información sobre el consumo medido en la zona, etc.

El Reglamento Nacional de Construcciones asigna los valores detallados en la tabla N° 2.5.

**TABLA N° 2.5: DOTACIONES DE AGUA POR HABITANTES
(lt/hab/día) Según el RNC.**

POBLACIÓN (MILES)	CLIMA	
	FRÍO	TEMPLADO Y CÁLIDO
2 000 – 10 000	120	150
10 000 – 50 000	150	200
Mayor de 50 000	200	250

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones. Cap. 3-II-II-3.

**TABLA N° 2.6: DOTACIONES DE AGUA POR HABITANTES
(lt/hab/día) Según el Ministerio de Salud.**

REGIÓN	DOTACIÓN	
	C.P. Sin Proyección Alcantarillado	C.P. Con Proyección Alcantarillado
COSTA	50	120
SIERRA	40	100
SELVA	60	140

Fuente: Ministerio de Salud.

Quizás uno de los factores que más influye en el consumo de agua de una población sea su nivel de ingresos, en la Tabla N°2.7 se muestra, como referencia, niveles de ingreso y su respectivo consumo de agua.

**TABLA N° 2.7: DOTACIONES DE AGUA POR HABITANTES
(lt/hab/día) DE ACUERDO A NIVELES DE INGRESO.**

Tipo de área a ser atendida según nivel de ingresos	Dotación
Alto	250 - 180
Medio	180 - 120
Bajo	120 - 80

Fuente: Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado OPS/CEPIS/05.169.

No se deben considerar factibles los flujos que excedan los 120 l/hab/día en las comunidades de bajos ingresos, ya que indican un fuerte derroche de agua, suponer valores mayores de consumo son injustificados y conducirá a soluciones excesivamente costosas y, por consiguiente, inalcanzables.²⁰

b) Consumo Comercial e Industrial

Puede ser un gasto significativo en casos donde las áreas a desarrollar tengan una vinculación comercial o industrial.

²⁰ OPS/OMS/CEPIS/05.169, Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, Pág.19

En tal caso las cifras de consumo deben basarse principalmente en el tipo de industrias y comercio, más que estimaciones referidas a áreas o consumo per - cápita.

c) Consumo Público

Este consumo corresponde a la cantidad de agua destinada para diferentes edificios de servicio público, como locales educacionales, locales de espectáculos o centros de reunión, oficinas, etc.

En la Tabla N° 2.8 se muestra algunos valores que especifica el R.N.E. Para diferentes locales de servicio público.

TABLA N° 2.8: DOTACIONES DE AGUA EN ALGUNOS EDIFICIOS DE SERVICIO PÚBLICO, Según el R.N.E.

TIPO DE EDIFICIO Y/O SERVICIO	UNIDAD	DOTACIÓN
LOCALES EDUCACIONALES		
Alumnado no Residente	Lt/persona/día	50
Alumnado Residente		200
OFICINAS		
Se considera el área útil del local.	Lt/m ² /día	6
LOCALES COMERCIALES		
Se considera el área útil del local.	Lt/m ² /día	6
LOCALES DE SALUD		
Hospitales y clínicas de hospitalización.	Lt/cama/día	600
Consultorios médicos.	Lt/consultorio/día	500
Clínicas dentales	Lt/unidad dental/día	1000

Fuente: R.N.E. Norma Técnica IS.010.

2.4.3.2. Variaciones de Consumo²¹

Las variaciones de consumo vienen a ser las variaciones que experimentan los consumos en relación al consumo medio diario. Su conocimiento se hace necesario porque a partir de ellas se define los diferentes caudales de diseño de las diferentes partes un sistema de abastecimiento.

El consumo medio diario (Qm.) puede ser obtenido:

Como el promedio de las dotaciones asignadas a cada parcela según su zonificación y de acuerdo al plano regulador de la ciudad.

Como resultado de una estimación del consumo per - cápita, para la población futura del periodo de diseño.

Como el promedio de los consumos diarios registrados en una localidad.

a) Variaciones Diarias

Son las variaciones de consumo día a día, con respecto al consumo medio diario.

Esta variación es apreciable en los días de máximo y mínimo consumo, por eso se ha definido el coeficiente de máxima variación diaria: K1.

$K1 = \text{Consumo en el día de máxima demanda} / Qm.$

El R.N.E recomienda un rango usual de 1.2 a 1.5. Este valor tiene relación con el tamaño de la población, a mayor población, menor valor de K1; y a menor población, mayor valor de K1, recomendando específicamente el valor de 1.3.

²¹ SIMÓN AROCHA R., Diseño de Desagüe y Alcantarillado, Pág.17

b) Variaciones Horarias

Son las variaciones en el consumo hora a hora, su variación con respecto al consumo medio diario es importante, dejándose notar con más intensidad en las pequeñas localidades. Estas variaciones dan lugar al llamado coeficiente de variación horaria: K2.

$K2 = \text{Consumo en la hora de máxima demanda} / Q_m$.

El R.N.E. recomienda un rango usual de 1.8 a 2.5. Según el R.N.C. los valores de K2 dependerán del tamaño de la población, tal como se muestra en la Tabla N° 2.9.

TABLA N° 2.9: VALORES DE "K2".

POBLACIÓN (Hab.)	K2
2 000 – 10 000	2.5
Mayor de 10 000	1.8

2.4.3.3. CAUDAL DE DISEÑO

A. Caudal Máximo Diario (Qmax.d):

El caudal máximo diario Qmax.d, se define como el consumo máximo registrado durante 24 horas en un periodo de un año.

$$Q_{máxd} = Q_m \times K_1$$

Dónde:

$Q_{máxd}$: Caudal Máximo Diario en L/seg

Q_m : Caudal medio (L/seg)

K_1 : Coeficiente de variación diaria

Debido a que los Centros Poblados en estudio cuentan con Sistema de Agua Potable, es que podemos obtener el **Caudal Máximo Diario Real** como resultado del aforo del caudal real en el reservorio de cada Centro Poblado.

B. Caudal Medio (Qm)

Para el presente estudio, el caudal medio Qm, es el caudal calculado en función al caudal aforado (Qmáx.d), expresado en L/seg.

$$Q_m = \frac{Q_{máx.d}}{K_1}$$

Dónde:

Q_m : Caudal medio (L/seg)

$Q_{máx.d}$: Caudal Máximo Diario en L/seg

K_1 : Coeficiente de variación diaria

C. Caudal Máximo Horario (Qmax.h):

El caudal máximo horario Qmax.h, se define como el consumo máximo registrado durante una hora en el día de máximo consumo.

$$Q_{máx.h} = Q_m \times K_2$$

Dónde:

$Q_{máx.h}$: Caudal Máximo Horario en L/seg

Q_m : Caudal Medio

K_2 : Coeficiente de variación horaria

2.5. Sistema de Alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado comprenden al conjunto de tuberías y obras, generalmente enterradas que tienen por finalidad evacuar los líquidos residuales de las viviendas e industriales. Son sinónimos de sistema de desagües, aguas cloacales, aguas negras, aguas servidas, sistemas de aguas residuales.

2.5.1. Clasificación de Desagües²²

Los desagües de acuerdo a su origen y composición se clasifican en: domésticos, industriales y pluviales.

2.5.1.1. Domésticas

Constituido por deyecciones, residuos alimenticios y residuos de la limpieza provenientes de las viviendas, edificios comerciales y de centros de reunión y también de algunas industrias que no tiene significación importante. Son líquidos peligrosos para la salud, por tener microorganismos, gérmenes patógenos provenientes del ser humano que puedan originar enfermedades de origen fecal - oral como el cólera, tifoidea, desinterías, entre otras.

2.5.1.2. Industriales

Procedentes de las actividades industriales, arrastrando resto de materias primas utilizadas, producto de transformación y acabados, así como la variación térmica.

Al igual que los desagües domésticos pueden ser objetables tales como ácidos, bases, tóxicos, sólidos disueltos y en suspensión, aceites y grasas que pueden producir deterioro de la tuberías.

²² ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Págs.54,55

2.5.1.3. Pluviales

Producto de la escorrentía de las tormentas. Pueden llevar desprendimientos vegetales, basura de las calles en los primeros minutos por lo que se les considera como aguas negras y luego como aguas blancas o limpias.

Un sistema convencional de alcantarillado comprende:

a) Tuberías:

- ✓ Colectores.
- ✓ Interceptores.
- ✓ Emisores.
- ✓ Sifones invertidos (de ser necesario).

b) Estructuras Especiales:

- ✓ Buzones.
- ✓ Tanques de lavado.

c) Estaciones de Bombeo (de ser necesario).

d) Plantas de Tratamiento.

2.5.2. Tipos de Sistemas

2.5.2.1. Sistema Sanitario o Separativo²³

Es llamado también sistema doméstico, por la red escurre un solo tipo agua residual, el doméstico y/o industrial, o el desagüe pluvial,

²³ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.60

contemplándose por lo tanto una red para evacuar las aguas negras y otra para las aguas de lluvia.

El sistema separativo ofrece múltiples ventajas sobre el sistema unitario, siendo la principal el económico ya que los costos de tratamiento, operación y mantenimiento son menores. Los costos iniciales de construcción pueden ser mayores que el sistema combinado pero en términos de costo total, el sistema separado es más económico.

2.5.2.2. Sistema Combinado o Unitario²⁴

Llamado también Sistema Mixto. La cantidad de desagüe que es recibida por la red no es igual a la cantidad de agua con la que es abastecida la ciudad. Las causas que generan esta diferencia son el empleo del agua en manufacturación de diversos alimentos y bebidas, regadío de jardines y parques, lavado de calles, combate de incendios, alimentación de escaleras, etc.

Es decir es aquel sistema que recolecta las aguas residuales (domésticas e industriales), de lluvia y de infiltración en una misma tubería.

Las secciones de los conductos resultan relativamente grandes, exigiendo construcciones de gran tamaño y de costosa ejecución.

Con este sistema se torna difícil evitar o controlar la contaminación de las aguas receptoras debido a los grandes volúmenes de desagüe que se generan.

Este sistema fue práctica usual en el pasado, siendo dejado de lado en la actualidad.

²⁴ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.62

2.5.3. Relación Desagüe / Agua o Factor de Reingreso "C"²⁵

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos.

Es recomendable estimar este factor en base a información y estudios locales, sin embargo, cuando no puedan ser realizados el R.N.E. recomienda asumir el valor de 0,80.

2.5.4. Gasto Promedio de Desagüe²⁶

Proviene del consumo de agua y puede ser hallado en forma similar, afectando por el factor de reingreso, llamado también porcentaje de contribución. Se emplea la siguiente expresión:

$$Q_p = Q_m * C \quad (24)$$

Donde:

Q_p = Gasto promedio de desagüe (lt/s)

Q_m = Gasto medio de agua (lt/s)

C = Factor de reingreso o porcentaje de contribución.

2.5.5. Gasto Máximo Diario de Desagüe "Qmd"²⁷

Se calcula en base al caudal promedio afectado por el factor "K₁" llamado coeficiente de variación diaria.

$$Q_{md} = Q_p * K_1 \quad (25)$$

²⁵ OPS/OMS/CEPIS/05.169, Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, Pág.20

²⁶ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Págs.99,100

²⁷ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Págs.100,101

Donde:

Q_{md} = Gasto máximo diario (lt/s)

Q_p = Gasto promedio (lt/s)

K_1 = Factor de variación diaria (adimensional).

2.5.6. Gasto Máximo Horario o Gasto Máximo de Desagüe “Qmh”²⁸

Es el caudal máximo de desagüe que se genera en una determinada hora y el que se emplea para el cálculo de la red de desagüe. Puede ser hallado en función del caudal promedio de acuerdo a la siguiente relación:

$$Q_{mh} = Q_p * K_2 \quad (26)$$

Donde:

Q_{mh} = Gasto máximo horario (lt/s)

Q_p = Gasto promedio (lt/s)

K_2 = Coeficiente de variación horaria (adimensional).

2.5.7. Gasto Mínimo de Desagüe “Qmin”²⁹

Es el caudal mínimo de desagüe siendo importante determinarlo, sobre todo en las estaciones de bombeo, se halla en función del gasto promedio mediante la relación:

$$Q_{min} = Q_p * K_3 \quad (27)$$

Donde:

Q_{min} = Gasto mínimo (lt/s)

Q_p = Gasto promedio (lt/s)

²⁸ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.101

²⁹ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.102

$K_2 =$ Factor de Relación entre Q_{min} y Q_p (adimensional).

El valor de K_3 varía entre 0.3 y 0.5, siendo el de uso más genérico el primer valor.

2.5.8. Gasto Unitario “qu”³⁰

El gasto unitario es el coeficiente utilizado para el cálculo de una red de desagüe y se expresa por metro lineal de tubería o por metro cuadrado del área a drenar. Las determinaciones del caudal unitario sirven para hallar los caudales que aporta cada tramo del colector. Se puede determinar de dos maneras:

a) En función de la longitud de tuberías:

$$q_u = (Q_d / L) \quad (28)$$

Donde:

q_u = Gasto unitario (lt/s)

Q_d = Gasto de diseño (lt/s)

L = Longitud total de tuberías (m).

b) En función del área a drenar:

$$q_u = (Q_d / A) \quad (29)$$

Donde:

q_u = Gasto unitario (lt/s)

Q_d = Gasto de diseño (lt/s)

A = Área de drenaje (Ha).

³⁰ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Págs.102, 103

2.5.9. Agua de Infiltración³¹

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las paredes de los buzones, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensiones, estado y tipo de tuberías, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- Material de la tubería y tipo de unión.

En la Tabla N°2.12, se recomienda tasas de infiltración en base al tipo de tubería, al tipo de unión y la situación de la tubería respecto a las aguas subterráneas.

TABLA N° 2.10: VALORES DE INFILTRACIÓN EN TUBERÍAS

	Caudales de Infiltración (l/s/km)							
	Tubo de Cemento		Tubo de Arcilla		Tubo de Arcilla Vitrificada		Tubo de P.V.C.	
	Unión		Unión		Unión		Unión	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel Freático Bajo	0.5	0.2	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.05
Nivel Freático Alto	0.8	0.2	0.7	0.1	0.3	0.1	0.15	0.5

Fuente: Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado OPS/CEPIS/05.169.

³¹ OPS/OMS/CEPIS/05.169, Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, Pág.20

2.5.10. Gasto de Diseño

Los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarillado para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera:

$$Q_d = Q_{mh} + Q_{inf} \quad (30)$$

Donde:

Q_d = Gasto de diseño (lt/s)

Q_{mh} = Gasto máximo horario (lt/s)

Q_{inf} = Gasto por infiltración (lt/s)

2.5.11. Tuberías en Redes de Alcantarillado³²

Los materiales empleados en la fabricación de tuberías de desagües deben de satisfacer las exigencias impuestas por las características de los residuos evacuados y las condiciones del proyecto. Es importante tener en cuenta la acción bacteriana que se produce dentro de las redes de alcantarillado debido a que en su metabolismo generan diversos productos que afectan a los materiales de que están fabricados las tuberías. Es así, que si el desagüe tiene temperatura elevada y considerable cantidad de materia orgánica y es rico en sulfatos permaneciendo estancado en las tuberías por tiempo prolongado, da lugar al fenómeno llamado corrosión bacteriana de las tuberías.

2.5.12.1 Tipos de Tubería

Tuberías de Concreto³³

Pueden ser de dos tipos:

³² ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Págs.109, 1103

³³ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.114

- Tuberías de Concreto Simple
- Tuberías de Concreto Reforzado o Armado

Tuberías de Arcilla Vitrificada³⁴

Como su nombre lo indica, estos tubos pre moldeados son fabricados con arcilla mezclada con agua, moldeada, luego secada y finalmente quemada en hornos a altas temperaturas.

Tuberías de Fierro Fundido³⁵

Los tubos de fierro fundido se utilizan en los siguientes casos:

- Instalación de bombeo y tuberías de impulsión.
- Cruce de ríos.
- Cruce de estructuras sujetas a vibraciones (rieles de trenes o carreteras de tránsito pesado).
- Cruce de zonas que precisen de poco recubrimiento (en zonas de tránsito pesado).
- En zonas de fuerte pendiente y calles sujetas a erosión.
- Se fabrican en los siguientes diámetros nominales: 50 mm, 60 mm, 75 mm, 100mm, 125 mm, 150 mm, 200 mm, 225 mm, 250 mm, 300 mm, 350 mm, 40Gmm, 500 mm, 550 mm y 600 mm.

Tuberías de Plástico³⁶

Las tuberías de plástico de cloruro de Polivinilo (PVC) presentan ventajas en la conducción de aguas residuales-agresivas por su alta resistencia a ácidos y sustancias químicas.

³⁴ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.116

³⁵ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Págs.116,117

³⁶ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.117

Este tipo de tuberías presentan paredes internas no absorbentes y juntas por soldadura química (pegamento) lo cual representa una ventaja en cuanto a filtraciones y obstrucciones. La superficie interna es muy lisa ofreciendo una resistencia de fricción muy baja.

TABLA N° 2.11: COEFICIENTE DE MANNING PARA DIVERSOS MATERIALES

MATERIAL	"n"
PVC	0.010
Fierro Fundido	0.012
Asbesto - Cemento	0.010
Concreto	0.013

Tuberías de Fibro Cemento

Los tubos de fibra cemento, cuyos constituyentes son de origen mineral se fabrican desde el año 1913 gracias al método MAZZA, empleándose una mezcla íntima y homogénea de cemento y asbesto en fibras previamente acondicionada, dicha mezcla se realiza en presencia de agua.

2.5.12.2 Ubicación de Tuberías³⁷

El alcantarillado de servicio local se proyectará a una profundidad tal, que asegure satisfacer la más desfavorable de las condiciones siguientes:

- Relleno mínimo de 01 metro sobre la clave (parte superior de la tubería).
- Que permita drenar todos los lotes que dan frente a la calle, considerando que por lo menos, las 2/3 partes de cada uno de ellos, en profundidad, pueda descargar por gravedad partiendo de 0.30 m. Por debajo del nivel del terreno y con una línea de conexión al sistema de alcantarillado de 1.5% de pendiente mínima.

³⁷ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Pág.67

En casos que la topografía del terreno obligara a profundizar exageradamente para cumplir con el requisito anterior se permitirá el drenaje, para los lotes de la parte baja, a través de los lotes vecinos.

En las calles hasta de 20 m, de ancho, se proyectará una línea de alcantarillado en el eje de la calle.

2.5.12. Conexiones Domiciliarias³⁸

Conexión domiciliaria es la tubería que conduce las aguas residuales de las viviendas o edificios hasta el colector que pasa por la calle. Este tramo de tubería tiene un diámetro de acuerdo al gasto correspondiente de la edificación que sirve, pero en ningún caso será inferior a 150 mm (6") con una pendiente mínima de 1%.

2.5.13. Buzones³⁹

Son estructuras que forman parte de los sistemas de aguas negras o pluviales, permitiendo la inspección, limpieza y desatoro de los colectores. También se les conoce con el nombre de pozos de inspección o visita. Las mínimas condiciones que deben tener los buzones son dos: dar seguridad al personal que opera el sistema y dar acceso a los equipos de limpieza.

2.5.14.1 Ubicación⁴⁰

Se proyectarán cámaras de inspección en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección, limpieza y en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de colectores.
- En los cambios de dirección.

³⁸ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.130

³⁹ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.131

⁴⁰ REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma OS.070 Redes de Aguas Residuales

- En los cambios de pendiente.
- En los cambios de diámetro.
- En los cambios de material de las tuberías.

La distancia entre buzones de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende del diámetro de las tuberías, según se muestra en la Tabla N° 15.

**TABLA N° 2.12: ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE BUZONES DE ACUERDO AL
DIÁMETRO**

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

Fuente: Norma OS.070 Redes de Aguas Residuales - RNE

2.5.14.2 Forma y Dimensiones⁴¹

La forma deberá estar estandarizada en las especificaciones de la empresa o autoridad de la ciudad que administrara el sistema de alcantarillado; siendo generalmente de forma circular.

Las dimensiones del diámetro de los buzones, varían en función al diámetro de los colectores que llegan al mismo, de acuerdo a lo siguiente:

a) Profundidad mínima de 1.20 m.

Diámetro interior para:

⁴¹ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.134

Tuberías hasta diámetro de 800 mm: 1,20 m.

Tuberías hasta diámetro de 1200 mm: 1.50 m.

b) Tuberías de diámetro mayores de 1200 mm.

Se adoptará diámetros de tal manera que las canaletas curvas de unión o pase de los colectores en el fondo del buzón se desarrollen con radios de curvatura convenientes en tal forma que no causen modificaciones en las condiciones de escurrimiento previstas.

2.5.14.3 Diseño de Buzones de Concreto Armado ($H \geq 3.00$ m) ⁴²

Diseño de la Pared del Buzón:

Análisis de cargas actuantes

Empuje del terreno: W_t

$$W_t = K_a \times \gamma \times h$$

Dónde:

W_t = Presión debida al empuje del terreno

K_a = Coeficiente de empuje activo

γ = Peso específico del material

h = Profundidad de análisis a partir del nivel del terreno

Presión del agua: W_a

$$W_a = \gamma_a \times (h - h')$$

⁴² TESIS: Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del C.P. Tartar Grande, Pág.279

Sobrecarga: $W_{s/c}$

$$W_{s/c} = K_a \times S/C$$

Carga total: W

$$W = W_t + W_a + W_{s/c}$$

Fuerza resistente que tomara el concreto será:

$$F = f'_c \times e \times 100 \text{ cm}$$

Hallando la fuerza actuante, tenemos:

$$P = WR = W \times (0.50 D)$$

Diseño en concreto armado:

Los buzones son de forma circular y según las hipótesis de Kirchoff, donde considera que las tensiones normales en las paredes de una estructura circular son tan bajas que pueden menospreciarse y sobre todo por los buzones que se comporta como bóvedas gruesas, tal como se demuestra a continuación:

$$\frac{r}{h} \leq 6 \Rightarrow \text{bóveda gruesa}$$

$$6 < \frac{r}{h} \leq 20 \Rightarrow \text{bóveda de grosor medio}$$

$$\frac{r}{h} > 20 \Rightarrow \text{bóveda delgada}$$

Por lo tanto el esfuerzo principal al que están sometidas las paredes del buzón es de tracción. Así mismo la altura de diseño (h), lo consideramos dividido en anillos de 1.00 m de ancho y teniendo en cuenta que la parte más desfavorable es el anillo del fondo por producirse en esa zona la máxima presión se tiene:

$$T = \gamma_{an} \times h \times 1.00 \times r$$

Dónde:

T = fuerza actuante en tracción

r = radio interno del anillo

γ_{an} = peso específico de aguas negras (1.100 ton/m³)

h = altura del buzón

Si consideramos que: $T = A_s \times f_s$

Dónde: $f_s = 0.5 \times f_y$

En donde f_s es el esfuerzo de trabajo del acero

Cálculo del acero en las paredes:

Acero horizontal: A_{sh}

$$T = A_{sh} \times f_s$$
$$A_{sh} = \frac{T}{f_s} = \frac{T}{0.5f_y}$$

Verificación por cuantía mínima:

$$A_{smin} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} \times b \times e$$

Acero vertical: A_{sv}

La mínima relación entre el área del refuerzo vertical y el área total de concreto debe ser 0.0012 para barras corrugadas no mayores que 2". (ACI Cap. 14)

Luego:

$$A_{sv} = 0.0012 \times b \times e$$

Diseño de la Losa de Fondo

La situación más crítica se presentara cuando el buzón se encuentra lleno de aguas servidas ($\gamma = 1100 \text{ kg/cm}^3$), a continuación calcularemos las cargas que serán soportadas por dicha losa.

Peso del buzón: P_b

Se calcula el peso propio del buzón.

Peso de aguas negras: P_{an}

$$P_{an} = \frac{\pi d^2}{4} (h - e_t) \gamma_{an}$$

Fuerza por empuje de aguas subterráneas: P_{as}

$$W_{as} = (h - h' + e_f) \times \gamma_a$$

$$P_{as} = \frac{\pi D^2}{4} W_{as}$$

Sobrecarga: $P_{S/C}$

La sobrecarga que ejercerá presión sobre la losa de techo del buzón es medio eje de un vehículo H20 – 44

$$P_{S/C} = 8.000 \text{ ton}$$

Carga nominal actuante: P_n

$$P_n = P_b + P_{an} - P_{as} + P_{S/C}$$

Carga ultima actuante: P_u

$$P_u = 1.4(P_b + P_{an} - P_{as}) + 1.7 \times P_{S/C}$$

Esfuerzo actuante sobre el terreno:

$$\sigma_n = \frac{P_n}{A} = \frac{4P_n}{\pi D^2}$$

Cálculo del acero de refuerzo

$$A_s = \frac{P_u}{2f_s}$$

Diseño de la Losa de Techo

Cargas de servicio:

P_{losa} = Peso de losa

P_{tapa} = Peso de tapa

S/C = Sobrecarga

Carga ultima de diseño:

$$P_u = 1.4(P_{losa} + P_{tapa}) + 1.7 \times S/C$$

Momento actuante:

Para elementos no construidos monolíticamente con los apoyos se considerara como luz de cálculo, la luz libre más el peralte del elemento pero no mayor que la distancia entre centros de los apoyos.

$$M_u = \frac{P_u \times L}{4}$$

Refuerzo inferior:

Apoyándonos en las ecuaciones de flexión pura para secciones rectangulares:

$$M = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

El recubrimiento para concreto en contacto con el suelo o expuesto al medio

$$A_{smin} = 0.0018bd$$

Refuerzo superior:

Se considerara el mayor de los siguientes valores:

$$A_{smin} = 0.0018bd \quad A_s = \frac{A_s^+}{3}$$

2.5.14. Colector⁴³

Los colectores, en forma general son las tuberías que evacúan las aguas residuales.

Los colectores deben de cumplir ciertos requerimientos técnicos del Proyecto y Construcción del Sistema por su importancia técnica y económica. Los requisitos técnicos están referidos a:

- Gastos.
- Diámetro mínimo.
- Profundidad.
- Velocidad.
- Pendiente.
- Tirante.

2.5.15.1 Gasto⁴⁴

El sistema de Alcantarillado se dimensiona en base a los caudales de desagües que se generan, debiendo cada parte constitutiva satisfacer dicho requerimiento; en la tabla N° 2.16, se indican los gastos para los que se emplean en el dimensionamiento de un sistema de desagües.

TABLA N° 2.13: GASTOS DE DIMENSIONAMIENTO

PARTES	GASTO DE DISEÑO	VERIFICACIÓN
Red de Desagües	Gasto Máximo Horario	Gasto máximo horario actual
Emisores e Interceptores	Gasto Máximo Horario	Gasto promedio actual
Sifón Invertido	Gasto Máximo, mínimo y promedio	
Estación de Bombeo	Gasto Máximo Horario	Gasto máximo horario y gasto mínimo

Fuente: Alcantarillado y Drenaje Pluvial – Eduardo Arias Govea

⁴³ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.135

⁴⁴ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.141

2.5.15.2 Diámetro Mínimo⁴⁵

En general, la forma más conveniente de los colectores es la que produce en igualdad de sección, un perímetro mojado mínimo y por consiguiente un gasto máximo. La sección circular cumple esa función cuando trabaja a tubo lleno.

La forma circular por su facilidad de construcción e instalación es la que generalmente se usa.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo aceptado es de 4" (100 mm), y en los colectores del alcantarillado es de 6" (150mm) debido a que los tubos pequeños se obstruyen rápidamente y son difíciles de limpiar.

2.5.15.3 Profundidad⁴⁶

Los colectores se instalan a profundidad suficiente para protegerlos contra la rotura por impactos de tráfico, también para permitir que los evacúe los desagües de los predios que sirven.

La profundidad mínima será de 1.20 m. En cuanto a la profundidad máxima, debe quedar limitada al mínimo posible por la fuerte incidencia en el costo, especialmente en terrenos rocosos o con aguas subterráneas.

2.5.15.4 Velocidad⁴⁷

Los colectores se obstruyen por el depósito de materiales de desecho, por lo que es necesario que tengan velocidades autolimpiantes. La velocidad mínima será de 0.60 m/s, en casos especiales pueden llegar a 0.45 m/s, por otro lado, velocidades elevadas son causantes de erosión en las canalizaciones por lo que se acepta como máximo 3.00 m/s.

⁴⁵ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.141

⁴⁶ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.142

⁴⁷ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.142

Hay que tener presente que la velocidad depende de la pendiente de la tubería.

2.5.15.5 Pendiente⁴⁸

La pendiente debe generar velocidades aceptables en las redes de alcantarillado, por lo que estas deben variar de acuerdo al diámetro de las tuberías.

Debe tratarse que la pendiente asegure velocidades uniformes en todo el trayecto para conseguir mejores condiciones hidráulicas.

- Pendiente Mínima:

El diseño usual del alcantarillado convencional considera que la pendiente mínima que tendrá una tubería, viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se lograra mantener la velocidad mínima de 0,6 m/s y para condiciones de flujo a sección llena. De la fórmula de Manning, la pendiente tiene la siguiente expresión:

$$S = \left(\frac{Vn}{0.397 D^{2/3}} \right)^2$$

En los tramos iniciales, en los primeros 300 m la pendiente debe ser del 1%. La Tabla N° 2.17, muestra algunos valores de pendientes mínimas en colectores.

⁴⁸ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.143

TABLA N° 2.14: PENDIENTES MÍNIMAS EN COLECTORES

DIÁMETRO		PENDIENTE MÍNIMA
(mm)	(Pulgadas)	(mm)
150	6	0.010
200	8	0.0019
250	10	0.0014
300	12	0.0011
350	14	0.0009
450	18	0.0006
500	20	0.00056
600	24	0.0004

Fuente: Elaboración Propia

- **Pendiente Máxima:**

La pendiente máxima que tendrá una tubería es variable, puesto que depende de las características de cada tramo como son el caudal, topografía del terreno. Viene a ser la pendiente con la cual se llega al límite de la velocidad máxima.

2.5.15.6 Tirante.⁴⁹

Los colectores de la red de alcantarillado deberán tener una capacidad hidráulica del 75 % de la tubería para el gasto de diseño por lo que el tirante del flujo debe ser igual a 0.75 de diámetro. El tirante mínimo no deberá ser inferior a 5 cm.

2.5.15.7 Diseño Hidráulico de la Red de Alcantarillado⁵⁰

Para el diseño del sistema de alcantarillado utilizaremos la fórmula de Manning, siendo el método más directo el empleo de diagramas y tablas para la resolución de flujo en tuberías.

⁴⁹ ARIAS GOVEA EDUARDO, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, Pág.144

⁵⁰ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Págs.72-76

Según Manning:

$$V = (1/n) * R_H^{2/3} * S^{1/2} \quad (27)$$

Donde:

V = Velocidad de flujo en la sección (m/s).

n = Coeficiente de rugosidad.

R_H = Radio hidráulico (m).

R_H = (A/P_m) = Área mojada / Perímetro mojado.

S = Pendiente (m/m).

Analizando un conducto circular (fig. N° 2.7), que conduce un fluido, a partir de relaciones geométricas y trigonométricas, utilizando ecuaciones básicas de la hidráulica se tiene:

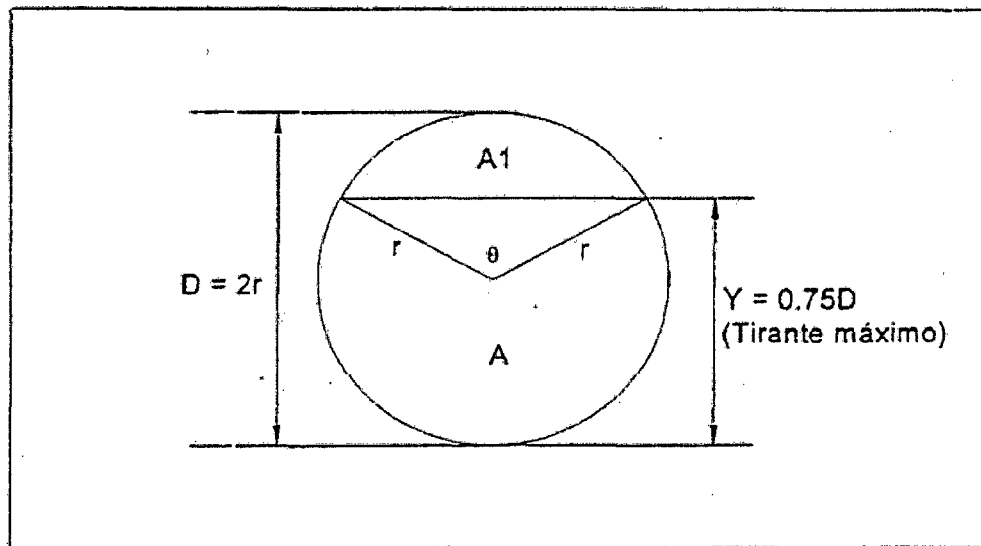


Figura 2.10. SECCIÓN DE TUBERÍA PARA DISEÑO HIDRÁULICO.

De la figura se desprende que:

$$\phi = 2 \arccos(1 - 2y/d_0)$$

$$A = (d_0^2/8) * (\phi - \sin \phi)$$

$$P_m = \phi * d_0/2$$

$$R_H = (d_0/4) * ((\phi - \sin \phi)/\phi)$$

$$V = [d_0^{2/3} * S^{1/2}((\phi - \sin \phi)/\phi)^{2/3}]/(2^{4/3} * n)$$

$$Q = [d_0^{8/3} * S^{1/2}((\phi - \sin \phi)/\phi)^{5/3}]/(2^{13/3} * n * \phi^{2/3})$$

Donde:

y = Tirante (m).

ϕ = Ángulo (Rad).

V = Velocidad de flujo (m/s).

Q = Caudal de flujo (m³/s).

N = Coeficiente de rugosidad.

R_H = Radio hidráulico (m).

S = Pendiente de la red (m/m).

D₀ = Diámetro de la tubería.

El dimensionamiento de la red se hará para la conducción del Q_{max} H con una altura de flujo de 75% del diámetro de la tubería. En este caso se tiene las siguientes relaciones:

ÁREA MOJADA	:	A	= 0.6318 d ₀ ²
PERÍMETRO MOJADO	:	P _m	= 2.0944 * d ₀
RADIO HIDRÁULICO	:	R _H	= 0.3017 * d ₀
VELOCIDAD	:	V	= (0.4498/n) * d ₀ ^{2/3} * S ^{1/2}
CAUDAL	:	Q	= (0.2842/n) * d ₀ ^{8/3} * S ^{1/2}
DIÁMETRO	:	d ₀	= [Q * n / (0.2842 * S ^{1/2})] ^{3/8}

Para la condición de tubo lleno se tiene las siguientes fórmulas:

ÁREA MOJADA	:	A	= 0.7854 d ₀ ²
PERÍMETRO MOJADO	:	P _m	= 3.1416 * d ₀

$$\begin{aligned} \text{RADIO HIDRÁULICO} & : R_H = 0.25 * d_0 \\ \text{VELOCIDAD} & : V = (0.3969/n) * d_0^{2/3} * S^{1/2} \quad (*) \\ \text{CAUDAL} & : Q = (0.3117/n) * d_0^{8/3} * S^{1/2} \quad (**) \\ \text{DIÁMETRO} & : d_0 = [Q * n / (0.3117 * S^{1/2})]^{3/8} \end{aligned}$$

Para realizar el cálculo hidráulico se utilizara la tabla de los elementos proporcionales, según el modelo establecido por THORMANN Y FRANKE.

El procedimiento es el siguiente:

- ✓ Verificar que la velocidad media sea siempre mayor que 0.6 m/s y menor que 3 m/s, según el material de la tubería.
- ✓ Analizar el caudal y velocidad para condiciones de tubo lleno, las que se obtienen con las ecuaciones (*) y (**).
- ✓ Conocido Q_{II} y Q_p , se establece la siguiente relación : Q_p / Q_{II}
- ✓ Con el valor anterior, se ingresa a la tabla de los elementos proporcionales, verificando primero que el tirante de la lámina líquida sea menor o igual a 0.75 D, de ser mayor se tiene que cambiar el diámetro al inmediato superior. De ser menor o igual a 0.75 D se tiene el cociente:

$$\text{Donde: } V_p/V_{II}$$

V_p = Velocidad parcial para Q_p .

V_{II} = Velocidad a tubo lleno.

- ✓ Como se conoce el valor de V_{II} , se multiplica este cociente por V_{II} y de esta manera se obtiene el valor correspondiente a velocidad parcial o real V_p , la cual debe estar comprendido dentro de los límites de velocidad máxima y mínima.

TABLA N° 2.15: ELEMENTOS PROPORCIONALES

ALTURA LAMINA LIQUIDA	Qp/QII	Vp/VII	ALTURA LAMINA LIQUIDA	Qp/QII	Vp/VII
0.024	0.001	0.160	0.568	0.510	0.866
0.032	0.002	0.179	0.574	0.520	0.871
0.040	0.003	0.221	0.581	0.530	0.876
0.045	0.004	0.232	0.587	0.540	0.881
0.050	0.005	0.239	0.594	0.550	0.886
0.054	0.006	0.241	0.600	0.560	0.891
0.059	0.007	0.246	0.608	0.570	0.896
0.063	0.008	0.256	0.613	0.580	0.901
0.067	0.009	0.265	0.619	0.590	0.905
0.061	0.010	0.272	0.625	0.600	0.910
0.099	0.020	0.327	0.632	0.610	0.915
0.126	0.030	0.366	0.638	0.620	0.919
0.148	0.040	0.398	0.644	0.630	0.924
0.168	0.050	0.426	0.651	0.640	0.928
0.185	0.060	0.450	0.657	0.650	0.933
0.200	0.070	0.473	0.663	0.660	0.937
0.215	0.080	0.495	0.670	0.670	0.942
0.228	0.090	0.515	0.676	0.680	0.946
0.241	0.100	0.534	0.689	0.700	0.954
0.253	0.110	0.553	0.695	0.710	0.959
0.264	0.120	0.564	0.702	0.720	0.963
0.275	0.130	0.575	0.708	0.730	0.967
0.286	0.140	0.586	0.715	0.740	0.971
0.296	0.150	0.596	0.721	0.750	0.975
0.306	0.160	0.606	0.728	0.760	0.978
0.316	0.170	0.616	0.735	0.770	0.982
0.325	0.180	0.626	0.741	0.780	0.986
0.334	0.190	0.636	0.748	0.790	0.990
0.343	0.200	0.645	0.755	0.800	0.993
0.352	0.210	0.655	0.761	0.810	0.997
0.361	0.220	0.664	0.768	0.820	1.000
0.369	0.230	0.673	0.775	0.830	1.003
0.377	0.240	0.681	0.782	0.840	1.007
0.385	0.250	0.690	0.789	0.850	1.010
0.393	0.260	0.699	0.796	0.860	1.013
0.401	0.270	0.707	0.804	0.870	1.016
0.409	0.280	0.715	0.811	0.880	1.019
0.417	0.290	0.724	0.818	0.890	1.022
0.424	0.300	0.732	0.826	0.900	1.024
0.432	0.310	0.740	0.834	0.910	1.027

ALTURA LAMINA LIQUIDA	Qp/Qll	Vp/Vll	ALTURA LAMINA LIQUIDA	Qp/Qll	Vp/Vll
0.439	0.320	0.747	0.842	0.920	1.029
0.446	0.330	0.755	0.850	0.930	1.032
0.453	0.340	0.763	0.858	0.940	1.034
0.460	0.350	0.770	0.867	0.950	1.036
0.468	0.360	0.778	0.875	0.960	1.037
0.475	0.370	0.785	0.884	0.970	1.039
0.482	0.380	0.792	0.894	0.980	1.040
0.488	0.390	0.799	0.904	0.990	1.047
0.495	0.400	0.806	0.914	1.000	1.047
0.502	0.410	0.813			
0.509	0.420	0.820			
0.516	0.430	0.827			
0.522	0.440	0.833			
0.529	0.450	0.840			
0.535	0.460	0.846			
0.542	0.470	0.853			
0.549	0.480	0.859			
0.555	0.490	0.865			
0.561	0.500	0.861			

Fuente: III Seminario Nacional de Hidráulica-SCI

Criterio de la Tensión Tractiva⁵¹

La tensión tractiva o tensión de arrastre (τ) es el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y en consecuencia sobre el material depositado. Tiene la siguiente expresión:

$$\tau = \rho g R S$$

Dónde:

τ = Tensión tractiva en pascal (Pa)

ρ = Densidad del agua (1000 kg/m³)

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

⁵¹ ING. ALCIDES FRANCO T., Técnicas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial, Pág.14

R = Radio Hidráulico (m)

S = Pendiente de la Tubería (m/m)

El objetivo es calcular la pendiente mínima del tramo, capaz de provocar la tensión suficiente para arrastrar el material que se deposita en el fondo.

2.6. Aguas Residuales⁵²

2.6.1. Definición

Las aguas residuales son el resultado del uso del agua de abastecimiento por determinada población; puede ser de origen doméstico, comercial o industrial. Además se consideran las aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas infiltradas.

2.6.2. Tratamiento de Aguas Residuales⁵³

Una planta de tratamiento de aguas negras se diseña para reducir la carga contaminante contenida en las aguas residuales, antes de su disposición final o de evacuación a un río, lago, mar, suelo o su reutilización sin riesgos para la salud y el medio ambiente.

El grado hasta el cual es necesario llevar un tratamiento determinado varía mucho de un lugar a otro, existiendo tres (03) factores básicos determinantes:

- a. Las características y la calidad de sólidos acarreados por las aguas negras.
- b. Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- c. La capacidad o aptitud que tenga el terreno (para la disposición superficial o por irrigación), o el agua receptora, para verificar el auto purificación o dilución necesaria de los sólidos en dichas aguas, sin violar los objetivos propuestos.

⁵² TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Págs.77-81

⁵³ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Pág.82

2.6.2.1. Procesos de Tratamiento

Son muchos los métodos usados para el tratamiento de las aguas negras, todos pueden incluirse dentro de los procesos siguientes:

- Tratamiento físico (preliminar y primario).
- Tratamiento biológico o secundario.
- Tratamiento químico o cloración.
- Tratamiento de lodos.

A) Tratamiento Físico

Consta de dos etapas: El preliminar y el primario.

Tratamiento Preliminar o Pre - Tratamiento.

Es el proceso destinado a preparar las aguas residuales para que pueda recibir un tratamiento posterior.

Las unidades utilizadas para este fin son las siguientes:

- Rejas.
- Desmenuzadores.
- Desengrasadores.
- Tanques de compensación.
- Desarenadores.

Los más utilizados para poblaciones urbanas son las rejas y los desarenadores, los demás son para residuos industriales.

Tratamiento Primario

Consiste en disminuir considerablemente la velocidad de las aguas residuales para permitir la sedimentación de los sólidos. Con este proceso se espera eliminar aproximadamente entre el 40% al 60% de los sólidos suspendidos. El objetivo del tratamiento primario es la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga en el tratamiento biológico

Los procesos del tratamiento primario para las aguas residuales pueden ser: tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación.

Los tanques de sedimentación pueden ser:

- Tanques sépticos
- Tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de lodos
- Tanque de doble acción.

Si se agregan ciertos productos a estos tanques, se eliminan en un 80% a 90% de los sólidos suspendidos.

- Fosas o Tanques Sépticos

Utilizado principalmente para el tratamiento de aguas residuales de viviendas individuales. En el medio rural se puede usar para un pequeño grupo de viviendas concentradas; en general, se usan para tratar aguas residuales del tipo doméstico en flujos no mayores al equivalente de 250 a 350 habitantes.

El tipo más adecuado consiste en dos o más cámaras en serie. En un tanque séptico de doble cámara, la primera sirve, para la sedimentación, digestión y almacenamiento de fango. La segunda cámara proporciona una sedimentación, digestión y capacidad de almacenamiento de fango adicional, protegiendo la descarga de ésta u otro material que pueda escapar del primer compartimiento.

Proyectado para una sola vivienda se utilizará un periodo de retención de 24 horas. En instalaciones mayores que den servicio a varias familias, es permisible un periodo de detención más corto. En cualquier caso, deberá tener la adecuada capacidad de almacenamiento, de manera que el fango depositado permanezca en

el tanque durante un tiempo suficientemente largo para que se produzca su descomposición y digestión antes de ser extraído.

Por lo general, el lodo deberá extraerse cada dos o tres años. El efluente de los tanques sépticos normalmente se evacúa a unos tubos enterrados en el subsuelo, o zanjas de infiltración, desde donde se infiltra el terreno.

- **Tanques Imhoff**

Son estructuras proyectadas que eliminan aproximadamente el 60% de sólido en suspensión y cerca del 50% del DBO de las aguas residuales.

Su uso para comunidades entre 3000 a 5000 habitantes ofrece ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integra la sedimentación del agua y la digestión de lodos sedimentados en la misma unidad.

Su operación es muy sencilla y no utiliza equipo mecánico, sin embargo se requiere que las aguas residuales pasen previamente por los procesos de cribado y remoción de arena. Los tanques IMHOFF pueden producir olores desagradables.

Partes

- ✓ Cámara de circulación o canal de sedimentación.
- ✓ Cámara de digestión de lodos.
- ✓ Área de ventilación y compartimiento de natas.

B) Tratamiento Biológico o Secundario

Este tratamiento se realiza después del primario, cuando las aguas residuales aún contienen sólidos orgánicos en suspensión y los

procesos que se siguen se aplican en casi todas las aguas con un alto contenido de materia orgánica putrescible y biodegradable.

Este término comúnmente se utiliza para los sistemas de tratamiento del tipo biológico en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales, los cuales en su proceso de alimentación, degradan la materia orgánica, convirtiéndola e material celular, productos inorgánicos o material inerte.

La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno).

Proceso Aeróbico

Cuando la descomposición de materia orgánica se lleva a cabo en presencia de oxígeno, producida por algas que facilitan la actividad de las bacterias aeróbicas.

Proceso Anaeróbico

Se lleva a cabo sin la presencia del oxígeno. Son más lentas y originan malos olores.

Los dispositivos que se usan en este tratamiento, se pueden dividir en tres grupos:

- Filtros
- Lagunas de estabilización
- Sistemas de lodos activos: Tanques y canales.

Lagunas de Estabilización

Es una estructura proyectada para embalsar aguas residuales durante un periodo de retención de 1 a 40 días, de manera que se realicen procesos biológicos que estabilicen la materia orgánica y se reduzcan los microorganismos patógenos.

Son de poca profundidad (1 a 4 metros), existiendo diversos tipos de lagunas, dependiendo de sus características y pueden ser:

- Lagunas Anaerobias

Las sustancias, degradables- o materia orgánica se estabilizan por microbios anaeróbicos en ausencia continua de oxígeno disuelto.

Generalmente se usan como una primera depuración o pretratamiento.

Su eficiencia varía con el tiempo de retención hidráulica. De 1 a 3 días se obtiene una eficiencia en remoción de DBG de 30 a 60% respectivamente.

Su eficiencia decrece con temperaturas inferiores a 15°C y por falta o mala operación y mantenimiento produce malos olores. Es indispensable el uso de por lo menos dos lagunas en paralelo con el propósito de que una asuma toda la carga mientras la otra es sometida al proceso de remoción de lodos. Su profundidad varía de 3 a 5 metros.

- Lagunas Facultativas

Se denominan así a las lagunas de estabilización aerobias-anaerobias.

Se diseñan para profundidades entre 1 a 2 metros y su contenido de oxígeno varía con la profundidad y hora del día. Este tipo de lagunas es el más usado y su eficiencia esperada es entre 65 y 85% en remoción de DBO y el 99.99% en la remoción de bacterias, especialmente del grupo conforme.

Sistemas de Lodos Activados

Se denomina también Sistema de Contacto Suspendido en donde las aguas residuales sedimentadas, retornan manteniéndose en suspensión por agitación neumática y mecánica.

Las unidades estructurales son:

- Tanques y canales de terminación con tanques de sedimentación.
- Canales y fosas que cierran y retornan sobre sí mismo.

Filtros Biológicos o Percoladores

El proceso de biopercolación se utiliza para clarificar el agua residual a través de la acción de microorganismos y de la degradación de la materia orgánica. Estos microorganismos se desarrollan en un material sólido (en la superficie) en los lechos biológicos o percoladores. El agua residual pasa continuamente por la película de microorganismos, alimentándolos, de manera que se va degradando su materia orgánica, estos microorganismos que se conoce también como "película biológica", absorben y mineralizan las sustancias contenidas en el agua mineral.

El proceso de mineralización comienza aproximadamente 6 semanas después de iniciada la filtración; este periodo es necesario para la formación de la película biológica. Por lo tanto los lechos biológicos no pueden utilizarse para un periodo estacional corto.

El espesor de la película biológica aumenta (de 1 - 2 mm o más) durante la percolación del agua residual hasta que la carga hidráulica del agua la desprende, luego es acarreada por el efluente.

La sustancia básica de esta película biológica superficial son las bacterias que se aglomeran entre sí a través de una masa gelatinosa que ellas mismas producen, adhiriéndose también al material del lecho biológico. Este tipo de desarrollo se conoce como zooglea.

La altura total de la estructura es considerable (más de 3 m), de modo que normalmente el agua residual se tiene que bombear desde el tanque de clarificación cuando se utilizan lechos biológicos percoladores.

El olor puede llegar a ser desagradable en las temporadas más cálidas del año.

C) Tratamiento Químico o Cloración

Se puede emplear en todas las etapas del tratamiento o antes del tratamiento preliminar.

Se aplica cloro con la finalidad de:

- Desinfectar o destruir organismos patógenos.
- Controlar los malos olores.
- Proteger las estructuras de la planta.
- Ajustar la Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno necesario para que una población microbiana heterogénea estabilice la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual a 20°C en un determinado tiempo.

La estabilización u oxidación de la materia orgánica es un proceso lento y tarda un tiempo en completarse. A los 20 días alcanza un porcentaje entre 95% a 99%. Según Metcaledy la oxidación alcanza un 60 a 70% a los 5 días y según Gloyna en un 60 a 90%.

Generalmente la prueba de DBO es a los 5 días y a los 20°C de temperatura y se representa: $DBO_{520^{\circ}C}$.

Con un periodo de incubación en laboratorio de 20 días se denomina "Demanda Bioquímica de Oxígeno Último", y se representa: $DBO_{2020^{\circ}C}$ o DBO_u .

D) Tratamiento de Lodos

Los lodos están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se separa con ellos.

Este tratamiento, tiene 2 objetivos, siendo el primero de estos el de eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, para disminuir su volumen en fuerte proporción y, en segundo lugar para que se descompongan todos los sólidos orgánicos putrescibles, transformándose en sólidos minerales o sólidos inorgánicos relativamente estables. Se realiza por el método de digestión o por el secado de los mismos.

2.6.2.2. Diseño Tanque Séptico

Según la manera de establecer el enlace entre los depósitos destinados a la digestión del fango y la instalación de decantación se distinguen fundamentalmente los siguientes tipos constructivos:

Tanque Séptico.

Es un tanque de sedimentación de acción simple, en el que los lodos sedimentados están en contacto inmediato con las aguas residuales domésticas que entran al tanque, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaerobia.

- Principios de Diseño de Tanque Séptico⁵⁴

Los principios que han de orientar el diseño de un tanque séptico son los siguientes:

- ✓ Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, en el tanque séptico, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
- ✓ Prever condiciones de estabilidad hidráulica para una eficiente sedimentación y flotación de sólidos.
- ✓ Asegurar que el tanque sea lo bastante grande para la acumulación de los lodos y espuma.
- ✓ Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases.

- Dimensionamiento Y Diseño

En su diseño se deben tener en cuenta consideraciones como:

Estas unidades se utilizan para tratar aguas residuales de tipo doméstico para poblaciones no mayores de 350 habitantes. Según el R.N.E. el tamaño mínimo es de 3m³ y si el volumen es mayor de 5 m³ será de doble cámara.

⁵⁴ OPS/OMS/CEPIS/05.163, Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización, Pág.6

A. Diseño Hidráulico⁵⁵

a) Tiempo de Retención (PR, en días)

El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1.5 - 0.3 * \text{Log}(P * q) \quad (28)$$

Dónde:

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

P = Población servida.

Q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, litros/(habitante * día).

El periodo de retención mínimo es de 6 horas.

b) Volumen requerido para la sedimentación (Vs, en m3)

$$V_s = 10^{-3} * (P * q) * PR \quad (29)$$

c) Volumen de digestión y almacenamiento de lodos (Vd, en m3)

Se debe considerar un volumen de digestión y almacenamiento de lodos (V_d , en m^3) basado en un requerimiento anual de 70 litros por persona que se calculará mediante la fórmula:

$$V_d = 70 * 10^{-3} * P * N \quad (30)$$

Dónde:

⁵⁵ OPS/OMS/CEPIS/05.163, Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización, Pág.7, 8

N = Intervalo deseado en años, entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

Los lodos deben ser removidos cada uno o dos años, siendo El tiempo mínimo de remoción de lodos de 1 año.

d) Volumen de natas

Como valor se considera un volumen mínimo de 0,7 m³.

(Fuente: Especificaciones Técnicas para el diseño de Tanque Séptico (2003).
UNATSABAR-CEPIS/OPS)

e) Profundidad máxima de espuma sumergida (H_e, en m)

$$H_e = \frac{0.7}{A} \quad (31)$$

Dónde:

A = Área superficial del tanque séptico en m².

f) Profundidad libre de espuma sumergida

Distancia entre la superficie inferior de la capa de espuma y el nivel inferior de la Tee de salida o cortina deflectora del dispositivo de salida del tanque séptico, debe tener un valor mínimo de 0,10m.

g) Profundidad libre de lodo (H_o, en m)

Distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor (H_o, en m) se relaciona al área superficial del tanque séptico y se calcula mediante la fórmula:

$$H_o = 0.82 - 0.26 * A \quad (32)$$

Donde, H_o , está sujeto a un valor mínimo de 0,3 m.

- h) Profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s , en m)

$$H_s = \frac{V_s}{A} \quad (33)$$

- i) Profundidad de espacio libre (H_l , en metros)

Comprende la superficie libre de espuma sumergida y la profundidad de lodos.

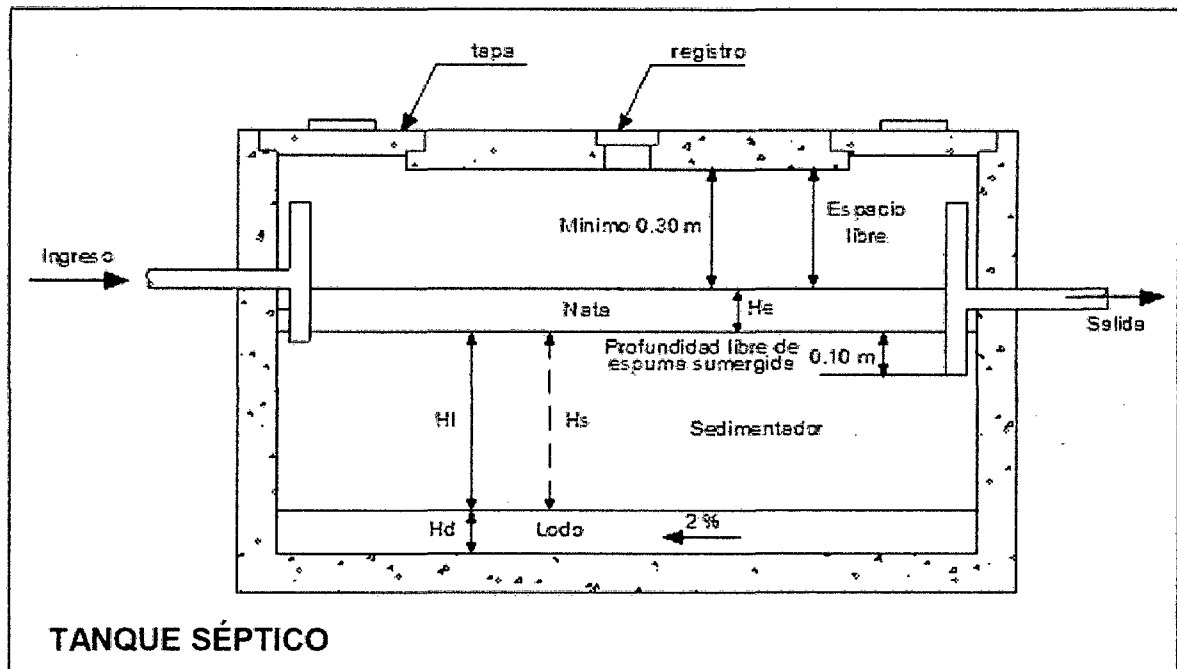
Seleccionar el mayor valor, comparando la profundidad del espacio libre mínimo total ($0.1+H_o$) con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s).

- j) Profundidad total efectiva del tanque séptico.

La profundidad total efectiva es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos ($H_d = V_d/A$), la profundidad del espacio libre (H_l) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas (H_e).

La profundidad total efectiva = $H_d + H_l + H_e$

- k) La relación entre el largo y el ancho del tanque séptico será como mínimo de 2:1
- l) En todo tanque séptico habrá una cámara de aire de por lo menos 0,3 m de altura libre entre el nivel superior de las natas espumas y la parte inferior de la losa de techo.



B. Diseño Estructural⁵⁶

Para un diseño estructural de un tanque séptico mediante el método de rotura básicamente consiste en su diseño para la condición crítica cuando esta se encuentra vacía y solo actúa el empuje del terreno, se debe tener especial cuidado con la impermeabilización de la estructura, suministrando un concreto lo menos poroso y para el cálculo del acero utilizar cuantías máximas para una sección doblemente armada.

Consideraciones de diseño:

- $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

- $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

- $W = \text{Peso específico del material [Kg/m}^3]$

⁵⁶ TESIS: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia San Marcos, Pág.91

- ϕ = Ángulo de fricción interna del material [°]

- σ = Resistencia del terreno [Kg/cm²]

- W_a = 1200 Kg/m³ Peso específico del agua residual

- C_a = Coeficiente de empuje activo

Esfuerzos permisibles:

$$F_c = 0.45 f'c = 95 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s = 0.50 f_y = 2100 \text{ kg/cm}^2$$

Empuje del Terreno:

$$E_t = \frac{1}{2} (C_a * W * h^2) \quad (34)$$

Momento en el arranque:

$$M_u = \frac{h}{3} * E_t \quad (35)$$

Áreas de acero:

$$a = \frac{A_s * f_y l}{0.85 * f'c * b} \quad (36)$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} \quad (37)$$

Espaciamiento:

$$S = \frac{100 * \phi}{A_s} \quad (38)$$

2.6.2.3. Capacidad de Infiltración y Tasa de Infiltración

El concepto de capacidad de infiltración es aplicado al estudio de la infiltración para diferenciar el potencial que el suelo tiene de absorber agua a través de su superficie, en términos de lámina de tiempo, de la tasa real de infiltración que se produce cuando hay disponibilidad de agua para penetrar en el suelo.

Prueba de Percolación – Procedimiento⁵⁷

- Excávense agujeros cuadrados de 0,3 x 0,3 m cuyo fondo deberá quedar a la profundidad a la que se construirán las zanjas de drenaje.
- Cuidadosamente, con cuchillo se repararán paredes del agujero; añada 5 cm de grava fina o arena gruesa al fondo del agujero.
- Se llenará cuidadosamente con agua limpia el agujero hasta una altura de 0.30 m sobre la capa de grava y se mantendrá esta altura por un período mínimo de 4 horas. Esta operación debe realizarse en lo posible durante la noche. a las 24 horas de haber llenado por primera vez el agujero, se determinara la tasa de percolación de acuerdo con el procedimiento que se describe a continuación.
 - a. Si el agua permanece en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se ajusta la profundidad aproximadamente a 25 cm sobre la grava. Luego utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua durante un periodo de 30 min. Este descenso se usa para calcular la tasa de percolación.
 - b. Si no permanece agua en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se añade agua hasta lograr una lámina de 15 cm por encima de la capa de grava. Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 minutos aproximadamente, durante un periodo de 4 horas.

⁵⁷REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma IS.020 Tanques Sépticos, Anexo 1

Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta obtener un nuevo nivel de 15 cm por encima de la capa de grava. El descenso que ocurre durante el periodo final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de absorción o infiltración. Los datos obtenidos en las primeras horas proporcionan información para posibles modificaciones del procedimiento, de acuerdo con las condiciones locales.

- c. En suelos arenosos o en algunos otros donde los primeros 15 cm de agua se filtran en menos de 30 minutos después del periodo nocturno de expansión, el intervalo de tiempo entre mediciones debe ser de 10 minutos y la duración de la prueba una hora. El descenso que ocurra en los últimos 10 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración.
- d. La tasa de infiltración se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 315.5 \times (h/t)^{1/2}$$

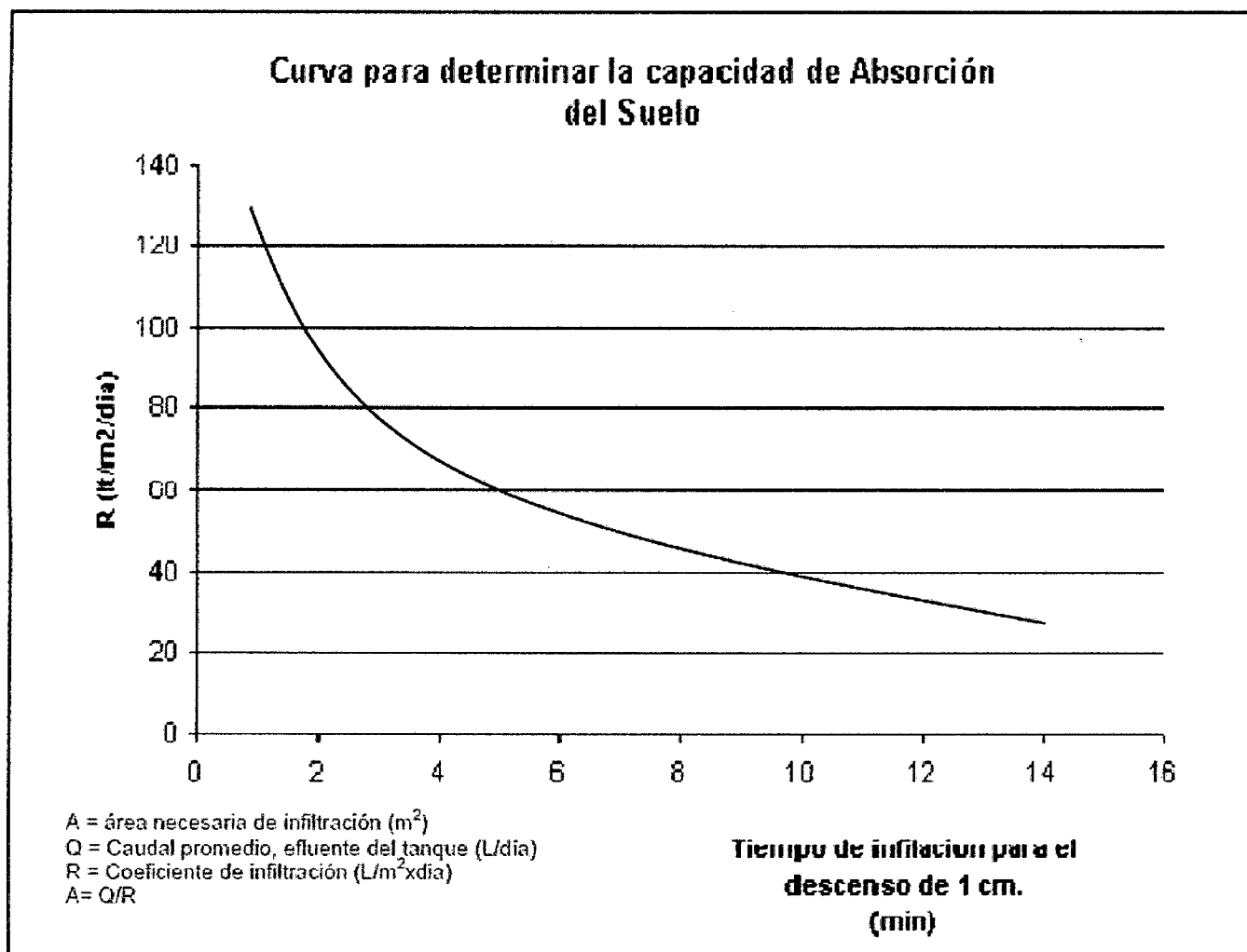
Donde:

Q = Tasa de Infiltración (Lt/m² – d)

h = Descenso del Nivel de Agua en el tiempo de la prueba (mm)

t = Tiempo demandado para el descenso del nivel de agua expresado en segundos

- e. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la tasa de infiltración se puede determinar mediante la siguiente figura:



2.6.2.4. Zanjas de Infiltración⁵⁸

Las zanjas de infiltración estarán a continuación del tanque séptico, ambos están conectados por una tubería PVC –SAL ø 4". Estas zanjas cumplen la función de facilitar la filtración de las aguas tratadas debajo del terreno.

Se recomienda la construcción de zanjas de infiltración para que las plantas puedan aprovechar el agua tratada.

Las consideraciones que deben tenerse en cuenta de manera genérica son las siguientes:

⁵⁸TESIS: Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Llanamarca, Pág.103

- ✓ Procurar una separación mínima de 2 metros entre el fondo de la zanja y el nivel freático (nivel de aguas subterráneas).
- ✓ El ancho de las zanjas estará en función de la capacidad de percolación de los terrenos y podrá variar entre un mínimo de 0.45 m y un máximo de 0.90 m.
- ✓ La longitud máxima de cada zanja; será de 30 m. todas serán de igual longitud, en lo posible.
- ✓ Todo campo de absorción tendrá como mínimo dos zanjas.
- ✓ El espaciamiento entre los ejes de cada zanja tendrá un valor mínimo de 2 metros.
- ✓ La pendiente mínima de los drenes será de 0.15% y un valor máximo de 0.5%.
- ✓ La distancia mínima entre la zanja y cualquier árbol debe ser de 3.00m.

Para valores superiores a 25 min/cm como tasa de percolación no se recomienda la construcción de zanjas de infiltración.

Una vez que se haya determinado la tasa de infiltración (min/cm) con la prueba en campo, este valor se relacionará con los valores de carga hidráulica y absorción efectiva de la siguiente tabla.

Cuadro N° 01-A: Valores de carga hidráulica y absorción efectiva

Tasa de infiltración (min/cm)	Carga hidráulica (m ³ /m ² *d) ó (m/d)	Ancho de zanja (m)	Profundidad de zanja (m)	Absorción efectiva (m ² /m)	Separación de zanjas (m)
< 0.4	No es recomendable su uso				
0.4 - 0.8	0.058	0.45	0.50 - 1.00	1.50	1.90
0.8 - 1.2	0.047	0.60	0.50 - 1.00	1.80	1.90
1.2 - 2	0.038	0.60	0.50 - 1.00	2.00	1.90
2 - 4	0.030	1.00	0.50 - 1.25	2.40	2.30
4 - 12	0.016	1.25	0.50 - 1.25	3.00	2.80
12 - 24	0.008	1.25	0.50 - 1.25	4.00	2.80
> 24	No es recomendable su uso				

Fuente: Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012.

Con los valores de tasa de infiltración, carga hidráulica y absorción efectiva, se procede a calcular la superficie útil del campo de infiltración, empleando la siguiente expresión:

$$A = \frac{Q_{md}}{C_h \times A_e}$$

Donde:

A	:	Superficie útil del campo de infiltración (m ²)
Q _{md}	:	Caudal máximo diario de aguas residuales (m ³ /d)
C _h	:	Carga hidráulica (m/d)
A _e	:	Absorción efectiva (m ² /m)

El número de zanjas y tuberías perforadas se calcula así:

$$\text{Número de zanjas} = \frac{A}{b \times l}$$

Donde:

A	:	Superficie útil del campo de infiltración (m ²)
b	:	Ancho de zanja (m)
l	:	Longitud de zanja (m)

La máxima longitud de zanja permitida es de 30 m.

Otras consideraciones para la construcción de un campo de infiltración son (Lozano-Rivas, *Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales*, 2012):

- ✓ Para el tendido de la tubería perforada, debe establecerse una cama de grava de 0.30 cm de espesor y entre 1.2 y 6.0 cm de diámetro.
- ✓ El recubrimiento se hará con 5 cm de grava, de igual diámetro, por encima de la cota clave de la tubería perforada. Esta grava se cubre con una membrana (geotextil) y se completa la zanja con material grueso (hasta el nivel de terreno) y se remata con un empedrado.
- ✓ El fondo de las zanjas del campo de infiltración debe estar entre 0.60 y 1.0 metros por encima del nivel freático (aunque hay normas que establecen distancias mayores).

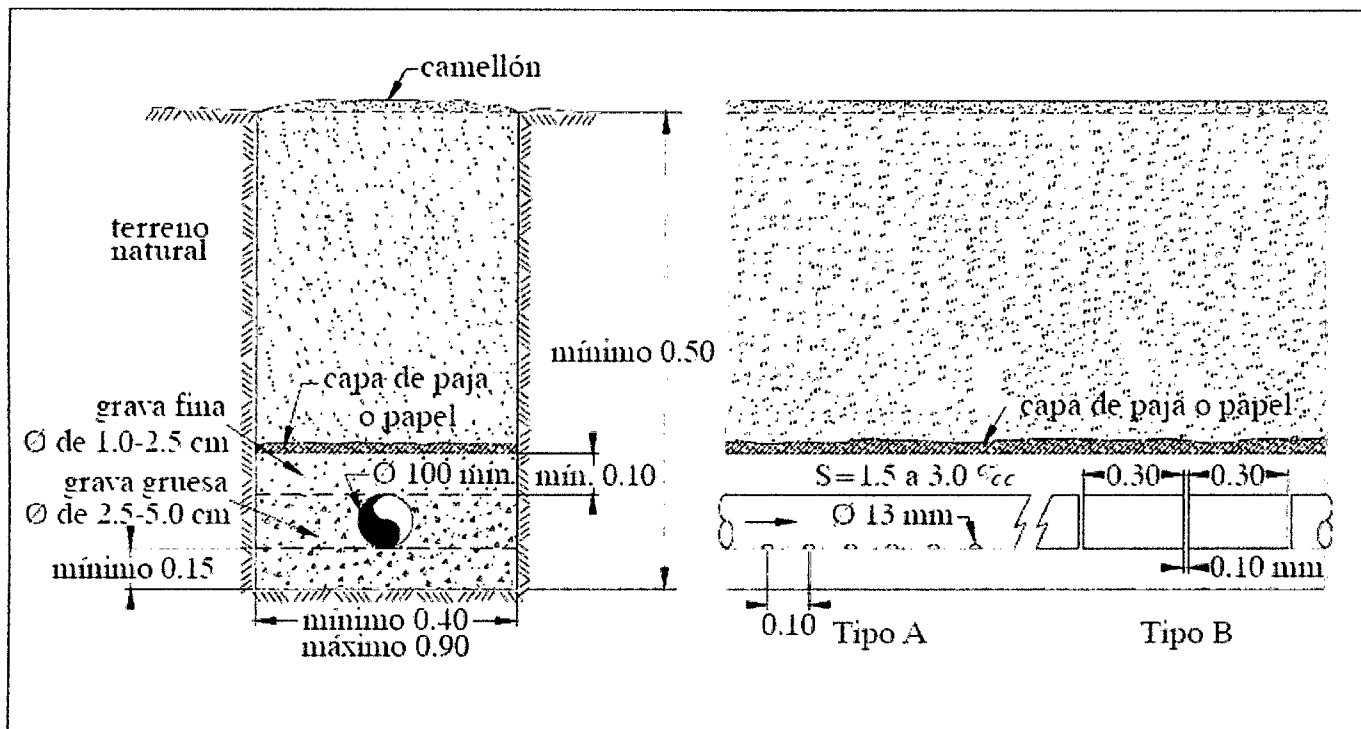


Fig. 2.11: Sección de las zanjas de infiltración

NOTA:

En el presente estudio se aplicó el Reglamento Nacional de Edificaciones puesto que no hay ninguna norma oficial en nuestro país que contenga los requisitos mínimos a los cuales deben sujetarse los proyectos y obras de infraestructura sanitaria para localidades menores de 2000 habitantes. Siendo el Reglamento Nacional de Edificaciones el único Reglamento oficial que norma en el país.

CAPÍTULO III:

RECURSOS MATERIALES

CAPITULO III

RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS

3.1. Recursos Materiales

Materiales de Campo para Topografía

- Estacas.
- Pintura esmalte.
- Comba. .
- Clavos.
- Yeso.
- Brocha.
- Libreta de campo.

Materiales de Campo para reconocimiento y recolección de muestras

(Mecánica de Suelos)

- Libreta de apuntes.
- Pico, palana y barretina.
- Bolsas de polietileno

Equipo Topográfico

- 01 Estación Total.
- 01 Trípodes.
- 01 GPS.

- 01 Wincha de 50 m.
- 02 Prismas.
- 04 Jalones.

Equipo de Laboratorio (Mecánica de suelos)

- Taras.
- Tamices.
- Copa de Casagrande.
- Probetas
- Espátulas
- Balanzas electrónicas
- Estufas 110°C

3.2. Recursos Humanos

Personal

- **Proyectista:**
- Bach. Homero Paredes Cruz
- **Asesores:**
- Ing. Luis Vásquez Ramírez
- Ing. Rosa Llique Mondragón

CAPÍTULO IV:

METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

CAPITULO IV

METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

4.1. Consideraciones Generales

4.1.1. Antecedentes

La población de los Centros Poblados San Juan y La Palma ha solicitado por varios años a las autoridades locales competentes su sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas servidas, sin tener ningún resultado, ya que hasta la actualidad, dispone excretas, residuos sólidos y aguas grises a campo abierto y letrinas sanitarias en mal estado.

En la actualidad los dos Centros Poblados no cuentan con una red de alcantarillado que beneficie a sus pobladores por lo que carecen de la infraestructura adecuada para la correcta eliminación de excretas, residuos sólidos y aguas grises.

4.1.2. Planteamiento del Problema

En dichos centros poblados al carecer de una red de alcantarillado causa molestias a los pobladores, quienes están propensos a sufrir enfermedades infectocontagiosas.

Por las características topográficas de los centros poblados se plantea ponerse en funcionamiento tres sistemas, en el centro poblado San Juan, cada uno con su respectiva planta de tratamiento de aguas residuales; y un solo sistema en el centro poblado La Palma con su respectiva planta de tratamiento de aguas residuales.

4.1.3. Justificación

Frente a la problemática anteriormente expuesta, surge la necesidad de dotar de una infraestructura adecuada que brinde el servicio de alcantarillado; todo

esto mediante el tendido de la red de alcantarillado técnica y económica. Además de darle las condiciones para un mejor ordenamiento en su futura expansión urbana.

4.1.4. Descripción de la Zona

El Centro Poblado San Juan, en su sector central presenta calles con un ancho promedio de 8.50 metros de longitud, así mismo presenta otros sectores con viviendas agrupadas a los extremos laterales de la carretera.

El Centro Poblado La Palma, en su mayoría presenta sus viviendas agrupadas a los extremos laterales de la carretera, además presenta otro sector en la parte baja donde se encuentran otro grupo de viviendas.

En ambos centros poblados la mayoría de sus calles en su superficie de rodamiento está constituida por terreno natural.

4.1.5. Estudio del Clima

Los Centros Poblados San Juan y La Palma tienen un clima variado a lo largo de todo el año que varía de templado a frío, con una temperatura que varía desde 8° C hasta 24° C, con una temperatura media anual de 18° C. Con una precipitación promedio anual de 900 mm.

4.1.6. Población

Los Centros Poblados de San Juan – La Palma, cuentan con una población aproximada de 642 habitantes, con una densidad promedio para ambos centros poblados de 6.00 hab. /vivienda

Población total por Localidad (Nº Habitantes)	Población (Nº habitantes)	
	Nº	%
San Juan	426	66.36
La Palma	216	33.64
Total	642	100.00

Fuente: Elaboración propia

4.2. Estudio Topográfico

4.2.1. Generalidades

En cualquier etapa del estudio, el levantamiento topográfico es imprescindible, para tener un buen estudio, es por esto que se debe obtener toda la información posible respecto a las características topográficas de la zona del proyecto; es decir, determinar las pendientes de las calles para un adecuado diseño.

4.2.2. Levantamiento Topográfico

4.2.2.1. Trabajo de Campo

Reconocimiento del Terreno

Se realizó un recorrido por toda la zona del proyecto, lo cual permite tener una idea global de las características topográficas, la ubicación de estaciones, decidir el tipo de red de apoyo y tiempo aproximado que demandará el levantamiento.

Ubicación de Estaciones

Para la ubicación de las estaciones, se consideró la forma geográfica del terreno, de tal forma que se pueda abarcar más área.

Levantamiento Topográfico

La Municipalidad Distrital de Chadín cuenta con una Estación Total TOPCON la misma que se utilizó en la realización del levantamiento topográfico, en coordinación con el Área Técnica e Infraestructura de dicho Municipio.

El método que se empleó en el levantamiento topográfico fue el de poligonación; combinando la poligonal cerrada, con la poligonal abierta, como se muestra en el plano de la red topográfica.

Según la topografía del terreno, y después del reconocimiento general, definimos que la red de apoyo debía establecerse cercano al Centro Poblado de San Juan, se inició desde la parte Alta hacia las zonas bajas, usando polígonos de más de tres lados en donde la topografía era relativamente ondulada y (triángulos donde la topografía era accidentada y existiría dificultad en la medición de los lados, ya que en el triángulo, se puede medir en forma indirecta por lo menos dos de sus lados si se conoce sus ángulos internos y una de sus lados) y poligonales abiertas en la zona de los caminos y demás detalles donde no podía aplicarse los métodos anteriores.

El plano topográfico de los Centros Poblados se elaboró a escala 1:500, habiéndose obtenido un promedio de 12.72 Hás. De levantamiento.

4.3. Estudio de Suelos

4.3.1. Estudio de Suelos: Ubicación y Apertura de Calicatas

Para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante la exploración directa. Se abrieron 06 calicatas, dentro del área que ocupará el proyecto, designadas como: C-1, C-2, C-3, C-4(C.P San Juan) C-5 y C-6(C.P La Palma) de dimensiones 1.50 m. x 1.50 m. y una profundidad de -2.20 m. De tal manera que se abarcó toda el área destinada a la

realización del proyecto. Cuya ubicación se muestra en el cuadro N° 06 y se describen en el capítulo de resultados.

4.3.2. Estudio de Suelos: Ensayo de Laboratorio

4.3.2.1. Contenido de Humedad

Procedimiento:

Se cogió una parte del suelo extraído (100 gr Aproximadamente).

Se pesó la tara.

Luego se pesó la muestra húmeda + tara (peso muestra húmeda total).

Se colocó en la estufa a una temperatura de $\pm 105^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

Se pesó la tara + muestra seca y se determinó la cantidad de agua evaporada.

Cálculo:

Se calculó el contenido de humedad mediante la ecuación (01) presentado en el acápite 2.3.2.1.

4.3.2.2. Peso Específico

Procedimiento:

Cuando el peso de la muestra ha sido determinado, la muestra se colocó cuidadosamente en el picnómetro. Evitando botar parte del suelo (100 gr. Aproximadamente).

Luego se añadió agua destilada, hasta la señal de 500 ml.

El aire atrapado fue movido, es decir, hirvió el contenido suavemente, por lo menos durante 10 min. Durante esta operación se movió ligeramente el

picnómetro para ayudar a la remoción de aire, a través de una bomba de vacíos.

El picnómetro se llenó con agua destilada en la parte exterior limpiada y secada con un paño seco y limpio. Se registró el peso del picnómetro más el agua y el suelo.

Cálculo:

Se calculó el peso específico mediante la ecuación (02) del acápite 2.3.2.2

4.3.2.3. Análisis Granulométrico

Análisis Granulométrico por Tamizado

Procedimiento:

Se secó una muestra en la estufa.

Se pesó la muestra seca a ensayar.

Se dejó pasar la muestra por un juego de tamices, agitando y haciendo pasar los granos por los tamices correspondientes.

Se pesó el material retenido en cada tamiz.

Cálculo:

Se acumuló los pesos retenidos, se verificó que el peso total no difiera con el peso inicial en más del 3%.

Se calculó los porcentajes de los retenidos parciales.

Se sumó los porcentajes parciales de los retenidos para luego averiguar los complementos a 100% (porcentaje que pasa).

Se dibujó la curva granulométrica.

Se calculó los coeficientes de uniformidad y curvatura: $C_u = D_{10}/D_{60}$, $C_c = D_{30}^2/(D_{10} \cdot D_{60})$

4.3.2.4. Límites de Consistencia

Limite Líquido

Procedimiento:

Se hizo pasar el suelo seco por la malla N° 40, en caso de que sea necesario habrá que triturar al suelo previamente en un mortero.

Se mezcló la muestra seca con una espátula añadiendo agua, hasta adoptar una consistencia suave y uniforme.

Se desplazó una porción de esta pasta hasta la copa de Casagrande con un espesor máximo de 1cm y se hizo la ranura con el acanalador.

Se golpeó la copa de Casagrande hasta que la ranura se cerró.

Se determinó el contenido de humedad de esta muestra (número de golpes entre 10 y 50).

Se repitió el ensayo con otras dos muestras, añadiendo menos o más agua.

Cálculo:

Se entró al gráfico con los contenidos de humedad y número de golpes correspondientes y hallar el límite líquido correspondiente a 25 golpes.

Limite Plástico

Procedimiento:

Se tomó una muestra, que pesaba aproximadamente 8 gramos, de la mezcla húmeda del suelo que se preparó para la determinación del límite

líquido de acuerdo con el Método Estándar para la determinación del límite líquido de Suelos. Esta muestra de 8 gramos se tomó en el momento que adquirió la plasticidad suficiente, como para darle una forma de bola, sin que pegue a los dedos al aplastar la masa.

La muestra de 8gr tomada según se indicó anteriormente, se amasó hasta darle una forma elipsoidal. Se enrolló esta masa colocándola entre los dedos de la mano y la lámina de cristal, o de papel liso sin satinar, colocada sobre una superficie lisa, y con suficiente presión se hizo una barrita o rollito con un diámetro uniforme en toda su longitud.

Cuando el diámetro de la barrita se redujo a 1/8" (3,2mm) se la rompió en unos 6 pedazos uniendo nuevamente los pedazos entre los dedos y pulgares de ambas manos, hasta que se le dio a la masa una forma aproximadamente elipsoidal y vuelva a amasarse. Se repitió el procedimiento anterior hasta que la barrita se quebró bajo la presión del amasado y ya no fue posible obtener barritas o rollitos de 1/8".

Luego se reunieron las porciones del suelo resquebrajado, colocándolas en una tara. Se pesó la tara con el suelo con una aproximación de 0.01 gr y se registró este peso. Se secó el suelo a peso constante, introduciendo la tara con el suelo en un horno a 110°C. Luego se pesó la muestra secada al horno y se registró dicho peso. La diferencia entre ambos nos dio el peso del agua en la muestra.

Cálculo:

Se determinó el contenido de humedad en este estado.

Índice de Plasticidad

Se calculó con la ecuación (05) del acápite 2.3.2.4.

CUADRO N° 01: PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL SUELO

TIPO DE SUELO	GRANULOMETRIA		LIMITE DE ATTEMBERG (fraccion < 0.04 mm)			PESO ESPECIFICO		HUMEDA D NATURAL	PROCTOR NORMAL		DEFORMABILIDAD Es = E0 (σ/σt) α	RESISTENCIA AL CORTE			PERMEABILIDAD K m/s	
	< 0.06 mm	<2.00 mm	wL %	wP %	Ip %	Y T/m3	Ysum T/m3		D. Seca T/m3	wpm %		Φ (°)	C T/m2	Φ'p		
	%	%														
Grava	< 5	< 60	-	-	-	1.6	0.95	5	1.7	8	400	0.6	34	-	32	2.0E-01
			-	-	-	1.9	1.05	2	1.9	5	900	0.4	42	-	35	1.0E-02
Grava arenosa con pocos finos	< 5	< 60	-	-	-	2.1	1.15	7	2	7	400	0.7	35	-	32	1.0E-02
			-	-	-	2.3	1.35	13	2.25	4	1100	0.5	45	-	35	1.0E-06
Grava arenosa con finos limosos o arcillosos que no alteran la estructura granular	8	< 60	20	16	4	2.1	1.15	9	2.1	7	400	0.7	35	1	32	1.0E-09
			15	45	25	25	2.4	1.45	3	2.35	3	1200	0.5	43	0	35
Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos	20	< 60	20	16	4	2	1.05	13	1.9	10	150	0.9	28	3	22	1.0E-09
			40	50	25	30	2.25	1.3	5	2.2	5	400	0.7	35	0.5	30
Arena uniforme fina	< 5	< 100	-	-	-	1.6	0.95	22	1.6	15	150	0.75	32	-	30	2.0E-04
			-	-	-	1.9	1.1	8	1.75	10	300	0.6	40	-	22	1.0E-03
Arena uniforme gruesa	< 5	< 100	-	-	-	1.6	0.95	16	1.6	13	250	0.7	34	-	30	5.0E-03
			-	-	-	1.9	1.1	8	1.75	8	700	0.55	42	-	34	2.0E-04
Arena bien graduada y arena con grava	< 5	< 100	-	-	-	1.8	1	11	1.9	10	200	0.7	33	-	32	5.0E-04
			-	-	-	2.1	1.2	5	2.15	6	600	0.55	41	-	34	2.0E-03
Arena con finos que no alteran la estructura granular	8	> 60	20	16	4	2.9	1.05	15	2	13	150	0.8	32	1	30	1.0E-03
			15	45	25	25	2.25	1.3	4	2.2	7	500	0.65	40	0	32
Arena con finos que alteran la estructura granular	20	> 60	20	16	4	1.8	0.9	20	1.7	18	50	0.9	25	5	22	1.0E-07
			40	50	30	30	2.15	1.1	8	2	12	250	0.75	32	1	30
Limo poco plastico	> 50	> 80	25	20	4	1.75	0.95	28	1.6	22	40	0.8	28	2	25	1.0E-04
			35	28	11	2.1	1.1	15	1.8	15	110	0.6	35	0.5	30	5.0E-06
Limo de plasticidad media a alta	> 80	> 100	35	22	7	1.7	0.85	35	1.55	23	30	0.9	25	3	22	2.0E-05
			50	25	20	2	1.05	20	1.75	16	70	0.7	33	1	29	2.0E-06
Arcilla de baja plasticidad	> 80	100	25	15	7	1.9	0.95	28	1.65	20	20	1	24	6	20	1.0E-07
			35	22	16	2.2	1.2	14	1.85	14	50	0.9	32	1.5	28	2.0E-09
Arcilla de plasticidad media	> 90	100	40	18	16	1.8	0.85	38	1.55	23	10	1	20	8	10	5.0E-06
			50	25	28	2.1	1.1	18	1.75	17	30	0.95	30	2	20	1.0E-10
Arcilla de alta plasticidad	100	100	60	20	33	1.65	0.7	55	1.45	27	6	1	17	10	6	1.0E-09
			85	35	55	2	1	20	1.65	20	20	1	27	3	15	1.0E-11
Limo o arcilla organicos	> 80	100	45	30	10	1.55	0.55	60	1.45	27	5	1	20	7	15	1.0E-09
			70	45	30	1.9	0.9	30	1.7	18	20	0.8	26	2	22	1.0E-11
Turba	-	-	-	-	-	1.04	0.04	800	-	-	3	1	25	1.5	-	1.0E-05
			-	-	-	1.3	0.3	100	-	-	8	1	30	0.5	-	1.0E-09
Fango	-	-	100	30	50	1.25	0.25	200	-	-	4	1	22	2	-	1.0E-07
			-	250	80	170	1.6	0.6	50	-	-	15	0.9	28	0.5	-

Fuente: Curso aplicado a la cimentacion, José María Rodríguez Ortiz - Jesús Serrad Tuesta

4.3.2.5. Clasificación de Suelos

La clasificación de suelos se efectuó en base al Sistema Unificado (SUCS), de acuerdo a lo estipulado por el RNE, en Norma E.050, Capítulo II referido a cimentaciones: De acuerdo a los criterios de símbolos de grupo para suelos arenosos y limosos arcillosos, la carta de plasticidad y utilizando los diagramas de flujo para nombres de grupo de suelos limosos, inorgánicos y arcillosos y suelos limosos, orgánicos y arcillosos según Norma ASTM - 1998.

A. Calicata N° 01: Estrato N° 01

- Porcentaje que pasa la malla N° 200: 84.18% > 50%, entonces según el SUCS el suelo pertenece al grupo de grano fino.
- Límite líquido: 43.06% < 50%, entonces el SUCS el suelo pertenece al grupo de limos y arcillas, pudiendo ser: ML, CL u OL.
- Límites de Atterberg, Límite líquido: 43.06%, IP: 22.96, sobre la línea A. Cumple con CL.
- Símbolo de grupo: CL.
- Nombre de grupo: Arcilla inorgánica de mediana plasticidad.

B. Calicata N° 02: Estrato N° 01

- Porcentaje que pasa la malla N° 200: 87.51% > 50%, entonces según el SUCS el suelo pertenece al grupo de grano fino.
- Límite líquido: 37.61% < 50%, entonces el SUCS el suelo pertenece al grupo de limos y arcillas, pudiendo ser: ML, CL u OL.
- Límites de Atterberg, Límite líquido: 37.61%, IP: 18.36, sobre la línea A. Cumple con CL.

- Símbolo de grupo: CL.
- Nombre de grupo: Arcilla inorgánica de mediana plasticidad.

C. Calicata N° 03: Estrato N° 01

- Porcentaje que pasa la malla N° 200: 89.45% > 50%, entonces según el SUCS el suelo pertenece al grupo de grano fino.
- Límite líquido: 44.63% < 50%, entonces el SUCS el suelo pertenece al grupo de limos y arcillas, pudiendo ser: ML, CL u OL.
- Límites de Atterberg, Límite líquido: 44.63%, IP: 21.19, sobre la línea A. Cumple con CL.
- Símbolo de grupo: CL.
- Nombre de grupo: Arcilla inorgánica de mediana plasticidad.

D. Calicata N° 04: Estrato N° 01

- Porcentaje que pasa la malla N° 200: 89.86% > 50%, entonces según el SUCS el suelo pertenece al grupo de grano fino.
- Límite líquido: 41.07% < 50%, entonces el SUCS el suelo pertenece al grupo de limos y arcillas, pudiendo ser: ML, CL u OL.
- Límites de Atterberg, Límite líquido: 41.07%, IP: 18.63, sobre la línea A. Cumple con CL.
- Símbolo de grupo: CL.
- Nombre de grupo: Arcilla inorgánica de mediana plasticidad.

E. Calicata N° 05: Estrato N° 01

- Porcentaje que pasa la malla N° 200: 92.25% > 50%, entonces según el SUCS el suelo pertenece al grupo de grano fino.

- Límite líquido: $45.07\% < 50\%$, entonces el SUCS el suelo pertenece al grupo de limos y arcillas, pudiendo ser: ML, CL u OL.
- Límites de Atterberg, Límite líquido: 45.07% , IP: 23.92 , sobre la línea A. Cumple con CL.
- Símbolo de grupo: CL.
- Nombre de grupo: Arcilla inorgánica de mediana plasticidad.

F. Calicata N° 06: Estrato N° 01

- Porcentaje que pasa la malla N° 200: $91.04\% > 50\%$, entonces según el SUCS el suelo pertenece al grupo de grano fino.
- Límite líquido: $37.02\% < 50\%$, entonces el SUCS el suelo pertenece al grupo de limos y arcillas, pudiendo ser: ML, CL u OL.
- Límites de Atterberg, Límite líquido: 37.02% , IP: 18.62 , sobre la línea A. Cumple con CL.
- Símbolo de grupo: CL.
- Nombre de grupo: Arcilla inorgánica de mediana plasticidad.

4.3.2.6. Resistencia del Terreno

La determinación de la capacidad portante del terreno se realizó utilizando la teoría de Meyerhof la capacidad de carga de cimentaciones sobre un talud.

La capacidad portante se determinó de los estratos en donde se fundarán las estructuras, siendo estos: calicata 2 estrato 1, calicata 4 estrato 1, calicata 5 estrato 1; teniendo en cuenta la clasificación de suelos según el SUCS, estando conformados por suelos tipo CL: Arcillas de mediana plasticidad o arcilla ligera arenosa; entonces para el cálculo de la

capacidad portante utilizaremos la ecuación de Meyerhof para suelo cohesivo.

$$q_u = cN_{cq}$$

Con los valores característicos que se aproximan al suelo en estudio obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos, entramos Cuadro N° 01 y determinamos la cohesión del suelo.

$$\text{Cohesión (C)} = 8 \text{ Tn/m}^2 = 0.80 \text{ kg/cm}^2$$

Para un ancho de cimentación $B < H$ y $b = 1.00$ m entramos a la figura 2.9. y determinamos N_{cq} . Reemplazamos los valores en la ecuación de Meyerhof determinamos la capacidad de carga limite q_u .

Carga Admisible del Suelo de Fundación:

Luego aplicamos la ecuación:

$$q_c = \frac{q_u}{FS}$$

El factor de seguridad se ha asumido igual a: $FS = 4.00$, ya que la obtención de parámetros para el cálculo de la capacidad portante se hizo a través de cuadros y ábacos.

Finalmente para efectos de diseño del presente estudio se ha tomado los valores mostrados en el cuadro N°07 presentado en el capítulo de Resultados:

4.4 Diseño del Sistema de Alcantarillado

4.4.1 Período de Diseño

Un sistema de alcantarillado está constituido por un conjunto de estructuras presentando características diferentes, que serán afectados por coeficientes

de diseño distintos, en razón de la función que cumplen dentro del sistema. Por tanto, para su diseño es preciso conocer el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de sus esfuerzos físicos y los daños a que están expuestos, así como desde el punto de vista funcional en su aprovechamiento y eficiencia.

Para nuestro caso en particular se ha adoptado un periodo de diseño de 20 años, teniendo en cuenta que el sistema va a operar con planta de tratamiento.

4.4.2 Análisis Poblacional

DISEÑO POBLACIONAL

Obra: Instalación del Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas de los Centros Poblados San Juan y La Palma, Distrito de Chadín, Provincia de Chota -Cajamarca

POBLACION DE DISEÑO

a) Según Padron de Usuarios

Centro Poblado	Poblacion (Según Padron de Usuarios)
San Juan	426
	426

*) Fuente Elaboracion Propia

Calculo de la Tasa de Crecimiento

Centro Poblado	Año	Poblacion	Fuente	Tasa de Interes (r)	Metodo
San Juan	2007	272	CENSO INEI		$r = \frac{P_{t_{i+1}} - P_t}{P_t \times (t_{i+1} - t_t)}$ Interes Geometrico
	2014	426	PADRON		
				8.09	

Trabajaremos con la tasa de crecimiento intercensal nacional:

$$r = 2.00\%$$

CALCULO DE LA POBLACION DE DISEÑO

El metodo a utilizar para la Poblacion de Diseño seta el Metodo de Interes Simple.

$$P_{t+1} = P_t \times (1 + r(t_{t+1} - t_t))$$

El periodo de diseño según RNE, está en funcion de la Tasa de Crecimiento

(*) Periodo de Diseño

Periodo de Diseño	Tasa de Crecimiento
20-30 años	< 1%
15-25 años	1% a 2%
5-15 años	> 2%

Adoptamos un horizonte de diseño de :

Periodo de Diseño= 20 años

Centro Poblado	Periodo de Diseño	Poblacion Actual	Tasa de Crecimiento	Poblacion de Diseño
San Juan	20	426	0.02	597
				597

Pop. Diseño = 597 habitantes

DISEÑO POBLACIONAL					
Obra:		Instalación del Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas de los Centros Poblados San Juan y La Palma, Distrito de Chadín, Provincia de Chota -Cajamarca			
POBLACION DE DISEÑO					
a) Según Padron de Usuarios					
		Centro Poblado	Poblacion (Según Padron de Usuarios)		
		La Palma	216		
			216		
		*) Fuente Elaboracion Propia			
Calculo de la Tasa de Crecimiento					
Centro Poblado	Año	Poblacion	Fuente	Tasa de Interes (r)	Metodo
La Palma	2007	170	CENSO INEI		$r = \frac{P_{t_{i+1}} - P_t}{P_t \times (t_{i+1} - t_t)}$
	2014	216	PADRON		Interes Geometrico
				3.87	
Trabajaremos con la tasa de crecimiento intercensal nacional:					
			r =	2.00%	
CALCULO DE LA POBLACION DE DISEÑO					
El metodo a utilizar para la Poblacion de Diseño seta el Metodo de Interes Simple.					
		$P_{i+1} = P_i \times (1 + r(t_{i+1} - t_i))$			
El periodo de diseño según RNE, está en funcion de la Tasa de Crecimiento					
(*) Periodo de Diseño					
	Periodo de Diseño	Tasa de Crecimiento			
	20-30 años	< 1%			
	15-25 años	1% a 2%			
	5-15 años	> 2%			
Adoptamos un horizonte de diseño de :					
	Periodo de Diseño=	20	años		
Centro Poblado	Periodo de Diseño	Poblacion Actual	Tasa de Crecimiento	Poblacion de Diseño	
La Palma	20	216	0.02	303	
				303	
		Pop. Diseño = 303 habitantes			

Método Usado por el Ministerio de Salud (Minsa)

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico, siendo el de Interés Simple; con una tasa de crecimiento anual intercensal Nacional de 20 ‰ hab./año

$$Pf = Pa (1 + r t / 1000)$$

Donde:

Pf : Población futura

Pa : Población actual

r : coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t : Tiempo en años

Para un periodo de diseño de 20 años.

C.P. San Juan

$$Pa_{2014} = 426.00 \text{ hab.}$$

$$Pa_{2034} = ?$$

$$Pa_{2034} = 426.00 (1 + 20 \cdot 20 / 1000)$$

$$Pa_{2034} = 597.00 \text{ hab.}$$

$$Pa_{2034} = \mathbf{597.00 \text{ hab.}} \text{ (Ministerio de Salud)}$$

C.P. La Palma

$$Pa_{2014} = 216.00 \text{ hab.}$$

$$Pa_{2034} = ?$$

$$Pa_{2034} = 216.00 (1 + 20 \cdot 20 / 1000)$$

$$Pa_{2034} = 303.00 \text{ hab.}$$

$$Pa_{2034} = \mathbf{303.00 \text{ hab.}} \text{ (Ministerio de Salud)}$$

4.4.3 Determinación del Consumo de Agua

4.4.3.1. Consumos

Como hemos visto en el acápite de Antecedentes los centros poblados en estudio cuentan con sistema de agua potable, por lo que para obtener el consumo de agua real se aforó el caudal en el reservorio. El resultado obtenido de este aforo es el Consumo Máximo Diario.

CENTRO POBLADO	DESCRIPCION	CAUDAL (Q)
San Juan	Reservorio	0.91 l/seg
La Palma	Reservorio	0.51 l/seg

Fuente: los datos se obtienen del aforo en campo

4.4.3.2. Consumo Máximo Diario ($Q_{max. d}$) C.P. San Juan

Del cuadro anterior tenemos:

$$Q_{max. d} = 0.91 \text{ lt/s.}$$

4.4.3.3. Consumo Medio Diario (Q_m) C.P. San Juan

El consumo medio diario lo estimamos de la siguiente manera:

$$Q_m = Q_{max. d} / K1$$

Tomaremos un **$K1 = 1.30$**

$$Q_m = (0.91 \text{ lt/s}) / 1.30$$

$$Q_m = 0.70 \text{ lt / seg.}$$

4.4.3.4. Consumo Máximo Horario ($Q_{\text{max. h}}$) C.P. San Juan

La variación horaria es muy fuerte, debido a que sus actividades las realizan en algunas horas con mucha intensidad, es así que en horas de 7 a.m. a 12 a.m. el consumo es mayor que en cualquiera de otras horas, esta variación horaria se nota mucho más en poblaciones pequeñas. Por tales razones, se tiene un coeficiente de variación horaria $K_2 = 2.5$

$$Q_{\text{max. hor.}} = Q_m * K_2.$$

$$Q_{\text{max. hor.}} = 0.70 \text{ t/s} * 2.5$$

$$Q_{\text{max. hor.}} = 1.75 \text{ t/s}$$

4.4.3.5. Consumo Máximo Diario ($Q_{\text{max. d}}$) C.P. La Palma

Del cuadro anterior tenemos:

$$Q_{\text{max. d}} = 0.51 \text{ lt/s.}$$

4.4.3.6. Consumo Medio Diario (Q_m) C.P. La Palma

El consumo medio diario lo estimamos de la siguiente manera:

$$Q_m = Q_{\text{max. d}} / K_1$$

Tomaremos un $K_1 = 1.30$

$$Q_m = (0.51 \text{ lt/s}) / 1.30$$

$$Q_m = 0.392 \text{ lt / seg.}$$

4.4.3.7. Consumo Máximo Horario ($Q_{\text{max. h}}$) C.P. La Palma

La variación horaria es muy fuerte, debido a que sus actividades las realizan en algunas horas con mucha intensidad, es así que en horas de 7 a.m. a 12 a.m. el consumo es mayor que en cualquiera de otras horas,

esta variación horaria se nota mucho más en poblaciones pequeñas. Por tales razones, se tiene un coeficiente de variación horaria $K2 = 2.5$

$$Q_{\text{max. hor.}} = Q_m * K2.$$

$$Q_{\text{max. hor.}} = 0.392 \text{ t/s} * 2.5$$

$$Q_{\text{max. hor.}} = 0.98 \text{ t/s}$$

4.5 Cálculo del Sistema de Alcantarillado

4.5.1 Generalidades

El sistema de alcantarillado se trazará teniendo en cuenta la pendiente del terreno.

El caudal de contribución para el sistema de alcantarillado se determinará con una población futura total de 900 habitantes, (597 habitantes para el C.P. San Juan y 303 para el C.P. La Palma) y un caudal por infiltración para los 60 buzones. En las plantas de tratamiento de aguas residuales se ubicará un tanque séptico para cada Centro Poblado, esto de acuerdo al área de influencia para cada sistema de tratamiento, a detallarse más adelante.

4.5.2 Clasificación del Desagüe

El desagüe a evacuar es del tipo doméstico.

4.5.3 Sistema a Utilizar

Se utilizará el sistema combinado o unitario.

4.5.4 Factor de Reingreso "C"

El factor de reingreso será: $C = 0.80$ (De acuerdo a la tabla N 2.9).

4.5.5 Gasto Promedio de Desagüe C.P. San Juan

De acuerdo a la fórmula 20 del acápite 2.5.5; se tiene:

$$Q_p = Q_m * C$$

$$Q_p = 0.70 \text{ lt/s} * 0.8$$

$$Q_p = 0.56 \text{ lt/s}$$

4.5.6 Gasto Máximo Diario de Desagüe

En la ecuación 21 del acápite 2.5.6, considerando el mismo coeficiente de variación "K1". diaria que en el sistema de agua potable (K1 = 1.3) y de acuerdo a la (tabla N° 2.10).

$$Q_{md} = Q_p * K1$$

$$Q_{md} = 0.56 \text{ lt/seg.} * 1.3$$

$$Q_{md} = 0.728 \text{ lt/seg.}$$

4.5.7 Gasto Máximo Horario de Desagüe

En la ecuación 22 del acápite 2.5.7 considerando K2 = 3.0 (Tabla N° 2.9). Y considerando el ítem 4.4.3.4. un K2 para poblaciones pequeñas.

$$Q_{mh} = Q_p * K2$$

$$Q_{mh} = 0.56 \text{ lt/seg.} * 2.5$$

$$Q_{mh} = 1.40 \text{ lt/seg.}$$

4.5.8 Gasto Mínimo de Desagüe

En la ecuación 23 del acápite 2.5.8, se toma como valor de K3 = 0.30; reemplazando se tiene:

$$Q_{min} = Q_p * K3$$

$$Q_{min} = 0.56 \text{ lt/seg.} * 0.30$$

$$Q_{min} = 0.168 \text{ lt/seg.}$$

4.5.9 Gasto por Infiltración

Las normas del RNE estipulan considerar por caudal de infiltración del subsuelo a la red de desagüe las siguientes cantidades:

20000 lt / día / Km. de tubería

380 lt / día / buzón.

De los cuales la primera cantidad no se utilizó por ser de PVC la tubería empleada.

$$Q_{inf} = (380 \text{ lt. / día / buzón}) / 86400 \text{ seg.} = 0.0044 \text{ lt /seg. (por buzón)}$$

Infiltración de 40 buzones:

$$Q_{inf} = (380 \text{ lt / día / buzón}) * 40 / 86400 \text{ seg} = 0.1759 \text{ lt. / s.}$$

$$Q_{inf} = 0.1759 \text{ lt. / s.}$$

No se considera el caudal que ingresa por el orificio de la tapa, ya que el buzón se encuentra en el eje de la calzada y cuenta con un bombeo del 2% hacia las cunetas,

4.5.10 Gasto Unitario

De acuerdo a la ecuación 24 del acápite 2.5.9 se tiene:

$$q_u = (Q_d / L)$$

$$q_u = (1.40 \text{ lt/s}) / L$$

$$L = 1585.15 \text{ m. (longitud total de tubería)}$$

$$q_u = 0.000883197 \text{ lt/seg/m}$$

4.5.11 Gasto de Diseño

Tomando en cuenta la ecuación 26 del acápite 2.5.11. Se tiene;

$$Q_d = Q_{mh} + Q_{inf}.$$

$$Q_d = 1.40 \text{ lt/s.} + 0.1759 \text{ lt/s}$$

$$Q_d = 1.576 \text{ lt/s.}$$

4.5.12 Tipo de Tubería

Se utilizará tubería de PVC por las razones ya expuestas en la revisión de la literatura (2.5.12.1) de tuberías de plástico de cloruro de Polivinilo (PVC) y además porque es necesario minimizar pendientes, lo que se logra gracias al bajo coeficiente de rugosidad.

El diámetro mínimo a utilizar será de 4" (en conexiones domiciliarias) y en las redes de desagüe será de acuerdo a lo siguiente:

Diámetro a usar:

$$\text{Caudal de diseño: } Q_d = 1.40 \text{ lt/s.}$$

Diámetro de tubería para una altura de flujo del 75 % es:

$$D = \{ (3.17 \times 10^{-2} * Q) / S^{1/2} \}^{3/8}$$

El diámetro mínimo será aquel que con el caudal máximo, al 75 % D, cumpla con la pendiente mínima.

$$Q = 1.40 \text{ lt/s.} = 0.00140 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$S = 0.177$, asumiendo para un diámetro de 6" para velocidad mínima de 0.6 lt/seg.

$$D = 0.028245160 \text{ m.}$$

$$D = 2.82 \text{ cm.} = 1.11''$$

$$1.11'' < 6''$$

Pero como el diámetro mínimo excepcional según el Reglamento Nacional de Edificaciones es de 6", para el presente trabajo, se usará tubería de **diámetro 6"**.

4.5.13 Diseño Hidráulico de la Red de Alcantarillado

Para el cálculo hidráulico de las tuberías se determina la longitud de cada tramo de colector.

Usando el principio de caudal por metro lineal de tubería.

$$\text{Factor de gasto} = q_u$$

$$q_u = Q_{\text{diseño}} / \text{Longitud total de tubería}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 1.40 \text{ lt/s.}$$

$$L = 1,585.50 \text{ m. (longitud total de tubería)}$$

$$q_u = 0.000883197 \text{ lt/seg/m}$$

Determinando así el gasto en cada tramo, con la ayuda de la tabla de elementos proporcionales se procede como sigue:

Procedimiento:

- Se determina la pendiente en cada tramo
- Se determina el caudal de cada tramo (Q_p)
- Se calcula el caudal a tubo lleno usando la fórmula:

$$Q_{ll} = 31.1685 * D^{8/3} * S^{1/2}$$

- Se determina la relación:

$$Q_p / Q_{ll}$$

- Con el valor obtenido anteriormente, entramos a la tabla de los elementos proporcionales, teniendo en cuenta que el tirante no sea mayor a $0.75 D$, de la tabla obtenemos el valor

$$V_p / V_{ll}$$

V_p = Velocidad parcial para Q_p del tramo calculado

$V_{||}$ = Velocidad a tubo lleno calculado por la fórmula.

$$V_{||} = 39.6850 * D^{2/3} * S^{1/2}$$

- Conocido el valor $V_{||}$, se determina el valor de V_p , multiplicando el valor de $V_{||}$ por el valor obtenido de la tabla.

Se presenta el proceso de cálculo para el tramo comprendido entre los buzones B15 – B16.

Tramo 15-16

Longitud	= 17.63 m.
Caudal aguas arriba	= 0.2507 lts/seg.
Contribución de tramo	= 0.020 lts/seg.
Caudal aguas abajo	= 0.2707 lts/seg
Cota de tubería aguas arriba	= 2701.50 m.s.n.m.
Cota de tubería aguas abajo	= 2699.80 m.s.n.m.
Desnivel de tubería	= 1.70 m.
Pendiente	= 0.0964%

Caudal a tubo Lleno:

$$Q_{LL} = 31.1685 D^{8/3} S^{1/2} \quad , \text{ para } \varnothing = 6''$$

$$Q_{LL} = 64.14 \text{ lts/seg.}$$

Velocidad a tubo Lleno:

$$V_{LL} = 39.6850 D^{2/3} S^{1/2} \quad , \text{ para } \varnothing = 6''$$

$$V_{LL} = 3.52 \text{ m/seg.}$$

Determinamos la relación: Q_P / Q_{LL}

$$Q_P / Q_{LL} = 0.2707 / 64.14 = 0.00422$$

Con el valor 0.00422 en la tabla de elementos proporcionales ubicamos en la columna V_P / V_{LL} el valor de 0.232, luego hallamos V_P .

$$V_P = V_{LL} * 0.232$$

$$V_P = 3.52 * 0.232$$

$$V_P = 0.82 \text{ m/seg.}$$

La altura de la lámina líquida $Y/D = 0.045$, siendo menor a $0.75D$.

La velocidad es mayor de 0.60 m/seg. Pero para tramos menores a los 300 m. se admiten velocidades menores, siempre que la pendiente sea mayor al 1%.

DISEÑO HIDRÁULICO C.P. SAN JUAN

DATOS DE DISEÑO

CAUDAL MEDIO (Qm)	Qm =	0.70 lt /seg
CAUDAL DE DISEÑO (Qd)	Qd =	1.576 lt /seg
LONGITUD DOMESTICA	Ld =	1585.15 m

CALCULO HIDRAULICO

CAUDAL POR TRAMOS:

$$Q_{L_i} = (0,8 Q_{\text{max horario}} \times \Sigma L_i) / L_i$$

DIMENSIONES DE LA TUBERIA

$$V = (R_h^{2/3} S^{1/2}) / n \dots\dots\dots(1)$$

Valores: n de Manning

Material	n
PVC	0.010

Condición: La tubería trabaja a 75% del D

$$D = \{ (3.52 \times 10^{-2} Q) / S^{1/2} \}^{3/8} \dots\dots\dots(2)$$

Luego las condiciones hidráulicas son:

A =	0.63185 D ²
R _H =	0.3017 D
P =	2.0944 D

Entonces :

V =	44.9819 D ^{2/3} S ^{1/2}
Q =	28.4219 D ^{8/3} S ^{1/2}

Condición: La tubería trabaja al 100% del D

$$D = \{ (3.21 \times 10^{-2} Q) / S^{1/2} \}^{3/8} \dots\dots\dots(3)$$

Luego las condiciones hidráulicas son:

A =	0.7854 D ²
R _H =	0.2500 D
P =	3.1416 D

Entonces :

V =	39.6850 D ^{2/3} S ^{1/2}
Q =	31.1685 D ^{8/3} S ^{1/2}

ELEMENTOS HIDRAULICOS DE UNA SECCION CIRCULAR PARA UN TIRANTE H

H (%D)	p			A _H	P _m	R _H
	grados	min	seg			
0	0	0	0.00	0.00000	0.0000	
1	11	28	42.03	0.00133	0.2003	0.0066
2	16	15	36.74	0.00375	0.2838	0.0132
3	19	56	54.40	0.00687	0.3482	0.0197
4	23	4	26.11	0.01054	0.4027	0.0262
5	25	50	30.96	0.01468	0.4510	0.0326
6	28	21	27.49	0.01924	0.4949	0.0389
7	30	41	0.30	0.02417	0.5355	0.0451
8	32	51	35.57	0.02944	0.5735	0.0513
9	34	54	54.74	0.03501	0.6094	0.0575
10	36	52	11.63	0.04088	0.6435	0.0635
11	38	44	21.93	0.04701	0.6761	0.0695
12	40	32	8.89	0.05339	0.7075	0.0755
13	42	16	6.90	0.06000	0.7377	0.0813
14	43	56	43.87	0.06683	0.7670	0.0871
15	45	34	22.79	0.07387	0.7954	0.0929
16	47	9	22.89	0.08111	0.8230	0.0986
17	48	42	0.46	0.08854	0.8500	0.1042
18	50	12	29.45	0.09613	0.8763	0.1097
19	51	41	1.92	0.10390	0.9021	0.1152
20	53	7	48.37	0.11182	0.9273	0.1206
21	54	32	58.05	0.11990	0.9521	0.1259
22	55	56	39.13	0.12811	0.9764	0.1312
23	57	18	58.90	0.13647	1.0004	0.1364
24	58	40	3.89	0.14494	1.0239	0.1416
25	60	0	0.00	0.15355	1.0472	0.1466
26	61	18	52.55	0.16226	1.0701	0.1516
27	62	36	46.41	0.17109	1.0928	0.1566
28	63	53	46.03	0.18002	1.1152	0.1614
29	65	9	55.49	0.18905	1.1374	0.1662
30	66	25	18.56	0.19817	1.1593	0.1709
31	67	39	58.74	0.20738	1.1810	0.1756
32	68	53	59.29	0.21667	1.2025	0.1802
33	70	7	23.25	0.22603	1.2239	0.1847
34	71	20	13.47	0.23547	1.2451	0.1891
35	72	32	32.63	0.24498	1.2661	0.1935
36	73	44	23.26	0.25455	1.2870	0.1978
37	74	55	47.78	0.26418	1.3078	0.2020
38	76	6	48.45	0.27386	1.3284	0.2062
39	77	17	27.48	0.28359	1.3490	0.2102
40	78	27	46.95	0.29337	1.3694	0.2142
41	79	37	48.86	0.30319	1.3898	0.2182
42	80	47	35.17	0.31304	1.4101	0.2220
43	81	57	7.75	0.32293	1.4303	0.2258
44	83	6	28.43	0.33284	1.4505	0.2295
45	84	15	38.99	0.34278	1.4706	0.2331
46	85	24	41.16	0.35274	1.4907	0.2366
47	86	33	36.67	0.36272	1.5108	0.2401
48	87	42	27.21	0.37270	1.5308	0.2435
49	88	51	14.43	0.38270	1.5508	0.2468
50	90	0	0.00	0.39270	1.5708	0.2500

ELEMENTOS HIDRAULICOS DE UNA SECCION CIRCULAR PARA UN TIRANTE H

H (%D)	p			A _H	P _m	R _H
	grados	min	seg			
51	88	51	14.43	0.40270	1.5908	0.2531
52	87	42	27.21	0.41269	1.6108	0.2562
53	86	33	36.67	0.42268	1.6308	0.2592
54	85	24	41.16	0.43266	1.6509	0.2621
55	84	15	38.99	0.44262	1.6710	0.2649
56	83	6	28.43	0.45255	1.6911	0.2676
57	81	57	7.75	0.46247	1.7113	0.2703
58	80	47	35.17	0.47236	1.7315	0.2728
59	79	37	48.86	0.48221	1.7518	0.2753
60	78	27	46.95	0.49203	1.7722	0.2776
61	77	17	27.48	0.50181	1.7926	0.2799
62	76	6	48.45	0.51154	1.8132	0.2821
63	74	55	47.78	0.52122	1.8338	0.2842
64	73	44	23.26	0.53085	1.8546	0.2862
65	72	32	32.63	0.54042	1.8755	0.2881
66	71	20	13.47	0.54992	1.8965	0.2900
67	70	7	23.25	0.55936	1.9177	0.2917
68	68	53	59.29	0.56873	1.9391	0.2933
69	67	39	58.74	0.57802	1.9606	0.2948
70	66	25	18.56	0.58723	1.9823	0.2962
71	65	9	55.49	0.59635	2.0042	0.2975
72	63	53	46.03	0.60538	2.0264	0.2987
73	62	36	46.41	0.61431	2.0488	0.2998
74	61	18	52.55	0.62313	2.0715	0.3008
75	60	0	0.00	0.63185	2.0944	0.3017
76	58	40	3.89	0.64045	2.1176	0.3024
77	57	18	58.90	0.64893	2.1412	0.3031
78	55	56	39.13	0.65728	2.1652	0.3036
79	54	32	58.05	0.66550	2.1895	0.3039
80	53	7	48.37	0.67357	2.2143	0.3042
81	51	41	1.92	0.68150	2.2395	0.3043
82	50	12	29.45	0.68926	2.2653	0.3043
83	48	42	0.46	0.69686	2.2916	0.3041
84	47	9	22.89	0.70429	2.3186	0.3038
85	45	34	22.79	0.71152	2.3462	0.3033
86	43	56	43.87	0.71856	2.3746	0.3026
87	42	16	6.90	0.72540	2.4039	0.3018
88	40	32	8.89	0.73201	2.4341	0.3007
89	38	44	21.93	0.73839	2.4655	0.2995
90	36	52	11.63	0.74452	2.4981	0.2980
91	34	54	54.74	0.75039	2.5322	0.2963
92	32	51	35.57	0.75596	2.5681	0.2944
93	30	41	0.30	0.76123	2.6061	0.2921
94	28	21	27.49	0.76616	2.6467	0.2895
95	25	50	30.96	0.77072	2.6906	0.2865
96	23	4	26.11	0.77486	2.7389	0.2829
97	19	56	54.40	0.77853	2.7934	0.2787
98	16	15	36.74	0.78165	2.8578	0.2735
99	11	28	42.03	0.78407	2.9413	0.2666
100	0	0	0.00	0.78540	3.1416	0.2500

CALCULO DEL GASTO DE CONTRIBUCIÓN

CAUDAL MÁXIMO	
- HORARIO:	1.750 lt/seg
LONGITUD TOTAL DE LA	
- RED:	1585.15 m
- CAUDAL DE DISEÑO:	1.400 lt/seg
- GASTO UNITARIO:	0.000883197
CAUDAL DE INFILTRACIÓN POR	
- BUZÓN:	380 l/dia/buzón 0.0044 l/s

CONTRIBUCIÓN POR TRAMOS

SISTEMA I: TANQUE SÉPTICO I SAN JUAN RAMAL N°01

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-3	B-4	20.78	0.0184	0.000	0.000	0.018	0.018
	B-4	B-6	53.10	0.0469	0.0044	0.018	0.051	0.070
	B-6	B-7	50.15	0.0443	0.0044	0.070	0.049	0.118
	B-7	B-8	45.96	0.0406	0.0044	0.118	0.045	0.163
	B-8	B-9	20.25	0.0179	0.0044	0.163	0.022	0.186
	B-9	B-14	38.87	0.0343	0.0044	0.186	0.039	0.224
			229.11					

RAMAL N°02

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-12	B-13	25.28	0.0223	0.0000	0.000	0.022	0.022
	B-13	B-14	11.99	0.0106	0.0044	0.022	0.015	0.037
			37.27					

RAMAL N°03

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
CALLE D	B-9	B-10	26.64	0.0235	0.0044	0.186	0.028	0.214
	B-10	B-11	59.28	0.0524	0.0044	0.214	0.057	0.270

**INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN,
PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA**

	B-11	B-22	42.40	0.0374	0.0044	0.270	0.042	0.312
			128.32					

RAMAL N°04

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-10	B-15	37.14	0.0328	0.0044	0.214	0.037	0.251
	B-15	B-16	17.63	0.0156	0.0044	0.251	0.020	0.271
			54.77					

RAMAL N°05

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
CALLE F	B-14	B-15	31.60	0.0279	0.0044	0.262	0.032	0.294
	B-15	B-22	63.50	0.0561	0.0044	0.545	0.060	0.605
			95.10					

RAMAL N°06

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-13	B-16	33.94	0.0300	0.0044	0.022	0.034	0.057
	B-16	B-17	56.34	0.0498	0.0044	0.327	0.054	0.382
	B-17	B-22	26.90	0.0238	0.0044	0.382	0.028	0.410
			117.18					

RAMAL N°07

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-9	B-9A	33.56	0.0296	0.0044	0.186	0.034	0.220
	B-9A	B-18	28.42	0.0251	0.0044	0.220	0.030	0.249
			61.98					

RAMAL N°08

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-10	B-18	37.07	0.0327	0.0044	0.214	0.037	0.251
	B-18	B-19	30.00	0.0265	0.0044	0.500	0.031	0.531
	B-19	B-20	14.37	0.0127	0.0044	0.531	0.017	0.548

81.44

RAMAL N°09

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-22	B-35	40.56	0.0358	0.0044	1.327	0.040	1.367

40.56

RAMAL N°10

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-20	B-21	36.75	0.0325	0.0044	0.548	0.037	0.585
	B-21	B-35	69.95	0.0618	0.0044	0.585	0.066	0.651

106.70

**SISTEMA II: TANQUE
SÉPTICO II SAN JUAN
RAMAL
N°11**

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-1	B-2	60.80	0.0537	0.0000	0.000	0.054	0.054
	B-2	B-36A	26.48	0.0234	0.0044	0.054	0.028	0.081
	B-36A	B-37A	20.19	0.0178	0.0044	0.081	0.022	0.104
			107.47					

**RAMAL
N°12**

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-37A	B-5	61.48	0.0543	0.0044	0.104	0.059	0.162
	B-5	B-38A	27.47	0.0243	0.0044	0.162	0.029	0.191
	B-38A	B-39A	52.95	0.0468	0.0044	0.191	0.051	0.242
			141.9					

**RAMAL
N°13**

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-39A	B-24	16.39	0.0145	0.0044	0.242	0.019	0.261
	B-24	B-29	30.45	0.0269	0.0044	0.261	0.031	0.292
			46.84					

**RAMAL
N°14**

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-24	B-25	30.40	0.0268	0.0044	0.261	0.031	0.292
	B-25	B-26	25.03	0.0221	0.0044	0.292	0.027	0.319
	B-26	B-27	27.00	0.0238	0.0044	0.319	0.028	0.347
	B-27	B-28	22.56	0.0199	0.0044	0.347	0.024	0.371
	B-28	B-31	23.64	0.0209	0.0044	0.371	0.025	0.397
			128.63					

RAMAL
N°15

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-29	B-30	59.85	0.0529	0.0044	0.292	0.057	0.350
	B-30	B-31	19.66	0.0174	0.0044	0.350	0.022	0.371
			79.51					

RAMAL
N°16

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-31	B-32	28.35	0.0250	0.0044	0.768	0.029	0.798
	B-32	B-34	37.32	0.0330	0.0044	0.798	0.037	0.835
			65.67					

RAMAL
N°17

CALLE	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-33	B-34	62.70	0.0554	0.000	0.000	0.055	0.055
			62.7					

SISTEMA I: TANQUE SÉPTICO I SAN JUAN

RAMAL N°01

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft ³ /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B. Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-3	B-4	20.78	9.62	2724.50	2723.300	2722.50	2721.300	1.20	1.20	0.0184	0.0000	0.0000	0.0184	0.0184	0.10	6	3.51	64.08	0.00100	0.1600	0.56
	B-4	B-6	53.10	7.53	2722.50	2719.500	2719.00	2715.500	3.00	3.50	0.0469	0.0044	0.0184	0.0513	0.0697	0.17	6	3.11	56.69	0.00123	0.1600	0.50
	B-6	B-7	50.15	9.37	2719.00	2715.500	2712.00	2710.800	3.50	1.20	0.0443	0.0044	0.0697	0.0487	0.1183	0.20	6	3.47	63.23	0.00187	0.1600	0.55
	B-7	B-8	45.96	6.53	2712.00	2710.800	2709.00	2707.800	1.20	1.20	0.0406	0.0044	0.1183	0.0450	0.1633	0.24	6	2.89	52.77	0.00310	0.2210	0.64
	B-8	B-9	20.25	9.14	2709.00	2707.800	2707.15	2705.950	1.20	1.20	0.0179	0.0044	0.1633	0.0223	0.1856	0.24	6	3.42	62.43	0.00297	0.1790	0.61
	B-9	B-14	38.87	7.07	2707.15	2705.950	2705.70	2703.200	1.20	2.50	0.0343	0.0044	0.1856	0.0387	0.2243	0.27	6	3.01	54.94	0.00408	0.2320	0.70

RAMAL N°02

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft ³ /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B. Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-12	B-13	25.28	3.96	2705.50	2704.300	2705.30	2703.300	1.20	2.00	0.0223	0.0000	0.0000	0.0223	0.0223	0.13	6	2.25	41.08	0.00100	0.1600	0.36
	B-13	B-14	11.99	0.83	2705.30	2703.300	2705.70	2703.200	2.00	2.50	0.0106	0.0044	0.0223	0.0150	0.0373	0.20	6	1.03	18.86	0.00198	0.1600	0.17

RAMAL N°03

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft ³ /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B. Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
CALLE D	B-9	B-10	26.64	5.82	2707.15	2705.950	2705.60	2704.400	1.20	1.20	0.0235	0.0044	0.1856	0.0279	0.2135	0.27	6	2.73	49.82	0.00429	0.2320	0.63
	B-10	B-11	59.28	7.42	2705.60	2704.400	2702.00	2700.000	1.20	2.00	0.0524	0.0044	0.2135	0.0568	0.2703	0.28	6	3.08	56.27	0.00480	0.2320	0.72
	B-11	B-22	42.40	8.73	2702.00	2700.000	2697.50	2696.300	2.00	1.20	0.0374	0.0044	0.2703	0.0418	0.3122	0.29	6	3.34	61.01	0.00512	0.2390	0.80

RAMAL N°04

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft ³ /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B. Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-10	B-15	37.14	7.81	2705.60	2704.400	2704.50	2701.500	1.20	3.00	0.0328	0.0044	0.2135	0.0372	0.2507	0.27	6	3.16	57.71	0.00434	0.2320	0.73
	B-15	B-16	17.63	9.64	2704.50	2701.500	2701.00	2699.800	3.00	1.20	0.0156	0.0044	0.2507	0.0200	0.2707	0.27	6	3.52	64.14	0.00422	0.2320	0.82

RAMAL N°05

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
CALLE F	B-14	B-15	31.60	5.38	2705.70	2703.200	2704.50	2701.500	2.50	3.00	0.0279	0.0044	0.2617	0.0323	0.2940	0.31	6	2.63	47.91	0.00614	0.2410	0.63
	B-15	B-22	63.50	8.19	2704.50	2701.500	2697.50	2696.300	3.00	1.20	0.0561	0.0044	0.5447	0.0605	0.6052	0.38	6	3.24	59.11	0.01024	0.2720	0.88

RAMAL N°06

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-13	B-16	33.94	10.31	2705.30	2703.300	2701.00	2699.800	2.00	1.20	0.0300	0.0044	0.0223	0.0344	0.0567	0.15	6	3.64	66.33	0.00100	0.1600	0.58
	B-16	B-17	56.34	1.77	2701.00	2699.800	2700.00	2698.800	1.20	1.20	0.0498	0.0044	0.3274	0.0542	0.3816	0.42	6	1.51	27.52	0.01387	0.2720	0.41
	B-17	B-22	26.90	9.29	2700.00	2698.800	2697.50	2696.300	1.20	1.20	0.0238	0.0044	0.3816	0.0282	0.4097	0.32	6	3.45	62.97	0.00651	0.2410	0.83

RAMAL N°07

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-9	B-9A	33.56	3.72	2707.15	2704.550	2704.50	2703.300	2.60	1.20	0.0296	0.0044	0.1856	0.0340	0.2197	0.30	6	2.19	39.86	0.00551	0.2390	0.52
	B-9A	B-18	28.42	1.76	2704.50	2703.300	2704.00	2702.800	1.20	1.20	0.0251	0.0044	0.2197	0.0295	0.2492	0.36	6	1.50	27.40	0.00909	0.2650	0.40

RAMAL N°08

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-10	B-18	37.07	4.32	2705.60	2704.400	2704.00	2702.800	1.20	1.20	0.0327	0.0044	0.2135	0.0371	0.2507	0.31	6	2.35	42.91	0.00584	0.2390	0.56
	B-18	B-19	30.00	0.50	2704.00	2702.800	2703.85	2702.650	1.20	1.20	0.0265	0.0044	0.4998	0.0309	0.5307	0.61	6	0.80	14.60	0.03634	0.3660	0.29
	B-19	B-20	14.37	1.04	2703.85	2702.650	2703.70	2702.500	1.20	1.20	0.0127	0.0044	0.5307	0.0171	0.5478	0.54	6	1.16	21.10	0.02596	0.3270	0.38

RAMAL N°09

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-22	B-35	40.56	20.96	2697.50	2696.300	2689.00	2687.800	1.20	1.20	0.0358	0.0044	1.3271	0.0402	1.3673	0.43	6	5.18	94.55	0.01446	0.2720	1.41

RAMAL N°10

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} ft /seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-20	B-21	36.75	10.07	2703.70	2702.500	2700.00	2698.800	1.20	1.20	0.0325	0.0044	0.5478	0.0369	0.5847	0.36	6	3.59	65.54	0.00892	0.2560	0.92
	B-21	B-35	69.95	15.73	2700.00	2698.800	2689.00	2687.800	1.20	1.20	0.0618	0.0044	0.5847	0.0662	0.6509	0.34	6	4.49	81.91	0.00795	0.2460	1.10

SISTEMA II: TANQUE SÉPTICO II SAN JUAN

RAMAL N°11

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-1	B-2	60.80	2.80	2729.00	2727.000	2726.50	2725.300	2.00	1.20	0.0537	0.0000	0.0000	0.0537	0.0537	0.19	6	1.89	34.54	0.00155	0.1600	0.30
	B-2	B-36A	26.48	10.57	2726.50	2725.300	2723.70	2722.500	1.20	1.20	0.0234	0.0044	0.0537	0.0278	0.0815	0.17	6	3.68	67.16	0.00121	0.1600	0.59
	B-36A	B-37A	20.19	5.94	2723.70	2722.500	2722.50	2721.300	1.20	1.20	0.0178	0.0044	0.0815	0.0222	0.1037	0.21	6	2.76	50.35	0.00206	0.1790	0.49

RAMAL N°12

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-37A	B-5	61.48	1.63	2722.50	2721.300	2721.50	2720.300	1.20	1.20	0.0543	0.0044	0.1037	0.0587	0.1624	0.31	6	1.44	26.34	0.00617	0.2410	0.35
	B-5	B-38A	27.47	3.64	2721.50	2720.300	2720.50	2719.300	1.20	1.20	0.0243	0.0044	0.1624	0.0287	0.1911	0.29	6	2.16	39.41	0.00485	0.2320	0.50
	B-38A	B-39A	52.95	9.82	2720.50	2718.000	2714.00	2712.800	2.50	1.20	0.0468	0.0044	0.1911	0.0512	0.2422	0.26	6	3.55	64.73	0.00374	0.2210	0.78

RAMAL N°13

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-39A	B-24	16.39	15.86	2714.00	2710.500	2709.10	2707.900	3.50	1.20	0.0145	0.0044	0.2422	0.0189	0.2611	0.24	6	4.51	82.26	0.00317	0.2210	1.00
	B-24	B-29	30.45	15.76	2709.10	2705.600	2702.00	2700.800	3.50	1.20	0.0269	0.0044	0.2611	0.0313	0.2924	0.25	6	4.50	82.00	0.00357	0.2210	0.99

RAMAL N°14

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
CALLE F	B-24	B-25	30.40	1.97	2709.10	2705.600	2706.20	2705.000	3.50	1.20	0.0268	0.0044	0.2611	0.0312	0.2924	0.38	6	1.59	29.02	0.01008	0.2720	0.43
CALLE F	B-25	B-26	25.03	3.20	2706.20	2705.000	2705.40	2704.200	1.20	1.20	0.0221	0.0044	0.2924	0.0265	0.3189	0.35	6	2.02	36.93	0.00864	0.2560	0.52
CALLE F	B-26	B-27	27.00	3.33	2705.40	2704.200	2704.50	2703.300	1.20	1.20	0.0238	0.0044	0.3189	0.0282	0.3471	0.38	6	2.07	37.71	0.00921	0.2650	0.55
CALLE F	B-27	B-28	22.56	9.75	2704.50	2701.000	2700.00	2698.800	3.50	1.20	0.0199	0.0044	0.3471	0.0243	0.3714	0.30	6	3.54	64.50	0.00576	0.2390	0.85
	B-28	B-31	23.64	7.19	2700.00	2696.500	2696.00	2694.800	3.50	1.20	0.0209	0.0044	0.3714	0.0253	0.3967	0.33	6	3.04	55.39	0.00716	0.2460	0.75

RAMAL N°15

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-29	B-30	59.85	5.85	2702.00	2700.800	2698.50	2697.300	1.20	1.20	0.0529	0.0044	0.2924	0.0573	0.3497	0.33	6	2.74	49.95	0.00700	0.2460	0.67
	B-30	B-31	19.66	12.72	2698.50	2697.300	2696.00	2694.800	1.20	1.20	0.0174	0.0044	0.3497	0.0218	0.3714	0.29	6	4.04	73.65	0.00504	0.2390	0.96

RAMAL N°16

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-31	B-32	28.35	9.52	2696.00	2692.500	2691.00	2689.800	3.50	1.20	0.0250	0.0044	0.7682	0.0294	0.7976	0.41	6	3.49	63.74	0.01251	0.2720	0.95
	B-32	B-34	37.32	5.36	2691.00	2689.800	2689.00	2687.800	1.20	1.20	0.0330	0.0044	0.7976	0.0374	0.8350	0.46	6	2.62	47.81	0.01746	0.2720	0.71

RAMAL N°17

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL					DIAMETRO (Pulg.)	V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo							
	B-33	B-34	62.70	6.38	2693.00	2691.800	2689.00	2687.800	1.20	1.20	0.0554	0.0000	0.0000	0.0554	0.0554	0.16	6	2.86	52.17	0.00106	0.1600	0.46

DISEÑO HIDRÁULICO C.P. LA PALMA

DATOS DE DISEÑO

CAUDAL MEDIO (Qm)	Qm =	0.392 lt /seg
CAUDAL DE DISEÑO (Qd)	Qd =	0.876 lt /seg
LONGITUD DOMESTICA	Ld =	676.68 m

CALCULO HIDRAULICO

CAUDAL POR TRAMOS:

$$Q_{L_i} = (0,8 Q_{\text{max horario}} \times \Sigma L_i) / L_i$$

DIMENSIONES DE LA TUBERIA

$$V = (R_h^{2/3} S^{1/2}) / n \dots\dots\dots(1)$$

Valores: n de Manning

Material	n
PVC	0.010

Condicion: La tubería trabaja a 75% del D

$$D = \{ (3.52 \times 10^{-2} Q) / S^{1/2} \}^{3/8} \dots\dots\dots(2)$$

Luego las condiciones hidráulicas son:

A =	0.63185 D ²
R _H =	0.3017 D
P =	2.0944 D

Entonces :

V =	44.9819 D ^{2/3} S ^{1/2}
Q =	28.4219 D ^{8/3} S ^{1/2}

Condicion: La tubería trabaja al 100% del D

$$D = \{ (3.21 \times 10^{-2} Q) / S^{1/2} \}^{3/8} \dots\dots\dots(3)$$

Luego las condiciones hidráulicas son:

A =	0.7854 D ²
R _H =	0.2500 D
P =	3.1416 D

Entonces :

V =	39.6850 D ^{2/3} S ^{1/2}
Q =	31.6885 D ^{8/3} S ^{1/2}

CALCULO DEL GASTO DE CONTRIBUCIÓN RED CENTROPOBLADO LA PALMA

CAUDAL MÁXIMO HORARIO: 0.980 lt/seg
 LONGITUD TOTAL DE LA RED: 676.68 m
 CAUDAL DE DISEÑO: 0.784 lt/seg
 GASTO UNITARIO: 0.001158598
 CAUDAL DE INFILTRACIÓN POR BUZÓN: 380 l/dia/buzón 0.0044 l/s

CONTRIBUCIÓN POR TRAMOS

SISTEMA II: TANQUE SÉPTICO

RAMAL N°01

	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-48	B-47	32.66	0.0378	0.0000	0.000	0.038	0.038
	B-47	B-46	19.69	0.0228	0.0044	0.038	0.027	0.065
	B-46	B-45	44.07	0.0511	0.0044	0.065	0.055	0.121
	B-45	B-44	32.15	0.0372	0.0044	0.121	0.042	0.162
	B-44	B-43	26.23	0.0304	0.0044	0.162	0.035	0.197
	B-43	B-42	14.35	0.0166	0.0044	0.197	0.021	0.218
	B-42	B-41	37.14	0.0430	0.0044	0.218	0.047	0.265
	B-41	B-40	26.34	0.0305	0.0044	0.265	0.035	0.300
	B-40	B-39	33.86	0.0392	0.0044	0.300	0.044	0.344
	B-39	B-38	47.59	0.0551	0.0044	0.344	0.060	0.403
	B-38	B-37	16.23	0.0188	0.0044	0.403	0.023	0.427
	B-36	B-37	32.87	0.0381	0.0000	0.000	0.038	0.038

363.18

RAMAL N°02

	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
	B-37	B-49	23.00	0.0266	0.0044	0.465	0.031	0.496
	B-56	B-49	51.00	0.0591	0.0000	0.000	0.059	0.059
	B-49	B-50	39.85	0.0462	0.0044	0.555	0.051	0.605

113.85

RAMAL N°03

	TRAMO		LONG (m)	CAUDAL				
	B.INICIAL	B. FINAL		Doméstico	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo
CALLE C	B-51	B-50	62.26	0.0721	0.0000	0.000	0.072	0.072
	B-50	B-52	16.71	0.0194	0.0044	0.678	0.024	0.701
	B-52	B-53	23.04	0.0267	0.0044	0.701	0.031	0.732
	B-53	B-54	36.04	0.0418	0.0044	0.732	0.046	0.779
	B-54	B-55	61.60	0.0714	0.0044	0.779	0.076	0.854

199.65

SISTEMA TANQUE SÉPTICO LA PALMA

RAMAL N°01

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL				DIAMETRO		V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo	(Pulg.)						
	B-48	B-47	32.66	1.22	2504.800	2503.600	2504.400	2503.200	1.20	1.20	0.0378	0.0000	0.0000	0.0378	0.0378	0.19	6	1.25	22.86	0.001655	0.1600	0.20
	B-47	B-46	19.69	3.81	2504.400	2503.200	2503.950	2502.450	1.20	1.50	0.0228	0.0044	0.0378	0.0272	0.0651	0.19	6	2.21	40.31	0.001614	0.1600	0.35
	B-46	B-45	44.07	0.79	2503.950	2502.450	2503.300	2502.100	1.50	1.20	0.0511	0.0044	0.0651	0.0555	0.1205	0.32	6	1.01	18.41	0.006547	0.2410	0.24
	B-45	B-44	32.15	4.40	2503.300	2502.100	2502.500	2501.300	1.20	1.20	0.0372	0.0044	0.1205	0.0418	0.1622	0.26	6	2.37	43.30	0.003745	0.2210	0.52
	B-44	B-43	26.23	2.29	2502.500	2501.300	2501.900	2500.700	1.20	1.20	0.0304	0.0044	0.1622	0.0348	0.1970	0.31	6	1.71	31.24	0.006305	0.2410	0.41
	B-43	B-42	14.35	6.27	2501.900	2500.700	2501.000	2499.800	1.20	1.20	0.0166	0.0044	0.1970	0.0210	0.2180	0.27	6	2.84	51.73	0.004214	0.2320	0.86
	B-42	B-41	37.14	3.50	2501.000	2499.800	2499.700	2498.500	1.20	1.20	0.0430	0.0044	0.2180	0.0474	0.2654	0.32	6	2.12	38.64	0.006868	0.2410	0.51
	B-41	B-40	26.34	4.56	2499.700	2498.500	2498.500	2497.300	1.20	1.20	0.0305	0.0044	0.2654	0.0349	0.3003	0.32	6	2.42	44.09	0.006812	0.2410	0.56
	B-40	B-39	33.86	2.66	2498.500	2497.300	2497.600	2496.400	1.20	1.20	0.0392	0.0044	0.3003	0.0438	0.3440	0.38	6	1.85	33.67	0.010214	0.2720	0.50
	B-39	B-38	47.59	3.36	2497.600	2496.400	2496.000	2494.800	1.20	1.20	0.0551	0.0044	0.3440	0.0595	0.4035	0.38	6	2.08	37.87	0.010654	0.2720	0.56
	B-38	B-37	16.23	3.70	2496.000	2494.800	2495.400	2494.200	1.20	1.20	0.0188	0.0044	0.4035	0.0232	0.4267	0.38	6	2.18	39.71	0.010745	0.2720	0.59
	B-38	B-37	32.87	2.43	2495.400	2493.700	2495.400	2492.900	1.70	2.50	0.0381	0.0000	0.0000	0.0381	0.0381	0.17	6	1.77	32.22	0.001182	0.1600	0.28

RAMAL N°02

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL				DIAMETRO		V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo	(Pulg.)						
	B-37	B-49	23.00	9.13	2495.40	2492.900	2492.00	2490.800	2.50	1.20	0.0266	0.0044	0.4648	0.0310	0.4958	0.34	6	3.42	62.41	0.007945	0.2460	0.84
	B-56	B-49	51.00	4.51	2492.50	2491.300	2492.00	2489.000	1.20	3.00	0.0591	0.0000	0.0000	0.0591	0.0591	0.18	6	2.40	43.86	0.001347	0.1600	0.38
	B-49	B-50	39.85	8.03	2492.00	2489.000	2487.00	2485.800	3.00	1.20	0.0462	0.0044	0.5549	0.0506	0.6055	0.38	6	3.21	58.53	0.010345	0.2720	0.81

RAMAL N°03

CALLE	TRAMO		LONG (m)	PEND (%)	BUZÓN INICIAL		BUZÓN FINAL		Profund B. Inicial	Profund B. Final	CAUDAL				DIAMETRO		V _{LL} m/seg	Q _{LL} lt/seg	Q _p / Q _{LL}	V _p / V _{LL}	V _p m/seg	
	B.Inicial	B. Final			Cota T	Cota F	Cota T	Cota F			Dom	Buzones	A. Arriba	Contrib	A. Abajo	(Pulg.)						
	B-51	B-60	62.26	3.21	2489.000	2487.800	2487.000	2485.800	1.20	1.20	0.0721	0.0000	0.0000	0.0721	0.0721	0.20	6	2.03	37.02	0.001949	0.1600	0.32
	B-60	B-62	16.71	5.98	2487.000	2485.800	2486.000	2484.800	1.20	1.20	0.0194	0.0044	0.6776	0.0238	0.7014	0.42	6	2.77	50.53	0.013881	0.2720	0.75
	B-52	B-63	23.04	7.38	2486.000	2483.500	2483.000	2481.800	2.50	1.20	0.0267	0.0044	0.7014	0.0311	0.7325	0.41	6	3.08	56.10	0.013056	0.2720	0.84
	B-53	B-64	36.04	8.32	2483.000	2481.800	2480.000	2478.800	1.20	1.20	0.0418	0.0044	0.7325	0.0462	0.7786	0.41	6	3.27	59.59	0.013068	0.2720	0.89
	B-54	B-65	61.60	2.11	2480.000	2478.800	2479.000	2477.500	1.20	1.50	0.0714	0.0044	0.7786	0.0758	0.8544	0.55	6	1.64	30.00	0.028475	0.3270	0.54

INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHAOBVI, PROVINCIA DE CHOTA-CALAMARCA

4.5.14 Diseño de Buzones Armados ($H \geq 3.00\text{m}$)

Nuestro buzón de diseño será el más profundo, que es el más crítico, entonces $h = 3.50\text{ m}$.

DISEÑO DE LA PARED DEL BUZÓN:

Análisis de cargas actuantes

Empuje del terreno: W_t

$$W_t = K_a \times \gamma \times h$$
$$W_t = 0.507 \times 1.885 \times 3.50$$
$$W_t = 4.778 \text{ ton/m}^2$$

Presión del agua: W_a

$$W_a = \gamma_a \times (h - h')$$
$$W_a = 1.00 \times (3.50 - 2.30)$$
$$W_a = 1.30 \text{ ton/m}^2$$

Sobrecarga: $W_{S/C}$

$$W_{S/C} = K_a \times S/C$$
$$W_{S/C} = 0.507 \times 1.000 = 0.507 \text{ ton/m}^2$$

Carga total: W

$$W = W_t + W_a + W_{S/C}$$
$$W = W_t + W_a + W_{S/C}$$
$$W = 4.778 + 1.30 + 0.507$$
$$W = 6.585 \text{ ton/m}$$

Fuerza resistente que tomara el concreto será:

$$F = f'c \times e \times 100 \text{ cm}$$
$$F = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 15\text{cm} \times 100 \text{ cm}$$
$$F = 315000 \text{ kg} \approx 315 \text{ ton}$$

Hallando la fuerza actuante, tenemos:

$$P = WR = W \times (0.50 D)$$
$$P = 6.585 \text{ ton/m} \times (0.50 \times 1.80 \text{ m})$$
$$P = 5.9265 \text{ ton}$$

Diseño en concreto armado:

Los buzones son de forma circular y según las hipótesis de Kirchoff, donde considera que las tensiones normales en las paredes de una estructura circular son tan bajas que pueden menospreciarse y sobre todo por los buzones que se comporta como bóvedas gruesas, tal como se demuestra a continuación:

$$\frac{r}{h} \leq 6 \Rightarrow \text{bóveda gruesa}$$
$$6 < \frac{r}{h} \leq 20 \Rightarrow \text{bóveda de grosor medio}$$
$$\frac{r}{h} > 20 \Rightarrow \text{bóveda delgada}$$

Para nuestro proyecto tenemos que $r = 0.75 \text{ m}$ y $h = 3.50 \text{ m}$ (para efectos de diseño).

Entonces:

$$\frac{r}{h} = \frac{0.75}{3.50} = 0.214 < 6.00$$

Lo que demuestra que el buzón es una estructura de bóveda gruesa.

Por lo tanto el esfuerzo principal al que están sometidas las paredes del buzón es de tracción. Así mismo la altura de diseño (h), lo consideramos dividido en anillos de 1.00 m de ancho y teniendo en cuenta que la parte más desfavorable es el anillo del fondo por producirse en esa zona la máxima presión se tiene:

$$T = \gamma_{an} \times h \times 1.00 \times r$$

Dónde:

T = fuerza actuante en tracción

r = radio interno del anillo

γ_{an} = peso específico de aguas negras (1.100 ton/m³)

h = altura del buzón

Luego:

$$T = 1.100 \times 3.0 \times 1.00 \times 0.75$$

$$T = 4.125 \text{ ton}$$

Si consideramos que: $T = A_s \times f_s$

Dónde: $f_s = 0.5 \times f_y$

En donde f_s es el esfuerzo de trabajo del acero

Calculo del acero en las paredes:

Acero horizontal: A_{sh}

$$T = A_{sh} \times f_s$$

$$A_{sh} = \frac{T}{f_s} = \frac{T}{0.5 f_y}$$

$$A_{sh} = \frac{4125 \text{ kg}}{2100 \text{ kg/cm}^2} = 1.964 \text{ cm}^2$$

Verificación por cuantía mínima:

$$A_{smin} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} \times b \times e$$

$$A_{smin} = \frac{0.7 \sqrt{210}}{4200} \times 100 \times 15$$

$$A_{smin} = 3.623 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto:

$$A_s = 3.623 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Usar: } \emptyset 3/8" @ 0.20 \text{ m}$$

Acero vertical: A_{sv}

La mínima relación entre el área del refuerzo vertical y el área total de concreto debe ser 0.0012 para barras corrugadas no mayores que 2". (ACI Cap. 14)

Luego:

$$Asv = 0.0012 \times b \times e$$

$$Asv = 0.0012 \times 100 \times 15$$

$$Asv = 1.8 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Usar: } \phi 3/8" @ 0.20m$$

DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO

La situación más crítica se presentara cuando el buzón se encuentra lleno de aguas servidas ($\gamma = 1100 \text{ kg/cm}^3$), a continuación calcularemos las cargas que serán soportadas por dicha losa.

Peso del buzón: P_b

Peso de las partes del buzón

Elemento	Volumen (m^3)	Peso Especifico (Ton/m^3)	Peso (Ton)
Pared	3.887	2.400	9.328
Losa de techo	0.382	2.400	0.917
Tapa	-	-	0.120
Losa de fondo	0.509	2.400	1.222
Canaleta	0.104	2.000	0.208
Total (P_b)			11.795

Peso de aguas negras: P_{an}

$$P_{an} = \frac{\pi d^2}{4} (h - e_t) \gamma_{an}$$

$$P_{an} = \frac{\pi \times 1.50^2}{4} (3.50 - 0.15) \times 1.100$$

$$P_{an} = 9.427 \text{ ton}$$

Fuerza por empuje de aguas subterráneas: P_{as}

$$W_{as} = (h - h' + e_f) \times \gamma_a$$

$$W_{as} = (3.50 - 2.30 + 0.20) \times 1.000$$

$$W_{as} = 1.5 \text{ ton}/m^2$$

$$P_{as} = \frac{\pi D^2}{4} W_{as}$$

$$P_{as} = \frac{\pi \times 1.80^2}{4} \times 1.5$$

$$P_{as} = 3.817 \text{ ton}$$

Sobrecarga: $P_{S/C}$

La sobrecarga que ejercerá presión sobre la losa de techo del buzón es medio eje de un vehículo H20 – 44

$$P_{S/C} = 8.000 \text{ ton}$$

Carga nominal actuante: P_n

$$P_n = P_b + P_{an} - P_{as} + P_{S/C}$$

$$P_n = 11.795 + 9.427 - 3.817 + 8.000$$

$$P_n = 25.405 \text{ ton}$$

Carga ultima actuante: P_u

$$P_u = 1.4(P_b + P_{an} - P_{as}) + 1.7 \times P_{S/C}$$

$$P_u = 1.4(11.795 + 9.427 - 3.817) + 1.7 \times 8.000$$

$$P_u = 37.967 \text{ ton}$$

Esfuerzo actuante sobre el terreno:

$$\sigma_n = \frac{P_n}{A} = \frac{4P_n}{\pi D^2}$$

$$\sigma_n = \frac{4 \times 25.405}{\pi \times 1.80^2}$$

$$\sigma_n = 9.984 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \approx 0.9984 \text{ kg/cm}^2$$

Del estudio efectuado de Mecánica de Suelos, se obtuvo una capacidad portante del terreno $\sigma_t = 1.00 \text{ kg/cm}^2$.

Como:

$$\sigma_t > \sigma_n$$

Entonces el terreno no fallara.

Calculo del acero de refuerzo

De lo anterior se deduce que el buzón no fallara por hundimiento y que en caso de producirse la falla del buzón esta será por punzonamiento, por lo que el refuerzo de la losa de fondo será en dos direcciones.

Por lo tanto:

$$A_s = \frac{P_u}{2f_s}$$

$$A_s = \frac{37967 \text{ kg}}{2 \times 2100 \text{ kg/cm}^2} = 9.04 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 9.04 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Usar: } \emptyset 1/2" @ 0.20\text{m}$$

DISEÑO DE LA LOSA DE TECHO

Cargas de servicio:

$$P_{losa} = \text{Peso de losa} = 0.917 \text{ ton}$$

$$P_{tapa} = \text{Peso de tapa} = 0.120 \text{ ton}$$

$$S/C = \text{Sobrecarga} = 8.000 \text{ ton}$$

Carga ultima de diseño:

$$P_u = 1.4(P_{losa} + P_{tapa}) + 1.7 \times S/C$$

$$P_u = 1.4(0.917 + 0.120) + 1.7 \times 8.00$$

$$P_u = 15.0518 \text{ ton}$$

Momento actuante:

Para elementos no construidos monolíticamente con los apoyos se considerara como luz de cálculo, la luz libre más el peralte del elemento pero no mayor que la distancia entre centros de los apoyos.

$$M_u = \frac{P_u \times L}{4}$$

$$M_u = \frac{15.0518 \times 1.65}{4} = 6.208 \text{ ton} - m$$

Refuerzo inferior:

Apoyándonos en las ecuaciones de flexión pura para secciones rectangulares:

$$M = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

El recubrimiento para concreto en contacto con el suelo o expuesto al medio ambiente será de 4 cm (barra de 5/8" o menores).

$$\phi = 0.9 \qquad h = 20 \text{ cm}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \qquad b = 100 \text{ cm}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \qquad d = 15 \text{ cm}$$

El momento último será resistido en ambas direcciones por igual, por lo tanto para cada sentido de análisis se repartirá la mitad del total calculado.

$$M_u = 3.1044 \text{ ton} - m$$

Reemplazando valores:

$$A_s = 5.68 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Usar: } \phi 1/2" @ 0.20 \text{ m}$$

$$A_{smin} = 0.0018bd$$

$$A_{smin} = 2.7 \text{ cm}^2$$

Refuerzo superior:

Se considerara el mayor de los siguientes valores:

$$A_{smin} = 0.0018bd \qquad A_s = \frac{A_s^+}{3}$$

$$A_{smin} = 2.7 \text{ cm}^2 \qquad A_s = 1.51 \text{ cm}^2$$

Luego se optara por: $A_s = 2.70 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Usar: } \phi 3/8" @ 0.20 \text{ m}$

4.5.15 Tratamiento de las Aguas Residuales

4.5.15.1 Selección del Tratamiento

Debido a las características topográficas del lugar se ha finalizado el diseño de la red del alcantarillado con dos emisores para el Centro Poblado San Juan y un emisor para el Centro Poblado La Palma, se plantea el diseño de una planta de tratamiento con tanque Séptico para cada sistema, debido a la poca población con que cuenta el área de influencia de cada emisor, el tanque séptico irá acompañado de zanjas de infiltración, esto con el fin de garantizar un mejor tratamiento a las aguas residuales.

4.5.15.2 Áreas y Poblaciones de Diseño para las Plantas de Tratamiento Seleccionadas.

A. Determinación Del Área Neta Actual Y Futura.

En el cuadro N° 02 presentamos las áreas de influencia de los dos sistemas de tratamiento de aguas residuales, primeramente determinamos las áreas actuales netas y futuras netas para los sistemas, estos ya han sido delimitados previamente según su área de influencia, es decir el área de viviendas actual y futura, para los dos sistemas en estudio, obteniendo así las Densidades Neta actual y futura, y finalmente calculamos las poblaciones actuales y futuras para cada uno de los sistemas de tratamiento; como se presenta a continuación:

CUADRO Nº 02: ÁREA NETA ACTUAL Y FUTURA DE LOS SISTEMAS I Y II DE TRATAMIENTO.

MANZANAS	ÁREA MANZANA	ÁREA NETA ACTUAL (ANA)	ÁREA NETA FUTURA (ANF)
	m2	m2	m2
SISTEMA I	TANQUE SÉPTICO I C.P. SAN JUAN		
Mz 1	578.387	578.387	0.000
Mz 2	1228.628	1228.628	0.000
Mz 3	784.729	784.729	0.000
Mz 4	499.913	499.913	0.000
Mz 5	269.808	269.808	0.000
Mz 6	126.102	126.102	0.000
Mz 7	398.092	139.697	258.395
Mz 8	89.442	89.442	0.000
Mz 9	89.442	89.442	0.000
Mz 20	100.641	100.641	0.000
Mz 21	219.552	219.552	0.000
Mz 22	246.831	122.596	124.235
Mz 24	438.469	243.178	195.291
Mz 27	178.644	178.644	0.000
Mz 28	734.838	0.000	734.838
TOTAL (m2)		4670.759	1312.759
TOTAL (Ha)		0.467	0.131
MANZANAS	ÁREA MANZANA	ÁREA NETA ACTUAL (ANA)	ÁREA NETA FUTURA (ANF)
	m2	m2	m2
SISTEMA II	TANQUE SÉPTICO II C.P. SAN JUAN		
Mz 10	327.512	327.512	0.000

**INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN,
PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA**

Mz 11	277.545	277.545	0.000
Mz 12	157.284	157.284	0.000
Mz 13	138.133	138.133	0.000
Mz 14	138.133	138.133	0.000
Mz 15	124.028	124.028	0.000
Mz 16	139.064	139.064	0.000
Mz 17	88.16	88.16	0.000
Mz 18	416.852	260.425	156.427
Mz 19	60.699	60.699	0.000
Mz 23	100.641	100.641	0.000
Mz 25	442.528	442.528	0.000
Mz 26	329.050	329.050	0.000
Mz 29	649.640	649.640	0.000
Mz 30	677.023	0.000	677.023
Mz 31	352.189	0.000	352.189
TOTAL (m2)		3232.842	1185.639
TOTAL (Ha)		0.323	0.119
MANZANAS	ÁREA MANZANA	ÁREA NETA ACTUAL (ANA)	ÁREA NETA FUTURA (ANF)
	m2	m2	m2
SISTEMA III	TANQUE SÉPTICO C.P. LA PALMA		
Mz 1	421.996	421.996	0.000
Mz 2	377.547	377.547	0.000
Mz 3	468.709	468.709	0.000
Mz 4	196.96	196.960	0.000
Mz 5	484.508	427.440	57.068
Mz 6	414.324	0.000	414.324
Mz 7	315.500	0.000	315.500
Mz 8	219.473	0.000	219.473

S/M	105.842	105.842	0.000
S/M	919.055	0	919.055
S/M	43.500	43.5	0.000
S/M	43.5	43.5	0.000
S/M	43.5	43.5	0.000
S/M	597.592	597.592	0.000
S/M	164.791	164.791	0.000
S/M	43.5	43.5	0.000
S/M	10.875	10.875	0.000
S/M	130.493	130.493	0.000
S/M	43.5	43.5	0.000
S/M	95.14	95.14	0.000
S/M	57.414	57.414	0.000
S/M	57.414	57.414	0.000
S/M	57.414	57.414	0.000
S/M	57.414	57.414	0.000
S/M	36.501	36.501	0.000
TOTAL (m2)		3481.042	1925.420
TOTAL (Ha)		0.348	0.193

B. Densidad Neta Actual

- Centro Poblado San Juan

Población actual (Pa): 426 habitantes

Población futura (Pf): 597 habitantes

Determinación de Área actual neta (viviendas existentes):

Área actual neta (Ana): 0.7904 ha.

$$Dna = Pa / Ana = 426 \text{ hab} / 0.7904 \text{ ha}$$

$$Dna = 538.97 \text{ Hab/ha.}$$

- Centro Poblado La Palma

Población actual (Pa): 216 habitantes

Población futura (Pf): 303 habitantes

Determinación de Área actual neta (viviendas existentes):

Área actual neta (Ana): 0.3481 ha.

$$Dna = Pa / Ana = 216 \text{ hab} / 0.3481 \text{ ha}$$

$$Dna = 620.51 \text{ Hab/ha.}$$

C. Densidad Neta Futura

- Centro Poblado San Juan

Área Requerida futura (Anf) = 0.2499 ha.

$$Dnf = (Pf - Pa) / Anf = (597 \text{ Hab} - 426 \text{ Hab}) / 0.2499 \text{ ha}$$

$$Dnf = 684.27 \text{ Hab/ha.}$$

- Centro Poblado La Palma

Área Requerida futura (Anf) = 0.1925 ha.

$$Dnf = (Pf - Pa) / Anf = (303 \text{ Hab} - 216 \text{ Hab}) / 0.1925 \text{ ha}$$

$$Dnf = 451.95 \text{ Hab/ha.}$$

D. Población Para El Sistema I: Tanque Séptico I San Juan

Del cuadro N° 02.

Aa: 0.4671 ha.

Af: 0.1313 ha.

Población Actual

$$Pa = Da * Aa = 538.97 \text{ Hab/ha} * 0.4671 \text{ ha}$$

$$Pa = 251.75 \text{ Hab}$$

Población Futura

$$Pf = Df * Af = 684.27 \text{ Hab/ha} * 0.1313 \text{ ha}$$

$$Pf = 89.84 \text{ Hab}$$

POBLACIÓN TOTAL DEL SISTEMA I

$$P \text{ sistema I} = Pa + Pf = 251.75 + 89.84 = 341.59 \text{ Hab.}$$

P sistema I = 342 Hab.

E. Población Para Sistema II: Tanque Séptico II San Juan

Del cuadro N° 02.

$$Aa: 0.3233 \text{ ha.}$$

$$Af: 0.1186 \text{ ha.}$$

Población Actual

$$Pa = Da * Aa = 538.97 \text{ Hab/ha} * 0.3233 \text{ ha}$$

$$Pa = 174.25 \text{ Hab}$$

Población Futura

$$Pf = Df * Af = 684.27 \text{ Hab/ha} * 0.1186 \text{ ha}$$

$$Pf = 81.15 \text{ Hab}$$

POBLACIÓN TOTAL DEL SISTEMA II

$$P \text{ sistema II} = Pa + Pf = 174.25 + 81.15 = 255.40 \text{ Hab.}$$

P sistema II = 255 Hab.

F. Población Para El Sistema III: Tanque Séptico La Palma

Del cuadro N° 02.

$$Aa: 0.3481 \text{ ha.}$$

$$Af: 0.1925 \text{ ha.}$$

Población Actual

$$Pa = Da * Aa = 620.51 \text{ Hab/ha} * 0.3481 \text{ ha}$$

$$Pa = 216.00 \text{ Hab}$$

Población Futura

$$Pf = Df * Af = 451.95 \text{ Hab/ha} * 0.1925 \text{ ha}$$

$$Pf = 87.00 \text{ Hab}$$

POBLACIÓN TOTAL DEL SISTEMA III

$$P \text{ sistema III} = Pa + Pf = 216.00 + 87.00 = 303.00 \text{ Hab.}$$

P sistema III = 303 Hab.

**CUADRO N° 03: POBLACIONES DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS I, II Y
III DE TRATAMIENTO.**

SISTEMA	POBLACIÓN	PLANTA TRATAMIENTO
SISTEMA I	342 Hab.	TANQUE SÉPTICO
SISTEMA II	255 Hab.	TANQUE SÉPTICO
SISTEMA III	303 Hab.	TANQUE SÉPTICO

Selección.

Una vez analizadas las diferentes plantas de tratamiento para ciudades pequeñas, como son los Centros Poblados de San Juan y La Palma, optamos por utilizar **dos tanques sépticos** para el Centro Poblado de San Juan, donde se ha previsto que la capacidad de los dos tanques sea la requerida por este centro poblado, para una población futura de **597** habitantes.

Y para el sector del Centro poblado La Palma el tratamiento de las aguas residuales se realizará mediante un **tanque Séptico** que servirá a una población futura de **303** habitantes.

4.5.15.3 DISEÑO HIDRÁULICO TANQUE SÉPTICO I C. P. SAN JUAN

DATOS PARA EL DISEÑO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

TANQUE SÉPTICO

EMISOR 01: – Caudal del Emisor 01(Qe) = 0.417 l/s
 – Caudal de diseño (Qd) = 0.417 l/s
 – Área de influencia (A) = 0.60 Há
 Área neta actual (Ana) = 0.47 Há
 Área neta futura (Anf) = 0.13 Há
 – Densidad neta actual (Da):

$$D \text{ neta act}_{2034} = 538.97 \text{ hab/Há}$$

$$\text{Poblacion act} = D \text{ neta act}_{2034} \times \text{Ana} = 252 \text{ hab}$$

– Densidad neta futura (Df):

$$D \text{ neta fut}_{2034} = 684.27 \text{ hab/Há}$$

$$\text{Poblacion fut} = D \text{ neta fut}_{2034} \times \text{Anf} = 90 \text{ hab}$$

$$\text{Caudal de diseño (Qd)} = 0.42 \text{ lt/s} = 36035 \text{ lt/día}$$

$$\text{Población de diseño} = 342 \text{ hab}$$

DISEÑO DEL TANQUE SEPTICO (Emisor 01)

A. DISEÑO HIDRÁULICO

– Población = 342 hab

– Tiempo de retención (Tr):
 24 - 48 hr ... hasta 2 casas
 12 - 14 hr ... 50 a 100 hab.
 08 - 12 hr ... 100 a 300 hab.

En nuestro caso tomamos: Tr = 24 horas

– Caudal de diseño (Qd) = 0.42 lt/s = 36.035 m³/día

– Tiempo de retención (Tr):

$$Tr = \frac{24}{24} = 1.00 \text{ día}$$

– Cálculo del volumen neto de almacenamiento:

$$V = Tr \times Qd = 1 \times 36.035 = 36.03 \text{ m}^3$$

Tomando como altura neta: h = 1.50 m tenemos:

$$A = \frac{V}{h} = \frac{36.03}{1.50} = 24.02 \text{ m}^2$$

$$1.5 < L/I < 2.0$$

$$\text{Tomando: } \frac{L}{I} = 2$$

$$\text{Tenemos: } \begin{array}{l} L = 6.93 \text{ m} \\ I = 3.47 \text{ m} \end{array} \quad \text{Tomamos: } \begin{array}{l} L = 7.00 \text{ m} \\ I = 3.50 \text{ m} \end{array}$$

Borde libre = 0.50 m

B. DISEÑO ESTRUCTURAL (Metodo de Rotura)

DATOS:

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$w = 2674 \text{ Kg/m}^3$$

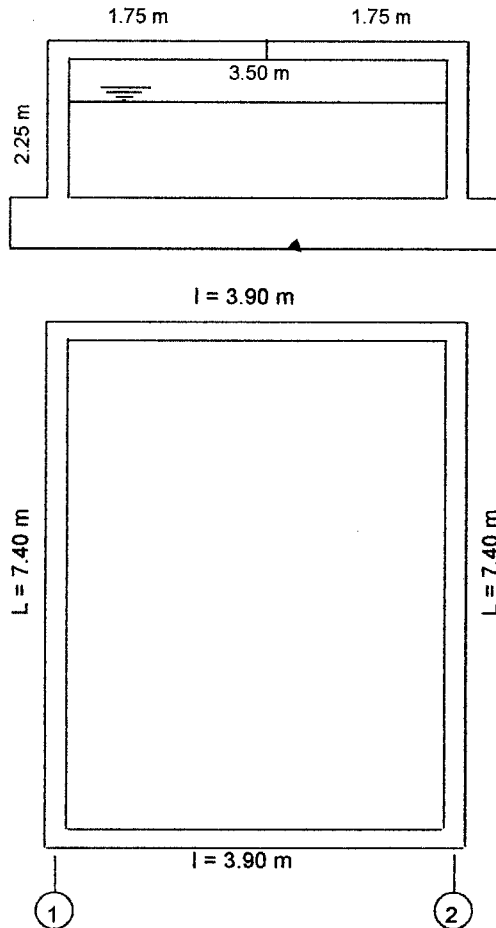
$$\Phi = 10.0^\circ \text{ Angulo de fricción interna del material}$$

$$\sigma = 1.36 \text{ Kg/cm}^2$$

$$W_a = 1.2 \text{ Tn/m}^3 = 1200 \text{ Kg/m}^3 \text{ Peso específico del agua residual}$$

$$C_a = (1 - \text{sen } \Phi) / (1 + \text{sen } \Phi) \text{ Coeficiente de empuje activo}$$

$$C_a = 0.704$$



B.1. DISEÑO DE PAREDES:

Se analizará el eje más crítico 1 - 1; comprende dos casos:

a) Teniendo en cuenta el empuje del terreno.

Empuje del terreno (Et):

$$Et = \frac{Ca \times w \times h^2}{2} \quad h = 2.25 \text{ m}$$

$$Et = \frac{0.704 \times 2674 \times 2.25^2}{2} = 4765.66 \text{ Kg}$$

Momento en el arranque:

$$Mu = Et \times \frac{h}{3} = 4765.66 \times \frac{2.25}{3} = 3574.249 \text{ Kg - m}$$

Asumiremos un espesor de pantalla $e = 20 \text{ cm}$ }
 ref = 4.00 cm para concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente, para
 D = 5/8" o menores (RNC)
 Entonces la distancia (d), del centroide del acero al borde de C° mas alejado
 expuesto a compresion es:
 d = 16.00 cm

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 7.270 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{As f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{7.27 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.7105 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.7105 / 2)}$$

$$As = 6.244 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{As f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{6.244 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4691 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4691 / 2)}$$

$$As = 6.194 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{As f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{6.194 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4575 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4575 / 2)}$$

$$As = 6.192 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{As f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{6.192 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4569 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4569 / 2)}$$

$$As = 6.192 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{\text{mín}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As = 6.19 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{As} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$As = 6.192 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

b) Teniendo en cuenta el empuje del agua residual:

La presión que ejerce el agua residual es hacia las paredes laterales y hacia la base del tanque, razón por la cual se calculará como marco horizontal (U); unión rígida de pared y fondo.

Empuje del agua residual (Ear):

$$E_{ar} = \frac{W_a \times h_1^2}{2} \qquad h_1 = 1.50 \text{ m}$$

$$E_{ar} = \frac{1200 \times 1.50^2}{2} = 1350.00 \text{ Kg}$$

$$E_{ar} = 1350.00 \text{ Kg}$$

Momento en el arranque:

$$M_u = E_{ar} \times \frac{h}{3} = 1350.00 \times \frac{1.50}{3} = 675.0000 \text{ Kg - m}$$

Asumiremos un espesor de pantalla $e = 20 \text{ cm}$

ref = 4.00 cm para concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente, para D = 5/8" o menores (RNC)

Entonces la distancia (d), del centroide del acero al borde de C° mas alejado expuesto a compresion es:

$$d = 16.00 \text{ cm}$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'_c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 1.373 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{1.37 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.3230 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.3230 / 2)}$$

$$A_s = 1.127 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{1.127 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2653 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2653 / 2)}$$

$$A_s = 1.125 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{1.125 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2648 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2648 / 2)}$$

$$A_s = 1.125 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{1.125 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2648 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 * 4200 * (16.00 - 0.2648 / 2)}$$

$$A_s = 1.125 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = 0.0025 * 100 * 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{A_s} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

c) Teniendo en cuenta la presión del agua.

Armadura Horizontal:

$$\lambda = \frac{L + l}{2} = \frac{7.0 + 3.5}{2} = 5.25$$

$$\phi = \frac{6 * h^4}{\lambda^4} = \frac{6 * 1.50^4}{5.25^4} = 0.040$$

Presión máxima: para la flexión en el plano horizontal

$$P = \frac{1800 * h * \phi}{\phi + 1} = \frac{1800 * 1.50 * 0.04}{0.04 + 1} = 103.80 \text{ Kg/m}^2$$

$$K = \frac{l}{L} = \frac{3.5}{7} = 0.50$$

Momento en las esquinas del Marco:

$$(-) ME = \frac{P \Delta h}{12} * \frac{L^2 + K l^2}{K + 1} = \frac{103.80 * 1}{12} * \frac{7^2 + 0.50 * 4^2}{0.50 + 1}$$

$$(-) ME = 317.90 \text{ Kg - m}$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\max} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'_c} = \frac{0.0159 * 4200 * 16.00}{0.85 * 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$M_{u_{\max}} = 0.85 * b * a * f'_c * (d - a/2)$$

$$M_{u_{\max}} = 0.85 * 100 * 5.99 * 210 * (16.00 - 5.99 / 2)$$

$$M_{u_{\max}} = 1389778.221 \text{ Kg - m}$$

$$M_{u_{\max}} = 13897.782 > 3574.25 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Corte:

$$V_u = \frac{Et}{b * d} = \frac{4765.66}{100 * 16.00} = 2.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_u = 0.53 * \emptyset * f'_c^{1/2} = 0.5 * 1.27 * 210^{1/2} = 70.68 \text{ Kg/cm}^2$$

$$70.68 > 2.98 \dots\dots \text{OK}$$

Adherencia:

Fuerza constante en el arranque, caso más crítico $E_t = V$

$$V = 4765.66$$

$$E_{o,nec} = \frac{V}{u * j * d}$$

Esfuerzos permisibles:

$$f_c = 0.45 f_c = 95 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.50 f_y = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2 * 10^6}{15100 \sqrt{f'c}}$$

$$n = 10$$

$$k = \frac{n f_c}{n f_c + f_s}$$

$$k = 0.3103$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 0.8966$$

$$u = \frac{2.29 * (f_c)^{1/2}}{\phi}$$

donde: $\phi = 1/2$ pulgada = 1.27 cm

$$u = 189.33 \text{ Kg/cm}^2$$

Luego:

$$E_{o,nec} = 1.75 \text{ cm}$$

$$E_{o,disp} = \frac{Ab * x * f_s}{l}$$

Ab: Area de una barra de acero ($\phi = 1/2"$) = 1.267 Cm^2

$f_s = 2100 \text{ Kg/cm}^2$

l: long. Donde se dará la fuerza de adherencia = 350 Cm

$$E_{o,disp} = \frac{1.27 * x * 2100}{350} = 7.60 \text{ cm}$$

$$7.60 > 1.75 \text{ OK}$$

ARMADURA HORIZONTAL:

$$A_{s,min} = \rho_{min} * b * d = 0.0025 * 100 * 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\phi = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal

$$S = \frac{100 \phi}{A_s} = 31.75$$

Adoptamos un S = 30.00 cm

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \phi 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

Momentos en los centros de luces.

$$(+)\text{ ML} = \frac{P \Delta h * L^2}{8} - ME = \frac{103.80 * 1 * 7^2}{8} - 317.90$$

$$(+)\text{ ML} = 317.90 \text{ Kg - m}$$

$$(+)\text{ MI} = \frac{P \Delta h * l^2}{8} - \text{ME} = \frac{103.80 \times 1 \times 4^2}{8} - 317.90$$

$$(+)\text{ MI} = -158.95 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$(+)\text{ MI} = -158.95 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{TL} = \frac{P \Delta h * L}{2} = \frac{103.80 \times 1 \times 7}{2} = 363.32 \text{ Kg}$$

$$\text{TI} = \frac{P \Delta h * l}{2} = \frac{103.80 \times 1 \times 4}{2} = 181.66 \text{ kg}$$

Areas de Acero:

$$(-)\text{ ME} = 317.90 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{As} = \frac{\text{ME}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$\text{As} = 6.293 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\text{máx}} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$\text{As} = \frac{\text{ME}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$\text{As} = 0.6466 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{\text{As } f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.6466 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.1521 \text{ cm}$$

$$\text{As} = \frac{\text{Mu}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1521 / 2)}$$

$$\text{As} = 0.5281417 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{\text{As } f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.528142 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.12426863 \text{ cm}$$

$$\text{As} = \frac{\text{Mu}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1243 / 2)}$$

$$\text{As} = 0.5276799 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{\text{As } f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.528 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.1241600 \text{ cm}$$

$$\text{As} = \frac{\text{Mu}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.12 / 2)}$$

$$\text{As} = 0.5276781 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \varnothing}{As} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

$$(+)\text{ ML} = 317.90 \text{ Kg - m}$$

$$As = \frac{ML}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 0.647 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\max} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho \cdot fy \cdot d}{0.85 \cdot f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$As = \frac{ML}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 6.2927 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{6.2927 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.48064182 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4806 / 2)}$$

$$As = 0.5511 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{0.551132 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.12967804 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1297 / 2)}$$

$$As = 0.5277695 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{0.527770 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.12418106 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1242 / 2)}$$

$$As = 0.5276785 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{0.527678 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.12415965 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1242 / 2)}$$

$$A_s = 0.527678 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = 0.0025 * 100 * 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \varnothing}{A_s} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

$$\frac{TL}{f_s} = \frac{363.32}{2100} = 0.1730 \text{ Cm}^2$$

$$\text{Para: (+) ML} = 317.90 \text{ Kg - m ; } A_s = 0.647 \text{ cm}^2$$

$$(+)\ A_s = 0.647 + 0.17 = 0.820 \text{ cm}^2 < A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

Predomina el acero mínimo.

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

ARMADURA VERTICAL:

Presion maxima para la flexion en el plano horizontal:

$$q = \frac{W_a \times h}{\varphi + 1} \times \frac{1}{0.040 + 1} = \frac{1200 \times 2.20}{0.040 + 1}$$

$$q = 2538.50 \text{ Kg/m}^2$$

momento en la unión de pared y el fondo:

$$(-)\ MA = \frac{q * h^2}{6} = \frac{2538.5 \times 2.20^2}{6} = 2047.73$$

$$A_s = \frac{MA}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 4.165 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\max} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f_c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{MA}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 4.165 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{4.16486 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.97996784 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.9800 / 2)}$$

$$As = 3.4928 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{3.492751 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.821823731 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.8218 / 2)}$$

$$As = 3.4750347 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{3.475035 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.81765522 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.8177 / 2)}$$

$$As = 3.474570 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{3.474570 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.81754591 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.8175 / 2)}$$

$$As = 3.474558 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{As} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

B.2. DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO:

a) Cargas que se transmiten al terreno.

Por carga muerta:

Techo:	9.2 x 4.8 x 0.25 x 2	= 26.50 Tn	
Paredes de e = 20 Cm:	2 x 9.2 x 2.0 x 0.20 x 2	= 17.66 Tn	
Paredes de e = 20 Cm:	2 x 4.4 x 2.0 x 0.20 x 2	= 8.45 Tn	
Losa de fondo:	9.2 x 4.8 x 0.25 x 2	= 26.50 Tn	
		D = 79.10 Tn	

Por carga viva:

Agua:	8.8 x 4.4 x 1.50 x 1.20	= 69.70 Tn	
		s/c = 69.70 Tn	

b) Reacción del terreno:

$$R_t = \frac{D + s/c}{L \times l} = \frac{79.104 + 69.70}{7.00 \times 3.50} = 6.073 \text{ Tn/m}^2 = 0.6073 \text{ Kg/cm}^2$$

$$R_t = 0.61 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma = 1.36 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Estructuración de la losa de fondo:

Condición: armada en dos sentidos.

$$\frac{l}{L} = \frac{3.5}{7.0} = 0.50 \leq 0.50$$

Altura: $t = 25 \text{ Cm}$

Dist. Del extremo al acero: $d = 20 \text{ Cm}$

Recubrimiento efectivo: $Ref = 5 \text{ Cm}$

Metrado de cargas:

El analisis se lo hara teniendo en cuenta el peso de la estructura, no intervendra el peso del agua residual debido a que este hace presion sobre la losa de fondo y esta asu vez tiene una reaccion del suelo de fundacion, como ambas fuerzas reaccionan contra la losa estas mismas fuerzas se iliminan mutuamente.

$$WD = \frac{D}{L \times l} = \frac{79.104}{7.00 \times 3.50} = 3.23 \text{ Tn/m}^2 = 3228.7 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ws/c = \frac{s/c}{L \times l} = \frac{69.696}{7.00 \times 3.50} = 2.84 \text{ Tn/m}^2 = 2844.7 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1.4 WD + 1.7 Ws/c = 1.4 \times 3228.73 + 1.7 \times 2844.7$$

$$W_u = 4520.23 \text{ Kg/m}^2$$

Condicion de apoyo empotrado en dos extremos (caso más crítico)

Cálculo de momentos:

$$M = \frac{W \cdot l^2}{14} = \frac{4520.2 \times 3.50^2}{14} = 3955.200 \text{ Kg-m} = 395520.0 \text{ Kg-Cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{395520.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 8.044 \text{ cm}^2$$

$$M = \frac{W \cdot l^2}{10} = \frac{4520.2 \times 4^2}{10} = 5537.3 \text{ Kg-m} = 553728.00 \text{ Kg-Cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{553728.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 11.262 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{m\acute{a}x} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho \cdot f_y \cdot d}{0.85 \cdot f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{553728.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 11.262261 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{11.2623 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 2.6499437 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{553728.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 2.6499 / 2)}$$

$$A_s = 9.982188 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{9.98219 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 2.3487501 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{553728.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 2.3488 / 2)}$$

$$A_s = 9.880790 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{9.88079 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 2.3248918 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{553728.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 2.3249 / 2)}$$

$$A_s = 9.872846 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{9.87285 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 2.3230226 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{553728.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 2.3230 / 2)}$$

$$A_s = 9.872224 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 20.00 = 5.00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s_{\min}} = 5.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\min}} = 9.87 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{A_s} = 12.86$$

Adoptamos un $S = 10.00 \text{ cm}$

$$A_s = 9.87 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 10 \text{ cm}$$

B.3. DISEÑO DE LA LOSA DEL TECHO:

a) Cargas que se transmiten al terreno.

Por carga muerta:

$$\text{Losa del techo: } 9.2 \times 4.8 \times 0.25 \times 2.4 = 26.50 \text{ Tn}$$

Por carga viva:

Por mantenimiento	100 Kg/m ²	=	0.10 Tn
		s/c =	0.10 Tn

Estructuración de la losa de Techo:

Condición: armada en dos sentidos.

$$\frac{l}{L} = \frac{3.5}{7.0} = 0.50 \leq 0.50$$

Altura: t = 25 Cm

Dist. Del extremo al acero: d = 20 Cm

Recubrimiento efectivo: Ref = 5 Cm

Metrado de cargas:

$$WD = \frac{D}{L \times l} = \frac{26.50}{7.00 \times 3.50} = 1.08 \text{ Tn/m}^2 = 1081.5 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ws/c = \frac{s/c}{L \times l} = \frac{0.100}{26.50 \times 3.50} = 0.0011 \text{ Tn/m}^2 = 1.08 \text{ Kg/m}^2$$

$$Wu = 1.4 WD + 1.7 Ws/c = 1.4 \times 1081.47 + 1.7 \times 1.078$$

$$Wu = 1515.89 \text{ Kg/m}^2$$

Condición de apoyo empotrado en dos extremos

Cálculo de momentos:

$$M = \frac{W \cdot l^2}{14} = \frac{1515.9 \times 3.50^2}{14} = 1326.404 \text{ Kg/m} = 132640.4 \text{ Kg-Cm}$$

$$As = \frac{M}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{132640.40}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 2.0633 \text{ cm}^2$$

$$M = \frac{W \cdot l^2}{10} = \frac{1515.9 \times 4^2}{10} = 1857.0 \text{ Kg-m} = 185696.56 \text{ Kg-Cm}$$

$$As = \frac{M}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{185696.56}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 2.8886 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho \cdot fy \cdot d}{0.85 \cdot fc} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 20.00}{0.85 \times 210} = 7.48 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{185696.56}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 7.48 / 2)}$$

$$As = 3.0215 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fc \cdot b} = \frac{3.0215 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.7109 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{185696.56}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.7109 / 2)}$$

$$A_s = 2.501 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{2.501 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.5884 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{185696.56}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.5884 / 2)}$$

$$A_s = 2.493 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{2.493 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.5866 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{185696.56}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.5866 / 2)}$$

$$A_s = 2.493 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{2.493 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.5866 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{185696.56}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.5866 / 2)}$$

$$A_s = 2.493 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 20.00 = 5.00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s_{\min}} = 5.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\min}} = 5.000 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{A_s} = 25.4$$

Adoptamos un $S = 25.00 \text{ cm}$

$$A_s = 5.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 25 \text{ cm}$$

4.5.15.4 DISEÑO HIDRÁULICO TANQUE SÉPTICO II C. P. SAN JUAN

DATOS PARA EL DISEÑO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES TANQUE SÉPTICO

EMISOR 02: – Caudal del Emisor 02(Qe) = 0.311 l/s
 – Caudal de diseño (Qd) = 0.311 l/s
 – Area de influencia (A) = 0.44 Há
 Área neta actual (Ana) 0.32 Há
 Área neta futura (Anf) 0.12 Há
 – Densidad neta actual (Da):

$$D \text{ neta act}_{2034} = 538.97 \text{ hab/Há}$$

$$\text{Poblacion act} = D \text{ neta act}_{2034} \times \text{Ana} = 174 \text{ hab}$$

– Densidad neta futura (Df):

$$D \text{ neta fut}_{2034} = 684.27 \text{ hab/Há}$$

$$\text{Poblacion fut} = D \text{ neta fut}_{2034} \times \text{Anf} = 81 \text{ hab}$$

$$\text{Caudal de diseño (Qd)} = 0.31 \text{ l/s} = 26864 \text{ lt/día}$$

$$\text{Población de diseño} = 255 \text{ hab}$$

DISEÑO DEL TANQUE SEPTICO (Emisor 02)

A. DISEÑO HIDRÁULICO

– Población = =

– Tiempo de retención (Tr) : 24 - 48 hr ... hasta 2 casas
 12 - 14 hr ... 50 a 100 hab.
 08 - 12 hr ... 100 a 300 hab.

En nuestro caso tomamos: Tr = 24 horas

– Caudal de diseño (Qd) = 0.31 l/s = 26.864 m³/día

– Tiempo de retención (Tr):

$$Tr = \frac{24}{24} = 1.00 \text{ día}$$

– Cálculo del volumen neto de almacenamiento:

$$V = Tr \times Qd = 1 \times 26.864 = 26.86 \text{ m}^3$$

Tomando como altura neta: h = 1.50 m tenemos:

$$A = \frac{V}{h} = \frac{26.86}{1.50} = 17.91 \text{ m}^2$$

$$1.5 < L/I < 2.0$$

$$\text{Tomando: } \frac{L}{I} = 2$$

$$\text{Tenemos: } \begin{array}{ll} L = 5.98 \text{ m} & \text{Tomamos: } L = 6.00 \text{ m} \\ I = 2.99 \text{ m} & I = 3.00 \text{ m} \end{array}$$

Borde libre = 0.50 m

B. DISEÑO ESTRUCTURAL (Metodo de Rotura)

DATOS:

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$w = 2674 \text{ Kg/m}^3$$

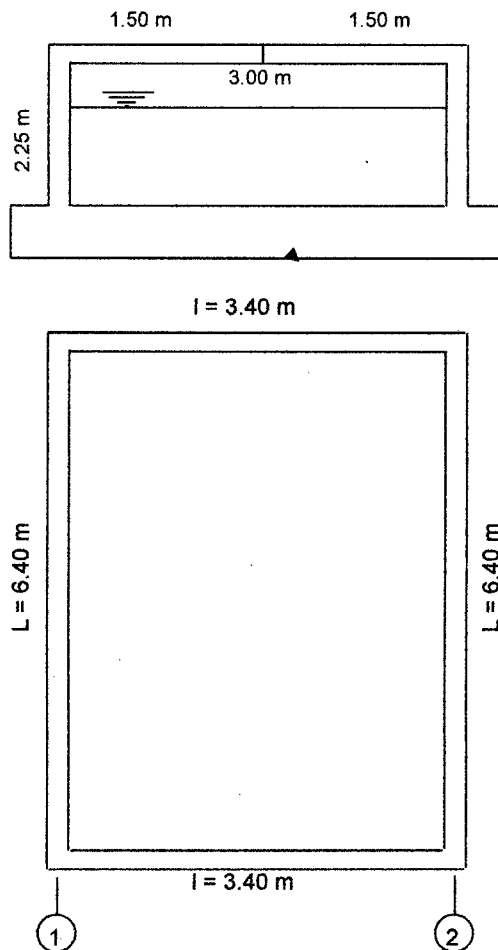
$$\Phi = 10.0^\circ \text{ Angulo de fricción interna del material}$$

$$\sigma = 1.36 \text{ Kg/cm}^2$$

$$W_a = 1.2 \text{ Tn/m}^3 = 1200 \text{ Kg/m}^3 \text{ Peso específico del agua residual}$$

$$C_a = (1 - \text{sen } \Phi) / (1 + \text{sen } \Phi) \text{ Coeficiente de empuje activo}$$

$$C_a = 0.704$$



B.1. DISEÑO DE PAREDES:

Se analizará el eje más crítico 1 - 1; comprende dos casos:

a) Teniendo en cuenta el empuje del terreno.

Empuje del terreno (Et):

$$Et = \frac{Ca \times w \times h^2}{2} \quad h = 2.25 \text{ m}$$

$$Et = \frac{0.704 \times 2674 \times 2.25^2}{2} = 4765.66 \text{ Kg}$$

Momento en el arranque:

$$Mu = Et \times \frac{h}{3} = 4765.66 \times \frac{2.25}{3} = 3574.249 \text{ Kg - m}$$

Asumiremos un espesor de pantalla $e = 20 \text{ cm}$)

ref = 4.00 cm para concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente,
para D = 5/8" o menores (RNC)

Entonces la distancia (d), del centroide del acero al borde de C° mas alejado expuesto a compresion es:

$$d = 16.00 \text{ cm}$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\text{máx}} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 7.270 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{7.27 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.7105 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.7105 / 2)}$$

$$A_s = 6.244 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{6.244 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4691 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4691 / 2)}$$

$$A_s = 6.194 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{6.194 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4575 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4575 / 2)}$$

$$A_s = 6.192 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{6.192 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4569 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4569 / 2)}$$

$$A_s = 6.192 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \rho_{\text{min}} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\text{min}}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_s = 6.19 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{A_s} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$
 $A_s = 6.192 \text{ cm}^2 < > 1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2" @ 30 \text{ cm}$

b) Teniendo en cuenta el empuje del agua residual:

La presión que ejerce el agua residual es hacia las paredes laterales y hacia la base del tanque, razón por la cual se calculará como marco horizontal (U); unión rígida de pared y fondo.

Empuje del agua residual (Ear):

$$E_{ar} = \frac{W_a \times h_1^2}{2} \quad h_1 = 1.50 \text{ m}$$

$$E_{ar} = \frac{1200 \times 1.50^2}{2} = 1350.00 \text{ Kg}$$

$$E_{ar} = 1350.00 \text{ Kg}$$

Momento en el arranque:

$$M_u = E_{ar} \times \frac{h}{3} = 1350.00 \times \frac{1.50}{3} = 675.0000 \text{ Kg - m}$$

Asumiremos un espesor de pantalla $e = 20 \text{ cm}$

ref = 4.00 cm para concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente, para D = 5/8" o menores (RNC)

Entonces la distancia (d), del centroide del acero al borde de C° mas alejado expuesto a compresión es:

$$d = 16.00 \text{ cm}$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{m\acute{a}x} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho \times f_y \times d}{0.85 \times f'_c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 1.373 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} = \frac{1.37 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.3230 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.3230 / 2)}$$

$$A_s = 1.127 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} = \frac{1.127 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2653 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2653 / 2)}$$

$$A_s = 1.125 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} = \frac{1.125 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2648 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2648 / 2)}$$

$$A_s = 1.125 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1.125 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2648 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2648 / 2)}$$

$$A_s = 1.125 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{A_s} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

c) Teniendo en cuenta la presión del agua.

Armadura Horizontal:

$$\lambda = \frac{L + l}{2} = \frac{6 + 3.0}{2} = 4.50$$

$$\varphi = \frac{6 \cdot h^4}{\lambda^4} = \frac{6 \cdot 1.50^4}{4.50^4} = 0.074$$

Presión máxima: para la flexión en el plano horizontal

$$P = \frac{1800 \cdot h \cdot \varphi}{\varphi + 1} = \frac{1800 \times 1.50 \times 0.07}{0.07 + 1} = 186.21 \text{ Kg/m}^2$$

$$K = \frac{l}{L} = \frac{3.0}{6} = 0.50$$

Momento en las esquinas del Marco:

$$(-) ME = \frac{P \Delta h}{12} \times \frac{L^2 + K l^2}{K + 1} = \frac{186.21 \times 1}{12} \times \frac{6^2 + 0.50 \times 3^2}{0.50 + 1}$$

$$(-) ME = 418.97 \text{ Kg - m}$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\max} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 \cdot f'_c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$M_{u_{\max}} = 0.85 \cdot b \cdot a \cdot f'_c \cdot (d - a/2)$$

$$Mu_{\text{máx}} = 0.85 \times 100 \times 5.99 \times 210 \times (16.00 - 5.99 / 2)$$

$$Mu_{\text{máx}} = 1389778.221 \text{ Kg-m}$$

$$Mu_{\text{máx}} = 13897.78 > 3574.25 \dots\dots \text{OK}$$

Corte:

$$Vu = \frac{Et}{b \cdot d} = \frac{4765.66}{100 \times 16.00} = 2.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Vu = 0.53 \cdot \emptyset \cdot f'c^{1/2} = 0.5 \times 1.27 \times 210^{1/2} = 70.68 \text{ Kg/cm}^2$$

$$70.68 > 2.98 \dots\dots \text{OK}$$

Adherencia:

Fuerza cortante en el arranque, caso mas critico $Et = V$

$$V = 4765.66$$

$$E_{o,nec} = \frac{V}{u \cdot j \cdot d}$$

Esfuerzos permisibles:

$$fc = 0.45 f'c = 95 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fs = 0.50 fy = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = \frac{Es}{Ec} = \frac{2 \cdot 10^6}{15100 \cdot \sqrt{f'c}}$$

$$n = 10$$

$$k = \frac{n \cdot fc}{n \cdot fc + fs}$$

$$k = 0.3103$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 0.8966$$

$$u = \frac{2.29 \cdot (f'c)^{1/2}}{\emptyset}$$

donde: $\emptyset = 1/2$ pulgada = 1.27 cm

$$u = 189.33 \text{ Kg/cm}^2$$

Luego:

$$E_{o,nec} = 1.75 \text{ cm}$$

$$E_{o,disp} = \frac{Ab \cdot fs}{l}$$

Ab: Area de una barra de acero ($\emptyset = 1/2"$) = 1.267 Cm^2

fs = 2100 Kg/cm^2

l: long. Donde se dará la fuerza de adherencia = 300 Cm

$$E_{o,disp} = \frac{1.27 \times 2100}{300} = 8.87 \text{ cm}$$

$$8.87 > 1.75 \dots\dots \text{OK}$$

ARMADURA HORIZONTAL:

$$As_{\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{\text{mín}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal

$$S = \frac{100 \varnothing}{As} = 31.75$$

Adoptamos un S = 30.00 cm

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

Momentos en los centros de luces.

$$(+)\text{ ML} = \frac{P \Delta h * L^2}{8} - ME = \frac{186.21 \times 1 \times 6^2}{8} - 418.97$$

$$(+)\text{ ML} = 418.97 \text{ Kg - m}$$

$$(+)\text{ MI} = \frac{P \Delta h * l^2}{8} - ME = \frac{186.21 \times 1 \times 3^2}{8} - 418.97$$

$$(+)\text{ MI} = -209.48 \text{ Kg - m}$$

$$(+)\text{ MI} = -209.48 \text{ Kg - m}$$

$$TL = \frac{P \Delta h * L}{2} = \frac{186.21 \times 1 \times 6}{2} = 558.62 \text{ Kg}$$

$$TI = \frac{P \Delta h * l}{2} = \frac{186.21 \times 1 \times 3}{2} = 279.31 \text{ kg}$$

Areas de Acero:

$$(-)\text{ ME} = 418.97 \text{ Kg - m}$$

$$As = \frac{ME}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 8.293 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\text{máx}} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho fy d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$As = \frac{ME}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 0.8521 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{As fy}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.8521 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2005 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2005 / 2)}$$

$$As = 0.6971018 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{As fy}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.697102 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.16402396 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 * 4200 * (16.00 - 0.1640 / 2)}$$

$$As = 0.6963031 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{As fy}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.696 * 4200}{0.85 * 210 * 100} = 0.1638360 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 * 4200 * (16.00 - 0.16 / 2)}$$

$$As = 0.6962990 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} * b * d = 0.0025 * 100 * 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/m$$

$$As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{As} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

$$(+)\text{ ML} = 418.97 \text{ Kg - m}$$

$$As = \frac{ML}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 * 4200 * (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 0.852 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\max} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho fy d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 * 4200 * 16.00}{0.85 * 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$As = \frac{ML}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 * 4200 * (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 8.2932 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{As fy}{0.85 * f'c * b} = \frac{8.2932 * 4200}{0.85 * 210 * 100} = 1.95135255 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 * 4200 * (16.00 - 1.9514 / 2)}$$

$$As = 0.7377 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{As fy}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.737720 * 4200}{0.85 * 210 * 100} = 0.17358117 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 * 4200 * (16.00 - 0.1736 / 2)}$$

$$As = 0.6965122 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{0.696512 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.16388521 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1639 / 2)}$$

$$As = 0.6963000 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{0.696300 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.16383530 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{41896.55}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1638 / 2)}$$

$$As = 0.696299 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{As} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

$$\frac{TL}{fs} = \frac{558.62}{2100} = 0.2660 \text{ Cm}^2$$

$$\text{Para: (+) ML} = 418.97 \text{ Kg - m ; } As = 0.852 \text{ cm}^2$$

$$\text{(+) } As = 0.852 + 0.27 = 1.118 \text{ cm}^2 < As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

Predomina el acero mínimo.

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

ARMADURA VERTICAL:

Presion maxima para la flexion en el plano horizontal:

$$q = \frac{W_a \times h}{\phi + 1} \times \frac{1}{0.074 + 1} = \frac{1200 \times 2.20}{0.074 + 1}$$

$$q = 2457.93 \text{ Kg/m}^2$$

momento en la unión de pared y el fondo:

$$\text{(-) } MA = \frac{q \cdot h^2}{6} = \frac{2457.9 \times 2.20^2}{6} = 1982.73$$

$$As = \frac{MA}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{198273.10}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 4.033 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{MA}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{198273.10}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$A_s = 4.033 \text{ cm}^2$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{4.03267 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.94886400 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{198273.10}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.9489 / 2)}$$

$A_s = 3.3785 \text{ cm}^2$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{3.378505 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.794942245 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{198273.10}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.7949 / 2)}$$

$A_s = 3.3618398 \text{ cm}^2$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{3.361840 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.79102112 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{198273.10}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.7910 / 2)}$$

$A_s = 3.361417 \text{ cm}^2$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{3.361417 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.79092174 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{198273.10}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.7909 / 2)}$$

$A_s = 3.361407 \text{ cm}^2$

$$A_{s_{\text{min}}} = \rho_{\text{min}} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$A_{s_{\text{min}}} = 4.00 \text{ cm}^2$

$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\text{min}}} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{A_s} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$
 $A_s = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \text{ } \varnothing 1/2" @ 30 \text{ cm}$

B.2. DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO:

a) Cargas que se transmiten al terreno.

Por carga muerta:

Techo: $7.4 \times 3.9 \times 0.25 \times 2 = 17.32 \text{ Tn}$
 Paredes de $e = 20 \text{ Cm}$: $2 \times 7.4 \times 2.0 \times 0.20 \times 2 = 14.21 \text{ Tn}$
 Paredes de $e = 20 \text{ Cm}$: $2 \times 3.5 \times 2.0 \times 0.20 \times 2 = 6.72 \text{ Tn}$
 Losa de fondo: $7.4 \times 3.9 \times 0.25 \times 2 = 17.32 \text{ Tn}$
 $D = 55.56 \text{ Tn}$

Por carga viva:

Agua: $7.0 \times 3.5 \times 1.50 \times 1.20 = 44.10 \text{ Tn}$
 $s/c = 44.10 \text{ Tn}$

b) Reacción del terreno:

$$R_t = \frac{D + s/c}{L \times l} = \frac{55.560 + 44.10}{6.00 \times 3.00} = 5.537 \text{ Tn/m}^2 = 0.5537 \text{ Kg/cm}^2$$

$$R_t = 0.55 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma = 1.36 \text{ Kg/cm}^2 \dots \dots \dots \text{ OK}$$

Estructuración de la losa de fondo:

Condición: armada en dos sentidos.

$$\frac{l}{L} = \frac{3.0}{6} = 0.50 \leq 0.50$$

Altura: $t = 25 \text{ Cm}$

Dist. Del extremo al acero: $d = 20 \text{ Cm}$

Recubrimiento efectivo: $Ref = 5 \text{ Cm}$

Metrado de cargas:

El analisis se lo hara teniendo en cuenta el peso de la estructura, no interviendra el peso del agua residual debido a que este hace presion sobre la losa de fondo y esta a su vez tiene una reaccion del suelo de fundacion, como ambas fuerzas reaccionan contra la losa estas mismas fuerzas se eliminan mutuamente.

$$W_D = \frac{D}{L \times l} = \frac{55.560}{6.00 \times 3.00} = 3.09 \text{ Tn/m}^2 = 3086.7 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{s/c} = \frac{s/c}{L \times l} = \frac{44.100}{6.00 \times 3.00} = 2.45 \text{ Tn/m}^2 = 2450.0 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1.4 W_D + 1.7 W_{s/c} = 1.4 \times 3086.67 + 1.7 \times 2450.00$$

$$W_u = 4321.33 \text{ Kg/m}^2$$

Condicion de apoyo empotrado en dos extremos (caso más crítico)

Cálculo de momentos:

$$M = \frac{W \cdot l^2}{14} = \frac{4321.3 \times 3.00^2}{14} = 2778.000 \text{ Kg/m} = 277800.0 \text{ Kg-Cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{277800.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 5.650 \text{ cm}^2$$

$$M = \frac{W \cdot l^2}{10} = \frac{4321.3 \times 3^2}{10} = 3889.2 \text{ Kg-m} = 388920.00 \text{ Kg-Cm}$$

$$As = \frac{M}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{388920.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 7.910 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho \cdot fy \cdot d}{0.85 \cdot f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{388920.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 7.910235 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{7.9102 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.8612317 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{388920.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.8612 / 2)}$$

$$As = 6.827677 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{6.82768 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.6065123 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{388920.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.6065 / 2)}$$

$$As = 6.770456 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{6.77046 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.5930485 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{388920.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.5930 / 2)}$$

$$As = 6.767458 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{6.76746 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.5923431 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{388920.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.5923 / 2)}$$

$$As = 6.767301 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} * b * d = 0.0025 * 100 * 20.00 = 5.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{\min} = 5.00 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As_{\min} = 6.77 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \varnothing}{As} = 18.77$$

Adoptamos un $S = 20.00 \text{ cm}$

$$As = 6.77 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 20 \text{ cm}$$

B.3. DISEÑO DE LA LOSA DEL TECHO:

a) Cargas que se transmiten al terreno.

Por carga muerta:

$$\text{Losa del techo: } 7.4 * 3.9 * 0.25 * 2.4 = 17.32 \text{ Tn}$$

Por carga viva:

$$\text{Por mantenimiento } 100 \text{ Kg/m}^2 = 0.10 \text{ Tn}$$

$$s/c = 0.10 \text{ Tn}$$

Estructuración de la losa de fondo:

Condición: armada en dos sentidos.

$$\frac{l}{L} = \frac{3.0}{6} = 0.50 \leq 0.50$$

Altura: $t = 25 \text{ Cm}$

Dist. Del extremo al acero: $d = 20 \text{ Cm}$

Recubrimiento efectivo: $Ref = 5 \text{ Cm}$

Metrado de cargas:

$$WD = \frac{D}{L * l} = \frac{17.316}{6.00 * 3.00} = 0.96 \text{ Tn/m}^2 = 962.0 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ws/c = \frac{s/c}{L * l} = \frac{0.100}{17.32 * 3.00} = 0.0019 \text{ Tn/m}^2 = 1.93 \text{ Kg/m}^2$$

$$Wu = 1.4 WD + 1.7 Ws/c = 1.4 * 962.00 + 1.7 * 1.925$$

$$Wu = 1350.07 \text{ Kg/m}^2$$

Condición de apoyo empotrado en dos extremos

Cálculo de momentos:

$$M = \frac{W * l^2}{14} = \frac{1350.1 * 3.00^2}{14} = 867.904 \text{ Kg/m} = 86790.4 \text{ Kg-Cm}$$

$$As = \frac{M}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{86790.38}{0.90 * 4200 * (20.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 1.3501 \text{ cm}^2$$

$$M = \frac{W * l^2}{10} = \frac{1350.1 * 3^2}{10} = 1215.1 \text{ Kg-m} = 121506.53 \text{ Kg-Cm}$$

$$As = \frac{M}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{121506.53}{0.90 * 4200 * (20.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 1.8901 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 20.00}{0.85 \times 210} = 7.48 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{121506.53}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 7.48 / 2)}$$

$$A_s = 1.9771 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{1.9771 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.4652 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{121506.53}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.4652 / 2)}$$

$$A_s = 1.626 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{1.626 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.3826 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{121506.53}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.3826 / 2)}$$

$$A_s = 1.623 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{1.623 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.3818 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{121506.53}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.3818 / 2)}$$

$$A_s = 1.623 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{1.623 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.3818 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{121506.53}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.3818 / 2)}$$

$$A_s = 1.623 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \rho_{\text{min}} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 20.00 = 5.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\text{min}}} = 5.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\text{min}}} = 5.000 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{A_s} = 25.4$$

Adoptamos un $S = 25.00 \text{ cm}$

$$A_s = 5.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 25 \text{ cm}$$

4.5.15.5 DISEÑO HIDRÁULICO TANQUE SÉPTICO C.P. LA PALMA DATOS PARA EL DISEÑO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES TANQUE SÉPTICO

EMISOR 02: – Caudal del Emisor 01(Qe) = 0.408 l/s
– Caudal de diseño (Qd) = 0.408 l/s
– Area de influencia (A) = 0.54 Há
Área neta actual (Ana) = 0.35 Há
Área neta futura (Anf) = 0.19 Há
– Densidad neta actual (Da):
D neta act₂₀₃₄ = 620.51 hab/Há
Poblacion act = D neta act₂₀₃₄ x Ana = 216 hab
– Densidad neta futura (Df):
D neta fut₂₀₃₄ = 451.95 hab/Há
Poblacion fut = D neta fut₂₀₃₄ x Anf = 87 hab

Caudal de diseño (Qd) = 0.41 l/s = 35251 lt/día
Población de diseño = 303 hab

DISEÑO DEL TANQUE SEPTICO (Emisor 01)

A. DISEÑO HIDRÁULICO

– Población = =
– Tiempo de retención (Tr): 24 - 48 hr ... hasta 2 casas
12 - 14 hr ... 50 a 100 hab.
08 - 12 hr ... 100 a 300 hab.

En nuestro caso tomamos: Tr = 24 horas

– Caudal de diseño (Qd) = 0.41 l/s = 35.251 m³/día
– Tiempo de retención (Tr):

$$Tr = \frac{24}{24} = 1.00 \text{ día}$$

– Cálculo del volumen neto de almacenamiento:

$$V = Tr \times Qd = 1 \times 35.251 = 35.25 \text{ m}^3$$

Tomando como altura neta: h = 1.50 m tenemos:

$$A = \frac{V}{h} = \frac{35.25}{1.50} = 23.50 \text{ m}^2$$

1.5 < L/I < 2.0

Tomando: $\frac{L}{I} = 2$

Tenemos: L = 6.86 m Tomamos: L = 7.00 m
I = 3.43 m I = 3.50 m

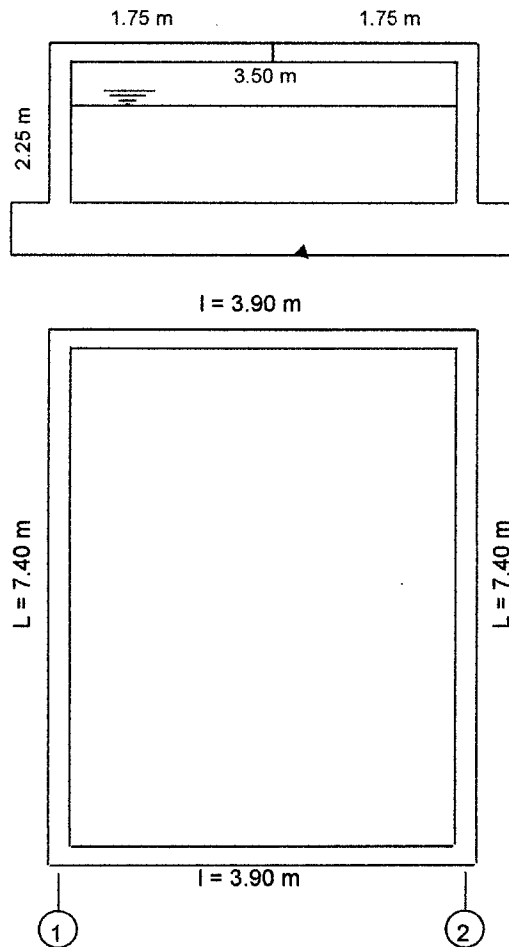
Borde libre = 0.50 m

B. DISEÑO ESTRUCTURAL (Metodo de Rotura)

DATOS:

f_y = 4200 Kg/cm²
f_c = 210 Kg/cm²
w = 2674 Kg/m³
Φ = 10.0° Angulo de fricción interna del material
σ = 1.36 Kg/cm²

$W_a = 1.2 \text{ Tn/m}^3 = 1200 \text{ Kg/m}^3$ Peso específico del agua residual
 $Ca = (1 - \text{sen } \Phi) / (1 + \text{sen } \Phi)$ Coeficiente de empuje activo
 $Ca = 0.704$



B.1. DISEÑO DE PAREDES:

Se analizará el eje más crítico 1 - 1; comprende dos casos:

a) Teniendo en cuenta el empuje del terreno.

Empuje del terreno (E_t):

$$E_t = \frac{Ca \times w \times h^2}{2} \quad h = 2.25 \text{ m}$$

$$E_t = \frac{0.704 \times 2674 \times 2.25^2}{2} = 4765.66 \text{ Kg}$$

Momento en el arranque:

$$M_u = E_t \times \frac{h}{3} = 4765.66 \times \frac{2.25}{3} = 3574.249 \text{ Kg - m}$$

Asumiremos un espesor de pantalla $e = 20 \text{ cm}$ }

ref = 4.00 cm para concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente, para $D = 5/8''$ o menores (RNC)

Entonces la distancia (d), del centroide del acero al borde de C° mas alejado expuesto a compresion es:

$$d = 16.00 \text{ cm}$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'_c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 7.270 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{7.27 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.7105 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.7105 / 2)}$$

$$A_s = 6.244 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{6.244 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4691 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4691 / 2)}$$

$$A_s = 6.194 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{6.194 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4575 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4575 / 2)}$$

$$A_s = 6.192 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{6.192 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.4569 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{357424.87}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4569 / 2)}$$

$$A_s = 6.192 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \rho_{\text{min}} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\text{min}}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_s = 6.19 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \varnothing}{A_s} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$A_s = 6.192 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

b) Teniendo en cuenta el empuje del agua residual:

La presión que ejerce el agua residual es hacia las paredes laterales y hacia la base del tanque, razón por la cual se calculará como marco horizontal (U); unión rígida de pared y fondo.

Empuje del agua residual (Ear):

$$E_{ar} = \frac{W_a \times h_1^2}{2} \quad h_1 = 1.50 \text{ m}$$

$$E_{ar} = \frac{1200 \times 1.50^2}{2} = 1350.00 \text{ Kg}$$

$$E_{ar} = 1350.00 \text{ Kg}$$

Momento en el arranque:

$$M_u = E_{ar} \times \frac{h}{3} = 1350.00 \times \frac{1.50}{3} = 675.0000 \text{ Kg - m}$$

Asumiremos un espesor de pantalla $e = 20 \text{ cm}$

ref = 4.00 cm para concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente, para D = 5/8" o menores (RNC)

Entonces la distancia (d), del centroide del acero al borde de C° más alejado expuesto a compresión es:

$$d = 16.00 \text{ cm}$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\text{máx}} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 1.373 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{1.37 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.3230 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.3230 / 2)}$$

$$A_s = 1.127 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{1.127 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2653 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2653 / 2)}$$

$$A_s = 1.125 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{1.125 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2648 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2648 / 2)}$$

$$A_s = 1.125 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{As f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{1.125 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2648 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{67500.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.2648 / 2)}$$

$$As = 1.125 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{As} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

c) Teniendo en cuenta la presión del agua.

Armadura Horizontal:

$$\lambda = \frac{L+1}{2} = \frac{7 + 3.5}{2} = 5.25$$

$$\varphi = \frac{6 * h^4}{\lambda^4} = \frac{6 * 1.50^4}{5.25^4} = 0.040$$

Presión máxima: para la flexión en el plano horizontal

$$P = \frac{1800 * h * \varphi}{\varphi + 1} = \frac{1800 \times 1.50 \times 0.04}{0.04 + 1} = 103.80 \text{ Kg/m}^2$$

$$K = \frac{l}{L} = \frac{3.5}{7} = 0.50$$

Momento en las esquinas del Marco:

$$(-) ME = \frac{P \Delta h}{12} \times \frac{L^2 + K l^2}{K + 1} = \frac{103.80 \times 1}{12} \times \frac{7^2 + 0.50 \times 4^2}{0.50 + 1}$$

$$(-) ME = 317.90 \text{ Kg - m}$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\max} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$Mu_{\max} = 0.85 * b * a * f'c * (d - a/2)$$

$$Mu_{\max} = 0.85 \times 100 \times 5.99 \times 210 \times (16.00 - 5.99 / 2)$$

$$Mu_{\max} = 1389778.221 \text{ Kg - m}$$

$$Mu_{\max} = 13897.782 > 3574.25 \dots \dots \dots \text{ OK}$$

Corte:

$$V_u = \frac{Et}{b \cdot d} = \frac{4765.66}{100 \times 16.00} = 2.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_u = 0.53 \cdot \emptyset \cdot f_c^{1/2} = 0.5 \times 1.27 \times 210^{1/2} = 70.68 \text{ Kg/cm}^2$$

$$70.68 > 2.98 \dots\dots \text{OK}$$

Adherencia:

Fuerza cortante en el arranque, caso mas critico $E_t = V$

$$V = 4765.66$$

$$E_{o,nec} = \frac{V}{u \cdot j \cdot d}$$

Esfuerzos permisibles:

$$f_c = 0.45 f_c = 95 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.50 f_y = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2 \cdot 10^6}{15100 \sqrt{f_c}}$$

$$n = 10$$

$$k = \frac{n f_c}{n f_c + f_s}$$

$$k = 0.3103$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 0.8966$$

$$u = \frac{2.29 \cdot (f_c)^{1/2}}{\emptyset}$$

$$\text{donde: } \emptyset = 1/2 \text{ pulgada} = 1.27 \text{ cm}$$

$$u = 189.33 \text{ Kg/cm}^2$$

Luego:

$$E_{o,nec} = 1.75 \text{ cm}$$

$$E_{o,disp} = \frac{A_b \times f_s}{l}$$

$$A_b: \text{ Area de una barra de acero } (\emptyset = 1/2") = 1.267 \text{ Cm}^2$$

$$f_s = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$l: \text{ long. Donde se dará la fuerza de adherencia} = 350 \text{ Cm}$$

$$E_{o,disp} = \frac{1.27 \times 2100}{350} = 7.60 \text{ cm}$$

$$7.60 > 1.75 \dots\dots \text{OK}$$

ARMADURA HORIZONTAL:

$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal

$$S = \frac{100 \emptyset}{A_s} = 31.75$$

$$\text{Adoptamos un } S = 30.00 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

Momentos en los centros de luces.

$$(+)\text{ ML} = \frac{P \Delta h * L^2}{8} - \text{ME} = \frac{103.80 \times 1 \times 7^2}{8} - 317.90$$

$$(+)\text{ ML} = 317.90 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$(+)\text{ MI} = \frac{P \Delta h * l^2}{8} - \text{ME} = \frac{103.80 \times 1 \times 4^2}{8} - 317.90$$

$$(+)\text{ MI} = -158.95 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$(+)\text{ MI} = -158.95 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{TL} = \frac{P \Delta h * L}{2} = \frac{103.80 \times 1 \times 7}{2} = 363.32 \text{ Kg}$$

$$\text{TI} = \frac{P \Delta h * l}{2} = \frac{103.80 \times 1 \times 4}{2} = 181.66 \text{ kg}$$

Areas de Acero:

$$(-)\text{ ME} = 317.90 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{As} = \frac{\text{ME}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$\text{As} = 6.293 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\text{máx}} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$\text{As} = \frac{\text{ME}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$\text{As} = 0.6466 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{\text{As} f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.6466 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.1521 \text{ cm}$$

$$\text{As} = \frac{\text{Mu}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1521 / 2)}$$

$$\text{As} = 0.5281417 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{\text{As} f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.528142 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.12426863 \text{ cm}$$

$$\text{As} = \frac{\text{Mu}}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1243 / 2)}$$

$$\text{As} = 0.5276799 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{0.528 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.1241600 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.12 / 2)}$$

$$As = 0.5276781 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/m$$

$$As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{As} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

$$(+)\text{ML} = 317.90 \text{ Kg - m}$$

$$As = \frac{ML}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 0.647 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\max} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho \cdot fy \cdot d}{0.85 \cdot f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$As = \frac{ML}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 6.2927 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{6.2927 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.48064182 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.4806 / 2)}$$

$$As = 0.5511 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{0.551132 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.12967804 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 \cdot fy \cdot (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.1297 / 2)}$$

$$As = 0.5277695 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{0.527770 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.12418106 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 * 4200 * (16.00 - 0.1242 / 2)}$$

$$As = 0.5276785 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{As fy}{0.85 * f'c * b} = \frac{0.527678 * 4200}{0.85 * 210 * 100} = 0.12415965 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{31790.15}{0.90 * 4200 * (16.00 - 0.1242 / 2)}$$

$$As = 0.527678 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} * b * d = 0.0025 * 100 * 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \emptyset}{As} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

$$\frac{TL}{fs} = \frac{363.32}{2100} = 0.1730 \text{ Cm}^2$$

$$\text{Para: (+) ML} = 317.90 \text{ Kg - m ; } As = 0.647 \text{ cm}^2$$

$$\text{(+) } As = 0.647 + 0.17 = 0.820 \text{ cm}^2 < As_{\min} = 4.00 \text{ cm}^2$$

Predomina el acero mínimo.

$$As = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \emptyset 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

ARMADURA VERTICAL:

Presion maxima para la flexion en el plano horizontal:

$$q = \frac{Wa * h}{\phi + 1} = \frac{1200 * 2.20}{0.040 + 1}$$

$$q = 2538.50 \text{ Kg/m}^2$$

momento en la unión de pared y el fondo:

$$\text{(-) } MA = \frac{q * h^2}{6} = \frac{2538.5 * 2.20^2}{6} = 2047.73$$

$$As = \frac{MA}{0.90 * fy * (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 * 4200 * (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$As = 4.165 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

$$\text{Cuantía máxima: } \rho_{\max} = 0.0159$$

$$a = \frac{\rho_f y d}{0.85 * f'c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{MA}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 4.165 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{4.16486 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.97996784 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.9800 / 2)}$$

$$A_s = 3.4928 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{3.492751 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.821823731 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.8218 / 2)}$$

$$A_s = 3.4750347 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{3.475035 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.81765522 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.8177 / 2)}$$

$$A_s = 3.474570 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'c * b} = \frac{3.474570 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.81754591 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{204772.51}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 0.8175 / 2)}$$

$$A_s = 3.474558 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 16.00 = 4.00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\min}} = 4.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \varnothing}{A_s} = 31.75$$

Adoptamos un $S = 30.00 \text{ cm}$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 30 \text{ cm}$$

B.2. DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO:

a) Cargas que se transmiten al terreno.

Por carga muerta:

Techo:		5.8 x 3.1 x 0.25 x 2		= 10.79 Tn
Paredes de e = 20 Cm:	2 x	5.8 x 2.0 x 0.20 x 2		= 11.14 Tn
Paredes de e = 20 Cm:	2 x	2.7 x 2.0 x 0.20 x 2		= 5.18 Tn
Losa de fondo:		5.8 x 3.1 x 0.25 x 2		= 10.79 Tn
			D =	37.90 Tn

Por carga viva:

Agua:		5.4 x 2.7 x 1.50 x 1.20		= 26.24 Tn
			s/c =	26.24 Tn

b) Reacción del terreno:

$$R_t = \frac{D + s/c}{L \times l} = \frac{37.896 + 26.24}{7.00 \times 3.50} = 2.618 \text{ Tn/m}^2 = 0.2618 \text{ Kg/cm}^2$$

$$R_t = 0.26 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma = 1.36 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Estructuración de la losa de fondo:

Condición: armada en dos sentidos.

$$\frac{l}{L} = \frac{3.5}{7} = 0.50 \leq 0.50$$

Altura: t = 25 Cm

Dist. Del extremo al acero: d = 20 Cm

Recubrimiento efectivo: Ref = 5 Cm

Metrado de cargas:

El analisis se lo hara teniendo en cuenta el peso de la estructura, no intervendra el peso del agua residual debido a que este hace presion sobre la losa de fondo y esta asu vez tiene una reaccion del suelo de fundacion, como ambas fuerzas reaccionan contra la losa estas mismas fuerzas se iliminan mutuamente.

$$W_D = \frac{D}{L \times l} = \frac{37.896}{7.00 \times 3.50} = 1.55 \text{ Tn/m}^2 = 1546.8 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{s/c} = \frac{s/c}{L \times l} = \frac{26.244}{7.00 \times 3.50} = 1.07 \text{ Tn/m}^2 = 1071.2 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1.4 W_D + 1.7 W_{s/c} = 1.4 \times 1546.78 + 1.7 \times 1071.2$$

$$W_u = 2165.49 \text{ Kg/m}^2$$

Condicion de apoyo empotrado en dos extremos (caso más crítico)

Cálculo de momentos:

$$M = \frac{W \cdot l^2}{14} = \frac{2165.5 \times 3.50^2}{14} = 1894.800 \text{ Kg/m} = 189480.0 \text{ Kg-Cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{189480.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 3.854 \text{ cm}^2$$

$$M = \frac{W \cdot l^2}{10} = \frac{2165.5 \times 4^2}{10} = 2652.7 \text{ Kg-m} = 265272.00 \text{ Kg-Cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{265272.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 5.395 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho \cdot f_y \cdot d}{0.85 \cdot f'_c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 16.00}{0.85 \times 210} = 5.99 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{265272.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 5.395361 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{5.3954 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.2694967 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{265272.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.2695 / 2)}$$

$$A_s = 4.567304 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{4.56730 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.0746598 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{265272.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.0747 / 2)}$$

$$A_s = 4.538529 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{4.53853 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.0678892 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{265272.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.0679 / 2)}$$

$$A_s = 4.537536 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{4.53754 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.0676554 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{265272.00}{0.90 \times 4200 \times (16.00 - 1.0677 / 2)}$$

$$A_s = 4.537501 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d = 0.0025 \times 100 \times 20.00 = 5.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\text{min}}} = 5.00 \text{ cm}^2$$

$$\phi = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s \text{ min}} = 5.00 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \varnothing}{A_s} = 25.40$$

Adoptamos un $S = 25.00 \text{ cm}$

$$A_s = 5.00 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 25 \text{ cm}$$

B.3. DISEÑO DE LA LOSA DEL TECHO:

a) Cargas que se transmiten al terreno.

Por carga muerta:

$$\text{Losa del techo: } 5.8 \times 3.1 \times 0.25 \times 2.4 = 10.79 \text{ Tn}$$

Por carga viva:

$$\text{Por mantenimiento } 100 \text{ Kg/m}^2 = 0.10 \text{ Tn}$$

$$\text{s/c} = 0.10 \text{ Tn}$$

Estructuración de la losa de fondo:

Condición: armada en dos sentidos.

$$\frac{l}{L} = \frac{3.5}{7} = 0.50 \leq 0.50$$

Altura: $t = 25 \text{ Cm}$

Dist. Del extremo al acero: $d = 20 \text{ Cm}$

Recubrimiento efectivo: $\text{Ref} = 5 \text{ Cm}$

Metrado de cargas:

$$WD = \frac{D}{L \times l} = \frac{10.788}{7.00 \times 3.50} = 0.44 \text{ Tn/m}^2 = 440.3 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ws/c = \frac{s/c}{L \times l} = \frac{0.100}{10.79 \times 3.50} = 0.0026 \text{ Tn/m}^2 = 2.65 \text{ Kg/m}^2$$

$$Wu = 1.4 WD + 1.7 Ws/c = 1.4 \times 440.33 + 1.7 \times 2.648$$

$$Wu = 620.96 \text{ Kg/m}^2$$

Condición de apoyo empotrado en dos extremos

Cálculo de momentos:

$$M = \frac{W \cdot l^2}{14} = \frac{621.0 \times 3.50^2}{14} = 543.340 \text{ Kg-m} = 54334.0 \text{ Kg-Cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{54333.96}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 0.8452 \text{ cm}^2$$

$$M = \frac{W \cdot l^2}{10} = \frac{621.0 \times 4^2}{10} = 760.7 \text{ Kg-m} = 76067.54 \text{ Kg-Cm}$$

$$A_s = \frac{M}{0.90 \cdot f_y \cdot (d - a/2)} = \frac{76067.54}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 5.99 / 2)}$$

$$A_s = 1.1833 \text{ cm}^2$$

Chequeos:

Cuantía máxima: $\rho_{\text{máx}} = 0.0159$

$$a = \frac{\rho f_y d}{0.85 * f'_c} = \frac{0.0159 \times 4200 \times 20.00}{0.85 \times 210} = 7.48 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{76067.54}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 7.48 / 2)}$$

$$A_s = 1.2377 \text{ cm}^2$$

Primer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{1.2377 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2912 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{76067.54}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.2912 / 2)}$$

$$A_s = 1.014 \text{ cm}^2$$

Segundo tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{1.014 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2385 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{76067.54}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.2385 / 2)}$$

$$A_s = 1.012 \text{ cm}^2$$

tercer tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{1.012 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2382 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{76067.54}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.2382 / 2)}$$

$$A_s = 1.012 \text{ cm}^2$$

Cuarto tanteo:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{1.012 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.2382 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 * f_y * (d - a/2)} = \frac{76067.54}{0.90 \times 4200 \times (20.00 - 0.2382 / 2)}$$

$$A_s = 1.012 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \rho_{\text{min}} * b * d = 0.0025 \times 100 \times 20.00 = 5.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\text{min}}} = 5.00 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 1/2" = 1.27 \text{ cm}$$

Espaciamiento (S) para la armadura principal, utilizando $A_{s_{\text{min}}} = 5.000 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100 \varnothing}{A_s} = 25.4$$

Adoptamos un $S = 25.00 \text{ cm}$

$$A_s = 5.00 \text{ cm}^2 < > 1 \varnothing 1/2" @ 25 \text{ cm}$$

4.5.15.6 Área de Percolación

Procedimiento para la elaboración del test de percolación

- Excavamos agujeros cuadrados de 0.30 x 0.30 m con una profundidad de 0.60m.
- Cuidadosamente, con un cuchillo se rasparon las paredes del agujero; y añadimos 5 cm de grava fina al fondo del agujero.
- Se llenó con agua limpia el agujero hasta una altura de 0.30 m sobre la capa de grava y se mantuvo esta altura por un período de 24 horas.
- Se añadió agua hasta lograr una lámina de 15 cm por encima de la capa de grava. Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se midió el descenso del nivel de agua en intervalos de 30 minutos aproximadamente, durante un periodo de 4 horas.
- El descenso que ocurre durante el periodo final de 30 minutos es el que hemos utilizado para calcular la tasa de absorción o infiltración.

Diseño de Zanjas de Infiltración

A.- Sistema I C.P. San Juan

- ✓ Cálculo de la tasa o velocidad de infiltración .

Se muestra en el siguiente cuadro:

Pozo	Hora	Diferencia entre mediciones (cm)	Veloc. Infil. (min./cm)
1	09:00		
	09:30	3.9	7.69
	10:00	3.8	7.89
	10:30	3.6	8.33
	11:00	3.3	9.09
	11:30	3.1	9.68
	12:00	3.0	10.00
	12:30	2.8	10.71
	13:00	2.7	11.11

Luego, seleccionamos la menor tasa de infiltración, es decir: **11.11 min/cm.**

- ✓ Cálculo del área útil del campo de infiltración (A)

De la Ecuación:

$$A = \frac{Q_{md}}{C_h \times A_e}$$

Donde:

Qmd	=	36.035 m ³ /d	Capacidad T. Séptico
Ch	=	0.016 m/d	Carga hidráulica
Ae	=	3 m ² /m	Absorción efectiva

Luego:

$$A = 750.73 \text{ m}^2$$

- ✓ Cálculo del número de zanjas

De la ecuación:

$$\text{Número de zanjas} = \frac{A}{b \times l}$$

Donde:

A	=	750.73 m ²	Área de infiltración
b	=	0.90 m	Ancho de zanja
l	=	30m	Longitud de zanja

Luego:

$$\text{N}^\circ \text{ zanjas} = 27.80 \approx 28 \text{ zanjas}$$

B.- Sistema II C.P. San Juan

- ✓ Cálculo de la tasa o velocidad de infiltración

Se muestra en el siguiente cuadro:

Pozo	Hora	Diferencia entre mediciones (cm)	Veloc. Infil. (min./cm)
1	09:00		
	09:30	4.0	7.50
	10:00	3.8	7.89
	10:30	3.7	8.11
	11:00	3.5	8.57
	11:30	3.3	9.09
	12:00	3.1	9.68
	12:30	2.9	10.34
	13:00	2.8	10.71

Luego, seleccionamos la menor tasa de infiltración, es decir: **10.71 min/cm.**

- ✓ Cálculo del área útil del campo de infiltración (A)

De la Ecuación:

$$A = \frac{Q_{md}}{C_h \times A_e}$$

Donde:

Qmd = 26.864 m³/d Capacidad T. Séptico

Ch = 0.016 m/d Carga hidráulica

Ae = 3 m²/m Absorción efectiva

Luego:

$$A = 559.67 \text{ m}^2$$

✓ Cálculo del número de zanjas

De la ecuación:

$$\text{Número de zanjas} = \frac{A}{b \times l}$$

Donde:

A	=	559.67 m ²	Área de infiltración
b	=	0.90 m	Ancho de zanja
l	=	30m	Longitud de zanja

Luego:

$$\text{N}^\circ \text{zanjas} = 20.73 \approx 21 \text{ zanjas}$$

C.- Sistema III: C.P. La Palma

✓ Cálculo de la tasa o velocidad de infiltración

Se muestra en el siguiente cuadro:

Pozo	Hora	Diferencia entre mediciones (cm)	Veloc. Infil. (min./cm)
1	09:00		
	09:30	4.1	7.32
	10:00	3.9	7.69
	10:30	3.5	8.57
	11:00	3.3	9.09
	11:30	3.0	10.00
	12:00	2.9	10.34
	12:30	2.8	10.71
	13:00	2.6	11.54

Luego, seleccionamos la menor tasa de infiltración, es decir: **11.54 min/cm.**

- ✓ Cálculo del área útil del campo de infiltración (A)

De la Ecuación:

$$A = \frac{Q_{md}}{C_h \times A_e}$$

Donde:

$$Q_{md} = 35.251 \text{ m}^3/\text{d} \quad \text{Capacidad T. Séptico}$$

$$C_h = 0.016 \text{ m/d} \quad \text{Carga hidráulica}$$

$$A_e = 3 \text{ m}^2/\text{m} \quad \text{Absorción efectiva}$$

Luego:

$$A = 734.40 \text{ m}^2$$

- ✓ Cálculo del número de zanjas

De la ecuación:

$$\text{Número de zanjas} = \frac{A}{b \times l}$$

Donde:

$$A = 734.40 \text{ m}^2 \quad \text{Área de infiltración}$$

$$b = 0.90 \text{ m} \quad \text{Ancho de zanja}$$

$$l = 30\text{m} \quad \text{Longitud de zanja}$$

Luego:

$$\text{N}^\circ \text{ zanjas} = 27.20 \approx 28 \text{ zanjas}$$

CAPITULO V

PRESENTACION DE RESULTADOS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

CAPITULO V

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

5.1. Levantamiento Topográfico

Área levantada	12.72 Hás.
Longitud de eje levantada	2.26 Km.
Tipo de topografía	Accidentada
Equidistancia	1.00
Cota mínima	2,729.00 m. s. n. m.
Cota máxima	2,479.00 m. s. n. m.

5.2. Estudio de Suelos

Se realizaron los análisis correspondientes a las muestras de suelo traídas de la localidad, dichas calicatas fueron realizadas en los tramos donde se instalaran las tuberías y otras donde se fundaran los tanques sépticos.

Determinándose las siguientes características:

CUADRO N° 04: RESUMEN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE PARA LA CLASIFICACIÓN SUCS

CALICATA N°	ESTRATO N°	% pasa malla # 200	% reten. en malla # 200	LL	LP	IP
				(%)	(%)	(%)
1	1	84.18	15.82	43	21	22
2	1	87.51	12.49	38	19	19
3	1	89.45	10.55	45	25	20
4	1	89.86	10.14	41	21	20
5	1	92.25	7.76	45	21	24
6	1	91.04	8.97	37	19	18

CUADRO N° 05: RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DE LAS CALICATAS

CALICATA N°	ESTRATO N°	Profund. (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Pe (%)	% Pasa N° 4	% Ret. N° 4	% Pasa N° 200	% Ret. N° 200
1	1	0.20 - 2.20	43	21	22	25.31	2.639	99.88	0.12	84.18	15.82
2	1	0.20 - 2.20	38	19	19	24.47	2.618	99.72	0.28	87.51	12.49
3	1	0.20 - 2.20	45	25	20	20.80	2.632	99.61	0.39	89.45	10.55
4	1	0.20 - 2.20	41	21	20	22.96	2.653	99.27	0.73	89.86	10.14
5	1	0.20 - 2.20	45	21	24	22.88	2.660	99.40	0.60	92.25	7.75
6	1	0.20 - 2.20	37	19	18	23.24	2.674	99.42	0.58	91.04	8.96

CUADRO N° 06: UBICACIÓN DE CALICATAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

CALICATA N°	UBICACIÓN	ÁREA (m ²)	PROF. (m)	N° ESTRATOS	TIPO DE SUELO
C - 1	Red Alcantarillado Sistema I (C.P. San Juan)	2.25	2.20	1	CL. Arcilla Ligeramente Arenosa
C - 2	Tanque Séptico Sistema I (C.P. San Juan)	2.25	2.20	1	CL. Arcilla Ligeramente Arenosa
C - 3	Red Alcantarillado Sistema II (C.P. San Juan)	2.25	2.20	1	CL. Arcilla Ligeramente Arenosa
C - 4	Tanque Séptico Sistema II (C.P. San Juan)	2.25	2.20	1	CL. Arcilla Ligeramente Arenosa
C - 5	Tanque Séptico Sistema I (C.P. La Palma)	2.25	2.20	1	CL. Arcilla Ligeramente Arenosa
C - 6	Red Alcantarillado Sistema I (C.P. La Palma)	2.25	2.20	1	CL. Arcilla Ligeramente Arenosa

5.2.1. Resistencia del Terreno

Finalmente para efectos de diseño del presente estudio tomamos los valores obtenidos en las calicatas donde se ubicarán los tanques sépticos.

CUADRO N° 07: CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

CALICATA	C (kg/cm²)	β	Ncq	q_d (kg/cm²)	Fs	q_c (kg/cm²)
2	0.8	45	5.3	4.24	4	1.06
4	0.8	45	5.4	4.32	4	1.08
5	0.8	45	5.3	4.24	4	1.06

5.3. Alcantarillado y Tratamiento de las Aguas Residuales

Para nuestro caso en particular el presente proyecto se brinda a los centros poblados de San Juan y la Palma del Distrito de Chadín en los siguientes componentes:

-Red de alcantarillado: se ha hecho el diseño respectivo de las redes de alcantarillado junto con las conexiones domiciliarias, además se ha diseñado la ubicación de los buzones en las zonas más adecuadas. Para el Centro Poblado San Juan, la red de alcantarillado tiene una longitud total de 1585.15m. y para el Centro Poblado La Palma 676.68m.

- Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales: La Red de Alcantarillado planteada, debido a la topografía del terreno, arrojó para el Centro Poblado San Juan dos emisores y para el Centro Poblado La Palma un solo emisor. Para lo cual se ha tomado en cuenta que cada planta de tratamiento de aguas residuales sea a través de un tanque séptico y zanjas de infiltración por sistema; ha tomado en cuenta estas estructuras debido que la población a servir es relativamente pequeña.

5.4. Sistema de Alcantarillado

Se ha planteado las redes en la forma más adecuada teniendo en consideración las pendientes que no sean muy pronunciadas ya que la topografía del terreno es accidentada , la ubicación de los buzones en algunos casos se tuvo que profundizar para disminuir la pendiente de la red.

- ✓ La longitud de la tubería proyectada será de 1,585.15 m., para el Centro Poblado San Juan, y de 676.68 m. para el Centro Poblado La Palma. La tubería utilizada será PVC.
- ✓ El número de buzones proyectados totales será de 40 und., en el Centro Poblado San Juan, y de 20 und. en el Centro Poblado La Palma.
- ✓ Para el C.P. San Juan, 40 buzones proyectados (del 1 al 9, 9A y del 10 al 35, 36A, 37A, 38A y 39A).
- ✓ Para el C.P. La Palma, 20 buzones proyectados (del 36 al 55).

C.P. SAN JUAN

Q diseño	1.40 lit/seg.
Tubería proyectada	1,585.15 m
Diámetro Tubería	6" PVC
Buzones proyectados	40 Und

C.P. LA PALMA

Q diseño	0.784 lit/seg.
Tubería proyectada	676.68 m
Diámetro Tubería	6" PVC
Buzones proyectados	20 Und

5.5. Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales

Debido a la topografía del terreno se ha logrado tener en cuenta la ubicación de los tanques Sépticos que se ha ubicado en la parte más plana posible junto con las zanjas de infiltración ya que esta estructura sirve para dar mayor filtración al agua que recibe del tanque séptico, como se ha mencionado anteriormente que se ha diseñado este tipo de estructuras debido a que la población de los centros poblados es relativamente pequeña.

Los tanques tienen las siguientes dimensiones para el centro poblado San Juan:

TANQUE SÉPTICO I

Dimensionamiento:

Largo:	7.00m
Ancho:	3.50m
Profundidad Neta:	1.50m
Borde libre:	0.50m
Espesor de paredes:	0.20m
Acero vertical en paredes:	1 Ø ½" @ 30 cm.
Acero horizontal en paredes:	1 Ø ½" @ 30 cm.
Losa de Fondo:	0.25m
Acero en losa de fondo:	1 Ø ½" @ 10 cm.
Acero en losa de techo:	1 Ø ½" @ 25 cm.
Espesor de losa de techo:	0.25m

TANQUE SÉPTICO II

Dimensionamiento:

Largo:	6.00m
Ancho:	3.00m
Profundidad Neta:	1.50m
Borde libre:	0.50m
Espesor de paredes:	0.20m
Acero vertical en paredes:	1 Ø ½" @ 30 cm.
Acero horizontal en paredes:	1 Ø ½" @ 30 cm.
Losa de Fondo:	0.25m
Acero en losa de fondo:	1 Ø ½" @ 20 cm.
Acero en losa de techo:	1 Ø ½" @ 25 cm.
Espesor de losa de techo:	0.25m

Los tanques tienen las siguientes dimensiones para el centro poblado La Palma:

Dimensionamiento:

Largo:	7.00m
Ancho:	3.50m
Profundidad Neta:	1.50m
Borde libre:	0.50m
Espesor de paredes:	0.20m
Acero vertical en paredes:	1 Ø ½" @ 30 cm.

Acero horizontal en paredes:	1 Ø ½" @ 30 cm.
Losa de Fondo:	0.25m
Acero en losa de fondo:	1 Ø ½" @ 25 cm.
Acero en losa de techo:	1 Ø ½" @ 25 cm.
Espesor de losa de techo:	0.25m

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) Los centros poblados de San Juan y La Palma tendrán una población futura de 597 y 303 Habitantes respectivamente para el año 2034.
- b) El proyecto abarca un área aproximada de 12.72 Has. La topografía es accidentada y el suelo en lo referente a su capacidad portante es bueno (1.06 Kg/cm², 1.08 Kg/cm²), para la cimentación de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- c) Se ha considerado la propuesta de expansión urbana dentro de los alrededores de la población actual, durante el periodo de diseño considerado, la selección de la zona de expansión urbana se ha realizado tratando de no perjudicar la zona agrícola, pero también con buenas condiciones para la vida del hombre en sus actividades socio económicas, permitiendo una buena relación con los centros poblados aledaños.
- d) De acuerdo al diseño del sistema de alcantarillado realizado en el presente estudio, la tubería a utilizar será de un diámetro de 6 pulgadas y de material PVC –SAL, teniendo una longitud total de 2261.83 m y 60 buzones cuya profundidad es de 1.20m en los tramos iniciales, y varían hasta una profundidad de 3.50m de acuerdo a la topografía.
- e) Para el tratamiento de las aguas residuales se plantea dos sistemas de tanque séptico y zanjas de infiltración para el Centro Poblado San Juan y un Sistema, de tanque séptico y zanjas de infiltración para el Centro Poblado La Palma.
- f) El **Valor Referencial** para el sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales es S/. 934,272.29 novecientos treinta y cuatro mil doscientos setenta y dos con 29/100 Nuevos Soles.

6.2 Recomendaciones para el proceso constructivo.

- a) Se recomienda realizar en el más corto plazo el presente proyecto.
- b) Difundir medidas de control y conservación del medio ambiente.
- c) Se recomienda que la ejecución del proyecto esté a cargo del personal con experiencia en este tipo de obras.
- d) Se recomienda contratar personal técnico para ser los encargados de la operación de mantenimiento, si no hubiese se tendrá que hacer una capacitación al personal del lugar.
- e) Se recomienda hacer limpieza cada 06 meses en los tramos iniciales de tubería de desagüe es decir en tramos en que la velocidad sea menor a 0.60m/sg, conectando mangueras a los hidrantes cercanos.
- f) Luego de la ejecución de la obra, se recomienda conformar un comité de administración del sistema de alcantarillado, con participación de las autoridades para que se encarguen de velar por el buen funcionamiento técnico y administrativo de los sistemas.
- g) Se recomienda para efectos del rehúso del efluente de la planta de tratamiento realizar la vigilancia de la calidad de agua mediante análisis físico-químico y bacteriológico, practicando muestras tomadas con frecuencia semanal de ser posible.
- h) La ejecución del presente proyecto debe ceñirse estrictamente a lo prescrito en los planos y especificaciones técnicas respectivas. La dirección técnica estará a cargo de un Ingeniero Civil.
- i) Se recomienda plantear elementos de defensa riveraña en los lugares donde se ubicarán las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- j) Al concluir este proyecto, reconocemos que fue un conjunto de objetivos y lineamientos técnicos propuestos, orientados específicamente a solucionar el problema del saneamiento urbano.

ANEXO 1

ENSAYOS DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

CUADRO N° 08: CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

Calicatas	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3	Calicata 4	Calicata 5	Calicata 6
Estrato	1	1	1	1	1	1
Tara	1	1	1	1	1	1
Pt + mh	88.62	91.58	74.82	89.58	90.08	86.38
Pt + ms	75.62	78.25	66.84	77.29	78.37	74.32
P agua	13.00	13.33	7.98	12.29	11.71	12.06
Pt	24.25	23.77	28.47	23.76	27.18	22.43
P ms	51.37	54.48	38.37	53.53	51.19	51.89
W%	25.31	24.47	20.80	22.96	22.88	23.24

PESO ESPECÍFICO

CUADRO N° 09: PESO ESPECÍFICO (S)

Calicatas	1	2	3	4	5	6
Estrato	1	1	1	1	1	1
Peso muestra seca (P ms) gr.	100	100	100	100	100	100
Peso fiola + agua (P f+a) gr.	660.50	660.70	660.40	660.60	660.60	660.40
Peso fiola + muestra seca + agua (P f+ms +a) gr.	722.60	722.50	722.40	722.90	723.00	723.00
Peso especifico muestra seca (gr/cm3)	2.639	2.618	2.632	2.653	2.660	2.674

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

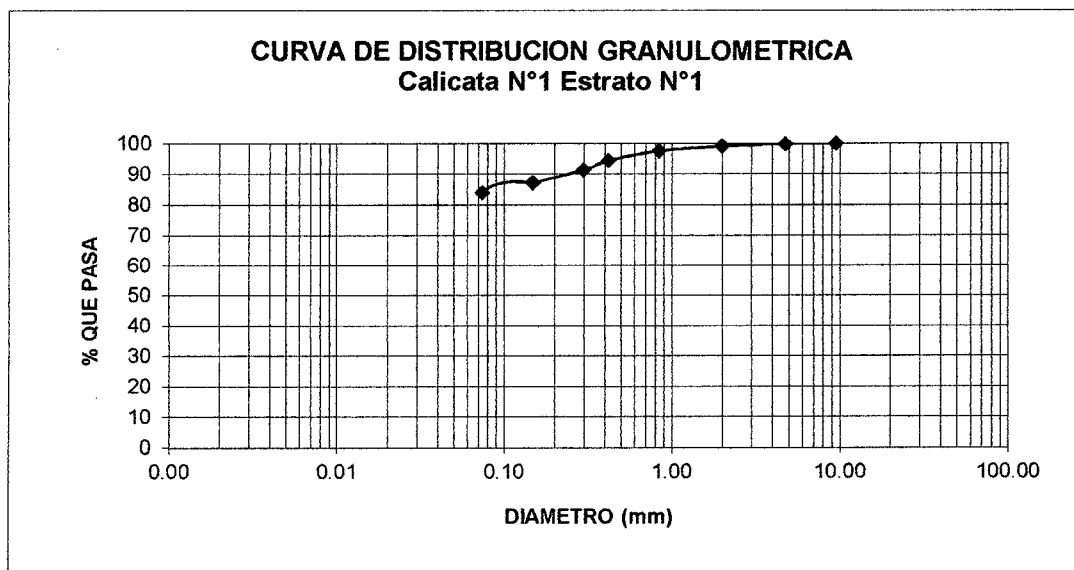
CUADRO N° 10: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Calicata N°	1
Estrato N°	1

TAMIZADO AL SECO

peso seco inicial (gr)	200.0
peso seco final (gr)	31.64
peso menor N° 200	168.4

N°	Tamiz	Peso (gr) Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
	(mm)				
3/8	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.25	0.13	0.13	99.88
10	2.00	1.26	0.63	0.76	99.25
20	0.84	3.25	1.63	2.38	97.62
40	0.42	6.21	3.11	5.49	94.52
50	0.297	6.21	3.11	8.59	91.41
100	0.149	8.21	4.11	12.70	87.31
200	0.074	6.25	3.13	15.82	84.18
Cazoleta	0.002	168.36	84.18	100.00	0.00
		200			



D10 = 0.003	D30 = 0.007	D60 = 0.026
Cu = 8.67		Cc = 0.63

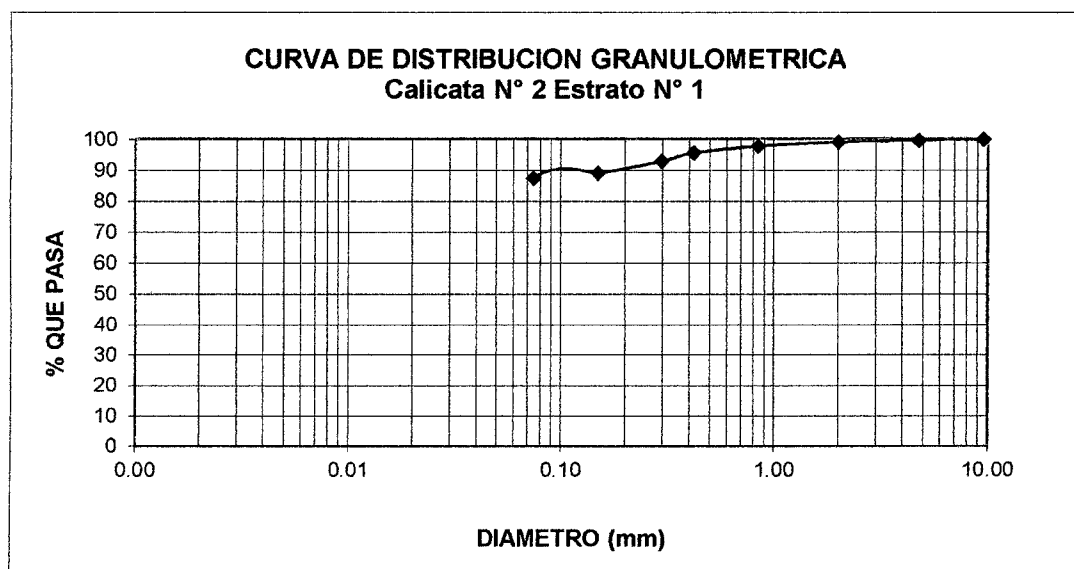
CUADRO N° 11: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Calicata N°	2
Estrato N°	1

TAMIZADO AL SECO

peso seco inicial (gr)	200.00
peso seco final (gr)	24.98
peso menor N° 200	175.02

N°	Tamiz	Peso (gr) Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
	(mm)				
3/8	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.57	0.29	0.29	99.72
10	2.00	1.26	0.63	0.92	99.09
20	0.84	2.62	1.31	2.23	97.78
40	0.42	4.35	2.18	4.40	95.60
50	0.297	5.32	2.66	7.06	92.94
100	0.149	7.62	3.81	10.87	89.13
200	0.074	3.24	1.62	12.49	87.51
Cazoleta	0.002	175.02	87.51	100.00	0.00
		200			



D10 = 0.003	D30 = 0.0068	D60 = 0.023
Cu = 7.67		Cc = 0.67

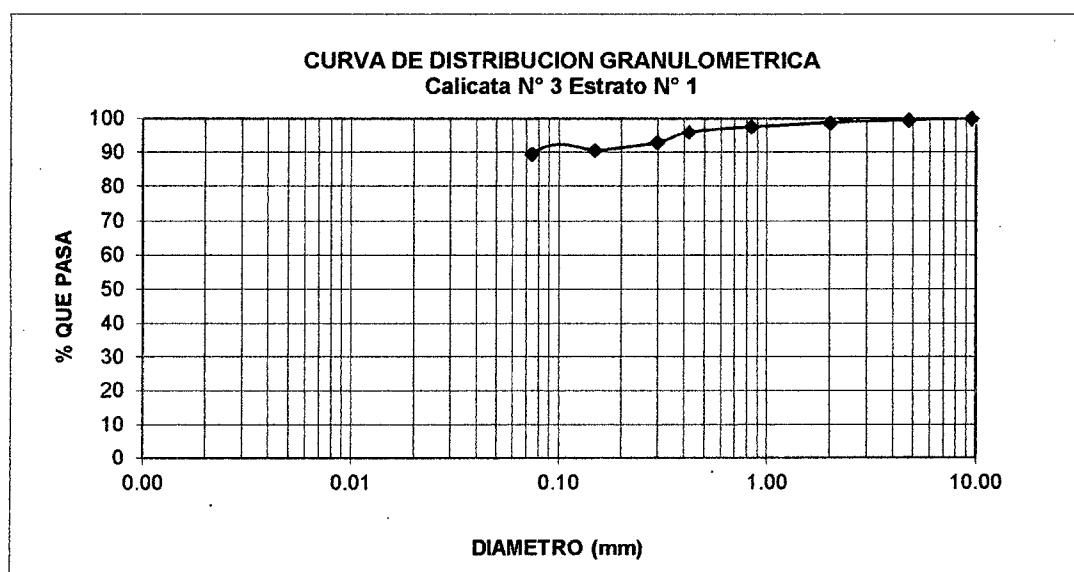
CUADRO N° 12: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Calicata N°	3
Estrato N°	1

TAMIZADO AL SECO

peso seco inicial (gr)	200.00
peso seco final (gr)	21.10
peso menor N° 200	178.90

N°	Tamiz	Peso (gr) Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
	(mm)				
3/8	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.78	0.39	0.39	99.61
10	2.00	1.49	0.75	1.14	98.87
20	0.84	2.47	1.24	2.37	97.63
40	0.42	3.25	1.63	4.00	96.01
50	0.297	6.21	3.11	7.10	92.90
100	0.149	4.88	2.44	9.54	90.46
200	0.074	2.02	1.01	10.55	89.45
Cazoleta	0.002	178.90	89.45	100.00	0.00
		200			



D10 = 0.003	D30 = 0.0067	D60 = 0.022
Cu = 7.33		Cc = 0.68

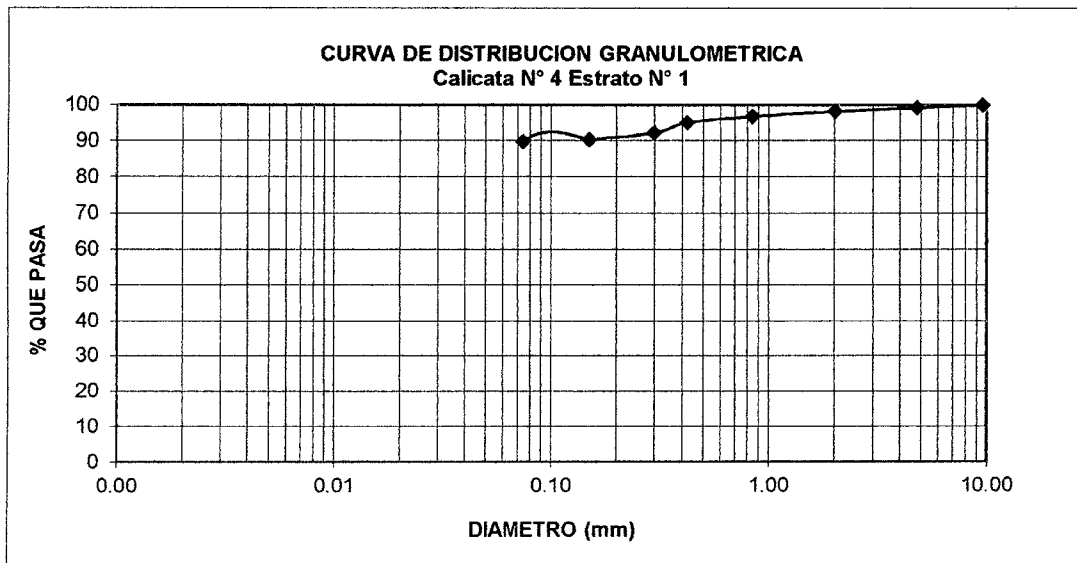
CUADRO N° 13: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Calicata N°	4
Estrato N°	1

TAMIZADO AL SECO

peso seco inicial (gr)	200.00
peso seco final (gr)	20.28
peso menor N° 200	179.72

N°	Tamiz	Peso (gr) Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
	(mm)				
3/8	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	1.47	0.74	0.74	99.27
10	2.00	1.99	1.00	1.73	98.27
20	0.84	2.84	1.42	3.15	96.85
40	0.42	3.48	1.74	4.89	95.11
50	0.297	5.72	2.86	7.75	92.25
100	0.149	3.58	1.79	9.54	90.46
200	0.074	1.20	0.60	10.14	89.86
Cazoleta	0.002	179.72	89.86	100.00	0.00
		200			



D10 = 0.003	D30 = 0.0065	D60 = 0.021
Cu = 7.00		Cc = 0.67

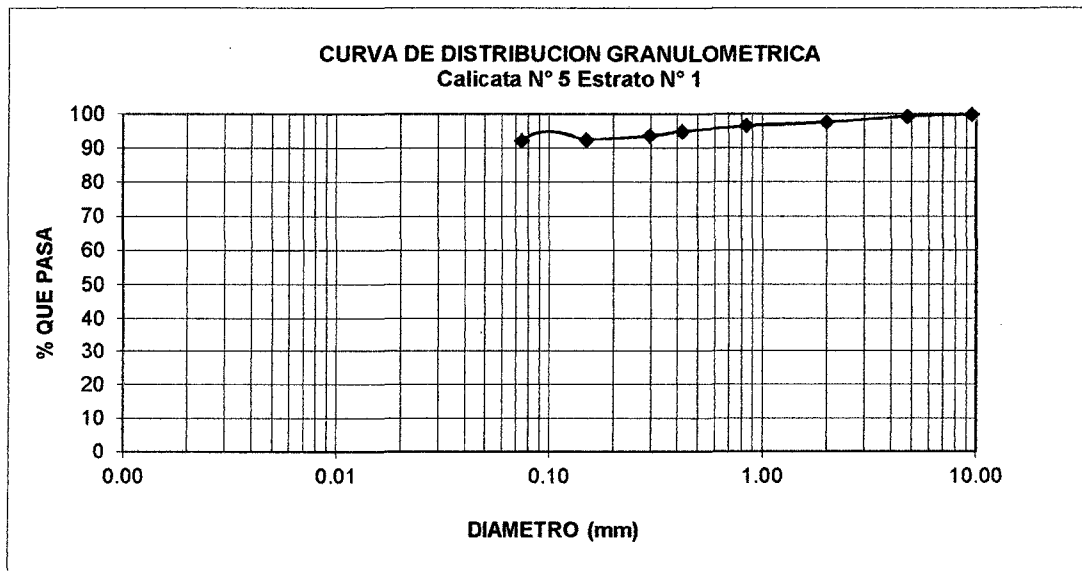
CUADRO N° 14: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Calicata N°	5
Estrato N°	1

TAMIZADO AL SECO

peso seco inicial (gr)	200.00
peso seco final (gr)	15.51
peso menor N° 200	184.49

N°	Tamiz	Peso (gr) Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
	(mm)				
3/8	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	1.20	0.60	0.60	99.40
10	2.00	3.47	1.74	2.34	97.67
20	0.84	2.18	1.09	3.43	96.58
40	0.42	3.28	1.64	5.07	94.94
50	0.297	2.47	1.24	6.30	93.70
100	0.149	2.32	1.16	7.46	92.54
200	0.074	0.59	0.30	7.76	92.25
Cazoleta	0.002	184.49	92.25	100.00	0.00
		200			



D10 = 0.003	D30 = 0.0064	D60 = 0.02
Cu = 6.67		Cc = 0.68

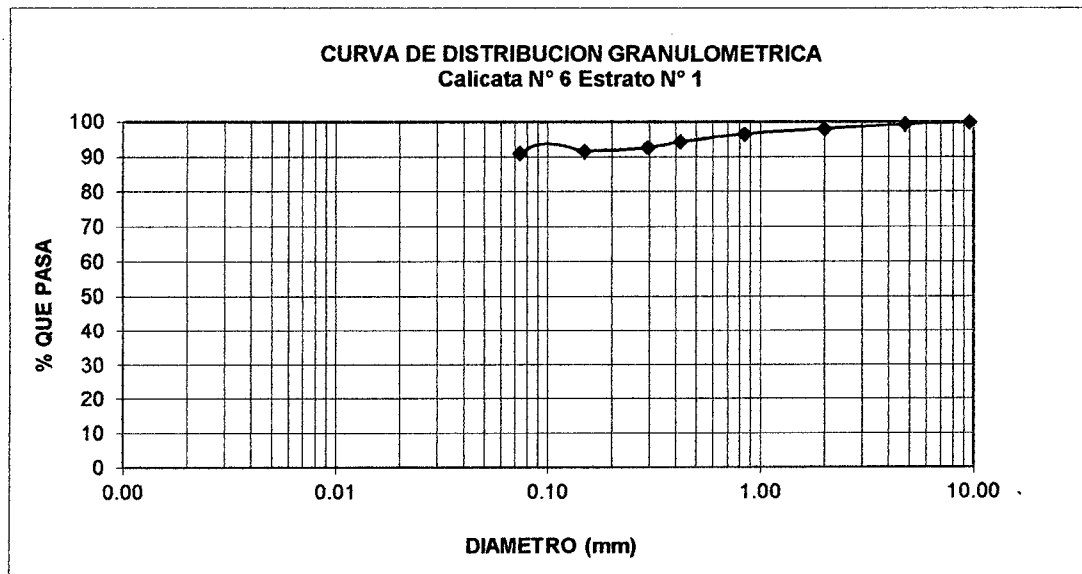
CUADRO N° 15: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Calicata N°	6
Estrato N°	1

TAMIZADO AL SECO

peso seco inicial (gr)	200.00
peso seco final (gr)	17.93
peso menor N° 200	182.07

N°	Tamiz	Peso (gr) Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
	(mm)				
3/8	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	1.17	0.59	0.59	99.42
10	2.00	2.62	1.31	1.90	98.11
20	0.84	2.96	1.48	3.38	96.63
40	0.42	4.62	2.31	5.69	94.32
50	0.297	3.25	1.63	7.31	92.69
100	0.149	2.10	1.05	8.36	91.64
200	0.074	1.21	0.61	8.97	91.04
Cazoleta	0.002	182.07	91.04	100.00	0.00
		200			



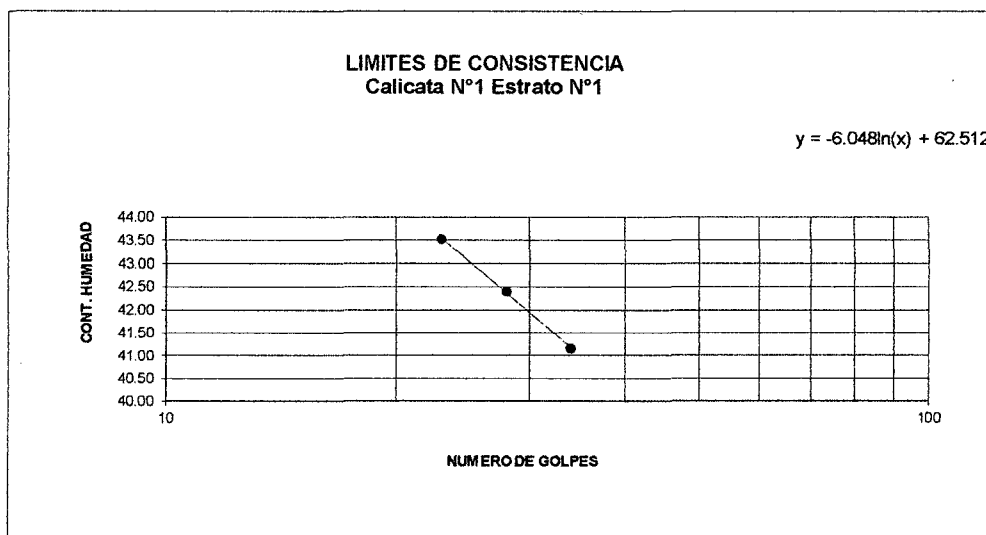
D10 = 0.003	D30 = 0.0065	D60 = 0.02
Cu = 6.67		Cc = 0.70

LÍMITES DE CONSISTENCIA

CUADRO N° 16: LÍMITES DE CONSISTENCIA

Calicata N° 1
Estrato N° 1

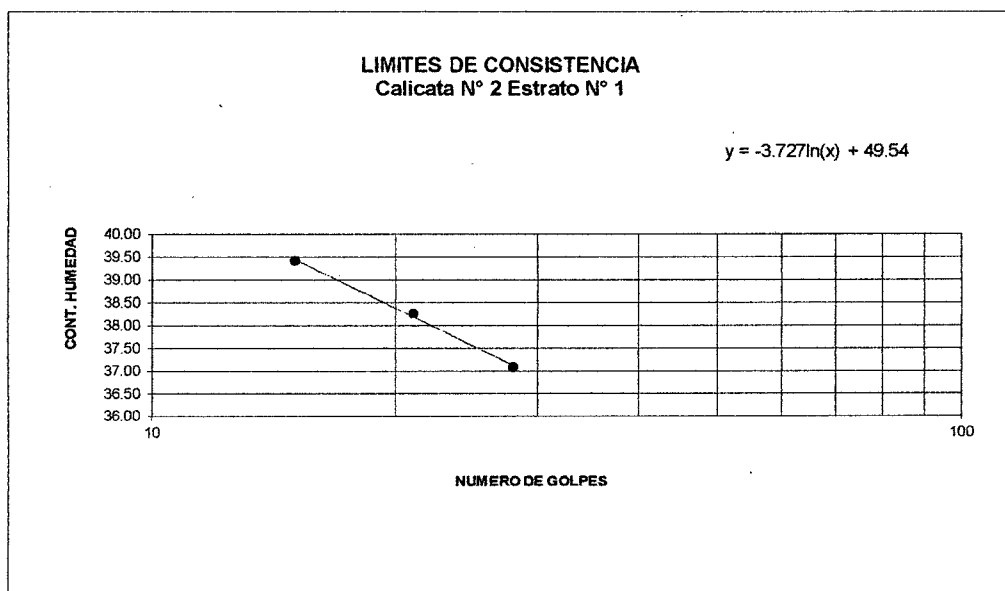
Tara N°	Limite Liquido			Limite Plastico	
	1	2	3	4	5
Pt + mh	57.97	66.00	53.01	54.67	53.48
Pt + ms	48.32	54.90	44.02	49.14	48.35
P agua	9.65	11.10	8.99	5.53	5.13
Pt	26.15	28.72	22.18	21.63	24.22
P ms	22.17	26.18	21.84	27.51	24.13
W%	43.53	42.40	41.16	20.10	21.26
N° de golpes	23	28	34		
L Liquido :	43	L.Plast :	21	Ind. Plast :	22



CUADRO N° 17: LÍMITES DE CONSISTENCIA

Calicata N° 2
Estrato N° 1

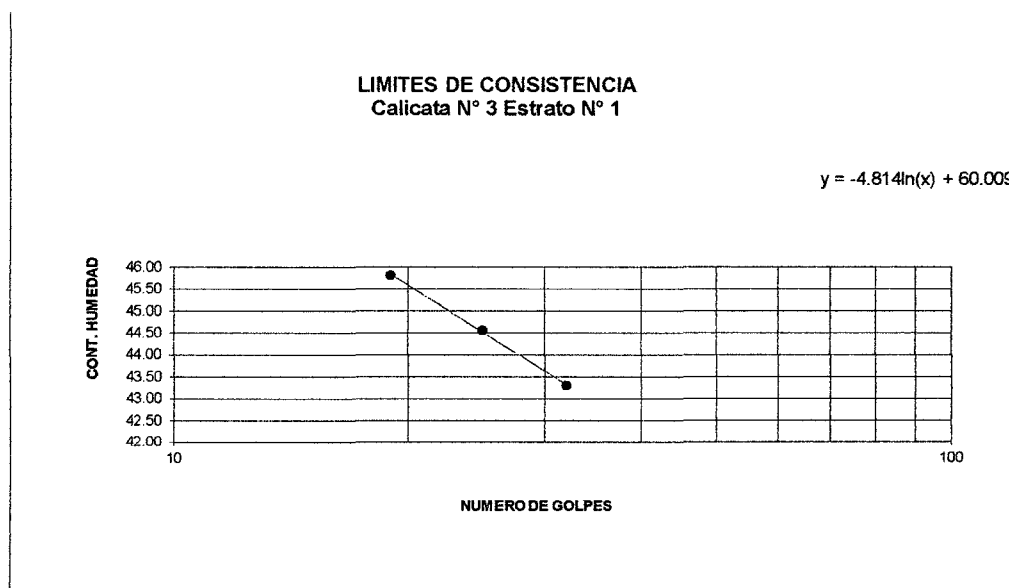
Tara N°	Limite Liquido			Limite Plastico	
	1	2	3	4	5
Pt + mh	62.35	62.13	53.51	57.83	55.29
Pt + ms	52.78	52.28	44.94	53.21	50.88
P agua	9.57	9.85	8.57	4.62	4.41
Pt	28.50	26.54	21.83	29.21	26.23
P ms	24.28	25.74	23.11	24.00	24.65
W%	39.42	38.27	37.08	19.25	17.89
N° de golpes	15	21	28		
L Liquido :	38	L.Plast :	19	Ind. Plast :	19



CUADRO N° 18: LÍMITES DE CONSISTENCIA

Calicata N° 3
Estrato N° 1

Tara N°	Limite Liquido			Limite Plastico	
	1	2	3	4	5
Pt + mh	62.25	63.90	66.29	53.61	54.78
Pt + ms	50.86	51.87	54.00	47.84	48.33
P agua	11.39	12.03	12.29	5.77	6.45
Pt	26.00	24.87	25.62	23.24	23.12
P ms	24.86	27.00	28.38	24.60	25.21
W%	45.82	44.56	43.31	23.46	25.59
N° de golpes	19	25	32		
L. Liquido :	45	L. Plast :	25	Ind. Plast :	20

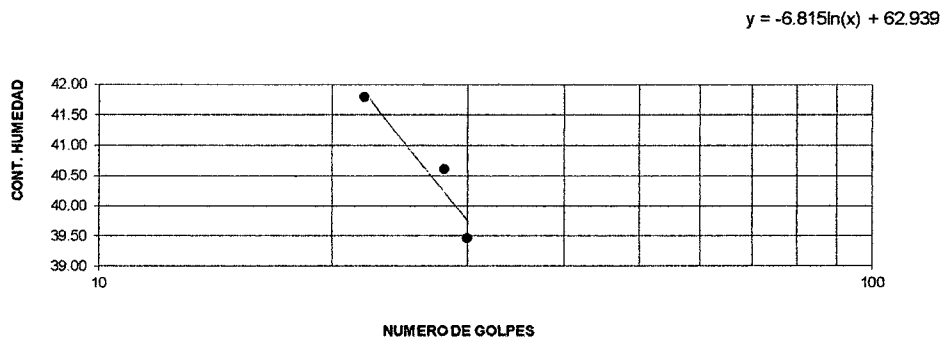


CUADRO N° 19: LÍMITES DE CONSISTENCIA

Calicata N° 4
Estrato N° 1

Tara N°	Limite Liquido			Limite Plastico	
	1	2	3	4	5
Pt + mh	57.19	58.62	65.20	57.24	58.26
Pt + ms	46.40	48.80	53.42	51.18	52.95
P agua	10.79	9.82	11.78	6.06	5.31
Pt	20.58	24.62	23.57	24.18	25.88
P ms	25.82	24.18	29.85	27.00	27.07
W%	41.79	40.61	39.46	22.44	19.62
N° de golpes	22	28	30		
L Liquido :	41	L.Plast :	21	Ind. Plast :	20

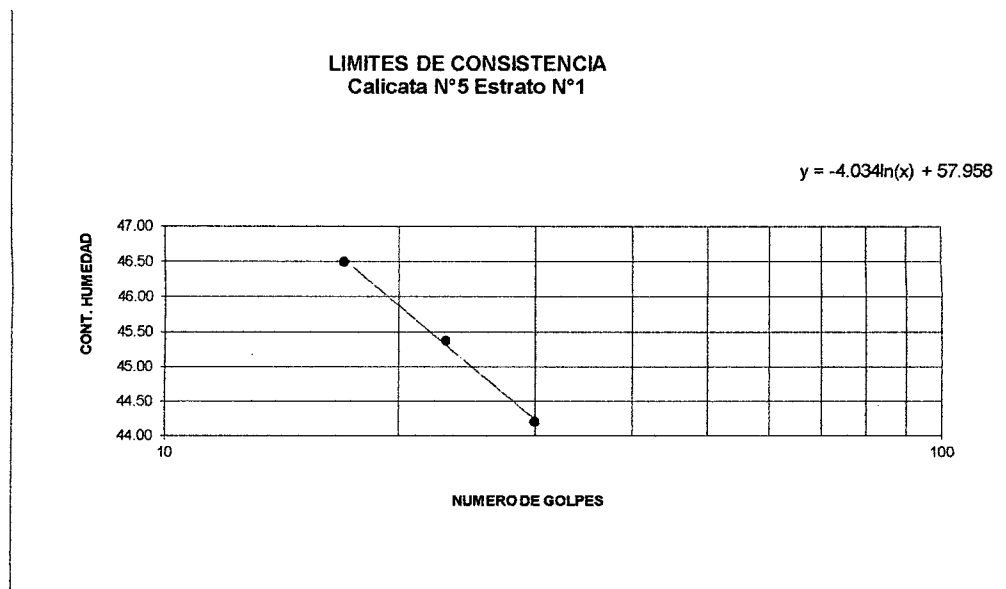
LIMITES DE CONSISTENCIA
Calicata N° 4 Estrato N° 1



CUADRO N° 20: LÍMITES DE CONSISTENCIA

Calicata N° 5
Estrato N° 1

Tara N°	Limite Liquido			Limite Plastico	
	1	2	3	4	5
Pt + mh	61.23	64.22	67.97	54.66	56.14
Pt + ms	51.27	52.74	55.35	49.40	50.97
P agua	9.96	11.48	12.62	5.26	5.17
Pt	29.85	27.44	26.80	24.53	24.98
P ms	21.42	25.30	28.55	24.87	25.99
W%	46.50	45.38	44.20	21.15	19.89
N° de golpes	17	23	30		
L Liquido :	45	L.Plast :	21	Ind. Plast :	24

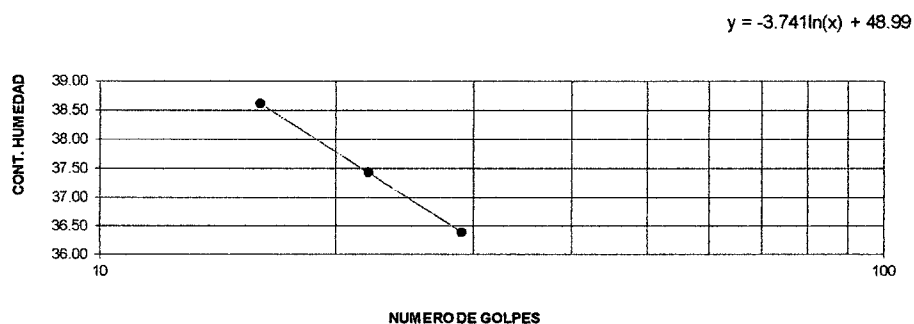


CUADRO N° 21: LÍMITES DE CONSISTENCIA

Calicata N° 6
Estrato N° 1

Tara N°	Limite Liquido			Limite Plastico	
	1	2	3	4	5
Pt + mh	55.10	63.25	59.78	47.27	47.51
Pt + ms	45.50	53.75	51.41	43.48	43.59
P agua	9.60	9.50	8.37	3.79	3.92
Pt	20.64	28.37	28.41	22.90	23.13
P ms	24.86	25.38	23.00	20.58	20.46
W%	38.62	37.43	36.39	18.42	19.16
N° de golpes	16	22	29		
L Liquido :	37	L.Plast :	19	Ind. Plast :	18


LIMITES DE CONSISTENCIA
Calicata N°6 Estrato N°1



ANEXO 2

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"

CALICATA NO. 01		DESCRIPCIÓN DE CALICATA	ANEXO 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO							
			Nombre del Proyecto :							
			"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"							
			Fecha : 01-abr-15							
			UBICACIÓN : C.P SAN JUAN Y LA PALMA -DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA							
			INGENIERO: Bach.Ing. Homero Paredes Cruz							
			EQUIPO: ---							
			OPERADOR: ---							
			NIVEL FREÁTICO: No							
			CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: Se observó que la superficie esta compuesto por un material orgánico.							
			PROF. RAÍCES: ---							
Estimación Visual										
PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMAÑO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ³	% FINOS ³	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (np, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		Materia orgánica								
1.0		¹ Arcilla ligera arenosa(CL), en un 0.13% grava, arena 15.69%, finos 84.18%, no presenta bolonería, material de color marrón claro.	0.0	0.1	15.69	84.18	Marrón claro	-	media	-
2.0										
3.0										
4.0										
5.0										
6.0										

Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%


³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): débil, moderado, resistente

⁵ Penetrómetro de bolsillo, densidad *in situ*.

⁶ Estratificado, laminado, fisurado, lejado (*slickensided*), en bloques, lenticular, homogéneo.

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA

CALICATA NO. 02		DESCRIPCIÓN DE CALICATA	ANEXO 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO							
			Nombre del Proyecto :							
			"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"							
			Fecha : 01-abr-15							
			UBICACIÓN : C.P SAN JUAN - DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA							
			INGENIERO: Bach.Ing. Homero Paredes Cruz							
			EQUIPO: --							
			OPERADOR: ---							
NIVEL FREÁTICO: No										
CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: Se observó que la superficie esta compuesta por un material orgánico.										
PROF. RAÍCES: -										
Estimación Visual										
PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMAÑO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (mp, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		Materia orgánica								
1.0		Arcilla ligera arenosa(CL), en un 0.29% grava, arena 12.2%, finos 87.51%, no presenta botonería, material de color marrón .	0.0	0.29	12.20	87.51	Marrón	-	media	-
2.0										
3.0										
4.0										
5.0										
6.0										

Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%


³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): débil, moderado, resistente

⁵ Penetrómetro de bolsillo, densidad *in situ*.

⁶ Estratificado, laminado, fisurado, hajado (*efickensklad*), en bloques, lenticular, homogéneo.

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA

CALICATA NO. 03	DESCRIPCIÓN DE CALICATA	ANEXO 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO								
		Nombre del Proyecto :								
		"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"								
		Fecha : 01-abr-15								
		UBICACIÓN : C.P SAN JUAN - DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA								
		INGENIERO: Bach.Ing. Homero Paredes Cruz								
		EQUIPO: ---								
		OPERADOR: ---								
		NIVEL FREÁTICO: No								
		CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: Se observó que la superficie esta compuesto por un material orgánico.								
		PROF. RAÍCES: -								
Estimación Visual										
PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMAÑO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (np, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		Materia orgánica								
1.0	1	Arcilla ligera arenosa(CL), en un 0.39% grava, arena 10.16%, finos 89.45%, no presenta bolonería, material de color marrón claro.	0.0	0.39	10.16	89.45	Marrón claro	-	media	-
2.0										
3.0										
4.0										
5.0										
6.0										

Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%

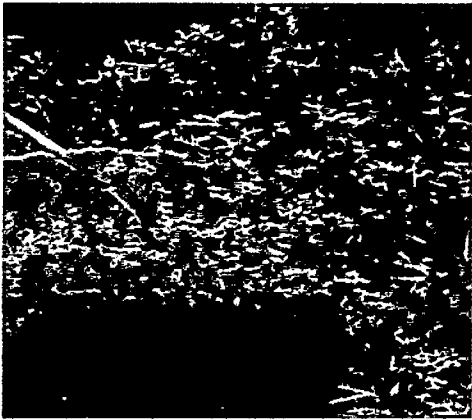
³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): débil, moderado, resistente

⁵ Penetrómetro de bolsillo, densidad *in situ*.

⁶ Estratificado, laminado, fisurado, lejado (*stickensiedet*), en bloques, lenticular, homogéneo.

"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"

CALICATA NO. 04		DESCRIPCIÓN DE CALICATA	ANEXO 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO							
			Nombre del Proyecto :							
			"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"							
			Fecha : 01-abr-15							
			UBICACIÓN: C.P. SAN JUAN, DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA							
			INGENIERO: Bach. Ing. Homero Paredes Cruz							
			EQUIPO: --							
			OPERADOR: --							
			NIVEL FREÁTICO: No							
			CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: Se observó que la superficie esta compuesto por un material orgánico.							
			PROF. RAÍCES: --							
Estimación Visual										
PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMANO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ¹	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (np, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		Materia orgánica								
1.0		Arcilla ligera arenosa(CL), en un 0.74% grava, arena 9.4%, finos 89.86%, no presenta bolonería, material de color marrón.	0.0	0.74	9.40	89.86	Marrón	-	media	-
2.0										
3.0										
4.0										
5.0										
6.0										

Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%


³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): débil, moderado, resistente

⁵ Penetrómetro de botella, densidad *in situ*.

⁶ Estratificado, laminado, fisurado, lejado (afectabilidad), en bloques, lenticular, homogéneo.

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA

CALICATA NO. 04	DESCRIPCIÓN DE CALICATA	ANEXO 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO								
		Nombre del Proyecto :								
		"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"								
		Fecha : 01-abr-15								
		UBICACIÓN : C.P LA PALMA - DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA								
		INGENIERO: Bach.Ing. Homero Paredes Cruz								
		EQUIPO: ---								
		OPERADOR: ---								
		NIVEL FREÁTICO: No								
		CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: Se observó que la superficie esta compuesto por un material orgánico.								
		PROF. RAÍCES: -								
		Estimación Visual								
PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMANO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (mp, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		Materia orgánica								
1.0	1	Arcilla ligera arenosa(CL), en un 0.60% grava, arena 7.15%, finos 92.25%, no presenta bolonería, material de color marrón.	0.0	0.60	7.15	92.25	Marrón	-	media	-
2.0										
3.0										
4.0										
5.0										
6.0										

Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%

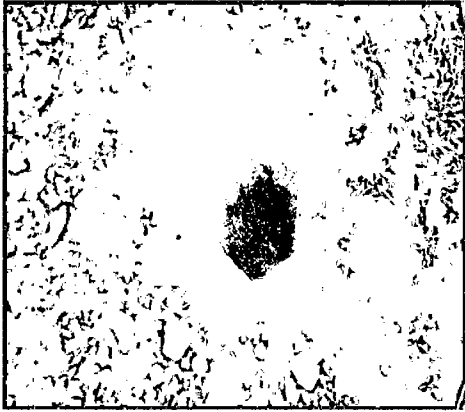
³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): débil, moderado, resistente

⁵ Penetrómetro de bolsillo, densidad *in situ*.

⁶ Estratificado, laminado, fisurado, tajado (*stickensided*), en bloques, lenticular, homogéneo.

"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"

CALICATA NO. 06		DESCRIPCIÓN DE CALICATA	ANEXO 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO									
			Nombre del Proyecto :									
			"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"									
			Fecha : 01-abr-15									
			UBICACIÓN : C.P LA PALMA - DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA									
			INGENIERO: Bach.Ing. Homero Paredes Cruz									
			EQUIPO: ---									
			OPERADOR: ---									
NIVEL FREÁTICO: No												
CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: Se observó que la superficie esta compuesto por un material orgánico.												
PROF. RAÍCES: --												
Estimación Visual												
PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMANO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (mp, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵		
0.0		Materia orgánica										
1.0		Arcilla ligera arenosa(CL), en un 0.59% grava, arena 8.37%, finos 91.04%, no presenta bolontería, material de color marrón claro .	0.0	0.59	8.37	91.04	Marrón claro	-	media	-		
2.0												
3.0												
4.0												
5.0												
6.0												

Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%

³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): débil, moderado, resistente

⁵ Penetrómetro de botillo, densidad *in situ*.

⁶ Estratificado, laminado, fisurado, tejado (*efickensked*), en bloques, lenticular, homogéneo.

ANEXO 3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

RED DE ALCANTARILLADO

1. Alcantarillado.

1.1 Generalidades.

El trazo de los colectores se procurará llevarlos por zonas que correspondan a espacios mínimo libre previsto entre la línea de propiedad y el plano vertical al tubo deberá ser como mínimo 1.50 mts.

El trazo o alineamiento, gradientes, distancias y otros datos, deberán ajustarse estrictamente a los planos y perfiles del proyecto oficial. Se hará el replanteo previa revisión de la nivelación de las calles y verificación de los cálculos correspondientes. Cualquier modificación de los perfiles, por exigirlo así las circunstancias de carácter local, deberá recibir previamente la aprobación oficial de la institución que administra los servicios.

La distancia mínima entre los planos verticales tangentes de tubería de alcantarillado y agua potable instaladas paralelamente no será menor de 2.00 mts., medida horizontalmente, y la distancia mínima será de 1.00 mts.

En general se debe tener en cuenta las normas técnicas de edificación S.1.00 “Infraestructura sanitaria para poblaciones urbanas” del Reglamento Nacional de Construcciones.

1.2 Excavación de Zanjas.

La clasificación de terreno considerada para la excavación de zanjas es la siguiente:

Terreno Normal.

Es aquel de naturaleza arcillosa, arenosa, arcillosa-arenosa, cascajo-arenosa y en general aquella de características blando o compacto, sean secos o con agua.

Terreno de Roca.

Es aquel que presenta roca viva compacta o aquel formado por lecho de rocas o cantos rodados, donde cada pieza tiene un volumen mayor de 300 dm³, incluye al terreno denominado "roca descompuesta".

Terreno Conglomerado.

Es aquel de naturaleza aluvial cuyos elementos ligados, pueden ser rocas de diferentes volúmenes y cuya excavación sólo hace necesario el empleo de elementos mecánicos, cuñas, palancas u otras herramientas análogas.

El contratista verificará en el terreno la clasificación de los metrados para confeccionar los precios unitarios de su propuesta.

1.2.1 Características de la Zanja.- La profundidad mínima de excavación para la colocación de las tuberías será tal que tenga un enterramiento mínimo de 1.20 mts., sobre las campanas de las uniones.

1.2.2 Dimensiones de la Zanja.- El ancho de la zanja en el fondo debe ser tal que exista un juego de 0.15 m. como mínimo y 0.30 m. Como máximo entre la cara exterior de las campanas y la pared de la zanja.

Las zanjas podrán hacerse con las paredes verticales, entibándolas convenientemente siempre que sea necesario, si la calidad del terreno no lo permitiera, se les dará los taludes adecuados según la naturaleza del mismo.

1.2.3 Apuntalamiento de zanjas.- En general, el contratista podrá no realizar apuntalamiento o entibados, si así lo autorizase expresamente el Ingeniero Inspector, pero las circunstancias de habersele otorgado esa autorización no eximirá de responsabilidad si ocasionara perjuicios, los cuales sería siempre de su cargo.

Los entibados apuntalamientos y soportes que sean necesarios para sostener los lados de la excavación deberán ser provistas, erigidos y mantenidos para impedir cualquier movimiento que pudiera de alguna manera averiar el trabajo, o poner en

peligro la seguridad del personal así como las estructuras o propiedades adyacentes, o cuando lo ordene el Ingeniero Inspector.

1.2.4 Fondo de Zanja.- El fondo de la zanja deberá quedar seco y firme en todos los conceptos aceptables como fundación para recibirle el tubo, debe presentar una superficie bien nivelada para que los tubos se apoyen sin discontinuidad a lo largo de la generatriz inferior, a cuyo efecto, los 10 cm. de sobre excavación que se debe realizar, deben rellenarse y apisonarse, con arena o tierra fina seleccionada. Se determinará la ubicación de las uniones en el fondo de la zanja, en cada uno de esos puntos se harán hoyos de la profundidad y ancho necesarios para el fácil manipuleo de los tubos en el momento de su montaje.

1.2.5 Terrenos Corredizos e inestables.- En caso de suelos inestables estos serán removidos hasta la profundidad requerida y el material resultante será reemplazado con piedra bruta, y luego se ejecutará una base de hormigón arenoso apisonado, de 0.30 m. de espesor o concreto $F_c = 80 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.20 m., según lo requiera las condiciones del terreno o lo determine el Ingeniero Inspector, los gastos extraordinarios que se produzcan por esta operación serán valorizados a parte, previa constatación de los Ingenieros Inspectores, si estas circunstancias no fueran consideradas en las partidas correspondientes del metrado o en la memoria del Proyecto. El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente, conformándose exactamente a la rasante del Proyecto, aumentada con el espesor del tubo respectivo y los 0.30 m. de la base de hormigón.

Los excesos de excavación en profundidad hechos por negligencia del contratista serán corregidos por su cuenta, debiendo emplear hormigón de río, apisonado por capas de 0.20 m. de espesor de modo que la resistencia conseguida sea cuando menos igual a la del terreno adyacente.

1.2.6 Protección de Estructuras.- En la apertura de las zanjas se tendrá buen cuidado de no dañar y mantener en funcionamiento las instalaciones de servicios públicos, así como los cables subterráneos de líneas telefónicas y de alimentación de fuerza eléctrica, el contratista deberá reparar por su cuenta los desperfectos que se

produzcan en los servicios mencionados, salvo que se constate que aquellos no le son imputables.

1.2.7 Uso de Maquinaria.- En ningún caso se excavará con maquinaria, tan profundo que la tierra de la línea de asiento de los tubos sea aflojado o removido por la máquina. El último material que se va a excavar será removido con pico y pala y se le dará el fondo de la zanja, la forma definitiva que se muestra en los dibujos y especificaciones en el momento en que se van a colocar los tubos, mampostería o estructuras.

1.2.8 Material Excavado.- El material proveniente de las excavaciones deberá ser retirado a una distancia no menor de 1.50 m. de los bordes de la zanja para seguridad de la misma, facilidad y limpieza del trabajo. En ningún caso se permitirá ocupar las veredas, con material proveniente de las excavaciones u otros materiales de trabajo.

1.2.9 Fondo Rocoso.- Cuando el fondo de la zanja sea de roca, se excavará hasta 01.0 m. Por debajo del asiento del tubo y se rellenará luego con arena y hormigón fino.

En el caso de que la excavación se haga más allá de los límites anteriormente indicados, el hueco resultante de esta remoción de roca será rellenado con un material adecuado aprobado por el Ingeniero Inspector. Este relleno se hará a expensas del contratista, si la sobreexcitación se debió a negligencia u otra causa de su responsabilidad.

1.2.10 Protección de Estructuras.- El contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias a fin de proteger a las personas y a las estructuras y será el único responsable por los daños que pueda producirse por el uso de explosivos.

1.2.11 Inicio de Excavaciones.- No deberá ser abierto un tramo de zanja mientras no se cuente en la Obra con la tubería y materiales necesarios.

1.3 Drenaje de la Zanja

1.3.1 Método de Drenaje.- En la operación del drenaje se empleará el método normal de depresión de la napa mediante bombeo directo, para la instalación de los colectores que así lo exijan, o bien, en los casos que lo requiera se usará la depresión indirecta.

1.3.2 Unidades de Bombeo.- Se tendrá especial cuidado de contar con el número y capacidad suficiente de unidades de bombeo para que lo requiera se usará la depresión indirecta.

1.3.3 Responsabilidad del Contratista.- El contratista será responsable del cuidado, mantenimiento y operación del equipo y deberá responder de los perjuicios ocasionados por apartarse de las instrucciones mencionadas. Para tal efecto deberá utilizar los servicios de personal competente para el funcionamiento de este equipo especial.

El contratista tomará las medidas necesarias para asegurar que el agua proveniente del bombeo no produzca aniegos ni inundaciones en la vía pública ni en las propiedades vecinas.

1.3.4 Agua de Drenaje.- Es terminante, la prohibición de lanzar el agua bombeada del drenaje de zanjas, hacia los buzones del sistema de alcantarillado existente.

1.4 Buzones

1.4.1 El primer trabajo debe ser la construcción de buzones, que serán los que determinen la nivelación y alineamiento de la tubería. Se dejarán las aberturas y los niveles, para recibir las tuberías de los colectores y empalmes previstos.

1.4.2 Los buzones serán de tipo Standard con 1.20 m. de diámetro interior terminado, contruidos con concreto simple $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, para los muros y fondo, de 0.15 m. y 0.20 m. de espesor, respectivamente.

En los suelos saturados de agua o en los que a juicio del Ingeniero Inspector sea necesario, el fondo será de concreto armado $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.30 m. de espesor

así como los muros, según planos. Los buzones llevarán tapas de fierro fundido de primera calidad de 125 Kg. de peso total, provista de charnela y con abertura circular de 0.60 m. de diámetro, el peso de la tapa será de 60 Kg. mínimo. Para el caso de vías con mínima carga vehicular, o pasajes peatonales, se podrá usar tapas de concreto reforzado con marco de fierro fundido. Las tapas y marcos deberán contar con la certificación de calidad correspondiente, emitida por institución autorizada.

1.4.3 Los buzones de más de 3.00 m. de profundidad llevarán escalones de perfiles de aluminio. Los buzones que se construyan a menos de 3.00m. de profundidad no llevarán escalones.

El proceso de llenado de un buzón es: primero los fondos y luego los muros, nunca en forma inversa.

1.4.4 Sobre el fondo, se construirán las “medias cañas” o canaletas que permitan la circulación del desagüe directamente entre las llegadas y las y las salidas del buzón. Las canaletas serán de igual diámetro que las tuberías de los colectores que convergen al buzón; su sección será semicircular en la parte inferior y luego las paredes laterales se harán verticales hasta llegar a la altura del diámetro de la tubería; el falso fondo o berma tendrá una pendiente del 20% hacia el o los ejes de los colectores. Los empalmes de las canaletas se redondearán de acuerdo con la dirección del escurrimiento. Para las medias cañas se empleará concreto $f'c = 100$ Kg/cm², presentando un acabado pulido para lo cual se usará mortero de cemento y arena en proporción 1:3.

1.4.5 Para diámetros grandes y secciones especiales, o cuando se prevén disturbios en el régimen hidráulico por motivo de fuentes pendientes, curvas bruscas, etc., se sustituirán las bases de las bocas de visita por las estructuras especiales para empalmes debidamente diseñados y aprobados por el Supervisor de la Obra.

1.4.6 La cara interior de los buzones será enlucida con acabado fino, con una capa de mortero en proporción 1:3 cemento –arena y de media pulgada de espesor. Todas las esquinas y aristas vivas serán redondas.

1.4.7 El techo será de concreto armado $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, y con los refuerzos necesarios en la boca de ingreso (según planos). Los buzones de más de 1.80 m. de altura podrán construirse con sección tronco cónica en cuyo caso el marco y tapa de fierro fundido se asentará directamente sobre la sección abovedada. En los casos en que se adopte este tipo de buzones, su diseño será sometido a la aprobación de la entidad administradora de los servicios pertinentes.

1.4.8 En los buzones en que las tuberías no llegan a un mismo nivel se podrá colocar caídas. Cuando estas sean de más de 1.20 m. de altura tendrán que proyectarse con un ramal vertical de caída y un codo de una "T" o "T" de fierro fundido para "media presión". En los casos que se indique en los planos o lo señale el Ingeniero, la bajada tendrá una envoltura de concreto $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$.

1.5 Transporte y Manipuleo de la Tubería

1.5.1 Durante el transporte al recibirse de la fábrica para constatar que no tienen defectos visibles ni presentan rajaduras. Todos los tubos recibidos por el contratista de fábricas se consideren en buenas condiciones, siendo desde ese momento de responsabilidad de éste, su conservación, la tubería deberá contar con la certificación de calidad correspondiente emitida por institución autorizada.

1.5.2 Cada tubo será revisado al recibirse de la fábrica para constatar que no tienen defectos visibles ni presentan rajaduras. Todos los tubos recibidos por el contratista de fábrica se consideren en buenas condiciones, siendo ese momento de responsabilidad de éste, su conservación; la tubería deberá contar con la certificación de calidad correspondiente emitida por institución autorizada.

1.5.3 Durante su descarga y colocación dentro de la zanja los tubos no deberán dejarse caer: Los dañados, aunque estuvieran, deberán retirarse de la obra si así lo dispusiese el Ingeniero Inspector.

1.6 Colocación de la Tubería

1.6.1 Colocados los tubos en la zanja se enchufarán convenientemente debiendo mirar las campanas hacia aguas arriba, se les centrará y alineará perfectamente.

1.6.2 El alineamiento de las tuberías se hará utilizando dos cordeles: uno en la parte superior de la tubería y otro a un lado de ella para conseguir esa forma el alineamiento vertical y horizontal respectivamente.

1.6.3 En las juntas con anillos de jebe, las superficies de la espiga así como del interior de la campana deben tener un acabado perfecto en cuanto a dimensiones y terminado de acuerdo al diseño del fabricante y aprobado por la institución pertinente. Debe cuidarse de lubricar perfectamente el anillo y la superficie para evitar torsión del anillo, de producirse tal torsión, debe desecharse el anillo, pues queda deformado.

1.6.4 El interior de las tuberías será cuidadosamente limpiado de toda suciedad o residuos a medida que protege el trabajo y los extremos de cada tramo hayan sido inspeccionados y aprobados, serán protegidos convenientemente con tapas de madera, de modo que impidan el ingreso de tierra, y otras materias extrañas.

1.6.5 El relleno de la zanja, sobre juntas, no se permitirá en ninguna circunstancia hasta después de realizada la prueba hidráulica.

1.7 Prueba de la Tubería

Una vez terminado un tramo y antes de efectuarse el relleno de la zanja se realizarán las pruebas de pendiente, de alineamiento e hidráulica de las tuberías.

1.7.1 La prueba de pendiente se efectuará nivelando fondos terminados de buzones y nivelando las claves de la tubería a cada 10.00 mts., cuando la pendiente de la línea es más de 3% y a cada 5.00 mts., cuando la pendiente es inferior a 3%.

1.7.2 La prueba de alineamiento se realizará haciendo pasar por el interior de todos los tramos una pieza o "bola" de sección transversal circular cuyo diámetro tenga los siguientes valores de acuerdo al diámetro de las tuberías.

DIAMETRO DEL TUBO	DIAMETRO DE LA BOLA
8”	19 cms.
10”	24 cms.
12”	29 cms.
14”	34 cms.

Podrá reemplazarse esta prueba por la del “espejo” según lo disponga la inspección de obra.

1.7.3 La prueba hidráulica se realizará enrazando la superficie libre del líquido con la parte superior del buzón, aguas arriba del tramo en prueba y taponando la tubería de salida en el buzón aguas abajo.

El tramo se llenará 24 horas antes de la prueba a fin de que las tuberías no pierdan el líquido por saturación de sus poros y así poder detectar las fugas por uniones o en el cuerpo de los tubos, y tener lecturas correctas en el nivel de agua del buzón en prueba. Durante la prueba, la tubería no deberá perder por filtración más de la cantidad permitida a continuación expresada en cm³/minuto/metros, según la relación siguiente:

Donde: $K = F.L/P$

$P = V/T.$

V= Volumen perdido en la prueba (cm³).

L= Longitud probada.

T= Tiempo de duración de la prueba (minutos).

P= Pérdida en el tramo (cm³/minutos).

K= Coeficiente de prueba.

F= Filtración tolerada.

VALORES DE F y K

DIAMETRO (pulg) (centímetros)	8	10	12	14	16	18	21	24	26	30
	20	25	30	35	40	45	52	60	65	75
FILTRACIÓN TOLERADA (cm ³ /min/mts)	25	32	38	44	50	57	67	76	85	96
INTERPRETACIÓN DE VALORES	K>1			K=1			K<1			
	PRUEBA BUENA			PRUEBA TOLERADA			PRUEBA DE MALA			

En los dos últimos casos $K = 1$ y $K < 1$, el contratista deberá por su cuenta localizar la fuga y repararla a su costo.

1.7.4 Solamente una vez constatado el correcto resultado de las pruebas, podrá ordenarse el relleno de la zanja y se expedirá por el Ingeniero Inspector el certificado respectivo en el que constará su prueba satisfactoria, lo que será requisito indispensable para su inclusión en los avances de obra y valoraciones.

1.8 Relleno de Zanjas.

1.8.1 Se hará un primer relleno hasta alcanzar medio tubo empleado material escogido, zarandeando y colocando en capas de 0.15 m. compactadas, para evitar desplazamientos laterales de la tubería con el material extraído finamente pulverizado libre de piedras, raíces y terrones grandes, por capas de 0.15 m. regadas a la humedad óptima, apisonadas y compactadas. Se empleará como material de relleno, hasta 0.50 m. de altura mínima sobre la clave de la tubería; material propio debidamente seleccionado o tamizado, para el caso de terrenos naturales y conglomerados; y material de préstamo seleccionado, para terrenos rocosos.

1.8.2 Se completará el relleno de la zanja con el material extraído por capas de 0.20 m. de espesor máximo, regada a la humedad óptima, apisonada y bien compactada.

1.8.3 No debe emplearse en el relleno tierra que contenga materias orgánicas, ni raíces y arcillas o limos uniformes. No debe emplearse material cuyo peso seco sea menor de 1600 Kg./m³.

1.8.4 Tanto la clase del material de relleno, como la compactación deben controlarse continuamente durante la ejecución de la obra.

1.8.5 No deben tirarse a la zanja piedras grandes por lo menos hasta que el relleno haya alcanzado una altura de 1.00 m. Sobre el lomo del tubo o parte superior del colector de concreto.

1.9 Medidas de Seguridad

1.09.1 Para proteger a las personas y evitar peligros a la propiedad y vehículos, se deberán colocar barreras, señales, linternas rojas y guardianes que deben mantenerse durante el proceso de ejecución de la obra hasta que la calle esté apta para el tráfico son ofrecer peligro alguno. Donde sea necesario cruzar zanjas abiertas, el contratista colocará puentes apropiados para peatones o vehículos según sea el caso. Los grifos contra incendio, válvulas, tapas de buzones, etc. deberán dejarse libres de obstrucciones durante la obra.

1.09.2 Se tomarán todas las precauciones necesarias a fin de mantener el servicio de los canales y drenes así como de otros cursos de agua encontrados durante la construcción.

1.09.3 Deberá protegerse todos los árboles, cercos o cualquier otra propiedad y sólo podrán moverse cuando sea autorizado por el Ingeniero Inspector y repuesto a la terminación del trabajo. Cualquier daño sufrido será reparado por el contratista.

Instalación Domiciliaria Externa de Alcantarillado

1. Generalidades

1.1 El trazo de a conexión de alcantarillado, se realizará frente al lote o vivienda que requiera conexión. Se ejecutarán con una inclinación de 45° a 60° con respecto al eje de la red de servicio en dirección al flujo de la misma.

1.2 El trazo de la conexión no deberá de hacerse con una pendiente menor a 1.5% ni mayor a 10 % y deberá tener la profundidad necesaria para que la parte superior del tubo de empotramiento pase por debajo de cualquier tubería de agua potable y con una separación mínima de 0.20 mts.

1.3 El trazo de la conexión se efectuará de tal manera que la caja de registro quede con respecto a la vereda con una profundidad mínima de 0.80 mts. y máxima de 2.00 mts.

1.4 Cualquier modificación por exigirlo así las circunstancias de carácter local, deberá recibir previamente la aprobación de la supervisión de la Administración de los Servicios.

2. Excavación de Zanjas

2.1 Para la excavación de zanjas se debe tener en cuenta la misma clasificación de terrenos correspondientes a las especificaciones para la instalación de redes de alcantarillado.

2.2 El ancho mínimo de la zanja será de 0.55 mts., las paredes podrán hacerse verticales, siempre que sea necesario se deberá entibar convenientemente. Si la calidad del terreno no lo permitiera se les dará los taludes adecuados según la naturaleza del mismo.

2.3 En la excavación de zanjas se tendrá cuidado de no dañar así como de mantener en funcionamiento las instalaciones de energía eléctrica, teléfono, redes de agua potable y alcantarillado, canales, etc.

2.4 En general se tendrá en cuenta las especificaciones técnicas para la instalación de tuberías para alcantarillado.

2.5 Antes de efectuar la excavación de las zanjas, se deberá contar en obra con todos los materiales necesarios para ejecución de las conexiones.

3. Instalaciones

3.1 La conexión domiciliar de alcantarillado estará constituida por los siguientes elementos.

De Reunión.- Que estará conformada por una caja de registro con su respectivo marco y tapa.

De Conducción.- Conformado por tubería de PVC – SAL de 4" con unión flexible.

Empotramiento.- Conformado por el acople del elemento de conducción al colector o red de servicio público.

3.1.1 Elementos de Reunión

Consiste en la caja de registro constituido por:

- Un solado de concreto pre-fabricadas con medidas internas de 0.25 x 0.50 mts., de 0.40 mts. De altura, con un espesor de paredes de 0.05 mts. El concreto a usarse para la fabricación de las cajas de $f'c=210$ Kg/cm² el acabado interior de las cajas será de caravista y no deberán presentar cangrejeras ni porosidades.
- Tapa pre-fabricada de concreto $f'c =210$ Kg/cm² con refuerzo de 1/4" cada 0.05 mts. en ambos sentidos unido por medio de soldadura a un marco también de fierro 1/4". Las dimensiones de la tapa serán de 0.30 x 0.55 mts. x 0.05 mts. de espesor.
- Marco de la tapa que comprenderá de platina de fierro de 1.1/2" x 1/8" soldada de tal manera que pueda acoger a la tapa de concreto, este marco contara con sus topes soldados de la misma platina para que asiente la tapa de concreto reforzado.

3.1.2 Elementos de Conducción

Constituido por tubería de PVC – SAL de 4" con unión flexible.

3.1.3 Elementos de Empotramiento

Consistirá en el empotramiento del elemento de conducción en el colector, o red de servicio público.

En general los materiales a ser usados en las conexiones domiciliarias externas, deberán de contar con los certificados de calidad correspondientes así mismo deberán contar con la aprobación de la supervisión, antes de ser usados o instalados.

3.2 La instalación de los elementos de reunión, se realizarán de la siguiente manera:

- Se realizará la construcción de un solado de concreto simple $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.10 mts. de espesor, en un área suficiente para acoger a la caja de registro.
- Se realizará la instalación de las cajas de concreto pre-fabricadas, descritas anteriormente; las cajas pre-fabricadas serán unidas por mortero cemento arena 1:3.
- Se instalará el marco de la tapa de la caja de registro, que irá empotrado en la vereda.
- En el caso de que no exista vereda, la tapa y marco quedarán protegidos con una losa de concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.60 x 0.80 mts. y 0.15 mts. de espesor la misma que irá al ras del terreno natura.

3.3 La tubería de PVC – SAL con unión flexible, debe instalarse con una pendiente mínima de 1.0% y máxima de 10% debiendo de alinearse con respecto a la red pública con un ángulo de 45° a 60° en dirección al flujo de la red. Las tuberías deberán de instalarse perfectamente alineadas tanto vertical como horizontalmente, dispuestas de tal manera que las campanas queden dirigidas hacia aguas arriba. El extremo del tubo que forma la boca de salida de conducción deberá protegerse con una rejilla fabricada con varillas de 1/4" soldadas (02 verticales y 01 horizontal).

4. Relleno de Zanjas

4.1 El relleno de las zanjas se realizará con la autorización del Supervisor de la empresa supervisora, previa verificación, de la conformidad de las instalaciones de la conexión.

4.2 Para el relleno de las zanjas se utilizará primeramente material libre de piedras, raíces, malezas, etc. hasta una capa de 0.30 mts.; de ser necesario se usará material propio seleccionado o material de préstamo; el relleno se efectuará por capas compactadas convenientemente por medios mecánicos, teniendo en cuenta la humedad óptima.

4.3 Luego de terminada la ejecución de la conexión, se deberá realizar la eliminación del desmonte y la limpieza de la zona, en el menor tiempo posible, de tal manera de no causar mayores molestias en el tránsito.

ANEXO 4

COSTOS Y PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

PROYECTO: INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROV. DE CHOTA					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	OBRAS PRELIMINARES				29,296.47
01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x7.20	und	1.00	1,715.62	1,715.62
01.02	NIVELACION TRAZO Y REPLANTEO	m	2,063.38	13.30	27,442.95
01.03	ROTURAS DE OBRAS DE CONCRETO	glb	1.00	137.90	137.90
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				200,417.66
02.01	EXCAVACION PARA BUZONES				5,616.27
02.01.01	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO HASTA 1.50m	m3	135.80	22.55	3,062.29
02.01.02	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO HASTA 2.00m	m3	53.80	27.06	1,455.83
02.01.03	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO HASTA 2.50m	m3	19.22	33.81	649.83
02.01.04	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO HASTA 3.00m	m3	11.27	39.78	448.32
02.02	EXCAVACION DE ZANJAS PARA REDES				25,037.00
02.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS CON MAQUINARIA (0.80 X 1.50m)	m	1,502.29	11.17	16,780.58
02.02.02	EXCAVACION DE ZANJAS CON MAQUINARIA (0.80 X 2.00m)	m	301.00	13.15	3,958.15
02.02.03	EXCAVACION DE ZANJAS CON MAQUINARIA (0.80 X 2.50m)	m	228.49	16.00	3,655.84
02.02.04	EXCAVACION DE ZANJAS CON MAQUINARIA (0.80 X 3.00m)	m	31.60	20.33	642.43
02.03	RELLENO DE ZANJAS				169,764.39
02.03.01	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS DE 1.50m de prof.(MATER. PROPIO)	m	1,502.29	80.33	120,678.96
02.03.02	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS DE 2.00m de prof.(MATER. PROPIO)	m	301.00	114.76	34,542.76
02.03.03	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS DE 2.50m de prof.(MATER. PROPIO)	m	228.49	45.13	10,311.75
02.03.04	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS DE 3.00m de prof.(MATER. PROPIO)	m	31.60	133.88	4,230.92
03	INSTALACION DE TUBERIAS				94,451.38
03.01	SUMINISTROS				94,451.38
03.01.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC SAL 6"	m	1,654.11	32.75	68,224.15
03.01.02	REFINE , NIVELACION Y COMPACTACION DE FONDOS	m	1,654.11	3.38	7,041.15
03.01.03	PREPARACION DE CAMA DE APOYO	m	1,654.11	7.52	15,665.51
03.01.04	PRUEBA HIDRAULICA TUBERIA PVC SAL DE DESAGUE	m	1,654.11	1.69	3,520.57
04	CONSTRUCCION DE BUZONES				67,729.52
04.01	BUZON ESTANDAR DE 1.20m DE PROFUNDIDAD	und	41.00	1,195.82	50,224.44
04.02	BUZON ESTANDAR DE 1.50m DE PROFUNDIDAD	und	5.00	1,195.82	5,979.10
04.03	BUZON ESTANDAR DE 2.00m DE PROFUNDIDAD	und	6.00	1,280.22	7,681.32
04.04	BUZON ESTANDAR DE 2.50m DE PROFUNDIDAD	und	2.00	1,280.22	2,560.44
04.05	BUZON ESTANDAR DE 3.00m DE PROFUNDIDAD	und	1.00	1,284.22	1,284.22
05	VARIOS				21,712.35
05.01	INSTALACION DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	und	55.00	394.77	21,712.35
06	TANQUE SEPTICO 1 y 3				45,040.25
06.01	OBRAS PRELIMINARES				726.98
06.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	54.66	13.30	726.98
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				8,791.62
06.02.01	EXCAVACION DE POZO	m3	144.86	19.32	2,798.70
06.02.02	NIVELACION Y COMPACTACION PARA RECIBIR LOSA DE FONDO	m2	47.72	62.87	3,000.16
06.02.03	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3	4.78	51.88	247.99
06.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30m (CARGIO A MANO)	m3	186.72	14.70	2,744.78
06.03	CONCRETO SIMPLE				1,875.87
06.03.01	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	m2	47.72	39.31	1,875.87
06.04	CONCRETO ARMADO				33,645.77
06.04.01	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN LOSAS	m3	5.72	411.79	2,355.44
06.04.02	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN MUROS	m3	22.24	411.79	9,158.21
06.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,932.26	5.84	11,284.40
06.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS	m2	222.46	40.15	8,931.77
06.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS	m2	47.72	40.15	1,915.96

PRESUPUESTO

PROYECTO: INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROV. DE CHOTA					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
06.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS				2,267.83
06.05.01	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES	m2	68.37	33.17	2,267.83
06.06	OTROS				973.45
06.06.01	COLOCACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS	glb	1.00	68.95	68.95
06.06.02	COLOCACION DE TAPA METALICA DE 80 X 80 cm	pza	3.00	301.50	904.50
07	TANQUE SEPTICO 2				16,413.51
07.01	OBRAS PRELIMINARES				194.45
07.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	14.62	13.30	194.45
07.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,225.18
07.02.01	EXCAVACION DE POZO	m3	33.71	19.32	651.28
07.02.02	NIVELACION Y COMPACTACION PARA RECIBIR LOSA DE FONDO	m2	12.12	62.87	761.98
07.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	1.21	177.53	214.81
07.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30m (CARGIO A MANO)	m3	40.62	14.70	597.11
07.03	CONCRETO SIMPLE				476.44
07.03.01	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS	m2	12.12	39.31	476.44
07.04	CONCRETO ARMADO				11,279.29
07.04.01	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN LOSAS	m3	1.45	411.79	597.10
07.04.02	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN MUROS	m3	5.54	411.79	2,281.32
07.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	783.18	5.84	4,573.77
07.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS	m2	83.20	40.15	3,340.48
07.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS	m2	12.12	40.15	486.62
07.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS				1,264.70
07.05.01	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES CON IMPERMEABILIZANTE	m2	59.74	21.17	1,264.70
07.06	OTROS				973.45
07.06.01	COLOCACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS	glb	1.00	68.95	68.95
07.06.02	COLOCACION DE TAPA METALICA DE 80 X 80 cm	pza	3.00	301.50	904.50
08	ZANJAS DE INFILTRACIÓN				155,447.36
08.01	OBRAS PRELIMINARES				4,106.70
08.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2,106.00	0.91	1,916.46
08.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2,106.00	1.04	2,190.24
08.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				149,744.66
08.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA TUBERÍAS DE INFILTRACIÓN	m3	1,263.60	6.80	8,592.48
08.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO (PIEDRA CHANCADA 1/2" - 2")	m3	631.80	196.55	124,180.29
08.02.03	RELLENO MANUAL SIN COMPACTAR CON MATERIAL PROPIO	m3	403.20	7.55	3,044.16
08.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,075.50	12.95	13,927.73
08.03	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS				1,596.00
08.03.01	TUBERIA DE INFILTRACION PVC SAL 4" PERFORADA	ml	200.00	7.98	1,596.00
09	FLETE TERRESTRE				5,000.00
09.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
	COSTO DIRECTO				657,220.84
	GASTOS GENERALES (10%)				65,722.08
	UTILIDADES (7%)				46,005.46
	SUB TOTAL				768,948.39
	IGV(18%)				138,410.71
	SUPERVISION Y LIQUIDACION (3.5%)				26,913.19
	PRESUPUESTO TOTAL				934,272.29

ANALISIS DE GASTOS GENERALES

OBRA: **INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA**

Tiempo de duracion : **3.00** meses
 Total Costos Directos S/. = **65,722.08** Soles

A. GASTOS FIJOS.

Gastos Diversos.	Cto. Mensual	Coef. Particip.	Nº de Meses	Costo Parcial
* Utiles de Escritorio :	1,707.36	1.00	3.00	5,122.08
* Movilidad y Viaticos :	4,500.00	1.00	3.00	13,500.00
			Sub Total S/.	
			=	18,622.08

Total de Gastos Fijos :	18,622.08
% C.I.F.	28.33

B. GASTOS VARIABLES

Direccion Técnica y Administracion
 Personal Profesional, Administrativo y Servicios.

Personal	Cto. Mensual	Coef. Particip.	Nº de Meses	Costo Parcial
1 Ingeniero Residente :	6,000.00	1.00	3.00	18,000.00
1 Asistente Residente :	4,000.00	1.00	3.00	12,000.00
1 Maestro de Obra :	3,000.00	1.00	3.00	9,000.00
1 Almacenero :	2,700.00	1.00	3.00	8,100.00
			Sub Total S/.	
			=	47,100.00

Total Gastos Variables	47,100.00
:	
% C.I.V. :	71.67

Total de Gastos Generales	65,722.08
:	
Total % C.I. =	100.00

Total GG.UU. = 100.00 %

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA			
Subpresupuesto	001				
Fecha	01/08/2014				
Lugar	060403	CAJAMARCA - CHOTA - CHADIN			
Código	Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.
					Parcial \$/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ		hh	853.0146	12.08
0101010003	OPERARIO		hh	1,630.8407	9.00
0101010004	OFICIAL		hh	2,188.0335	8.00
0101010005	PEON		hh	22,107.5723	7.00
0101010007	PORTAMIRAS		hh	190.8422	10.00
0101030000	TOPOGRAFO		hh	105.8370	15.00
					200,735.25
MATERIALES					
0201010022	FLETE TERRESTRE		glb	1.0000	5,000.00
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	69.1230	5.00
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg	142.4655	5.00
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg	1,836.7755	3.85
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 1/2"		kg	737.0000	5.30
0204030006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 5/8"		kg	737.0000	5.50
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	73.5782	5.00
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3	48.1319	80.00
02070200010001	ARENA FINA		m3	3.2280	70.00
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	325.1174	80.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	14.8910	2.50
0209010003	MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA DE C° P/ BUZON		und	55.0000	180.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	1,003.6031	22.00
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol	255.0156	5.00
02160100040005	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm		und	202.0000	0.35
02190900010002	TAPA DE CONCRETO - TAPA DE REGISTRO		und	55.0000	45.00
02191300010016	TUBERIA PVC SAL. 6" -JF		m	2,148.8254	28.00
02191300010017	TUBERIA PVC SAL. 4"		m	385.0000	9.50
0219160002	CAJA DE CONCRETO		und	55.0000	85.00
0222120002	LUBRICANTE PARA UF		gal	124.9908	22.00
02221700010044	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE		gal	7.1789	35.00
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	1,230.1648	7.00
0231040002	ESTACAS DE MADERA		p2	63.7539	2.50
02310500010007	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm		m2	20.2000	28.00
0238010005	LIJA		und	312.4770	2.00
0240020001	PINTURA ESMALTE		gai	213.5130	55.00
0246140002	ANILLO DE CAUCHO P/DESAGUE 6"		und	374.9724	10.00
02903200090039	TAPA METALICA DE 80 X 80 Cm		pza	6.0000	250.00
					185,834.90
EQUIPOS					
0301000011	TEODOLITO		hm	85.0052	7.00
0301000021	MIRAS Y JALONES		hm	25.7099	1.50
0301000022	NIVEL TOPOGRAFICO		he	0.2083	4.00
0301020006	MOLDE METRALICO PARA BUZON		m2	55.0000	5.00
03010400030004	MOTOBOMBA DE 4" (12 HP)		hm	21.6651	18.00
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1,880.0948	20.00
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		dia	4.2191	20.00

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS
SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE
CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA

Subpresupuesto 001

Fecha 01/08/2014

Lugar 060403 CAJAMARCA - CHOTA - CHADIN

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
0301160004	CARGADOR RETROEXCAVADORA 62 HP 1yd3	hm	154.6891	130.00	20,109.58
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	10.4850	6.00	62.91
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	82.3744	18.00	1,482.74
0301320002	HOJAS DE SIERRA	und	31.8318	3.00	95.50
0301330008	CIZALLA	und	69.9724	25.00	1,749.31
03014900010001	CORDEL	ril	2,125.1300	5.00	10,625.65
					73,111.37
				Total	SI. 459,681.52

Análisis de precios unitarios

supuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
presupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
						Fecha presupuesto	01/08/2014	
ida	01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x7.20						
dimiento	und/DIA	3.0000	EQ. 3.0000		Costo unitario directo por : und		1,715.62	
figo	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
1010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.2667	9.00	2.40	
1010004	OFICIAL		hh	1.0000	2.6667	8.00	21.33	
1010005	PEON		hh	1.0000	2.6667	7.00	18.67	
							42.40	
	Materiales							
41200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	5.00	0.50	
1010001	MADERA TORNILLO		p2		150.0000	7.00	1,050.00	
10500010007	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm		m2		20.2000	28.00	565.60	
0020001	PINTURA ESMALTE		gal		1.0000	55.00	55.00	
							1,671.10	
	Equipos							
1010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	42.40	2.12	
							2.12	
ida	01.02	NIVELACION TRAZO Y REPLANTEO						
dimiento	m/DIA	200.0000	EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m		13.30	
ligo	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
1010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0040	12.08	0.05	
1010005	PEON		hh	1.0000	0.0400	7.00	0.28	
1010007	PORTAMIRAS		hh	2.0000	0.0800	10.00	0.80	
1030000	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0400	15.00	0.60	
							1.73	
	Materiales							
30300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.1200	5.00	0.60	
1040002	ESTACAS DE MADERA		p2		0.0300	2.50	0.08	
0020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.1000	55.00	5.50	
							6.18	
	Equipos							
1000011	TEODOLITO		hm	1.0000	0.0400	7.00	0.28	
1000021	MIRAS Y JALONES		hm	0.3000	0.0120	1.50	0.02	
1010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.73	0.09	
14900010001	CORDEL		rl		1.0000	5.00	5.00	
							5.39	

Análisis de precios unitarios

Supuesto	0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Presupuesto	001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
	Fecha presupuesto 01/08/2014						
Ítem	01.03	ROTURAS DE OBRAS DE CONCRETO					
Medimiento	glb/DIA	0.5000	EQ. 0.5000		Costo unitario directo por :	137.90	
					m3		
Ítem	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra					
1010002	CAPATAZ		hh	0.1000	1.6000	12.08	19.33
1010005	PEON		hh	1.0000	16.0000	7.00	112.00
							131.33
		Equipos					
1010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	131.33	6.57
							6.57
Ítem	02.01.01	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO HASTA 1.50m					
Medimiento	m3/DIA	3.0000	EQ. 3.0000		Costo unitario directo por :	22.55	
					m3		
Ítem	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra					
1010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2667	12.08	3.22
1010005	PEON		hh	1.0000	2.6667	7.00	18.67
							21.89
		Equipos					
1010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	21.89	0.66
							0.66
Ítem	02.01.02	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO HASTA 2.00m					
Medimiento	m3/DIA	2.5000	EQ. 2.5000		Costo unitario directo por :	27.06	
					m3		
Ítem	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra					
1010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.3200	12.08	3.87
1010005	PEON		hh	1.0000	3.2000	7.00	22.40
							26.27
		Equipos					
1010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	26.27	0.79
							0.79

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA						
						Fecha presupuesto	01/08/2014	
Partida	02.01.03	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO HASTA 2.50m						
Rendimiento	m3/DIA	2.0000	EQ.	2.0000		Costo unitario directo por : m3	33.81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
1101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.4000	12.08	4.83		
1101010005	PEON	hh	1.0000	4.0000	7.00	28.00		
						32.83		
	Equipos							
1301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	32.83	0.98		
						0.98		
Partida	02.01.04	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO HASTA 3.00m						
Rendimiento	m3/DIA	1.7000	EQ.	1.7000		Costo unitario directo por : m3	39.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
1101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.4706	12.08	5.68		
1101010005	PEON	hh	1.0000	4.7059	7.00	32.94		
						38.62		
	Equipos							
1301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.62	1.16		
						1.16		
Partida	02.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS CON MAQUINARIA (0.80 X 1.50m)						
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000		Costo unitario directo por : m	11.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
1101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0160	12.08	0.19		
1101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	7.00	0.56		
						0.75		
	Equipos							
1301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.75	0.02		
1301160004	CARGADOR RETROEXCAVADORA 62 HP 1yd3	hm	1.0000	0.0800	130.00	10.40		
						10.42		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
							Fecha presupuesto	01/08/2014
Artículo	02.02.02	EXCAVACION DE ZANJAS CON MAQUINARIA (0.80 X 2.50m)						
Indicador	m/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : m		16.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
01010005	PEON		hh	1.0000	2.2857	7.00	16.00	
							16.00	
Artículo	02.02.03	EXCAVACION DE ZANJAS CON MAQUINARIA (0.80 X 2.00m)						
Indicador	m/DIA	85.0000	EQ.	85.0000	Costo unitario directo por : m		13.15	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
01010002	CAPATAZ		hh		0.2000	0.0188	12.08	
01010005	PEON		hh		1.0000	0.0941	7.00	
							0.89	
	Equipos							
01010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	0.89	
01160004	CARGADOR RETROEXCAVADORA 62 HP 1yd3		hm		1.0000	0.0941	130.00	
							12.23	
							12.26	
Artículo	02.02.04	EXCAVACION DE ZANJAS CON MAQUINARIA (0.80 X 3.00m)						
Indicador	m/DIA	55.0000	EQ.	55.0000	Costo unitario directo por : m		20.33	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
01010002	CAPATAZ		hh		0.2000	0.0291	12.08	
01010005	PEON		hh		1.0000	0.1455	7.00	
							1.37	
	Equipos							
01010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	1.37	
01160004	CARGADOR RETROEXCAVADORA 62 HP 1yd3		hm		1.0000	0.1455	130.00	
							18.92	
							18.96	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS					
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA					Fecha presupuesto 01/08/2014
Partida	02.03.01	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS DE 1.50m de prof.(MATER. PROPIO)					
Rendimiento	m/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : m	80.33	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	12.08	1.93	
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.8000	8.00	6.40	
0101010005	PEON	hh	5.0000	8.0000	7.00	56.00	
						64.33	
	Equipos						
3301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	0.5000	0.8000	20.00	16.00	
						16.00	
Partida	02.03.02	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS DE 2.00m de prof.(MATER. PROPIO)					
Rendimiento	m/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : m	114.76	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
1101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	12.08	2.76	
1101010004	OFICIAL	hh	0.5000	1.1429	8.00	9.14	
1101010005	PEON	hh	5.0000	11.4286	7.00	80.00	
						91.90	
	Equipos						
3301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	0.5000	1.1429	20.00	22.86	
						22.86	
Partida	02.03.03	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS DE 2.50m de prof.(MATER. PROPIO)					
Rendimiento	m/DIA	30.0000	EQ.	30.0000	Costo unitario directo por : m	45.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.1333	8.00	1.07	
101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	7.00	9.33	
						10.40	
	Materiales						
2070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4286	80.00	34.29	
207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0430	2.50	0.11	
						34.40	
	Equipos						
301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	día	0.5000	0.0167	20.00	0.33	
						0.33	

"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA, DISTRITO DE CHADÍN, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA"

S10

Página :

6

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
 Subpresupuesto 001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA

Fecha presupuesto 01/08/2014

Partida 02.03.04 RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS DE 3.00m de prof. (MATER. PROPIO)

Rendimiento m/DIA 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : m 133.89

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2667	12.08	3.22
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	1.3333	8.00	10.67
0101010005	PEON	hh	5.0000	13.3333	7.00	93.33
107.22						
Equipos						
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	0.5000	1.3333	20.00	26.67
26.67						

Partida 03.01.01 SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC SAL 6"

Rendimiento m/DIA 800.0000 EQ. 800.0000 Costo unitario directo por : m 32.75

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	9.00	0.09
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0050	8.00	0.04
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0100	7.00	0.07
0101010007	PORTAMIRAS	hh	1.0000	0.0100	10.00	0.10
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0100	15.00	0.15
0.45						
Materiales						
02191300010016	TUBERIA PVC SAL. 6" -UF	m		1.0300	28.00	28.84
0222120002	LUBRICANTE PARA UF	gal		0.0600	22.00	1.32
0238010005	LIJA	und		0.1500	2.00	0.30
0246140002	ANILLO DE CAUCHO P/DESAGUE 6"	und		0.1800	10.00	1.80
32.26						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.45	0.01
0301320002	HOJAS DE SIERRA	und		0.0100	3.00	0.03
0.04						

Partida 03.01.02 REFINE , NIVELACION Y COMPACTACION DE FONDOS

Rendimiento m/DIA 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 3.38

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	12.08	0.48
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	7.00	2.80
3.28						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.28	0.10
0.10						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
 Subpresupuesto 001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA
 Fecha presupuesto 01/08/2014

Partida 03.01.03 PREPARACION DE CAMA DE APOYO

Rendimiento m/DIA 60.0000 EQ. 60.0000 Costo unitario directo por : m 7.52

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	12.08	0.16
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1333	7.00	0.93
1.09						
Materiales						
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0800	80.00	6.40
6.40						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.09	0.03
0.03						

Partida 03.01.04 PRUEBA HIDRAULICA TUBERIA PVC SAL DE DESAGUE

Rendimiento m/DIA 96.4000 EQ. 96.4000 Costo unitario directo por : m 1.69

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0083	12.08	0.10
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0830	9.00	0.75
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0830	7.00	0.58
1.43						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.43	0.07
03010400030004	MOTOBOMBA DE 4" (12 HP)	hm	0.1250	0.0104	18.00	0.19
0.26						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
						Fecha presupuesto	01/08/2014	
Partida	04.01	BUZON ESTANDAR DE 1.20m DE PROFUNDIDAD						
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und		1,195.82	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	4.0000	12.08	48.32	
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	16.0000	9.00	144.00	
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	4.0000	8.00	32.00	
0101010005	PEON		hh	4.0000	32.0000	7.00	224.00	
							448.32	
	Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		1.0000	5.00	5.00	
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 1/2"		kg		13.4000	5.30	71.02	
0204030006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 5/8"		kg		13.4000	5.50	73.70	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5400	80.00	43.20	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.7800	80.00	62.40	
0209010003	MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA DE C° P/ BUZON		und		1.0000	180.00	180.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		12.0000	22.00	264.00	
							699.32	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	448.32	22.42	
0301020006	MOLDE METRALICO PARA BUZON		m2		1.0000	5.00	5.00	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	0.1400	1.1200	18.00	20.16	
0301320002	HOJAS DE SIERRA		und		0.2000	3.00	0.60	
							48.18	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS					
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA					
							Fecha presupuesto 01/08/2014
Partida	04.02	BUZON ESTANDAR DE 1.50m DE PROFUNDIDAD					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und		1,195.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	4.0000	12.08	48.32	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	16.0000	9.00	144.00	
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	4.0000	8.00	32.00	
0101010005	PEON	hh	4.0000	32.0000	7.00	224.00	
							448.32
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		1.0000	5.00	5.00	
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 1/2"	kg		13.4000	5.30	71.02	
0204030006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 5/8"	kg		13.4000	5.50	73.70	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5400	80.00	43.20	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.7800	80.00	62.40	
0209010003	MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA DE C° P/ BUZON	und		1.0000	180.00	180.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.0000	22.00	264.00	
							699.32
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	448.32	22.42	
0301020006	MOLDE METRALICO PARA BUZON	m2		1.0000	5.00	5.00	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	0.1400	1.1200	18.00	20.16	
0301320002	HOJAS DE SIERRA	und		0.2000	3.00	0.60	
							48.18

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001		INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS				
Subpresupuesto	001		DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA				
					Fecha presupuesto	01/08/2014	
Partida	04.03	BUZON ESTANDAR DE 2.00m DE PROFUNDIDAD					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und	1,280.22	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	
	Mano de Obra					Parcial SI.	
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	4.0000	12.08	48.32
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	16.0000	9.00	144.00
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	4.0000	8.00	32.00
0101010005	PEON		hh	4.0000	32.0000	7.00	224.00
							448.32
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		1.0000	5.00	5.00
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 1/2"		kg		13.4000	5.30	71.02
0204030006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 5/8"		kg		13.4000	5.50	73.70
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6400	80.00	51.20
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.9100	80.00	72.80
0209010003	MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA DE C° P/ BUZON		und		1.0000	180.00	180.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		15.0000	22.00	330.00
							783.72
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	448.32	22.42
0301020006	MOLDE METRALICO PARA BUZON		m2		1.0000	5.00	5.00
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	0.1400	1.1200	18.00	20.16
0301320002	HOJAS DE SIERRA		und		0.2000	3.00	0.60
							48.18

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS					
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA					
						Fecha presupuesto	01/08/2014
Partida	04.04	BUZON ESTANDAR DE 2.50m DE PROFUNDIDAD					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und		1,280.22
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	4.0000	12.08	48.32
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	16.0000	9.00	144.00
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	4.0000	8.00	32.00
0101010005	PEON		hh	4.0000	32.0000	7.00	224.00
							448.32
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		1.0000	5.00	5.00
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 1/2"		kg		13.4000	5.30	71.02
0204030006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 5/8"		kg		13.4000	5.50	73.70
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6400	80.00	51.20
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.9100	80.00	72.80
0209010003	MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA DE C° P/BUZON		und		1.0000	180.00	180.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		15.0000	22.00	330.00
							783.72
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	448.32	22.42
0301020006	MOLDE METRALICO PARA BUZON		m2		1.0000	5.00	5.00
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	0.1400	1.1200	18.00	20.16
0301320002	HOJAS DE SIERRA		und		0.2000	3.00	0.60
							48.18

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA					Fecha presupuesto	01/08/2014
Partida	04.05 BUZON ESTANDAR DE 3.00m DE PROFUNDIDAD						
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		1,284.22	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	4.0000	12.08	48.32
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	16.0000	9.00	144.00
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	4.0000	8.00	32.00
0101010005	PEON		hh	4.0000	32.0000	7.00	224.00
							448.32
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		1.0000	5.00	5.00
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 1/2"		kg		13.4000	5.30	71.02
0204030006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 5/8"		kg		13.4000	5.50	73.70
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.6500	80.00	52.00
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.9500	80.00	76.00
0209010003	MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA DE C° P/ BUZON		und		1.0000	180.00	180.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		15.0000	22.00	330.00
							787.72
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	448.32	22.42
0301020006	MOLDE METRALICO PARA BUZON		m2		1.0000	5.00	5.00
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	0.1400	1.1200	18.00	20.16
0301320002	HOJAS DE SIERRA		und		0.2000	3.00	0.60
							48.18

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
 Subpresupuesto 001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA

Fecha presupuesto

01/08/2014

Partida	05.01	INSTALACION DE CONEXIONES DOMICILIARIAS						
Rendimiento	und/DIA	2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und		394.77		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.4000	12.08	4.83		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	9.00	36.00		
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	2.0000	8.00	16.00		
0101010005	PEON	hh	1.0000	4.0000	7.00	28.00		
							84.83	
Materiales								
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0500	80.00	4.00		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0400	80.00	3.20		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.0000	22.00	22.00		
02190900010002	TAPA DE CONCRETO - TAPA DE REGISTRO	und		1.0000	45.00	45.00		
02191300010017	TUBERIA PVC SAL 4"	m		7.0000	9.50	66.50		
0219160002	CAJA DE CONCRETO	und		1.0000	85.00	85.00		
							225.70	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	84.83	4.24		
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	4.0000	20.00	80.00		
							84.24	
TRAZO Y REPLANTEO								
Partida	06.01.01							
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2		13.30		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	12.08	0.05		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	7.00	0.28		
0101010007	PORTAMIRAS	hh	2.0000	0.0800	10.00	0.80		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	15.00	0.60		
							1.73	
Materiales								
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.1200	5.00	0.60		
0231040002	ESTACAS DE MADERA	p2		0.0300	2.50	0.08		
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.1000	55.00	5.50		
							6.18	
Equipos								
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0400	7.00	0.28		
0301000021	MIRAS Y JALONES	hm	0.3000	0.0120	1.50	0.02		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.73	0.09		
03014900010001	CORDEL	rlf		1.0000	5.00	5.00		
							5.39	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
 Subpresupuesto 001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA

Fecha presupuesto 01/08/2014

Partida	06.02.01	EXCAVACION DE POZO						
Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : m3	19.32		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2286	12.08	2.76	
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.2857	7.00	16.00	
							18.76	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	18.76	0.56	
							0.56	
Partida	06.02.02	NIVELACION Y COMPACTACION PARA RECIBIR LOSA DE FONDO						
Rendimiento	m2/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : m2	62.87		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2667	12.08	3.22	
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	1.3333	8.00	10.67	
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.6667	7.00	18.67	
							32.56	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	32.56	0.98	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.5500	1.4667	20.00	29.33	
							30.31	
Partida	06.02.03	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : m3	51.88		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2667	12.08	3.22	
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.6667	7.00	18.67	
							21.89	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	21.89	0.66	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.5500	1.4667	20.00	29.33	
							29.99	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
						Fecha presupuesto	01/08/2014	
Partida	06.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30m (CARGIO A MANO)						
Rendimiento	m3/DIA	4.0000	EQ.	4.0000	Costo unitario directo por : m3		14.70	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.0000	7.00	14.00	
							14.00	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	14.00	0.70	
							0.70	
Partida	06.03.01	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS						
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ.	80.0000	Costo unitario directo por : m2		39.31	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0100	12.08	0.12	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1000	8.00	0.80	
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.3000	7.00	2.10	
							3.02	
	Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.0800	80.00	6.40	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.0750	80.00	6.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.0000	22.00	22.00	
							34.40	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.02	0.09	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	1.0000	0.1000	18.00	1.80	
							1.89	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
						Fecha presupuesto	01/08/2014	
Partida	06.04.01	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN LOSAS						
Rendimiento	m3/DIA	8.0000	EQ.	8.0000	Costo unitario directo por : m3	411.79		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.5000	12.08	6.04	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	9.00	9.00	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	1.0000	8.00	8.00	
0101010005	PEON		hh	10.0000	10.0000	7.00	70.00	
							93.04	
	Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5500	80.00	44.00	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.5400	80.00	43.20	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.2000	2.50	0.50	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.5000	22.00	209.00	
							296.70	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	93.04	4.65	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.5000	0.5000	6.00	3.00	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	0.8000	0.8000	18.00	14.40	
							22.05	
Partida	06.04.02	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN MUROS						
Rendimiento	m3/DIA	8.0000	EQ.	8.0000	Costo unitario directo por : m3	411.79		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.5000	12.08	6.04	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	9.00	9.00	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	1.0000	8.00	8.00	
0101010005	PEON		hh	10.0000	10.0000	7.00	70.00	
							93.04	
	Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5500	80.00	44.00	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.5400	80.00	43.20	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.2000	2.50	0.50	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.5000	22.00	209.00	
							296.70	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	93.04	4.65	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.5000	0.5000	6.00	3.00	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	0.8000	0.8000	18.00	14.40	
							22.05	

S10

Página :

17

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
 Subpresupuesto 001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA
 Fecha presupuesto 01/08/2014

Partida 06.04.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60

Rendimiento kg/DIA 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 5.84

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	9.00	0.29
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	8.00	0.26
0.55						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	5.00	0.25
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.85	4.04
4.29						
Equipos						
0301330008	CIZALLA	und		0.0400	25.00	1.00
1.00						

Partida 06.04.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS

Rendimiento m2/DIA 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m2 40.15

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	9.00	2.88
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	8.00	2.56
5.44						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	5.00	1.50
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	5.00	1.55
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.5000	7.00	31.50
34.55						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.44	0.16
0.16						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
						Fecha presupuesto	01/08/2014	
Artículo	06.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS						
Entendimiento	m2/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m2		40.15	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
1101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	9.00	2.88		
1101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	8.00	2.56		
							5.44	
	Materiales							
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	5.00	1.50		
2041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	5.00	1.55		
231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.5000	7.00	31.50		
							34.55	
	Equipos							
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.44	0.16		
							0.16	
Artículo	06.05.01	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES						
Entendimiento	m2/DIA	7.0000	EQ.	7.0000	Costo unitario directo por : m2		33.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
1101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	12.08	1.38		
1101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	9.00	10.29		
1101010005	PEON	hh	1.0000	1.1429	7.00	8.00		
							19.67	
	Materiales							
12041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0300	5.00	0.15		
12070200010001	ARENA FINA	m3		0.0210	70.00	1.47		
1207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	2.50	0.01		
1213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1800	22.00	3.96		
12221700010044	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal		0.1050	35.00	3.68		
1231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.5200	7.00	3.64		
							12.91	
	Equipos							
1301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.67	0.59		
							0.59	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS**
 Subpresupuesto **001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA**
Fecha presupuesto **01/08/2014**

Partida **06.06.01 COLOCACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS**

Rendimiento **glb/DIA 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : glb **68.95****

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	9.00	14.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	8.00	12.80
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	7.00	11.20
						38.40
Materiales						
02191300010016	TUBERIA PVC SAL. 6" -UF	m		1.0500	28.00	29.40
						29.40
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.40	1.15
						1.15

Partida **06.06.02 COLOCACION DE TAPA METALICA DE 80 X 80 cm**

Rendimiento **pza/DIA 2.0000 EQ. 2.0000 Costo unitario directo por : pza **301.50****

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	9.00	36.00
0101010005	PEON	hh	0.5000	2.0000	7.00	14.00
						50.00
Materiales						
02903200090039	TAPA METALICA DE 80 X 80 Cm	pza		1.0000	250.00	250.00
						250.00
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	50.00	1.50
						1.50

S10

Página : 20

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
Subpresupuesto 001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA

Fecha presupuesto 01/08/2014

Partida	07.01.01	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m2	13.30		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0040	12.08	0.05	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0400	7.00	0.28	
0101010007	PORTAMIRAS		hh	2.0000	0.0800	10.00	0.80	
0101030000	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0400	15.00	0.60	
								1.73
	Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.1200	5.00	0.60	
0231040002	ESTACAS DE MADERA		p2		0.0300	2.50	0.08	
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.1000	55.00	5.50	
								6.18
	Equipos							
0301000011	TEODOLITO		hm	1.0000	0.0400	7.00	0.28	
0301000021	MIRAS Y JALONES		hm	0.3000	0.0120	1.50	0.02	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.73	0.09	
03014900010001	CORDEL		rl		1.0000	5.00	5.00	
								5.39
Partida	07.02.01	EXCAVACION DE POZO						
Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ. 3.5000		Costo unitario directo por : m3	19.32		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2286	12.08	2.76	
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.2857	7.00	16.00	
								18.76
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	18.76	0.56	
								0.56
Partida	07.02.02	NIVELACION Y COMPACTACION PARA RECIBIR LOSA DE FONDO						
Rendimiento	m2/DIA	3.0000	EQ. 3.0000		Costo unitario directo por : m2	62.87		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2667	12.08	3.22	
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	1.3333	8.00	10.67	
0101010005	PEON		hh	1.0000	2.6667	7.00	18.67	
								32.56
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	32.56	0.98	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.5500	1.4667	20.00	29.33	
								30.31

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
						Fecha presupuesto	01/08/2014	
Partida	07.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ. 3.0000		Costo unitario directo por : m3	177.53		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	8.00	21.33		
0101010005	PEON	hh	8.0000	21.3333	7.00	149.33		
						170.66		
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0800	2.50	0.20	0.20	
	Equipos							
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	dia	1.0000	0.3333	20.00	6.67	6.67	
Partida	07.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30m (CARGIO A MANO)						
Rendimiento	m3/DIA	4.0000	EQ. 4.0000		Costo unitario directo por : m3	14.70		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.0000	7.00	14.00	14.00	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.00	0.70	0.70	
Partida	07.03.01	SOLADO PARA CIMENTACIONES ARMADAS						
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ. 80.0000		Costo unitario directo por : m2	39.31		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	12.08	0.12		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	8.00	0.80		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.3000	7.00	2.10	3.02	
	Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0800	80.00	6.40		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0750	80.00	6.00		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.0000	22.00	22.00	34.40	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.02	0.09		
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.1000	18.00	1.80	1.89	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0301001** INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
 Subpresupuesto **001** DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA

Fecha presupuesto **01/08/2014**

Partida **07.04.01** **CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN LOSAS**

Rendimiento **m3/DIA** **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : m3 **411.79**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.5000	12.08	6.04
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	9.00	9.00
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	8.00	8.00
0101010005	PEON	hh	10.0000	10.0000	7.00	70.00
						93.04
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5500	80.00	44.00
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5400	80.00	43.20
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	2.50	0.50
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.5000	22.00	209.00
						296.70
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	93.04	4.65
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.5000	6.00	3.00
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	0.8000	0.8000	18.00	14.40
						22.05

Partida **07.04.02** **CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 EN MUROS**

Rendimiento **m3/DIA** **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : m3 **411.79**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.5000	12.08	6.04
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	9.00	9.00
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	8.00	8.00
0101010005	PEON	hh	10.0000	10.0000	7.00	70.00
						93.04
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5500	80.00	44.00
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5400	80.00	43.20
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	2.50	0.50
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.5000	22.00	209.00
						296.70
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	93.04	4.65
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.5000	6.00	3.00
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	0.8000	0.8000	18.00	14.40
						22.05

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
 Subpresupuesto 001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA

Fecha presupuesto 01/08/2014

Partida 07.04.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60

Rendimiento kg/DIA 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg **5.84**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	9.00	0.29
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	8.00	0.26
0.55						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	5.00	0.25
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.85	4.04
4.29						
Equipos						
0301330008	CIZALLA	und		0.0400	25.00	1.00
1.00						

Partida 07.04.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS

Rendimiento m2/DIA 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m2 **40.15**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	9.00	2.88
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	8.00	2.56
5.44						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	5.00	1.50
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	5.00	1.55
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.5000	7.00	31.50
34.55						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.44	0.16
0.16						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
		Fecha presupuesto						01/08/2014
Partida	07.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS						
Rendimiento	m2/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m2	40.15		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	9.00	2.88	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3200	8.00	2.56	
							5.44	
	Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.3000	5.00	1.50	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.3100	5.00	1.55	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		4.5000	7.00	31.50	
							34.55	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.44	0.16	
							0.16	
Partida	07.05.01	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES CON IMPERMEABILIZANTE						
Rendimiento	m2/DIA	7.0000	EQ.	7.0000	Costo unitario directo por : m2	21.17		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.1429	9.00	10.29	
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.5714	7.00	4.00	
							14.29	
	Materiales							
02070200010001	ARENA FINA		m3		0.0300	70.00	2.10	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0060	2.50	0.02	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1750	22.00	3.85	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.1300	7.00	0.91	
							6.88	
Partida	07.06.01	COLOCACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS						
Rendimiento	glb/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : glb	68.95		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.6000	9.00	14.40	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	1.6000	8.00	12.80	
0101010005	PEON		hh	1.0000	1.6000	7.00	11.20	
							38.40	
	Materiales							
02191300010016	TUBERIA PVC SAL. 6" -UF		m		1.0500	28.00	29.40	
							29.40	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	38.40	1.15	
							1.15	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
Subpresupuesto 001 DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA

Fecha presupuesto 01/08/2014

Partida 07.06.02 COLOCACION DE TAPA METALICA DE 80 X 80 cm

Rendimiento pza/DIA 2.0000 EQ. 2.0000 Costo unitario directo por : pza 301.50

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	9.00	36.00
0101010005	PEON	hh	0.5000	2.0000	7.00	14.00
50.00						
Materiales						
02903200090039	TAPA METALICA DE 80 X 80 Cm	pza		1.0000	250.00	250.00
250.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	50.00	1.50
1.50						

Partida 08.01.01 EXCAVACION DE POZO

Rendimiento m3/DIA 3.5000 EQ. 3.5000 Costo unitario directo por : m3 19.32

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	12.08	2.76
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	7.00	16.00
18.76						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	18.76	0.56
0.56						

Partida 08.01.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento m3/DIA 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : m3 14.70

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.0000	7.00	14.00
14.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.00	0.70
0.70						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS						
Subpresupuesto	001	DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA						
						Fecha presupuesto	01/08/2014	
Partida	08.04.01	COLOCACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS						
Rendimiento	glb/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : glb		68.95	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.6000	9.00	14.40	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	1.6000	8.00	12.80	
0101010005	PEON		hh	1.0000	1.6000	7.00	11.20	
							38.40	
	Materiales							
02191300010016	TUBERIA PVC SAL. 6" -UF		m		1.0500	28.00	29.40	
							29.40	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	38.40	1.15	
							1.15	
Partida	08.04.02	COLOCACION DE TAPA METALICA						
Rendimiento	pza/DIA	2.0000	EQ.	2.0000	Costo unitario directo por : pza		37.03	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	4.0000	9.00	36.00	
							36.00	
	Materiales							
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0470	22.00	1.03	
							1.03	
Partida	09.01	FLETE TERRESTRE						
Rendimiento	glb/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : glb		5,000.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0201010022	FLETE TERRESTRE		glb		1.0000	5,000.00	5,000.00	
							5,000.00	

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0301001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA				
Subpresupuesto	001	INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CEI				
Fecha	01/08/2014					
Lugar	060403	CAJAMARCA - CHOTA - CHADIN				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MAÑO DE OBRA						
0101010002	CAPATAZ	hh	853.4503	12.08	10,309.68	
0101010003	OPERARIO	hh	1,646.8407	9.00	14,821.57	
0101010004	OFICIAL	hh	2,176.1935	8.00	17,409.55	
0101010005	PEON	hh	21,978.7970	7.00	153,851.58	
0101010007	PORTAMIRAS	hh	189.2582	10.00	1,892.58	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	105.0450	15.00	1,575.68	
					199,860.64	
MATERIALES						
0201010022	FLETE TERRESTRE	gib	1.0000	5,000.00	5,000.00	
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	69.1230	5.00	345.62	
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	143.4655	5.00	717.33	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,836.7755	3.85	7,071.59	
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 1/2"	kg	750.4000	5.30	3,977.12	
0204030006	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 de 5/8"	kg	750.4000	5.50	4,127.20	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	73.5782	5.00	367.89	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	48.6719	80.00	3,893.75	
02070200010001	ARENA FINA	m3	3.2280	70.00	225.96	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	325.8974	80.00	26,071.79	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	14.8910	2.50	37.23	
0209010003	MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA DE C° P/ BUZON	und	56.0000	180.00	10,080.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	1,015.6031	22.00	22,343.27	
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol	252.6396	5.00	1,263.20	
02160100040005	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und	202.0000	0.35	70.70	
02190900010002	TAPA DE CONCRETO - TAPA DE REGISTRO	und	55.0000	45.00	2,475.00	
02191300010016	TUBERIA PVC SAL. 6" -UF	m	2,148.8254	28.00	60,167.11	
02191300010017	TUBERIA PVC SAL. 4"	m	385.0000	9.50	3,657.50	
0219160002	CAJA DE CONCRETO	und	55.0000	85.00	4,675.00	
0222120002	LUBRICANTE PARA UF	gal	124.9908	22.00	2,749.80	
02221700010044	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal	7.1789	35.00	251.26	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	1,230.1648	7.00	8,611.15	
0231040002	ESTACAS DE MADERA	p2	63.1599	2.50	157.90	
02310500010007	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	m2	20.2000	28.00	565.60	
0238010005	LIJA	und	312.4770	2.00	624.95	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	211.5330	55.00	11,634.32	
0246140002	ANILLO DE CAUCHO P/DESAGUE 6"	und	374.9724	10.00	3,749.72	
02903200090039	TAPA METALICA DE 80 X 80 Cm	pza	6.0000	250.00	1,500.00	
					186,411.96	
EQUIPOS						
0301000011	TEODOLITO	hm	84.2132	7.00	589.49	
0301000021	MIRAS Y JALONES	hm	25.4723	1.50	38.21	
0301000022	NIVEL TOPOGRAFICO	he	0.2083	4.00	0.83	
0301020006	MOLDE METRALICO PARA BUZON	m2	56.0000	5.00	280.00	
03010400030004	MOTOBOMBA DE 4" (12 HP)	hm	21.6651	18.00	389.97	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1,864.2548	20.00	37,285.10	
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	dia	4.2191	20.00	84.38	
0301160004	CARGADOR RETROEXCAVADORA 62 HP 1yd3	hm	153.1051	130.00	19,903.66	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	10.4850	6.00	62.91	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	83.4944	18.00	1,502.90	
0301320002	HOJAS DE SIERRA	und	32.0318	3.00	96.10	
0301330008	CIZALLA	und	69.9724	25.00	1,749.31	
03014900010001	CORDEL	rlf	2,105.3300	5.00	10,526.65	
					72,509.51	
				Total	S/.	458,782.11

Fórmula Polinómica

Presupuesto **0301001 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA**

Subpresupuesto **00 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS CENTROS POBLADOS SAN JUAN Y LA PALMA DISTRITO DE CHADIN, PROVINCIA DE CHOTA- CAJAMARCA**

Fecha Presupuesto **30/08/2014**

Moneda **NUEVOS SOLES**

Ubicación Geográfica **06040: CAJAMARCA - CHOTA - CHADIN**

$$K = 0.101*(ACr / ACo) + 0.063*(Cr / Co) + 0.316*(Jr / Jo) + 0.276*(Ir / Io) + 0.127*(Mr / Mo) + 0.117*(MAQr / MAQo)$$

Monom	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.101	45.545		05	AGREGADO GRUESO
2	0.101	54.455	AC	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
3	0.063	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
4	0.316	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
5	0.276	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
6	0.127	100.000	M	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
7	0.117	100.000	MAQ	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL

ANEXO 5

PROGRAMACIÓN DE OBRA

BIBLIOGRAFÍA

1. JUÁREZ BADILLO, Mecánica de Suelos – México. 1986
2. CRESPO VILLALAZ, Mecánica de Suelos y Cimentaciones – México. 2004
3. BRAJA M. DAS, Principios de Ingeniería de Cimentaciones – Cuarta Edición
4. BOWLES, JOSEPH E., Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, Edición Bogotá – Colombia. 1980
5. CAPECO, REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
6. CAPECO, Análisis de Costos Unitarios, Edición Lima – Perú. 1995
7. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/ CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE – 2005. Guía Para El Diseño De Tanques Sépticos, Tanques Imhoff Y Lagunas De Estabilización. Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado.
8. SIMÓN AROCHA R., Diseño de Desagüe y Alcantarillado.
9. EDUARDO ARIAS GOVEA, Alcantarillado y Drenaje Pluvial
10. ROJAS MARRUFO EDWIN, Tesis: Estudio Definitivo de Alcantarillado Sanitario del Distrito de Chancay – Provincia de San Marcos.
11. PAJARES DÍAZ MELCHOR, Tesis: Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en el Caserío Yanamarca – Sector Ingapila, Distrito de Llacanora – Cajamarca – Cajamarca.
12. CACHI RAMÍREZ CARLOS ALBERTO, Tesis: Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del Centro Poblado de Tartar Grande, Distrito de Los Baños del Inca – Cajamarca.