



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA
RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA**

Oscar Augusto Guerra Quijada

Asesorado por: Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, noviembre de 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA
RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

OSCAR AUGUSTO GUERRA QUIJADA

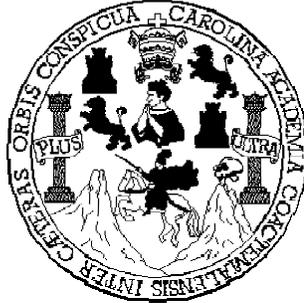
ASESORADO POR: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Chista Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA
RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 18 de febrero de 2008.

Oscar Augusto Guerra Quijada



Guatemala, 13 de noviembre de 2008.
Ref.EPS.D.1032.11.08.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

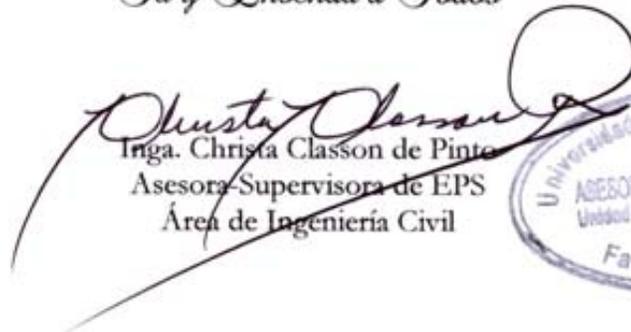
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **OSCAR AUGUSTO GUERRA QUIJADA** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200313263**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍDIGO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**.

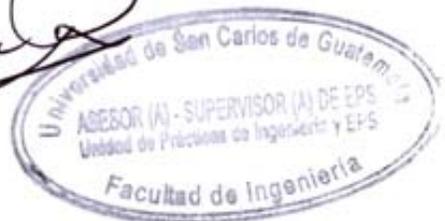
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CCdP/ra



Guatemala, 13 de noviembre de 2008.
Ref.EPS.D.1032.11.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍDIGO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **OSCAR AUGUSTO GUERRA QUIJADA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la **Ingeniera Christa Classon de Pinto**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora -Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



Guatemala,
18 de noviembre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Oscar Augusto Guerra Quijada, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca
Revisor por el Area de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
17 de noviembre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Oscar Augusto Guerra Quijada, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa Classon de Pinto y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Oscar Augusto Guerra Quijada, titulado DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO EL CHOCOLATE, Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS GRANJAS MONTEBELLO 1 Y MONTEBELLO 3, DE LA ALDEA RABANALES, MUNICIPIO DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario, **Oscar Augusto Guerra Quijada**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2008

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

El es la esencia de la inteligencia y de la sabiduría, sin Él todo el conocimiento adquirido sería solo eso, porque el principio de la sabiduría es el temor a Jehová.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Especialmente a la Facultad de Ingeniería y al Ingeniero Sydney Samuels.

MIS PADRES

Por ser los primeros que creyeron en mí y por formar el carácter de Dios en mi vida.

MIS HERMANOS

Julio David jr. Por marcar el parámetro que yo debía alcanzar y superar, a Josh y Anahí, por ser mi motivo a dar un buen ejemplo.

INGENIERA CHRISTA CLASSON DE PINTO

Por mostrarse más que una asesora un apoyo durante el cumplimiento de uno de mis sueños en realidad.

MIS AMIGOS

Especialmente a Luis Eduardo Morán, por haber compartido conmigo esta experiencia.

IGLESIA LA VIÑA EN GUATEMALA

Especialmente a mi Pastor Emilio López, por ser inspiración para mi vida espiritual y humanamente.

MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES

Al Alcalde Marco Tulio Meda, Ing. Carlos Sanchez, Ing. Rudy Osorio y Departamento de Ingeniería.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Por permitirme caminar con paso firme hacia el camino que ha trazado para mí.
MIS PADRES	Julio David Guerra y Lolly de Guerra.
MIS HERMANOS	Julio David Guerra Jr., Josh Guerra y Anahí Guerra, y Marielos de Guerra.
MIS ABUELOS	Oscar Augusto Guerra D.E.P., Chilita Guerra, por el apoyo y por siempre estar al pendiente de mi vida y de mi carrera profesional, Engracita, gracias por tus oraciones, porque sé que este sueño estaba incluido en ellas.
A MIS AMIGOS DE LA UNIVERSIDAD	Luis Monroy, Renato Del Cid Campollo, Manuel Aguilar, Leonel Morales, Carlos Pérez, Paulo Castro y Ligia Del Valle.
A MIS AMIGOS	José Villatoro, Mauricio Yon, Alicia Ruiz, Claudia Ruiz, Susy Padilla, Pablo Emilio, Samuel Fernández e Isabel Cruz, gracias por que en todo tiempo han sido mis amigos.
FAMILIA	Familia Guerra y Familia Quijada.
EN ESPECIAL	Ing. Oscar Augusto Guerra Villeda, Mario y Karla Godoy, Billy y Mauda Quijada, Ing. José Gilberto Quijada y Licda. Marta Margarita Quijada, por ser inspiración para mi vida y el cariño que me brindan.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Fraijanes	1
1.1.1. Descripción del lugar	1
1.1.2. Ubicación	1
1.1.3. Localización	1
1.1.4. Clima	2
1.1.5. Población e Idioma	4
1.1.6. Aspectos económicos y actividades productivas	4
1.1.7. Servicios públicos	4
1.1.8. Ecología	5
1.1.9. Vías de acceso	5
1.1.10. Calidad del los suelos	5

1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares de estudio...	6
1.2.1. Descripción de las necesidades	6
1.2.2. Priorización de las necesidades	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1. Diseño del pavimento rígido para el caserío El Chocolate, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala	7
2.1.1. Descripción del proyecto	7
2.1.2. Levantamiento topográfico	8
2.1.2.1. Altimetría	9
2.1.2.2. Planimetría	9
2.1.3. Toma de muestra de suelo	10
2.1.4. Ensayos de laboratorio	10
2.1.5. Estudio de tránsito	17
2.1.6. Análisis de resultados	19
2.1.7. Elementos estructurales del pavimento	19
2.1.7.1. Sub-rasante	20
2.1.7.2. Sub- base	21
2.1.7.3. Base	22
2.1.7.4. Superficie de rodadura	23
2.1.7.5. Juntas	23
2.1.8. Diseño y dimensiones del espesor del pavimento	26
2.1.8.1. Método y procedimiento de diseño para pavimentos rígidos	26
2.1.8.2. Período de diseño	27

2.1.8.3. Diseño de la base	28
2.1.8.4. Diseño espesor del pavimento	28
2.1.8.5. Diseños mezcla de concreto	30
2.1.9. Presupuesto	32
2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las granjas Montebello 1 y 3, de la aldea Rabanales, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala	33
2.2.1. Descripción del proyecto actual	33
2.2.2. Localización de la fuente de Abastecimiento	33
2.2.3. Aforos.....	34
2.2.4. Estudios de población	35
2.2.5. Levantamiento topográfico.....	37
2.2.5.1. Altimetría	37
2.2.5.2. Planimetría	37
2.2.6. Ensayos de calidad de agua	38
2.2.6.1. Análisis físico-químico sanitario	38
2.2.6.2. Análisis bacteriológico	39
2.2.7. Factores de diseño	40
2.2.7.1. Período de diseño	40
2.2.7.2. Población de diseño	41
2.2.7.3. Caudal de aforo	43
2.2.7.4. Dotación para el sistema	44
2.2.8. Diseño del sistema	45
2.2.8.1. Demanda de agua	45
2.2.8.2. Consumo medio diario	46
2.2.8.3. Consumo máximo diario.....	46

2.2.8.4. Consumo máximo por hora	47
2.2.9. Cálculo Hidráulico	49
2.2.9.1. Línea de impulsión	50
2.2.9.1.1. Verificación del golpe de Ariete	50
2.2.9.1.2. Especificaciones del equipo de bombeo	51
2.2.9.2. Línea de distribución	53
2.2.9.3. Cálculo y diseño de la red del sistema de agua potable	53
2.2.9.4. Volumen del tanque de distribución	54
2.2.9.5. Desinfección	55
2.2.10. Presupuesto del proyecto	57
2.2.11. Programa de operación y mantenimiento	58
2.2.12. Propuesta de Tarifa	63
2.2.13. Evaluación Socio-Económico	63
2.2.13.1. Valor presente neto	64
2.2.13.2. Tasa interna de retorno	64
2.2.14. Evaluación de Impacto Ambiental	64
2.2.14.1. En construcción	66
2.2.14.2. En operación	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa topográfico del municipio de Fraijanes	2
2. Curva granulométrica representado en papel logarítmico	12
3. Elementos estructurales del pavimento	20
4. Tipos de juntas	25
5. Análisis Granulométricos, con tamices y lavado previo	103
6. Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R)	104
7. Ensayo de Compactación (Proctor)	105
8. Ensayo de Límites de Atterberg	106
9. Perfil estratigráfico	107
10. Análisis Físico Químico y Sanitario y Examen Bacteriológico	108
11. Planta perfil general del proyecto	111
12. Planta perfil de estación 0+000 a 0+700	112
13. Planta perfil de estación 0+700 a 1+400	113
14. Planta perfil de estación 1+400 a 2+100	114
15. Planta perfil de estación 2+100 a 2+800	115
16. Planta perfil de estación 2+800 a 3+500	116
17. Planta perfil de estación 3+500 a 4+200	117
18. Planta perfil de estación 4+200 a 4+455.032	118
19. Detalle de pavimento	119
20. Detalle geométrico de sección típica y corrimiento	120
21. Gráfico para determinar la longitud de una	

tubería con cabezales	121
22. Detalle de tubería y cabezales	122
23. Muros cabezales en L para tubería	123
24. Cálculo de tubería	124
25. Planta general de proyecto	125
26. Planta perfil eje principal	126
27. Planta perfil eje principal	127
28. Planta perfil ramal #1	128
29. Planta perfil ramal #1 y ramal #2	129
30. Planta perfil ramal #3	130
31. Tanque de distribución de 75m ³ de concreto reforzado....	131
32. Tanque de distribución de 75m ³ de concreto reforzado....	132
33. Caja rompe presión de 1m ³ de concreto armado	133
34. Caseta de bombeo	134

TABLAS

I. Calidad de sub-rasante	20
II. Presupuesto del proyecto caserío El Chocolate	32
III. Dotaciones rurales	45
IV. Bases de diseño para el sistema de agua potable ...	48
V. Presupuesto del proyecto granjas Montebello 1 y Montebello 3	57
VI. Programación para el mantenimiento preventivo.....	60
VII. Ejemplo hoja de control para tránsito clasificado	73
VIII. Categorías de cargas por eje	74
IX. Tipos de suelo de la sub-rasante y valores aproximados de K	75
X. Valor de K para diseño sobre bases granulares de (PCA)	75
XI. Valor de K para diseño sobre base de suelo cemento (de PCA)	76
XII. TPDC permisible, carga por eje categoría 2, pavimento con juntas con agregados de trabe	76
XIII. Requisitos aproximados de agua para diferentes reventamientos y tamaños máximos nominales de los agregados	77
XIV. Libreta topográfica del proyecto diseño del pavimento rígido para el Caserío El Chocolate	79
XV. Libreta topográfica del proyecto sistema de abastecimiento de agua potable, para las granjas Montebello 1 y Montebello 3,	

aldea Rabanales	87
XVI. Diseño hidráulico, aldea Montebello 1 y Montebello 3	95

LISTA DE SÍMBOLOS

INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INE	Instituto Nacional de Estadística
Lt./hab/día	Litros por habitante por día
M ³ /seg	Metros cúbicos por segundo
mm/hora	Milímetros por hora
M ²	Metros por segundo
Lt./seg	Litros por segundo
Hab.	Habitantes
m/seg	Metros por segundo
PVC	Cloruro de polivinilo rígido
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.
m.c.a	Metros columna de agua

P.S.I	Libras por pulgada cuadrada
Pulg.	Pulgadas
Kg/cm ²	Kilogramos por centímetro cuadrado
C	Coefficiente de Hazen- Williams
Hf	Pérdida de carga
As	Área de acero
F'c	Resistencia del concreto
TPDC	Tránsito promedio diario de camiones
PCA	Asociación de Cemento Pórtland
TPD	Tránsito promedio diario
LL	Límite líquido
LP	Límite plástico
LC	Límite de contracción
CBR	Valor relativo del soporte del suelo
Hi	Altura de instrumento

P/U

Presión unitario

Est.

Estación

P.o

Punto observado

GLOSARIO

Aforo	Medición del rendimiento de una fuente de agua.
Agua	Compuesto de hidrógeno y oxígeno. En la naturaleza no puede hallarse libre de sustancias en suspensión o solución.
Agua potable	Aquella que por sus características es adecuada para el consumo humano; es decir, agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Base	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la sub-base
Bacterias	Microorganismos sencillos reproducibles por división.
Captación	Estructura que sirve para la toma adecuada del agua de una fuente.
Carga dinámica	Presión ejercida por el agua circulante en un punto determinado del acueducto. O sea, la suma de cargas de velocidad ($V^2/2g$) y de presión.

Carga estática	Diferencia de alturas entre la superficie de una fuente de abastecimiento y un punto determinado de acueducto no más allá de su descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m.c.a), llamada también presión estática.
Carga	Esfuerzo aplicado a un elemento, por un cuerpo.
Caudal	Volumen de agua que corre en un tiempo determinado.
Caudal medio diario	Promedio de los consumos diarios observados en el periodo de un año.
Caudal máximo diario	Es el mayor caudal de agua consumido por la población en un día durante el transcurso del año.
Caudal máximo horario	Llamado también caudal de distribución, es el que se utiliza para diseñar la red de distribución.
Clima	Condiciones meteorológicas consideradas durante el tiempo muy prolongados.
Coloración	Aplicación de cloro con fines de densificación.
Consumo	Volumen de agua que esta en función de una serie de factores inherentes a la localidad que se abastece y que varía de una ciudad a otra, así como podría

variar de un sector de distribución a otro, en una misma calidad.

Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Cota de terreno mas la altura de la presión del agua.
Cuneta	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o camino construido entre los extremos de los hombros y el pie de los taludes. Su sección transversal es variable, siendo comúnmente de forma triangular, trapezoidal y cuadrada.
Densidad de vivienda	Número de viviendas por unidad de superficie.
Dotación	Asignación de agua a un usuario, se expresa en lt/hab./dia.
Drenajes	Controlan las condiciones de flujo de agua en terracería y mejoran las condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos.
Límite líquido	Es el que está entre el estado líquido de un suelo y su estado plástico.
Límite plástico	En un suelo, es el contenido de agua que tiene el límite inferior de su estado plástico.

Proctor	Se crea para determinar la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Subrasante	Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y se extiende a una profundidad en la que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto y que una vez compactada y afinada, tiene las secciones y pendientes especificadas en el diseño.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad la planificación del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) para el cual, según el resultado del diagnóstico efectuado en el municipio de Fraijanes, se tomaron como prioridad los siguientes proyectos de infraestructura; la pavimentación de vías de acceso y el abastecimiento de agua potable.

En el primer capítulo se desarrolla la fase de investigación, que constituye la monografía del lugar así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura.

En el segundo capítulo se desarrolla la fase de servicio técnico profesional, como la pavimentación de una vía de acceso con una longitud de 4.5 kilómetros, que va desde el caserío El Chocolate hasta el municipio de Fraijanes; para dicho diseño se realizó un estudio de topografía y se tomaron muestras de suelo del lugar para su respectivo ensayo de laboratorio, para luego determinar sus características. Para el diseño del pavimento rígido se establecieron los principales factores que intervienen en el dimensionamiento de losas de concreto y la descripción del método simplificado de la PCA.

En la aldea Rabanales en el caserío Montebello 1 y Montebello 3 se realizó el sistema de abastecimiento de agua potable, donde procedió a realizar levantamiento topográfico, para su respectivo diseño hidráulico, tomando criterios como dotación, población futura, factores de consumo, caudales, presiones y velocidades. Se detalla el cálculo de la potencia de la bomba, así

como el diseño de un tanque de distribución. De igual forma, se muestra el procedimiento que hay que seguir para la operación y mantenimiento, desarrollando una propuesta de tarifa por consumo.

OBJETIVOS

GENERAL:

Diseñar el pavimento del tramo carretero que va desde el caserío El Chocolate hasta el municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala; para que los habitantes de la zona posean una vía de acceso en buenas condiciones que les permita la integración social y productiva de la región a la cabecera municipal y a la capital y diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable y un tanque de almacenamiento capaz de cubrir la demanda del vital líquido (agua), para la comunidad de Montebello 1 y Montebello 3, aldea Rabanales, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala.

ESPECÍFICOS:

1. Realizar una investigación de tipo monográfico y diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura, del municipio de Fraijanes.
2. Capacitar y hacer una pequeña inducción del funcionamiento y mantenimiento de ambos proyectos a ejecutar y el papel importante que ellos ocupan en el cuidado, para un mejor funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

Como en todo proceso de transformación, encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de determinada región, se tiene por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos, entre los proyectos que contribuyen a realizar dichos cambios están el del caserío El Chocolate y granjas Montebello 1 y 3.

En cuanto al diseño del pavimento rígido se considera que es de suma importancia mejorar el acceso para el municipio de Fraijanes pasando por el caserío El Chocolate, debido al mal estado del camino, consecuencia de los estragos causados por las fuertes precipitaciones, dificultando el acceso vehicular y peatonal, y también la extracción de productos de exportación, lo cual lo hace importante porque sería otro ingreso con el cual contaría el municipio de Fraijanes. Con esto se garantiza el acceso a los servicios, mediante una mejor infraestructura.

Los servicios básicos como el agua potable son primordiales para la salud y la existencia del ser humano. Por ello, es necesario contar en cada lugar de Guatemala con recursos que faciliten nuestra existencia y promuevan el desarrollo del país.

Por un planteamiento que la comunidad de Montebello del municipio de Fraijanes hizo a las autoridades ediles, se procede a la solicitud del apoyo necesario para la planificación y el diseño de un proyecto que dé una solución

al problema de la falta de agua. Se consideró que es de suma importancia para la subsistencia humana ejecutar este proyecto, ya que actualmente se distribuye el agua mediante cisternas que la municipalidad regala, pero estas lo hacen periódicamente, para solucionar este problema, se deberá poner especial énfasis en la satisfacción de esta necesidad que es elemental, ejecutando trabajos necesarios relacionados a dicho proyecto.

Por lo tanto, el presente trabajo de graduación propone actividades de beneficio para la problemática en cada uno de los proyectos así como un plan de trabajo a efectuar.

Para este trabajo se realizaron actividades como investigación, ensayos y estudios de laboratorio, trabajo de campo y de gabinete. En el primer capítulo se presenta la investigación monográfica del municipio de Fraijanes. En el segundo capítulo se presenta el trabajo técnico-profesional que incluye el diseño de cada proyecto, y por último, se incluyen las conclusiones y recomendaciones para la realización del proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Fraijanes.

1.1.1. Descripción del Lugar

FRAIJANES. Municipio del departamento de Guatemala. Municipalidad de 3ª. Categoría. Área aproximada, según estimación del IGN (Instituto Nacional Geográfico) es de 91 km². Nombre geográfico oficial: Fraijanes.

1.1.2. Ubicación

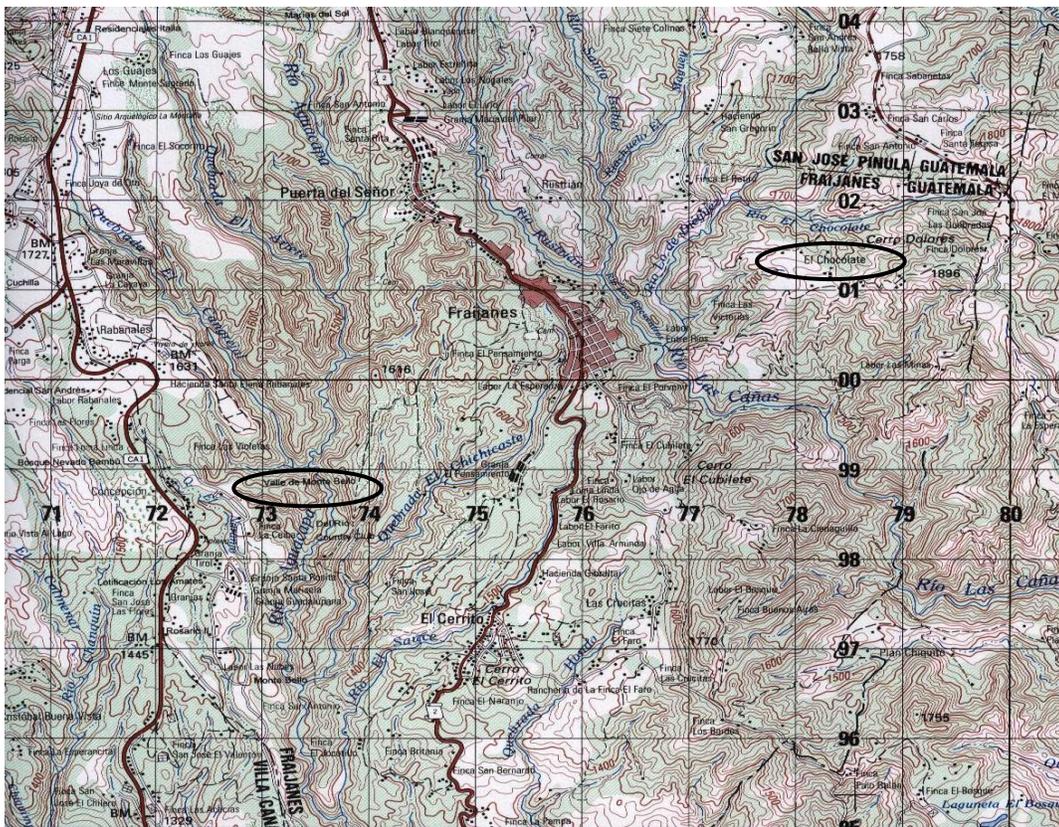
Colinda al norte con Santa Catarina Pínula (Gua.); al este con San José Pínula (Gua.), Barberena y Santa Cruz Naranjo. (S. R.); al sur con Santa Cruz Naranjo, Barberena (S. R.) y Villa Canales (Gua.); al oeste con Villa Canales y Santa Catarina Pínula (Gua.). La cabecera está ubicada al oeste de los ríos Rustrían y Las Cañas. La escuela se encuentra a 1,630 mts. SNM, lat. 14°27'45", long. 90°26'25".

1.1.3. Localización

El municipio de Fraijanes se encuentra situado en la parte sur del departamento de Guatemala, en la región metropolitana, a una distancia de 28 km. de la ciudad capital y 9 de la carretera interamericana CA-1 que conduce de la ciudad de Guatemala hacia El Salvador; se encuentra a una altura de 1,630 m.s.n.m. con una latitud de 14° 27'45" y una longitud de 90°26'25".

El Caserío Valle San Arturo dista 18.5 km. de la ciudad capital y 10 de la Cabecera Municipal de Fraijanes, a una altura de 1,830 m.s.n.m., con latitud de 14°30'41" y longitud de 90°27'22".

Figura 1: Mapa topográfico del municipio de Fraijanes. Ubicando el caserío El Chocolate y granjas Montebello.



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) Hoja Cartográfica municipio de Jocotán, escala 1:50,000.

1.1.4. Clima

El clima está entre los 15 a 21 grados centígrados (°C), todo el año

El municipio de Fraijanes según el sistema Thorthwaite, en la parte norte tiene un clima Templado y en la parte baja de sur tiene un clima semicálido.

Según el INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorológica e Hidrológica), en su clasificación climática le asigna a municipio de Fraijanes la siguiente clasificación, en la parte Norte es B'₂ b'Br y en la parte baja Sur B' a' Br.

A continuación, se describen las referencias climatológicas según el Sistema Thornthwaite:

JERARQUIAS DE TEMPERATURA

ÍNDICE I'	SÍMBOLO	CARÁCTER DEL CLIMA
128 o mayor	A'	Cálido
101 a 127	B'	Semicálido
80 a 100	B'₂	Templado
64 a 79	B' ₃	Semifrío

TIPO DE VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA

%	SÍMBOLO	CARÁCTER DEL CLIMA
25 a 34	a'	Sin estación fría bien definida
35 a 49	b'	Con invierno benigno

JERARQUIAS DE HUMEDAD

ÍNDICE	SÍMBOLO	CARÁCTER DEL CLIMA	VEGETACIÓN NATURAL
128 o mayor	A	Muy Húmedo	Selva
64 a 127	B	Húmedo	Bosque
32 a 63	C	Semiseco	Pastizal
16 a 31	D	Seco	Estep

TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE LA LLUVIA

i estacional	SÍMBOLO	CARÁCTER DEL CLIMA
Todos >	4	Sin estación Seca bien definida
i < 4	i	Con invierno seco

Fraijanes es un lugar propicio para el cultivo de café, con altitudes que varían desde 1,400 a 1,900 metros sobre el nivel del mar, y con precipitaciones de 1,500 milímetros anuales.

1.1.5. Población e Idioma

Según el último censo efectuado, el municipio de Fraijanes cuenta con 36,000 habitantes, de los cuales el 52% son hombres y el 48% mujeres. Con el 63% en el área urbana y 37% en el área rural.

1.1.6. Aspectos económicos y actividades productivas

El sector más importante desde el punto de vista económico es la agricultura, siendo el café la mayor producción.

1.1.7. Servicios públicos

Corresponde con exclusividad a la corporación municipal la deliberación y decisión del gobierno y la administración del patrimonio e intereses del municipio. Cuenta con energía eléctrica en un 65% de su totalidad; agua potable, 70%; drenajes, 45% y calles en buen estado en un 50%. Cuenta con mercado municipal, puesto de salud en cada aldea, clínica del IGSS, Policía Nacional Civil, correo, servicios telefónicos, cementerio general y cementerio en cada aldea. También tiene escuela de párvulos y primaria en todas las aldeas,

mientras que, en la cabecera municipal, cuenta con institutos de educación básica, biblioteca municipal, colegios privados y academia de mecanografía, además de los centros educativos de preprimaria y primaria.

Entre los centros de recreación familiar, cuenta con canchas polideportivas, gimnasio municipal y el parque central.

Las carreteras de terracería que unen las aldeas y caseríos del municipio se mantienen transitables en verano; en época de lluvia se vuelve más difícil el tránsito debido a problemas causados por las aguas pluviales, aunque se les da mantenimiento por parte de la municipalidad.

1.1.8. Ecología

Dentro de la flora se encuentran las siguientes especies: cedro, chicharro, aliso, pino, ciprés.

1.1.9. Vías de acceso

Para acceder a la cabecera municipal de Fraijanes, puede tomarse el entronque de la RN 02 ubicado en el kilómetro 18 de la ruta CA-01-OR, o bien la ruta departamental RD GUA-13 para luego tomar el camino de terracería denominado CPR-GUA 22.

1.1.10. Calidad de los suelos

El suelo es arcilloso del color café oscuro y presenta un contenido mínimo de materia orgánica. El suelo es suave cuando está húmedo, y macizo cuando está seco; además es apto para la agricultura

1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares de estudios

1.2.1. Descripción de las necesidades

El municipio de Fraijanes, requieren que le sean satisfechas necesidades de diversa índole, principalmente en el área rural. Para este caso en particular, se mencionarán las necesidades de infraestructura y servicios básicos.

La obra vial ayudaría a tener otra vía de acceso para el municipio, es muy importante por cualquier situación meteorológica, social, etc. Por lo que por estas quedaría incomunicado el municipio. Ayudaría al sector agrícola, ya que se encuentra muchos productos de exportación y de mucha calidad.

Se requiere la introducción de un servicio adecuado de agua potable que le proporcione agua adecuada para consumo diario, además de ser distribuida en cantidades adecuadas para dar cobertura a los habitantes beneficiados con el proyecto.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Tomando en cuenta que el brindar infraestructura que pueda proporcionar agua adecuada para el consumo humano, así como también obras viales para una mejor comunicación, son de principal importancia para el desarrollo de las comunidades, se hace fácil detectar la prioridad que tiene el diseño de una obra vial, así como un diseño adecuado del sistema de agua potable.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del pavimento rígido para el caserío El Chocolate, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala

2.1.1. Descripción del proyecto

Desde el principio de la existencia del ser humano se ha observado su necesidad por comunicarse, por lo cual fue desarrollando diversos métodos para la construcción de caminos, desde los caminos a base de piedra y aglomerante hasta nuestra época con métodos perfeccionados basándose en la experiencia que conducen a grandes autopistas de pavimento flexible o rígido.

Es por esto, que el trabajo de graduación desarrollará el tema sobre uno de estos métodos, el cual se refiere al trazo y construcción de una carpeta a base de un pavimento rígido, este describirá las definiciones de carretera y todas aquellas necesarias para su comprensión, sus características y método de construcción, así como todas aquellas especificaciones necesarias para poder cumplir con los requisitos, también se describirán las consideraciones físicas, geográficas, económicas y sociales que intervienen en el diseño y construcción, los cuales varían dadas las características del lugar, suelo y condiciones climatológicas.

Comprende la evaluación del estado físico y funcional de la carretera, con el único objetivo de determinar las condiciones actuales y cómo funcionará

para la comunidad dicho proyecto. Cuando se hallan realizado las inspecciones bien detalladas y realizado el levantamiento topográfico, se realizara el diseño para un mejor funcionamiento y una mejor comunicación entre el caserío y el municipio, siempre teniendo en cuenta que el proyecto sea factible. Se presentará el estudio y el diseño, luego se hará una evaluación y propuesta de los bancos de materiales locales y tipo de suelo existente, con sus ventajas y desventajas para el uso del proyecto.

Para el pavimento se realizan los siguientes pasos:

- a) Remoción y extracción de la capa de grava y arena que esta actualmente en el tramo de carretera.
- b) Relleno y compactación del área con material selecto, utilizando maquinaria para la compactación, llevando la rasante según el nivel de diseño.
- c) Fundición de una capa de concreto de espesor de 0.15 metros, con capacidad de 4000 PSI, para tráfico vehicular, de 3.5*3.5 metros y con juntas de dilatación de 0.01 metros.
- d) Realización de banquetas y cunetas para la captación del agua pluvial.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Es importante, para realización del levantamiento topográfico se haga un reconocimiento preliminar del lugar con personas que conozcan el camino que se va a trabajar; recolectar datos como, nombre de lugares intermedios, cruces de importancia, localización de zonas bajas o inundables.

Una vez hecho esto se procederá a hacer un reconocimiento directo del camino para determinar en general características: Geológicas, Hidrológicas y Topográficas

Con estas se verá el tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y características generales, ubicación de bancos de material y agregados, existencia de escurrimientos superficiales o subterráneos que afloran a la superficie y que afecten el camino, tipo de vegetación y densidad, así como pendientes aproximadas y ruta a seguir en el terreno.

Este reconocimiento requiere del tiempo que sea necesario para conocer las características del terreno donde se construirá el camino, y para llevarlo a cabo se utilizan instrumentos sencillos de medición como brújulas para determinar rumbos, odómetro de vehículos y otros instrumentos sencillos.

A través del reconocimiento se determinan puertos topográficos que son puntos obligados de acuerdo a la topografía y puertos determinados por lugares obligados de paso, ya sea por beneficio social, político o de producción de bienes y servicios.

2.1.2.1. Altimetría

La altimetría sirve para obtener los datos de nivelación al determinar la sección vertical del terreno, la determinación del perfil de la línea del eje principal y conocer pendientes de la sub-rasante para proceder al diseño de la pavimentación, empleando el método taquimétrico.

2.1.2.2. Planimetría

La planimetría se realizó para obtener una representación gráfica en planta del terreno, localizando así la línea central, secciones transversales y ubicar los servicios existentes en la vía a pavimentar. El método empleado fue

el de conservación del azimut, para la orientación de estación a estación se utilizó el sistema de vuelta de campana.

2.1.3. Toma de muestra de suelo

El muestreo de suelo se lleva a cabo en el lugar donde se realizará el tramo de carretera, la muestra tendrá las siguientes características; 0.90 x 0.90 x espesor de base. Si el suelo tiene uniformidad se realizará una muestra representativa.

2.1.4. Ensayos de laboratorio

La muestra representativa se analiza en un laboratorio que cumpla con las especificaciones, con el objetivo básico de conocer sus características y observar si cumple con los requisitos de base. Los estudios que se realizan, a la muestra de suelo:

a) Granulometría

El análisis granulométrico permite determinar la cantidad respectiva de los diferentes elementos (grava, arenas, limos, arcillas), que constituyen la materia prima.

Para el ensayo de Granulometría se realizan los siguientes pasos:

Paso 1: Se toman siete kilogramos de muestra, se somete a una temperatura constante de 110 grados centígrados durante 24 horas, para eliminar la humedad.

Paso 2: La muestra libre de humedad, se pesa y se obtiene el peso bruto seco (PBS). Se sumerge la muestra en agua durante 24 horas, calculando que este tiempo este completamente saturada.

Paso 3: Se lava el material pasándolo por un tamiz No. 200, hasta que el agua salga clara. Todo el material con diámetro mayor al tamiz No.200, se introduce al horno hasta que este seco o tenga un peso constante.

Paso 4: Se pasa por el juego de tamices, que son: 1 ½", ¾". No 4, No10, No40, No80, y No200.

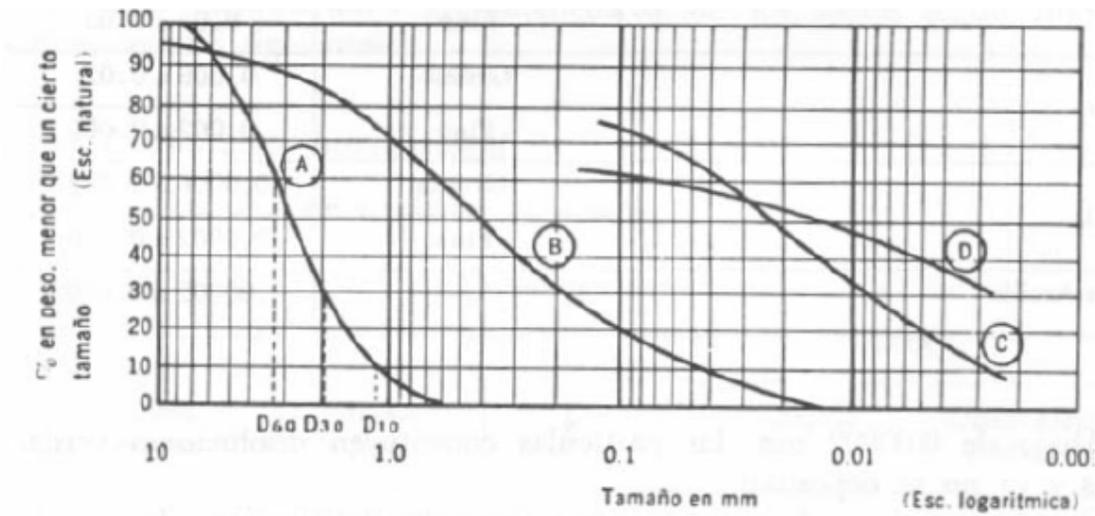
Paso 5: Lo que pasa por el tamiz No 200 se debe desechar, entonces se procede a calcular los porcentajes que pasa los tamices en forma acumulada. El porcentaje de finos es igual a lo que pasó por el tamiz No.200.

Paso 6: El porcentaje de arenas es igual al porcentaje que pasa la malla No.10 menos el porcentaje que pasa la malla No.200.

Paso 7: El porcentaje de grava es igual al 100 % menos el porcentaje que pasa la malla No.10

Con los datos que se obtienen del estudio se realiza la gráfica de curva granulométrica en papel semilogaritmico; en las ordenadas con escalas aritméticas, se anotan los porcentajes de material que pasan por las distintas mallas, y en las abscisas con escala logarítmica, se anotan las aberturas de las mallas, las cuales hipotéticamente corresponden al diámetro de las partículas.

Figura 2: Curva granulométrica representado en papel logarítmico.



Fuente: Juárez Badillo. Mecánica de suelos. Tomo 1. Página 100.

Con la curva obtenida, se calculan los siguientes coeficientes:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Donde:

Cu= Coeficiente de uniformidad

D60= Tamaño correspondiente al 60%, obtenido de la curva.

D10= Tamaño correspondiente al 10 %, obtenido de la curva.

El coeficiente de uniformidad indica la variaciones del tamaño de los grano. Un valor grande de este coeficiente, indica que los diámetros D 10 y D 60 difieren bastante. Sin embargo, no indica que haya un vacío de graduación entre ellos.

$$Cc = \frac{(D_{60})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Donde:

Cc= Coeficiente de graduación

D60= Tamaño correspondiente al 60 %, obtenido de la curva

El coeficiente de graduación, indica una medida de la forma de la curva entre D60 y D10. Valores de Cg muy diferentes de uno, indican que falta una serie de diámetros entre D10 y D60.

b) Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg también llamados límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Los estados en los que el suelo se puede encontrar, en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido.

El contenido de agua con que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro y en mecánica de suelos interesa fundamentalmente conocer el rango de humedades, para el cual el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse (plasticidad), es decir, la propiedad que presenta los suelos hasta cierto límite sin romperse. Los límites de Atterberg son propiedades índices de los suelos, con que se definen la plasticidad y se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo.

Se utiliza una muestra aproximadamente de 3.00 kilogramos de material, y se ponen durante 24 horas en saturación. Este lavado es para que todas las partículas finas que están adheridas a las grandes, se desprendan de ellas. Después de 24 horas de saturación, se lava el material, se pasa por el tamiz No 40. Lo que pasa por el tamiz No 4. Se deja sedimentar, se elimina el agua

cuidadosamente, hasta que quede una pasta, con la cual se calcularan los límites.

El límite líquido es el porcentaje de humedad de una muestra, colocada en la copa de Casagrande, la cual después de hacerse pasar el ranurador al centro, debe cerrarse la ranura aproximadamente con 25 golpes. Si el número de golpes es diferente de veinticinco, el límite líquido se calcula con la siguiente fórmula:

$$L.L = \% H (N/25)^{0.121}$$

Donde:

L.L= Límite Líquido

%H= porcentaje de humedad

N= Número de golpes

El límite plástico se calcula rodando una muestra de forma cilíndrica de dos centímetros de diámetro sobre una superficie lisa (vidrio) hasta que alcance un diámetro aproximado de 3 milímetros. La muestra se continua amasando y rodando hasta que empiece a agrietarse. El límite plástico es el contenido de humedad expresado en % de su peso secado al horno que tiene el material en el momento que empieza a agrietarse.

El índice de plasticidad (I.P) es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:

$$I.P. = L.L - L.P.$$

Este representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la calidad y el tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad

depende, generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo. Según Atterberg, la plasticidad de los suelos se clasifica de la siguiente forma:

I.P.= 0 = suelo no plástico

I.P.= entre 0 y 7 = es un suelo que tiene baja plasticidad.

I.P.= entre 7 y 17 = es un suelo de mediana plasticidad.

I.P.= mayor de 17, es un suelo altamente plástico.

Un suelo que se utiliza como base de pavimento, debe tener un I.P. menor de 6, siendo el máximo permitido de 9.

- El límite líquido indica el límite entre el estado plástico y el estado líquido.
- El límite plástico indica el límite entre el estado semisólido y el estado plástico

c) Ensayo de compactación o Proctor modificado

Consiste en compactar una muestra de material, en un cilindro con un volumen de 1/30 de pie cúbico. Se compacta por capas (5 en total), a cada una se le aplican 25 golpes, con un martillo de 10 libras de peso y 18" de caída. La muestra resultante se pesa, obteniéndose el peso unitario húmedo de la siguiente forma.

$$\text{PUH} = \frac{\text{PNH}}{\text{Vol.}}$$

Donde:

PUH= peso unitario húmedo en lb/pie³

PNH= peso neto húmedo en lb

Vol.= volumen del cilindro en pie³

Luego se calcula el porcentaje de humedad:

$$\%H = \frac{\text{PNH} - \text{PNS}}{\text{PNS}} \times 100$$

Donde:

PNS= peso neto seco

PNH= peso neto húmedo

%H= porcentaje de humedad

$$\%H = \frac{\text{PUH}}{100 + \%H} \times 100$$

Donde:

PUS= peso unitario seco

PUH= peso unitario húmedo

%H= porcentaje de humedad

El ensayo se repite con muestras que tengan diferentes humedades, hasta encontrar la densidad máxima. La humedad que contenga, la muestra con la densidad máxima, es la humedad óptima.

d) Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R)

Con la humedad óptima, encontradas en el ensayo de compactación, se compacta una muestra de material en 5 capas, con un martillo de 10 libras de peso y 18 pulgadas de caída, en un cilindro con un volumen de 0.075 pie³. Se compacta el material a diferentes energías, es decir, variando la cantidad de

golpes. Lo común es hacerlo en tres cilindros, uno con 10 golpes, 30 golpes y otro con 65 golpes.

El motivo de variar la energía de compactación es para obtener diferentes porcentajes de compactación, los que también se pueden dar en campo, para compactarlos con su correspondiente valor soporte.

Luego de compactado el material en los cilindros, se sumergen estos en agua durante 72 horas, tomando lecturas cada 24 horas, para obtener los diferentes hinchamientos. Después de las 72 horas, se somete el material a una carga ocasionada por un pistón de área igual a 3 pulgadas cuadradas, se calculan los esfuerzos de correspondiente a 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración.

El C.B.R. se expresa con un porcentaje del esfuerzo necesario para hacer penetrar el pistón hasta 0.1 y 0.2 pulgadas en un material patrón (piedra triturada). El esfuerzo patrón es:

1000 lb/plg² para 0.1 pulgadas de penetración.

1500 lb/plg² para 0.2 pulgadas de penetración.

1900 lb/plg² para 0.3 pulgadas de penetración.

Los valores de C.B.R. para las diferentes capas que conforman un pavimento se, encuentran en Anexo 4 y Figura 2.

2.1.5. Estudios de tránsito

Este valor es determinado por conteos periódicos del tránsito. Del total de vehículos que pasan por la vía (TPD) se determina el tránsito de camiones (TPDC), que será el parámetro a manejar en las tablas de diseño. El tránsito

servirá para dos propósitos principales, catalogar la vía y localizar el número de vehículos tipo pesado en las tablas de diseño.

El número y los pesos de carga por eje pesados durante la vida de diseño, son las variables en el diseño del pavimento de concreto, derivadas de las estimaciones siguientes:

TPD: es el tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos.

TPDC: es el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

En el procedimiento de diseño es necesario el TPDC, que puede ser expresado como un porcentaje de TPD.

El tránsito futuro tiene considerable influencia en el diseño, por lo que la razón de crecimiento es afectada por factores como el tránsito desarrollado. Todos estos factores pueden causar razones de crecimiento anual del 2 al 6 %, que corresponden a factores de proyección del tránsito a 20 años de 1.2 a 1.8.

Para otros períodos de diseño, las estimaciones del tránsito TPDC se multiplican por un factor apropiado para tener un valor ajustado para usar las tablas. Por ejemplo, si se decide utilizar un período de diseño de 30 años en lugar de 20, la estimación del valor del TPDC permisible es multiplicada por 30/20.

El uso de razones altas de crecimiento para calles residenciales no es aplicable, ya que estas calles llevan poco tránsito, generalmente originado en

ellas mismas o el que es ocasionado por vehículos de reparto, por lo que las tasas de crecimiento podrían estar debajo del 2% por año (factor de proyección de 1.1 a 1.3). Ver ejemplo tabla de estudio de volúmenes, horarios de tránsito clasificado en el Anexo 1.

2.1.6. Análisis de resultado

Los resultados que se obtienen de los ensayos realizados a la muestra de suelos representativa, los describe las graficas, se observan en el Anexo 4. De estos resultados dependen los espesores de las diferentes capas que conforman el pavimento.

El análisis final de la muestra es:

Clasificación S.C.U: MH

Clasificación P.R.A: A-7-6

Descripción del suelo: Arcilla limo arenosa color café

L.L: 45.7 %

I.P: 4.9 %

Peso unitario seco máximo: 90.9 lb/pie³

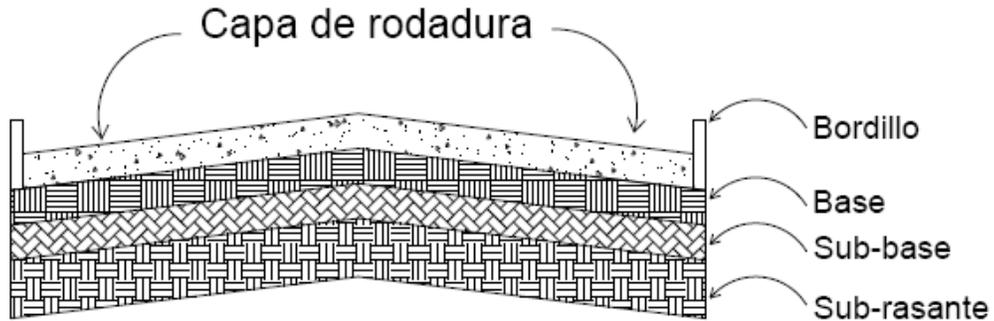
Humedad óptima: 26.5%

C.B.R: 39.6 % al 98.4% de compactación

2.1.7. Elementos estructurales del pavimento

El pavimento es una estructura que transmite las cargas concentradas en las ruedas de los vehículos al suelo de función, sin que este falle. Un pavimento debe dar comodidad, con una superficie lisa no resbaladiza y resistente a los efectos climáticos como el sol, la lluvia y el hielo.

Figura 3: Elementos estructurales del pavimento.



Las partes que componen un pavimento son las siguientes:

2.1.7.1. Sub-rasante

Es el suelo natural donde se construirá el pavimento. Puede estar formado por un suelo natural mejorado o una sustitución de este. El tipo de suelo que conforma la subrasante, depende de las características que tenga, las cuales se obtienen a través de los ensayos de laboratorio. Los espesores de las diferentes capas del pavimento, dependen de la capacidad soporte de la subrasante, la cual se clasifica en los siguientes rangos:

Tabla I. Calidad de sub-rasante.

C.B.R	Calidad de la subrasante
0% - 3%	Muy mala
3% - 5%	Mala
5% - 20%	Regular o buena
20% - 30%	Excelente

Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Página 113.

Comúnmente los suelos de mala calidad, son los que tienen materia orgánica y arcilla en exceso. Para evitar los efectos nocivos de este tipo de suelos, la mejor alternativa es sustituirlos.

Las subrasante, debe compactarse hasta obtener como mínimo el 95% de compactación, con respecto a la densidad máxima obtenida en laboratorio.

2.1.7.2. Sub-base

Es la capa que se coloca sobre la subrasante. Se usa solamente en pavimentos flexibles. Su espesor varía entre 10 y 70 centímetros, dependiendo del método de diseño utilizado, las principales funciones de la sub-base son:

- Distribuir uniformemente a la subrasante, las cargas provenientes de la capa superior.
- Sirve de capa de drenaje al pavimento, por lo que generalmente se hace de material granular.
- Controla los cambios de volumen de la subrasante, evitando así el daño al pavimento.

El material sub-base debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Desde tener un C.B.R. de 20 (A.A.S.H.T.O. T193-63) a una compactación mínima de 95%.
- Debe tener un límite líquido no mayor de 25% y un índice de plasticidad no mayor de 6.

- El equivalente de arena debe ser mayor de 25.
- Debe estar libre de materia orgánica, arcilla, basura y todo material perjudicial.

2.1.7.3. Base

Es la capa, que transmite las cargas provenientes de la superficie de rodadura, hacia las capas inferiores. Generalmente esta formada por materiales granulares como piedra triturada, arena, grava o suelo estabilizado. Su espesor varía entre 10 y 30 centímetros.

Evita el ascenso de un suelo fino a la superficie por las juntas, ayuda evitar los cambios de volumen de las capas inferiores antes descritas.

Las especificaciones con las que debe cumplir un material son:

- Debe tener un C.B.R. de 90% (A.A.S.H.T.O T193-63) a una compactación del 95%.
- El agregado retenido en la malla No.4 no debe tener un desgaste mayor de 50% a 500 revoluciones en la prueba de Los Angeles.
- Debe tener un límite líquido menor de 25 y un índice de plasticidad menor de 6.
- El equivalente de arena debe ser mayor de 40.

La función de la base, en los pavimentos de concreto, en su orden de prioridad son:

- Prevenir el bombeo
- Ayudar a controlar los cambios de volumen (hinchamiento y encogimiento) en suelos susceptibles a sufrir dichos cambios.
- Proporcionar una superficie uniforme para el soporte de las losas.
- Aumentar la capacidad estructural del pavimento.

2.1.7.4. Superficie de rodadura

Es la capa que se coloca sobre la base, el material consiste en una mezcla bituminosa si es un pavimento flexible, una losa de concreto si es un pavimento rígido o adoquinamiento.

2.1.7.5. Juntas

Las juntas, tienen por objeto controlar los esfuerzos del concreto, debido a su expansión y contracción, además de no permitir la formación de grietas irregulares en la losa de concreto.

Las juntas más comunes en un pavimento rígido son:

- **Juntas longitudinales**

Controlan el agrietamiento longitudinal. La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12.5 pies (3.81 metros), es la que determina el ancho de carril.

Lo común en nuestro medio, es construir la superficie de rodadura carril por carril, cuando se trata de pavimento rígido, por lo que las juntas longitudinales se vuelven juntas de construcción del tipo dovelas. Pueden llevar barras de anclaje cuando no existe confinamiento lateral.

- **Juntas transversales**

También son llamadas juntas de contracción, ya que controlan el agrietamiento transversal por contracción del concreto.

La profundidad de la ranura debe ser igual a un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima de las juntas transversales es de 15 pies (4.57 metros). La colocación de barras de trasferencias depende de las características de la subrasante y del tipo de tránsito esperado para el pavimento.

- **Juntas de expansión**

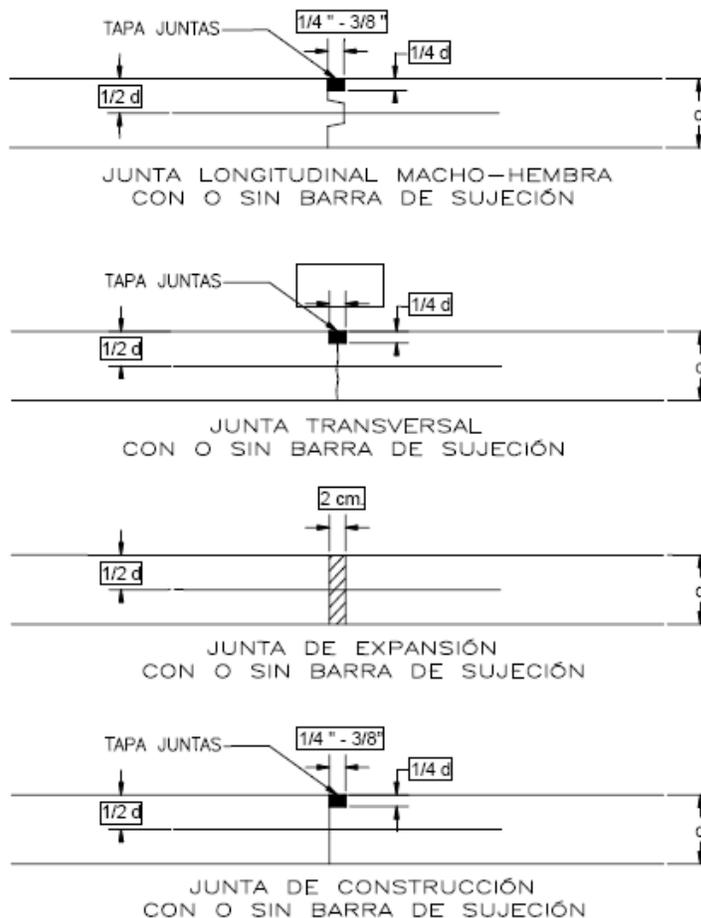
Se construyen para disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Se colocan obligadamente frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

Su construcción consiste en dejar una separación de 2 centímetros en todo el espesor de la losa, la cual se rellena con un sello impermeable y compresible.

- **Juntas de construcción**

Se construyen cuando hay una interrupción mayor de 30 minutos en la colocación del concreto. Son del tipo de trabajo, es decir lleva barras de acero o material adecuado, para formar tabiques, de modo que se forme una cara vertical con una traba apropiada.

Figura 4: Tipos de Juntas



2.1.8. Diseño y dimensiones del espesor del pavimento

Existen varios tipos de pavimento. Para escoger la mejor solución se consideraron los aspectos siguientes:

- Costo de cada uno de los posibles pavimentos.
- Tipos de tránsito que pasara sobre el pavimento.
- Accesibilidad de los materiales a usar en la construcción del pavimento.

Esta última, es la que influyó en mayor grado, para decidir por un pavimento rígido.

2.1.8.1. Método y procedimientos de diseño para pavimentos rígidos.

La asociación del Cemento Pórtland (PCA), ha desarrollado dos métodos, para determinar el espesor de las diferentes capas de un pavimento que resista las cargas que ocasiona el tránsito. Estos métodos son:

A. Método de capacidad

Este método se utiliza, cuando es posible obtener datos exactos de carga de tránsito

B. Método simplificado

Se utiliza cuando no es posible obtener datos de carga por eje.

Para el diseño del pavimento rígido de este proyecto, se utilizó el método simplificado.

Para este método, la PCA ha elaborado tablas, basada en distribuciones de carga-eje, para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están diseñadas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor es de 1.0, 1.1, 1.2 y 1.2, para las categorías 1,2 ,3 y 4 respectivamente. Las diferentes categorías están mostradas en el Anexo 2 y Figura 1.

Se escogerá la categoría No.2, pues cumple para dicho diseño.

Para determinar el espesor de la losa, es necesario conocer los esfuerzos combinados de la subrasante y la sub-base (anexo 2 y figura 2), ya que mejoran la estructura del pavimento.

Valores aproximados del módulo de reacción k_s , cuando se usan bases granulares y bases de suelo-cemento se muestran en el anexo 2 en la tabla III y IV.

2.1.8.2. Período de diseño

El período de diseño para una carretera varía dependiendo generalmente, de aspectos económicos. Un período de diseño muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el periodo del primer dispositivo.

La municipalidad de Fraijanes adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de diseño de 20 años, en el presente trabajo se utilizó este dato.

2.1.8.3. Diseño de la base

El diseño de la base se muestra en los planos y se tomo como parámetros el estudio de suelos teniendo como resultado utilizar el material existente en el lugar y proceder únicamente a conformar los niveles deseados.

2.1.8.4. Diseño espesor del pavimento

- a) Estimar el tránsito promedio diario de camiones (TPDC) en ambas direcciones, si incluir camiones de dos ejes y cuatro llantas.
- b) Determinar la categoría de carga por eje según anexo 2 y tabla I.
- c) Determinar el espesor de la losa requerida por medio de la tabla correspondiente (anexo 2 y tabla V).

Conociendo el CBR de la subrasante, se busca su correspondiente modula de reacción en la figura (anexo 4 y figura 2). Se determinara el espesor de la sub-base. El módulo de reacción se incrementa según anexo 2 y tabla III y IV. Con este valor, se clasifica la resistencia de la combinación subrasante sub-base según la anexo 2 y tabla II.

Con la información anterior, conociendo el módulo de ruptura del concreto y el tipo de juntas, se busca el espesor de la losa en la tabla correspondiente.

El principal factor en la determinación del espesor de pavimento es el tránsito que pasará sobre él. Por eso es necesario conocer datos como:

TPD: tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos.

TPDC: tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

El TPDC puede ser expresado como un porcentaje del TPD. El dato del TPD se obtiene de contadores especiales de tránsito o por cualquier otro método de conteo.

Para el diseño del pavimento de este tramo carretero no fue posible obtener un conteo de tránsito, por lo que se basó únicamente en la categoría correspondiente.

Como ya se mencionó se consideró categoría 2 debido a que el mencionado tramo comunica al caserío el Chocolate con el Municipio de Fraijanes, donde el transporte no es frecuente pero sí de tipo agricultor. Por eso se tomó un rango de TPDE de 700 a 5,000 vehículos y un 5% a 18% de TPDC.

Seleccionando el valor más bajo de TPD (700 vehículos) con un 10 % de vehículos pesados, se obtiene un TPDC de 70 en ambos sentidos.

Para el pavimento se estimó un módulo de ruptura de concreto de 600 PSI, que es equivalente a un $f'c$ de 4,000 PSI (281 kg/cm²) a los 28 días de curado.

Con los datos anteriores según la tabla V, se obtiene un espesor de la losa de 6.21 pulg. Por lo que se trabajará una losa de 15 cm. de espesor. El total del espesor del pavimento será de 25 centímetros, debido a que contará con una base de 10 cm. de grosor.

La losa de concreto tendrá una relación larga/ancho no mayor de 1:1.25 ni mayor de 21 veces el espesor de la losa de concreto. La pendiente de bombeo será 3%.

2.1.8.5. Diseño de mezcla de concreto

En el diseño de la mezcla de concreto, se utilizaron tablas, que son resultado de numerosos ensayos de laboratorio y que ayudan a obtener mezcla con características deseadas.

Al requerir un concreto con una resistencia a la compresión de 4000 lb/plg² (281 kg/cm²) a los 28 días de curado, un revenimiento máximo de 8 cm; la relación de agua-cemento de 0.44. Conociendo el revenimiento máximo de la mezcla, la cantidad de agua por metro cúbico de concreto, que para este caso es de 195 lt/m³, utilizando un tamaño máximo del agregado grueso de 1 pulgada. El porcentaje de arena sobre el agregado total es de 42%.

Normas aplicables: el concreto a utilizar en las estructuras de la obra debe cumplir con las normas siguientes:

COGUANOR NGO 41 005 y ASTM C 150 para Cemento Pórtland.

ACI- 318-83 Reglamento para la construcción de edificaciones de concreto reforzado.

ASTM C33. Especificaciones para agregados de concreto

ASTM C143. Método estándar para prueba de revenimiento del concreto

ASTM C 171. Requerimientos para el curado del concreto

Pasos para el diseño de mezcla de concreto. Calcular la cantidad de cemento, dividiendo la cantidad de agua por metro cúbico por la relación agua-cemento según anexo 2 y tabla VI:

$$\text{Cemento} = \frac{195 \text{ lt/m}^3}{0.44}$$

$$\text{Cemento} = 443.18 \text{ kg/m}^3$$

Tomando en consideración que un litro de agua pesa un kilogramo.

Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento del peso total de un metro cúbico de concreto según anexo 2 y tabla VI:

$$\text{Agregados} = 2400 - 443.18 - 195$$

$$\text{Agregados} = 1761.82 \text{ kg/m}^3$$

La cantidad de arena, se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente según anexo 2 y tabla VI:

$$\text{Arena} = 1761.86 \times 42\%$$

$$\text{Arena} = 739.96 \text{ kg/m}^3$$

La cantidad de piedrín ser, el agregado total menos la cantidad de arena:

$$\text{Piedrin} = 1761.82 - 739.96$$

$$\text{Piedrin} = 1021.86 \text{ kg/m}^3$$

2.1.9. Presupuesto

Tabla II. Presupuesto del proyecto caserío El Chocolate

Proyecto
Pavimento rígido del tramo carretera del caserío El Chocolate a el municipio de Fraijanes

TRAMO	MUNICIPIO	ANCHO (MTS)	LONGITUD (KM)
Fraijanes-Caserío El Chocolate	Fraijanes	6.00	Q4.50

No	Descripción de Renglones	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo
1	Replanteo topográfico	4.50	Km	Q3,500.00	Q15,750.00
2	Excavación	4050.00	m3	Q24.86	Q100,683.00
3	Reacondicionamiento de subrasante	27000	m2	Q8.15	Q220,050.00
4	Relleno de material selecto para base	2700	m3	Q143.36	Q387,072.00
5	Relleno de materia selecto para sub- base	5400	M3	Q180.00	Q972,000.00
6	Estudio de Suelos	4.00	unidad	Q1,350.00	Q5,400.00
7	Pavimento de concreto 4000 psi	3960.00	m3	Q1,750.00	Q6,930,000.00
8	Bordillo de 0.30*0.10 m	9000	ml	Q65.00	Q585,000.00
9	Cuneta tipo L 0.50*0.60	4500	ml	Q71.61	Q322,245.00
10	Pintura Termoplástica	4.5	km	Q8,700.00	Q39,150.00
11	Transporte	1	global	Q24,000.00	Q24,000.00
12	Limpieza General	4500	ml	Q3.69	Q16,605.00
COSTO TOTAL				Q10,643,622.00	
PRECIO UNITARIO POR KM				Q2,365,249.33	

Fuente: Oscar Augusto Guerra

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las granjas Montebello 1 y Montebello 3, de la aldea Rabanales , municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala

2.2.1. Descripción del proyecto actual.

Sabemos que el agua es uno de los vitales líquidos para poder vivir. El ser humano necesita tener este vital líquido, ya que desde la existencia se ha tenido la necesidad, sin el no se puede vivir. Al tener esta necesidad se crearon formas para conducir el agua por medio de sistemas mecánicos y humanos.

El fin primordial es distribuir el agua potable, ya que con anterioridad se hacía por medio de camiones cisternas y también por medio humanos (transportándolos por cantaros y cubetas). La población está careciendo del vital líquido, es necesario ejecutar este proyecto.

El proyecto consiste en diseñar el sistema de abastecimiento de agua para las Aldea Rabanales, cuenta 8395.346 metros lineales.

2.2.2. Localización de la fuente de abastecimiento.

De acuerdo con los recursos hidrológicos de la zona, la única forma de abastecer el servicio de agua potable, es por medio de un pozo mecánico y un sistema de bombeo.

La Aldea Rabanales cuenta actualmente con un pozo que abastecerá las granjas de Montebello de 400 pies. Ver anexo 4 y figura 5.

Nivel dinámico

Es la distancia desde la boca del pozo hasta el nivel del agua cuando funciona la bomba.

El nivel dinámico con que se cuenta en el pozo que abastecerá las granjas de Montebello es de 252 pies. Ver anexo 4 y figura 5.

Nivel estático

Es la distancia normal de la boca hasta el nivel del agua cuando la bomba no funciona.

El nivel estático con que se cuenta en el pozo que abastecerá las granjas de Montebello es de 135 pies. Ver anexo 4 y figura cinco.

Estratigrafía del pozo

Es un perfil estratigráfico que muestra las características de los diferentes estratos de suelo y rocas que se encuentran donde está ubicado el pozo.

En el pozo que servirá para abastecer a las granjas de Montebello, se puede observar que está conformado por roca de diversos colores y a diferentes profundidades. Ver anexo 4 y figura 5.

2.2.3. Aforos

Se le denomina aforo a la determinación del caudal de una fuente. Por la economía y facilidad para efectuar el aforo en la fuente, debido que el procedimiento se puede utilizar en corrientes pequeñas y manantiales, se utilizó el método volumétrico, el cual consiste en:

- a) Recibir el agua en un recipiente de volumen conocido.
- b) Tomar el tiempo (en segundos) que tarda en llenarse el recipiente.
- c) Calcular:
$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde: Q, es el caudal de la fuente (m³/s); V, es el volumen conocido del recipiente que se utiliza para el aforo (m³); y t, es el tiempo en segundos (s) que tarda el recipiente en recaudar el volumen determinado.

2.2.4. Estudio de población

- **Población actual**

Es la cantidad de personas que habitan en un lugar y que ejercen varios tipos de actividades diarias para su subsistencia, además, tributan caudales de consumo al sistema de abastecimiento de agua potable utilizado. La población actual en la comunidad que se beneficia con el proyecto de abastecimiento de agua potable es de 750 habitantes.

- **Población futura**

De conformación con los datos anteriores y utilizando el método geométrico, se obtiene los siguientes resultados:

$$Pf = Pa(1 + \Gamma)^n$$

Donde:

Pf= Población futura

Pa= Población actual

Γ = Tasa de crecimiento

n= Número de años

Para el proyecto se considero la tasa de crecimiento del 3.0%

$$Pf= (750 \text{ hab}) (1+0.03)^{20}$$

$$Pf= 1355.00 \text{ habitantes}$$

Por lo que en 20 años, habrá una población aproximada de 1355.00 habitantes.

- **Método de estudio de población**

De acuerdo con los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística en años anteriores, se observó que la curva de crecimiento poblacional presenta una forma parabólica, por lo que para la proyección de la población futura en el caso de la Granja Monte Bello, se decidió utilizar el método de incremento geométrico, el cual se define a través de la siguiente fórmula:

$$Pn= Po (1+R)^n$$

Donde:

Pn= Población buscada

Po= Población del último censo

R= Tasa de crecimiento

n= Diferencia en años

2.2.5. Levantamiento topográfico

2.2.5.1. Altimetría

Conjunto de trabajos necesarios para obtener la presentación gráfica de la tercera dimensión del terreno, toma en cuenta las tres dimensiones, generalmente, se les llama trabajo de nivelación. Se utilizó en el proyecto el método de nivelación diferencial. La unión de trabajos de planimetría y altimetría proyecta en un plano toda la información requerido del terreno para luego tomarlos como base para el diseño del sistema a ejecutar posteriormente.

Las diferencias de nivel entre estación o punto de las líneas, se calcularan de la siguiente manera:

$$\text{Cota E - "D"} = \text{Cota E - "C"} \pm H + HI - hm$$

Donde:

Cota E - "D" = cota en la estación "D"

Cota E - "C" = cota en la estación "C"

H = cotangente del ángulo vertical * distancia horizontal

HI = altura del instrumento

Hm = hilo medio

2.2.5.2. Planimetría

Conjunto de trabajos necesarios para obtener la representación gráfica de un terreno proyectado en un plano horizontal. Para el levantamiento topográfico, se utilizó el método de conservación de azimut, dado que es el más adecuado para la medición de las poligonales cerradas.

Las distancias horizontales (Dh) se calcularon según la siguiente fórmula:

$$Dh = (hs - hi) * k * \text{sen}^2 (\text{ángulo vertical})$$

Donde:

Dh= distancia horizontal

hs= hilo superior

hi= hilo inferior

k= 100 (constante de lectura horizontal de aparato)

2.2.6. Ensayos de calidad de agua

2.2.6.1. Análisis físico-químico sanitario

El examen físico es el que se efectúa para determinar las características físicas del agua y que puedan ser percibidas por los sentidos, causando la aceptación o rechazo por parte del consumidor. Estas son: el aspecto, el color, la turbiedad, el olor, el sabor, la temperatura y la conductividad eléctrica.

Norma COGUANOR NGO-29001

	LMA	LMP
1. COLOR	5 unidades	50 unidades
2. TUBIDEZ	5 utn o utj	25 utn o utj
3. PH	1.0-8.5	6.5-9.2
4. TEMPERATURA	18-30°C	No mayor de 34°C
5. DUREZA	100 mg/l	500mg/l
6. CLORUROS	200 mg/l	600 mg/l
7. NITRATO	-----	45 mg/l

LMA= límites máximos aceptables

LMP= límites máximos permisibles

Los resultados de este análisis se encuentran en el anexo 4 y figura 6.

El análisis químico determinar la cantidad de compuesto químico presente en el agua.

Cuando el agua va a ser utiliza para el consumo humano, debe incluir en su análisis un estudio de dureza y de potencial de hidrogeno (pH), el cual es un parámetro que expresa la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución; así como hierro, magnesio, amoniaco, fluoruros, nitratos, sulfato y total de sólidos en suspensión.

La medida de dureza debe estar como máximo en 150 ppm. El pH para consumo humano debe encontrarse dentro de un rango de 7.0 a 8.5. la presencia de mas de 0.3mg/lt de hierro y 0.05 mg/lt de manganeso causa manchas en la ropa y las tuberías.

Los resultados de este análisis se encuentran en el anexo 4 y figura 6.

2.2.6.2. Análisis bacteriológico

Es fundamental para determinar las condiciones bacteriológicas del agua desde el punto de vista sanitario. Los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito-intestinal son los que pueden transmitir enfermedades. Por lo tanto, el agua debe estar exenta de ellos.

De acuerdo con los exámenes realizados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, el agua es potable (ver anexo 4 y figura 6).

2.2.7. Factores de diseño

2.2.7.1. Período de diseño

El período de diseño es el tiempo durante el cual el sistema funcionará eficientemente a la población existente, al final de dicho período. Las estructuras y tuberías en acueductos están diseñadas en función del período de diseño.

El período de diseño de un abastecimiento de agua potable, esta determinado por razones económicas. Un período de diseño de pocos años implicaría que las poblaciones se encontrarían con la necesidad de hacer implicaciones al sistema de abastecimiento en un plazo muy corto de tiempo. Un período de diseño de muchos años haría contribuir a la población actual para cubrir los costos que efectivamente deberían ser cubiertos por la población futura.

No debe confundirse el período de diseño con la vida útil de los elementos de un sistema. Generalmente se adopta en nuestro medio un período de diseño de 20 años.

Por el sistema construido se tomó en consideración los factores que se mencionará a continuación:

- Capacidad de la fuente (captación)
- Vida útil de las tuberías y estructuras
- Facilidad de ampliación del sistema
- Crecimiento de la población
- Normas de diseño

Para el diseño del sistema en las granjas Monte Bello perteneciente al municipio de Fraijanes, se tomó en consideración un tiempo de 20 años, para lo cual se efectuaron los cálculos respectivos.

2.2.7.2. Población de diseño

Este parámetro depende del crecimiento de la población en la comunidad, es importante su cálculo para determinar la población existente al terminar el período de diseño, posteriormente obtener la demanda de agua requerida para cada una de las viviendas que están contempladas en el diseño. El crecimiento poblacional en el área rural es del orden 2% a 3%. Cuando no se cuenta con datos estadísticos, no es posible emplear la ecuación del crecimiento geométrico. Es necesario entonces recurrir al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda. De acuerdo a condiciones propias de cada localidad, el número de habitantes por vivienda puede tomarse de 6 a 7.

Para determinar la población de servir para el final del período de diseño bastaría multiplicar el número total de casas estimado para entonces por el número adoptado de habitantes por vivienda. Tomándose igual el porcentaje de crecimiento de viviendas que se ha tomado para habitantes.

Utilizar la ecuación de crecimiento:

$$N = n (1 + \Gamma)^s$$

En la cual n es el número de viviendas al año cero y N es el número de viviendas al final del período de diseño s.

Al tomar s=20 años.

$$N=n (1+0.02)^{20}$$

$$N=1.49n$$

Por simplicidad de cálculo se puede adoptar un factor de 1.5, por el que se debe multiplicar el número actual de viviendas para obtener el número de ellas al finalizar los 20 años del período del diseño.

Para el cálculo del número de viviendas futuras se deben considerar varias posibilidades:

- Que únicamente se cuente con el número actual de viviendas
- Que cuente con el número actual de viviendas y la indicación de viviendas futuras a las que se les puede llamar lotes.
- Que no se tenga viviendas actuales pero si una indicación del número de viviendas futuras (lotes).

Para cada uno de los casos anteriores se ha adoptado el siguiente procedimiento:

- El número de viviendas para el final de período de diseño se obtienen multiplicando el número actual de ellas por 1.5.
- En este caso se hace dos estimaciones.
 - Sumar las casas y los lotes.
 - Multiplicar las casas actuales por 1.5

De los dos valores obtenidos se toma el mayor

- El número de viviendas se toma igual al número de lotes.

2.2.7.3. Caudal de aforo

Este se determina por medio de la obtención de una cantidad de agua (en la fuente) en un tiempo determinado, donde luego se podrá calcular el caudal. Se pueden considerar los siguientes caudales en un abastecimiento de agua rural:

- Caudal medio diario (cmd)
- Caudal máximo diario (CMD)
- Caudal máximo horario (CMD)
- Caudal de uso simultáneo (CUS)

A falta de registro, el caudal medio diario (cmd) es el producto de multiplica la dotación adoptada por el número de habitantes que se haya estimado para el final del periodo de diseño.

El caudal máximo diario, caudal de día máximo o caudal de conducción, es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscila entre 1.2 y 1.3; 1.3 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes. El factor adoptado para cada caso deberá ser justificado.

El caudal máximo horario, caudal de hora máxima o caudal de distribución se calcula multiplicando el caudal de día máximo por un factor que varia entre 1.5 y 1.8.

El caudal de uso simultaneo se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal esté dado por la ecuación:

$$Q = k(N - 1)^{1/2}$$

Donde:

Q= es el caudal de uso simultaneo, no menor de 0.20 litros/segundo;

K= coeficiente, entre 0.15 y 0.20

N= número de viviendas estimado para el final del periodo de diseño.

2.2.7.4. Dotación para el sistema

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le proporciona a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (l/h/d).

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbre de la población, del clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Los estudios de demanda lleva a cabo para poblaciones de características semejantes pueden servir de base para fijar la dotación de una población. Sin embargo, la magnitud de la fuente puede llegar a ser determinante para fijar el valor de la dotación.

Se consideran los factores: clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

A falta de estos se tomaran en cuenta los siguientes valores:

Tabla III. Dotaciones rurales.

Sistema de abastecimiento	Dotación
Llena cántaros	30-60 l/h/d
Llena cántaros y conexiones prediales	60-90 l/h/d
Conexiones prediales	60-120 l/h/d
Conexiones intradomiciliar	90-70 l/h/d
Pozo excavado	15 mínimo

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

Tomando como base el clima, así como el desarrollo y cambio de altitudes para la distribución del agua en el proyecto granja Montebello 1 y 3, se estimo una dotación de 120 litros/habitantes/día, esta dotación se encuentra en el rango de los valores de las dotaciones recomendadas para acueductos rurales entre 60 litros/habitantes/día a 120 litros/habitantes/día, según normas de UNEPAR.

2.2.8. Diseño del sistema

2.2.8.1. Demanda de agua

Cuando se habla de demanda de agua se sabe que esta no es constante, varía según hora, día o estación del tiempo y está relacionada con el tipo de comunidad, clima, costo, calidad y presión del servicio. Para el diseño hidráulico que se describe, se tomo un ramal como ejemplo de memoria de cálculo y se trabajo en el los parámetros descritos.

2.2.8.2. Consumo medio diario

Llamado también caudal medio diario, es utilizado para el diseño del tanque de distribución. Permite conocer la capacidad de almacenamiento del tanque para el funcionamiento eficiente de todo el sistema.

Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se tienen registros de consumo diario para determinar dicho promedio, se puede calcular el caudal medio diario, como el resultado de multiplicar la dotación por el número de habitantes proyectados hasta el final del período de diseño. Se expresa en lt/seg.

$$Q_m = \frac{\text{Población Futura} \times \text{Dotación}}{86,400.00 \text{ seg/día}}$$

El caudal medio diario para el proyecto en estudios, se calculó así:

$$Q_m = \frac{(1,355.00 \text{ hab}) \times (100 \text{ lts/hab/día})}{86,400.00 \text{ seg/día}}$$

$$Q_m = 1.5683 \text{ lts/seg}$$

2.2.8.3. Consumo máximo diario

Se llama también caudal máximo diario o caudal de conducción debido a que se utiliza en el diseño de las líneas de conducción. Es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas. Se observa durante el período de un año.

Cuando no se cuenta con información, se puede calcular incrementándole un porcentaje, denominado factor día máxima, al caudal medio diario.

$$Q_c = (Q_m)(F.D.M)$$

Donde:

Q_c = Consumo máximo diario o caudal de conducción

Q_m = Consumo medio diario o caudal medio

FDM= Factor día máximo según valor recomendado por UNEPAR.

Para el proyecto se calculo así:

$$Q_c = (1.5683 \text{ lts/seg})(1.3)$$

$$Q_c = 2.0388 \text{ lt/seg}$$

2.2.8.4. Consumo máximo por hora

Es conocido también como caudal de distribución, ya que es utilizado para el diseño de la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día, en el período de un año. Cuando no se tiene registro, el caudal máximo horario se obtiene multiplicando el caudal medio diario por un factor que varía de 2.0 a 5. Este factor se denomina “factor de hora máxima”.

$$Q_d = (Q_m)(F.H.M)$$

Donde:

Q_d = Consumo máximo horario o caudal de distribución

Q_m = Consumo medio diario

FHM= Factor hora máximo

Para el proyecto se calculó así:

$$Qd = (1.5683 \text{ lts/seg})(2)$$

$$Qd = 3.1366 \text{ lts/seg}$$

Variaciones normales: conforme menor es el número de población a servir en una comunidad, es más variable la demanda de agua y depende de la población en estudio.

Factor de gasto: es el consumo de agua por vivienda, se calcula de la siguiente manera:

$$Fg = \frac{Q d}{\text{No. de viviendas}}$$

$$Fg = \frac{3.1366 \text{ lts/seg}}{150 \text{ viviendas}}$$

$$Fg = 0.02091 \text{ lts/seg/vivienda}$$

Tabla IV. Bases de diseño para el sistema de agua potable

Bases de Diseño Agua Potable	
Proyecto	Introducción de Agua Potable
Lugar	Caserío Montebello
Municipio	Fraijanes
Departamento	Guatemala
Fuente	Pozo
Aforo	2.5 l/s
Período de Diseño	20 años
Tipos de servicio	Predial
Tipo de sistema	Gravedad

Viviendas	150 viviendas
Habitantes por vivienda	5 habitantes
Población	750 habitantes
Tasa de Crecimiento	3%
Población de Diseño	1355 habitantes
Dotación	100 lts/hab/dia
Caudal Medio o Necesario	1.57 l/s
Factor día Máximo	1.3
Caudal día Máximo	2.04 l/s
Factor Hora Máximo	2
Caudal hora Máximo	3.14 l/s
Volumen de Tanque	62 m ³

Fuente: Oscar Augusto Guerra

2.2.9. Cálculo hidráulico

Para realizar los cálculos hidráulicos se hizo uso de la formula de Hazzen Williams, por considerarse la más adecuada.

Esta fórmula expresa las relaciones de flujo de agua en conductos circulares a presión o en conductos que fluyen llenos.

La fórmula es:

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q^{1.85}}{d^{4.87} * C^{1.85}}$$

Donde:

H_f= pérdida de agua en metros columna de agua (m.c.a)

L= longitud (en metros) por factor de pendiente

Q= caudal de diseño (litros/segundo)

d= diámetro de tubería en pulgadas (“)

C= coeficiente de diseño para P.V.C. C=150

La velocidad se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$V= Q/A$$

Donde:

V= velocidad

Q= caudal (litros/segundo)

A= área de la tubería

2.2.9.1. Línea de impulsión

Se refiere a la tubería destinada a conducir el agua desde la fuente o pozo (captación) hasta el tanque de distribución; la cual está diseñada para que trabaje a presión.

La conducción puede realizarse de diferentes formas, dependiendo de la energía que se utilice; estas pueden ser: línea por gravedad, línea por bombeo o impulsión y línea mixta (combinación de las anteriores)

2.2.9.1.1. Verificación del golpe de ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento del agua sobre las paredes de un conducto, cuando el movimiento del líquido es interrumpido bruscamente.

Las ondas de presión, llamadas normalmente golpe de ariete, son generadas en las tuberías por el cambio de velocidad en un líquido en movimiento. Para conservar el momentum dentro del sistema, parte o toda la energía cinética debe ser convertida en energía potencial y posteriormente disipada a través de pérdidas por fricción, debido al efecto de la pared de la tubería. Las posibles causas del golpe de ariete son:

- Abrir o cerrar en forma rápida (total o parcialmente) una válvula.
- Encendido y apagado de una bomba
- Cambios den la velocidad de una turbina
- Acción de onda de una cisterna
- Separación de columnas de líquido
- Aire atrapado.

2.2.9.1.2. Especificaciones del equipo de bombeo

La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberán ser suficientes para elevar el caudal de bombeo prevista contra la altura máxima de diseño. La eficiencia de la bomba en ningún caso ser menor del 60 %,

A la salida de los equipos de bombeo deberán proveerse como mínimo los siguientes dispositivos: manómetro en la descarga, tubería de limpieza, válvulas de retención y de paso en la línea de descarga, junta flexible en la línea de descarga, protección contra golpe de ariete si fuera necesario, elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo.

La capacidad del motor deberá calcularse para suministrar la potencia requerida por la bomba, mas una capacidad de 10% a 25% para compensar el desgaste normal del equipo. En el sistema de bombeo se utiliza energía potencial del agua con la diferencia que para llevarla a ese nivel de energía se utiliza un equipo de bombeo que proporción la energía necesaria para elevar el nivel natural de la fuente a un nivel aprovechable.

El tiempo de bombeo diario se obtendrá considerando criterios económicos y de consumo; se recomienda no mayor de 18 horas diarias.

La carga dinámica total (CDT) es la presión real expresada en metros columna de agua, contra la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido. Para el cálculo de la CDT se utiliza la fórmula siguiente:

$$CDT = \Delta H + \Sigma H_f + P_{min} + H_{p_{men}} + H_{cisterna}$$

Donde:

ΔH : Diferencia de altura entre las estaciones E-60 (Ubicación del cisterna) y E-86 (punto crítico o más alto).

ΣH_f : Sumatoria de pérdidas por fricción del tramo, estaciones E-60 y E-86.

P min: Presión mínima necesaria para una vivienda (m.c.a.).

Hp men: Pérdidas menores.

H cisterna: Profundidad de la cisterna.

$$CDT = 80.00m + 4.50m + 10m + 1m + 2.80m + 3m$$

$$CDT = 101 \text{ m.c.a}$$

La potencia para hacer trabajar eficientemente la bomba depende del caudal de bombeo, de la altura dinámica total y de la eficiencia de la bomba. La potencia de la bomba se puede determinar a través de la siguiente expresión:

$$\text{Potencia: } \frac{C.D.T * Q_b}{76 * e}$$

Donde:

C.D.T= Carga Dinámica Total en metros por columna de agua

Qb=Caudal de bombeo en litros por segundo

e= Eficiencia del equipo de bombeo en porcentaje

$$\text{Potencia: } \frac{101 \text{ m.c.a} * 3.14 \text{ lt/seg}}{76 * 0.60}$$

$$\text{Potencia} = 6.95 \approx 7 \text{ HP}$$

En virtud de que la municipalidad ya cuenta con una bomba de 7 Hp se considero que la bomba que se tiene cumple con el cálculo realizado anteriormente. El equipo de bombeo que se utilizara en el sistema de abastecimiento tiene las siguientes especificaciones:

- Bomba centrífuga, descarga de 2", capacidad de 50 gpm.
- Panel de control 7 HP 230 V 3ph

2.2.9.2. Línea de distribución

Son las líneas y ramales de distribución, ubicados desde el tanque de distribución hasta los ramales, sin tomar en cuenta las tuberías de las tomas domiciliarias.

2.2.9.3. Cálculo y diseño de la red del sistema de agua potable.

Red de distribución

Para determinar en general, el cálculo de la red se hará preferentemente por el método de gradiente hidráulica, considerando que las presiones de servicio en cualquier punto de la red, estarán limitadas entre 10 y 60 metros columna de agua.

La velocidad del agua en las tuberías podrá llegar hasta 2.00 m/s. el método de Hardy-Cross se utilizara como acabado o rectificación del cálculo, admitiéndose para el cierre de los circuitos una aproximación no mayor de 1% del caudal total que entra en la red. Para estimaciones preliminares en distribuciones abiertas se empleara el método de secciones. En todo caso se considera la optimización de los resultados.

Se aceptaran ramales abiertos que partan de la tubería matriz de distribución siempre que terminen en conexiones prediales o domiciliarias, servicios públicos, o en casos excepcionales, en puntos muertos provistos de válvulas que sirvan para la limpieza de la tubería. El diseño de la red deberá contemplar el posible desarrollo futuro de la localidad, con el fin de proveer facilidad de ampliaciones.

Presiones

En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Mínima 10 metros (presión de servicio)
- Máxima 40 metros (presión de servicio)

2.2.9.4. Volumen del tanque de distribución.

Cuando no se cuenta con demandas reales de la aldea, en un sistema por gravedad, el volumen de capacidad para el tanque se calcula así:

$$V = 0.25 * Q_{cond}.$$

$$V = 0.25 * 2.5062 \text{ l/seg} \approx 62 \text{ m.}^3$$

Y sus dimensiones interiores para cumplir con la capacidad serán:

$$V = L * A * H$$

$$V = 4.70 * 4.70 * 2.80$$

Donde:

0.25 = es el porcentaje de almacenamiento destinado a garantizar la renovación de agua depositada en 24 horas y las demandas máximas por no contar con un estudio de demandas.

V = volumen del tanque (m³).

L= largo del tanque (m).

A= ancho del tanque (m).

H= altura del tanque (m).

2.2.9.5. Desinfección

Se puede decir que la desinfección del agua es el método que permite la destrucción de los agentes capaces de producir infección mediante la aplicación directa de medios químicos o físicos. De acuerdo a los resultados obtenidos por INFOM/UNEPAR en el inciso 4, el agua de la muestra no cumple con los requisitos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001, por lo tanto se hace necesario la desinfección con cloro.

La cloración es el método más común para la desinfección del agua en sistemas de abastecimiento público. El cloro y sus compuestos son activos desinfectantes para la destrucción de la flora bacteriana que se encuentra en el agua, y en especial las de origen entérico. Ya que la cloración es de fácil

aplicación de bajo costo, de efecto inocuo para el hombre en las dosis utilizadas en la desinfección del agua, de fácil mantenimiento en la red de distribución y por su efectiva acción, hacen que éste sea el sistema de mayor uso en los sistemas de abastecimiento de agua potable rurales.

El cloro es utilizado como gas o compuesto clorado. El compuesto clorado de mayor uso es el hipoclorito de calcio. La aplicación de cloro se hace mediante equipos especiales. Dentro de los equipos más utilizados en nuestro medio esta el Hipoclorador, utilizado en este proyecto.

Hipoclorador hidráulico

Este método de cloración es recomendado por diferentes instituciones encargadas de estudiar el abastecimiento de agua a las diferentes comunidades. Por su fácil manejo y gran efectividad, se recomienda a las pequeñas y medianas comunidades. Requiere de una persona para realizar el procedimiento inicial; luego, automáticamente clora toda el agua del tanque de distribución.

Es un hipoclorador que funciona por gravedad, basado en el principio descarga hidráulica constante. Se compone de un flotador plástico, que soporta un elemento de toma para la captación de la solución; y de un dispositivo de control de la solución que va unido a una manguera flexible, que es por donde se suministra la solución al agua que ingresa al tanque de almacenamiento.

Esta tubería o manguera será de 2½ pulgada y estará colocada exactamente sobre la tubería de ingreso de agua al tanque de almacenamiento para que ingrese conjuntamente la solución clorada, de tal manera que la mezcla sea lo más homogénea posible (agua y cloro). El sistema de captación

de la solución va colocado en el interior de un recipiente inmune al cloro, cuyo objetivo es almacenar la solución.

2.2.10. Presupuesto el proyecto

Tabla V. presupuesto del proyecto granjas Montebello 1 y Montebe4llo 3

Proyecto
Sistema de abastecimiento de agua potable para las Granjas Montebello 1 y 3, de la Aldea Rabanales, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala

TRAMO	MUNICIPIO	LONGITUD (KM)
Fraijanes-Granja Montebello 1 y 3	Fraijanes	8.39

No	Descripción de Renglones	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo
1	Preliminares				
1.1	Topografía y Nivelación	8395.35	ml	Q8.00	Q67,162.80
1.2	Limpieza y Chapeo	8395.35	ml	Q8.00	Q67,162.77
2	Línea de Distribución				
2.1	Excavación	2350.70	m3	Q30.00	Q70,520.94
2.2	Relleno	2350.70	m3	Q40.00	Q94,027.92
2.3	Tuberías y accesorios para tubería	1	global	Q106,413.22	Q106,413.22
2.4	Conexión Domiciliad	150	unidad	Q800.00	Q120,000.00
2.5	Caja Rompe presión	4	unidad	Q6,300.00	Q25,200.00
3	Pozo				
3.1	Caseta de bombeo	1	global	Q35,000.00	Q35,000.00
3.2	Perforación de Pozo	1	global	Q250,000.00	Q250,000.00
3.3	Equipamiento de Pozo	1	global	Q30,372.60	Q30,372.60
3.4	Dosificación de Cloro	1	global	Q8,000.00	Q8,000.00
3.5	Tanque de 75 m3 de concreto armado	1	global	Q200,000.00	Q200,000.00
COSTO TOTAL					Q1,167,660.25

Fuente: Oscar Augusto Guerra

2.2.11. Programa de operación y mantenimiento

Para que un sistema de abastecimiento de agua potable funcione correctamente, se tiene que contemplar un programa de operación y mantenimiento tanto para los equipos como para la infraestructura, situación que va a determinar la vida útil del proyecto.

Operación

Se refiere a las acciones externas que se ejecutan a las instalaciones o equipo, sin afectar su naturaleza y características internas.

Mantenimiento

Se refiere a las acciones internas que se ejecutan a las instalaciones o equipos y que de algún modo alteran su naturaleza o partes constitutivas del sistema. Estas acciones internas tienen por objeto la prevención o la reparación de daños.

Hay dos clases de mantenimiento: correctivo y preventivo.

Mantenimiento correctivo

Consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipos. Este tipo de mantenimiento no se puede programar, debido a que los daños pueden ser de diferente índole y por diferentes circunstancias. Para ello es necesario que se disponga de personal especializado y equipo idóneo.

Mantenimiento preventivo

Consiste en la ejecución de un conjunto de acciones internas en las instalaciones o el equipo para evitar, dentro de lo posible, que se produzcan

daños. Todas las intervenciones en las instalaciones o equipos deben programarse usando un calendario, con intervalos periódicos basados en otras experiencias de sistemas similares y, con el tiempo, ajustarlos a las necesidades propias del acueducto correspondiente.

Es importante tomar en cuenta, además, los informes sobre las características y el comportamiento operacional de los equipos o instalaciones que provienen de los lugares de fabricación.

Las etapas para la organización eficiente del mantenimiento preventivo de un sistema son:

- Inventario técnico de las instalaciones o equipos.
- Clasificación en grupos de acuerdo con características similares.
- Identificación individual de cada una de las instalaciones o equipos.
- Formularios necesarios para el control del mantenimiento preventivo.
- Normas de mantenimiento preventivo para cada grupo de componentes.
- Plan periódico de mantenimiento preventivo, que se recomienda sea archivos técnicos de mantenimiento.

Tabla VI. Programación para el mantenimiento preventivo.

Actividad	Frecuencia
Captación	
Verificar el nivel del tanque de captación.	Diario
Revisar válvulas y rebalses.	Diario
Limpiar el área adyacente a la captación (removiendo planta, piedras, tierra o cualquier otra obstrucción).	Mensual
Limpiar la contra cuneta de protección.	Mensual
Revisar la malla perimetral.	Trimestral
Inspeccionar el área de influencia del nacimiento para detectar posibles fuentes de contaminación, como agua negras, presencia de animales domésticos, letrinas, etc.	Anuual
Operar válvulas para verificar si giran con facilidad. Si tienen partes rotas o fugas se corrigen; revisar las tuberías, corregir las fugas si las hubiera y pintar con anticorrosivo.	Anuual
Línea de conducción	
Mantener una brecha sobre la línea de conducción con el fin de facilitar la inspección y detectar fugas.	Anuual
Observar si hay fugas, deslizamiento o hundimiento de la tierra que pueda afectar la línea; cualquier área húmeda anormal sobre la línea enterrada debe ser investigada	Mensual
Revisar la estructura del tanque	Semestral
Tanque de almacenamiento	
Para su limpieza, cortar la entrada desagua cerrando la válvula de la línea de conducción. Abrir la válvula de drenaje para vaciar el tanque, abrir la escotilla, penetrar al tanque y limpiar con	Semestral

cepillo metálico las paredes y el fondo del tanque. Sacar los residuos de la limpieza usando un chorro de agua.	
Revisar el estado extremo de las válvulas, verificar que no haya fugas, roturas o falta de piezas, en cuyo caso deberá repararse la válvula o bien cambiarla por otra si fuese necesario.	Trimestral
Revisar la estructura del tanque.	Semestral
Línea de distribución	
Inspeccionar la red de distribución con el fin de detectar fugas u otras anomalías; si es posible, corregirlas; en caso contrario, anotarlas en las hojas de registro, verificar y revisar las cajas de válvulas.	Mensual
Revisar el funcionamiento de las válvulas, las cuales deben abrir y cerrar lentamente. Pintar y recortar con pinturas anticorrosivos las válvulas y accesorios que estén a la vista de la red de distribución.	Semestral
Conexiones domiciliarias	
Revisar las conexiones por sectores del sistema.	Diario
Revisar empaques de as llaves de chorros.	Mensual
Revisar llaves de paso y posibles fugas en las conexiones.	Trimestral
Válvulas	
Abrir y cerrar lentamente la válvula para evitar el golpe de ariete, comprobar que el numero de vueltas y el sentido de rotación, al cerrar o abrir, coincide con el indicado en la hoja de registro.	Semestral
Abrir y cerrar varias veces las válvulas con el fin de eliminar los depósitos que se hayan podido acumular en el asiento de la	Semestral

compuerta; comprobar el estado de la empaadura de la presa-estopa y reemplazarla si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminan apretando el presa-estopa.	
Revisar los empaques; si están en mal estado cambiarlo. Verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.	Semestral
Cambiar las piezas si es necesario, pintar o retocar la pintura de las válvulas y accesorios. Pero ello, usar pintura anticorrosivo. Revisar y limpiar la caja de la válvula. Revisar tapaderas y reemplazar las que estén rotas.	Semestral

Responsabilidad del técnico:

Conocer todas las partes del acueducto y sus funciones.

- Organizar el mantenimiento preventivo de la obra.
- Recibir capacitación técnica práctica en su comunidad en el momento que se esté realizando la construcción del proyecto de agua potable.
- Recibir herramientas básicas para el mantenimiento de las obras de agua potable, y responder por ellas en todo momento.
- Realizar, con la ayuda de los demás beneficiarios, las reparaciones de la obra.
- Para poder ejercer correctamente sus funciones, se recomienda que el técnico tenga buen liderazgo, sepa leer y escribir, y permanezca en la comunidad; tenga curiosidad por entender el funcionamiento de las

cosas y encontrar solución a los problemas, estando disponible para las intervenciones de emergencia.

- Además, cada técnico debe capacitar a un reemplazante que pueda intervenir en caso de que esté ausente de la comunidad.

2.2.12. Propuesta de tarifa

El derecho de conexión se calcula con base en lo invertido en el proyecto y se divide por la cantidad de viviendas que van a ser beneficiadas al momento de entrar en funcionamiento. Queda a criterio, en este caso, de la municipalidad de absorber parte de lo invertido y únicamente hacerlo por el resto del total, para que los vecinos del lugar muy afectados económicamente al momento de solicitar su derecho de conexión.

De la misma manera, el estudio tarifario se realiza con base en los gastos que se genera mensualmente para que el sistema funcione, un porcentaje de imprevistos, más un porcentaje de reserva con el que se tiene que contar para poder reemplazar cualquier componente del sistema en el momento que este falle o se deteriore por llegar al termino de su vida útil. Adicionalmente a esto, se le puede incrementar un porcentaje de utilidades, que servirá para nuevos proyectos en beneficios de la comunidad.

2.2.13. Evaluación socio-económica

La evaluación socio-económica trata del tiempo en el cual será rembolsado el costo del proyecto, el tiempo de reembolso debe ser el menor que se pueda para que empiece a generar ganancias. Por medio de este

estudio se puede conocer la rentabilidad del proyecto, en este caso se analizó el valor presente neto y su comparación con la tasa interna de retorno.

2.2.13.1. Valor presente neto

EL valor presente neto (VPN) se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo) menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo). Esto es, la suma algebraica de los flujos de efectivo futuros (positivos y negativos) al valor presente, incluyendo en esta suma el egreso inicial de la inversión.

2.2.13.2. Tasa interna de retorno

Se llama tasa interna de retorno (TIR) al tipo de interés al que hay que descontar una serie de flujos en unas fechas determinadas para que tengan un valor actual neto (VAN) igual a cero.

2.2.14. Evaluación de impacto ambiental

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente".

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales.

Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. La Evaluación de Impacto Ambiental está destinada a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y que parte está afectando en la etapa de construcción y operación:

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

El agua: debido a que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo. Aplica a etapa de construcción.

El suelo: se impactará negativamente el mismo si no se verifica la etapa de compactación, pudiendo sufrir el suelo hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en la tubería. Aplica a etapa de construcción y operación.

Salud: se impactará negativamente si existiera fugas de agua que no sean localizadas rápidamente, ocasionando contaminación de la misma. Aplica a etapa de operación.

2.2.14.1. En construcción

Medidas de mitigación en la etapa de construcción:

En el movimiento de tierra se deberá ubicar adecuadamente el material, con el fin de no dañar fuentes superficiales pequeñas.

Programa de monitoreo ambiental en construcción:

Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas dadas en esta etapa del proyecto. Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y de salud.

2.2.14.2. En operación

Medidas de mitigación en la etapa de operación:

Capacitar al (o a los) comunitarios que se encargarán de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de obras hidráulicas, identificación de fugas y cualquier emergencia dada en el proyecto.

Programa de monitoreo ambiental en operación:

Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas de mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. Los proyectos desarrollados dentro del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) y que se presentan en este trabajo, contribuyen a que las poblaciones del caserío El Chocolate, y granjas Montebello, resuelvan sus problemas en cuanto a pavimentación y abastecimiento de agua potable.
2. El tipo de pavimento que brinda mejores condiciones para un mejor acceso y en buenas condiciones, es el de concreto, las razones son las ventajas que da en cuanto al mantenimiento y la durabilidad.
3. Con la ejecución del proyecto de pavimentación del tramo carretero del caserío El Chocolate hasta el municipio de Fraijanes se beneficiará el agricultor; además se contribuirá directamente con el desarrollo económico y social de la región.
4. El período de vida de un pavimento dependerá del diseño adecuado, como de la construcción del mismo que contenga los materiales y procedimiento específicos.
5. Aun sabiendo que el agua es potable de acuerdo a los resultados de los exámenes realizados en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, es indispensable asegurar la potabilidad del agua, por lo que debe someterse a un tratamiento de desinfección a base de cloro.

6. La planificación y diseño del proyecto de abastecimiento de agua potable para las granjas Montebello, tiene como un dar solución a unos de los problemas que padece, y con esto beneficiar directamente a todos los vecinos del las granjas; además se contribuirá al desarrollo del municipio con la ejecución del proyectos principalmente en el sector de salud.

RECOMENDACIONES

1. Los proyectos deben ser construidos siguiendo las especificaciones técnicas descritas en el presente trabajo, cumpliendo con los detalles constructivos y memorias de cálculo presentados.
2. Para la construcción del pavimento rígido, debe de contarse con los servicios de un laboratorio de suelos, para asegurar la calidad de los materiales con los que se construirá la base.
3. Realizar mediante acciones legales el derecho de paso de la tubería para que no exista ningún problema, tanto en la ejecución como en la operación del proyecto.
4. Se deben enterrar todas las tuberías de PVC para la protección de los rayos solares que pueda sufrir la línea de conducción y distribución.
5. En la época de invierno, visitar la fuente de agua una vez al mes, para eliminar vegetación y cualquier obstrucción que pueda surgir para prevenir desperfectos.
6. Al finalizar la construcción se debe implementar un plan de mantenimiento constante, de esta manera aumentar la vida útil de la infraestructura.

7. Se recomienda ejecutar los proyectos lo antes posible para no obtener variación en el costo del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. INFOM-UNEPAR. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala 1997.
2. Portland Cement Association (PCA). Design of concrete pavement for city streets. USA 1974.
3. Crespo, Carlos Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. (Editorial Limsua. Cuarta Edición. México 1966)
4. Dirección General de Caminos. Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. Guatemala. Litografía guatemalteca, septiembre 2001.
5. INFOM. Modelo básico para proyectos de abastecimiento de agua potable, saneamiento básico, educación sanitaria y ambiental a nivel rural. Guatemala: 1998.
6. Nilson, Arthur H. Diseño de estructuras de concreto. (Editorial McGraw Hill. Duodécima edición).
7. Palacios, Arlen del Socorro. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Capulin, y, diseño de pavimento rígido para el primer sector de la colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinala,

Departamento de Escuintla. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2007.

8. Morales Villena, Noe de Jesús. Diseño de red de alcantarillado sanitario e introducción de agua potable a la colonia La Unión y diseño de pavimento rígido de la avenida La Pradera del municipio de la Democracia, departamento de Escuintla. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2007.
9. Ixcot Reyna, Angelo Esther, diseño de camino de pavimento rígido para la Aldea Buena Vista, Municipio de Santa Lucia, departamento de Solota y diseño de la línea de distribución de agua potable para la Aldea Fraternidad, Municipio de Esquipulas Palo Gorda, departamento de San Marcos. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2008.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla I. Ejemplo Hoja de Control para Tránsito Clasificado.

Estación: _1_Día:_1_Mes:___Año:___Ciclo:_____Ruta:_____Km.:_____

TIPO DE VEHÍCULO

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	T.D.V
0-1									
1-2									
2-3									
3-4									
4-5									
5-6									
6-7									
7-8									
8-9									
9-10									
10-11									
11-12									
12-13									
13-14									
14-15									
15-16									
16-17									
17-18									
18-19									
19-20									
20-21									
21-22									
22-23									
23-24									
TOTAL									

CLAVE: 1. Automóviles, paneles y Jeeps; 2. Pick-ups; 3. Camiones medianos (un eje); 4. Camiones de dos ejes o más; 5. TS; 6. Microbuses; 7. Buses; 8. Otros.

Nomenclatura: T.D.V. TOTAL DE VEHÍCULOS; T.V.P. TOTAL DE VEHÍCULOS PESADOS

Anexo 2

Tabla I Categorías de cargas por eje.

Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	TPDC		Sencillo	Tandem
			%	por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 A 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 A 18	de 40 a 1000	26	44
	Calles arteriales y carreteras	3000 a				
3	primarias (medio) supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	12000 para 2 carriles, 3000 a 5000 para 4 carriles o más	8 A 30	de 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	20000 para 2 carriles, 3000 a 15000 para 4 carriles o más	8 A 30	de 1500 a 8000	34	60

Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 148.

Tabla II Tipos de suelo de la Sub-rasante y valores aproximados de K.

Tipos de suelo	Soporte	Rango de valores de K PSI
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 - 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla	Medio	130 - 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 - 220
Subbases tratadas con Cemento	Muy alto	250 - 400

Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 149

Tabla III. Valor de K para diseño sobre bases granulares (de PCA).

Valor de K de la subrasante lb/plg.	Valor de K sobre la base lb/plg 3			
	Espesor 4 plg.	Espesor 6 plg.	Espesor 9 plg.	Espesor 12 plg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Tabla IV. Valor de K para diseño sobre base de suelo cemento (de PCA)

Valor de K de la subrasante lb/plg.	Valor de K sobre la base lb/plg 3.			
	Espesor 4 plg.	Espesor 6 plg.	Espesor 9 plg.	Espesor 12 plg.
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	----

Tabla V. TPDC permisible, carga por eje categoría 2, pavimento con juntas con agregados de trabe.

MR	Espesor de losa	Soporte Subrasante - Subbase				Espesor de losa	Soporte Subrasante - Subbase			
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
650 PSI	5.5				5	5		3	9	42
	6		4	12	59	5.5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	490	6	96	380	700	970
	7	80	320	840	1200	6.5	650	1000	1400	2100
	7.5	490	1200	1500		7	1100	1900		
600 PSI	8	1300	1900							
	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	6	19	84	220	810
550 PSI	7.5	110	440	1100	2100	6.5	160	520	1400	2100
	8	590	1900			7	1000	1900		
	8.5	1900								
550 PSI	6.5			4	19	5.5			3	17
	7		11	34	150	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
	8	120	470	1200		7	210	770	1900	
	8.5	560	2200			7.5	1100			
	9	2400								

Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 149

Tabla VI. Requisitos aproximados de agua para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de los agregados.

Estructuras	Asentamiento (revenimiento)
Cimientos, muros, Columnas, vigas	10 cm.
Pavimentos, losas	8 cm.

Resistencia (kg/cm²)	Relación agua-cemento
352	0.3
316	0.38
281	0.44
246	0.51
211	0.358
176	0.67

Asentamiento (cm)	Litros de agua por metro cúbico				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3-5	205	200	185	180	175
8-10	225	215	200	195	180
15-18	240	230	210	205	200

Tamaño máximo agregados grueso	% de arena sobre agregado total
3/8"	48
1/2"	13
3/4"	44
1"	42
1 1/2"	40

Fuente: manual de diseño de mezcla de concreto de CII.

Anexo 3

Tabla I. Libreta topográfica del Proyecto Diseño del Pavimento Rígido para el Caserío el Chocolate.

Punto	Norte	Este	Elevación
1	2912.8947	1292.367	1825.76
2	2906.2434	1290.2961	1825.93
3	2919.6104	1294.458	1825.43
4	2922.4394	1274.9619	1826.99
5	2916.838	1270.8203	1826.81
6	2928.0951	1279.1436	1827.05
7	2929.82	1256.6903	1827.66
8	2922.9396	1255.6001	1827.55
9	2936.7671	1257.7911	1827.62
10	2931.4508	1236.9283	1828.02
11	2924.6774	1238.556	1827.89
12	2938.2899	1235.2849	1828.06
13	2923.851	1218.4944	1828.63
14	2917.706	1221.7759	1828.54
15	2930.0555	1215.1812	1828.7
16	2912.5293	1202.0758	1829.31
17	2908.3037	1207.6141	1829.15
18	2916.7958	1196.4838	1829.38
19	2896.6434	1190.3954	1830.03
20	2890.9772	1194.4478	1829.91
21	2902.3646	1186.3037	1830.01
22	2893.9302	1170.7965	1830.84
23	2886.9678	1171.0289	1830.79
24	2900.96	1170.5619	1830.74
25	2890.9929	1151.0611	1830.38
26	2884.1615	1152.4254	1830.5
27	2897.8904	1149.6836	1830.26
28	2882.9179	1132.9445	1829.66
29	2876.8262	1136.3239	1829.61
30	2889.0686	1129.5324	1829.72

Punto	Norte	Este	Elevación
31	2871.484	1116.6144	1829.47
32	2866.4126	1121.3903	1829.43
33	2876.6046	1111.7923	1827.38
34	2858.1175	1101.7657	1829.72
35	2852.8311	1106.3026	1829.65
36	2863.4551	1097.1849	1829.69
37	2845.1232	1088.2444	1830.4
38	2837.4019	1092.0683	1830.39
39	2850.1863	1085.7369	1830.33
40	2837.1726	1070.0951	1830.72
41	2830.0952	1072.6259	1830.74
42	2843.2777	1067.9119	1830.52
43	2832.742	1050.724	1831.39
44	2825.7976	1051.6041	1831.4
45	2839.6865	1049.8438	1831.27
46	2828.0041	1030.9647	1832.4
47	2821.2571	1036.2265	1832.39
48	2833.3126	1026.8054	1832.31
49	2813.1821	1017.4215	1834.69
50	2808.6808	1022.7823	1834.61
51	2817.6834	1012.0607	1834.73
52	2794.7908	1009.3197	1836.18
53	2793.0586	1013.9678	1835.92
54	2798.6759	1001.1442	1836.26
55	2776.6005	1001.0149	1837.27
56	2774.0477	1005.1974	1836.91
57	2779.8324	995.7197	1837.35
58	2759.0147	991.6539	1838.46
59	2756.5829	995.8884	1838.25
60	2762.2116	986.0872	1838.49

Punto	Norte	Este	Elevación
61	2742.4205	980.0785	1840.55
62	2738.8734	984.7324	1840.59
63	2746.0415	975.3278	1840.46
64	2730.7461	963.7112	1843.09
65	2724.2381	966.289	1843.12
66	2737.2542	961.1334	1843.02
67	2730.2306	944.1789	1844.83
68	2723.4443	942.4623	1844.98
69	2737.0169	945.8955	1844.75
70	2736.0216	925.0393	1846.23
71	2729.4674	922.6792	1846.4
72	2742.6394	927.4224	1846.05
73	2743.3544	906.4459	1847.63
74	2736.9477	903.6258	1847.71
75	2749.7612	909.2661	1847.44
76	2748.288	887.2749	1848.96
77	2741.9021	886.259	1849.01
78	2754.3685	888.2421	1848.86
79	2750.3217	867.3997	1851.98
80	2744.044	866.6289	1851.98
81	2757.9396	868.335	1851.94
82	2747.7166	850.754	1854.68
83	2752.2761	847.7063	1854.71
84	2757.7002	844.0807	1854.67
85	2737.5773	851.9962	1859.12
86	2743.4175	855.8552	1859.39
87	2731.7371	848.1371	1859.01
88	2725.3856	867.7719	1860.09
89	2730.0911	872.9545	1859.98
90	2720.6802	862.5894	1860.21

Punto	Norte	Este	Elevación
91	2706.4851	872.122	1861.09
92	2705.6682	879.0742	1861.34
93	2707.3019	865.1699	1860.92
94	2689.8457	861.7076	1861.21
95	2684.9573	866.7179	1861.9
96	2694.7341	856.6972	1862.33
97	2675.8424	847.4362	1860.83
98	2670.6124	852.0889	1864.85
99	2681.0724	842.7836	1864.85
100	2661.4200	833.6029	1867.120
101	2656.5613	838.6421	1867.170
102	2666.2786	828.5637	1867.040
103	2646.2971	820.5361	1869.690
104	2641.8191	825.9164	1869.790
105	2650.7751	815.1558	1869.640
106	2630.7412	807.7565	1871.780
107	2626.3791	813.1896	1871.810
108	2635.3495	802.4410	1871.720
109	2615.7397	794.7409	1879.230
110	2610.9627	799.8576	1876.180
111	2620.5167	789.6242	1879.210
112	2602.2345	780.0340	1886.390
113	2596.6940	784.3122	1886.340
114	2607.7750	775.7558	1886.330
115	2592.8410	762.6876	1890.220
116	2585.9985	764.1644	1890.210
117	2599.6834	761.2108	1890.160
118	2586.7989	743.6504	1892.520
119	2580.0171	745.3845	1892.590
120	2593.5807	741.9163	1892.420

Punto	Norte	Este	Elevación
121	2580.5243	724.6788	1894.040
122	2577.2348	726.0630	1894.060
123	2583.8681	723.2717	1894.060
124	2568.7346	709.1179	1897.860
125	2565.6223	715.3503	1897.790
126	2571.8770	702.8252	1897.800
127	2549.8334	703.0927	1898.690
128	2549.4139	710.0801	1898.600
129	2550.2529	696.1052	1898.750
130	2540.0599	704.0501	1899.310
131	2541.5734	710.0641	1899.300
132	2538.1567	696.4875	1899.110
133	2531.3568	708.0875	1899.790
134	2535.5222	713.2280	1899.650
135	2526.7083	702.3507	1899.840
136	2526.9675	716.8111	1900.270
137	2532.0003	719.4145	1900.120
138	2519.5655	712.9821	1900.270
139	2525.2829	726.1158	1900.990
140	2531.4403	726.4474	1900.630
141	2517.4605	725.6945	1900.930
142	2524.4808	736.1130	1901.630
143	2530.6207	736.6829	1901.440
144	2516.6806	735.3890	1901.840
145	2522.5210	756.0218	1903.690
146	2528.8689	756.9561	1906.640
147	2515.0181	754.9175	1903.500
148	2515.7611	774.8787	1906.640
149	2521.2532	778.2918	1906.670
150	2509.3623	770.9021	1906.390

Punto	Norte	Este	Elevación
151	2504.9974	791.8746	1909.940
152	2509.4617	795.8326	1910.030
153	2498.9860	786.5450	1909.880
154	2497.7212	798.8734	1911.650
155	2501.8705	803.6356	1911.510
156	2494.3639	795.0201	1911.620
157	2490.4065	805.7022	1913.010
158	2494.3215	810.2043	1913.140
159	2485.1348	799.6400	1912.900
160	2483.1720	812.5527	1913.920
161	2487.3937	817.1834	1913.990
162	2479.5921	808.6261	1913.780
163	2468.3191	825.9711	1914.030
164	2472.4011	830.6593	1914.030
165	2463.2077	820.1008	1914.060
166	2452.8346	838.7276	1913.060
167	2456.4502	843.7842	1912.980
168	2449.5936	834.1947	1912.840
169	2436.6449	850.5333	1912.290
170	2439.8231	855.3071	1912.170
171	2432.0646	843.6535	1911.070
172	2420.7449	862.2110	1911.130
173	2424.7775	866.4714	1910.910
174	2416.3470	857.5648	1910.950
175	2404.9201	874.5928	1909.300
176	2408.5052	879.5441	1909.090
177	2400.2944	868.2046	1909.020
178	2389.3444	887.0171	1907.750
179	2393.5795	892.5482	1907.650
180	2385.0682	881.4325	1907.570

Punto	Norte	Este	Elevación
181	2371.6020	895.9966	1907.060
182	2374.4283	902.3637	1907.040
183	2368.7483	889.5677	1906.810
184	2351.9476	895.0639	1906.840
185	2349.6646	901.6811	1906.690
186	2354.2307	888.4467	1906.560
187	2342.7071	891.2625	1906.820
188	2338.5448	896.7233	1906.890
189	2347.0315	885.5889	1906.490
190	2334.2406	886.1082	1906.690
191	2331.3518	891.8933	1906.780
192	2337.6065	879.3682	1906.140
193	2325.1491	882.0413	1906.520
194	2323.2207	888.7704	1906.510
195	2327.0775	875.3122	1906.080
196	2305.9326	876.5013	1906.670
197	2303.9199	883.2057	1906.540
198	2307.9453	869.7969	1906.540
199	2286.6944	871.0581	1906.910
200	2284.4833	877.6997	1906.690
201	2288.9055	864.4165	1906.700
202	2267.1745	868.8080	1906.900
203	2267.1745	874.3297	1906.700
204	2267.1745	860.3297	1906.690
205	2247.1854	868.0803	1906.740
206	2247.3008	874.5475	1906.770
207	2247.0511	860.5497	1906.450
208	2227.2400	868.4851	1906.940
209	2227.4243	874.0664	1906.770
210	2227.0278	862.0573	1906.670

Punto	Norte	Este	Elevación
211	2207.0818	865.4724	1906.770
212	2205.1138	870.7044	1906.790
213	2209.1941	859.8569	1906.530
214	2188.5900	857.6691	1906.440
215	2186.2559	862.9274	1906.520
216	2191.0878	852.0419	1906.040
217	2170.2702	849.9565	1905.570
218	2167.4531	856.7261	1905.480
219	2172.8319	843.8006	1905.310
220	2151.9839	841.8897	1904.735
221	2149.9439	846.2843	1904.760
222	2153.7085	838.1745	1904.555
223	2133.7461	833.6862	1904.070
224	2130.7970	840.0347	1904.030
225	2136.6952	827.3377	1903.900
226	2116.0114	824.4579	1903.480
227	2112.5868	830.5630	1903.470
228	2119.4360	818.3528	1903.410
229	2100.0298	812.4791	1903.220
230	2096.3232	818.4172	1903.110
231	2103.7364	806.5411	1903.090
232	2082.5722	802.7405	1902.810
233	2079.6900	809.1197	1902.620
234	2085.4543	796.3614	1902.620
235	2063.4423	797.8567	1901.870
236	2063.4423	804.8229	1901.470
237	2063.4423	790.8229	1901.750
238	2043.5352	798.3916	1900.210
239	2043.5655	805.3916	1899.970
240	2043.5048	791.3917	1899.820

Punto	Norte	Este	Elevación
241	2023.5411	798.3028	1898.010
242	2023.2237	805.2956	1897.840
243	2023.8586	791.3100	1897.640
244	2003.7075	795.8862	1895.455
245	2002.8313	802.8311	1895.390
246	2004.5836	788.9412	1894.970
247	1983.9290	793.0998	1893.210
248	1983.4605	800.0841	1893.010
249	1984.3974	786.1155	1893.090
250	1964.1829	789.8917	1891.270
251	1962.6083	796.1981	1891.210
252	1965.9998	782.6151	1891.200
253	1944.5307	787.3215	1889.110
254	1943.7188	794.2409	1888.840
255	1945.1603	780.3153	1888.790
256	1924.6208	784.7864	1888.840
257	1923.1814	791.7045	1886.190
258	1926.0333	777.9981	1886.050
259	1905.1082	780.4681	1886.800
260	1903.3488	787.2085	1886.635
261	1906.8846	773.6624	1886.550
262	1885.8498	775.0894	1885.790
263	1883.8011	781.7829	1885.660
264	1887.8985	768.3959	1885.370
265	1868.3240	765.9354	1884.750
266	1862.6302	770.0074	1884.820
267	1874.0177	761.8633	1884.390
268	1860.0452	747.7796	1883.480
269	1854.6786	752.2266	1883.390
270	1865.7362	743.6401	1883.110

Punto	Norte	Este	Elevación
271	1848.2678	732.1689	1881.330
272	1841.9595	735.2031	1881.120
273	1854.5760	729.1347	1880.890
274	1834.8292	719.4985	1878.000
275	1829.6314	724.1392	1877.650
276	1839.8602	714.5804	1877.575
277	1820.6972	705.1329	1874.285
278	1815.9842	710.3085	1873.865
279	1825.4103	699.9573	1874.115
280	1808.0201	689.7180	1870.660
281	1802.7081	694.2768	1869.930
282	1813.3320	685.1591	1870.520
283	1794.0380	675.5074	1867.420
284	1789.2572	680.6206	1867.200
285	1798.8187	670.3942	1867.080
286	1776.8835	667.6446	1864.530
287	1777.3251	674.1296	1864.225
288	1776.3740	660.1619	1864.425
289	1758.5245	673.8689	1861.430
290	1762.6185	679.5052	1861.155
291	1754.3909	668.1780	1861.180
292	1743.8492	687.4053	1858.230
293	1748.4596	692.6277	1858.050
294	1739.1650	682.1582	1857.630
295	1728.4845	700.0243	1855.095
296	1731.6117	706.2505	1854.670
297	1725.0977	693.8583	1854.540
298	1709.1590	703.6559	1852.215
299	1708.7229	710.6423	1852.235
300	1709.5951	696.6695	1851.415

Punto	Norte	Este	Elevación
301	1692.5482	693.7731	1849.135
302	1687.6254	698.7020	1848.545
303	1697.5187	688.7964	1848.525
304	1685.1284	676.1093	1845.675
305	1678.1511	675.5464	1845.395
306	1692.1058	676.6722	1845.395
307	1688.8316	656.5271	1841.885
308	1678.9895	654.2312	1840.345
309	1695.6485	658.1172	1842.115
310	1686.3981	637.3337	1838.095
311	1677.4371	642.2738	1836.975
312	1693.9686	633.1647	1835.825
313	1670.5760	629.8651	1834.100
314	1670.5760	639.2621	1833.510
315	1670.9099	620.8375	1833.710
316	1656.4025	640.5305	1830.190
317	1661.8739	644.8425	1829.710
318	1650.8541	636.2074	1829.960
319	1644.7637	656.8117	1826.720
320	1650.4961	660.7701	1826.350
321	1638.9758	652.8150	1826.210
322	1632.6162	672.6591	1824.410
323	1637.8560	677.2496	1824.070
324	1627.3256	668.0241	1824.040
325	1619.9766	688.1465	1822.600
326	1625.2306	692.7208	1822.320
327	1614.6717	683.5278	1822.290
328	1605.9422	702.3305	1820.830
329	1608.5587	708.7867	1820.780
330	1603.3256	695.8015	1820.390

Punto	Norte	Este	Elevación
331	1586.5269	705.3128	1818.720
332	1586.0403	712.2959	1818.885
333	1587.0135	698.3297	1818.145
334	1569.6015	696.0116	1816.165
335	1564.5193	700.8252	1816.140
336	1574.6838	691.1980	1815.725
337	1555.7463	681.6621	1813.075
338	1551.6685	687.3517	1812.475
339	1559.8242	675.9725	1812.805
340	1537.3802	674.9676	1810.025
341	1537.3802	681.9676	1809.595
342	1537.3802	667.9676	1810.025
343	1519.6282	682.4587	1807.495
344	1524.9590	686.9956	1807.215
345	1514.2974	677.9219	1807.315
346	1508.6427	699.1027	1804.785
347	1514.7484	702.5262	1804.265
348	1502.5370	695.6792	1804.515
349	1497.6063	715.4025	1801.720
350	1503.0331	719.7769	1801.490
351	1491.8382	711.3701	1801.090
352	1480.4669	724.6543	1798.480
353	1480.9030	731.6407	1798.480
354	1480.0308	717.6679	1798.070
355	1462.0067	717.6798	1795.700
356	1458.7158	723.8580	1794.665
357	1465.2976	711.5016	1795.410
358	1445.9533	705.7440	1793.575
359	1440.5929	710.1960	1793.520
360	1451.5642	701.4994	1793.260

Punto	Norte	Este	Elevación
361	1436.7471	688.2913	1791.850
362	1430.2635	691.6108	1791.590
363	1442.7252	685.2307	1791.630
364	1427.2820	670.7056	1789.820
365	1421.5997	674.7356	1789.645
366	1433.0193	666.6366	1789.600
367	1416.4366	653.9245	1787.540
368	1410.4484	657.5497	1787.290
369	1422.4247	650.2993	1787.470
370	1406.0865	636.8027	1784.950
371	1400.0096	640.8129	1784.750
372	1411.6946	633.1018	1784.700
373	1395.3935	619.9178	1786.070
374	1389.5532	623.7766	1782.220
375	1401.2338	616.0590	1782.390
376	1384.3373	603.2514	1783.890
377	1378.5377	607.1711	1783.600
378	1390.1370	599.3317	1783.520
379	1373.0231	586.7639	1782.144
380	1366.9058	590.1667	1781.995
381	1379.1403	583.3612	1781.725
382	1359.3853	573.1847	1780.905
383	1357.3762	579.8902	1780.575
384	1361.3944	566.4792	1780.965
385	1349.6520	570.9108	1780.495
386	1348.2116	577.7611	1780.165
387	1351.0923	564.0606	1780.435
388	1339.7467	569.6519	1780.275
389	1339.5259	576.6484	1780.315
390	1339.9675	562.6554	1780.195

Punto	Norte	Este	Elevación
391	1319.7759	568.6440	1780.475
392	1319.6630	575.6431	1780.315
393	1319.8887	561.6449	1780.455
394	1300.8307	573.6474	1781.220
395	1304.8410	579.3436	1781.075
396	1296.7815	567.8961	1781.145
397	1286.3667	587.2649	1782.725
398	1291.9862	591.3819	1782.400
399	1280.6927	583.1080	1782.820
400	1274.0944	603.0069	1784.995
401	1279.2125	607.7328	1784.950
402	1268.9268	598.2352	1784.860
403	1259.6668	616.7972	1784.730
404	1264.0363	622.2660	1787.710
405	1255.2972	611.3285	1787.545
406	1243.2590	628.1468	1787.280
407	1246.8572	634.1512	1787.260
408	1239.6609	622.1423	1787.000
409	1225.4538	637.1525	1789.450
410	1227.8972	643.6763	1789.400
411	1222.9868	630.5656	1789.350
412	1206.1836	642.4773	1791.385
413	1207.8793	649.2688	1791.385
414	1204.4878	635.6858	1791.365
415	1186.8006	647.3962	1793.280
416	1188.4370	654.2023	1792.918
417	1185.1642	640.5902	1793.195
418	1167.1131	650.7559	1794.530
419	1167.7349	657.7283	1794.305
420	1166.4913	643.7836	1794.460

Punto	Norte	Este	Elevación
421	1147.1327	650.8629	1795.400
422	1147.1327	658.1291	1795.275
423	1147.1327	644.1291	1795.360
424	1127.3336	647.8845	1796.520
425	1126.9435	655.8912	1796.510
426	1127.6247	641.9078	1796.430
427	1107.3597	647.1760	1797.350
428	1106.8550	654.4192	1797.140
429	1107.8281	640.4530	1797.150
430	1087.3513	646.4949	1797.360
431	1087.3513	653.9949	1797.240
432	1087.3513	639.9949	1797.040
433	1067.4127	645.8246	1796.920
434	1066.7554	653.2618	1796.870
435	1067.9880	639.3162	1796.770
436	1047.8219	642.5746	1796.160
437	1045.8059	649.8414	1795.960
438	1049.5485	636.3509	1795.960
439	1029.0241	636.0412	1795.060
440	1026.3765	642.5212	1794.920
441	1031.6717	629.5612	1794.750
442	1011.7827	626.0185	1793.430
443	1007.9142	631.8525	1793.320
444	1015.6512	620.1846	1793.140
445	996.1074	613.7089	1791.500
446	991.0173	618.5142	1791.300
447	1001.1975	608.9036	1791.230
448	982.0490	599.4849	1789.650
449	977.1380	604.4731	1789.370
450	986.9600	594.4967	1789.510

Punto	Norte	Este	Elevación
451	968.1836	585.0761	1788.005
452	963.0995	589.8877	1787.790
453	973.2678	580.2645	1787.780
454	953.5660	571.4166	1786.445
455	948.8899	576.9128	1786.445
456	1670.3126	638.5625	1833.510
457	956.9688	567.4170	1786.330
458	939.1878	557.5841	1785.305
459	933.9892	562.5890	1785.215
460	944.0748	552.8791	1785.215
461	924.2900	544.2222	1784.435
462	919.7855	549.8599	1784.305
463	928.5246	538.9224	1784.275
464	908.6430	531.7738	1783.785
465	904.0267	537.3204	1783.605
466	912.9827	526.5597	1783.625
467	892.2855	520.3229	1783.205
468	890.0887	527.1966	1782.905
469	894.3507	513.8611	1783.045
470	872.5142	518.0251	1782.235
471	872.6424	525.3403	1781.850
472	872.3972	511.3424	1782.165
473	852.5227	517.8890	1780.615
474	852.5227	525.6053	1780.225
475	852.5227	511.6053	1780.475
476	832.4999	518.2015	1778.335
477	832.7025	523.4755	1777.715
478	832.2587	511.9224	1778.005
479	815.5826	527.7895	1775.635
480	821.1800	531.9929	1774.900

Punto	Norte	Este	Elevación
481	809.9851	523.5861	1775.650
482	811.1743	536.8682	1774.160
483	818.8161	539.1186	1773.440
484	805.3863	535.1636	1774.020
485	809.8535	547.2124	1772.540
486	816.2451	546.8569	1771.740
487	804.8275	547.4920	1772.390
488	811.9459	557.2729	1771.070
489	819.6737	55.3385	1770.690
490	806.0927	558.7380	1770.690
491	814.7663	566.9844	1769.715
492	822.3496	564.0918	1769.065
493	809.2689	569.0813	1769.465
494	821.4953	585.6362	1767.325
495	829.1816	583.9632	1766.620
496	815.5019	586.9408	1767.075
497	820.8939	604.7898	1765.385
498	828.8157	606.7727	1764.845
499	815.2347	603.3732	1764.895
500	817.1222	13.5796	1764.570
501	822.7197	617.7830	1764.090
502	811.5247	609.3762	1764.155
503	809.9131	620.3208	1763.630
504	813.3661	626.3710	1763.005
505	806.4267	614.2119	1763.285
506	800.4578	622.7781	1762.625
507	801.3580	629.9884	1761.805
508	799.6236	616.0963	1762.245
509	790.6284	622.1676	1761.415
510	788.8681	629.2174	1760.865

Punto	Norte	Este	Elevación
511	792.2596	615.6344	1761.085
512	781.3808	618.7748	1760.060
513	777.7826	624.7792	1759.380
514	784.9789	612.7703	1759.625
515	773.4862	612.7703	1758.695
516	768.7179	618.0272	1758.685
517	778.0955	607.6319	1758.205
518	765.9733	606.1693	1757.490
519	761.2927	611.3289	1757.080
520	770.6702	600.9336	1757.220
521	754.3996	589.8750	1755.660
522	748.2004	593.1263	1755.340
523	760.5987	586.6238	1755.670
524	745.3571	572.0466	1754.305
525	738.9556	574.8787	1754.190
526	751.7586	569.2144	1754.240
527	737.6301	53.6093	1753.340
528	731.0801	556.0786	1753.235
529	744.1802	551.1400	1753.235
530	730.6852	534.8553	1752.540
531	724.0906	537.2030	1752.460
532	737.2798	532.5076	1752.440
533	724.1570	515.9445	1751.955
534	717.8558	517.7911	1751.955
535	731.2908	513.8539	1751.870
536	717.9400	496.8292	1751.540
537	712.5004	498.0097	1751.550
538	726.1820	495.0406	1751.410
539	712.0071	478.1020	1751.095
540	707.5733	479.8508	1751.060

Punto	Norte	Este	Elevación
541	717.9782	475.7468	1751.005
542	703.6148	460.2904	1750.600
543	699.3362	462.7117	1750.415
544	709.1618	457.1512	1750.455
545	693.5620	443.0732	1749.740
546	689.3989	445.5929	1749.540
547	698.8105	439.8966	1749.520
548	682.9186	426.2431	1748.430
549	678.9800	428.8374	1748.100
550	688.0149	422.8860	1748.290
551	674.8248	407.5959	1746.350
552	669.2288	409.6649	1746.060
553	682.3637	404.8197	1746.010
554	670.8225	387.7976	1742.620
555	665.1673	388.1515	1742.350
556	677.0942	387.4052	1742.290
557	666.1182	369.8896	1739.090
558	662.0585	372.7500	1738.840
559	673.5030	364.6864	1739.020
560	652.1213	356.4228	1736.170
561	647.8556	361.9729	1735.790
562	656.3870	350.8727	1735.700
563	636.8846	343.4760	1734.600
564	632.4250	348.8715	1734.380
565	641.3443	338.0805	1734.370
566	622.4104	329.6848	1733.440
567	617.7049	334.8673	1733.220
568	627.1159	324.5022	1733.170
569	608.1345	315.7386	1732.160
570	602.7503	320.2119	1731.890

Punto	Norte	Este	Elevación
571	613.5187	311.2653	1731.850
572	594.9089	300.7453	1730.950
573	589.8052	305.5361	1730.820
574	600.0127	295.9545	1730.700
575	580.4321	286.9515	1729.320
576	576.2160	291.1729	1729.225
577	586.1093	281.2672	1729.310
578	565.6785	273.6067	1727.085
579	561.6277	279.3156	1726.830
580	569.7293	267.8979	1726.975
581	547.2713	265.9846	1724.835
582	545.2603	272.6895	1724.615
583	549.2824	259.2797	1724.480
584	528.3102	259.6399	1722.910
585	525.9305	266.1871	1722.580
586	530.7130	253.0292	1722.610
587	509.6527	252.4438	1721.130
588	506.8940	258.8405	1721.110
589	512.4382	245.9851	1720.960
590	491.1206	244.9270	1719.650
591	488.5237	251.4275	1719.550
592	493.7175	238.4266	1719.520
593	473.6625	235.3905	1718.270
594	469.1261	240.7216	1718.090
595	478.1988	230.0593	1717.880
596	462.8488	218.9315	1716.440
597	456.4151	221.6895	1716.410
598	469.2826	216.1735	1716.310
599	456.2843	200.0712	1714.265
600	449.4989	202.3762	1714.165

Punto	Norte	Este	Elevación
601	462.7549	197.8730	1713.955
602	447.9503	181.9312	1711.490
603	440.6917	185.0911	1711.170
604	455.6831	178.5649	1711.350
605	438.1467	165.4479	1707.825
606	432.4168	172.0456	1707.385
607	443.8407	158.8916	1707.665
608	420.7683	161.4788	1703.780
609	422.2471	170.3629	1703.265
610	419.3261	152.8143	1703.685
611	401.4643	165.5059	1700.825
612	401.9979	172.4517	1700.275
613	400.9255	158.4928	1700.485
614	381.4974	165.8049	1698.075
615	379.8016	172.5966	1697.840
616	383.1930	159.0136	1697.765
617	365.5389	155.1520	1694.555
618	359.7393	159.0717	1694.650
619	371.3386	151.2323	1694.330
620	356.3488	137.4706	1689.840
621	350.0185	140.4585	1689.640
622	362.6791	134.4827	1689.790
623	347.6186	119.4767	1684.940
624	341.3591	122.6103	1684.550
625	353.8780	116.3431	1684.710
626	335.2337	103.9321	1683.825
627	330.7034	109.2241	1679.885
628	339.8079	98.5888	680.295
629	321.3749	89.6340	679.450
630	315.5222	93.4742	678.700

Punto	Norte	Este	Elevación
631	327.2275	85.7938	679.300
632	309.9243	73.2488	675.235
633	304.3664	77.5043	674.955
634	315.4823	68.9933	674.955
635	298.6035	56.7805	671.445
636	292.7085	60.5553	670.975
637	304.4985	53.0057	670.705
638	287.6174	40.0696	667.055
639	281.8427	44.0261	666.305
640	293.3920	36.1132	665.655
641	278.5726	22.2894	663.395
642	272.0959	24.9451	663.085
643	285.0493	19.6337	662.905
644	270.5536	3.9727	60.530
645	264.0479	6.5564	69.960
646	277.0593	1.3889	60.500
647	263.0145	-14.5940	1658.135
648	257.0576	-12.8174	1657.625
649	270.4736	-16.8187	1658.070
650	259.4352	-34.3300	1656.245
651	252.6085	-32.9427	1656.185
652	266.3280	-35.7309	1656.115
653	257.3596	-54.1642	1654.650
654	250.3696	-54.5382	1654.480
655	264.3496	-53.7903	1654.600
656	258.7641	-74.1110	1653.030
657	251.7903	-74.7168	1652.880
658	265.7378	-73.5052	1652.880
659	260.8242	-93.9685	1651.065
660	255.9539	-93.1754	1650.305

Punto	Norte	Este	Elevación
661	267.8561	-93.8087	1650.695
662	255.3143	-101.3663	1649.735
663	253.4178	-95.0198	1648.825
664	255.7245	-108.0392	1649.775
665	245.6926	-99.0820	1648.135
666	249.7846	-94.6776	1647.305
667	241.1774	-103.9420	1648.245
668	240.2824	-90.6556	646.830
669	246.4250	-87.3698	646.695
670	234.0802	-93.9733	646.795
671	228.3422	-74.6904	645.405
672	234.3623	-70.3592	645.415
673	222.9979	-78.5354	645.185
674	216.3325	-58.7503	644.645
675	221.4969	-53.8543	644.415
676	211.3369	-63.4863	644.495
677	201.8005	-45.0578	644.025
678	206.6909	-39.5491	643.860
679	197.3963	-50.0186	643.780
680	186.2298	-32.5569	643.440
681	190.1397	-26.7914	643.460
682	182.2819	-38.3783	643.240
683	169.1135	-22.3155	642.850
684	172.7171	-15.6057	642.720
685	166.0931	-27.9395	642.760
686	151.8565	-12.1167	641.600
687	156.0013	-5.7270	1641.380
688	148.3824	-17.4724	1641.410
689	135.4659	-0.6399	1640.270
690	140.0528	5.2650	1639.960

Punto	Norte	Este	Elevación
691	131.4644	-5.7911	1640.050
692	117.8898	7.3638	1638.830
693	118.6543	14.8913	1638.805
694	117.2397	0.9630	1638.670
695	98.0386	7.1781	1637.740
696	97.5285	15.0028	1640.640
697	98.4393	1.0324	1637.540
698	78.0742	6.6786	1637.070
699	77.5674	14.6287	1636.880
700	78.4580	0.6571	1636.950
701	58.1913	5.2962	1637.670
702	57.1320	12.8385	1637.570
703	59.0791	-1.0255	1637.470
704	38.6167	1.3416	1638.155
705	37.1933	8.9763	1638.130
706	39.7592	-4.7865	1637.980
707	18.8799	-2.0614	1637.670
708	18.1176	3.2816	1637.570
709	19.7675	-8.2822	1637.520
710	-0.0266	-0.0208	1636.560
711	5.4870	4.2921	636.460
712	-5.5401	-4.3337	1636.600

Tabla II. Libreta topográfica del proyecto sistema de abastecimiento de agua potable para las granjas Montebello 1 y Montebello 3, Aldea Rabanales

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
1	5000	5000	1500	E&O
2	4998.3981	5012.4595	1501.55	POZO
3	4999.4931	5002.6415	1501.74	CORONA
4	5025.8606	4997.2021	1501.51	REFERENCIA 1
5	5048.5395	4993.3821	1502.82	REFERENCIA 2
6	4999.8023	5001.6343	1500.15	PIE
7	4978.8535	5000.7672	1498.53	NIVEL
8	4958.1617	4999.2961	1497.39	NIVEL
9	4937.8462	4996.6188	1496.33	NIVEL
10	4917.9452	4993.1557	1495	NIVEL
11	4898.8588	4988.059	1493.78	NIVEL
12	4879.6597	4982.018	1492.6	NIVEL
13	4860.6113	4974.4977	1491.35	NIVEL
14	4841.746	4965.479	1490.17	NIVEL
15	4823.9862	4956.6492	1488.81	NIVEL
16	4805.5187	4952.1958	1486.81	NIVEL
17	4797.1965	4938.5661	1486.6	ESTACION 1
18	4814.6618	4949.9016	1488.28	CALLE
19	4800.8227	4940.8505	1487.07	CALLE
20	4781.6554	4952.9594	1483.63	NIVEL
21	4761.6325	4956.5502	1481.51	NIVEL
22	4743.3607	4962.4291	1479.52	NIVEL
23	4705.7819	4979.3116	1475.33	ESTACION 2
24	4725.6753	4971.6963	1477.35	NIVEL
25	4708.1784	4987.382	1475.09	NIVEL
26	4694.2206	5006.4367	1474.05	NIVEL
27	4684.5113	5028.5633	1473.33	NIVEL
28	4675.641	5050.728	1472.62	NIVEL
29	4655.0034	5085.1299	1471.05	ESTACION 3
30	4665.4884	5077.209	1471.69	NIVEL

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
31	4652.4582	5112.4302	1469.21	NIVEL
32	4642.8968	5139.5334	1466.98	NIVEL
33	4632.5468	5164.5266	1466.02	NIVEL
34	4623.0716	5192.1103	1465.18	NIVEL
35	4612.208	5220.5506	1464.12	NIVEL
36	4602.023	5249.283	1463.45	NIVEL
37	4591.6453	5276.2098	1462.61	NIVEL
38	4587.5871	5284.6052	1462.36	ESTACION 4
39	4574.6486	5320.1349	1460.55	NIVEL
40	4561.8811	5355.4028	1458.01	NIVEL
41	4548.07	5393.9855	1455.42	NIVEL
42	4529.6295	5438.8217	1451.32	ESTACION 5
43	4541.968	5413.499	1453.9	NIVEL
44	4536.7736	5441.1656	1450.83	NIVEL
45	4539.5734	5449.6783	1448.94	NIVEL
46	4537.8934	5458.281	1448.63	ESTACION 6
47	4545.5686	5453.3093	1447.56	NIVEL
48	4555.2907	5455.5549	1445.99	NIVEL
49	4562.9998	5455.1971	1444.44	NIVEL
50	4609.9805	5458.8472	1438.44	ESTACION 7
51	4591.8836	5450.0772	1440.48	NIVEL
52	4605.8495	5453.2033	1439.11	NIVEL
53	4615.788	5462.4241	1437.89	NIVEL
54	4617.7209	5471.0933	1437.18	NIVEL
55	4612.9904	5479.0236	1436.8	PUENTE
56	4609.9848	5481.3024	1436.9	PUENTE
57	4599.4482	5487.2434	1437.71	NIVEL
58	4598.4562	5481.473	1437.7	ESTACION 8
59	4580.0876	5500.936	1440.68	NIVEL
60	4559.6547	5514.3339	1443.59	NIVEL

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
61	4546.9767	5522.8451	1445.33	NIVEL
62	4534.7691	5532.4479	1446.79	ESTACION 9
63	4544.0086	5527.9257	1446.22	NIVEL
64	4547.235	5530.936	1447.27	NIVEL
65	4568.0621	5530.2325	1449.6	NIVEL
66	4592.0045	5530.0212	1451.91	NIVEL
67	4630.0512	5530.653	1456.23	NIVEL
68	4651.8922	5531.4428	1458.82	NIVEL
69	4675.9054	5532.5505	1461.06	NIVEL
70	4724.6929	5533.1247	1464.93	ESTACION 10
71	4695.8296	5531.3544	1462.82	NIVEL
72	4718.2386	5528.023	1464.58	NIVEL
73	4744.8495	5482.0595	1467.54	LOTE
74	4749.8104	5507.2255	1467.61	CASA
75	4752.428	5521.1186	1466.45	BANQUETA
76	4779.8489	5515.5486	1467.79	BANQUETA
77	4791.7969	5513.0687	1468.31	BANQUETA
78	4822.2657	5507.1068	1469.63	NIVEL
79	4811.4505	5508.4384	1469.59	CASA
80	4848.5944	5506.9675	1470.97	ESTACION 11
81	4841.2241	5501.2656	1471.08	LOTE
82	4852.8775	5499.1168	1471.97	LOTE
83	4852.56	5465.4562	1474.58	CANCHA
84	4867.437	5437.4089	1476.08	ESTACION 11.1
85	4946.3716	5481.0905	1477.81	CASA
86	5025.6298	5467.3683	1482.68	ESTACION 12
87	4959.1269	5477.5678	1478.73	LOTE
88	5005.9898	5466.9483	1481.54	CASA
89	5016.0574	5465.2155	1482.1	CASA
90	5016.3196	5466.5051	1481.98	NIVEL

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
91	4977.7058	5474.6494	1480.03	NIVEL
92	4946.447	5481.8713	1477.73	NIVEL
93	5033.6708	5469.1567	1483.04	CASA
94	5033.3583	5470.4948	1482.65	NIVEL
95	5044.6986	5483.5764	1482.97	9 LOTES
96	5043.6302	5472.9638	1482.96	CASA
97	5043.442	5474.1662	1482.85	NIVEL
98	5070.7469	5481.5636	1484.36	ESTACION 13
99	5069.2571	5474.089	1484.44	LOTE
100	5069.5859	5476.0838	1484.23	NIVEL
101	5085.1452	5471.6946	1485.34	LOTE
102	5085.8149	5474.0819	1485.37	NIVEL
103	5118.8849	5468.2236	1487.63	LOTE
104	5118.4665	5467.3791	1487.69	NIVEL
105	5164.0197	5459.1441	1490.12	ESTACION 14
106	5129.5015	5472.7723	1488.61	CASA
107	5129.8053	5465.9378	1488.32	NIVEL
108	5159.526	5466.9475	1490.17	LOTE
109	5167.3785	5455.5556	1490.26	CASA
110	5167.8895	5457.8181	1490.16	NIVEL
111	5187.7137	5451.8987	1491.24	LOTE
112	5188.432	5454.5863	1491.11	NIVEL
113	5189.4721	5460.2979	1491.31	LOTE
114	5206.5778	5449.2533	1491.73	LOTE
115	5206.7496	5449.9584	1491.62	NIVEL
116	5211.9058	5456.3897	1492	LOTE
117	5237.5018	5449.2212	1493.15	ESTACION 15
118	5243.874	5452.6772	1493.51	LOTE
119	5245.5146	5444.1606	1493.48	NIVEL
120	5246.0619	5442.4591	1493.54	LOTE

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
121	5231.4188	5446.5693	1492.93	NIVEL
122	5227.8201	5429.8782	1492.81	NIVEL
123	5233.7933	5429.1989	1493.11	LOTE
124	5221.944	5406.0214	1493.13	NIVEL
125	5215.596	5387.6421	1493.32	CASA
126	5216.9258	5387.2431	1493.33	NIVEL
127	5208.9781	5363.7333	1493.15	ESTACION 15.1
128	5257.1717	5456.6881	1494.15	ESTACION 16
129	5277.6318	5449.0066	1495.28	LOTE
130	5304.3084	5501.5666	1498.61	ESTACION 17
131	5297.6683	5506.7623	1498.47	CASA
132	5300.3461	5495.3941	1497.95	NIVEL
133	5278.7212	5475.4697	1495.66	NIVEL
134	5314.0247	5498.4978	1499.51	LOTE
135	5309.1905	5492.2368	1498.58	NIVEL
136	5337.2016	5474.9458	1499.85	LOTE
137	5329.9866	5469.3917	1499.24	LOTE
138	5331.3572	5471.0663	1499.28	NIVEL
139	5355.6764	5449.8583	1500.86	NIVEL
140	5382.3355	5426.7878	1502.73	NIVEL
141	5410.7289	5399.7742	1504.88	NIVEL
142	5414.4467	5404.0855	1505.3	LOTE
143	5437.0291	5376.896	1506.76	NIVEL
144	5468.0857	5348.9517	1508.7	NIVEL
145	5511.3972	5308.9013	1510.99	NIVEL
146	5557.0756	5270.205	1515.24	ESTACION 18
147	5523.182	5289.901	1511.46	LOTE
148	5527.4922	5293.6645	1512	NIVEL
149	5550.4172	5270.9044	1514.59	NIVEL
150	5546.937	5268.8427	1513.92	LOTE

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
151	5553.8328	5278.1806	1515.42	LOTE
152	5577.008	5282.0908	1517.99	CASA
153	5588.0757	5283.9736	1519.18	LOTE
154	5562.4505	5266.4445	1515.74	LOTE
155	5554.9252	5261.614	1514.52	NIVEL
156	5556.4342	5249.4105	1513.01	LOTE
157	5566.4706	5238.9086	1513.17	LOTE
158	5558.8992	5237.0082	1512.18	NIVEL
159	5559.6322	5203.4793	1508.86	NIVEL
160	5566.0449	5201.7019	1509.25	LOTE
161	5560.9807	5187.7292	1508.51	ESTACION 19
162	5556.7169	5205.2558	1509.16	LOTE
163	5557.3203	5183.0784	1508.1	LOTE
164	5541.9476	5177.9056	1506.68	NIVEL
165	5552.712	5188.585	1507.85	NIVEL
166	5544.1049	5171.1665	1506.79	LOTE
167	5557.2952	5151.4035	1507.87	LOTE
168	5570.8421	5141.6852	1509.38	CASA
169	5526.3501	5173.9968	1503.66	CASA
170	5527.0665	5172.1406	1503.71	NIVEL
171	5518.5146	5159.0243	1502.56	LOTE
172	5504.7771	5151.4008	1501.12	LOTE
173	5501.5969	5156.4237	1500.52	NIVEL
174	5475.2595	5137.4151	1500.76	ESTACION 20
175	5478.9625	5137.3119	1500.97	LOTE
176	5479.0216	5150.0706	1500.06	NIVEL
177	5478.9129	5150.7339	1499.77	LOTE
178	5472.3673	5154.2742	1499.4	NIVEL
179	5481.7524	5099.2398	1499.44	DOSKASA
180	5437.543	5119.3828	1496.01	CASA

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
181	5480.4073	5182.324	1495.2	NIVEL
182	5482.0791	5194.4979	1495.27	NIVEL
183	5483.5878	5210.2101	1497.1	LOTE
184	5481.4153	5228.7496	1498.89	NIVEL
185	5435.0197	5118.7034	1495.65	CASA
186	5478.4212	5257.1351	1500.87	ESTACION 21
187	5480.5759	5248.2258	1500.62	NIVEL
188	5474.09	5249.5602	1500.67	LOTE
189	5468.8409	5269.7206	1500.7	NIVEL
190	5469.969	5270.7532	1500.81	LOTE
191	5428.0737	5308.305	1499.74	NIVEL
192	5391.9002	5340.006	1499.36	NIVEL
193	5388.2051	5335.7593	1498.99	LOTE
194	5351.7117	5377.6655	1500.38	NIVEL
195	5328.3796	5396.3537	1499.45	ESTACION 22
196	5318.7261	5397.3627	1499.03	LOE
197	5324.1064	5404.0704	1498.78	NIVEL
198	5312.9131	5415.7401	1497.79	LOTE
199	5308.0357	5409.0093	1498.01	LOTE
200	5288.3464	5425.7299	1496.28	LOTE
201	5279.4024	5443.1533	1495.28	NIVEL
202	5257.1292	5456.6515	1494.07	ESTACION 23-16
203	5225.6029	5392.433	1493.82	CASA
204	5213.1517	5372.0859	1493.54	NIVEL
205	5205.6324	5367.8488	1492.54	NIVEL
206	5168.0051	5373.3426	1489.17	LOTE
207	5169.8673	5365.0281	1488.69	LOTE
208	5170.5389	5371.7853	1488.33	NIVEL
209	5158.3617	5374.3835	1488.78	CASA
210	5149.7214	5367.5858	1487.32	LOTE

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
211	5128.6587	5376.7366	1486.85	NIVEL
212	5121.9504	5377.9439	1486.71	LOTE
213	5121.1245	5370.6415	1486.34	LOTE
214	5084.898	5381.694	1486.57	NIVEL
215	5076.5044	5382.8237	1486.79	LOTE
216	5052.9361	5382.2067	1486.92	ESTACION 15.2
217	5070.1173	5382.6945	1487.04	NIVEL
218	5054.3494	5386.4216	1487.19	CASA
219	5043.7268	5385.9484	1486.6	NIVEL
220	5043.6314	5387.3365	1486.92	LOTE
221	5038.2785	5378.4138	1486.12	CASA
222	5001.223	5391.8329	1484.56	CASA
223	4998.9289	5383.3121	1484.06	LOTE
224	4998.8433	5390.6428	1484.17	NIVEL
225	4983.6727	5394.0015	1483.59	LOTE
226	4976.5679	5385.8679	1482.87	LOTE
227	4966.3629	5394.2458	1482.56	NIVEL
228	4921.7002	5400.6968	1480.67	NIVEL
229	4883.9379	5405.5327	1477.81	ESTACION 15.3
230	4910.5367	5404.0403	1479.9	NIVEL
231	4890.7168	5409.1715	1478.23	NIVEL
232	4881.152	5418.0379	1477.37	NIVEL
233	4882.4377	5418.0271	1477.88	LOTE
234	4867.3895	5453.503	1475.88	NIVEL
235	4867.4583	5437.4048	1476.03	ESTACION 15.4-11
236	4577.7792	5290.012	1461.98	CONCRETO
237	4577.8414	5290.0314	1461.98	CONCRETO
238	4581.4609	5282.0547	1462.18	CONCRETO
239	4571.7968	5285.3333	1462.05	NIVEL
240	4541.3866	5272.5433	1459.56	NIVEL

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
241	4496.213	5253.5137	1455.41	NIVEL
242	4458.0099	5236.3765	1451.51	ESTACION 4.1
243	4463.8113	5239.5889	1452.2	NIVEL
244	4457.9143	5238.6398	1451.48	ENTRADA
245	4452.4102	5236.1775	1451.25	ENTRADA
246	4434.367	5226.9871	1449.5	NIVEL
247	4398.243	5212.1448	1447.75	NIVEL
248	4321.6718	5179.6089	1447.65	ESTACION 4.2
249	4367.7035	5201.377	1447.77	CASA
250	4354.8594	5195.3573	1448.55	NIVEL
251	4354.8326	5195.73	1448.65	CASA
252	4353.4136	5188.4109	1449.12	CASA
253	4322.638	5182.7588	1447.67	NIVEL
254	4309.0299	5210.0506	1444.95	CASA
255	4310.2508	5205.4512	1445.55	CASA
256	4312.2467	5195.9875	1446.37	CASA
257	4315.9088	5180.2418	1447.32	NIVEL
258	4308.4369	5177.7169	1446.96	CASA
259	4291.0136	5171.0844	1446.13	CASA
260	4291.7385	5170.1395	1446.01	NIVEL
261	4282.5031	5168.0489	1445.66	CASA
262	4275.3026	5164.1732	1445.08	NIVEL
263	4274.3711	5157.8733	1445.11	CASA
264	4267.4674	5156.2978	1444.7	CASA
265	4262.0993	5156.4776	1444.2	ESTACION 4.3
266	4267.7421	5163.7733	1444.59	CASA
267	4267.7137	5162.7052	1444.54	NIVEL
268	4257.8323	5162.8629	1444.1	LOTE
269	4238.5619	5164.9078	1442.84	CASA
270	4237.4258	5157.2484	1442.73	LOTE

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
271	4229.0881	5165.3094	1442.05	NIVEL
272	4223.6699	5167.4765	1441.71	CASA
273	4214.4803	5169.1399	1441.48	CASA
274	4198.9824	5170.6978	1440.24	NIVEL
275	4166.8452	5177.378	1438.28	CASA
276	4166.6116	5176.5725	1438.09	NIVEL
277	4051.9601	5194.0532	1436.09	ESTACION 4.4
278	4159.361	5178.0786	1437.91	LOTE
279	4153.2788	5173.4401	1437.75	CASA
280	4144.6154	5175.2223	1437.36	LOTE
281	4140.6443	5181.407	1437.2	NIVEL
282	4140.127	5182.6492	1437.19	CASA
283	4127.9088	5177.7946	1437.02	CASA
284	4119.879	5179.2193	1436.8	CASA
285	4111.4086	5186.8179	1437.32	NIVEL
286	4098.3686	5183.3055	1436.51	CASA
287	4070.2371	5194.1869	1436.25	NIVEL
288	4070.2533	5194.8633	1436.52	LOTE
289	4055.051	5191.6411	1436.22	LOTE
290	4044.4786	5199.5603	1435.9	NIVEL
291	4019.0952	5198.9536	1435.6	CASA
292	4011.9058	5205.8485	1435.3	NIVEL
293	4005.5481	5201.4858	1435.16	CASA
294	3998.6979	5203.0034	1434.86	CASA
295	4002.564	5203.3953	1435.04	ESTACION 4.5
296	3997.3883	5179.6898	1433.4	CASA
297	3996.9583	5171.6575	1432.35	CASA
298	3999.1395	5202.4605	1434.86	CASA
299	3998.9136	5208.542	1434.86	NIVEL
300	4001.4132	5238.845	1435.24	CASA

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
301	3984.2363	5205.8584	1434.37	CASA
302	3980.2684	5212.3547	1434.15	CASA
303	3973.5635	5208.0044	1433.94	CASA
304	3964.6823	5210.1344	1433.37	CASA
305	3962.7758	5215.718	1432.91	NIVEL
306	3962.6596	5216.422	1433	LOTE
307	3944.2444	5215.6285	1431.26	ESTACION 4.6
308	3962.3347	5215.8542	1432.9	NIVEL
309	3962.2731	5216.5759	1433.07	LOTE
310	3946.3611	5212.8206	1431.72	CASA
311	3928.2235	5222.9361	1430.06	LOTE
312	3928.3602	5222.5927	1429.71	NIVEL
313	3927.3853	5217.2053	1429.84	CASA
314	3911.6579	5220.5025	1428.4	CASA
315	3887.0826	5230.6457	1425.47	NIVEL
316	3890.4103	5224.5549	1426.08	CASA
317	3876.9558	5227.084	1424.46	CASA
318	3881.0905	5231.796	1424.45	NIVEL
319	3881.2501	5232.4322	1424.81	LOTE
320	3873.3552	5233.7334	1423.69	CASA
321	3862.749	5229.9784	1422.75	CASA
322	3856.8071	5236.5706	1421.62	NIVEL
323	3846.3142	5238.9703	1420.23	ESCUELA
324	3842.2396	5234.4931	1419.88	LOTE
325	3827.4646	5242.764	1417.51	NIVEL
326	3825.1133	5243.785	1417.3	CASA
327	3806.589	5247.035	1415.53	NIVEL
328	3768.0478	5252.0939	1412.8	ESTACION 4.7
329	3820.1568	5244.1824	1416.65	BA
330	3820.1129	5245.004	1416.77	BANQUETA

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
331	3788.8285	5250.4151	1414.08	BANQUETA
332	3788.8575	5251.2409	1414.1	BANQUETA
333	3775.4261	5253.1909	1413.17	BANQUETA
334	3775.0664	5253.9408	1413.19	BANQUETA
335	3775.9476	5263.6996	1413.16	ANINI
336	3767.0817	5255.4326	1413.11	LOTE
337	3766.9022	5254.5167	1412.61	NIVEL
338	3765.8984	5249.1081	1412.7	LOTE
339	3741.09	5254.3776	1410.59	CASA
340	3741.8494	5259.2123	1410.51	NIVEL
341	3723.0274	5263.3452	1408.94	CASA
342	4791.5439	4935.0134	1486.03	NIVEL
343	4761.5195	4914.905	1483.53	NIVEL
344	4733.8595	4896.275	1481.34	NIVEL
345	4706.4527	4877.9566	1479.58	NIVEL
346	4675.7187	4858.0457	1477.27	NIVEL
347	4649.2081	4839.893	1475.74	NIVEL
348	4666.2859	4827.0255	1476.55	ESTACION 1.1
349	4622.2113	4821.9629	1473.78	NIVEL
350	4590.9146	4802.588	1471.55	NIVEL
351	4559.8225	4785.3547	1469.74	NIVEL
352	4519.8546	4766.6193	1467.49	NIVEL
353	4471.7609	4747.1755	1464.87	NIVEL
354	4340.4362	4691.4466	1458.54	ESTACION 1.2
355	4487.7135	4753.2673	1465.68	NIVEL
356	4449.7774	4739.8543	1463.64	NIVEL
357	4411.3824	4728.2347	1461.64	NIVEL
358	4367.8003	4719.0742	1459.29	NIVEL
359	4335.3047	4713.9066	1457.5	NIVEL
360	4306.0135	4708.9844	1455.48	NIVEL

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
361	4270.6378	4705.5522	1453.29	NIVEL
362	4234.8091	4703.5483	1451.2	NIVEL
363	4197.895	4703.7259	1448.94	NIVEL
364	4163.3819	4705.3319	1446.88	NIVEL
365	4131.1395	4706.6175	1444.72	NIVEL
366	4098.4623	4708.6371	1443.02	NIVEL
367	4059.7781	4710.9669	1440.72	NIVEL
368	4022.1833	4712.9042	1438.9	NIVEL
369	3988.3696	4714.6337	1437.8	NIVEL
370	3963.4626	4716.0795	1437.06	NIVEL
371	3943.4977	4718.0065	1436.48	ESTACION 1.3
372	3930.594	4718.5861	1435.87	NIVEL
373	3901.9456	4719.8304	1435.35	NIVEL
374	3869.5412	4720.9245	1434.2	NIVEL
375	3834.2705	4723.1029	1433.44	NIVEL
376	3797.4527	4725.123	1432.27	NIVEL
377	3760.0974	4726.8765	1431.27	NIVEL
378	3723.124	4728.6411	1430.23	NIVEL
379	3684.4823	4730.5297	1428.89	NIVEL
380	3672.6127	4731.0562	1428.41	ESTACION 1.4
381	3890.1288	4719.2404	1434.9	ENTREDA
382	3869.5744	4720.4857	1434.32	ENTREDA
383	3882.9285	4732.9264	1436.41	ESTACION 1.5
384	3877.7517	4730.0847	1433.93	NIVEL
385	3863.562	4738.3837	1434.37	NIVEL
386	3843.7611	4748.5801	1431.7	NIVEL
387	3825.1916	4761.1857	1430.28	NIVEL
388	3805.2343	4776.9812	1429.81	NIVEL
389	3780.2812	4801.5563	1429.43	NIVEL
390	3756.9545	4820.8652	1429.4	NIVEL

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
391	3734.0299	4841.059	1428.73	NIVEL
392	3716.7237	4879.0851	1428.24	CASA
393	3722.6358	4874.7566	1428.19	NIVEL
394	3723.3323	4902.9832	1425.96	NIVEL
395	3706.2811	4918.9727	1425.51	NIVEL
396	3683.7994	4937.4511	1424.01	NIVEL
397	3671.6504	4947.3706	1423.63	ESTACION 1.6
398	3704.1852	4987.623	1421.16	CASA
399	3673.1563	5007.519	1421.09	CASA
400	3650.8103	5020.7964	1420.86	CASA
401	3639.4096	5031.9179	1420.24	CASA
402	3628.9338	5040.6098	1419.41	CASA
403	3598.9305	4993.2308	1422.24	NIVEL
404	3593.5717	4989.0652	1422.31	IGLECIA
405	3614.4585	4980.6423	1422.6	NIVEL
406	3635.7596	4966.064	1422.86	NIVEL
407	3654.6811	4954.0319	1423.31	NIVEL
408	3659.7054	4942.2702	1423.54	LOTE
409	3554.2706	5022.3708	1420.21	ESTACION 1.7
410	3582.7965	5001.2822	1421.59	NIVEL
411	3561.1489	5016.167	1420.58	NIVEL
412	3555.68	5014.2747	1420.61	CASA
413	3539.4574	5026.0343	1419.44	CASA
414	3542.4368	5030.2163	1419.43	NIVEL
415	3538.9414	5038.3273	1418.8	CASA
416	3510.631	5045.9973	1417.22	LOTE
417	3492.6543	5069.2499	1414.79	CASA
418	3492.736	5066.5174	1415.13	NIVEL
419	3477.5351	5068.186	1414.7	CASA
420	3468.4761	5082.2268	1413.08	NIVEL

Número	Norte	Este	Elevación	Ref.
421	3458.8383	5092.1847	1412.05	LOTE
422	3456.6014	5083.6729	1412.94	LOTE
423	3444.9121	5100.2788	1410.62	NIVEL
424	3414.5913	5118.7701	1407.17	ESTACION 1.8
425	3409.2638	5118.9247	1406.99	LOTE
426	3413.5149	5127.2724	1406.02	LOTE
427	3411.5661	5124.992	1406.39	NIVEL
428	3388.4558	5145.2348	1402.75	NIVEL
429	3375.561	5150.4073	1401.28	LOTE
430	3364.8435	5169.7317	1398.74	LOTE
431	3354.7746	5179.1	1397.78	LOTE
432	3353.7901	5178.0362	1397.51	NIVEL
433	3322.536	5201.0794	1395.78	LOTE
434	3329.912	5200.3332	1395.66	NIVEL
435	3333.1206	5199.3834	1396.21	LOTE
436	3342.5528	5180.1785	1397.01	CASA

Tabla III. Diseño hidráulico, Aldea Montebello 1 y Montebello 3

Estación	P.O	Cota de terreno	Distancia real	Obra de arte	Presión estática (m.c.a.)	Presión dinámica (m.c.a.)	Dist. Acumulada	Ø	Caudal	Hf	CP	Velo.	Res. material (PSI)
0	0	1501.55		Cisterna	0	0	0		3.136		1501.6		
0	1	1501.74	9.88		-0.19	-0.2	9.881	4	3.136	0.015	1501.5	0.36	16.85
1	2	1500.15	1.91		1.4	1.39	11.789	4	3.136	0.003	1501.5	0.36	19.11
2	3	1498.53	21.03		3.02	2.97	32.818	4	3.136	0.031	1501.5	0.36	21.4
3	4	1497.39	20.77		4.16	4.08	53.592	4	3.136	0.031	1501.5	0.36	23.03
4	5	1496.32	20.52		5.23	5.11	74.112	4	3.136	0.031	1501.4	0.36	24.54
5	6	1495	20.24		6.55	6.41	94.355	4	3.136	0.03	1501.4	0.36	26.42
6	7	1493.78	19.79		7.77	7.6	114.148	4	3.136	0.03	1501.4	0.36	28.16
7	8	1492.59	20.16		8.96	8.75	134.31	4	3.136	0.03	1501.4	0.36	29.84
8	9	1491.34	20.52		10.21	9.97	154.828	4	3.136	0.031	1501.3	0.36	31.62
9	10	1490.17	20.94		11.38	11.12	175.771	4	3.136	0.031	1501.3	0.36	33.29
10	11	1488.81	19.88		12.74	12.45	195.651	4	3.136	0.03	1501.3	0.36	35.22
11	12	1486.81	19.1	CRP	14.74	14.42	214.752	4	3.136	0.029	1501.2	0.36	38.06
12	13	1483.63	24.09		3.18	3.09	238.839	3	2.718	0.094	1486.7	0.51	29.04
13	14	1481.5	20.45		5.31	5.13	259.291	3	2.718	0.08	1486.6	0.51	32.06
14	15	1479.52	19.3		7.29	7.04	278.588	3	2.718	0.075	1486.6	0.51	34.89
15	16	1477.35	20.09		9.46	9.14	298.673	3	2.718	0.078	1486.5	0.51	37.97
16	17	1475.09	23.61		11.72	11.3	322.28	3	2.718	0.092	1486.4	0.51	41.17
17	18	1474.05	23.64		12.76	12.25	345.923	3	2.718	0.092	1486.3	0.51	42.65
18	19	1473.32	24.17		13.49	12.88	370.097	3	2.718	0.094	1486.2	0.51	43.69
19	20	1472.62	23.88		14.19	13.49	393.981	3	2.718	0.093	1486.1	0.51	44.69
20	21	1471.68	28.38		15.13	14.32	422.357	3	2.718	0.111	1486	0.51	46.02
21	22	1469.2	37.64		17.61	16.65	459.993	3	2.718	0.147	1485.9	0.51	49.54
22	23	1466.98	28.83		19.83	18.76	488.819	3	2.718	0.112	1485.7	0.51	52.71
23	24	1466.01	27.07		20.8	19.62	515.888	3	2.718	0.106	1485.6	0.51	54.07

Estación	P.O	Cota de terreno	Distancia real	Obra de arte	Presión estática (m.c.a.)	Presión dinámica (m.c.a.)	Dist. Acumulada	Ø	Caudal	Hf	CP	Velo.	Res. material (PSI)
24	25	1465.18	29.18		21.63	20.35	545.065	3	2.718	0.114	1485.5	0.51	55.26
25	26	1464.12	30.46		22.69	21.29	575.528	3	2.718	0.119	1485.4	0.51	56.77
26	27	1463.45	30.49		23.36	21.83	606.019	3	2.718	0.119	1485.3	0.51	57.71
27	28	1462.61	28.87		24.2	22.56	634.889	3	2.718	0.113	1485.2	0.51	58.91
28	29	1460.55	47.14		26.26	24.44	682.033	2 1/2	1.61	0.182	1485	0.45	58.85
29	30	1458.01	37.59		28.8	26.83	719.627	2 1/2	1.61	0.145	1484.8	0.45	62.45
30	31	1455.42	41.06		31.39	29.27	760.689	2 1/2	1.61	0.159	1484.7	0.45	66.14
31	32	1453.9	20.5		32.91	30.71	781.19	2 1/2	1.61	0.079	1484.6	0.45	68.29
32	33	1450.83	28.32		35.98	33.67	809.507	2 1/2	1.61	0.109	1484.5	0.45	72.66
33	34	1448.94	9.16		37.88	35.53	818.665	2 1/2	1.61	0.035	1484.5	0.45	75.35
34	35	1447.56	7.14		39.25	36.87	825.808	2 1/2	1.61	0.028	1484.4	0.45	77.3
35	36	1445.99	10.1		40.82	38.4	835.909	2 1/2	1.61	0.039	1484.4	0.45	79.53
36	37	1444.44	7.87		42.37	39.93	843.781	2 1/2	1.61	0.03	1484.4	0.45	81.74
37	38	1440.48	29.6		46.33	43.77	873.38	2 1/2	1.61	0.114	1484.3	0.45	87.36
38	39	1439.11	14.38		47.7	45.08	887.757	2 1/2	1.61	0.056	1484.2	0.45	89.31
39	40	1437.88	13.61		48.93	46.26	901.37	2 1/2	1.61	0.053	1484.1	0.45	91.05
40	41	1437.18	8.91		49.64	46.93	910.28	2 1/2	1.61	0.034	1484.1	0.45	92.06
41	42	1436.8	9.24		50.01	47.27	919.523	2 1/2	1.61	0.036	1484.1	0.45	92.59
42	43	1436.9	3.77		49.91	47.16	923.295	2 1/2	1.61	0.015	1484.1	0.45	92.45
43	44	1437.71	12.12		49.1	46.3	935.418	2 1/2	1.61	0.047	1484	0.45	91.31
44	45	1440.68	23.9		46.13	43.24	959.317	2 1/2	1.61	0.092	1483.9	0.45	87.08
45	46	1443.59	24.61		43.22	40.23	983.923	2 1/2	1.61	0.095	1483.8	0.45	82.95
46	47	1445.33	15.37		41.48	38.44	999.292	2 1/2	1.61	0.059	1483.8	0.45	80.48
47	48	1446.22	5.95		40.59	37.53	1005.243	2 1/2	1.61	0.023	1483.7	0.45	79.21
48	49	1447.27	4.54		39.54	36.45	1009.779	2 1/2	1.61	0.018	1483.7	0.45	77.71
49	50	1449.6	20.97		37.21	34.04	1030.748	2 1/2	1.61	0.081	1483.6	0.45	74.4
50	51	1451.9	24.05		34.91	31.65	1054.802	2 1/2	1.61	0.093	1483.6	0.45	71.13

Estación	P.O	Cota de terreno	Distancia real	Obra de arte	Presión estática (m.c.a.)	Presión dinámica (m.c.a.)	Dist. Acumulada	Ø	Caudal	Hf	CP	Velo.	Res. material (PSI)
51	52	1456.23	38.3		30.58	27.17	1093.099	2 1/2	1.61	0.148	1483.4	0.45	64.98
52	53	1458.82	22.01		27.99	24.5	1115.107	2 1/2	1.61	0.085	1483.3	0.45	61.31
53	54	1461.06	24.14		25.76	22.17	1139.25	2 1/2	1.61	0.093	1483.2	0.45	58.13
54	55	1462.82	20.04		23.99	20.33	1159.289	2 1/2	1.61	0.077	1483.2	0.45	55.62
55	56	1464.58	22.72		22.23	18.48	1182.012	2 1/2	1.61	0.088	1483.1	0.45	53.12
56	57	1466.45	34.93		20.36	16.47	1216.941	2 1/2	1.61	0.135	1482.9	0.45	50.46
57	58	1467.79	28.01		19.02	15.02	1244.954	2 1/2	1.61	0.108	1482.8	0.45	48.56
58	59	1468.31	12.21		18.5	14.46	1257.168	2 1/2	1.61	0.047	1482.8	0.45	47.82
59	60	1469.63	31.08	Bombeo	17.18	13.04	1288.243	2 1/2	1.484	0.103	1482.7	0.42	44.27
60	61	1477.72	126.98		51.52	51.52	1415.22	2 1/2	1.484	0.422	1529.2	0.42	93.06
61	62	1480.03	32.17		49.12	49.12	1447.385	2 1/2	1.421	0.099	1529.1	0.4	88.81
62	63	1481.98	39.51		47.05	47.05	1486.896	2 1/2	1.401	0.118	1529	0.39	85.59
63	64	1482.65	17.51		46.33	46.33	1504.408	2 1/2	1.359	0.049	1529	0.38	84
64	65	1482.85	10.73		46.1	46.1	1515.141	2 1/2	1.338	0.029	1529	0.37	83.4
65	66	1484.23	26.25		44.65	44.65	1541.391	2 1/2	1.317	0.07	1528.9	0.37	81.06
66	67	1485.37	16.39		43.47	43.47	1557.782	2 1/2	1.296	0.042	1528.8	0.36	79.11
67	68	1487.69	33.41		41.06	41.06	1591.196	2 1/2	1.275	0.084	1528.8	0.36	75.41
68	69	1488.32	11.45		40.41	40.41	1602.642	2 1/2	1.254	0.028	1528.7	0.35	74.19
69	70	1490.16	38.98		38.47	38.47	1641.626	2 1/2	1.233	0.092	1528.6	0.35	71.17
70	71	1491.11	20.82		37.47	37.47	1662.444	2 1/2	1.192	0.046	1528.6	0.33	69.19
71	72	1491.62	18.9		36.93	36.93	1681.345	2 1/2	1.15	0.039	1528.6	0.32	67.85
72	73	1492.93	24.94		35.57	35.57	1706.28	2 1/2	1.108	0.048	1528.5	0.31	65.36
73	74	1493.48	14.31		34.92	34.92	1720.591	1 1/2	0.732	0.097	1528.4	0.47	72.03
74	75	1495.66	45.69		32.46	32.46	1766.282	1 1/2	0.69	0.277	1528.1	0.44	67.25
75	76	1497.95	29.49		30	30	1795.775	1 1/2	0.69	0.178	1528	0.44	63.75
76	77	1499.28	39.44		28.46	28.46	1835.212	1 1/2	0.648	0.213	1527.7	0.42	60.28
77	78	1500.86	32.31		26.72	26.72	1867.519	1 1/2	0.606	0.154	1527.6	0.39	56.54

Estación	P.O	Cota de terreno	Distancia real	Obra de arte	Presión estática (m.c.a.)	Presión dinámica (m.c.a.)	Dist. Acumulada	Ø	Caudal	Hf	CP	Velo.	Res. material (PSI)
78	79	1502.72	35.3		24.69	24.69	1902.823	1 1/2	0.606	0.168	1527.4	0.39	53.64
79	80	1504.88	39.25		22.34	22.34	1942.074	1 1/2	0.606	0.187	1527.2	0.39	50.31
80	81	1506.76	34.91		20.31	20.31	1976.983	1 1/2	0.585	0.156	1527.1	0.38	46.78
81	82	1508.7	41.82		18.18	18.18	2018.806	1 1/2	0.585	0.187	1526.9	0.38	43.76
82	83	1510.99	59.04		15.63	15.63	2077.841	1 1/2	0.585	0.264	1526.6	0.38	40.13
83	84	1512	22.19		14.52	14.52	2100.027	1 1/2	0.585	0.099	1526.5	0.38	38.56
84	85	1514.591514.59	32.41		11.79	11.79	2132.435	1 1/2	0.564	0.135	1526.4	0.36	34.04
85	86	1514.52	10.33		11.83	11.83	2142.761	1 1/2	0.523	0.037	1526.4	0.34	32.81
86	87	1512.18	25.04		13.74	13.74	2167.796	1	0.46	0.43	1525.9	0.62	48.92
87	88	1508.86	33.7		16.58	16.58	2201.497	1	0.418	0.485	1525.4	0.56	50.28
88	89	1507.85	16.45		17.39	17.39	2217.951	1	0.376	0.195	1525.2	0.5	48.76
89	90	1506.68	15.21		18.41	18.41	2233.159	1	0.334	0.145	1525.1	0.45	47.55
90	91	1503.71	16.23		21.29	21.29	2249.392	1	0.251	0.091	1525	0.34	46.29
91	92	1500.51	30.1		24.34	24.34	2279.491	1	0.23	0.143	1524.9	0.31	49.29
92	93	1500.06	23.46		24.51	24.51	2302.947	3/4	0.188	0.287	1524.6	0.43	60.53
93	94	1499.40	7.9		25.1	25.1	2310.846	3/4	0.167	0.078	1524.5	0.38	58.51
94	95	1495.2	29.48		29	29	2340.326	3/4	0.167	0.29	1524.2	0.38	64.06
95	96	1495.27	12.29		28.81	28.81	2352.614	3/4	0.167	0.121	1524.1	0.38	63.79
96	97	1498.89	34.45		24.86	24.86	2387.063	3/4	0.167	0.339	1523.7	0.38	58.17
97	98	1500.61	19.57		22.98	22.98	2406.633	3/4	0.146	0.15	1523.6	0.34	52.64
98	99	1500.7	24.49		22.75	22.75	2431.123	3/4	0.125	0.142	1523.5	0.29	49.46
99	100	1499.74	56.14		23.48	23.48	2487.262	3/4	0.105	0.232	1523.2	0.24	47.65
100	101	1499.35	48.1		23.67	23.67	2535.363	3/4	0.105	0.198	1523	0.24	47.91
101	102	1500.37	55.08		22.5	22.5	2590.447	3/4	0.084	0.15	1522.9	0.19	43.39
102	103	1498.78	38.23		23.98	23.98	2628.681	3/4	0.084	0.104	1522.8	0.19	45.51
103	104	1495.28	59.48		27.32	27.32	2688.164	3/4	0.084	0.162	1522.6	0.19	50.25
104	105	1493.48			29.03								

Estación	P.O	Cota de terreno	Distancia real	Obra de arte	Presión estática (m.c.a.)	Presión dinámica (m.c.a.)	Dist. Acumulada	Ø	Caudal	Hf	CP	Velo.	Res. material (PSI)
Ramal #1													
	12	1486.81		CRP							1486.8		
12	106	1486.03	22.16		0.78	0.66	22.163	1 1/4	0.46	0.122	1486.7	0.39	19.57
106	107	1483.53	36.22		3.28	2.96	58.385	1 1/4	0.46	0.2	1486.5	0.39	23.12
107	108	1481.34	33.42		5.47	4.96	91.806	1 1/4	0.46	0.184	1486.3	0.39	26.23
108	109	1479.58	33.01		7.23	6.55	124.817	1 1/4	0.46	0.182	1486.1	0.39	28.73
109	110	1477.27	36.69		9.54	8.65	161.51	1 1/4	0.46	0.203	1485.9	0.39	32.01
110	111	1475.74	32.17		11.07	10	193.676	1 1/4	0.46	0.178	1485.7	0.39	34.18
111	112	1473.77	32.47		13.04	11.79	226.145	1 1/4	0.46	0.179	1485.6	0.39	36.98
112	113	1471.55	36.88		15.26	13.81	263.02	1 1/4	0.46	0.204	1485.4	0.39	40.13
113	114	1469.74	35.59		17.07	15.43	298.614	1 1/4	0.46	0.196	1485.2	0.39	42.71
114	115	1467.49	44.2		19.32	17.43	342.813	1 1/4	0.46	0.244	1484.9	0.39	45.91
115	116	1465.68	34.85		21.13	19.05	377.665	1 1/4	0.46	0.192	1484.7	0.39	48.48
116	117	1464.87	17.09		21.94	19.76	394.759	1 1/4	0.46	0.094	1484.6	0.39	49.63
117	118	1463.64	23.2		23.18	20.87	417.963	1 1/4	0.46	0.128	1484.5	0.39	51.38
118	119	1461.64	40.17		25.17	22.64	458.128	1 1/4	0.46	0.222	1484.3	0.39	54.22
119	120	1459.29	44.6		27.52	24.75	502.724	1 1/4	0.46	0.246	1484	0.39	57.56
120	121	1457.5	32.95		29.31	26.35	535.676	1 1/4	0.46	0.182	1483.9	0.39	60.1
121	122	1455.48	29.77		31.33	28.21	565.447	1 1/4	0.46	0.164	1483.7	0.39	62.97
122	123	1453.29	35.61		33.52	30.2	601.056	1 1/4	0.46	0.197	1483.5	0.39	66.08
123	124	1451.2	35.95		35.61	32.1	637.002	1 1/4	0.46	0.198	1483.3	0.39	69.06
124	125	1448.94	36.98		37.87	34.15	673.985	1 1/4	0.46	0.204	1483.1	0.39	72.27
125	126	1446.88	34.61		39.93	36.02	708.597	1 1/4	0.46	0.191	1482.9	0.39	75.2
126	127	1444.72	32.34		42.09	38	740.938	1 1/4	0.46	0.179	1482.7	0.39	78.27
127	128	1443.02	32.78		43.8	39.52	773.721	1 1/4	0.46	0.181	1482.5	0.39	80.69
128	129	1440.72	38.82	CRP	46.09	41.6	812.543	1 1/4	0.46	0.214	1482.3	0.39	83.94

Estación	P.O	Cota de terreno	Distancia real	Obra de arte	Presión estática (m.c.a.)	Presión dinámica (m.c.a.)	Dist. Acumulada	Ø	Caudal	Hf	CP	Velo.	Res. material (PSI)
129	130	1438.9	37.69		1.82	1.61	850.232	1 1/4	0.46	0.208	1440.5	0.39	21.04
130	131	1437.8	33.88		2.92	2.53	884.107	1 1/4	0.46	0.187	1440.3	0.39	22.61
131	132	1437.06	24.96		3.66	3.13	909.067	1 1/4	0.46	0.138	1440.2	0.39	23.66
132	133	1436.48	20.07		4.25	3.6	929.133	1 1/4	0.46	0.111	1440.1	0.39	24.48
133	134	1435.87	12.93		4.85	4.14	942.064	1 1/4	0.46	0.071	1440	0.39	25.34
134	135	1435.35	28.68		5.37	4.5	970.744	1 1/4	0.46	0.158	1439.9	0.39	26.08
135	136	1433.93	26.32		6.79	5.77	997.06	1 1/4	0.46	0.145	1439.7	0.39	28.1
136	137	1434.36	16.45		6.36	5.25	1013.505	1 1/4	0.46	0.091	1439.6	0.39	27.48
137	138	1431.7	22.43		9.02	7.79	1035.936	1 1/4	0.46	0.124	1439.5	0.39	31.27
138	139	1430.27	22.49		10.45	9.09	1058.425	1 1/4	0.46	0.124	1439.4	0.39	33.3
139	140	1429.81	25.46		10.91	9.41	1083.881	1 1/4	0.46	0.141	1439.2	0.39	33.95
140	141	1429.42	35.03		11.3	9.61	1118.906	1 1/4	0.46	0.193	1439	0.39	34.51
141	142	1429.4	30.28		11.32	9.46	1149.188	1 1/4	0.46	0.167	1438.9	0.39	34.54
142	143	1428.73	30.56		11.99	9.97	1179.745	1 1/4	0.46	0.169	1438.7	0.39	35.49
143	144	1428.18	35.58		12.54	10.31	1215.321	1 1/4	0.46	0.196	1438.5	0.39	36.27
144	145	1425.96	28.32		14.77	12.39	1243.644	1 1/4	0.46	0.156	1438.3	0.39	39.43
145	146	1425.51	23.38		15.21	12.71	1267.024	1 1/4	0.439	0.118	1438.2	0.37	39.23
146	147	1424.01	29.14		16.71	14.07	1296.164	1 1/4	0.439	0.148	1438.1	0.37	41.36
147	148	1423.31	33.52		17.41	14.6	1329.679	1 1/4	0.439	0.17	1437.9	0.37	42.35
148	149	1422.86	22.43		17.86	14.75	1352.106	1	0.397	0.293	1437.6	0.53	50.77
149	150	1422.6	25.81		18.13	14.71	1377.92	1	0.376	0.306	1437.3	0.5	49.81
150	151	1422.24	19.99		18.49	14.86	1397.913	1	0.355	0.213	1437.1	0.48	48.99
151	152	1421.59	18.04		19.13	15.33	1415.955	1	0.334	0.172	1436.9	0.45	48.57
152	153	1420.57	26.29		20.15	16.13	1442.247	1 1/2	0.314	0.222	1436.7	0.42	48.67
153	154	1419.43	23.43		21.29	17.07	1465.674	1	0.314	0.198	1436.5	0.42	50.3
154	155	1415.12	61.7		25.6	20.98	1527.371	1	0.272	0.4	1436.1	0.36	53.75
155	156	1413.08	28.97		27.64	22.88	1556.345	1	0.23	0.138	1436	0.31	53.98

Estación	P.O	Cota de terreno	Distancia real	Obra de arte	Presión estática (m.c.a.)	Presión dinámica (m.c.a.)	Dist. Acumulada	Ø	Caudal	Hf	CP	Velo.	Res. material (PSI)
156	157	1410.62	29.79		30.11	24.9	1586.131	3/4	0.209	0.443	1435.5	0.48	71.34
157	158	1406.39	41.72		34.33	28.72	1627.85	3/4	0.167	0.411	1435.1	0.38	71.63
158	159	1402.75	30.94		37.97	32.18	1658.787	3/4	0.125	0.179	1434.9	0.29	71.09
159	160	1397.5	48.01		43.22	37.15	1706.799	3/4	0.125	0.278	1434.7	0.29	78.55
160	161	1395.65	32.72		45.07	38.97	1739.521	3/4	0.042	0.025	1434.6	0.1	69.75
Ramal #2													
	28	1462.05		CRP							1461.9		
28	162	1459.56	48.22		2.34	2.25	48.215	2 1/2	1.108	0.093	1461.8	0.31	18.14
162	163	1455.41	49.02		6.4	6.3	97.233	2 1/2	1.108	0.095	1461.7	0.31	23.91
163	164	1452.2	35.27		9.51	9.44	132.5	2 1/2	1.108	0.068	1461.6	0.31	28.33
164	165	1449.5	32.03		12.14	12.08	164.527	2 1/2	1.108	0.062	1461.6	0.31	32.07
165	166	1447.75	39.05		13.83	13.76	203.581	2 1/2	1.108	0.076	1461.5	0.31	34.47
166	167	1447.77	32.48		13.74	13.67	236.059	2 1/2	1.108	0.063	1461.4	0.31	34.34
167	168	1448.55	14.78		12.89	12.87	250.84	2 1/2	1.087	0.028	1461.4	0.3	32.86
168	169	1447.67	34.74		13.75	13.59	285.584	2	1.066	0.159	1461.3	0.44	40.43
169	170	1447.32	7.67		13.94	13.9	293.258	2	1.066	0.035	1461.2	0.44	40.7
170	171	1446.01	26.26		15.21	15.09	319.513	2	1.066	0.12	1461.1	0.44	42.51
171	172	1445.08	17.49		16.02	15.95	336.999	2	0.982	0.069	1461	0.4	42.02
172	173	1444.54	7.77		16.49	16.46	344.769	2	0.941	0.028	1461	0.39	41.87
173	174	1442.05	38.72		18.95	18.83	383.493	2	0.878	0.124	1460.9	0.36	44.14
174	175	1440.24	30.59		20.64	20.56	414.08	2	0.815	0.085	1460.8	0.33	45.31
175	176	1438.09	32.93		22.71	22.62	447.005	2	0.773	0.083	1460.7	0.32	47.43
176	177	1437.2	26.43		23.51	23.45	473.435	2	0.753	0.063	1460.7	0.31	48.16
177	178	1437.32	29.74		23.33	23.16	503.172	1 1/2	0.669	0.17	1460.5	0.43	53.63
178	179	1436.25	41.9		24.23	24.02	545.072	1 1/2	0.627	0.213	1460.3	0.4	53.63
179	180	1435.9	26.37		24.37	24.25	571.446	1 1/2	0.585	0.118	1460.2	0.38	52.55

Estación	P.O	Cota de terreno	Distancia real	Obra de arte	Presión estática (m.c.a.)	Presión dinámica (m.c.a.)	Dist. Acumulada	Ø	Caudal	Hf	CP	Velo.	Res. material (PSI)
180	181	1435.3	33.25		24.85	24.71	604.691	1 1/2	0.564	0.139	1460	0.36	52.59
181	182	1434.86	13.3		25.15	25.1	617.989	1 1/2	0.544	0.052	1460	0.35	52.38
182	183	1432.91	36.84		27.05	26.93	654.833	1 1/2	0.502	0.124	1459.8	0.32	53.8
183	184	1432.9	1.17		26.94	26.93	655.999	1 1/2	0.502	0.004	1459.8	0.32	53.64
184	185	1429.71	34.64		30.12	29.83	690.638	1	0.314	0.293	1459.5	0.42	62.85
185	186	1425.47	42.06		34.07	33.83	732.697	1	0.251	0.235	1459.3	0.34	64.45
186	187	1424.45	6.12		34.85	34.76	738.814	3/4	0.209	0.091	1459.2	0.48	78.09
187	188	1421.62	24.83		37.59	37.29	763.64	3/4	0.188	0.304	1458.9	0.43	79.12
188	189	1417.51	29.99		41.4	41.23	793.628	3/4	0.125	0.173	1458.7	0.29	75.96
189	190	1415.53	21.55		43.21	43.12	815.173	3/4	0.105	0.089	1458.7	0.24	75.67
190	191	1412.61	40.61		46.04	45.93	855.781	3/4	0.084	0.111	1458.5	0.19	76.84
191	192	1410.51	25.51		48.03	47.96	881.29	3/4	0.084	0.07	1458.5	0.19	79.67
Ramal #3													
	73	1492.93									1528.5		
73	193	1492.81	36.43		35.69	35.26	36.429	1	0.376	0.431	1528.1	0.5	74.77
193	194	1493.13	24.78		34.94	34.67	61.207	1	0.355	0.264	1527.8	0.48	72.36
194	195	1493.33	19.63		34.47	34.26	80.837	1	0.355	0.209	1527.6	0.48	71.7
195	196	1492.54	22.46		35.05	34.84	103.293	1	0.334	0.214	1527.4	0.45	71.19
196	197	1488.33	35.32		39.05	38.75	138.609	1	0.314	0.298	1527.1	0.42	75.53
197	198	1486.85	42.99		40.23	39.87	181.6	1	0.314	0.363	1526.7	0.42	77.21
198	199	1486.57	60.93		40.15	39.86	242.533	1	0.23	0.29	1526.4	0.31	71.75
199	200	1487.04	20.9		39.39	39.13	263.436	3/4	0.188	0.256	1526.2	0.43	81.67
200	201	1486.6	26.75		39.57	39.31	290.183	3/4	0.167	0.263	1525.9	0.38	79.08
201	202	1484.17	45.37		41.74	41.48	335.556	3/4	0.125	0.262	1525.7	0.29	76.45
202	203	1482.56	32.96		43.09	43.03	368.52	3/4	0.063	0.053	1525.6	0.14	69.79
203	204	1480.67	51.27		44.92	44.91	419.791	3/4	0.021	0.011	1525.6	0.05	66.69
204	205	1478.23	35.91		47.35	47.35	455.7	3/4	0.021	0.008	1525.6	0.05	70.14
205	206	1477.37	23.02		48.21	48.2	478.724	3/4	0.021	0.005	1525.6	0.05	71.36

Anexo 4

Figura 1: Análisis Granulométricos, con tamices y lavado previo

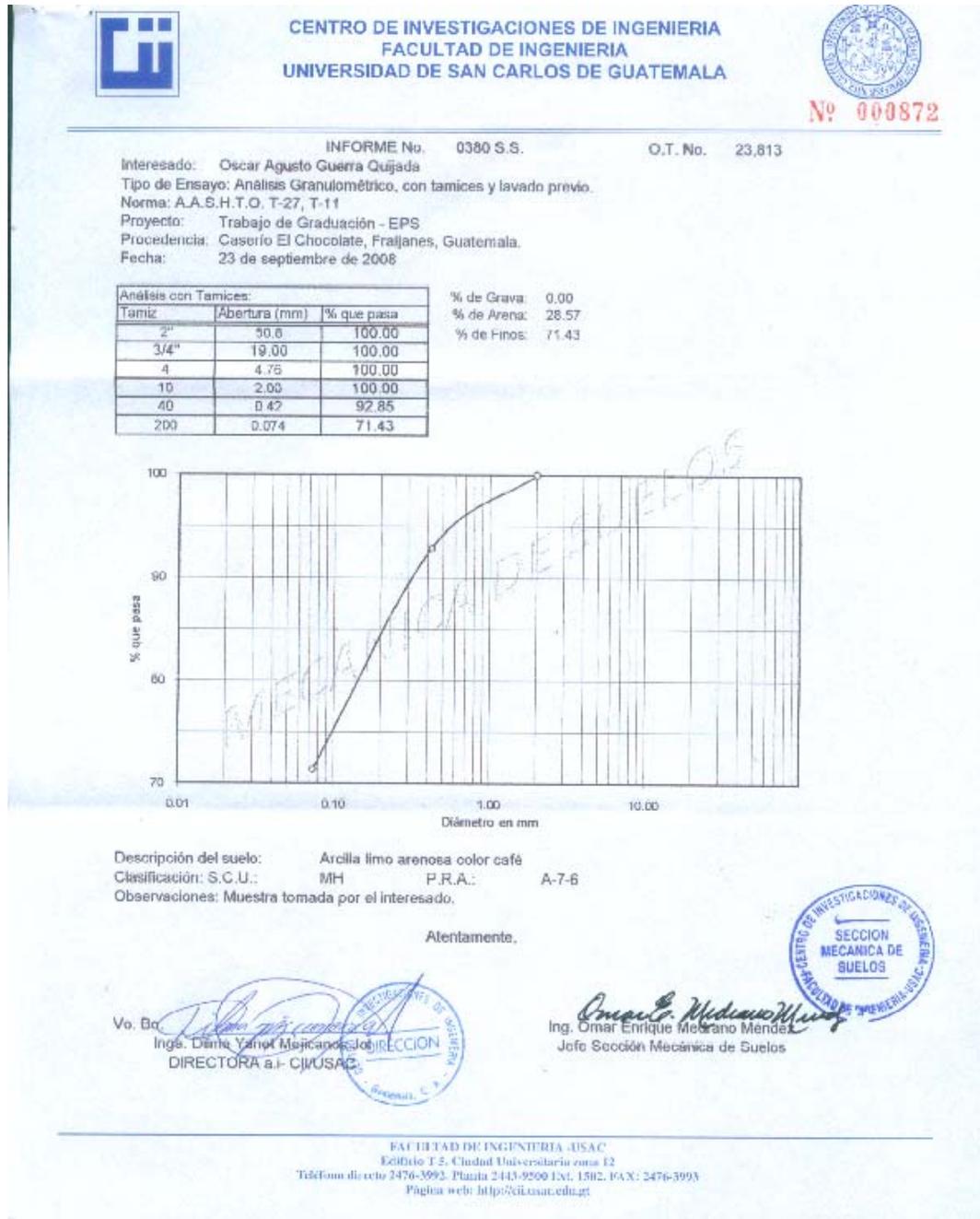


Figura 2: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R)

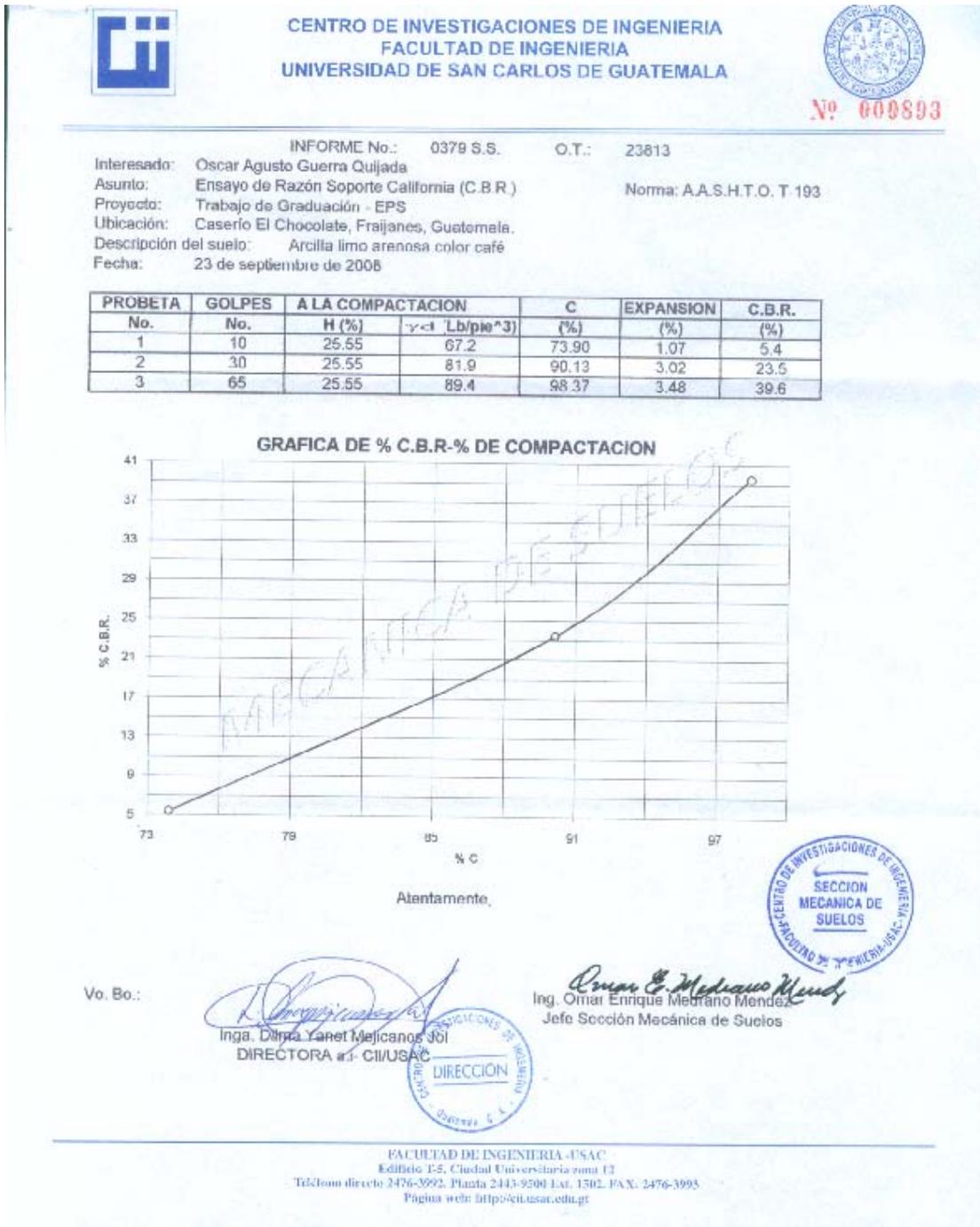


Figura 3: Ensayo de Compactación (Proctor)

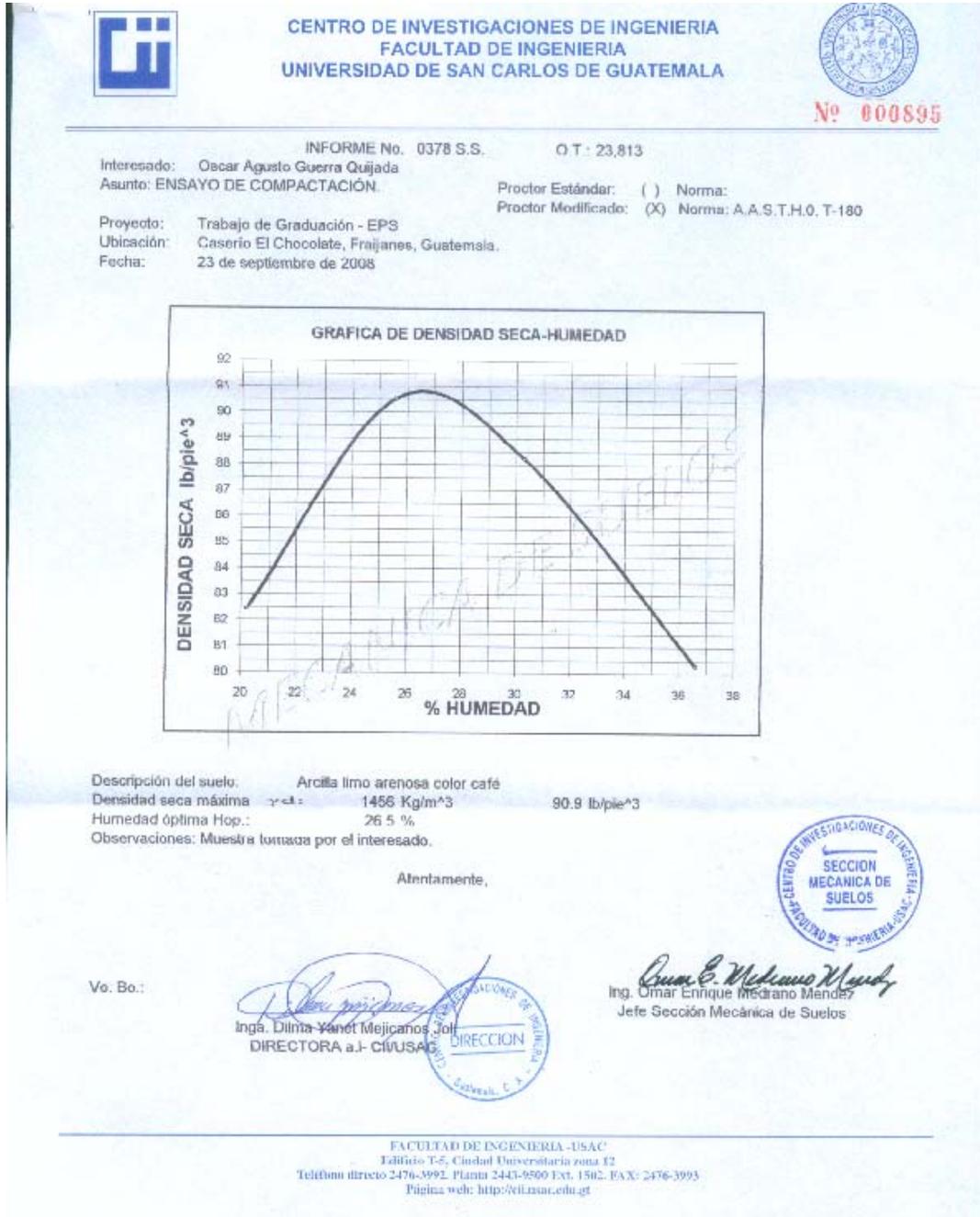


Figura 4: Ensayo de Limites de Atterberg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 000894

INFORME No. 0381 S. S. O.T.: 23813

Interesado: Oscar Augusto Guerra Quijada
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS
 Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
 Norma: AASHTO T-89 Y T-90
 Ubicación: Caserío El Chocolate, Frajanes, Guatemala.
 FECHA: 23 de septiembre de 2008

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	LP (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	45.7	4.9	MH	Arcilla limo arenosa color café

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Va. Bo.



Inga. Digna Yareli Mejicanos
DIRECTORA DE CIVISAU



Omar E. Medrano Méndez
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA - USAU
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993
 Página web: <http://ci.iavinc.edu.gt>

Figura 5. Perfil estratigráfico

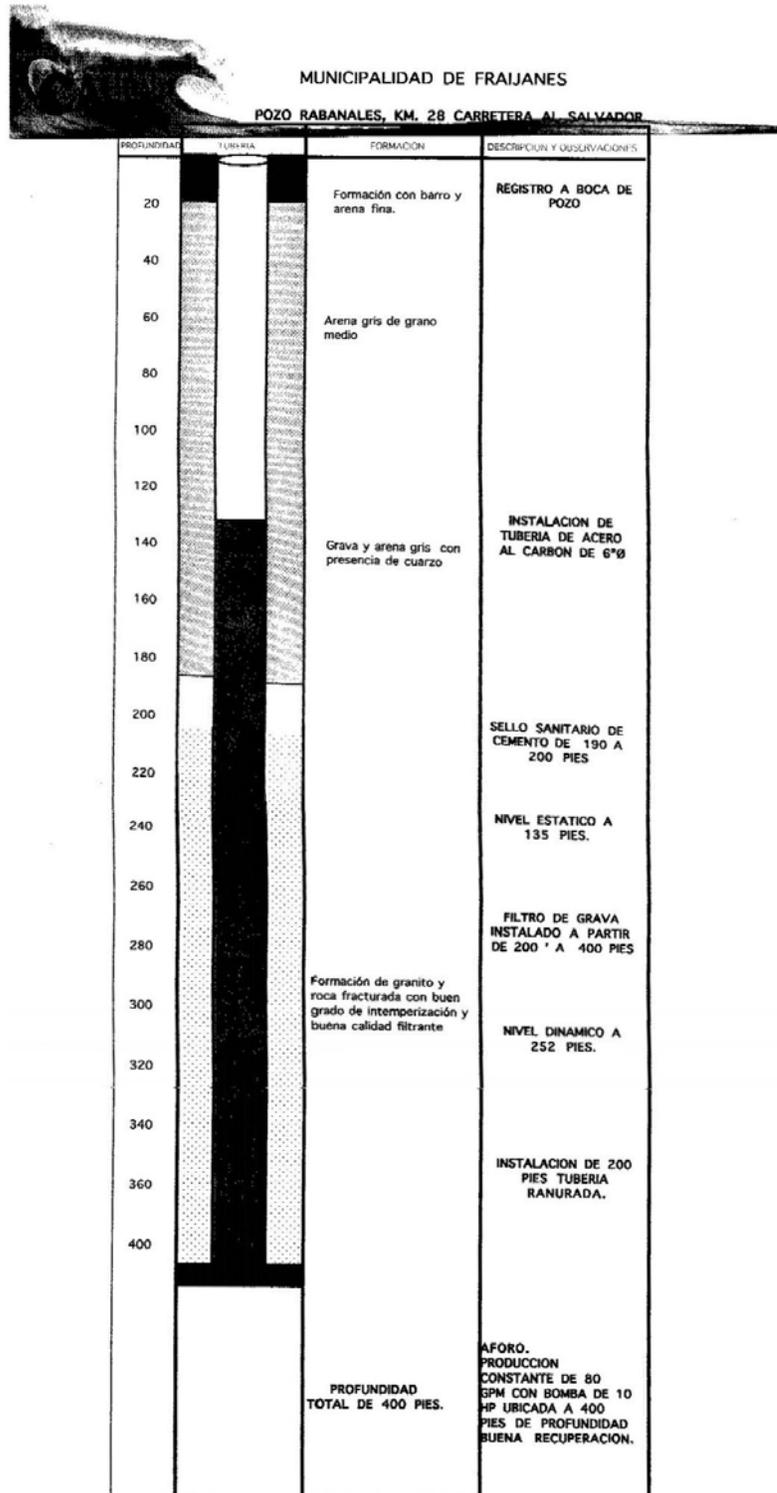


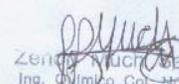
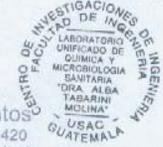
Figura 6. Análisis Físico Químico y Sanitario y Examen Bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 000816

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO								
O.T. No. 23854		INF. No. 23 364						
INTERESADO:	OSCAR AUGUSTO GUERRA QUILJADA (Carné 2003-13263)	PROYECTO:	EPS = Diseño red de distribución de agua para las granjas Montebello 1 y Montebello 3, Aidea Rabanales, Fraijanes, Guatemala"					
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FAC. DE INGENIERÍA-USAC					
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Concepción Rabanales	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2008-09-16; 11 h 00 min.					
FUENTE:	Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2008-09-16; 12 h 55 min.					
MUNICIPIO:	Fraijanes	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración					
DEPARTAMENTO:	Guatemala							
RESULTADOS								
1. ASPECTO:	Claro	4. OLORES:	Inodora					
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----					
3. TURBIDEZ:	00,29 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH):	06,00 unidades					
7. TEMPERATURA:	(En el momento de recolección) --° C							
SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS		mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,16	6. CLORUROS (Cl ⁻)	05,00	11. SÓLIDOS TOTALES	92,00			
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,09	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	09,00			
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	04,40	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SÓLIDOS FIJOS	83,00			
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,40			
5. MANGANESO (Mn)	00,039	10. DUREZA TOTAL	60,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	80,00			
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)								
HIDROXIDOS		CARBONATOS		BICARBONATOS		ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		
00,00		00,00		76,00		76,00		
OTRAS DETERMINACIONES: _____								
OBSERVACIONES: Desde El punto de vista físico químico sanitario: POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) ácido. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.								
TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21 th EDITION 1 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.								
Guatemala, 2008-09-23								
 Inga Tatiana Maricela Carrero Morales DIRECTOR CI/USAC			 Zenaida Nuñez Abaitos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio					
FACULTAD DE INGENIERIA -USAC Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993 Página web: http://ci.usac.edu.gt								



Nº 000815

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 23 854			INF. No.A-298396
INTERESADO	OSCAR AUGUSTO GUERRA (carné 2003-13263)	PROYECTO:	EPS "Diseño red de distribución de agua para las granjas Montehello 1 y Montehello 3, Aldea Rabanales, Fraijanes Guatemala"
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FAC. DE INGENIERÍA -USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Concepción Rabanales	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2008-09-16; 11 h 00 min.
FUENTE:	Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2008-09-16; 12 h 55 min
MUNICIPIO:	Fraijanes	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Sin refrigeración
DEPARTAMENTO:	Guatemala		
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	-----
OLOR:	Inodora		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENOS)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
00,10 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
00,010 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		<2	<2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según NORMA COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 2008 -09-23

.Vo.Bo.

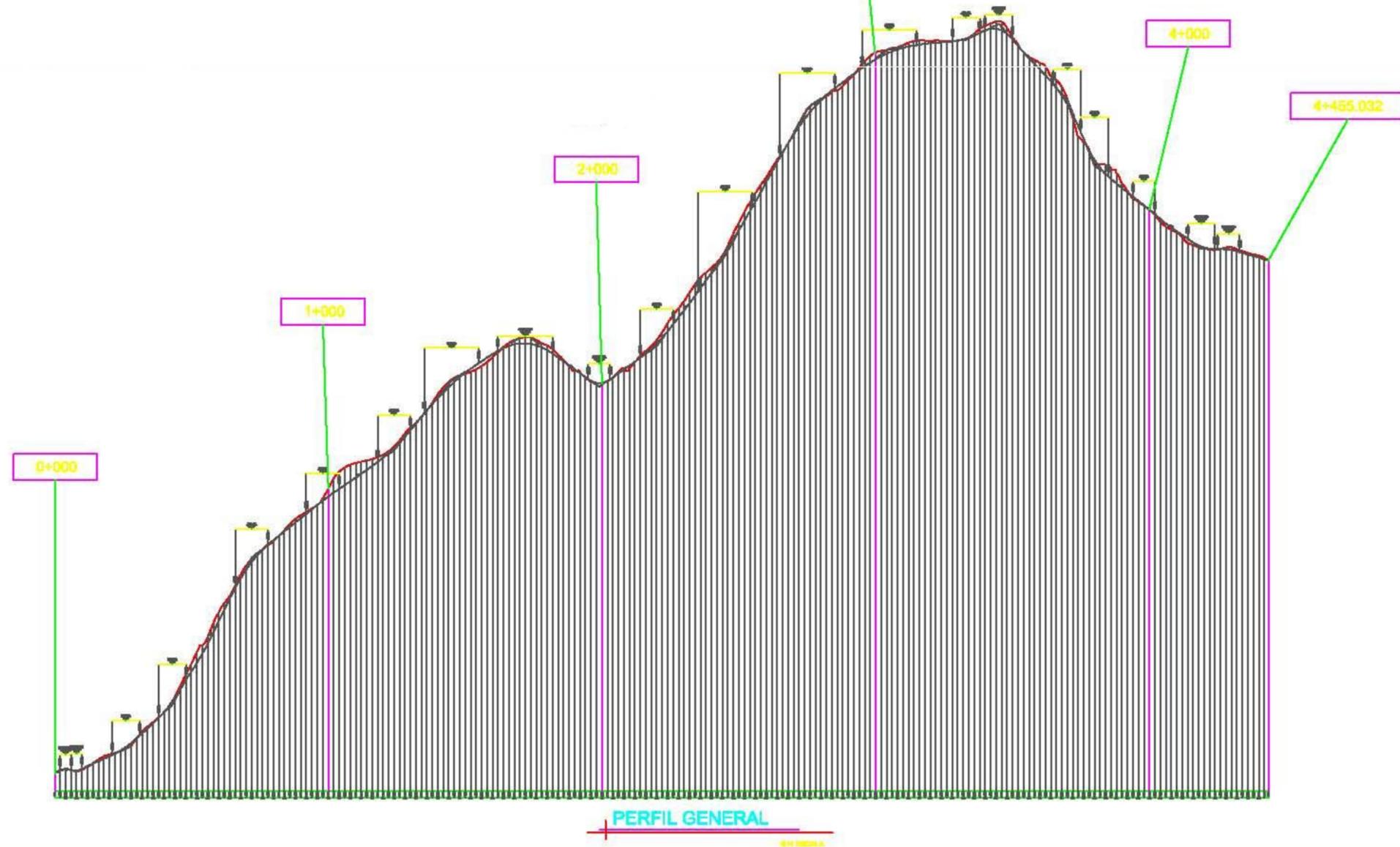
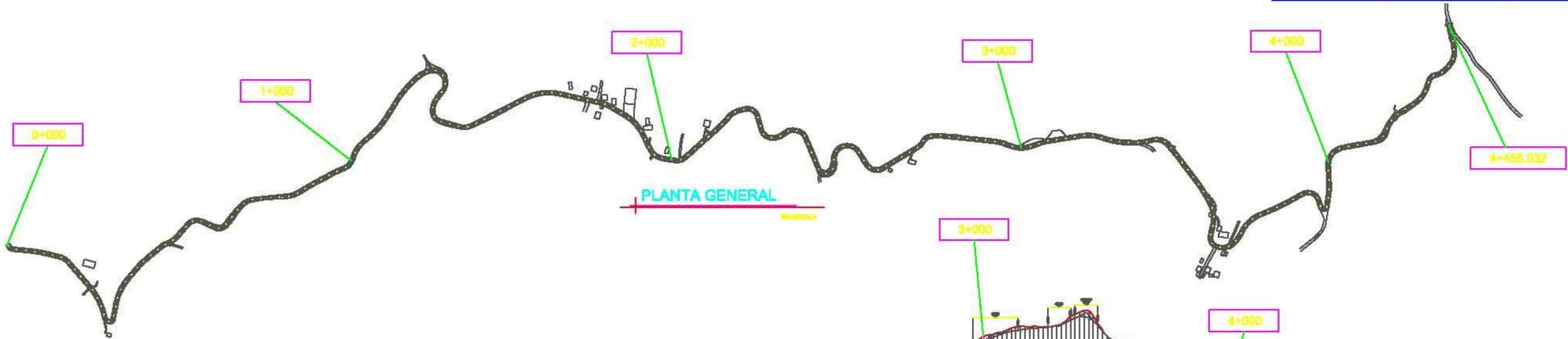
Ing. Tejhia Maricela Cano Morales
DIRECTORA a.i. CI/USAC

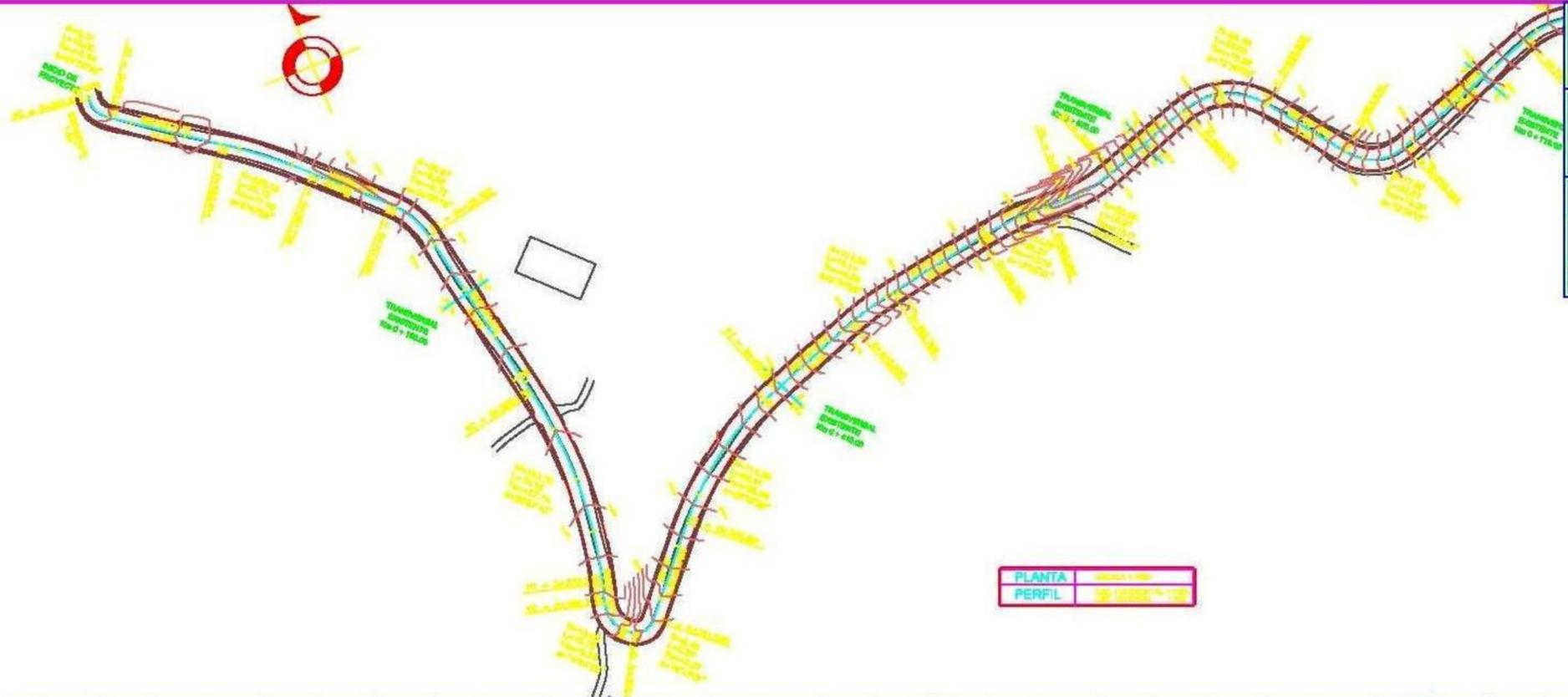


Zenón Much Sapitos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO QUE CONDUCE DE FRAIJANES A CABERIO EL CHOCOLATE		
UBICACIÓN: CABERIO EL CHOCOLATE FRAIJANES, GUATEMALA, GUATEMALA		
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL GENERAL DEL PROYECTO		
FECHA: OCTUBRE 2008	ESCALA HORIZONTAL: 1:5000	ESCALA VERTICAL: 1:100
		1 14





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
GRUPO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO QUE CONDUCE DE FRAJANES A CASERIO EL CHOCOLATE

UBICACION: CASERIO EL CHOCOLATE, FRAJANES, GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE EST. 0+000 A EST. 0+700

FECHA: 15/05/2018

ESCALA: HORIZONTAL 1:500, VERTICAL 1:10

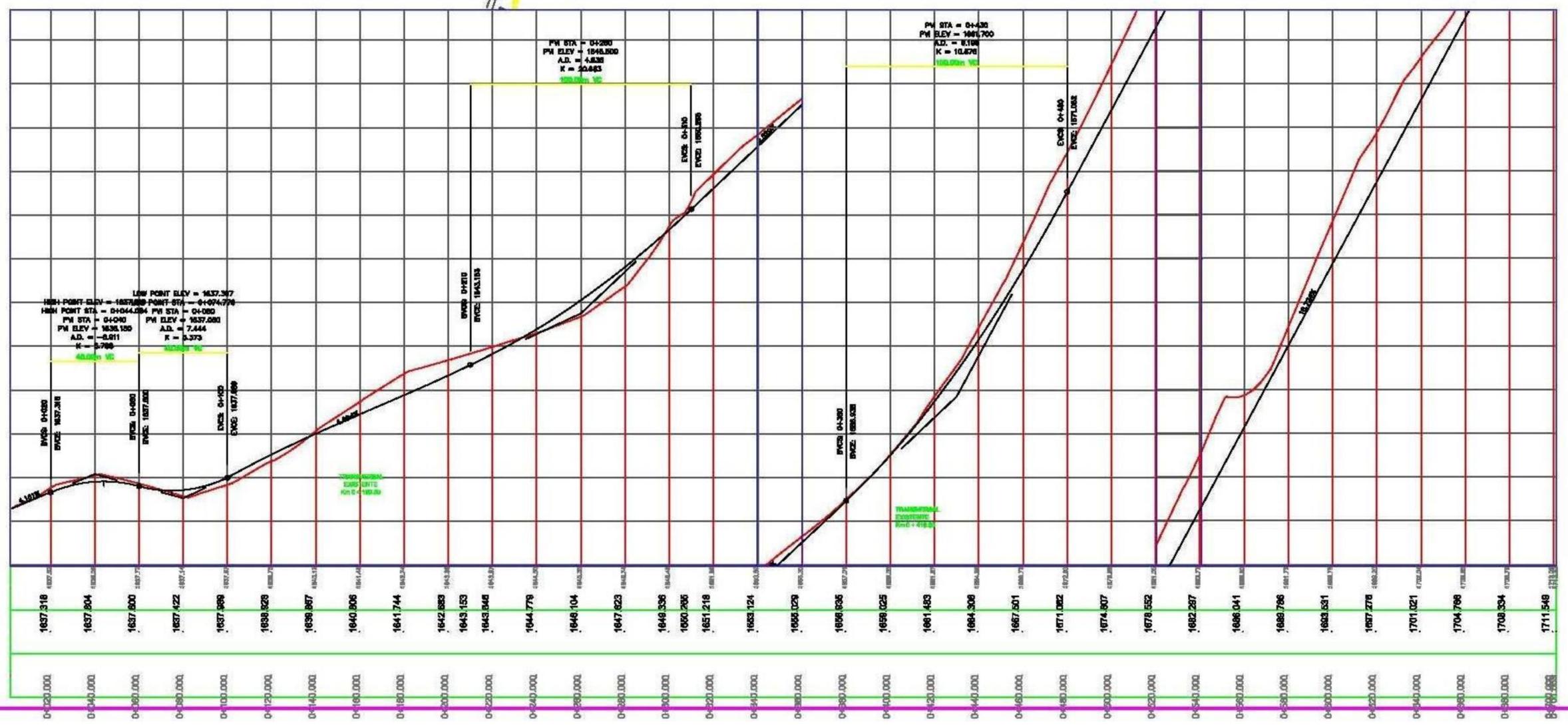
PROYECTISTA: J. J. GONZALEZ

REVISOR: J. J. GONZALEZ

APROBADO: J. J. GONZALEZ

14

PLANTA
PERFIL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO QUE CONDUCE DE FRAJANES A CASERIO EL CHOCOLATE

UBICACION: CASERIO EL CHOCOLATE, FRAJANES, GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE EST. 1+400 A EST. 2+100

FECHA: 12/05/2016

PROFESOR: [Redacted]

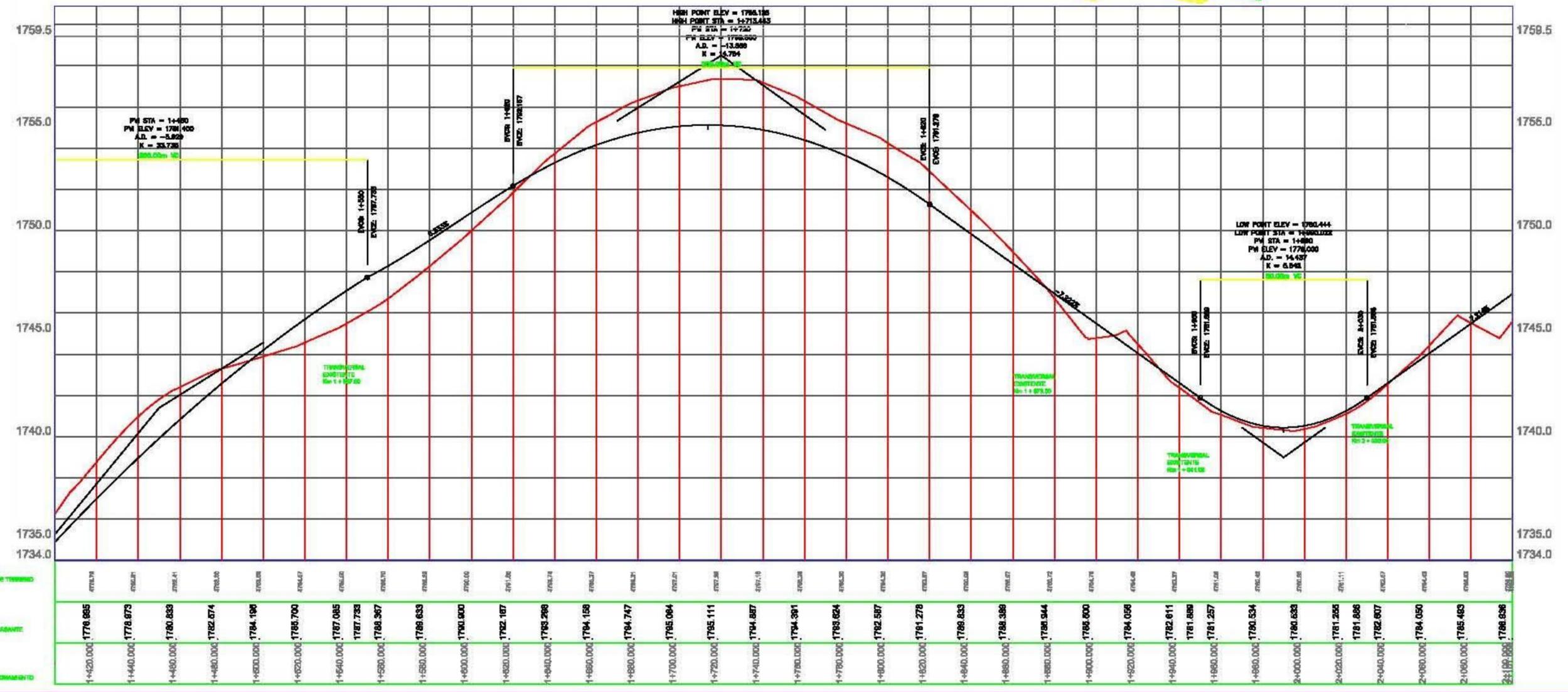
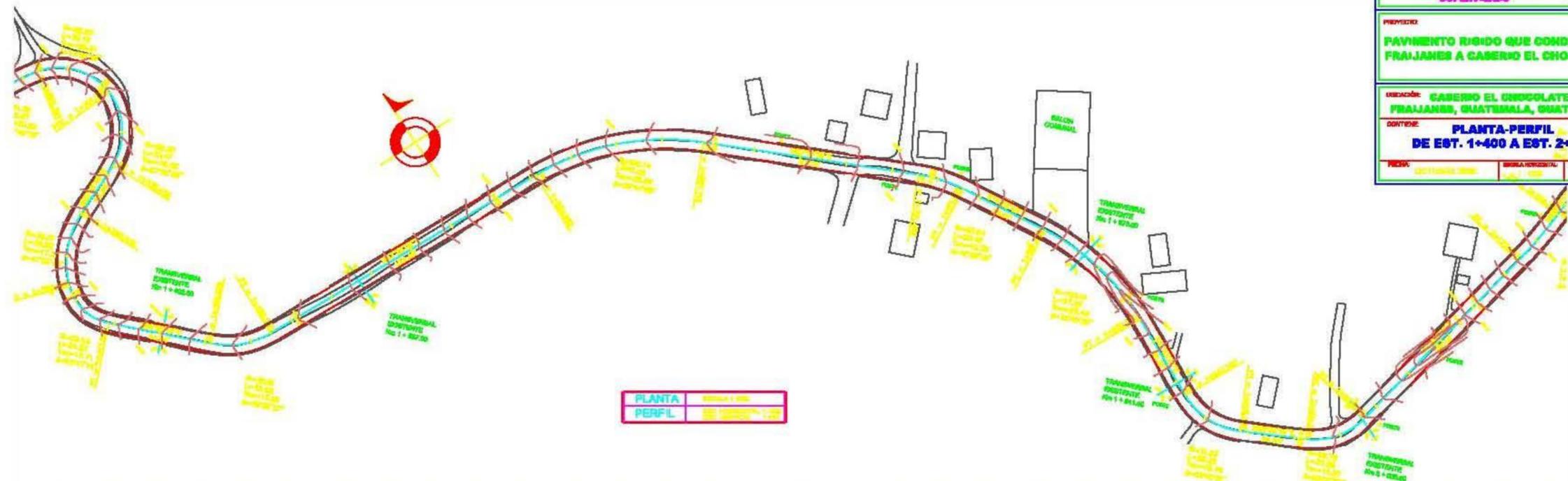
ALUMNO: [Redacted]

GRUPO: [Redacted]

DESEMPEÑO: [Redacted]

NOTAS: [Redacted]

14



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMEN PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO:
PAVIMENTO RIGIDO QUE CONDUCE DE FRAIJANES A CASERIO EL CHOCOLATE

USUARIOS:
CASERIO EL CHOCOLATE
FRAIJANES, GUATEMALA, GUATEMALA

CONTIENE:
**PLANTA-PERFIL
DE EST. 2+100 A EST. 2+800**

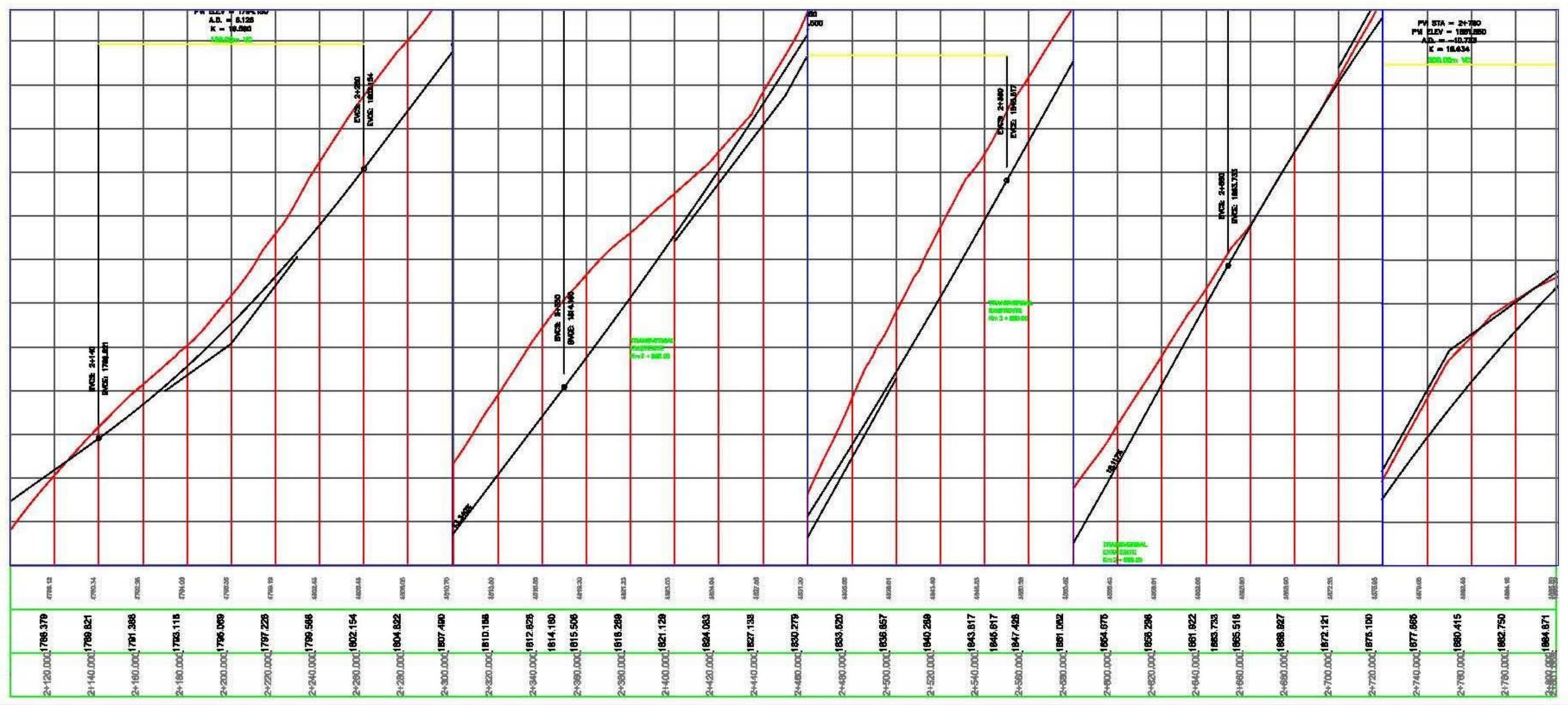
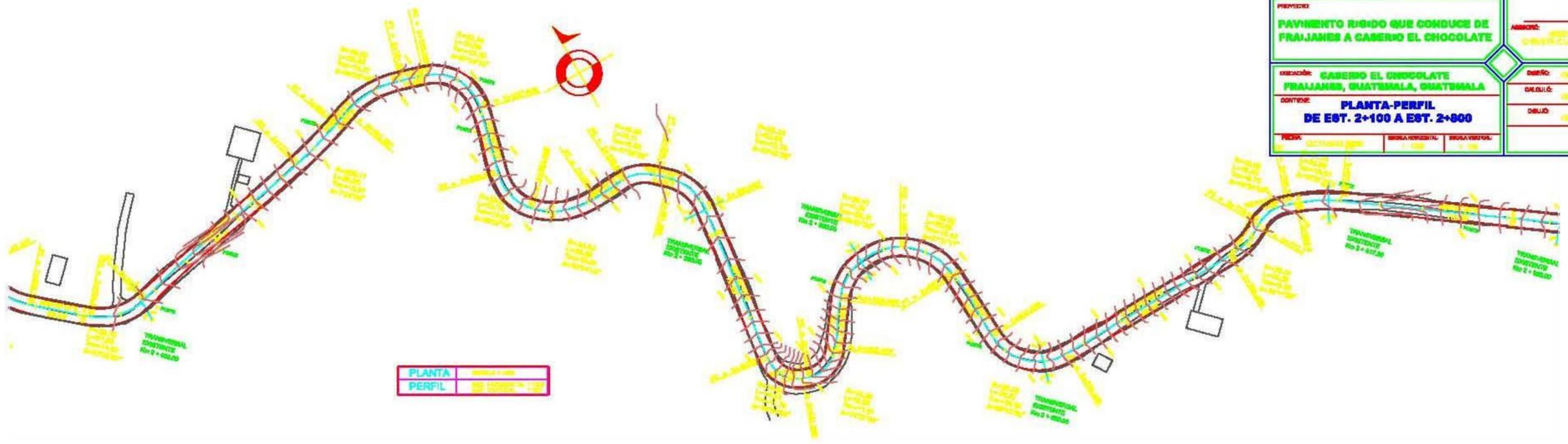
FECHA:
15/05/2018

PROFESOR:
ING. JUAN A. CASTRO

ALUMNO:
ING. JUAN A. CASTRO

ASISTENTE:
ING. JUAN A. CASTRO

14



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO QUE CONDUCE DE FRAJANES A CASERIO EL CHOCOLATE

UBICACION: CASERIO EL CHOCOLATE, FRAJANES, GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE EST. 2+800 A EST. 3+500

FECHA: 15/05/2018

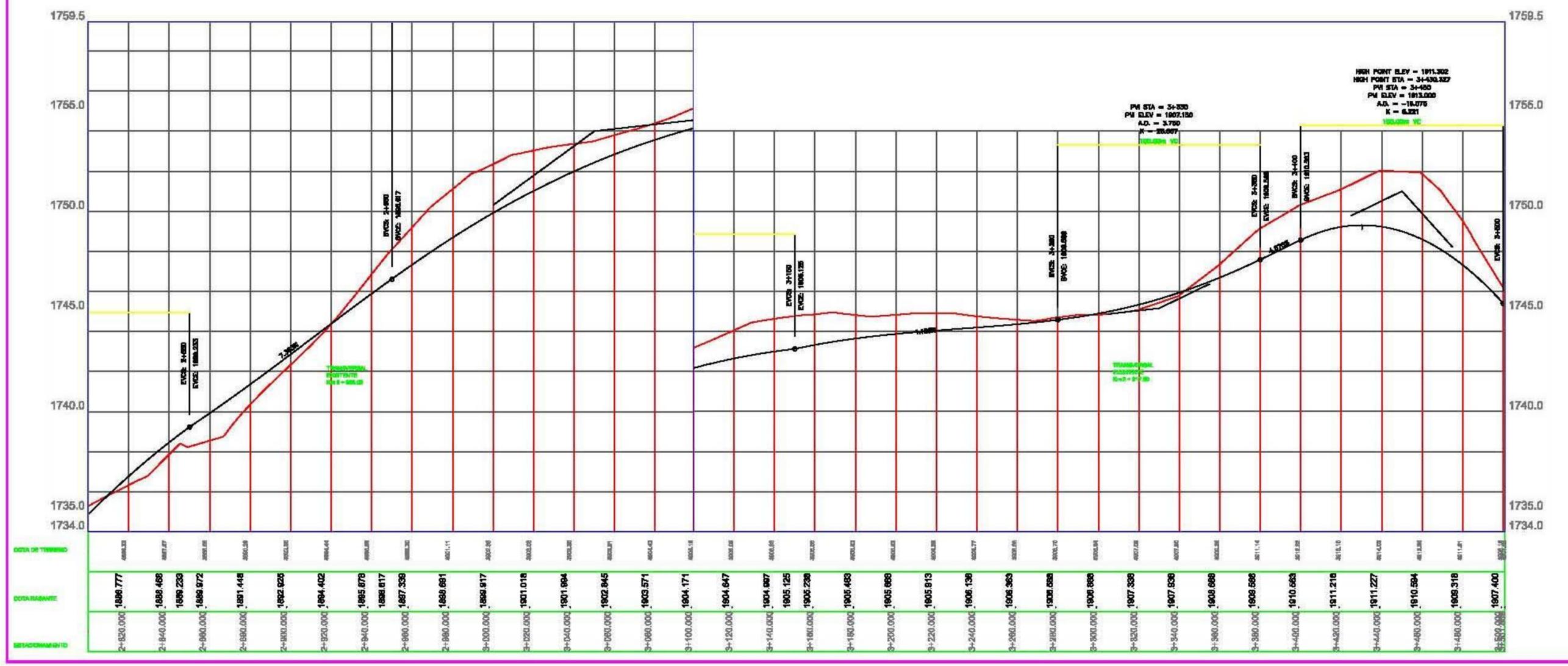
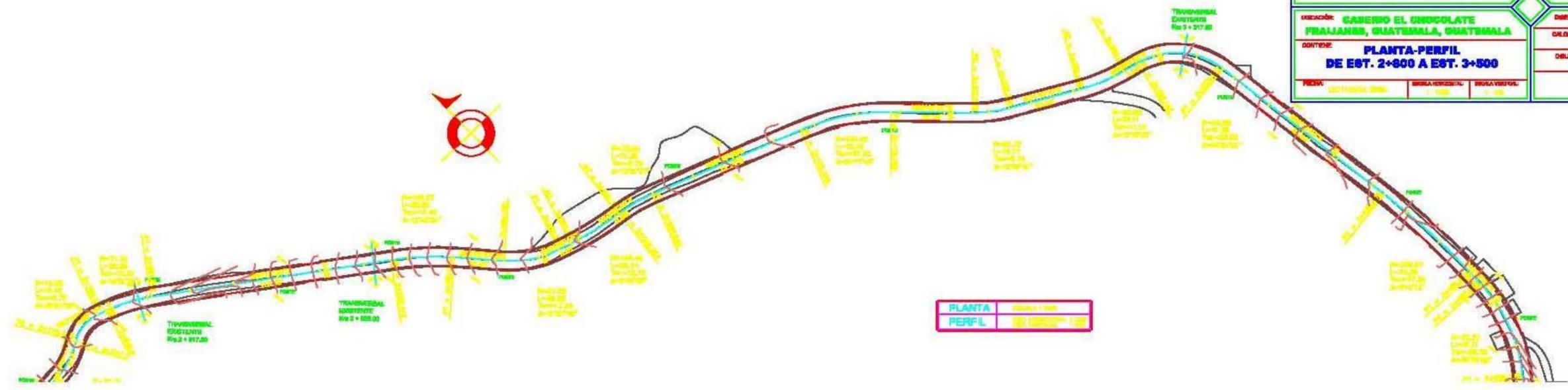
ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

ESCALA: 1:100

14



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO:
PAVIMENTO RIGIDO QUE CONDUCE DE FRAJANES A CASERIO EL CHOCOLATE

UBICACIÓN: CASERIO EL CHOCOLATE, FRAJANES, GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO: **PLANTA-PERFIL DE EST. 4+200 A EST. 4+455.032**

FECHA: 15/05/2018

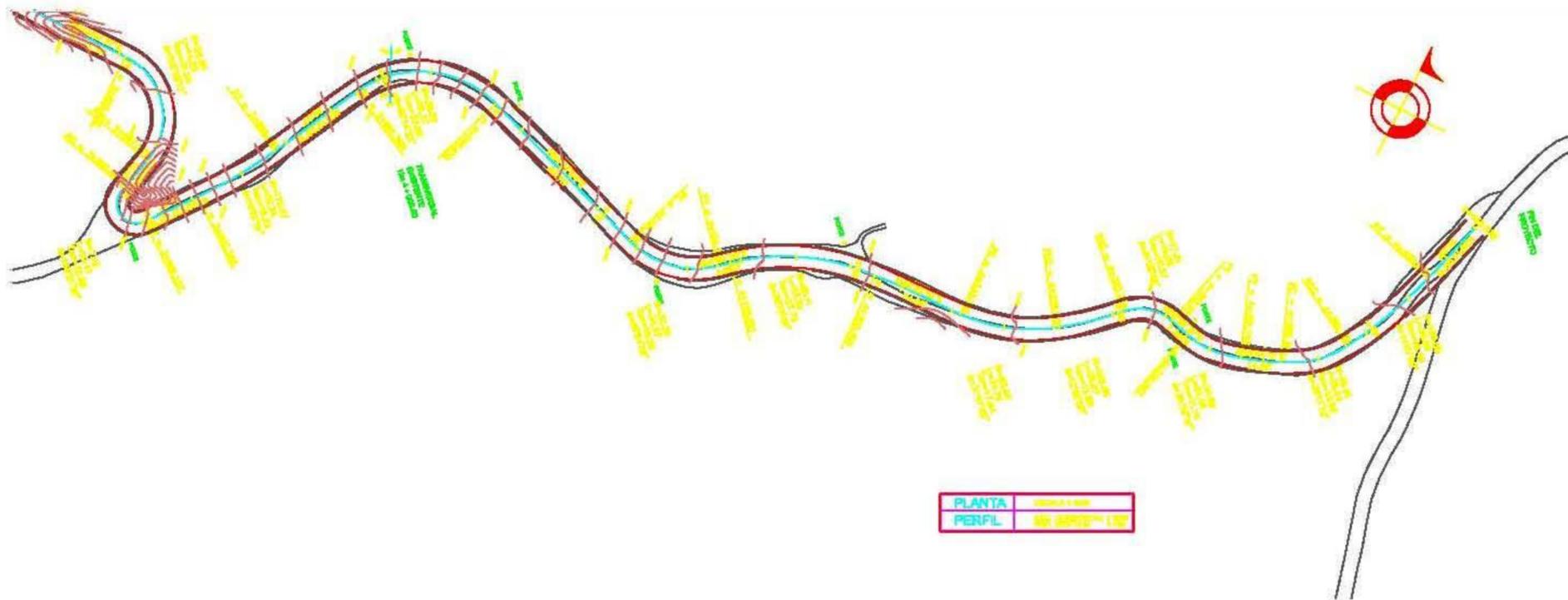
ESCALA: 1:500

PROYECTANTE: J. G. G.

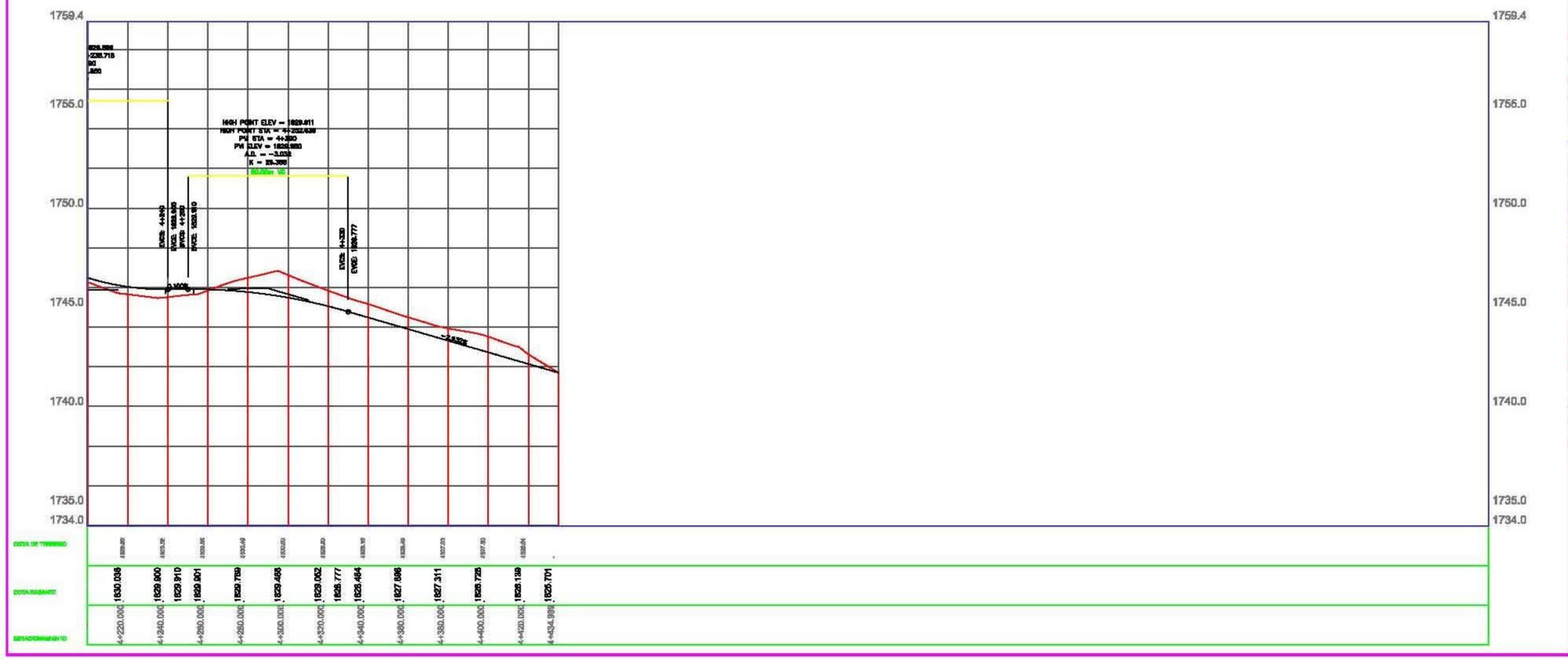
REVISOR: J. G. G.

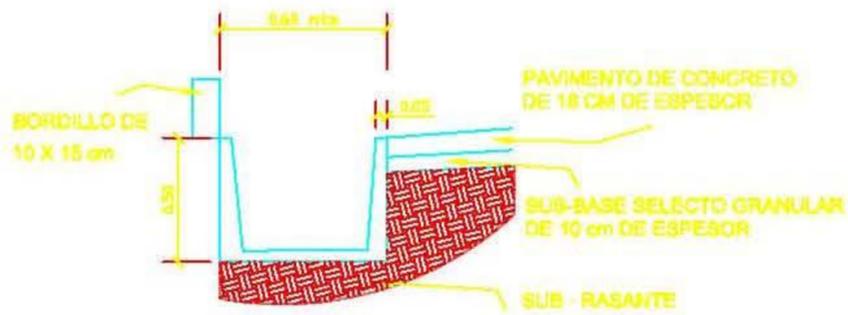
APROBADO: J. G. G.

14

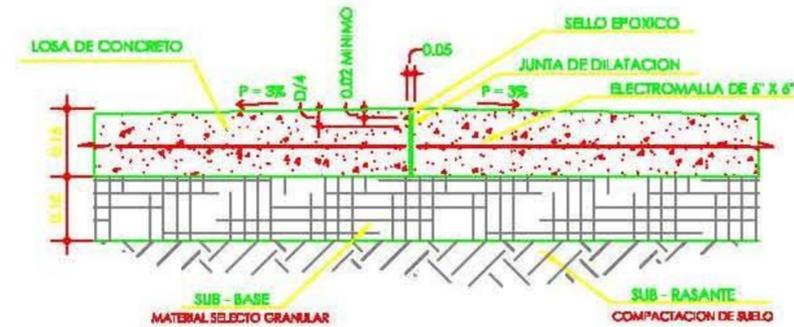


PLANTA
PERFIL

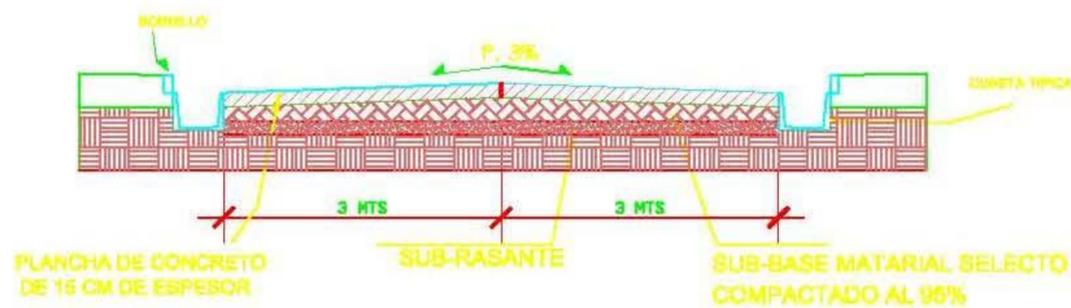




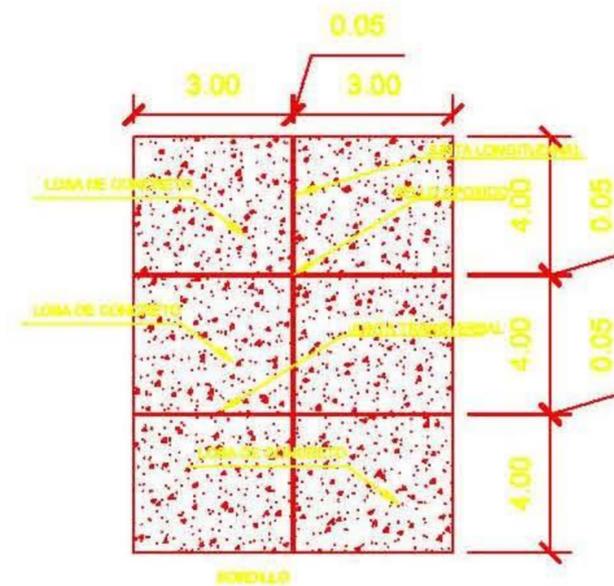
DETALLE DE CUNETA TÍPICA
SIN ESCALA



DETALLE DE JUNTA DE DILATACIÓN
SIN ESCALA



DETALLE DE GABARITO
SIN ESCALA



PLANTA DE PLANCHAS DE CONCRETO
SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES DE BORDILLO, CUNETAS Y BANQUETA

CONCRETO:
EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR CEMENTO DE 3,000 kg Y EL CONCRETO POR ENCIMA DE LA RELACIÓN 1:2.5 VA A LLENAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 3,000 kg/cm² DE 30 MPa.

ADIBRADO FIBRO:
EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR CEMENTO, AGREGADO GRANULAR Y LLENO DE SUELO. EL ADIBRADO SE VA A UTILIZAR EN LA RELACIÓN 1:2.5 VA A LLENAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 3,000 kg/cm² DE 30 MPa.

ADIBRADO GRUISO:
EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR CEMENTO, AGREGADO GRANULAR Y LLENO DE SUELO. EL ADIBRADO SE VA A UTILIZAR EN LA RELACIÓN 1:2.5 VA A LLENAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 3,000 kg/cm² DE 30 MPa.

ESPECIFICACIONES DE PAVIMENTO RIGIDO Y MATERIAL SELECTO GRANULAR PARA SUB-BASE

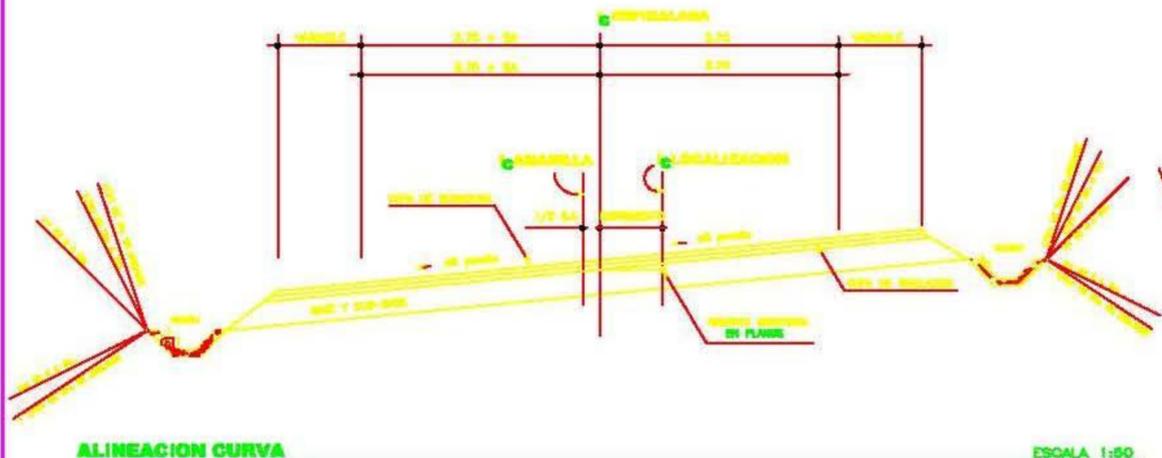
CONCRETO:
EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR CEMENTO DE 3,000 kg Y EL CONCRETO POR ENCIMA DE LA RELACIÓN 1:2.5 VA A LLENAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 3,000 kg/cm² DE 30 MPa.

ADIBRADO FIBRO:
EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR CEMENTO, AGREGADO GRANULAR Y LLENO DE SUELO. EL ADIBRADO SE VA A UTILIZAR EN LA RELACIÓN 1:2.5 VA A LLENAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 3,000 kg/cm² DE 30 MPa.

ADIBRADO GRUISO:
EN EL CONCRETO SE VA A UTILIZAR CEMENTO, AGREGADO GRANULAR Y LLENO DE SUELO. EL ADIBRADO SE VA A UTILIZAR EN LA RELACIÓN 1:2.5 VA A LLENAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 3,000 kg/cm² DE 30 MPa.

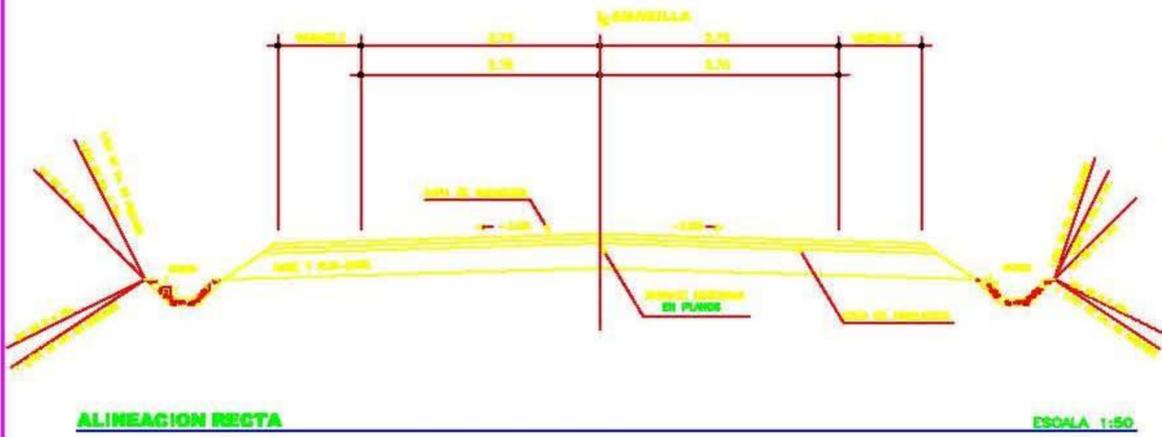
MATERIAL SELECTO GRANULAR:
LA MUESTRA REPRESENTATIVA DE CUALQUIER PARTICULA SUPERIOR EN EL MATERIAL Y QUE SEA POSIBLE COMPARTIRLA CON EL DISEÑO DE COMPACTACIÓN DE CONCRETO SE VA A UTILIZAR EN LA RELACIÓN 1:2.5 VA A LLENAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 3,000 kg/cm² DE 30 MPa.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO QUE CONDUCE DE FRAJANES A CABERIO EL CHOCOLATE	ASOCIADO: [Nombre]	
UBICACIÓN: CABERIO EL CHOCOLATE, GUATEMALA, GUATEMALA	DISEÑO: [Nombre]	DIBUJO: [Nombre]
CONTENIDO: DETALLE DE PAVIMENTO	CALCO: [Nombre]	
FECHA: [Fecha]	ESCALA GENERAL: [Escala]	ESCALA DETALLE: [Escala]



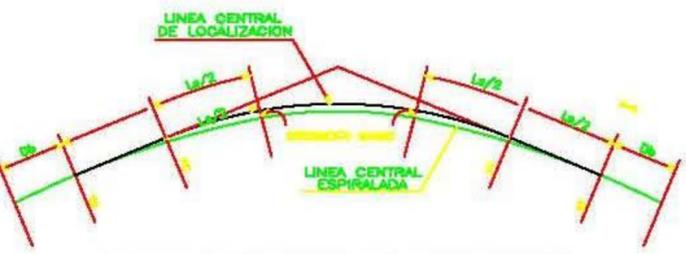
ALINEACION CURVA

ESCALA 1:50



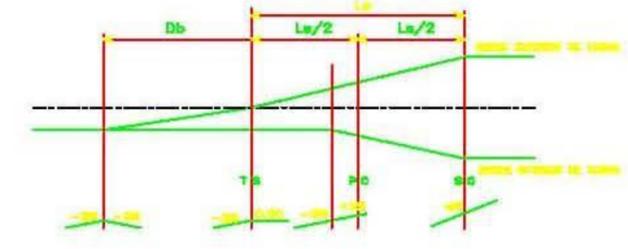
ALINEACION RECTA

ESCALA 1:50



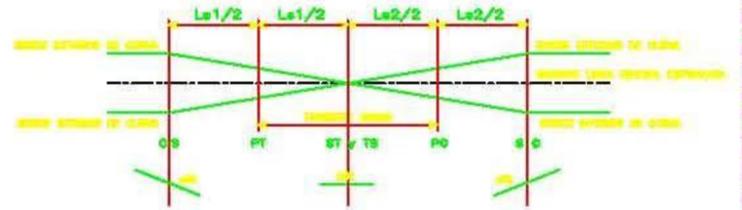
DETALLE DE APLICACION DE CORRIMENTOS

FIGURA 1



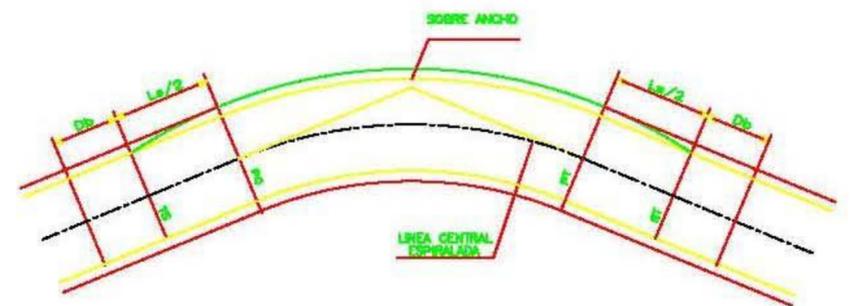
DETALLE GIRO DEL PERALTE CUANDO LA TANGENTE ES LARGA

FIGURA 2



DETALLE GIRO DEL PERALTE CUANDO LA TANGENTE ES MINIMA

FIGURA 3



DETALLE DE APLICACION DE SOBRE ANCHOS

FIGURA 4

VELOCIDAD EN KPH	GRADO DE CURVA																																											
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°				
30	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3				
40	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0																				
50	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7																											
60	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	0.6	0.6	0.6																																		
70	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	0.6																																				
80	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN																																				

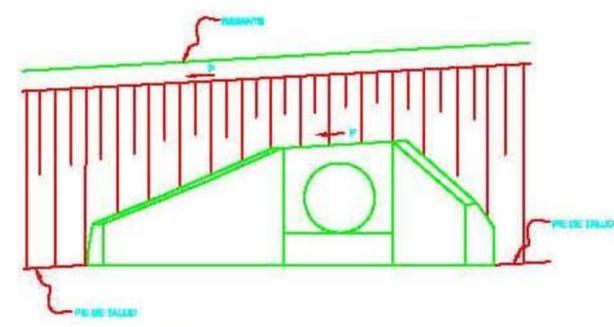
NOTAS:

- 1) EN LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION SE HAN USADO CURVAS CIRCULARES - SIMPLES CUYO GRADO DE CURVATURA SE DEFINE COMO EL ANGULO CENTRAL - SUSTITUIDO POR UN ARCO DE 20 METROS.
- 2) LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA SE FORMA APLICANDO CORRIMENTOS A LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION HACIA EL INTERIOR DE LAS CURVAS CIRCULARES PREVIAMENTE DETERMINADOS EN LOS GRAFICOS CORRESPONDIENTES (VER FIGURA 1).
- 3) LA RANANTE FUE CALCULADA CONFORME AL ESTAGIONAMIENTO DE LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION Y SERA TAMBIEN EL DE LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA.
- 4) EL GIRO NECESARIO PARA PRODUCIR EL PERALTE DEBE SER HECHO ALREDEDOR DE LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA (VER FIGURA 2).
- 5) EL SOBRE ANCHO MARCO EN CURVA (S.A.) SE DETIENE DE LA TABLA CORRESPONDIENTE SEGUN: GRADO DE CURVATURA Y VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 6) EL SOBRE ANCHO MARCO SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPRAL, DESDE EL PO HASTA EL PT DE LA CURVA GIRANDO EL PUNTO MEDIO DE DICHAS LONGITUD.

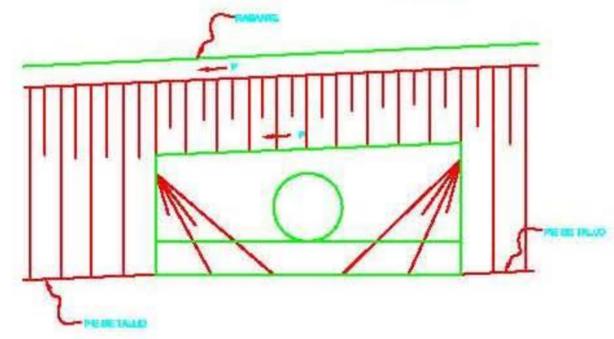
TOMADO DE LA TABLA "SOBRE ANCHOS EN METROS PARA ANCHOS DE CALZADA EN METROS Y VELOCIDADES EN KPH", DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS.



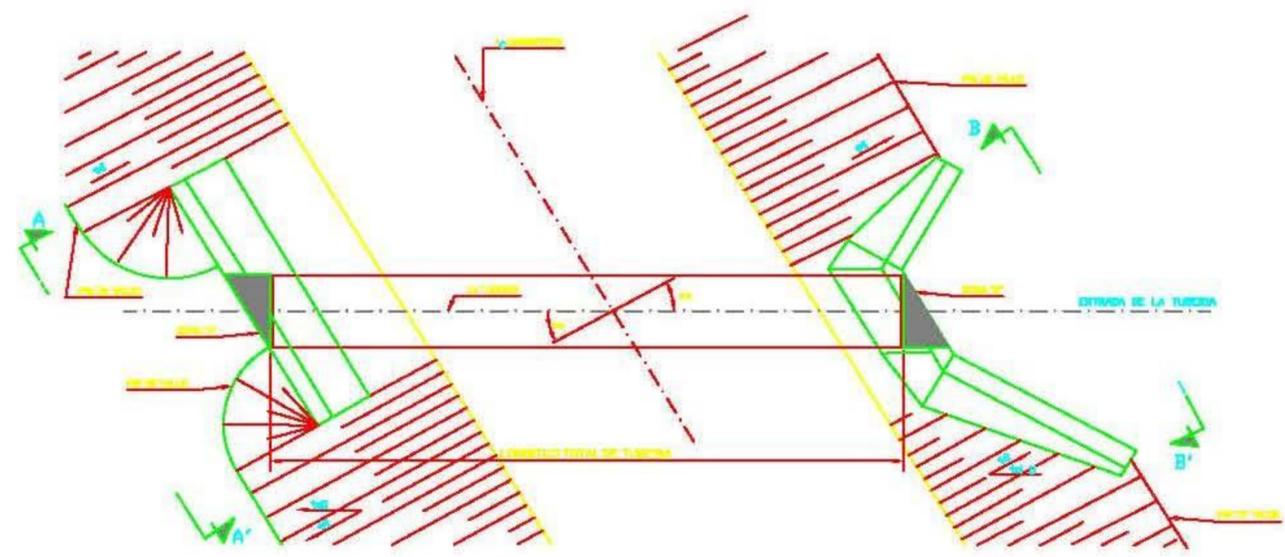
SECCION EN Lc DE LA TUBERIA
 SIN ESCALA



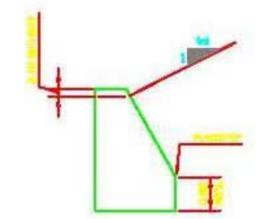
VISTA B-B'
 SIN ESCALA



VISTA A-A'
 SIN ESCALA



PLANTA
 SIN ESCALA



SECCION DEL MURO EN Lc DE LA TUBERIA
 SIN ESCALA

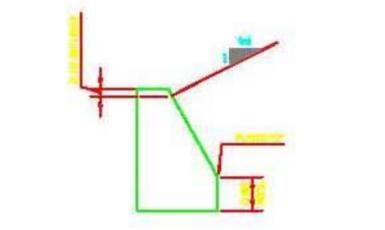
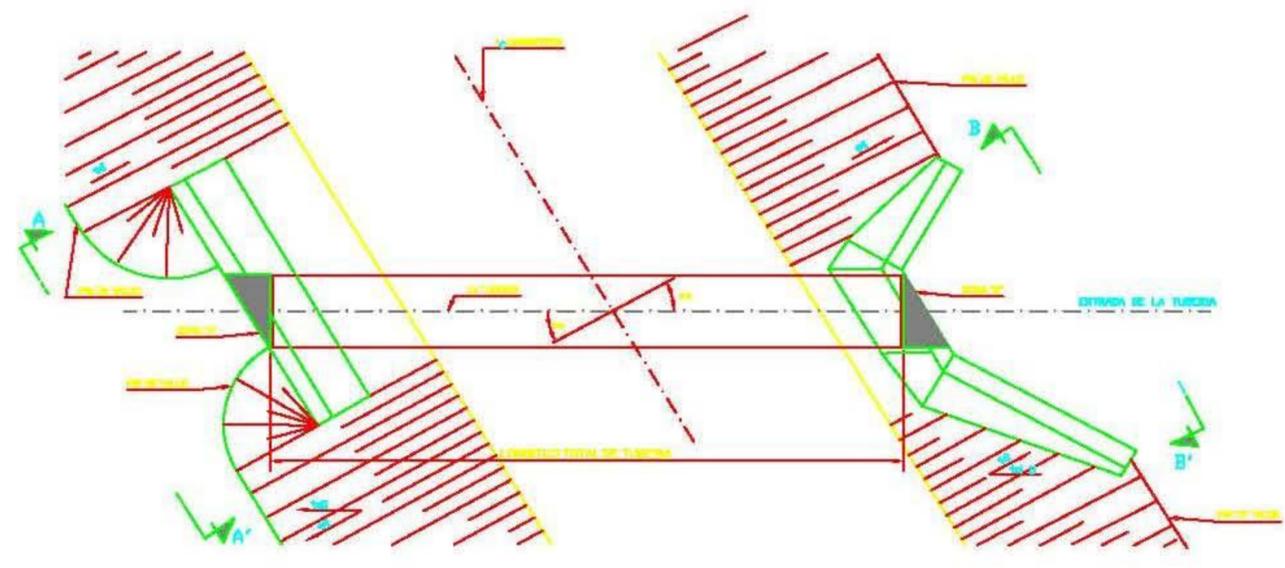
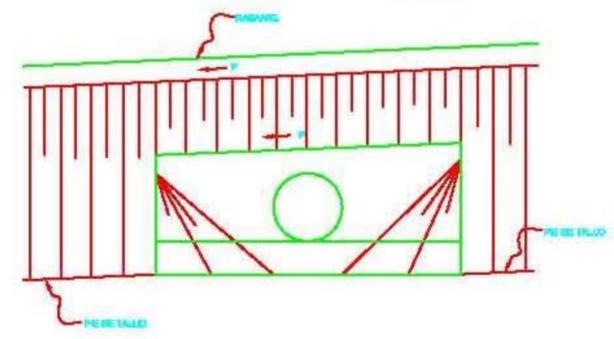
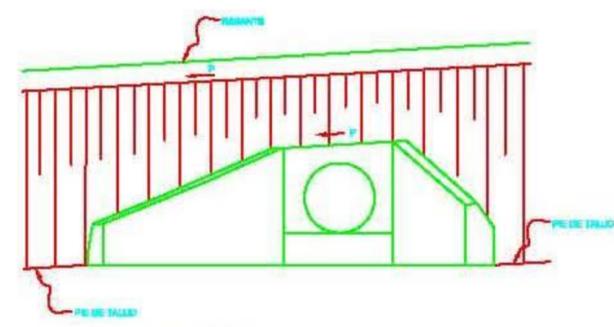
FORMULA PARA EL CALCULO DEL TALUD DEFORMADO

$$Ld = \frac{Lc \cdot \tan(\alpha)}{\tan(\beta) - \tan(\alpha)}$$

Pendientes Positivas		Pendientes Negativas	
Empuje Directo	Empuje Inverso	Empuje Directo	Empuje Inverso
Lado Izq.	Lado Der.	Lado Izq.	Lado Der.
$\frac{Lc \cdot \tan(\alpha)}{\tan(\beta) - \tan(\alpha)}$			

α = Angulo de empuje real desde la normal a la Lc de la carretera, hasta la Lc de la tubería siempre menor de 90°, puede ser empuje directo o inverso.
 β = Talud normal. Valor de la proyección horizontal cuando la proyección vertical es la unidad.
 Lc = Talud deformado vertical en la unidad.

- NOTAS GENERALES:**
- 1.- Determinar que la carretera proyectada a la tubería en una longitud bajo un relieve y que la tubería tenga suficiente de entrada y salida.
 - 2.- Se debe determinar de mano derecha en la salida y en la entrada subiendo con ellas.
 - 3.- Se debe tener datos de la sección (altura, la pendiente de la carretera, el ángulo de empuje de la tubería (α) y el relieve de línea de tubería.
 - 4.- Anotar los ángulos de empuje directo e inverso de los taludes que se proyectan (en algunos casos) para talud de carretera (relieve).
 - 5.- Con los datos de las notas 1 y 4 podemos dibujar la sección deformada de la carretera, según la Lc de la tubería, cuidadosamente de ella, la pendiente de la tubería y la longitud entre ellas de talud, se tiene que sea una de la línea exterior sobre de la tubería. El talud deformado tal la pendiente subiendo con la siguiente fórmula: $Ld = \frac{Lc \cdot \tan(\alpha)}{\tan(\beta) - \tan(\alpha)}$ donde L el talud de la sección (línea de la carretera, y la pendiente de la tubería por el empuje).
 - 6.- En una hoja de papel transparente dibujamos a escala la sección deformada del muro, según la Lc de la tubería, con el talud deformado.
 - 7.- Con este dibujo se determinan en posición horizontal el talud del dibujo con el talud de la sección deformada (línea de Lc) y el punto "B" con la línea exterior sobre de la tubería. Solo deberá aplicarse tanto el muro de entrada como el de salida.
 - 8.- La longitud máxima de la tubería será la que corresponde al relieve exterior de línea de base que demarca según autor solamente la cruz de línea.
 - 9.- La parte horizontal indicada como "zona B" puede determinarse por a) Descomponiendo la tubería a b) trazando horizontalmente.



FORMULA PARA EL CALCULO DEL TALUD DEFORMADO

$$d = \frac{L \cdot \tan(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

Pendientes Positivas		Pendientes Negativas	
Empuje Directo	Empuje Invertido	Empuje Directo	Empuje Invertido
Lado Izq. $\frac{L \cdot \tan(\alpha)}{\cos(\alpha)}$	Lado Der. $\frac{L \cdot \tan(\alpha)}{\cos(\alpha)}$	Lado Izq. $\frac{L \cdot \tan(\alpha)}{\cos(\alpha)}$	Lado Der. $\frac{L \cdot \tan(\alpha)}{\cos(\alpha)}$
Empujes $\frac{L \cdot \tan(\alpha)}{\cos(\alpha)}$			

α = Angulo de empuje medido desde la normal a la Lc de la carretera, hasta la Lc de la tubería siempre menor de 90°, puede ser empuje directo o invertido.
 P = Valor absoluto de la pendiente en valor real no en porcentaje.
 L = Talud normal. Valor de la proyección horizontal cuando la proyección vertical es la unidad.
 d = Talud deformado vertical en la unidad.

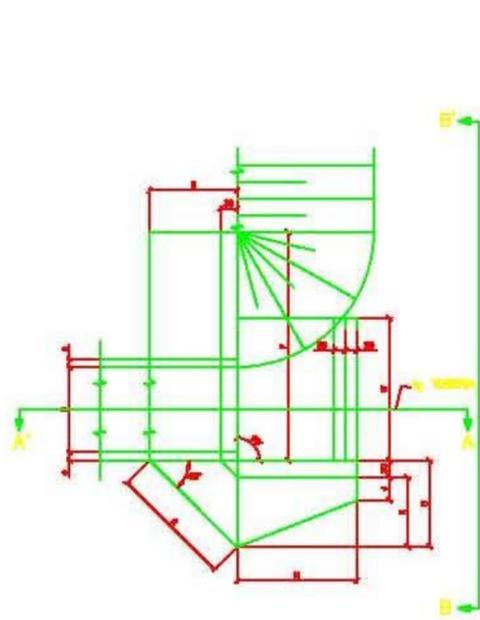
- NOTAS GENERALES:**
- 1.- Determinar que la carretera proyectada a la tubería en una longitud bajo un relieve y que la tubería tenga suficiente de entrada y salida.
 - 2.- Se debe determinar de mano derecha en la salida y en la entrada subiendo con ellas.
 - 3.- Se debe tener datos de la sección (perfil) de la pendiente de la carretera, se debe de medir de la tubería (L) y el número de tramos de tubería.
 - 4.- Anotar los ángulos de las aberturas y el valor de los taludes en el empuje (en el caso de tener) para tubería de concreto (referencia).
 - 5.- Con los datos de las notas 1 y 4 podemos dibujar la sección deformada de la carretera, según la Lc de la tubería, cuidadosamente de ella, la pendiente de la tubería y la longitud entre ellas de talud, se tiene que sea una de la tubería sobre de la tubería. El talud deformado de la pendiente subiendo con la siguiente fórmula: $d = \frac{L \cdot \tan(\alpha)}{\cos(\alpha)}$ donde L el talud de la sección (perfil) de la carretera, y la pendiente de la tubería por el empuje.
 - 6.- En una hoja de papel transparente dibujamos a escala la sección deformada del muro, según la Lc de la tubería, con el talud deformado.
 - 7.- Con este dibujo se determinan los ángulos de empuje de cada talud de talud con el talud de la sección deformada (de la Lc) y el punto "P" con la línea vertical sobre de la tubería. Solo deberá aplicarse sobre el muro de entrada como el de salida.
 - 8.- La longitud máxima de la tubería será la que corresponde al número mínimo de tuberías de tener que deberá según el caso de ellas.
 - 9.- La parte horizontal indicada como "zona B" puede determinarse por: a) Descomponiendo la tubería a b) haciendo tuberías enteras.

Tubo	Diámetro		CABEZAL PARA UNO Y DOS TUBOS																CABEZAL PARA UN TUBO				CABEZAL PARA DOS TUBOS			
	Diámetro	Altura	A	B	C	H	g	T	N	K	J	R	P	S	W	W'	V	V'	Vc	Vm	Vc'	Vm'	Vc''	Vm''		
24	81	7.5	29	80	105	165	32	49.1	68	30	17	85	60	30	105	210	0.840	167	1.17	1.81	0.31	273	1.83	2.47	0.62	
30	76	9.0	31	75	125	185	33	58.1	94	45	22	108	60	38	130	260	1.105	210	1.92	3.03	0.48	342	2.98	4.09	0.97	
36	81	10.0	29	80	140	200	33	66.2	116	60	28	127	65	46	155	310	1.700	247	2.77	4.47	0.68	404	4.28	5.98	1.36	
42	107	11.5	30	105	160	220	33	74.5	143	75	30	149	65	54	180	360	2.515	292	4.00	6.52	0.93	476	6.16	8.68	1.67	
48	122	12.5	28	120	175	235	33	82.2	164	90	34	170	65	61	205	410	3.405	329	5.29	8.70	1.19	537	8.12	11.53	2.39	
54	137	14.0	30	135	195	255	33	90.8	192	105	35	191	65	68	230	480	4.650	373	7.08	11.73	1.53	606	10.78	15.43	3.08	
60	152	15.0	28	155	210	270	34	100.8	212	125	42	219	70	76	255	510	6.240	408	9.13	15.37	1.85	667	13.91	20.15	3.70	
24	61	6.5	31	60	105	165	32	49.4	70	30	17	85	60	30	105	210	0.850	167	1.18	1.83	0.32	271	1.83	2.48	0.63	
30	76	7.5	29	70	120	180	32	54.8	91	45	20	99	60	38	130	260	0.995	204	1.72	2.72	0.47	333	2.68	3.68	0.94	
36	81	8.5	32	90	140	200	33	68.9	118	60	28	127	65	46	155	310	1.725	247	2.80	4.53	0.69	401	4.31	6.04	1.38	
42	107	9.5	29	105	155	215	33	74.5	139	75	31	149	65	54	180	360	2.430	285	3.85	6.28	0.91	465	5.94	8.37	1.83	
48	122	11.0	31	120	175	235	33	83.0	167	90	33	170	65	61	205	410	3.450	329	5.34	8.79	1.21	534	8.15	11.60	2.42	
54	137	11.5	30	135	190	250	33	90.8	188	105	36	191	65	68	230	480	4.530	387	6.90	11.43	1.50	595	8.50	12.03	3.01	
60	152	12.5	28	155	205	265	34	101.0	208	125	40	219	85	76	255	510	6.015	402	8.88	14.89	1.82	655	13.54	19.56	3.64	
(14)	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(1)	(2)	(d)	(4)	(8)	(3)	(7)	(9)	(5)	(d)	(d)	(12)	(10)	(13)	(15)	(17)	(11)	(14)	(16)	(18)	

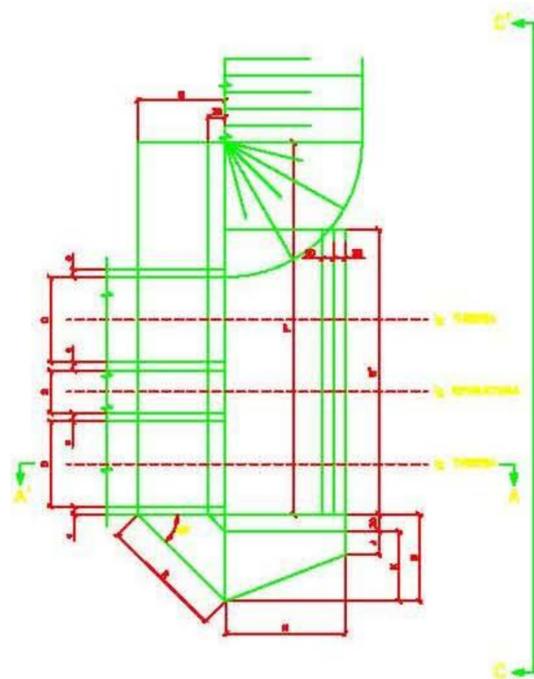
NOTA: Dimensiones en centímetros y volúmenes en metros cúbicos.

FORMULARIO

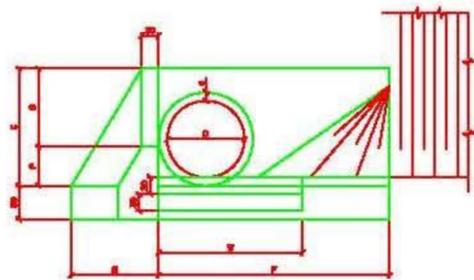
- Datos Dimensiones:**
- (d) Datos de tubo: D, e, B, E, g, S, W, W'
 - (1) $C = E + D + 2e$
 - (2) $H = C + 80$
 - (3) $K = D - 30$
 - (4) $T = K/C(E + e + D/2) + 30$
 - (5) $P = e + 20 + g$ (Apróx. al múltiplo de 5 más cercano)
 - (6) $D = C - P$
 - (7) $J = KP/C$
 - (8) $N = 1.5(C - e - g) - 30$
 - (9) $S = 2.8$
 - (10) $F = D + e + 1.5(C - g - e)$
 - (11) $F' = 2D + 3e + S + 1.5(C - g - e)$
- Volúmenes:**
- AN: (12) $V_v = 0.30N(B + J + 0.30) + 0.30B^2 + 0.15N(C + P) + C/B[B^2 + 0.30(B + 0.30)] + N/B[(KC^2 - JP^2)/(C - P)]$
 - Muro: (13) $V_m = [(0.30 + B)C/2 + 0.88]F - [\pi(D + 2e)^2/4]$ (un tubo)
 - (14) $V_m' = [(0.30 + B)C/2 + 0.88]F' - [\pi(D - 2e)^2/4]$ (dos tubos)
 - Cabedal: (15) $V_c = V_v + V_m$
 - (16) $V_c' = V_v + V_m'$
 - Losa: (17) $V_L = (0.30N + 0.09)W$
 - (18) $V_L' = (0.30N + 0.09)W'$



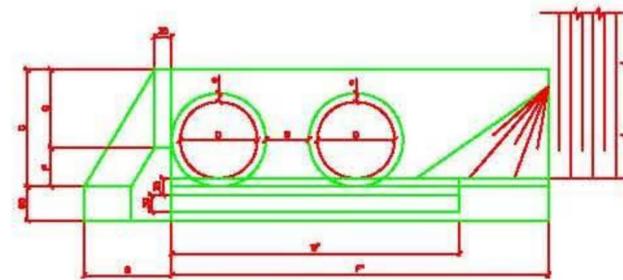
PLANTA



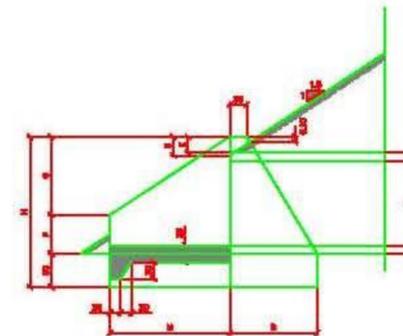
PLANTA



ELEVACION B-B'



ELEVACION C-C'



ELEVACION A-A'

NOTAS GENERALES

- (1) Para la construcción se usarán las Especificaciones para construcciones de Puentes y Carreteras de la D.C.C. Edición MAYO 2002.
- (2) Concreto Colado: se usará concreto clase 3,500 con piedras grandes como se especifica en la sección 504 de las especificaciones de la D.C.C.
- (3) Zanjador: Se usará un compuesto de piedra tamizada a mano y faja con mortero de cemento, según lo especificado en la sección 502.02.
- (4) El mortero que se empleará en el muro y piso de los cabedales, será concreto colado según se indica en la Nota No.2.
- (5) El alambido finalista deberá ser en su momento sobre el piso del tubo en caso poco profundo. Función deberá el mortero que se empleará en ella, concreto clase "C" o compuesto de piedra.
- (6) La parte superior de los cabedales debe tener la misma dirección y pendiente que la losa de la carretera.
- (7) Anclaje del concreto: Será el estándar ordinario de superficie de acuerdo con la sección 505.14 de las Especificaciones de la D.C.C.
- (8) Los cobresos son otro elemento con los siguientes datos: a) Resistencia del concreto: 3,500 kg/cm² (3,000 kg/cm²); b) Peso del concreto: 2,400 kg/m³ (150 lb/ft³); c) Equivalente líquido: 480 kg/m³ (30 lb/ft³).
- (9) Todos los otros expuestos deberán ser idénticos a los.
- (10) El Delineado Horizontal en un caso particular podrá hacer su propio diseño de Muros Cabedales, distinto al de este plano.

Nota: El dibujo está basado en el cabezal para tubo RN 245 ó ER 315 de 60 pulgadas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA SUPERVISADA

PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO QUE CONDUCE DE FRAJANES A CASERIO EL CHOCOLATE

UBICACION: CASERIO EL CHOCOLATE, FRAJANES, GUATEMALA, GUATEMALA

CONTEXTO: CALCULO DE TUBERIAS

FECHA: OCTUBRE 2008

ESCALA: 1:1000

ESCALA: 1:100

14/14

TUBO	1 Y 2 TUBOS														1 TUBO					2 TUBOS															
	K	B	J	T	L	K	H	J	N	R	G	B	P	G	C	H	F	E	G	V _h	V _u	F	U	V	V _h	V _u	V _l	S	F	U	V	V _h	V _u	V _l	
04	61	75	65	100	90	40	30	100	11	40	130	46	46	63	305	165	491	29	29	8.90	8.90	305	250	268	665	6.63	6.64	20	20	200	200	405	130	300	184

NOTAS GENERALES:

- PARA LA CONSTRUCCION SE USARAN LAS ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUEBLOS DE LA S.C.C. EDICION MAYO 2004
- CONCRETO COLOCADO DE USARÁ CONCRETO CLASE 2.000 (C70) Y SE ADOPTARÁ UNO DE ESPECIFICADO EN 207.01 Y 207.02 DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA S.C.C.
- ZAPICADO DE USARÁ ZAPICADO DE PIEDRA DOLICADA A MANO Y LIGADO CON MORTERO DE CEMENTO SEGUN LO INDICADO EN LA SECCION SIN DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA S.C.C.
- EL MATERIAL QUE SE EMPLEARA EN EL MURO Y ALAS DE LOS CARCAZALES SERA CONCRETO COLOCADO SEGUN LO INDICADO EN 207.01 Y 207.04 DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA S.C.C.
- EL BOLEADO RESIDENTE DEBERA SI ES NECESARIO COLOCAR LA LOSA DEL PISO EN CADA CADA PARTICULA, TAMBIEN DEBERA EL MATERIAL QUE SE EMPLEARA EN ELA, CONCRETO CLASE 2.000 (C40) O ZAPICADO DE PIEDRA GOTA No. 20.
- LA PARTE SUPERIOR DE LOS CARCAZALES DEBE TENER LA MISMA DIRECCION Y PENDIENTE QUE LA RAMANTE DE LA CARRETERA.
- ACABADO DE CONCRETO SERA DRENAJE DE SUPERFICIE DE ACUERDO CON EL ARTICULO 205.04 DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA S.C.C.
- LOS CARCAZALES HAN SIDO DISEÑADOS CON LOS GRADIENTES BASTO ADICIONANDO DEL TERRENO 1.50kg/m³ (0.00015kg/m³) 3.20 PIES DEL BOLEADO 1.50kg/m³ (0.00015kg/m³) > O EQUIVALENTE LIBEROS 400 Kg/m³ (0.0004kg/m³)
- TODAS LAS DIMENSIONES LINEALES ESTAN DADAS EN CENTIMETROS Y LOS VOLUMENES EN METROS CUADRADOS.
- TODAS LAS ANISAS EXPUESTAS, DEBERAN SER BISELADAS SEGUN EL BOLEADO RESIDENTE, EN UN CASO PARTICULAR, PUEDE HACER SU PROPIO BOLEADO DE MURO CARCAZALES, ENTANTO AL EN ESTE PLANEO.

VOLUMENES:

- V_L = VOLUMEN ALA LARGA
- V_h = VOLUMEN ALA CORTA
- V_u = VOLUMEN MURO
- V_l = VOLUMEN LOSA
- V_v = VOLUMEN CARCAZAL = V + V + V

FORMULARIO

- C = E + D + 2e
- P = g + e (aproximar al múltiplo de 5 centímetros más cercano)
- G = C - P
- H = C + 0.80
- K = B - 0.30
- J = $\frac{C}{2} - P$
- f = $\frac{1}{2} (E + e + \frac{D}{2}) + 0.30$
- T = $\frac{K \cdot B}{\cos \alpha}$
- Lo = 1.5 (C - g - e) (aproximar al múltiplo de 5 centímetros más cercano)
- L = $\frac{Lo}{\cos \alpha}$ (aproximar al múltiplo de 5 centímetros más cercano)
- $\gamma = 45^\circ + \frac{\alpha}{2}$
- $\delta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$
- M = $\frac{Lo}{\cos (\gamma - \alpha)}$
- N = $\frac{Lo}{\cos (\delta + \alpha)}$
- B = 80" + α
- F = $\frac{D + 2e}{\cos \alpha} + 0.30$ (aproximar al múltiplo de 5 centímetros más cercano)
- F' = $\frac{2(D + 2e) + B}{\cos \alpha} + 0.30$ (aproximar al múltiplo de 5 centímetros más cercano)
- W = F + Lo [Tang (γ - α) + Tang (δ + α)]
- W' = F' + Lo [Tang (γ - α) + Tang (δ + α)]
- U = $\frac{W}{2}$
- U' = $\frac{W'}{2}$
- R = $\frac{[B \sqrt{(\sin^2 \gamma + (\cos \alpha \cos \gamma - \cos \alpha)^2)}]}{\cos \alpha}$
- Q = $\frac{[B \sqrt{(\sin^2 \delta + (\cos \alpha \cos \delta - \cos \alpha)^2)}]}{\cos \alpha}$

VOLUMENES

Ala corta:

- VAC = 0.30M (B + J + 0.30) + 0.30B² $\frac{\sin \gamma}{\cos \alpha}$ + 0.15 (C + P) M + $\frac{C \sin \gamma}{8 \cos \alpha} [B^2 + 0.30 (B + 0.30)] + \frac{M}{8} \left[\frac{KC^2 - JP^2}{C - P} \right]$

Ala larga:

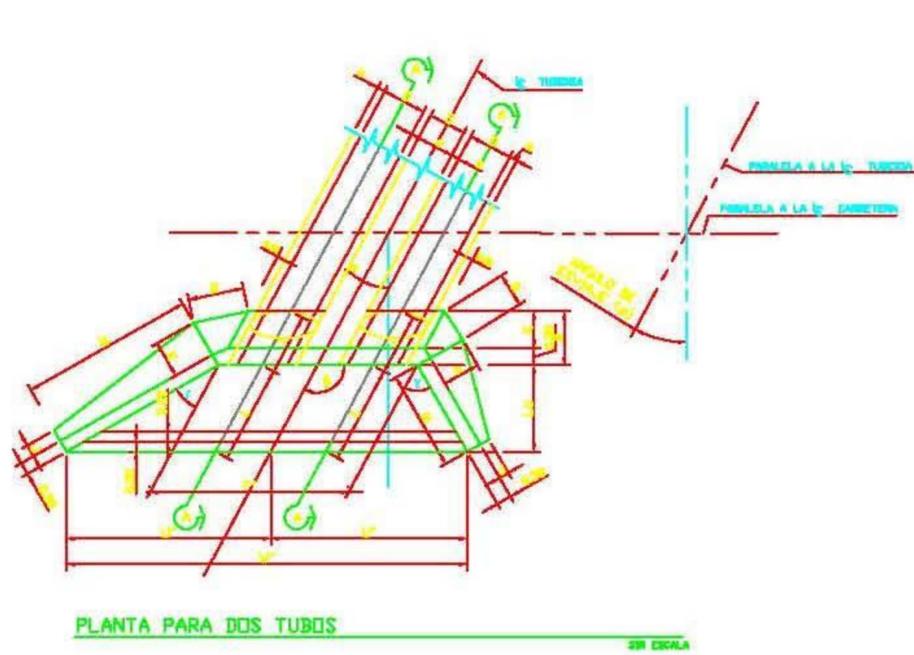
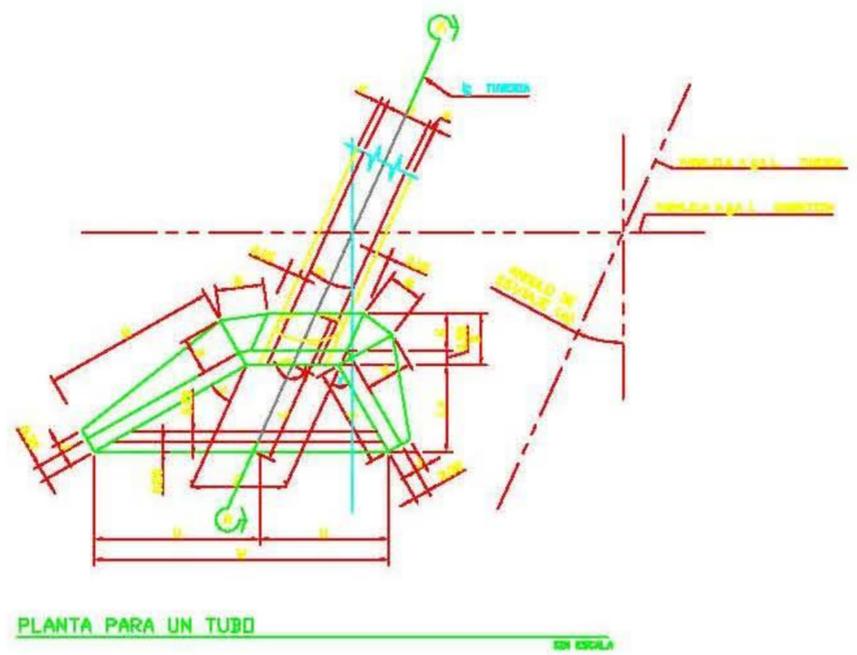
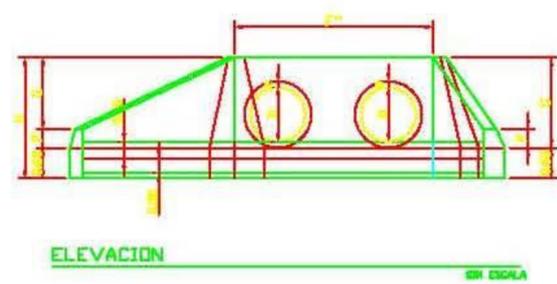
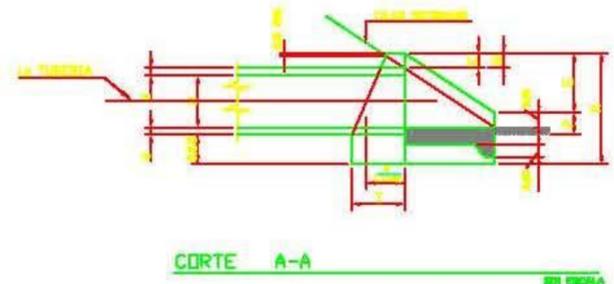
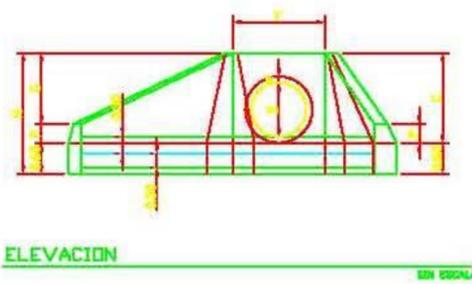
- VAL = 0.30N (B + J + 0.30) + 0.30B² $\frac{\sin \delta}{\cos \alpha}$ + 0.15 (C + P) M + $\frac{C \sin \delta}{8 \cos \alpha} [B^2 + 0.30 (B + 0.30)] + \frac{M}{8} \left[\frac{KC^2 - JP^2}{C - P} \right]$

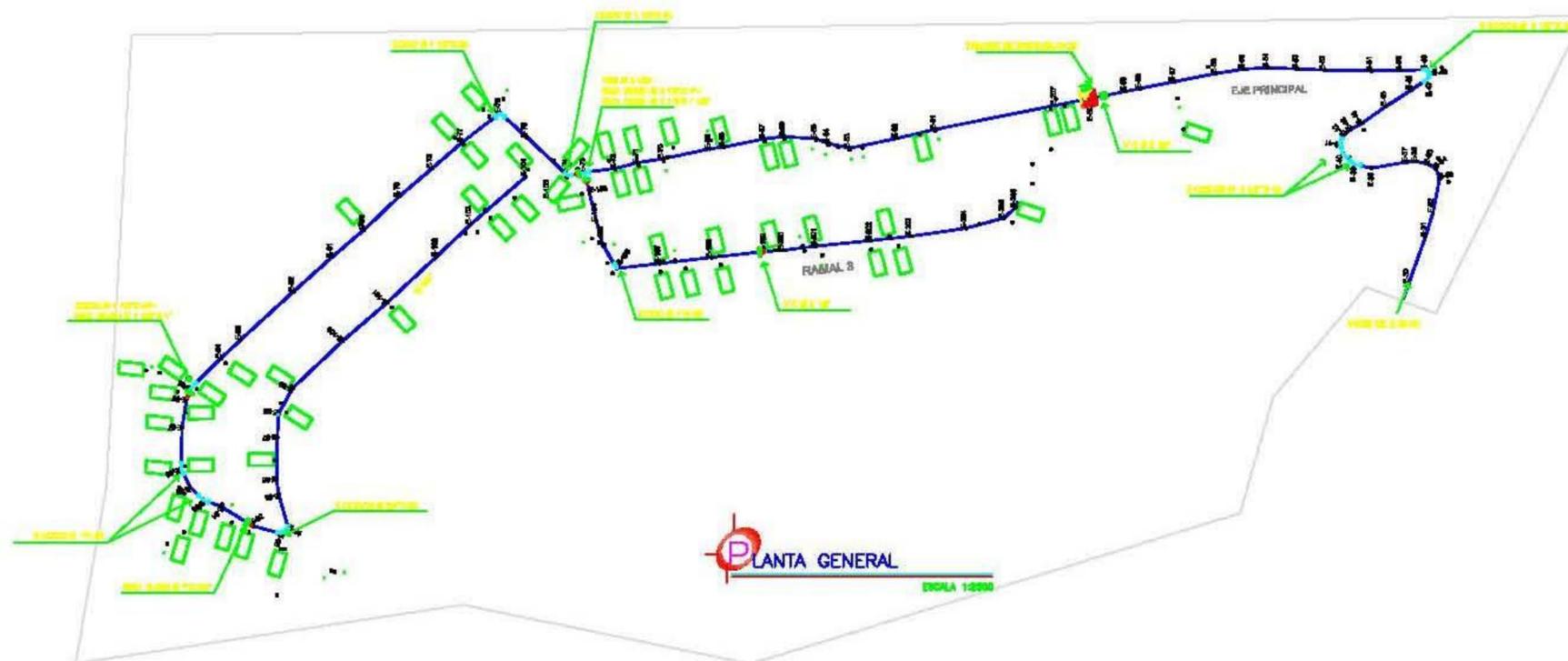
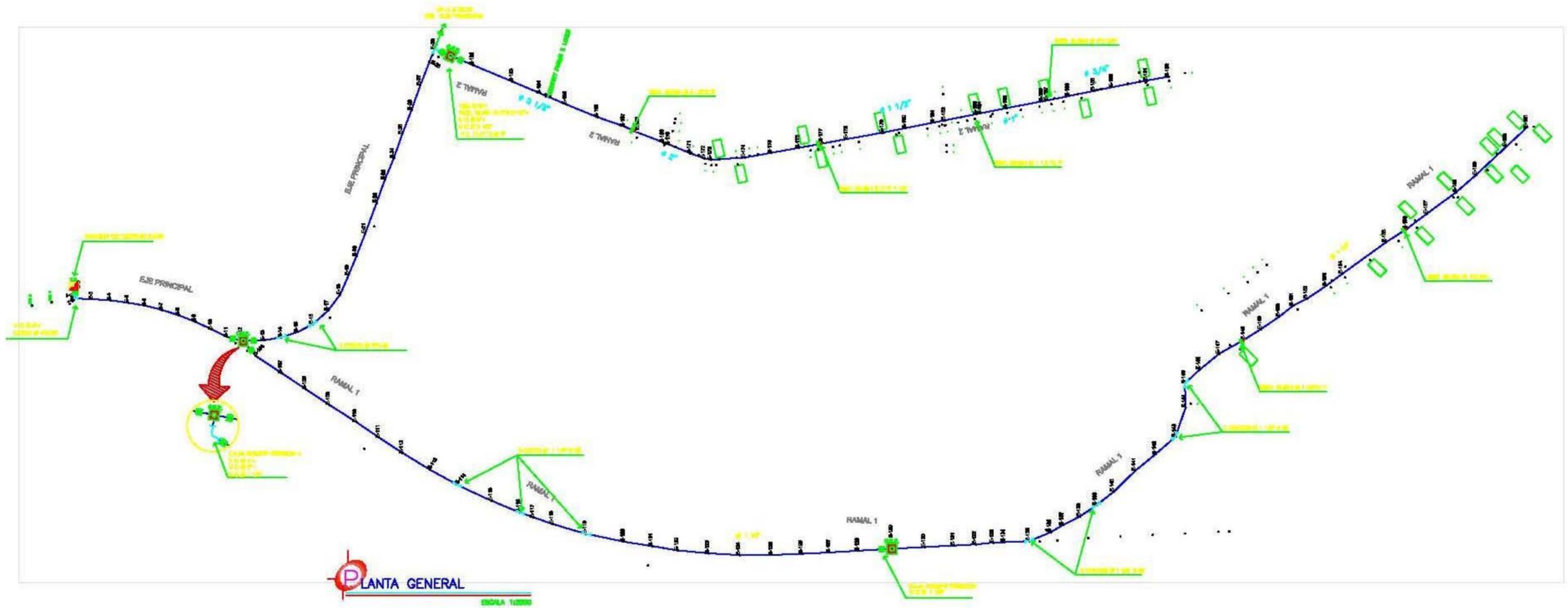
Muro:

- Vm = $\left[\frac{(0.30 + B) C}{2} + 0.6B \right] F \cdot \frac{7(D + 2e)^2}{4 \cos \alpha}$
- Vm' = $\left[\frac{(0.30 + B) C}{2} + 0.6B \right] F' \cdot \frac{7(D + 2e)^2}{2 \cos \alpha}$

Losa:

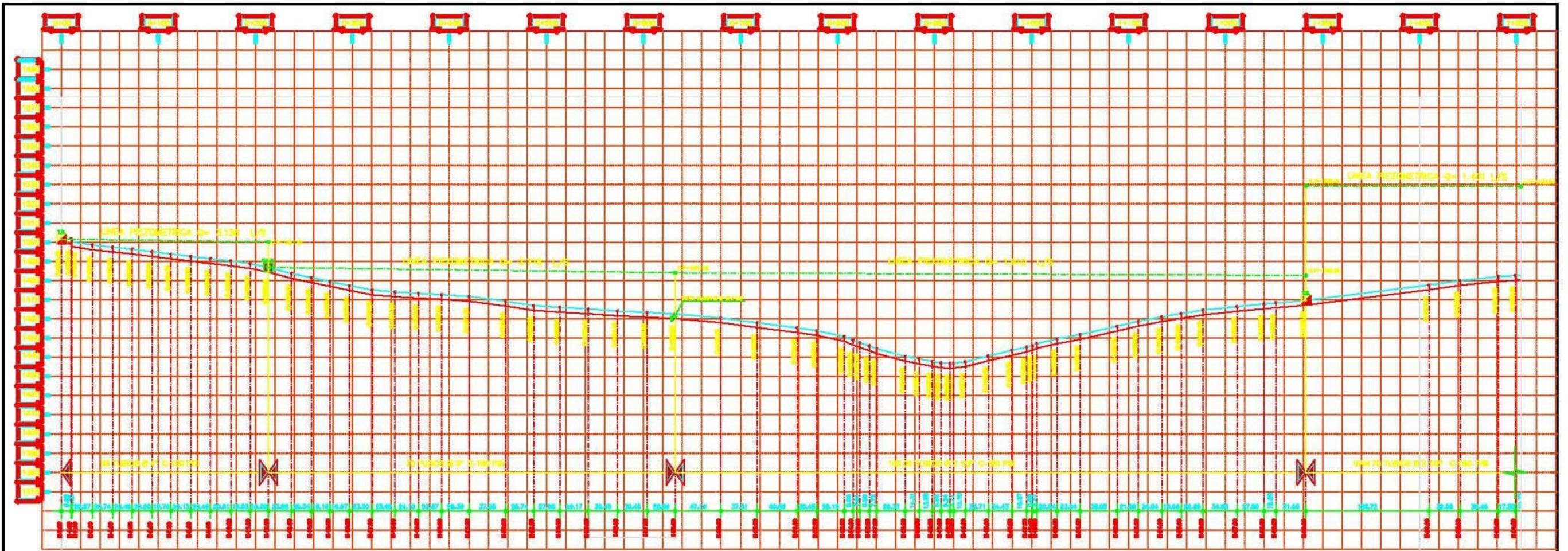
- VL = 0.15 Lo (W + F) + 0.08 (W - 0.1555x)
- VL' = 0.15 Lo (W' + F') + 0.08 (W' - 0.1555x)
- x = Tang (δ + α) + Tang (γ - α)
- Vc = VAL + VAC + Vm
- Vc' = VAL' + VAC' + Vm'



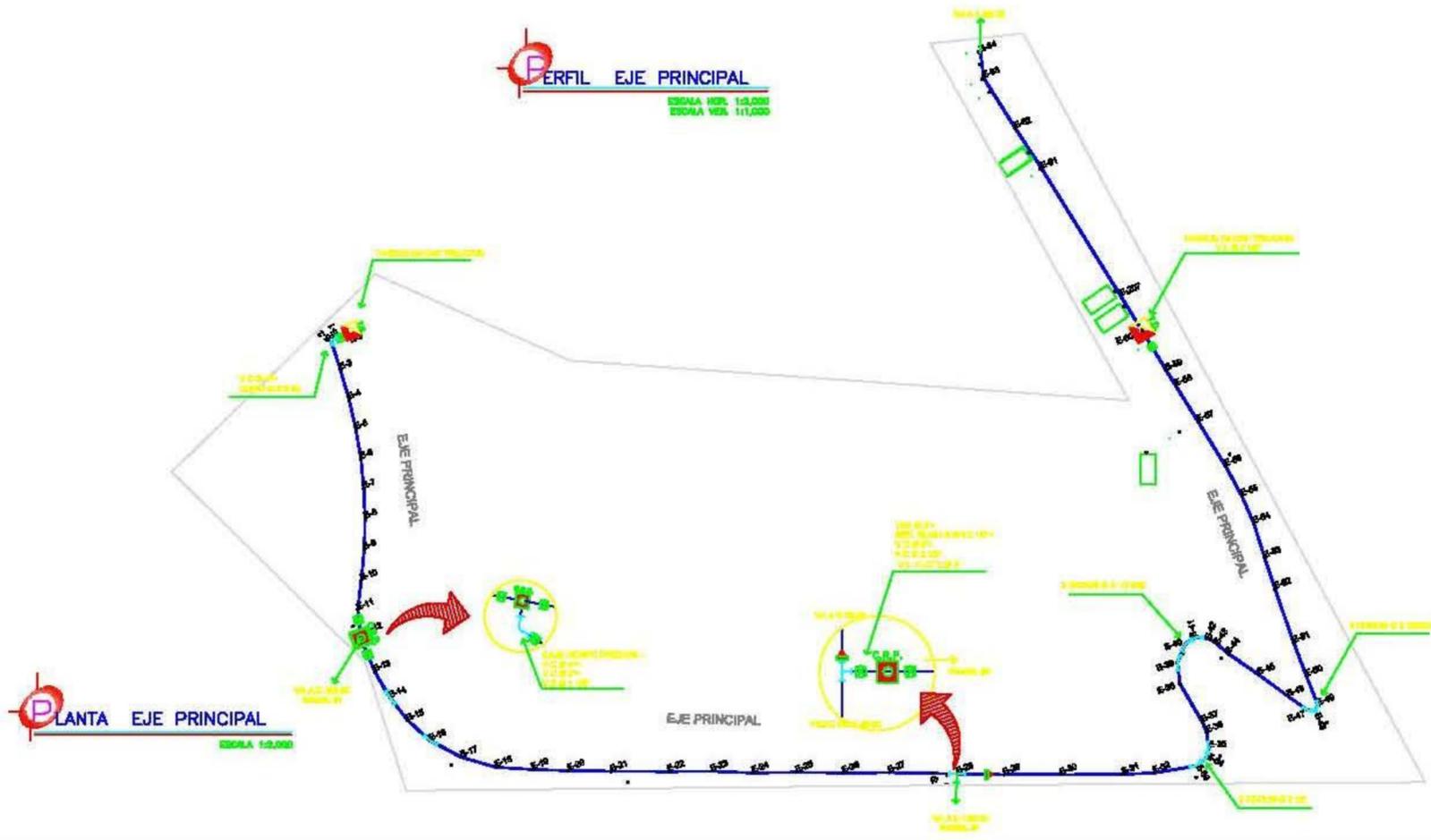


NOMENCLATURA	
	SECCION A BOMBA
	VALVULA
	VALVULA DE PRESION
	VALVULA DE COMPRESION
	VALVULA DE COMPRESION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRANJAS MONTUEBLO 1 Y 2 CLIENTE: COMISIÓN EJECUTIVA DE FORTALECIMIENTO RURAL		
LUGAR: GRANJAS MONTUEBLO 1 Y 2, PALISANES, GUATEMALA, GUATEMALA CONTIENE: PLANTA GENERAL		ASISTENTE: JORGE A. GUERRA COORDINADOR: JORGE A. GUERRA ELABORADO POR: JORGE A. GUERRA
FECHA: OCTUBRE 2008	ESCALA: GENERAL / ESPECIFICA 1:2000 / 1:500	PAGINA: 1 / 10

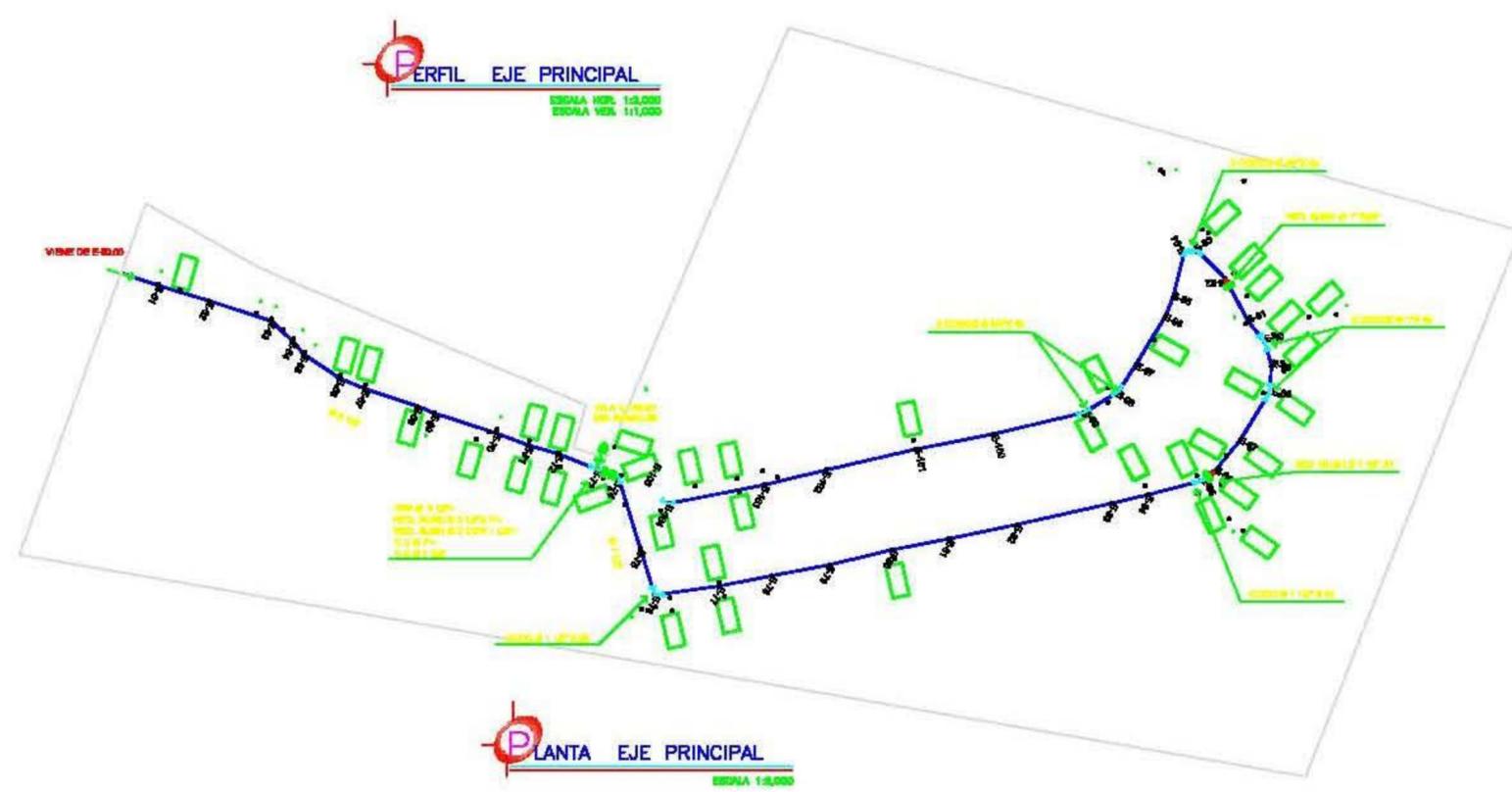
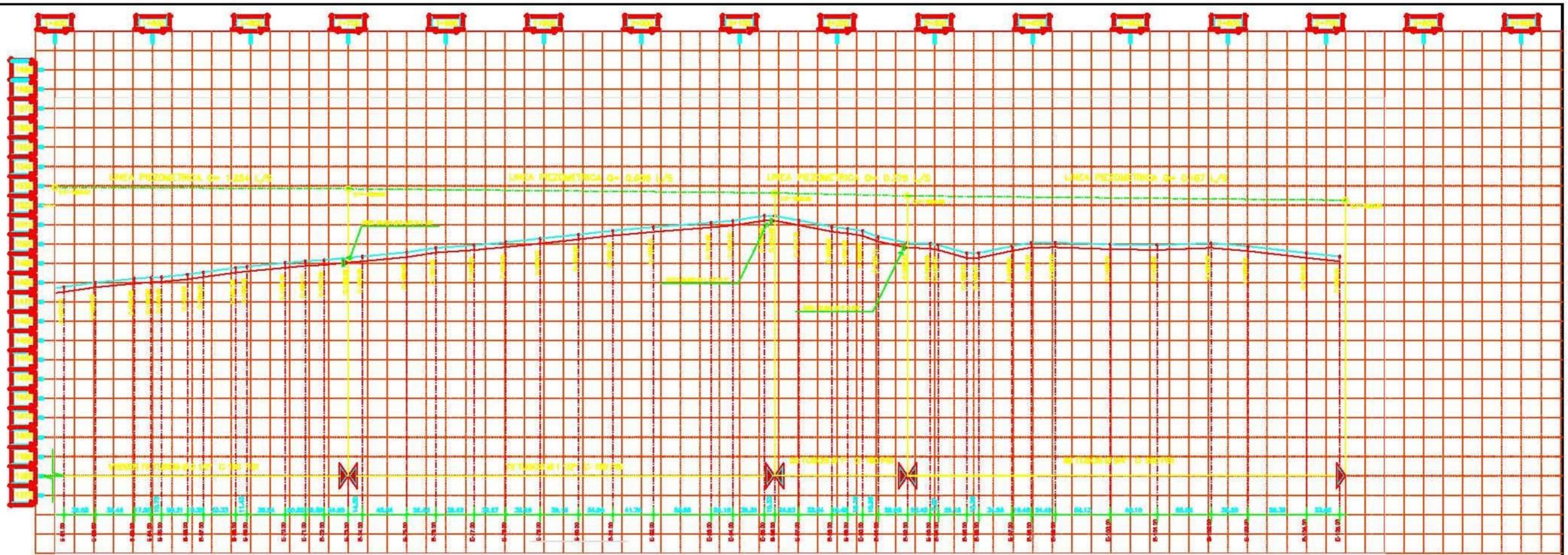


PERFIL EJE PRINCIPAL
ESCALA HOR. 1:5,000
ESCALA VER. 1:1,000



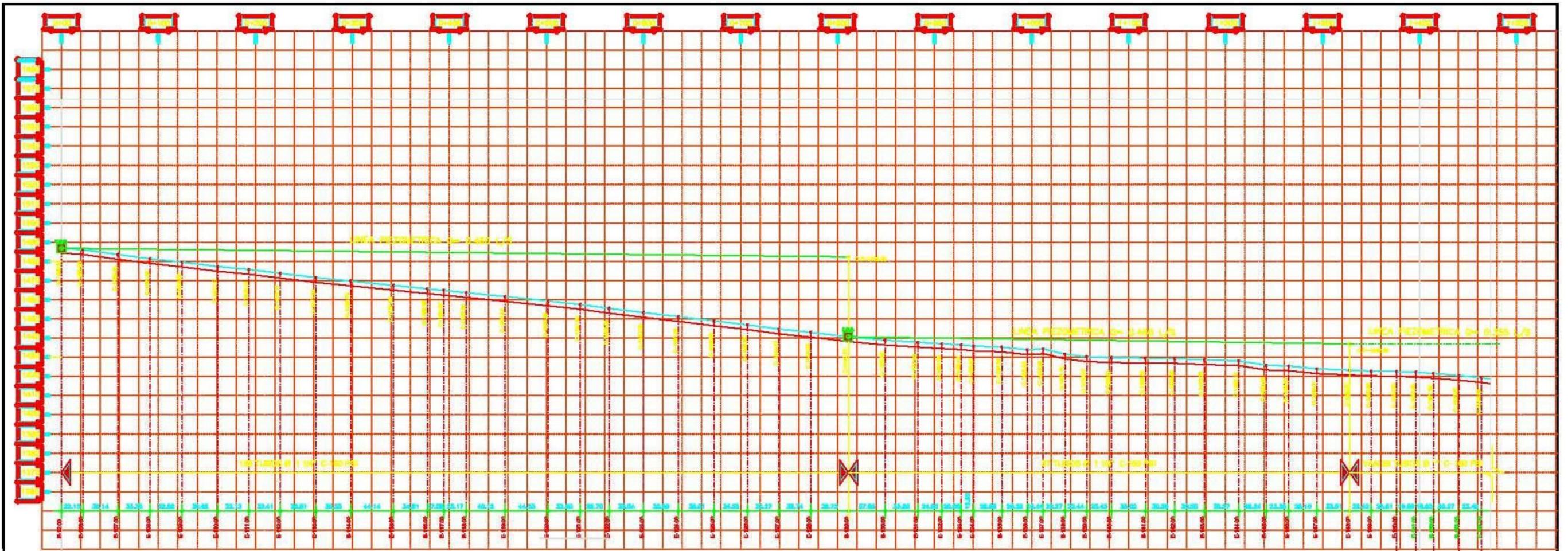
NOMENCLATURA	
	SECCION A SECCION
	VALVULA
	CAJON DE MANEJO
	CAJON DE MANEJO
	TRINCHERA
	CAJON DE MANEJO
	VALVULA DE COMPRESION
	TRINCHERA DE MANEJO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			ACCIONES INGENIERIA QUIMICA Y AGUA DE POTABLE
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3			
UBICACION GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3 FRUJALIMBO, GUATEMALA, GUATEMALA		DISEÑO: RICARDO A. GARCIA	CALIFICACION: RICARDO A. GARCIA
TITULO: PLANTA-PERFIL EJE PRINCIPAL		REVISOR: RICARDO A. GARCIA	
FECHA: OCTUBRE 2008	HOJA: 10 DE 10	HOJA: 10 DE 10	3/10

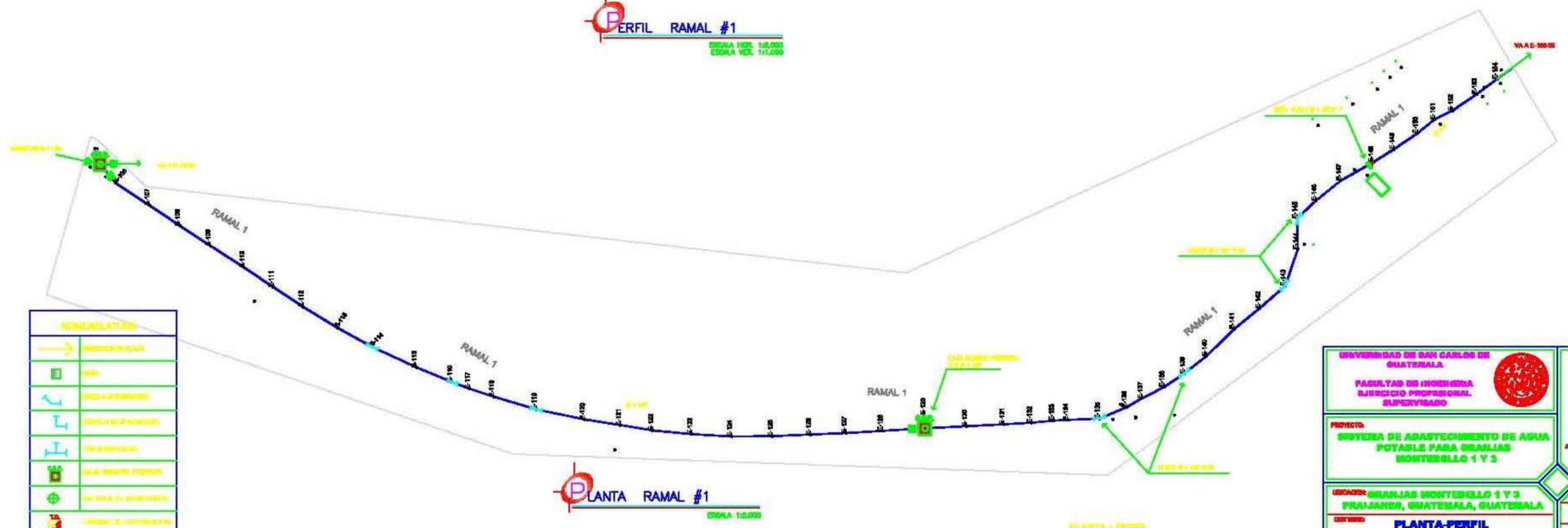


NOMENCLATURA	
	SECCION A SECCION
	CAJON
	CAJON A 45° PERPENDICULAR
	CAJON A 90° PERPENDICULAR
	TUBO SANGRE
	VALVULA DE CERRAMIENTO
	VALVULA DE COMPRESION
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			AREA: INGENIERIA CIVIL CARRERA: INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3			
UBICACION: GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3 PRAJAJARES, GUATEMALA, GUATEMALA		DISEÑO: JESUS A. GONZALEZ	CALCALO: JESUS A. GONZALEZ
PLANTA-PERFIL EJE PRINCIPAL		DIBUJO: JESUS A. GONZALEZ	3 / 10
FECHA: OCTUBRE 2015	ESCALA GENERAL: 1:1,000	ESCALA TITULO: 1:1,000	



PERFIL RAMAL #1
 ESCALA HORZ. 1:5000
 ESCALA VER. 1:1000

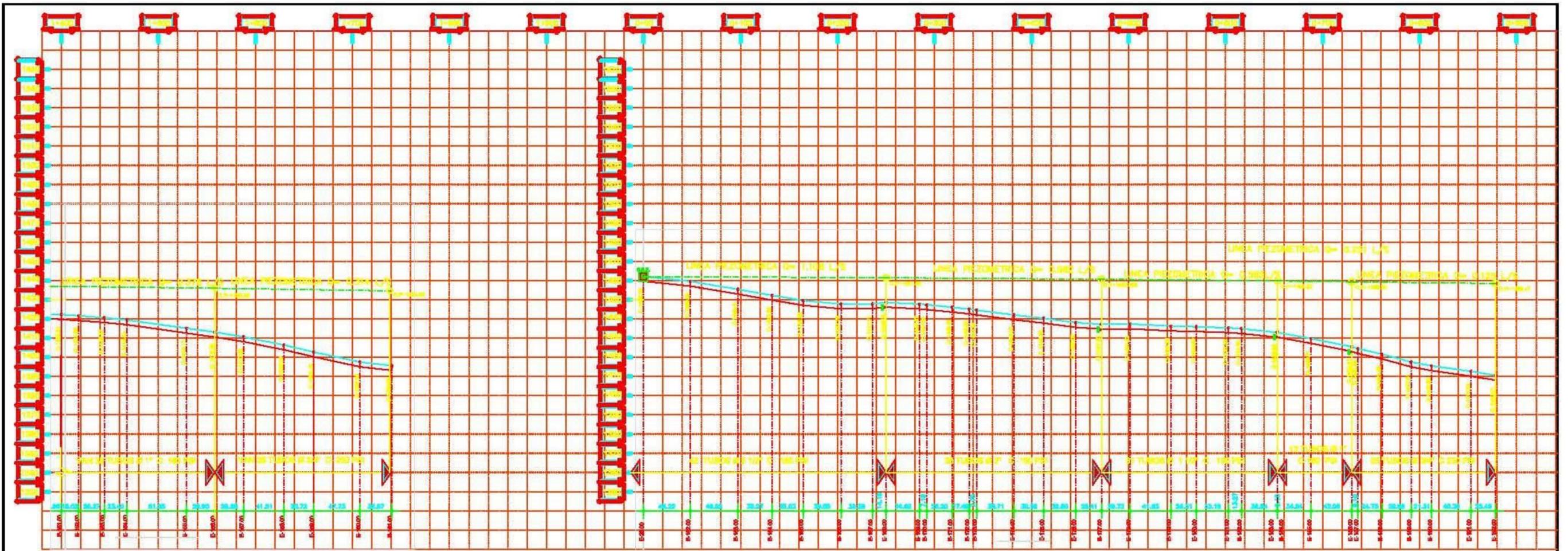


LEYENDA:

	INDICACION FLUJO
	VALVULA DE CERRAMIENTO
	VALVULA DE ALIVIO
	VALVULA DE CONTROL

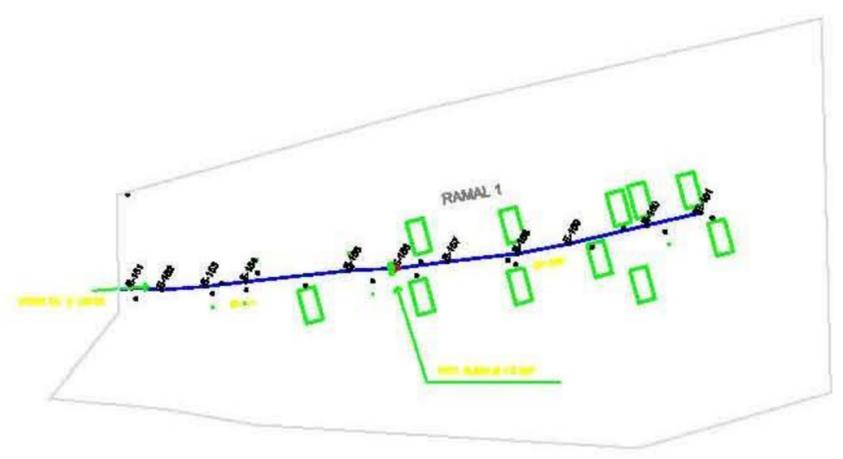
PLANTA RAMAL #1
 ESCALA 1:5000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRUASIAS MONTEBELLO 1 Y 3 PRUJUNCO, GUATEMALA, GUATEMALA		
UBICACION: GRUASIAS MONTEBELLO 1 Y 3 PRUJUNCO, GUATEMALA, GUATEMALA		AUTORIZADO: INGENIERO CIVIL (C-14588) DE PERU
PLANTA-PERFIL RAMAL #1		DISEÑO: OSCAR A. GUEBIA DIBUJO: OSCAR A. GUEBIA CALIFICACION: OSCAR A. GUEBIA
FECHA: OCTUBRE 2008	ESCALA: HORIZONTAL 1:5000 ESCALA: VERTICAL 1:1000	4 / 10

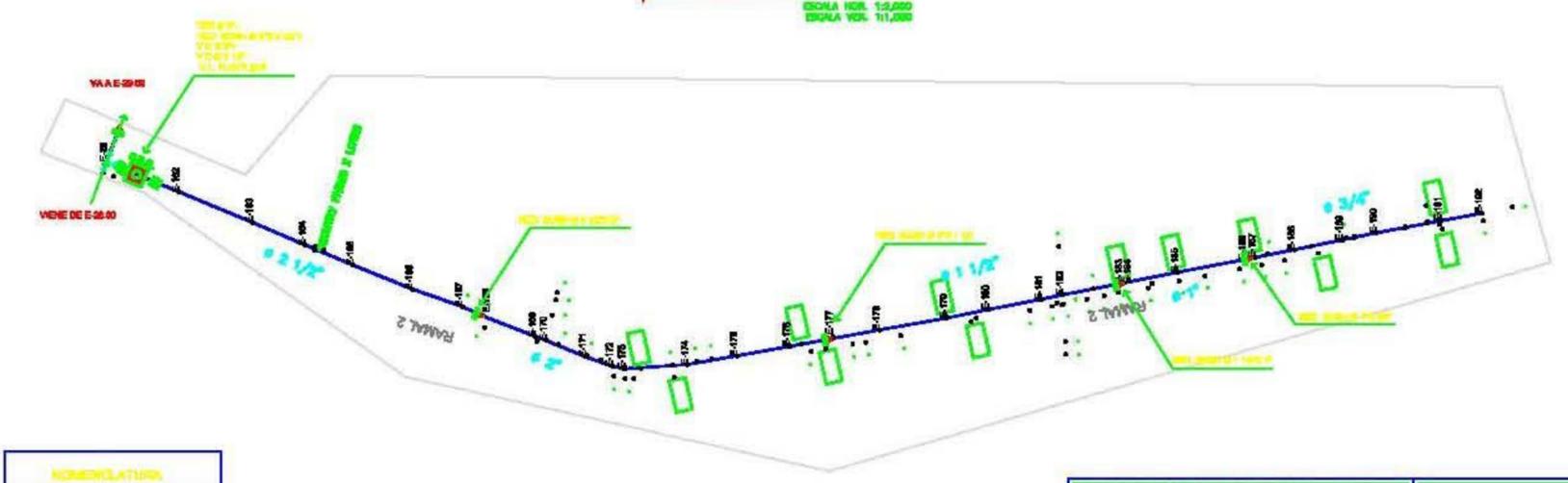


PERFIL RAMAL #1
 ESCALA HOR. 1:500
 ESCALA VER. 1:1,000

PERFIL RAMAL #2
 ESCALA HOR. 1:500
 ESCALA VER. 1:1,000



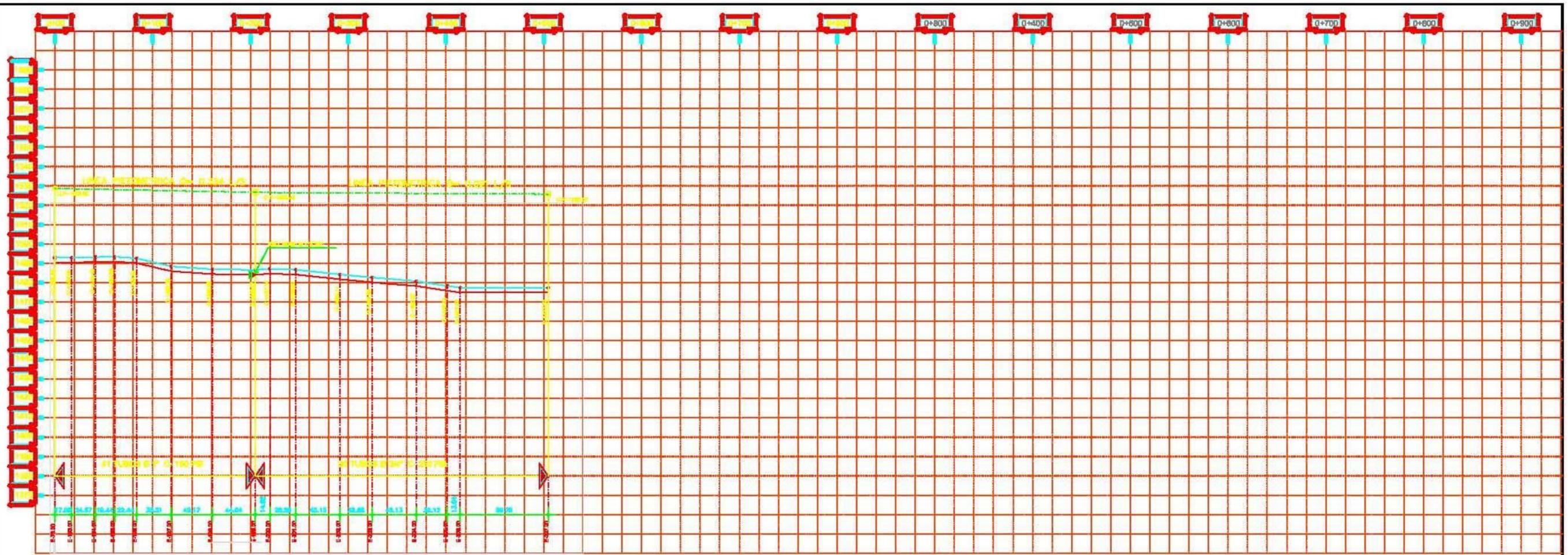
PLANTA RAMAL #1
 ESCALA 1:500



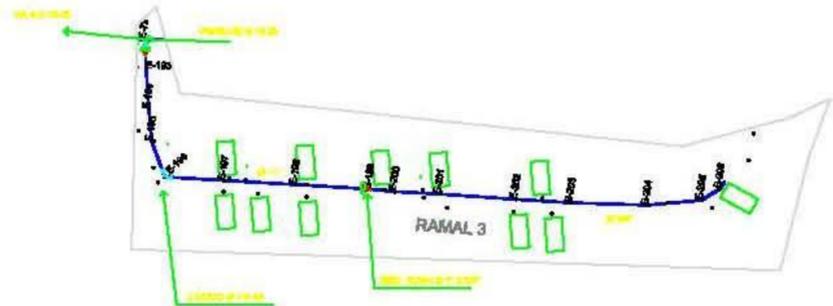
PLANTA RAMAL #2
 ESCALA 1:500

NOMENCLATURA	
	LINEA DE TUBERIA
	MAN
	CONEXION A MANIFESTO
	CONEXION A BOMBEO
	CONEXION A TUBERIA
	VALVULA DE CERRAMIENTO
	VALVULA DE REGULACION
	VALVULA DE ALIVIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			ASISTENTE: CRISTINA CLAYTON DE PEREZ
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 2			
UBICACION: GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 2 PRAJANES, GUATEMALA, GUATEMALA		DISEÑO: OSCAR A. GARCIA	CALIFICACION: OSCAR A. GARCIA
TITULO: PLANTA-PERFIL RAMAL # 1 Y RAMAL # 2		ESCALA: OSCAR A. GARCIA	
FECHA: OCTUBRE 2020	ESCALA HORIZONTAL: 1:500	ESCALA VERTICAL: 1:1,000	8 / 10



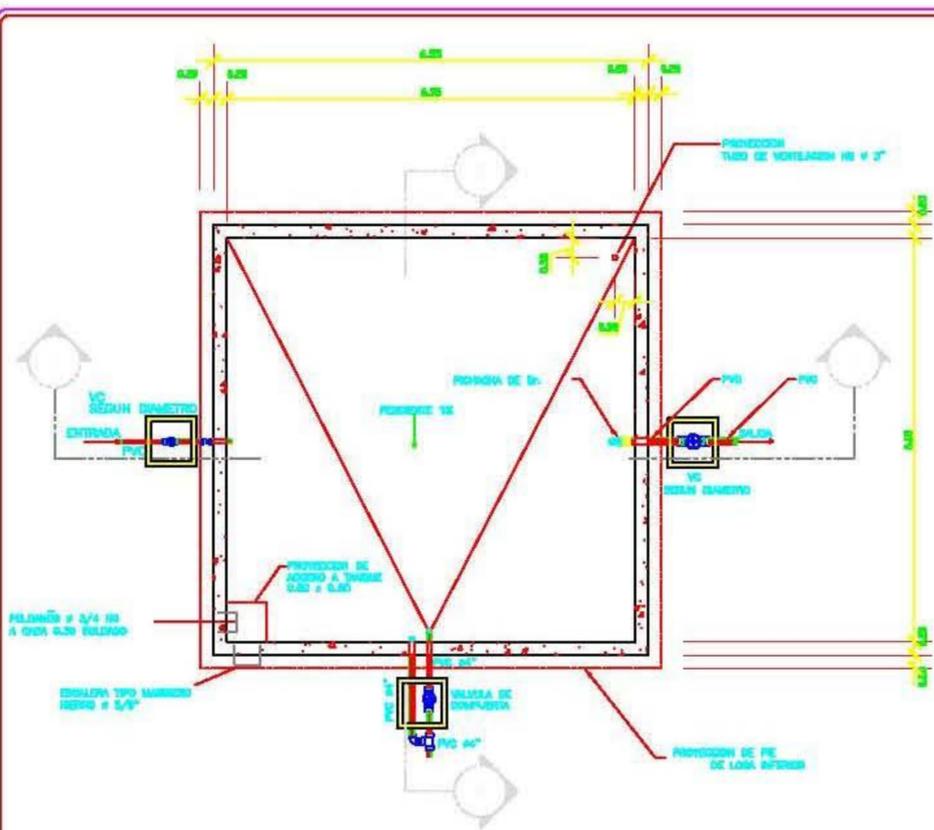
PERFIL RAMAL #3
 ESCALA HOR. 1:50,000
 ESCALA VER. 1:1,000



PLANTA RAMAL #3
 ESCALA 1:5,000

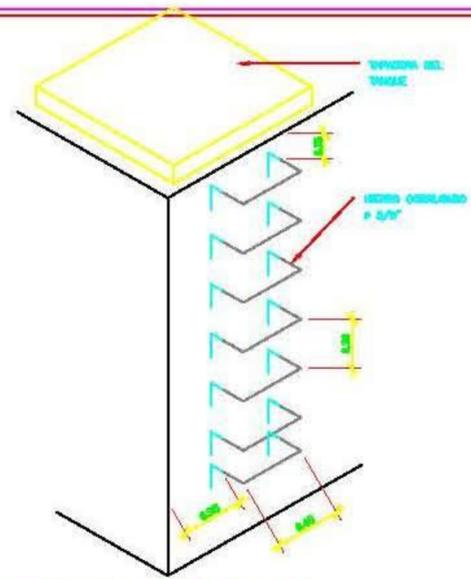
SÍMBOLOS A UTILIZAR	
	SECCIONES DE TUBERÍA
	VALVULAS
	TUBERÍA EN T
	TUBERÍA EN U
	TUBERÍA EN TEE
	VALVULA DE CIERRE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			AUTORIZADO: INGENIERO CARLOS CLAYTON DE FREYRE
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRANJAS MONTIBELLO 1 Y 2 PRAXIANER, GUATEMALA, GUATEMALA			
UBICACION: GRANJAS MONTIBELLO 1 Y 2 PRAXIANER, GUATEMALA, GUATEMALA		DISEÑO: OSCAR A. GUERRA	CALIFICACION: OSCAR A. GUERRA
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL # 3		DISEÑO: OSCAR A. GUERRA	DISEÑO: OSCAR A. GUERRA
FECHA: 12 DE JUNIO DE 2020	ESCALA GENERAL: 1:5,000	ESCALA DETALLE: 1:1,000	8/10



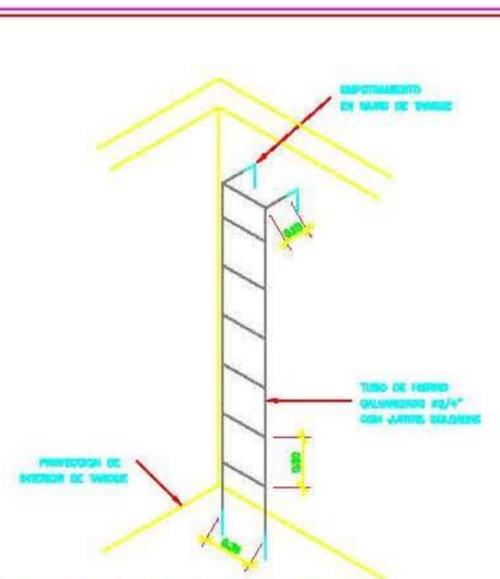
PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:50



ISOMETRICO DE GRADAS EXTERIORES

ESCALA 1:50

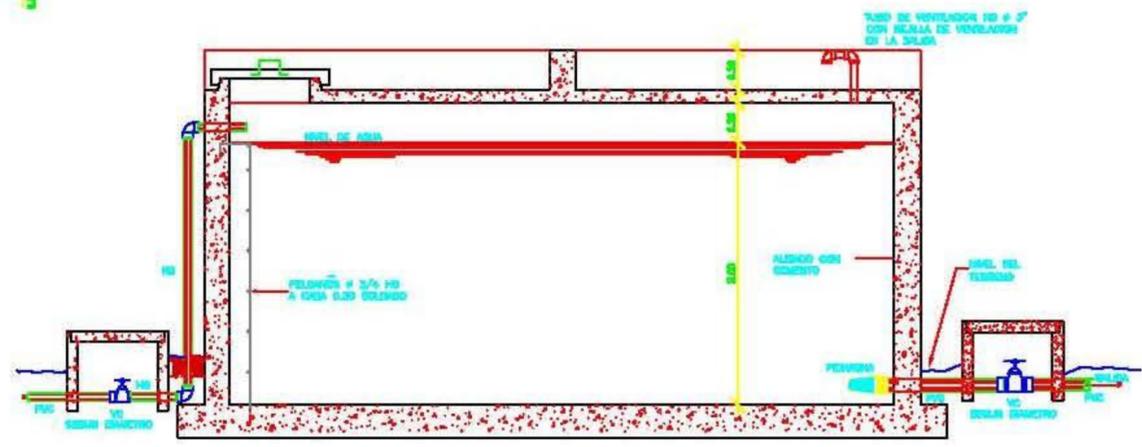


ISOMETRICO DE GRADAS INTERIORES

ESCALA 1:50

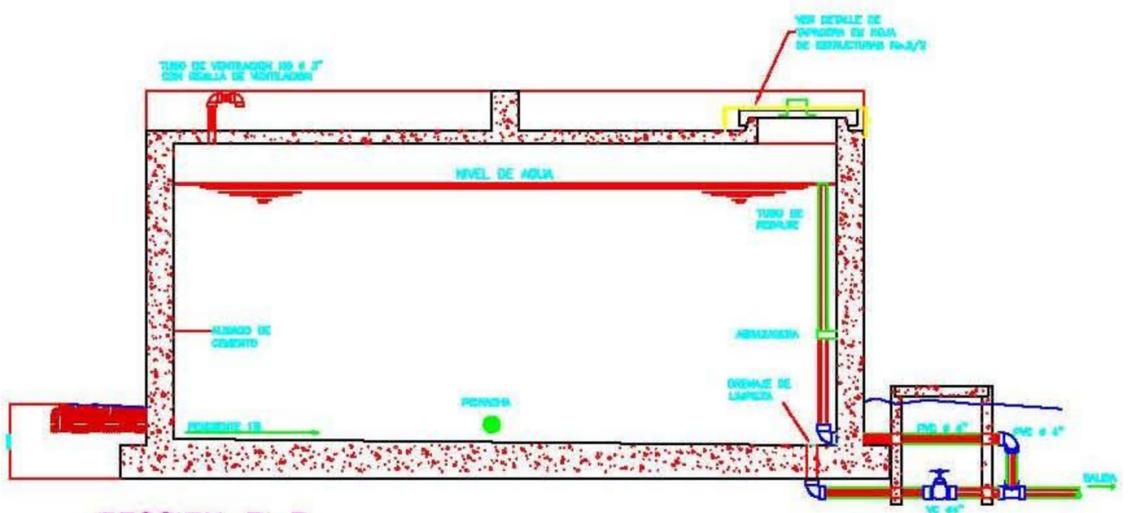
NOTA:
LOS REFORZOS DEBERAN
ACOPLESE CON BARRAS ENCLAVADAS
A 90° LIBERANDO 1.20 m.

PARA PASOS Y BARRAS DE
TIPOVA ENCLAVADAS AL TUBO DE
PUNTO INFERIOR DEBERAN DE SER A
MÁS DE 20 DIAMETROS CON
CONCRETO ACABADO.



SECCION A-A

ESCALA 1:50



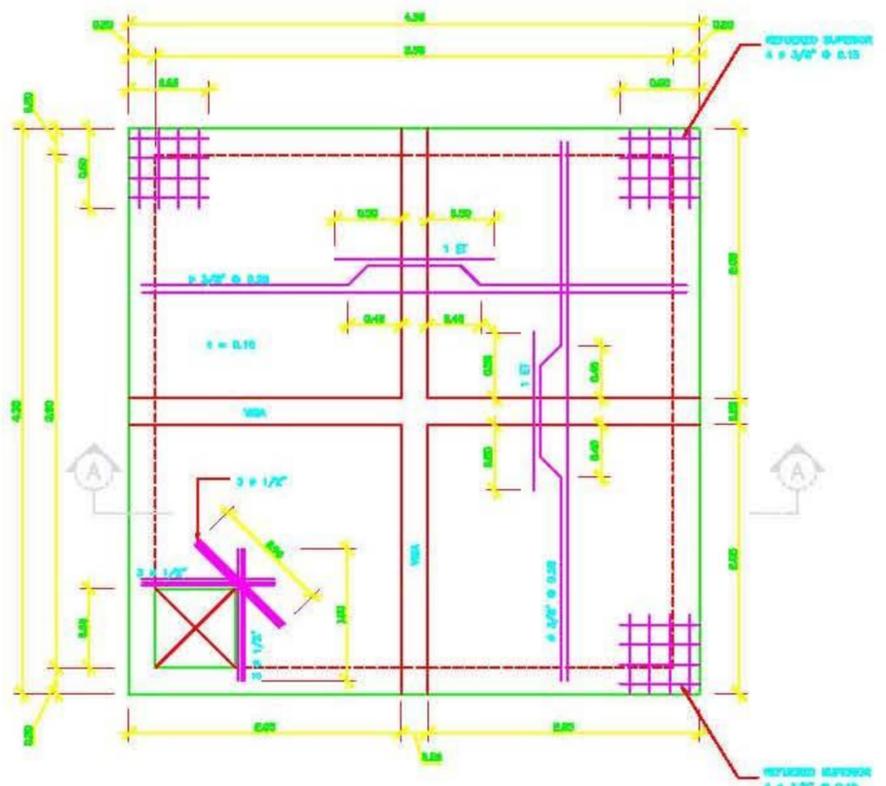
SECCION B-B

ESCALA 1:50

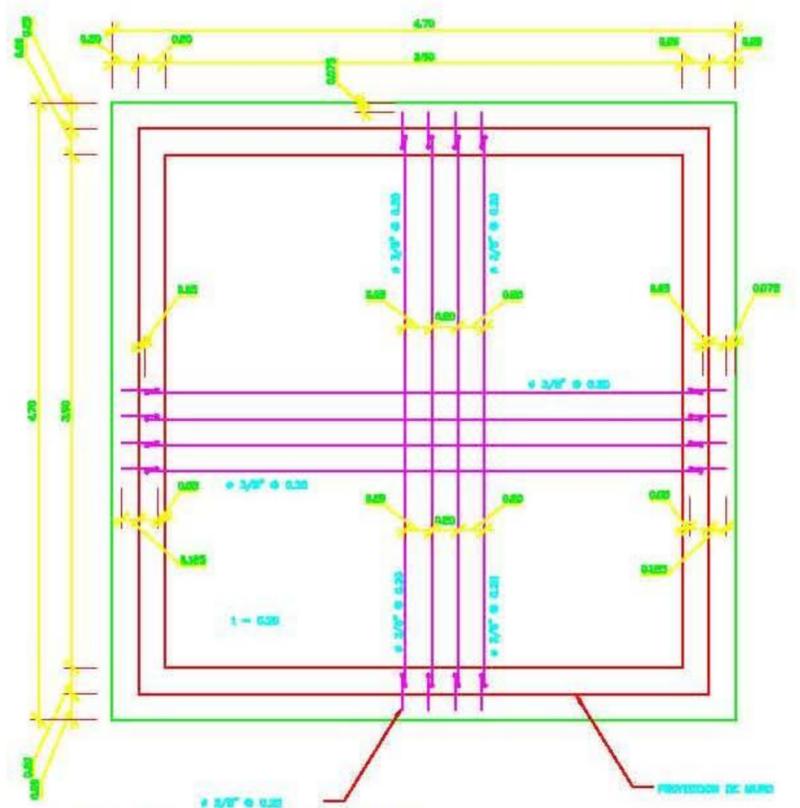
NOTAS GENERALES

- 1) DE LLEVA CONCRETO CON $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ A LOS 28 DÍAS, CON UNA RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55 (6 GAL./SACO).
- 2) DE LLEVA ACERO DE REFORZO CON $f_y = 2810$ MPM (ESCALA 40 HS).
- 3) TODOS LOS REFORZOS INDICADOS SE MEDIRAN DESDE EL NOSTRO DEL REFORZO A LA CARA EXTERIOR DEL CONCRETO.
- 4) LA LLEVA SUPERIOR DEBERA FUMARSE CON PASAJES CON PENDIENTE DEL 1% PARA DISTRIBUCION DEL AGUA PLUVIAL; LA SUPERFICIE DEBERA SER CON ACABADO CERRADO.
- 5) LA LLEVA DE CONCRETO EN LA BASE DE LOS MUROS DEBERA SER ENTUBERADA ENTUBADO FRONTALMENTE EL ACABADO CERRADO. SE DEBERA LAVAR PROFUNDAMENTE ANTES DE FUNDIR EL CONCRETO DE LOS MUROS.
- 6) EL REFORZO VERTICAL DEBERA LAMPARSE DE FERRAS DE CONCRETO 1/3 LLEVA ANTES DE FUNDIR LOS MUROS.
- 7) EL TANQUE ESTA DISEÑADO PARA TRABAJAR SUPERFICIALMENTE O ENTUBADO.
- 8) LA PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACION SERA DE 0.40 MTS.
- 9) SI EL MATERIAL DE BASE ES ARENOSO DEBERA IMPERMEABILIZARSE CON LECHADA DE CEMENTO ANTES DE FUNDIR LA LOSA INFERIOR.
- 10) TODO LO REFERENTE A LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPES DEL REFORZO SE HARA CUMPLIENDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y EL REFORZAMIENTO DE CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL ACI-318.
- 11) EN TODO CASO SE DEBERAN TENER TRASLAPES EN LOS PUNTEROS SIGUIENTES:
 - AL CENTRO DE LA CARRA SUPERIOR DE LA LOSA DE CIMENTACION.
 - EN UNA LONGITUD DE 0.76 m. SOBRE LA BASE DE LOS MUROS, REFORZO VERTICAL.
 - EN UNA LONGITUD DE 1/4 DEL REFORZO HORIZONTAL DE LOS MUROS HASTA CADA UNO DE LOS CORNOS.
 - EN TODO CASO DEBERA USARSE TRASLAPES ALTERNOS.
- 12) SE DEBERA INVESTIGAR LA POSIBILIDAD DE LA EXISTENCIA DE SUBSIDIOS POR EL NIVEL FREATICO ALTO. SE DEBERAN TOMAR LAS MEDIDAS PERTINENTES, SERAN LA SECCION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS.

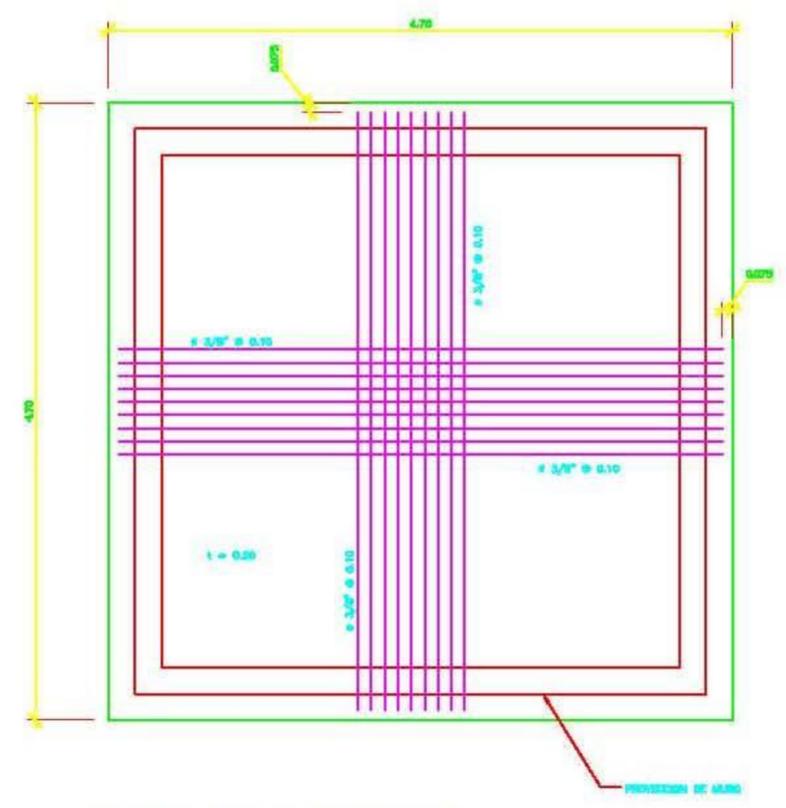
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3		
UBICACION: GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3 FRAJAMAS, GUATEMALA, GUATEMALA		
OBJETIVO: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 75 M3 DE CONCRETO REFORZADO		
FECHA: 02/05/2024	ESCALA: 1:50	ESCALA: 1:50
PROYECTISTA: [Nombre]	REVISOR: [Nombre]	APROBADO: [Nombre]
DESIGNADO: [Nombre]	ELABORADO: [Nombre]	REVISADO: [Nombre]
REVISADO: [Nombre]	REVISADO: [Nombre]	REVISADO: [Nombre]
PÁGINA 7		10



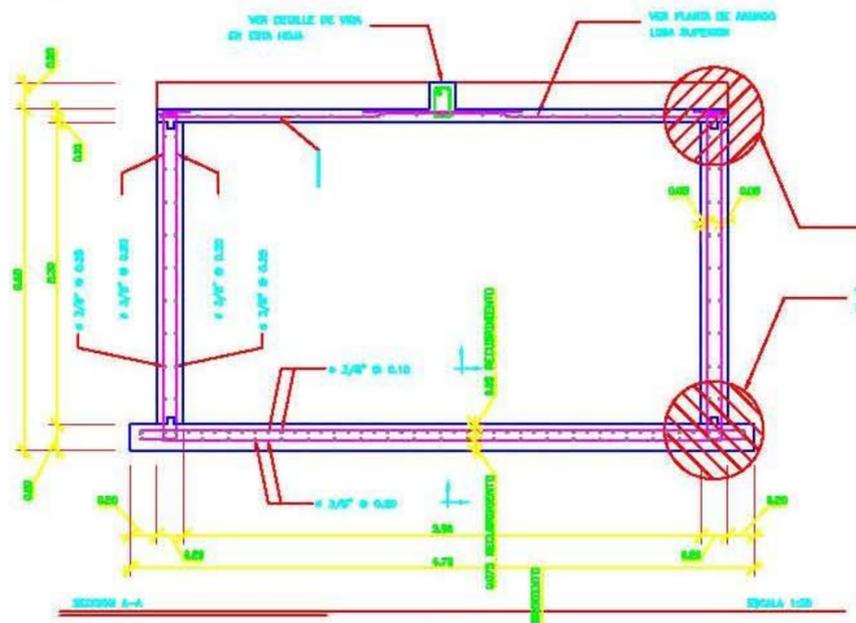
PLANTA DE ARMADO LOSA SUPERIOR ESCALA 1:50



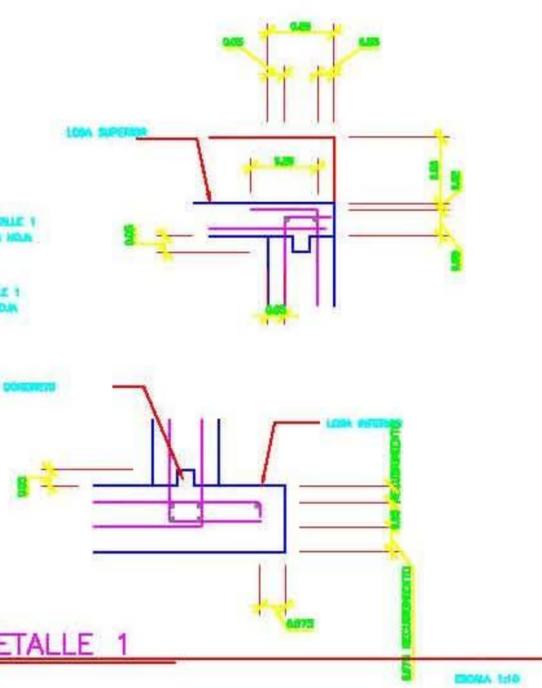
PLANTA CAMA INFERIOR ESCALA 1:50
PLANTA DE ARMADO LOSA INFERIOR ESCALA 1:50



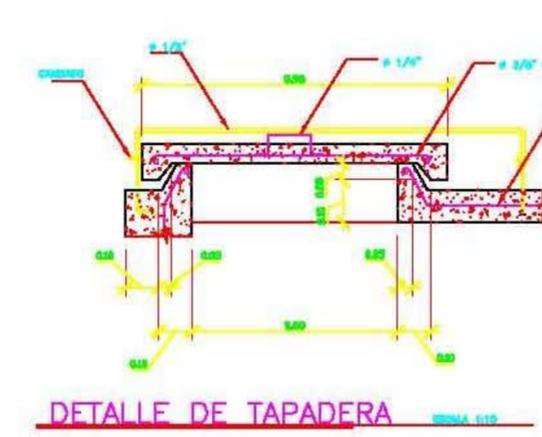
PLANTA CAMA SUPERIOR ESCALA 1:50



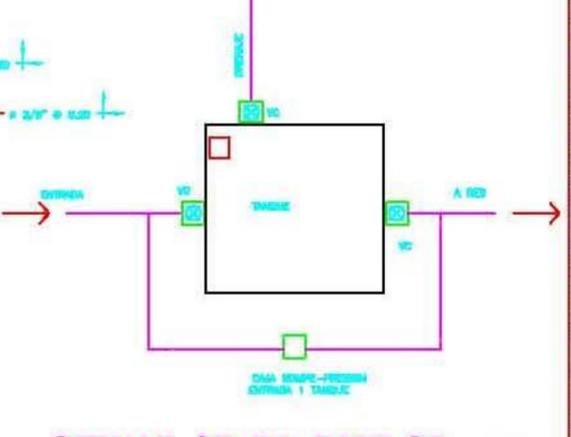
DETALLE DE VIGA ESCALA 1:10



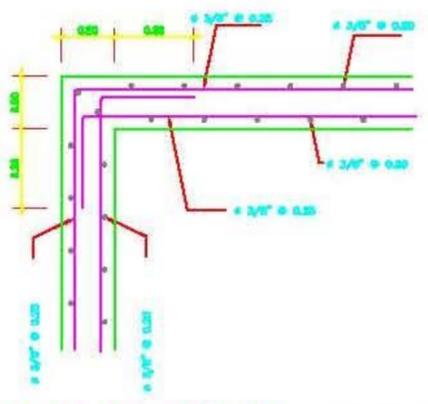
DETALLE 1 ESCALA 1:10



DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:10

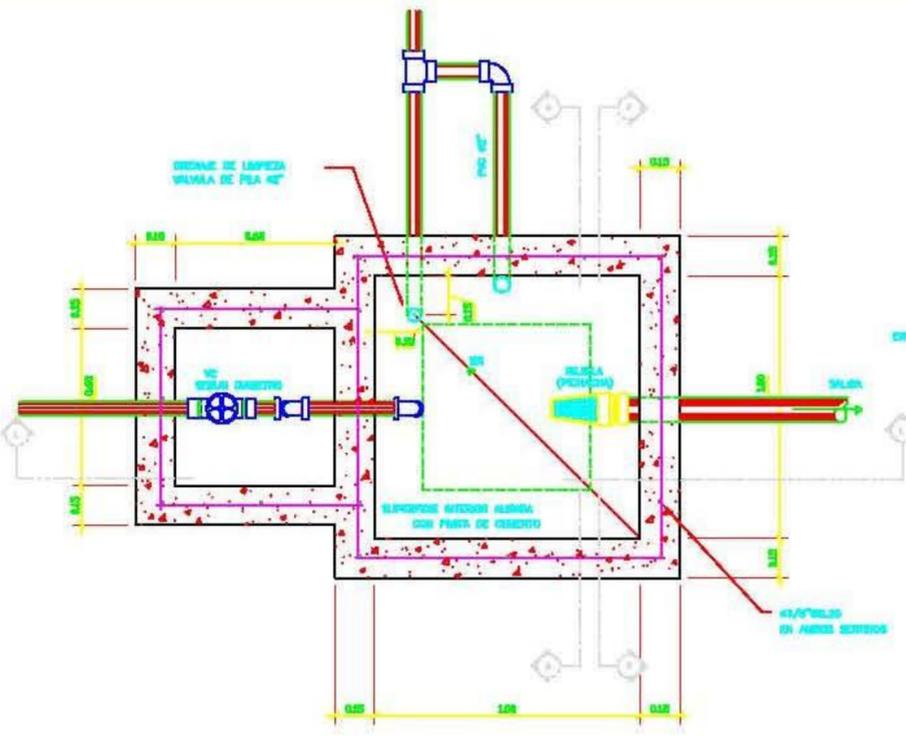


DETALLE DE BY-PASS DE TANQUE ESCALA 1:10



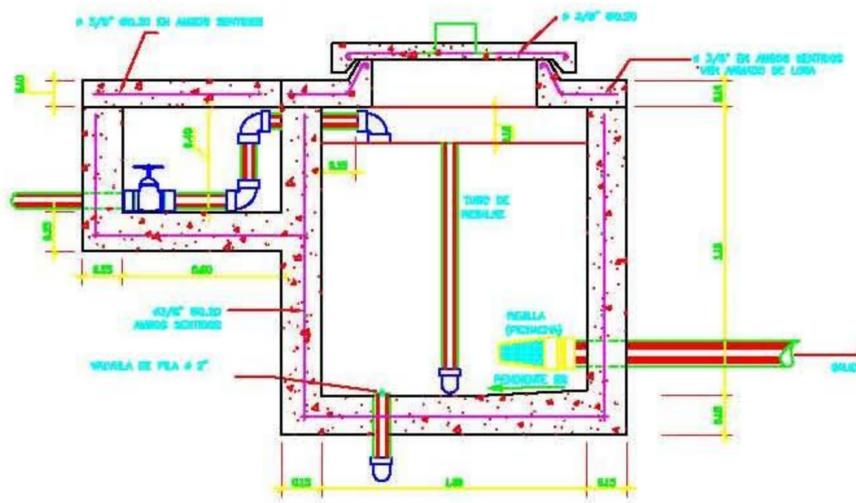
DETALLE DE ESQUINA ESCALA 1:12.5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			AMBICO: GUATEMALA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3			DISEÑO: GUATEMALA
UBICACION: GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3 FRAJANES, GUATEMALA, GUATEMALA		CALCULO: GUATEMALA	DIBUJO: GUATEMALA
CENTRO: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 76 M3 DE CONCRETO REFORZADO		FECHA: 10/05/2024	ESCALA: 1:50
PROFESOR: INGENIERO CIVIL	ESTUDIANTE: INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:50	PÁGINA: 10



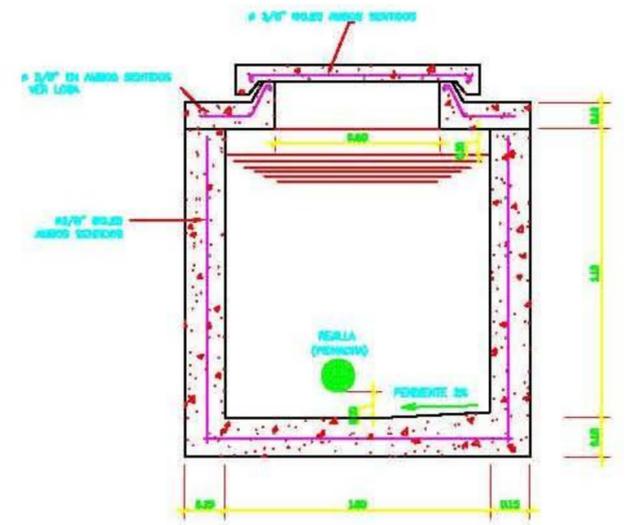
PLANTA

ESCALA 1:12.5



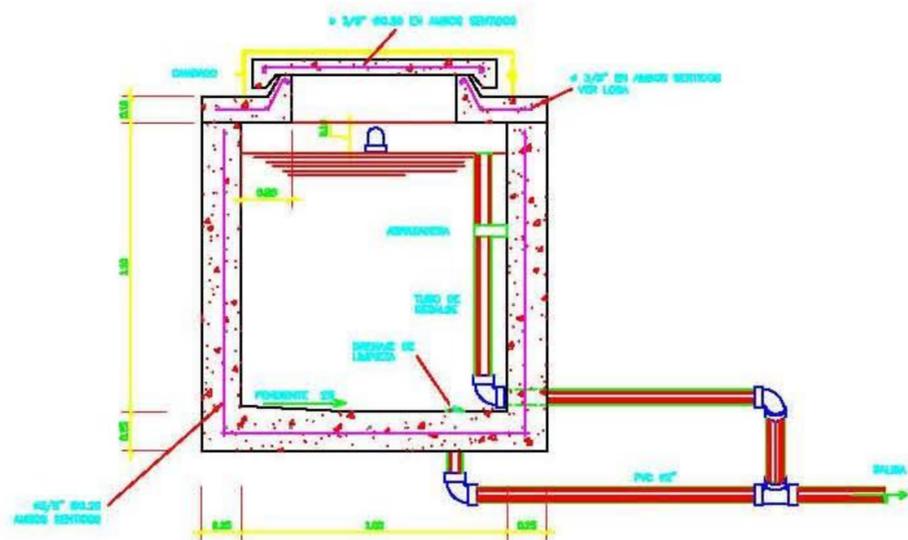
SECCION L-L

ESCALA 1:12.5



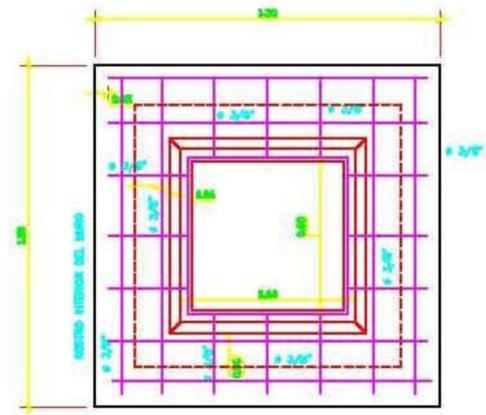
SECCION F-F

ESCALA 1:12.5



SECCION A-A

ESCALA 1:12.5



DETALLE DE LOSA

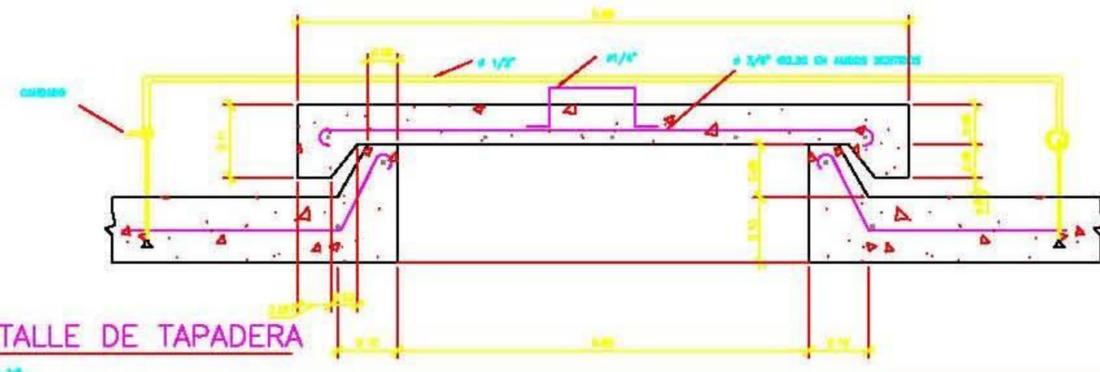
ESCALA 1:12.5

NOTAS :

- CONCRETO $f_c = 3 \text{ MPa}$
- ACERO DE REFUERZO $f_y = 40 \text{ MPa}$
- LAS CUBIERTAS DE LOSA DE SUELO DEBERAN SER EN EL DISEÑO.

LISTA DE MATERIALES		
DESCRIPCION DE OBRERA (SEGUN OBRERA)	CANTIDAD	UNIDAD
ACEROS DE OBRERA (SEGUN OBRERA)		
ADORNOS DE OBRERA (SEGUN OBRERA)	2	U
VÁLVULA DE SIFÓN (V)	1	U
CAJÓN DE 8" (PVC)	2	U
ACEROS DE SUELO (SEGUN OBRERA)		
PERFORA (P)	1	U
ADORNOS DE SUELO (SEGUN OBRERA)	1	U
ACEROS DE OBRERA Y SUELO		
TEJ. PVC 80X80 CM	1	U
CAJÓN DE 8" (PVC)	2	U
VÁLVULA DE PILA # 2"	1	U
CONCRETO	10	CM ³
PIEDRA	1.25	CM ³
ARENA DE RIO	1.25	CM ³
FRANJA DE 2"x2"x1/2"	20	FT
TABLA DE 1"x4" (1"x2"x1/2")	40	FT
CLAVO	2	CM
ALAMBRE DE ALAMBRE	2	CM
PERFORA DE 3/8"	10	CM
PERFORA DE 1/2"	2	CM

REFERENCIAS:
EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE SIFÓN DEBE SER MAYOR QUE EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE ENTRADA Y EL SIFÓN DEBE SER 2"



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERO PROFESIONAL SUPERVISANDO		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3		
UBICACIÓN: GRANJAS MONTEBELLO 1 Y 3 PALANCA, GUATEMALA, GUATEMALA	DISEÑO: INGENIERO A. GONZÁLEZ	DESEO: INGENIERO A. GONZÁLEZ
CONTENIDO: CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1M3 DE CONCRETO ARMADO	DIBUJO: INGENIERO A. GONZÁLEZ	FECHA: 15/05/2024
FECHA: 15/05/2024	ESCALA:	PÁGINA: 10

