



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA EL PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAÍSO Y PUENTE
VEHICULAR PARA EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA,
MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE
ESCUINTLA**

Edgar Emanuel López Cano
Asesorada por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, abril de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAÍSO Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAÍSO Y PUENTE VEHICULAR PARA
EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE
SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 17 de Julio del 2009.



Edgar Emanuel López Cano



Guatemala, 05 de noviembre de 2010.
Ref.EPS.D.820.11.10

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

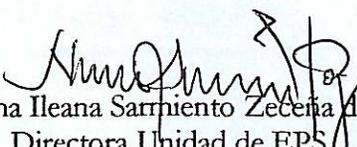
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

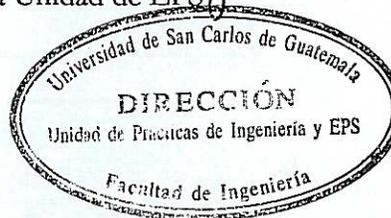
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarrhiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Guatemala 05 de noviembre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1116.11.10.

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 Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200312916**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"**.

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

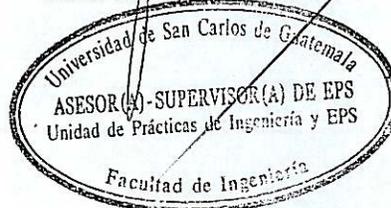
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
JMC/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
10 de febrero de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAÍSO Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Emanuel López Cano, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
10 de febrero de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

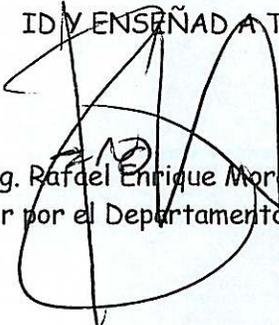
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAÍSO Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Emanuel López Cano, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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 ENSEÑADA A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

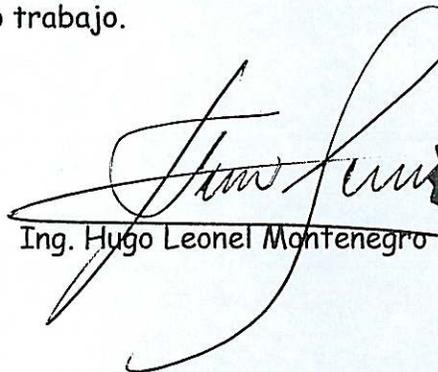
/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Edgar Emanuel López Cano, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA , da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro


Guatemala, abril de 2011

/bbdeb.



DTG. 124.2011

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 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAÍSO Y PUENTE VEHÍCULAR PARA EL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Emanuel López Cano**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 29 de abril de 2011

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el creador, darme la oportunidad de vivir y estar siempre conmigo.
- Mis padres** Edgar Otoniel López y Aura Olimpia Cano Morales, gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar una de las metas más grandes de mí vida.
- Mis hermanas** Cristina Alejandra y Ana Lucia, porque me han brindado siempre su cariño, amistad y apoyo incondicional.
- Mis abuelitas** Cristina y Alejandra, gracias por sus sabios consejos, apoyo y cariño.
- Mis Sobrinos** Eduardo Sebastián y Fátima Jimena por darle felicidad a mi vida.
- Mis tíos** Por estar siempre pendientes de mí.
- Mi familia** Especialmente a la familia López Paredes, un profundo agradecimiento, a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr esta hermosa realidad.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Juan Merck Cos

Por su amistad y colaboración en la elaboración de este trabajo de graduación.

La unidad de EPS

Por su apoyo incondicional y su visión al futuro.

La municipalidad del Puerto de San José

Por brindarme su confianza y colaboración para el desarrollo de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Mis amigos

Por ayudarme a crecer y a madurar como persona, son parte de esta alegría.

La Universidad de San Carlos y a la Facultad de Ingeniería

Por mi formación académica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ASPECTOS GENERALES	
1.1. Monografía	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Colindancias	2
1.1.3. Extensión territorial	2
1.1.4. Datos históricos	2
1.1.5. Costumbres y tradiciones	4
1.1.6. Idiomas	5
1.1.7. Economía	5
1.1.8. Centros turísticos y arqueológicos	5
1.1.9. Hidrografía	6
1.1.10. Servicios	7
1.1.11. Orografía	7
1.1.12. Clima	8
1.1.13. Vías de comunicación	8
1.1.14. Población	8

1.2.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del parcelamiento San Juan El Paraíso y caserío Campamento La Barrita	10
1.2.1.	Descripción de las necesidades	10
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	11
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1.	Diseño del sistema distribución de agua potable para el parcelamiento San Juan El Paraíso	13
2.1.1.	Descripción del proyecto	13
2.1.2.	Aforos, dotación y tipo de servicio	13
2.1.2.1.	Dotación y tipo de servicio	14
2.1.3.	Tasa de crecimiento poblacional	14
2.1.4.	Periodo de diseño, población futura	14
2.1.5.	Factores de consumo y caudales	15
2.1.5.1.	Caudal medio diario	17
2.1.5.2.	Caudal máximo diario	17
2.1.5.3.	Caudal máximo horario	18
2.1.5.4.	Caudal de bombeo	18
2.1.6.	Calidad del agua y sus normas	19
2.1.6.1.	Análisis bacteriológico	19
2.1.6.2.	Análisis fisicoquímico	20
2.1.7.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías	20
2.1.8.	Presiones y velocidades	21
2.1.9.	Levantamiento topográfico	25
2.1.9.1.	Planimetría	25
2.1.9.2.	Altimetría	26
2.1.10.	Diseño hidráulico del sistema	26
2.1.10.1.	Captación	26

2.1.10.2.	Línea de impulsión	26
2.1.10.3.	Especificaciones del equipo de bombeo	26
2.1.10.4.	Tanque de almacenamiento	27
2.1.10.5.	Línea de distribución	28
2.1.10.6.	Sistema de desinfección	35
2.1.10.7.	Obras de arte	37
	2.1.10.7.1. Conexiones domiciliarias	37
	2.1.10.7.2. Paso de zanjón	37
2.1.11.	Administración, operación y mantenimiento	37
2.1.12.	Propuesta de tarifa	39
2.1.13.	Elaboración de planos	41
2.1.14.	Elaboración de presupuesto	42
2.1.15.	Evaluación socio-económica	43
	2.1.15.1. Valor presente neto	43
	2.1.15.2. Tasa interna de retorno	45
2.1.16.	Evaluación de impacto ambiental	47
2.2.	Diseño del puente vehicular para el caserío Campamento La Barrita	53
2.2.1.	Descripción del proyecto	53
2.2.2.	Estudio hidrológico	54
	2.2.2.1. Método de sección-pendiente	55
	2.2.2.2. Cálculo del caudal máximo	57
2.2.3.	Levantamiento topográfico	58
2.2.4.	Evaluación del tipo de suelo	58
2.2.5.	Geometría del puente	62

2.2.6.	Criterios y especificaciones para el diseño de puentes de concreto de sección rectangular y losa	62
2.2.7.	Diseño de la superestructura	64
2.2.7.1.	Predeterminación de la sección de la viga	64
2.2.7.2.	Diseño de losa	66
2.2.7.2.1.	Cálculo del peralte	68
2.2.7.2.2.	Integración de cargas	69
2.2.7.2.3.	Cálculo de momentos	70
2.2.7.2.4.	Cálculo del peralte efectivo	74
2.2.7.2.5.	Cálculo de refuerzo	74
2.2.7.3.	Barandal	79
2.2.8.	Diseño de vigas	80
2.2.8.1.	Cálculo del momento por carga muerta	81
2.2.8.2.	Cálculo del momento por sobrecarga	83
2.2.8.3.	Cálculo del momento debido al impacto	87
2.2.8.4.	Cálculo del momento total	88
2.2.8.5.	Cálculo del refuerzo longitudinal y transversal	88
2.2.8.6.	Diseño a corte	93
2.2.9.	Diseño del diafragma	97
2.2.10.	Diseño de la subestructura	100
2.2.11.	Diseño de la cortina	100
2.2.12.	Diseño de la viga de apoyo	109

2.2.13.	Diseño del estribo	116
2.2.13.1.	Integración de cargas	118
2.2.13.2.	Diseño estructural de los elementos del estribo	119
2.2.14.	Elaboración de planos	125
2.2.15.	Presupuesto	125
CONCLUSIONES		127
RECOMENDACIONES		129
BIBLIOGRAFÍA		131
APÉNDICES		133
ANEXOS		141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Parcelamiento San Juan el Paraíso, Puerto de San José	1
2.	Población de acuerdo a edades	9
3.	Población de acuerdo a genero	9
4.	Esquema de ingresos y egresos durante el período de diseño	44
5.	Ubicación del proyecto Campamento la Barrita	54
6.	Área de la sección del rio	56
7.	Factores para capacidad de carga para aplicación de la teoría de Terzaghi	61
8.	Distribución de distancias, cargas para cálculo del factor de distribución, viga exterior	66
9.	Sección transversal de la losa	67
10.	Diagrama de momento en losa	70
11.	Distribución de refuerzo longitudinal y transversal de losa	79
12.	Fuerzas actuantes en pasamanos	80
13.	Sección transversal de la superestructura	81
14.	Diagrama de camión en el lugar crítico A	84
15.	Diagrama de camión en el lugar crítico B	85
16.	Diagrama de corte y momento producido por carga viva	86
17.	Detalle de refuerzo viga interna parte central	92
18.	Detalle de refuerzo viga externa parte central	93
19.	Carga muerta para corte en viga interna	94

20.	Diagrama de cuerpo libre de carga viva para corte de viga interna	95
21.	Detalle de estribos y eslabones viga interna parte central	97
22.	Detalle de estribos y eslabones viga externa parte central	97
23.	Detalle de armado de diafragma	100
24.	Dimensionamiento de cortina y viga de apoyo	101
25.	Empuje sobre la cortina y viga de apoyo	102
26.	Fuerza longitudinal en viga de apoyo (FL)	103
27.	Armado de viga de apoyo y cortina	116
28.	Diagrama de presiones en el estribo	117
29.	Geometría y dimensiones del estribo	117

TABLAS

I.	Bases generales de diseño	23
II.	Resumen del presupuesto de la red de distribución de agua potable	42
III.	Impactos ambientales durante la ejecución	50
IV.	Impactos ambientales negativos durante la operación	50
V.	Medidas de mitigación y compensación en la ejecución y operación	51
VI.	Cuadro de dimensiones de neopreno	111
VII.	Valores de G	111
VIII.	Resumen del presupuesto del puente vehicular	126

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descripción
Q	Caudal
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Cm	Centímetro
PVC	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
C	Coefficiente de rugosidad
D	Diámetro
Dot	Dotación
FDM	Factor de día máximo
FHM	Factor de hora máxima
Hab	Habitante

HG	Hierro Galvanizado
H	Hora
ACI	Instituto Americano del Concreto
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Km	Kilómetro
L	Litros
M	Metro
Mca	Metros columna de agua
MSNМ	Metros sobre el nivel del mar
Mm	Milímetros
Hf	Pérdida de carga
N	Período de diseño
S	Segundo
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales

GLOSARIO

Azimut	El azimut verdadero, de una visual a un objeto terrestre, es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del Norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide sobre el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
Aforo	Operación que consiste en medir un caudal de agua. Es la producción de una fuente expresada en l/s.
Agua	El más abundante y conocido compuesto químico (H ₂ O), que posee la máxima significación para el sostenimiento de la vida sobre la tierra. El agua pura, a la temperatura ordinaria, es un líquido inodoro, insípido, transparente y prácticamente incoloro.
Agua potable	Es el agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Ambiente	Condiciones o circunstancias físicas, sociales, económicas, etc., de un lugar.
Área	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites. Medida de una superficie.

Caudal o gasto	Cantidad de agua que corre en una tubería por cada unidad de tiempo.
Censo	Información sobre el número, distribución y composición de la población, en un momento determinado, y facilita una exacta descripción de los cambios ocurridos con el correr del tiempo.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la altura que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
Cota de terreno	Número que en los planos topográficos indica la altura de un punto, ya sea sobre el nivel del mar, o sobre otro plano de referencia.
Curva de nivel	Línea que une puntos de igual cota o elevación. Se emplea en los dibujos para figurar el relieve del terreno.
Dotación	Es el volumen de consumo de agua, por persona, por día.
Medio ambiente	Conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas, sociales, etc., que rodean a las personas.
Nivelación	Término general que se aplica a cualquiera de los procedimientos altimétricos, por medio de los cuales, se determinan elevaciones o niveles de puntos determinados.

Pendiente	Grado de inclinación de un terreno, medido por el ángulo que forma con la horizontal. Más frecuentemente, se mide por el número de unidades de longitud que gana en altura, por cada cien unidades horizontales en la extensión del terreno de que se trata.
Pérdida de carga	Disminución de la presión, dentro de la tubería, debido a la fricción.
Perfil	Es una representación de tipo lineal, que permite establecer las diferencias de altitud que se presentan a lo largo de un recorrido.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación, se desarrolla el diseño del sistema de distribución de agua potable para el parcelamiento San Juan El Paraíso y el diseño del puente vehicular para el caserío Campamento La Barrita, ambos ubicados en el municipio del Puerto de San José, del departamento de Escuintla.

El parcelamiento San Juan El Paraíso cuenta con un pozo perforado con un caudal de 12,05 l/s, al cual no se le diseñó una red de distribución. El proyecto consiste en ramales abiertos, el ramal principal de tubería PVC y HG consta de 1 505 metros lineales, de diámetros entre 2" y 4". Los ramales terminales tienen una distancia de 2 556 metros lineales con diámetros que varían entre 1" y 1½". Con dicha red se abastece perfectamente a la población.

Asimismo, se tomó en cuenta la falta de un puente vehicular de concreto reforzado, de una vía, el cual está destinado a salvar el canal de Chiquimulilla, tiene una luz libre entre apoyos de 17 metros, se diseñó para soportar una carga viva de AASTHO H15-44, por lo que se da una solución a esta necesidad.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de distribución de agua potable para el parcelamiento San Juan El Paraíso, diseñar el puente vehicular en el caserío Campamento La Barrita, ubicadas en el municipio del Puerto de San José, del departamento de Escuintla.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del parcelamiento San Juan El Paraíso y el caserío Campamento La Barrita.
2. Capacitar a los miembros del comité del parcelamiento San Juan El Paraíso, sobre operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado de un proyecto realizado dentro del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E. P. S.) de la Facultad de Ingeniería, USAC, en la municipalidad del Puerto de San José del departamento de Escuintla, con esto se pretende dar solución a problemas fundamentales del municipio.

Una de las primeras necesidades, en el área rural, es el suministro de agua y el diseño de un puente vehicular en mal estado, ya que la falta de estos servicios ponen en riesgo la salud y las posibilidades de desarrollo de la población.

Para darle solución a la falta de agua potable se realizó el diseño de la red de distribución, la cual está formada por una serie de tuberías de diferente diámetro, las que permitirán a la población obtener agua potable, en cantidad suficiente, limpia, en forma constante y con una presión adecuada.

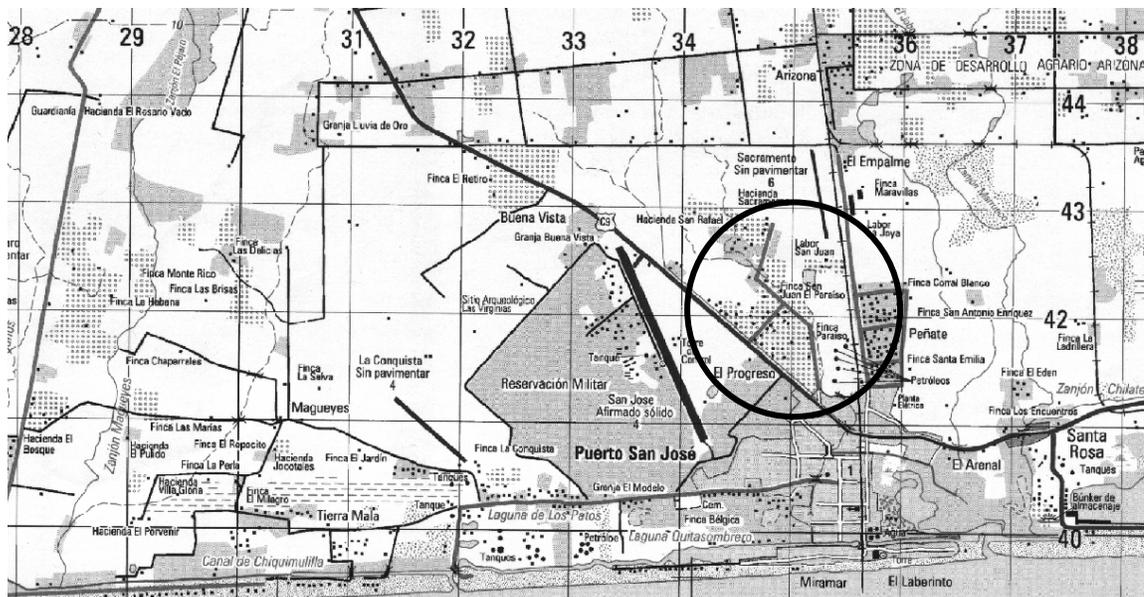
1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del parcelamiento San Juan El Paraíso

1.1.1. Ubicación

El parcelamiento San Juan El Paraíso del municipio del Puerto de San José, departamento de Escuintla, se encuentra ubicada a 1,5 km de la cabecera municipal. Se localiza en la región V (central), las coordenadas geodésicas son: latitud $13^{\circ} 56'16''$ y longitud $90^{\circ} 49'39''$, con una altura de 12 metros sobre el nivel del mar (MSNM).

Figura 1. Parcelamiento San Juan el Paraíso, Puerto de San José



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Mapa 1: 50,000.

1.1.2. Colindancias

Limita al norte con la aldea Santa Isabel, al sur con la colonia el Progreso, al este con barrio Peñate y al oeste con la Reservación Militar; todas pertenecientes al municipio del Puerto de San José.

1.1.3. Extensión territorial

El municipio del puerto de San José tiene aproximadamente un área de 280 km² mientras que el parcelamiento San Juan el Paraíso cuenta con un área aproximada de 20 962,20 m².

1.1.4. Datos históricos

Una vez declarada la independencia, las autoridades nacionales comenzaron el proceso de organizar el nuevo estado. Entre sus tareas se consideró de mucha importancia el hecho de contar con buenos canales de comunicaciones, tanto terrestres como marítimas, ya que era prioritario para la economía del país contar con buenos canales de entrada y salida de mercancías.

En ese sentido, se dispuso que se habilitaran dos puertos: La Libertad, en El Salvador e Iztapa, en Guatemala.

Sin embargo, el puerto de Iztapa no ofrecía las características necesarias, por ello se pensó trasladar el puerto a otro lugar que prestara mejores condiciones higiénicas, climáticas y físicas, llegando a la conclusión de

nombrar a una comisión por medio del consulado de comercio, el cual llevó a cabo un detallado estudio nombrando así al Sr. Manuel Beltranena quien emitió un dictamen, resaltando las ventajas, de trasladar el puerto de Iztapa al Zapote 13.

Por tanto, el 12 de mayo de 1852, el gobierno, a través del decreto 62 emitió la resolución que permitió el traslado del puerto de Iztapa al lugar conocido en la actualidad como San José, en aquel momento llamado El Zapote. La resolución establecía que:

- 1ro. El Puerto de Iztapa en el mar del sur se traslada al lugar llamado Zapote, quedando habilitado para el comercio desde el día 1 de enero de 1853.
- 2do. Este puerto se denominará San José de Guatemala, asimismo se habilitarán almacenes y las oficinas necesarias; se arreglarán las vías de comunicación y dotación de agua potable. Conforme al acta levantada el 13 de Julio de 1853, las autoridades se trasladaron en esa fecha al nuevo Puerto.

A través del acuerdo gubernativo fechado el 15 de enero de 1855, se designaron las autoridades del Puerto San José y se le dio forma jurídico-administrativa a dicho territorio. Al Comandante Corregidor le fue ordenado, en ese mismo decreto, que sin demora señalase una línea de circunvalación de una legua de terreno y que previo evalúo se pagase su valor.

Además, debía designar los sitios donde se establecerían los edificios públicos y entregar tierras a las personas particulares que así lo solicitaran para edificar sus viviendas.

El 1 de enero de 1853 empezó a funcionar el puerto de San José, de gran importancia para la economía nacional en el Pacífico. Su función fue básica en el comercio internacional, especialmente en el movimiento cafetalero. Así se convierte en un fuerte receptor del turismo que viene a Guatemala por la costa sur.

Dos décadas más tarde, el Puerto San José había crecido lo suficiente como para que la población comenzara a realizar gestiones ante las autoridades nacionales para que el lugar adquiriera el estatus de municipalidad. El 2 de enero de 1875, a través de un acuerdo gubernativo se autoriza dicha creación.

Finalmente, la Municipalidad en el Puerto de San José fue creada por acuerdo gubernativo el 19 de junio de 1920. En el texto se detalla que estará compuesta de un Alcalde, un Síndico y cuatro Regidores.

1.1.5. Costumbres y tradiciones

Un aspecto relevante es su feria patronal que se celebra el 19 de marzo en honor a San José, ya que en ellas se realiza todo tipo actividades y eventos de distinta naturaleza; juegos florales, certámenes literarios, bailes sociales y eventos deportivos.

Las actividades religiosas son el centro de toda la celebración, en ellas se realizan procesiones pintorescas.

En este contexto sobresale la presencia de grupos de danza, destacándose los bailes de Moros, La Conquista, Rey Azarías, el Rey David, Don Fernando y Napoleón.

Se destacan las ferias ganaderas, los jaripeos, carreras de cintas, peleas de gallos y en algunas ocasiones una actividad que ya no es muy usual como son las corridas de toros.

1.1.6. Idiomas

El idioma predominante en el parcelamiento es el castellano, pues la población indígena en el lugar es mínima.

1.1.7. Economía

La población posee tierras fértiles que la hacen productora de infinidad de productos agrícolas, entre los cuales se tienen: caña de azúcar, café, algodón, frutas y maíz. Otro rubro es la ganadería, que se explota en grandes extensiones de su territorio.

1.1.8. Centros turísticos y arqueológicos

El parcelamiento a sus alrededores cuenta con los siguientes sitios arqueológicos.

- Las Virginias
- San José

También con diferentes centros turísticos como son:

- El carrizal
- Las Morenas

- Pampa Negra
- Agua Azul
- Martita
- Playa pública

Los balnearios:

- Barrio Miramar, se encuentra el Hospedaje Marvin
- Chulamar
- Likín
- Lindamar

Las salinas:

- La Joya
- San Bernardino
- San José
- Santa Marta
- Santa Rosa

1.1.9. Hidrografía

El puerto de San José cuenta con los siguientes accidentes hidrográficos:
6 ríos, 10 zanjones, 1 canal, 4 lagunetas y 1 estero.

- Accidentes importantes: Océano Pacífico y Canal de Chiquimulilla
- Ríos: Achiguate, Botón Blanco, Cristalino, Las Milpas, María Linda y Seco

- Zanjones: Chilate, Las Guabinas, Don Ovidio, Magueyes, El Danto, Marrueco, El Pájaro, San Carlos, El Jobo y Suquite
- Estero: Patio de la Barra
- Lagunas: Amaya, De los Patos y Corchal
- Lagunetas: Quitasombrero

1.1.10. Servicios

El parcelamiento actualmente cuenta con el servicio de energía eléctrica, alumbrado público, calles de terracería y los otros servicios acuden a la cabecera municipal; la cual cuenta con los servicios básicos para cubrir las necesidades de la población en el área de salud, educación y servicios.

En el municipio del Puerto de San José se localizan la Iglesia Católica, la Iglesia Evangélica, el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, varios centros de salud y la Base Naval del Pacífico. Cuenta además con infraestructura para atender al turismo como hoteles, restaurantes y comercio.

1.1.11. Orografía

Cuenta con pendientes mínimas en la planicie costera, lo que genera grandes zonas susceptibles de inundación en la parte baja; al producirse crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración.

1.1.12. Clima

El clima predominante en la región es cálido y una temperatura promedio de 33,2 °C y una precipitación anual promedio de 1 447,5 milímetros. Según datos de la estación meteorológica ubicada en la base militar, cuyas coordenadas son latitud 135 610 y longitud 905 004. Fuente INSIVUMEH

1.1.13. Vías de comunicación

En la actualidad, la vía más rápida para llegar al parcelamiento desde la ciudad de Guatemala es la siguiente. Se recorren 59 kilómetros en carretera asfaltada hasta el departamento de Escuintla (a través de la autopista Palín-Escuintla CA-9 sur), luego se recorren otros 51 kilómetros en carretera asfaltada (a través de la autopista Puerto Quetzal) que conduce de dicho departamento hasta el municipio del Puerto de San José, luego se recorren 1,5 kilómetros en carretera asfaltada (a través de la antigua carretera) el acceso en general está en buenas condiciones. Se puede llegar en cualquier tipo de vehículo.

1.1.14. Población

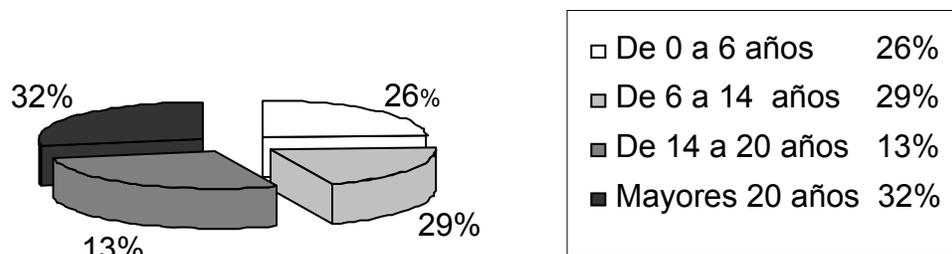
Actualmente el parcelamiento se compone de 162 familias, haciendo un total de 810 habitantes, con un promedio de 5 personas/familia.

El 26 por ciento de la población son niños de hasta 6 años; el 29 por ciento son adolescentes de hasta 14 años; lo cual evidencia que la población infantil es del 55 por ciento, el 13 por ciento son jóvenes de hasta 20 años, y el

32 por ciento son adultos mayores de 20 años. Estos datos fueron tabulados con base al censo poblacional realizado en el lugar en el periodo del 2007-2008, realizado por personal del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social del municipio del Puerto de San José.

A continuación se ilustran dos gráficas en las que se muestra los datos de población del parcelamiento San Juan el Paraíso del municipio del Puerto de San José, departamento de Escuintla.

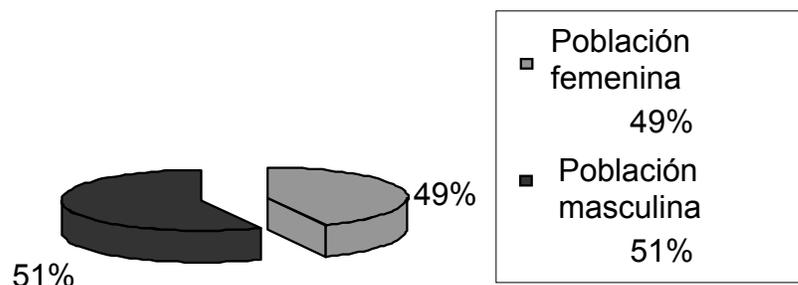
Figura 2. **Población de acuerdo a edades**



Fuente. Censo poblacional 2007-2008 del parcelamiento San Juan El Paraíso.

De acuerdo al género: la población masculina es del 51 por ciento y la femenina, del 49 por ciento. Figura 3.

Figura 3. **Población de acuerdo a género**



Fuente. Censo poblacional 2007-2008 del parcelamiento San Juan El Paraíso.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del parcelamiento San Juan El Paraíso y caserío Campamento La Barrita.

1.2.1. Descripción de las necesidades

A través de encuestas realizadas, y conversar con las autoridades de las diferentes comunidades, se enumeran varias necesidades de servicios básicos.

- Sistema de abastecimiento de agua potable; actualmente no cuenta con un sistema adecuado, eficiente y capaz de satisfacer las necesidades de toda la comunidad, lo cual genera que varia población no cuente con el servicio de agua potable en el parcelamiento San Juan El Paraíso.
- Sistema de alcantarillado sanitario; la carencia de un sistema apropiado para disposición de aguas servidas crea alteraciones y problemas de distinta índole, debido a la altura sobre el nivel del mar que se encuentran ambas comunidades.
- Centro de salud; no existe una edificación designada al servicio de salud de la población, obligándolos a buscar éstos servicios en comunidades cercanas y en la cabecera municipal.
- Cancha de básquetbol en el caserío Campamento La Barrita; en busca de proporcionar sitios recreativos y fomentar el deporte en la niñez y la juventud.
- Dragado del río Achíguate; ya que el caserío Campamento La Barrita se encuentra a la par de este río, que en temporada de invierno, se sale de su cauce, provocando inundaciones en esta comunidad.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

1. Sistema de abastecimiento de agua potable en el parcelamiento San Juan El Paraíso.
2. Puente vehicular para el caserío campamento La Barrita.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de distribución de agua potable para el parcelamiento San Juan El Paraíso

2.1.1. Descripción del proyecto

Debido a la topografía del lugar y a la existencia de un pozo perforado, que distribuirá el agua, el sistema de agua potable seleccionado para que cumpla con los requisitos hidráulicos adecuados, es el de bombear el agua del pozo, hacia un tanque elevado existente y luego una red de distribución por gravedad.

2.1.2. Aforos, dotación y tipo de servicio

El caudal de aforo es el volumen de agua por unidad de tiempo, que produce la fuente; en este caso, de acuerdo a los registros que la municipalidad tiene el caudal es de 12.05 l/s, llenando las expectativas que se requieren para distribuir el agua de forma permanente, durante el periodo de diseño, que en este caso es de 20 años.

2.1.2.1. Dotación y tipo de servicio

Es la cantidad de agua que se asigna a una persona, en litros/habitantes/día; depende del clima, capacidad de la fuente y de la ubicación de la población, si es en el área urbana o rural, de las actividades comerciales o industriales. Para este proyecto se adoptó una dotación de 120 l/hab/día. El servicio será tipo predial con conexiones domiciliarias.

2.1.3. Tasa de crecimiento poblacional

Según los datos de población del Instituto Nacional de Estadística, obtenido del censo de 2002, además de los parámetros utilizados en la Oficina Municipal de Planificación del Puerto de San José, Escuintla, se optó por una tasa del 3.40%, tomada en cuenta para estimar la población futura.

2.1.4. Período de diseño, población futura

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. Con base a las normas establecidas, todas las partes del proyecto fueron diseñadas para un período de 22 años.

Para el cálculo de la población futura se utilizó la población total actual para verificar si el caudal de aforo satisface la demanda de agua requerida por

esta comunidad. Para su cálculo se utilizará el método de crecimiento geométrico según la fórmula siguiente.

$$P_f = P_o * (1+r)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población actual, según censo realizado en el E.P.S. = 813 hab.

r = tasa de crecimiento poblacional (%) = 3,4%

n = período de diseño = 22 años

Sustituyendo valores:

$$P_f = 813 * (1 + 0,0340)^{22}$$

$$P_f = 1696 \text{ habitantes}$$

2.1.5. Factores de consumo y caudales

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad y que varía de una comunidad a otra.

Durante el día, el caudal dado por una red pública varía continuamente, en horas diurnas, supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día, y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

La aplicación de estos factores de seguridad garantiza el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición, el cual se describen a continuación:

- Factor de día máximo (FDM): este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente:

Para poblaciones del área rural un FDM de 1,2 a 1,8

Para poblaciones urbanas un FDM de 1,8 a 2

Para el área metropolitana un FDM de 2 a 3

Para este proyecto se utilizó un FDM de 1,2

- Factor de hora máximo (FHM): éste, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente:

Para poblaciones del área rural un FHM de 1,8 a 2

Para poblaciones urbanas un FHM de 2 a 3

Para el área metropolitana un FHM de 3 a 4

Para este proyecto se utilizó un FHM de 2,2

- Factor de gasto: es definido como el consumo de agua por vivienda. Con este factor, el caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la línea de distribución, según el número de viviendas que comprenden los tramos del proyecto a diseñar.

$$\text{Factor de gasto (FG)} = Q_d(l/s) / \text{Número de viviendas}$$

2.1.5.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa también como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Cuando no se conocen registros, generalmente se asume como el producto de la dotación por el número posible de usuarios al final del período de diseño, se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_m = D * P / 86\ 400$$

Donde:

Q_m = caudal medio en l/s

D = 120 l/h/d

P = número de habitantes futuros

Sustituyendo valores:

$$Q_m = \frac{(120\text{l/h/d})(1\ 696\text{Hab})}{86\ 400} = 2,36\text{l/s}$$

2.1.5.2. Caudal máximo diario

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año. Es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción, las cuales indican que:

$$Q_{md} = Q_m * FDM$$

Donde:

$$FDM = 1,2$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = 2,36 * 1,2 = 2,83 \text{ l/s}$$

2.1.5.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, es aquel que se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año, las cuales indican que:

$$Q_{mh} = Q_m * FHM$$

Donde:

$$FHM = 2,2$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{mh} = 2,36 * 2,2 = 5,36 \text{ l/s}$$

2.1.5.4. Caudal de bombeo

El caudal de bombeo, es la cantidad de agua que debe bombearse desde el fondo del pozo hasta el tanque de almacenamiento, depende de la cantidad de horas al día que se conectará la bomba, en este caso será de 8 horas al día.

El caudal de bombeo se determina con la siguiente fórmula.

$$Q_b = (24/T_b) * Q_{md}$$

$$Q_b = (24/8) * 2,83 = 8,49 \text{ l/s}$$

$$Q_b = 8,49 \text{ l/s}$$

2.1.6. Calidad del agua y sus normas

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- a) Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas
- b) Inodora, insípida y fresca
- c) Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica
- d) Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes:

2.1.6.1. Análisis bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos, los cuales pueden transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presenta en el anexo; desde el punto de vista bacteriológico, el agua es apta para el consumo humano, pero para su mayor confiabilidad, se hace necesario implementar una desinfección a base de hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales del cloro. Con esto, se logrará una mayor seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación debidos a una inadecuada manipulación del agua.

2.1.6.2. Análisis fisicoquímico

Este análisis determina las características físicas del agua, tales como: el aspecto, el color, el olor, el sabor, su pH, y su dureza. Desde el punto de vista físico químico sanitario: Nitritos altos, color, hierro, manganeso. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad.

2.1.7. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se recurre a la fórmula de Hazen Williams, la cual está expresada por:

$$H_f = \frac{(1743,811) * (L) * (Q)^{1,85}}{(C)^{1,85} * (D)^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga en metros

C = coeficiente de fricción interno (Para HG ($C=100$), y para PVC ($C=150$))

D = diámetro interno en pulgadas

L = longitud de diseño en metros

Q = caudal en litros por segundo

Conociendo la altura máxima disponible por perder, se toma como H_f , la cual permitirá encontrar el diámetro teórico necesario para la conducción del agua. Despejando el diámetro de la fórmula anterior, se tiene:

$$D = \left[\frac{1743,811141 \times L \times Q^{1,85}}{H_f \times C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula el H_f final.

2.1.8. Presiones y velocidades

El diseño hidráulico, se hará con base a la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea se incluye los principales conceptos utilizados:

a) Presión estática en tuberías

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

La máxima presión estática que soportan las tuberías de 160 PSI = 112.50 mca, teóricamente puede soportar más pero por efectos de seguridad si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de PVC de 250 PSI o HG.

En la red de distribución la presión estática, debe mantenerse entre 60 y 10 mca, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería; aunque en mucha de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica mínima de 6 mca partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.

b) Presión dinámica en la tubería

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, disminuyéndose por la resistencia o fricción de la paredes de la tubería, lo que era altura de carga estática ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, llamado pérdida de carga. La energía

consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota del terreno en ese punto.

c) Velocidades

En todo diseño hidráulico es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si ésta se encuentra entre los límites recomendados.

Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, según las normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites.

- a) Para conducciones: mínima = 0,40 m/s y máxima = 3 m/s
- b) Para distribución: máxima = 0,60 m/s y máxima = 3 m/s

Tabla I. **Bases generales de diseño**

Tipo de sistema	Gravedad
No. de conexiones	310
Población actual	813 hab
Población futura	1696 hab
Viviendas actuales	260 viviendas
Viviendas futuras	310 viviendas
Período de diseño	22 Años
Tasa de crecimiento	3,40%
Dotación	120 l / h / d
Caudal medio	2,36 l / s
Caudal de bombeo	8,48 l / s
Caudal de distribución	5,36 l / s
Factor día máximo	1,2
Factor hora máximo	2,2
Clase de tubería	PVC y HG
Presión de trabajo	100 PSI
Coefficiente hidráulico	150 y 100
Factor de almacenamiento	25%
Volumen de tanque	115 m ³

Fuente: elaboración propia

2.1.9. Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la zona del tanque de almacenamiento, áreas de posibles obras de arte, y la red de distribución. Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía los cuales son: la planimetría y altimetría, siendo estos de 1er., 2do. y 3er. orden; esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice.

El replanteo de topografía, es la verificación de los datos que se obtuvieron en una topografía que se realizó en el mes de diciembre del 2008 por el Departamento de Construcción y Mantenimiento de la Empresa Portuaria Quetzal; con esta verificación se asegura que los datos obtenidos en esa topografía respecto al terreno, no han variado significativamente a ninguna escala.

2.1.9.1. Planimetría

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación. Tiene como objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como no naturales que puedan influir en el diseño del sistema,

por ejemplo, calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etc.

2.1.9.2. Altimetría

La altimetría se encarga de la medición de la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

- a. Nivelación diferencial
- b. Nivelación taquimétrica

2.1.10. Diseño hidráulico del sistema

2.1.10.1. Captación

En el parcelamiento San Juan El Paraíso, existe un comité de Pro-mejoramiento, el cual, a través de la municipalidad, logró que se perforara un pozo, que cuenta con un aforo de 12,05 l/s y que servirá para dotar de agua a todo el parcelamiento.

2.1.10.2. Línea de impulsión

La tubería es de P.V.C con un diámetro de 4”.

2.1.10.3. Especificaciones del equipo de bombeo

La bomba ya instalada tiene una potencia de 15 H.P.

2.1.10.4. Tanque de almacenamiento

En todo sistema, incluyendo aquellos con abastecimiento por gravedad durante las 24 horas del día, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes funciones.

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución
- Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias
- Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios
- Regular presiones en la red de distribución

Las variaciones de consumo pueden ser establecidas utilizando la suma de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la localidad, cuando se dispone de una curva aplicada al caso estudiado. De lo contrario, el volumen de compensación en sistemas por gravedad se adoptará del 25% al 35% del consumo medio diario, y en sistemas por bombeo de 35% al 50%.

Como se mencionó anteriormente en la comunidad existe un tanque elevado, el cual por medio del comité pro-mejoramiento se pudo obtener en la administración municipal anterior, tiene una capacidad de 115 m³ y una altura de 12 metros desde el nivel del terreno hasta las tubería de salida, el cual

cumple con los requerimientos para el abastecimiento de agua en dicha población.

2.1.10.5. Línea de distribución

El diseño de la línea de distribución por la ubicación de las viviendas, será por ramales abiertos, y toda la población se abastecerá con conexiones domiciliarias. La línea principal consta de 1 505 metros lineales en la línea central, más 2 556 metros en los 8 ramales que se desprenden de la línea central.

La red de distribución está constituida por todo el sistema de tuberías, que van desde el tanque de distribución a las viviendas. Existen tres tipos de redes de distribución: abiertas, cerradas y combinadas.

- Red abierta: son tuberías conectadas de tal forma que cada uno de sus ramales es terminal, en cada punto donde distribuya agua. Se utiliza cuando las viviendas están muy dispersas o la comunidad no tiene definida claramente las vías de tránsito como calles y avenidas, y no es posible efectuarla.
- Red cerrada: está formada por tuberías interconectadas que forman circuitos, es la más eficiente de los sistemas, pues mantiene las presiones. Se utiliza en las comunidades que tienen definido claramente calles y avenidas o cuando la población esté dispuesta de tal forma que se pueda efectuar.
- Red combinada: es una mezcla de red abierta y cerrada, se utiliza cuando por alguna circunstancia cierta cantidad de beneficiarios se

encuentra en puntos dispersos de una población en áreas bien definidas en sus vías de tránsito.

El diseño de la red de distribución se realizará como una red abierta, debido a que la población está muy dispersa, las calles no están bien definidas y la topografía del terreno no beneficia la implementación de un sistema cerrado o combinado.

- Cálculo hidráulico de redes de abiertas

Caudal de diseño: es el caudal máximo horario (Q_{HM}); este es el caudal de salida del tanque de distribución (TD). Sin embargo, para el diseño de cada uno de los ramales, se utiliza el caudal por vivienda (Q_{VIV}) o el caudal instantáneo (Q_i).

Velocidades: las velocidades de diseño se deben encontrar entre 0,6 m/s, como mínimo, debido a que si su valor es menor, existe sedimentación en la tubería, y un máximo de 3 m/s, pues si es mayor, ocasiona daños a la tubería debido a la fricción del líquido en ésta.

Presiones de diseño: se debe considerar con un mínimo de 10 mca, en casos especiales 6 mca, ya que, valores menores podrían ocasionar que el agua en algún momento no pueda subir a los chorros; y un máximo de 40 mca, ya que, valores mayores ocasionan daños a los artefactos utilizados en la viviendas.

Nodos: en una red abierta pueden considerarse los puntos de división de ramales, en los cuales se analiza el consumo de agua. El concepto fundamental indica que el caudal que ingresa a un nodo es igual al caudal que sale de él.

Selección de diámetro: en los diferentes puntos de la red se calcula con la fórmula de Hazen Williams, mediante el procedimiento de prueba y error, de tal forma, que en toda la red, se puedan conservar las presiones mínimas y máximas de servicio.

En todos los tramos de la red de distribución deben colocarse accesorios como: codos, tees, yees, adaptadores, reductores, uniones universales, etc., según sea la necesidad. Además de ello, deben colocarse válvulas según el tipo que se requiera en los tramos que lo necesiten, así también los pasos aéreos.

A continuación se muestra el cálculo para el tramo comprendido entre la estación E-22 a la estación E-37, a manera de ejemplo.

a) Datos para diseño

E-22 = Caminamiento 0+000	Cota = 19,51
E-37 = Caminamiento 0+371,78	Cota = 5,29
Q = 0,6708 l/s	Coefficiente hidráulico (PVC) = 150

La longitud "L", de diseño es el caminamiento respectivo del punto o estación, en este caso es 371,78 m. Para los tramos siguientes es la diferencia del caminamiento superior y la inferior.

b) Número de viviendas

Las viviendas contabilizadas = 255 viviendas

c) Caudal instantáneo (Qi)

Caudal que se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal está dado por la expresión:

$$Q_i = k * \sqrt{n-1}$$

Donde n es el número de viviendas en el ramal y k es una constante que puede ser 0,15 para sistema predial y 0,25 para redes para llena cántaros.

$$Q_i = 0,15 * \sqrt{21-1} = 0,67 \text{ l/s}$$

d) Caudal de vivienda (Qv)

Caudal utilizado en el diseño de una red de distribución. Se determina por medio del caudal máximo horario dividido entre el número total de viviendas de una población.

$$Q_{viv} = \frac{\text{Caudal Máximo Horario (QMH)}}{\text{Número de Viviendas Futuras}}$$

$$Q_{viv} = \frac{5,36 \text{ l/s}}{310 \text{ viviendas}} = 0,0173 \text{ l/s}$$

e) Caudal de vivienda por tramo

$$Q_t = Q_{viv} \times \text{No. Viviendas}$$

$$Q_t = (0,0173 \text{ l/s}) \times (21 \text{ viviendas}) = 0,363 \text{ l/s}$$

f) Caudal de Diseño (QDiseño)

Está dado por tres tipos de caudales, de los cuales se toma el mayor

- Caudal instantáneo
- Caudal de vivienda por tramo
- Caudal de diseño, menos el caudal por vivienda de tramos anteriores

En este caso el caudal de diseño corresponde al caudal instantáneo por ser el mayor.

$$0,363 \text{ l/s} \leq 0,67 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{Diseño}} = 0,67 \text{ l/s}$$

g) Coeficiente de fricción (C)

El valor de este coeficiente para tubería de PVC corresponde a 150, y para HG corresponde a 100.

h) Diámetro teórico por Hazen Williams

Con la formula de pérdidas de Hazen Williams y los datos anteriores se procede a calcular el diámetro teórico.

$$D = \left[\frac{1\,743,811 \times L \times Q^{1,85}}{H_f \times C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

Sustituyendo datos

$$D = \left[\frac{1\,743,811 \times 371,78 \text{ m} \times 0,67 \text{ l/s}^{1,85}}{(19,41 - 5,29) \times 150^{1,85}} \right]^{1/4,87} = 1,16 \text{ in}$$

Se debe considerar las pérdidas por fricción, debiendo probar con diámetros superiores o inferiores de tubería, a manera de contrarrestar estas

pérdidas, y lograr mantener presiones adecuadas a lo largo del tramo que se está diseñando.

i) Diámetro nominal

En este tramo se propuso un diámetro nominal de 1½ in.

j) Diámetro interior

El diámetro interior para una tubería de 1½ in de 160 PSI corresponde a 1,754 in.

k) Cálculo de las pérdidas por fricción

Una vez definido el diámetro interno de la tubería, se procede a calcular el valor real de la pérdida en este tramo; por medio de la ecuación de Hazen Williams.

Sustituyendo valores:

$$H_f = \frac{(1\,743,811) * (371,78) * (0,6708)^{1,85}}{(150)^{1,85} * (1,754)^{4,87}} = 1,89 \text{ m}$$

l) Cálculo de la velocidad

Ésta viene expresada de la siguiente manera:

$$V = (1,974 * Q) / D^2$$

Donde:

V = velocidad del agua en metros por segundo

Q = caudal en litros por segundo (l/s)

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

Sustituyendo valores:

$$V = (1,974 * 0,6708) / 1,754^2 = 0,43 \text{ m/s}$$

La velocidad obtenida anteriormente, es levemente inferior a la mínima requerida, pero se decidió tomar como válida esta velocidad por estar cercana a la velocidad mínima.

Preferiblemente es mejor mantener presiones adecuadas aún así se ve afectada levemente la velocidad según los requerimientos. Con el diámetro comercial inferior al adoptado aumenta la velocidad, pero la presión hidrodinámica se ve afectada por una disminución sustancial, arriesgando a dificultar el paso del agua por los puntos más alejados del proyecto.

m) Cálculo de la cota piezométrica

La cota piezométrica final del tramo, se calcula restando la cota piezométrica al inicio del tramo, menos las pérdidas del tramo; por lo tanto, se calcula de la siguiente manera:

$$P_{if} = P_{io} - H_f$$

Donde:

P_{if} = cota piezométrica final del tramo

P_{io} = cota piezométrica al inicio del tramo

H_f = pérdida por fricción o pérdidas de carga

Sustituyendo valores:

$$P_{lf} = 19,51 - 1,89 = 17,62 \text{ mca}$$

n) Cálculo de la presión hidrodinámica

La presión hidrodinámica al inicio de este tramo 15 mca, y la presión hidrodinámica al final del tramo se calcula de la siguiente manera: cota piezométrica final menos la cota final del terreno de dicho tramo.

$$P_{Df} = P_{lf} - C_f$$

Donde:

P_{Df} = presión hidrodinámica al final del tramo

P_{lf} = cota piezométrica al final del tramo

C_f = cota de terreno al final del tramo diseñado

Sustituyendo valores:

$$P_{Df} = 17,62 - 5,29 = 12,33 \text{ mca}$$

Se chequea que la presión se encuentre en el rango de 6 y 40 metros columna de agua.

2.1.10.6. Sistema de desinfección

Se utilizará un alimentador automático de tricloro, instalado en serie con la tubería de conducción, a la entrada del tanque de distribución.

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal de conducción durante un día. Este caudal es de 2,83 l/s, haciendo un total de 244 512 litros diarios.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90% y 10% de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal de conducción se hace mediante la fórmula para hipocloritos, y esta es:

$$G = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

Donde:

G= Gramos de tricloro

C= Miligramos por litro deseados

M= Litros de agua a tratarse por día

D= Número de días

%CL= Concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07% y 0,15%, éste depende del caudal de bombeo a tratar, para este proyecto (2,83 l/s = 244 512 l/d) se utilizará un valor del 0,1%, por lo que se tiene:

$$G = \frac{0,001 * 244\ 512 \text{ l/d} * 30 \text{ días}}{0,9}$$

G = 8 150,40 gramos

Lo cual significa que se necesitan 40 tabletas mensuales. Estas serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes. El gasto de operación del sistema de desinfección será tomado en cuenta para la propuesta de tarifa.

2.1.10.7. Obras de arte

Se utilizan en el recorrido de la tubería, según la necesidad que se presente en cualquier punto que pueda afectar al sistema hidráulico. Entre las obras hidráulicas se utilizaron:

2.1.10.7.1. Conexiones domiciliarias

Estas se construirán inmediatas al cerco de las propiedades, con el objetivo de que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, debido a la variación de estas longitudes y para efectos de presupuesto se asumieron dos tubos de PVC de ½" por conexión domiciliar; asimismo, esta estará conformada por una válvula de compuerta y una llave de paso, para disminuir las presiones al ingreso de las viviendas.

2.1.10.7.2. Paso de zanjón

Estos se construirán en puntos donde existen pasos de agua natural. En total se construirán 3.

2.1.11. Administración, operación y mantenimiento

Esta etapa es de suma importancia y debe considerarse prioritaria, ya que ningún sistema de agua potable puede funcionar por sí mismo, ni funcionar de manera adecuada si se opera de una manera inadecuada; por otra parte su mantenimiento es indispensable. Por tal razón se pretende que exista un comité capaz de resolver de manera inmediata la mayoría de los problemas técnicos, operativos y administrativos, que se presenten durante el servicio del sistema de agua potable.

✓ Administración

El comité de vecinos debidamente organizado es el encargado de velar el uso adecuado del sistema y de racionar equitativamente el suministro, en caso de emergencia. Así mismo, debe dirigir al encargado del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema, e implementar los mecanismos de seguridad adecuados que estén a su alcance, para evitar actos de vandalismo contra el sistema y perjuicio de los usuarios.

Puesto que el comité tiene la administración del sistema, debe efectuar el cobro de la tarifa previamente determinada, en la fecha estipulada; dicha tarifa incluye ingresos para cubrir gastos administrativo, reparaciones, cambios y mejoras en el sistema. Además, tiene a su cargo llevar el registro de cuántos usuarios están conectados al sistema y otorgar nuevos derechos de conexión; sin sobrepasar la capacidad del sistema; para ello debe elaborarse un reglamento interno de la comunidad; esta actividad se recomienda que sea supervisada por la comunidad.

Para que la administración sea funcional, la comunidad tiene que estar en completo acuerdo con los diferentes elementos que intervienen o que

componen a la misma, por lo que el comité, la tarifa y los reglamentos sobre el uso del agua, debe determinarse o avalarse en una asamblea comunitaria.

✓ Operación y mantenimiento

El encargado del funcionamiento debe ser preferiblemente un fontanero asalariado, que realizará inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema para garantizar su adecuado funcionamiento.

Entre las actividades más comunes del fontanero están: detectar posible fugas cuando se registra continuamente insuficiente; efectuar reparaciones necesarias; alimentación y limpieza del sistema de desinfección; mantener limpia las unidades y limpias de maleza, y velar por el buen funcionamiento de todas las obras complementarias. Si no se cuenta con un fontanero, entonces, el comité de vecinos es el encargado de realizar dichas actividades.

Es importante enfatizar que ningún sistema de agua funciona adecuadamente sin la supervisión del elemento humano; de lo contrario, el sistema tarde o temprano colapsará y dejará de prestar el servicio.

2.1.12. Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuidado así lo amerita también correctivo;

dichos recursos sólo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa que cada una de las viviendas deberá cancelar.

Costo de operación (O)

Representa el pago mensual al fontanero por revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación de los sistemas de desinfección y bombeo. Para este caso se asigna un salario mensual de Q1 680.

Costo de mantenimiento (M)

Este costo se utilizará para la compra de materiales del proyecto cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado para el período de diseño.

$$M = \frac{0,004 * \text{Costo proyecto}}{21} = \frac{0,004 * Q454\,575,96}{21} = Q86,60/\text{mes}$$

Costo de tratamiento (T)

Éste será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

T = Costo tableta en gramos * Numero de tabletas a utilizar en un mes

$$T = Q26/\text{tableta} * 40\text{tabletas} = Q1,040/\text{mes}$$

Costo de administración (A)

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima un 15% de la suma de los anteriores.

$$A = 0,15 * (O + M + T) = 0,15 * (Q1\ 680 + Q86,60 + Q1\ 040) = Q421/\text{mes}$$

Costo de reserva (R)

Cantidad de dinero dedicada a cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,12 * (O + M + T) = 0,12 * (Q1\ 680 + Q86,60 + Q1\ 040) = Q336,80/\text{mes}$$

Costo de electricidad (E)

Se calculó para una bomba de 15 HP un consumo mensual de 2 649,60 Kw, a un precio unitario de Q1,50, y el resultado es de Q3 974,40/mes.

Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O + M + T + A + R + E}{\# \text{viviendas}}$$

$$TAR = \frac{Q1\ 680 + Q86,60 + Q1\ 040 + Q421 + Q336,80 + Q3\ 974,40}{260 \text{ viviendas}} = Q\ 28,90 / \text{mes}$$

Se propone una tarifa mínima de Q30 por servicio mensual. Este es un valor accesible para la población, ya que las tarifas que la municipalidad propone oscilan entre Q25 y Q30 mensuales.

2.1.13. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de agua potable se presentan en el apéndice 1; están conformados por: planta de conjunto, planta y perfil de red de distribución, y detalles de obras hidráulicas.

2.1.14. Elaboración de presupuesto

Existen varias formas de realizar un presupuesto, que varían de acuerdo al uso que se le dé. Para éste proyecto, se elaboró un presupuesto en base a precios unitarios. Y los precios de materiales se cotizaron en el área del municipio y los salarios son los que se manejan en la municipalidad.

Tabla II. **Resumen del presupuesto de la red de distribución de agua potable**

Presupuesto

PROYECTO:

“Red de distribución de agua potable”

	LUGAR: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAÍSO	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	PRELIMINARES				
1,1	LIMPIEZA Y CHAPEO	4797,34	M ²	4,41	21 156,27
1,2	TRAZO Y ESTAQUEADO	4 850	ML	12	58 200
1,3	EXCAVACIÓN	2 934,93	M ³	40,12	117 749,40
1,4	RELLENO	3 688	M ³	21	77 445,48
2	RED DE DISTRIBUCIÓN				
2,1	Tubo de PVC de 4", 125 PSI	125	UNIDAD	84,28	10 535,00
2,2	Tubo de PVC de 3", 125 PSI	40	UNIDAD	403,87	16 154,80
2,3	Tubo de PVC de 2"	280	UNIDAD	136,32	38 169,63
2,4	Tubo de PVC de 1 1/2"	467	UNIDAD	88,25	41 212,80

2,5	Tubo de PVC de 1"	13	UNIDAD	526,46	6 843,98
2,6	Conexión predial	260	UNIDAD	258,11	67 108,60
3	OTROS				
3,1	PASO DE ZANJÓN	3	UNIDAD	11 965,19	35 895,57
PRECIO TOTAL					454 575,96

Fuente: elaboración propia

El costo directo total del proyecto es de cuatrocientos cincuenta y cuatro mil quinientos setenta y cinco con noventa y seis centavos.

2.1.15. Evaluación socio-económica

En general, los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable tienen un gran componente social, el cual da al proyecto un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido; deben entonces considerarse los efectos indirectos, de valorización social de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno, que se describen a continuación.

2.1.15.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como los valores de rescate futuros de un proyecto a un valor

presente, a manera de determinar si este es rentable al término del periodo de funcionamiento.

Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11%. El procedimiento a realizar será:

Costo de ejecución = Q454 575,96 debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

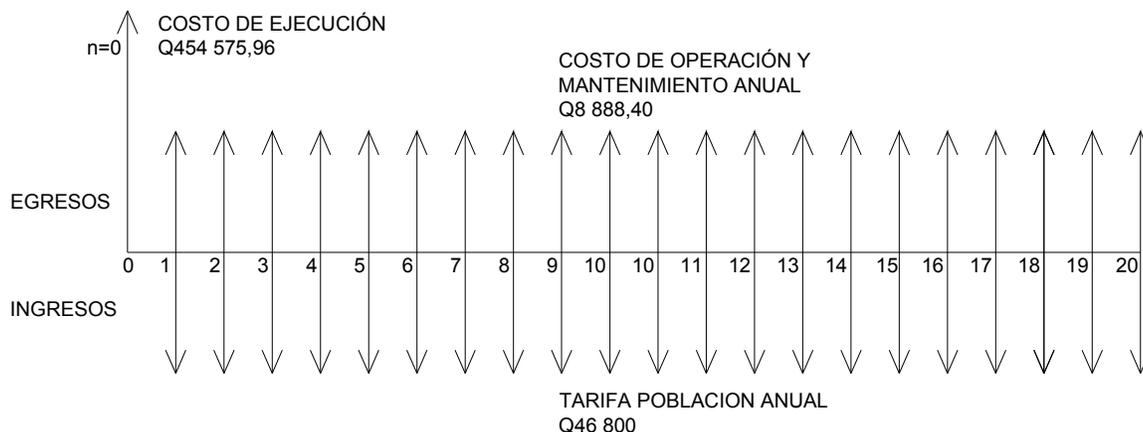
Costo de operación y mantenimiento anual (CA); del análisis de tarifa se tiene:

$$CA = (O+M+T+A+R)*12 = Q740,70*12 \text{ meses} = Q8 888,40$$

Tarifa poblacional anual (IA):

$$IA = Q15/\text{vivienda} * 260 \text{ viviendas} * 12 \text{ meses} = Q46 800$$

Figura 4. **Esquema de ingresos y egresos durante el período de diseño**



Fuente: elaboración propia

Costo de operación y mantenimiento

$$VP = CA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 8\,888,40 * \left[\frac{(1+0,11)^{20} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{20}} \right] = Q\,70\,781,24$$

Tarifa poblacional

$$VP = IA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 46\,800 * \left[\frac{(1+0,11)^{20} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{20}} \right] = Q\,372\,683,75$$

El valor presente neto estará dado por la sumatorias de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el periodo de funcionamiento del sistema.

VPN = ingresos – egresos

VPN = Q372 683,75 – Q 70 781,24

VPN = Q301 902,51

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento. Además, se dispondrá de una cantidad de dinero adicional para otros proyectos pequeños de carácter social para dicho Parcelamiento.

2.1.15.2. Tasa interna de retorno

Para la tasa interna de retorno, se debe considerar el concepto de esta. La tasa interna de retorno trata de considerar un número en particular que resuma los méritos de un proyecto. Dicho número no depende de la tasa de interés que rige el mercado de capitales. Por eso es que se llama tasa interna de rentabilidad; el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada, excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Cuando se desconoce el valor de la tasa de descuento, se establece que el Valor Presente Neto, es igual a cero, ya que cuando ocurre es indiferente aceptar o no la inversión. La tasa interna de retorno de una inversión, es la tasa de rendimiento requerida que produce como resultado un valor presente neto de cero cuando se le utiliza como tasa de descuento.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio. Éste se determina de la siguiente manera:

Costo=Inversión inicial-VPN=Q454 575,96 – Q301 902,51 = Q152 673,45

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

Costo/beneficio= Q152 673,45/813habitantes=Q187,80/h

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

Según las expectativas de las entidades que colaboran con la Municipalidad del Puerto de San José se tiene un rango aproximado de hasta Q.500,00 por habitante.

De lo anterior se concluye que el proyecto, podrá ser considerado favorablemente por cualquiera de las instituciones que trabajan actualmente con la municipalidad.

2.1.16. Evaluación de impacto ambiental

En la construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable y en general, todas las actividades realizadas por el ser humano en la tierra, generan un impacto en los componentes ambientales, ambiente físico, biológico y social. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible o negativo con posibles mitigaciones o neutros.

De acuerdo con las leyes actuales, se pueden realizar dos tipos de estudios de impacto ambiental:

- Impacto ambiental no significativo o evaluación rápida
- Impacto ambiental significativo o evaluación general

El estudio de impacto ambiental no significativo o evaluación rápida, se lleva a cabo por medio de una visita de observación al sitio, propuesto para el proyecto por parte de técnicos en la materia, aprobados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales M.A.R.N. y por cuenta del interesado, para determinar si la acción propuesta no afecta significativamente al ambiente. El

criterio debe basarse en proyectos similares según tamaño, localización e indicadores que se crean pertinentes.

El estudio de impacto ambiental significativo o evaluación general se podrá desarrollar en dos fases:

- Fase preliminar o de factibilidad
- Fase completa

La fase preliminar o de factibilidad deberá contener, datos de la persona interesada, descripción del proyecto y escenario ambiental, principales impactos y medidas de mitigación, sistema de disposición de desechos, plan de contingencia, plan de seguridad humana y otros que se consideren necesarios.

La fase completa, generalmente, se aplica a proyectos con grandes impactos y debe ser un estudio, lo más completo posible que, además de lo establecido en la fase preliminar, deberá responder a una serie de interrogantes necesarias para determinar el impacto que tendrá el proyecto.

- a) ¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- b) ¿Cuál es el alcance de los cambios que sucedan?
- c) ¿Qué importancia tienen los cambios?
- d) ¿Qué puede hacerse para prevenir o mitigar dichos cambios?
- e) ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- f) ¿Qué piensa la comunidad del proyecto?

Fines de la evaluación de impacto ambiental

Tanto para la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable como para la construcción de un salón comunal, los impactos generados se consideran poco significativos, por lo que se puede realizar una evaluación rápida. Esta evaluación debe contener información básica y establecer con suficiente nivel de detalle, los impactos negativos previstos y sus medidas de mitigación propuestas.

Información sobre el proyecto

- Evaluación rápida
- a) Nombre de la comunidad: Parcelamiento San Juan el Paraíso
- b) Municipio: Puerto de San José
- c) Departamento: Escuintla

Tipo del proyecto

- Diseño del sistema de agua potable

Especiales

- Consideraciones sobre áreas protegidas
 - a) ¿Se ubica el proyecto dentro de un área protegida legalmente establecida? No
 - b) Nombre del área protegida: no aplica
 - c) Categoría de manejo del área protegida: no aplica
 - d) Base legal de la declaratoria del área protegida: no aplica
 - e) Ente administrador del área protegida: no aplica
 - f) Ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida: no se encuentra dentro de áreas protegidas
-
- Consideraciones sobre ecosistemas naturales
 - a) ¿Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural? No
 - b) ¿Estado actual del ecosistema? no aplica

- Otras consideraciones

Cruza el proyecto alguno de las siguientes zonas:

- a) Zona de alto valor escénico: no
- b) Área turística: no
- c) Sitio ceremonial: no
- d) Sitio arqueológico: no
- e) Área de protección agrícola: no
- f) Área de asentamiento humano: no
- g) Área de producción forestal: no

El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas tabla III.

Tabla III. Impactos ambientales durante la ejecución

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
	Ejecutor	Comunidad	Municipalidad
<u>Actividad</u>			
Remoción de la cobertura vegetal.	X		
Movimiento de material.	X		
Disposiciones inadecuadas de materiales de desperdicio.	X		
Alteración y contaminación de aguas superficiales.	X		
Contaminación del aire por polvo generado en construcción.	X		
Alteración del paisaje natural.	X	X	
Generación de desechos sólidos.	X		

Fuente: elaboración propia

Los impactos ambientales negativos identificados durante la operación de los proyectos son:

Tabla IV. Impactos ambientales negativos durante la operación

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
Actividad	Comité Mantenimiento	Comunidad	Municipalidad
Disminución del nivel del agua subterránea.	X	X	X
Pequeñas inundaciones debido a fugas en el sistema de agua.	X		
Disposición inadecuada del sistema de agua.	X	X	

Fuente: elaboración propia

Tabla V. **Medidas de mitigación y compensación en la ejecución y operación**

ETAPA PROYECTO	CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Componentes ambientales y sociales	Impacto	Medidas de mitigación	Impacto	Medidas de mitigación
Ambiente físico				
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> Remoción de cobertura vegetal Movimiento de material Disposición inadecuada de materiales de desperdicio 	<p>La construcción y adecuada disposición de los residuos orgánicos.</p> <p>Seleccionar sitios adecuados y colocar en capas no mayores de 0,25 m compactado.</p>	<p>Desechos sólidos derivados de las actividades de limpieza del pavimento.</p> <p>Disposiciones inadecuadas de las aguas residuales.</p> <p>Disminución del nivel de agua Subterránea.</p>	<p>Mantener recipientes receptores de los desechos sólidos y disponerlos en sitios adecuados.</p> <ul style="list-style-type: none"> Construcción de un sistema recolector o pozos de absorción o de filtración.
Recursos	Alteración y contaminación de aguas superficiales	<p>Posteriormente colocar una capa de material orgánico.</p> <p>Construcción durante estación seca, alteración mínima de corrientes de aguas naturales.</p>		
hídricos	Contaminación del aire por polvo generado en construcción.	Usos de agua para minimizar la Generación de polvo.		

Calidad del aire				<ul style="list-style-type: none"> • Medidas de reforestación y creación de estructuras que permitan la filtración del agua
------------------	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

Al observar los impactos ambientales negativos generados y las medidas de mitigación requeridas, se considera que tanto el proyecto de agua potable como la construcción del pavimento, son ambientalmente viables. También, se prevé que habrá impactos sociales de carácter positivo, al mejorar la salud de los habitantes de la comunidad, al contar con agua sanitariamente segura para su consumo; además, en la comunidad se generarán fuentes de trabajo con el diseño del sistema de agua potable.

2.2. Diseño del puente vehicular, para el caserío Campamento La Barrita

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un puente vehicular en el caserío campamento La Barrita de concreto reforzado, de una vía, para soportar una carga viva AASTHO H15-44, con una luz libre entre apoyos de 17 m. y un ancho útil de rodadura de 4 m. Ver figura 5.

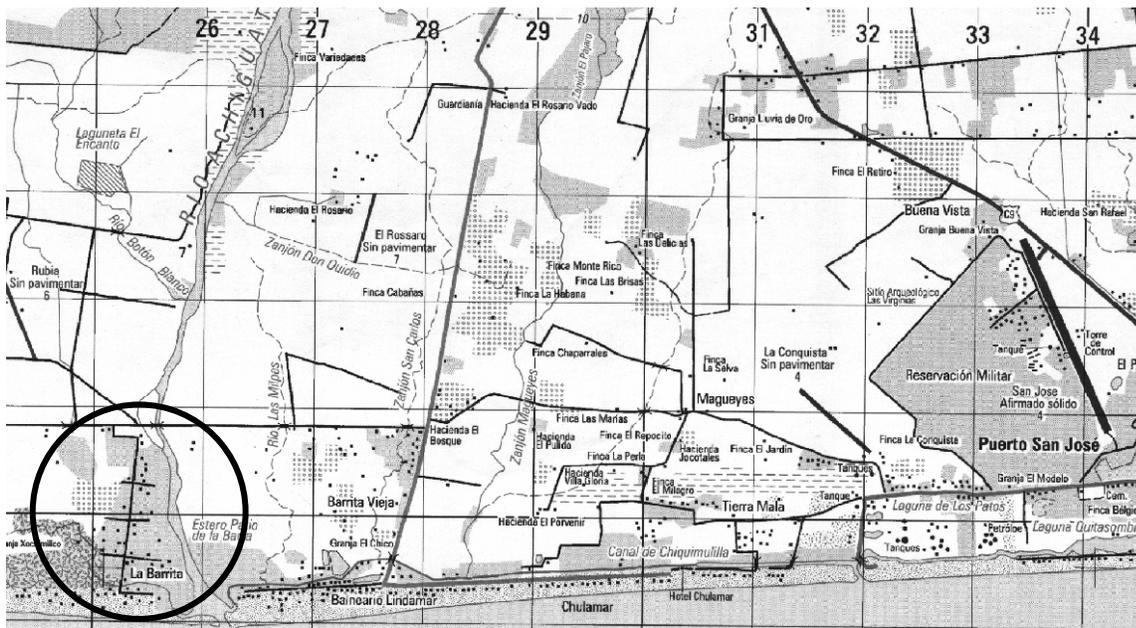
El puente vehicular estará conformado por:

- Superestructura: es la parte del puente en donde actúa la carga móvil, y está compuesta por:
 - Losa
 - Vigas
 - Barandales

- Subestructura: Es la parte del puente que se encarga de transmitir las cargas al suelo de cimentación, y está compuesta por:
 - Cortina
 - Viga de apoyo

- Estribos

Figura 5. Ubicación del proyecto



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Mapa 1: 50,000.

2.2.2. Estudio hidrológico

En proyectos sobre puentes, el dato más útil e indispensable en el perfil transversal del cauce, es el que corresponde al tirante normal, al tirante de creciente máxima y al tirante de creciente máxima extraordinaria, los cuales son

necesarios para calcular la luz y altura del puente. El tirante normal de un río es aquel que lleva cuando se realiza el levantamiento topográfico y que varía dentro de cierto rango durante la época de estiaje. La creciente máxima es aquella que se produce con mayor frecuencia en las épocas de lluvia y se determinan a través de las señales que deja, o por la información de vecinos del lugar. Este tipo de crecidas ocurre cada año y la máxima extraordinaria, cada 20 años.

Para el cálculo de los caudales, existen varios métodos, entre los cuales se tiene: aforo directo con molinete, vertederos, volumétrico, aforo químico, sección-pendiente, etc. El método que se utilizó en el presente proyecto fue el de sección-pendiente.

2.2.2.1. Método de sección-pendiente

Para la determinación de crecidas por este método, se necesita determinar la máxima altura de agua alcanzada por una corriente en el pasado. Esto se logra por determinar uno o varios de los siguientes procedimientos.

- Buscar señales que han dejado grandes crecidas
- Preguntar a los habitantes del lugar
- Buscar en viejos archivos o en crónicas locales

Una vez determinada la altura máxima, se obtiene el valor del área “A” de la sección de la corriente en la misma forma como se hace en aforos, para poder calcular el caudal máximo por medio de la fórmula $Q = V \times A$. El valor de la velocidad “V” de la corriente, aplicando la fórmula de Manning.

Con los datos de la topografía, realizado en el tramo del canal 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo, se determinó la pendiente en ese segmento del canal, el cual fue de 1,5%. Luego, se calculó el área de la sección transversal de la corriente, tomando en cuenta la crecida máxima por datos recopilados por los habitantes del lugar. Ver figura 6

$$V = \frac{1}{n} \left(R^{2/3} * S^{1/2} \right)$$

Donde:

V = Velocidad en m/s

R = Radio Hidráulico (área / perímetro mojado)

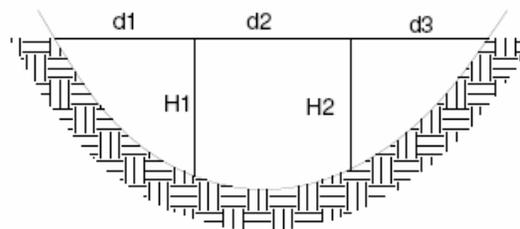
S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad

A = Área de desalojo

PM = Perímetro mojado

Figura 6. Área de la sección del río



Fuente: elaboración propia

$$A = \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right) * h_1 + \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right) * h_2 + \dots + \left(\frac{d_n + d_{n+1}}{2} \right) * h_n$$

$$A = \left(\frac{2,64 + 6,91}{2} \right) * 0,73 + \left(\frac{6,91 + 2,37}{2} \right) * 2,42 + \left(\frac{2,37 + 7,67}{2} \right) * 2,74 + \left(\frac{7,67 + 5,56}{2} \right) * 1,20 =$$

$$A = 36,41 \text{ m}^2$$

$$PM = 25,54 \text{ m}$$

2.2.2.2. Cálculo del caudal máximo

De los datos obtenidos en el campo se determinaron los siguientes resultados.

Pendiente para el caudal máximo	1,5 %
Altura de crecida	1,10 m
Área de desalojo	36,41 m ²
Coefficiente de rugosidad	0,22
Perímetro mojado	25,54 m

Cálculos:

$$R = \frac{PM}{A}$$

$$R = \frac{36,41}{25,56} = 1,4256$$

$$V = \frac{1}{n} \left(R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$V = \frac{1}{0,22} \left[(1,4256)^{2/3} * (0,0150)^{1/2} \right] = 0,71 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = (0,71)(36,41) = 25,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con el dato anterior se determina que la luz eficaz del puente será de 16,10 m y la altura desde el lecho del río hasta la parte inferior de las vigas de 2,80 m.

2.2.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es una herramienta indispensable en el diseño de puentes, ya que permite representar gráficamente los posibles puntos de ubicación de la obra y la geometría de las partes del puente. Se realizaron los levantamientos siguientes.

- **Planimétrico:** el método de conservación del azimut, se define como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación.
- **Altimétrico:** es la medición de las alturas de una superficie determinada de la tierra, con el fin de representar gráficamente la superficie en estudio con la planimetría. En el presente trabajo la medición altimétrica se realizó por medio de la nivelación compuesta; los resultados se presentan en el plano topográfico.

2.2.4. Evaluación del tipo de suelo

Es necesario conocer las características del suelo con el objetivo de determinar la dimensión de la cimentación que se utilizará para soportar la superestructura, y para asegurar que la estructura no sufra asentamientos considerables que la hagan inestable.

Se debe explorar el suelo hasta encontrar un estrato adecuado para ubicar la cimentación del puente y determinar el valor soporte del mismo, así como también determinar el peso del suelo que provocan fuerzas de empuje en la cimentación, de manera que se puede analizar la estabilidad de la misma.

Los ensayos de suelo recomendados para el diseño de un puente son:

- Sondeo dinámico (SPT)
- Ensayo de compresión triaxial
- Gravedad específica (GS)

Al suelo del proyecto se le realizó un ensayo de compresión triaxial. Para lo cual fue necesaria la extracción de una muestra inalterada y representativa de suelo de un pie cúbico (1ft^3) la cual, después de las pruebas correspondientes generaron los siguientes resultados.

Tipo de ensayo:	No consolidado y no drenado
Dimensión de la probeta:	2,5" x 5,0"
Ángulo de fricción interna:	$\phi = 25,39^\circ$

Cohesión: $C_u = 0,25 \text{ T/m}^2$
Descripción del suelo: Arena, color gris oscuro

Cálculo de la capacidad soporte del suelo:

Para encontrar el valor soporte del suelo y compararlo con la presión que ejerce la carga del puente hacia la zapata, se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$q_d = 1,3 * C' * N'_c + \bar{\delta}_s * Z * N'_q + 0,4 * \bar{\delta}_s * B * N'_w$$

Donde:

q_d = capacidad soporte del suelo

C' = cohesión

$\bar{\delta}_s$ = peso específico del suelo

Z = desplante

B = base de la cimentación

Datos:

$$C' = 0,25 \text{ T/m}^2$$

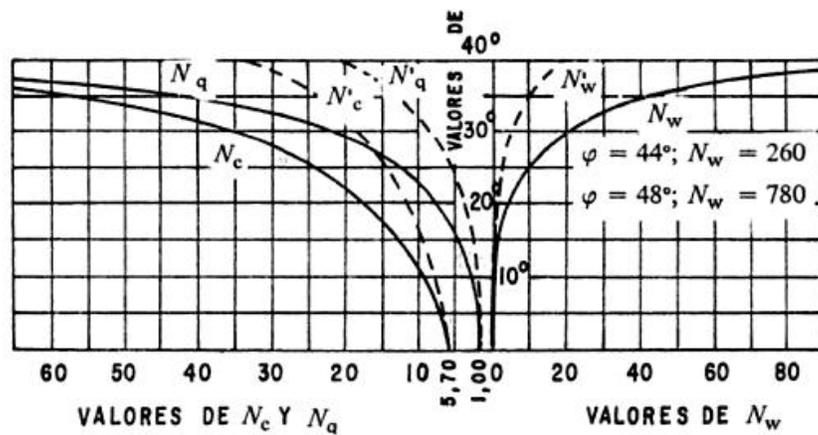
$$\bar{\delta}_s = 1,65 \text{ T/m}^3$$

$$Z = 2 \text{ m}$$

$$B = 5,20 \text{ m}$$

$$\emptyset = 25,39^\circ$$

Figura 7. Factores para capacidad de carga para aplicación de la teoría de Terzaghi



Fuente: elaboración propia

Por medio de la gráfica anterior, si $\phi = 25,39^\circ$ se obtiene:

$$N'_c = 15,2$$

$$N'_q = 5,40$$

$$N'_w = 2,00$$

Sustituyendo en la ecuación

$$q_d = 1,3*(0,25 \text{ T/m}^2)*(15,2)+(1,65 \text{ T/m}^3)*(2 \text{ m})*(5,4)+(0,4)*(1,65 \text{ T/m}^3)*(5,2 \text{ m})*(2)$$

$$q_d = 29,62 \text{ T/m}^2$$

Cálculo del valor soporte con un factor de seguridad = 3

$$V_s = (q_d)/3$$

$$V_s = (29,62 \text{ T/m}^2)/3$$

$$V_s = 9,87 \text{ T/m}^2$$

$$P_u(T) = (V_s)*(área \text{ de zapata})$$

$$P_u(T) = (9,87 \text{ T/m}^2)*(5,2 \text{ m} * 1,0 \text{ m})$$

$$P_u(T) = 51,32 \text{ T}$$

2.2.5. Geometría del puente

El puente se construirá en el caserío Campamento La Barrita y estará destinado a salvar el canal de Chiquimulilla, cubrirá una luz entre apoyos de 17 m y será de una vía con un ancho de rodadura de 4 m y un ancho total de 5,20 m. Estará conformado por una superestructura de concreto armado, conformada por una losa plana, banquetas, tres vigas principales y dos diafragmas externos. La subestructura estará conformada por estribos de concreto ciclópeo, viga de apoyo, cortina y zapata de concreto armado. La altura será de 3 m sobre el lecho del río.

2.2.6. Criterios y especificaciones para el diseño de puentes de concreto de sección rectangular y losa

Luz libre	17 m
Luz eficaz	16,10 m
Ancho total	5,20 m
Ancho útil	4 m
Esfuerzo máximo del concreto	(f'c) 210 kg/cm ²
Esfuerzo máximo del acero	(Fy) 2 810 kg/cm ²
Peso volumétrico del concreto ciclópeo	(Wcc) 2 700 kg/cm ²
Peso volumétrico del concreto armado	(Wc) 2 400 kg/cm ²
Profundidad de la cimentación	(H) 2,80 m
Sobrecarga (Eje más pesado H15-44)	12 000 l

Para este proyecto se tomarán en cuenta normas para el diseño de puentes de concreto armado, como las normas de la última edición de *Estándar Specification for Highway Bridges, de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* y algunas normas aplicables al diseño de este proyecto del *American Concrete Institute (Código ACI 318-2005)*.

Para la superestructura se debe tomar en cuenta:

- La acera y el barandal deben construirse posteriormente a la deflexión libre de las vigas.

Para la subestructura se debe tomar en cuenta:

- Los estribos deben ser diseñados en función del estudio de suelos;
- Deberá proporcionarse adecuado drenaje a los estribos para evitar presiones nocivas a la estructura;

- Recubrimientos: AASHTO 8.22. Se utiliza a partir del rosto de la barra a la superficie del concreto. Para cimientos y muros 8 cm, para losas 5 cm (cama superior) y 2.5 cm (cama inferior) y vigas 5 cm;
- Longitud de desarrollo: AASHTO 8.24.1.2. Se proporcionará a las barras la longitud necesaria a partir del punto donde se requieren por diseño, la cual es la mayor de la profundidad efectiva del elemento, 15 diámetros de la barra o la luz/20;
- Traslapes: AASHTO 8.25 DGC 509.080. Se calculan con base en la longitud de desarrollo establecida en cada caso. Se recomienda el uso de uniones mecánicas para las barras No. 11 o mayores, de tal modo que desarrollen un 125% de la resistencia nominal (FY) de la barra;
- Ganchos: AASHTO 8.23.2.2. DGC 509. Los dobleces deberán ser hechos en frío y un equivalente a 6 diámetros en su lado libre, cuando se trata de 180 grados y 12 diámetros, cuando se trata de 90 grados.

2.2.7. Diseño de la superestructura

La superestructura está compuesta de elementos como: vigas, diafragmas, losas, barandas y banquetas. Sobre la superestructura se realiza la circulación de los vehículos y de los peatones. Usualmente se le llama tablero del puente.

2.2.7.1. Predimensionamiento de la sección de la viga

Para el dimensionamiento de las vigas ACI sugiere un peralte igual al 1/16 L para no chequear deflexiones, y para la base $\frac{1}{2} d$.

Luz a línea central de apoyos	L_{ca}	= 16,60 m
Luz libre	L_l	= 16,10 m
Luz eficaz	L_e	= 17 m
Peralte	$d = 8\% L_{ca}$	$d = 0,08 * 16,60 = 1,328 \approx 1,30$ m
Base	$b = 0,5 * d$	$b = 0.5(1,30) = 0,65 \approx 0,70$ m

La base se incrementa a 0,70 m, para que el refuerzo a colocar pueda satisfacer las especificaciones respecto a recubrimiento y separación de las barras paralelas.

- Predimensionamiento de diafragma

$$\text{Diafragma exterior} = \frac{3}{4} H_{\text{viga}} = 0,75(1,30 - 0,20) = 0,825 \text{ m} \approx 85 \text{ cm}$$

$b = 0,30$ m (ancho normal de la base).

El factor de distribución FD (AASHTO 3.23.1), se interpreta de la siguiente manera. Es la proporción de la carga viva que absorbe cada viga.

$$\text{Puente 1 vía} \quad = \frac{S}{6,5} \quad \text{si} \quad S < 6'$$

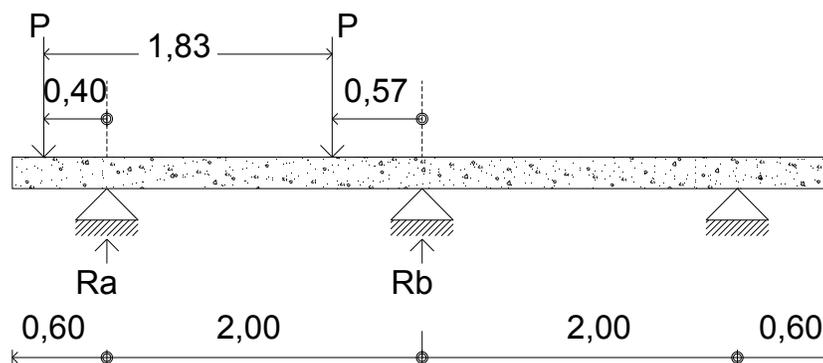
$$\text{Puente 2 vías} \quad = \frac{S}{6} \quad \text{si} \quad S < 10'$$

Donde:

S = espaciamiento entre vigas en pies a ejes.

Para vigas exteriores basta con determinar la reacción en función de P.

Figura 8. **Distribución de distancias, cargas para cálculo de factor de distribución, viga exterior.**



Fuente: elaboración propia

- **Viga exterior**

$$\sum M_B = 0$$

$$2R_a - 2,40P - 0,57P = 0$$

$$2R_a = 2,97P$$

$$R_a = FD_{Ex} = 1,48P$$

- **Viga interior**

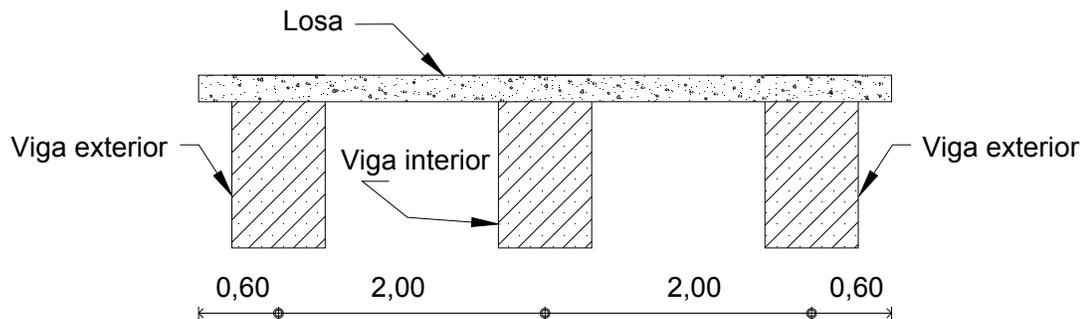
El factor de distribución para la viga interior es el $2 \cdot FD_{Ex}$, por lo tanto:

$$FD_{Interior} = 2,96$$

2.2.7.2. Diseño de losa

La losa del puente se diseñará aplicando las normas AASHTO. Para esto es necesario determinar cómo trabaja la losa. En este caso la losa trabaja en un solo sentido, que es el sentido corto; por lo tanto, el refuerzo principal de la losa es perpendicular al tráfico.

Figura 9. Sección transversal de la losa



Fuente: elaboración propia

- Losa entre vigas

Según AASHTO 1.3.2, la luz de diseño para la losa es igual a la luz libre; de acuerdo con la geometría adoptada en el diseño del puente es de 1,30 m.

Cálculo del espesor de la losa: según especificación AASHTO 8.9.2, para losas con refuerzo principal perpendicular a la dirección del tránsito se recomienda:

$$t = \frac{1,20(S + 3,05)}{30} \geq 0,15 \text{ m}$$

Donde:

t = Espesor de la losa (m)

S= Distancia libre entre vigas (m)

Datos:

L= Losa libre entre vigas (asumiendo un ancho de viga de 0,70 m \Rightarrow S=1,30 m).

$$t = \frac{1,20(1,30 + 3,05)}{30} \geq 0,15 \text{ m}$$

$$t = 0,174 \text{ m} \geq 0,15 \text{ m}$$

$$t = 0,174 \text{ m} \approx 0,20 \text{ m}$$

Se usará un espesor de la losa de 0,20 m.

2.2.7.2.1. Cálculo del peralte

El espesor de losas para puentes de concreto armado va de 15 cm hasta 25 cm, según AASHTO. Por las características del puente y para efectos de este proyecto se toma un espesor de losa de 20 cm.

Tomando varilla No. 4 G 40:

$$d = t - R - \frac{\phi}{2}$$

Donde:

d = Peralte efectivo en m

t = Espesor de la losa en m

R = Recubrimiento mínimo en la parte inferior de la losa en 5 cm

Φ = Diámetro de la varilla usada (No. 4).

Cálculo:

$$d = 0,20 - 0,05 - \frac{0,0127}{2}$$

$$d = 0,1436 \text{ m} \approx 14,36 \text{ cm}$$

2.2.7.2.2. Integración de cargas

Integración de carga muerta

Losa:

$$W_{\text{Losa}} = W_C * t * 1$$

$$W_{\text{Losa}} = 2400 * 0,2 * 1 = 480 \text{ kg/m}$$

Poste:

$$W_{\text{Poste}} = W_C * A_{\text{Poste}}$$

$$W_{\text{Poste}} = 2400(0,15)0,15 = 54 \text{ kg/m}$$

Banqueta:

$$W_{\text{Banqueta}} = W_C hb$$

$$W_{\text{Banqueta}} = 2400(0,20)0,60 = 288 \text{ kg/m}$$

Baranda:

$$W_{\text{Baranda}} = 10 \text{ kg/m}$$

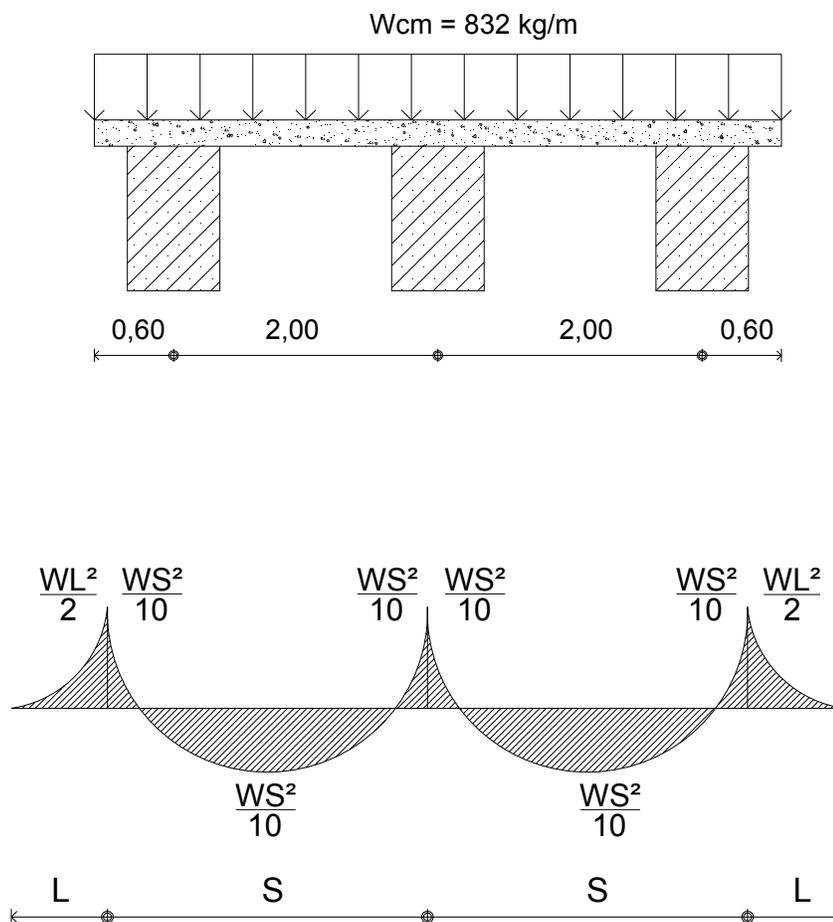
Nota: se calcula el peso de la losa para un valor unitario donde la base se toma $b = 1\text{m}$.

$$W_{CM} = 480 + 54 + 288 + 10 = 832 \text{ kg/m}$$

2.2.7.2.3. Cálculo de momentos

a) Momento debido a la carga muerta

Figura 10. Diagrama de momento en losa



Fuente: elaboración propia

El momento debido a la carga muerta se obtiene por medio de la fórmula siguiente.

$$M_{CM} = \frac{W_{CM} * S^2}{10} \quad \text{ó} \quad M_{CM} = \frac{W_{CM} * L^2}{2}$$

Donde:

M_{CM} = Momento carga muerta

W_{CM} = Carga muerta última

S = Luz libre entre vigas

L = Luz de voladizo

Cálculo:

$$M_{CM} = \frac{W_{CM} * S^2}{10}$$

$$M_{CM} = \frac{832 * 2,00^2}{10}$$

$$M_{CM} = 332,8 \text{ kg-m}$$

$$M_{CM} = \frac{W_{CM} * L^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{832 * 0,60^2}{2}$$

$$M_{CM} = 149,76 \text{ kg-m}$$

Basándonos en las normas, se tiene que hacer uso de la mayor carga que ejerce mayor momento, por ser el más crítico, para el cual se toma el valor de:

$$M_{CM} = 332.8 \text{ kg-m}$$

b) Momento debido a la sobrecarga

- Momento por carga viva

Según especificación AASHTO 3.24.3 caso A, para refuerzo principal perpendicular a la dirección del tráfico, el momento por carga viva está dado por:

$$M_{CV} = \left[\frac{0,8(S + 2)}{30} \right] P$$

Donde:

S = luz libre entre vigas (pies)

P = peso del eje más pesado (l)

Peso de eje más pesado P = 12 000 l

$$M_{CV} = \left[\frac{0,8(4,26 + 2)}{30} \right] * 12 000$$

$$M_{CV} = 2 003,20 \text{ l-ft} \approx 277,60 \text{ kg-m}$$

c) Momento debido al impacto

La carga de impacto es un incremento en el momento producido por la carga viva. Tiene que ser menor o igual al 30%, (AASHTO 3.8.2.1).

$$I = \frac{15,24}{S + 38}$$

Donde:

I = fracción de impacto, siendo $I_{\max} = 30\%$

S = longitud del tramo, donde la carga produce el máximo esfuerzo

$$I = \frac{15,24}{1,30 + 38} = 0,387$$

Como $38,7\% > I_{\max}$ entonces utilizar $I_{\max} = 30\%$

d) Momento último

La integración de los momentos, producidos por las distintas fuerzas que afectan la estructura, las normas AASHTO lo simplifica con la siguiente fórmula.

$$M_U = 1,30 \left[M_{CM} + \frac{5}{3}(M_{CV} * I) \right]$$

$$M_U = 1.30 \left[332.80 + \frac{5}{3}(277.60 * 1.30) \right]$$

$$M_U = 1\ 214,55 \text{ kg-m}$$

2.2.7.2.4. Cálculo del peralte efectivo

Por las condiciones del lugar se obtuvo un peralte efectivo de:

Cálculo:

$$d = 0,20 - 0,05 - \frac{0,0127}{2}$$
$$d = 0,1436 \text{ m} \approx 14,36 \text{ cm}$$

2.2.7.2.5. Cálculo de refuerzo

Refuerzo transversal principal en la cama inferior: estas losas se toman como vigas rectangulares para simplificar el análisis, calculando para una sección de 1 m de ancho y de alto igual al espesor de la losa, cortada perpendicularmente a las vigas de apoyo.

El valor del refuerzo transversal se obtiene con la siguiente fórmula.

$$A_s = 0,85 \frac{f'_{cb} d}{F_y} - \sqrt{\frac{(0,85 f'_{cb} d)^2 - \frac{1,7}{0,9} (f'_{cb} M_U)}{F_y^2}}$$

Donde:

A_s = Área de acero en cm^2

f'_{cb} = Módulo de fluencia del concreto en kg / cm^2

F_y = Módulo de fluencia del acero en kg / cm²

M_u = Momento último en kg – m

b = Base de 1 m

d = Peralte efectivo en m

Datos:

$f'_c = 210$ kg / cm²

$F_y = 2\,810$ kg / cm²

$M_u = 121\,455$ kg – cm

$b = 100$ cm

$d = 14,36$ cm

Cálculo:

$$A_s = 0,85 \frac{(210 * 100 * 14,36)}{2\,810} - \sqrt{\frac{(0,85 * 210 * 100 * 14,36)^2 - \frac{1,7}{0,9} (210 * 100 * 121\,455)}{(2\,810)^2}}$$

$$A_s = 3,41 \text{ cm}^2$$

- Área de acero mínima

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} bd$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2\,810} (100 * 14,36)$$

$$A_{s_{\min}} = 7,21 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima:

$$\rho_{bal} = \phi \beta_1 E_s \frac{0,003 f'c}{F_y(0,003 E_s + F_y)}$$

Donde:

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (} f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \text{)}$$

$$E_s = 2,06 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Phi = 0,90 \text{ (Factor de reducción para flexión)}$$

Cálculo:

$$\rho_{bal} = (0,90)(0,85)(2,06 \times 10^6) \frac{0,003(210)}{2810(0,003(2,06 \times 10^6) + 2810)}$$

$$\rho_{bal} = 0,0393$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0,50 \rho_{bal} \text{ (Zona Sísmica)}$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0,50(0,0393) = 0,0197$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = \rho_{m\acute{a}x} b d$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = (0,0197)(100)(14,36)$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 28,29 \text{ cm}^2$$

Las Normas ACI 318-05 indican:

$$A_{s_{\min}} \leq A_s \leq A_{s_{\max}}$$

El área de acero calculada tiene que ser mayor que el área de acero mínima y menor que el área de acero máxima. Como no cumple, ya que el área mínima es mayor que el área calculada, se usará el valor del área de acero mínimo ($A_{s_{\min}} = 7,21 \text{ cm}^2$).

Distribución de Varillas: la separación entre varillas no deberá ser mayor que el espaciamiento máximo. El espaciamiento máximo: $2t = 2 \times 0,20 = 0,40 \text{ m}$

Utilizando varilla No. 4 ($1,27 \text{ cm}^2$), se distribuye de la manera siguiente.

$$\left. \begin{array}{l} 7,21 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } X \end{array} \right\} X = 17,61 \Rightarrow 17 \text{ cm}$$

Usar varilla No. 4 G40 @ 17 cm (cama inferior).

- Refuerzo transversal principal en la cama superior: Se coloca refuerzo por temperatura

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002bt$$

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002(100)(20) = 4 \text{ cm}^2$$

Utilizando varilla No. 4 ($1,27 \text{ cm}^2$), se distribuye de la manera siguiente.

$$\left. \begin{array}{l} 4 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 1 \text{ m} \\ 1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } X \end{array} \right\} X = 31,75 \Rightarrow 30 \text{ cm}$$

Usar varilla No. 4 G40 @ 30 cm (cama superior).

- Refuerzo longitudinal para cama superior y cama inferior: de acuerdo al AASHTO 3.24.10.2, se recomienda la siguiente ecuación

$$FL = \frac{2,20}{\sqrt{S}}$$

Donde:

S = Espaciamiento entre vigas en pies (4,26 ft = 1,50 m)

FL = Factor longitudinal (FL ≤ 0,67)

$$FL = \frac{2,20}{\sqrt{4,26}} = 1,06 > 0,67$$

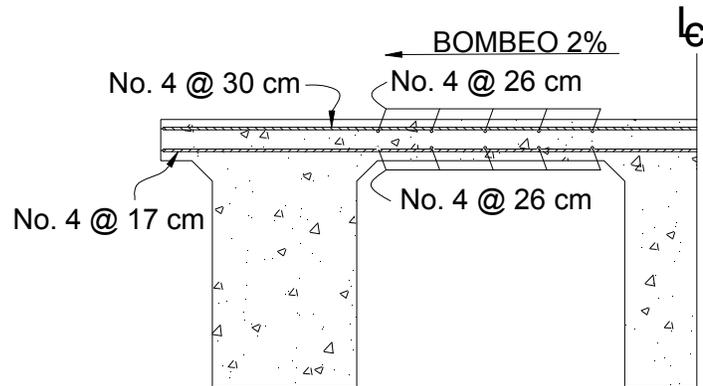
$$As = 0,67 * 7,21 = 4,83 \text{ cm}^2$$

Utilizando varilla No. 4 (1,27 cm²), se distribuye de la manera siguiente.

$$\left. \begin{array}{l} 4,83 \text{ cm}^2 \text{ -----} 100 \text{ m} \\ 1,27 \text{ cm}^2 \text{ -----} X \end{array} \right\} X = 26,29 \Rightarrow 26 \text{ cm}$$

Usar varilla No. 4 G40 @ 26 cm.

Figura 11. **Distribución de refuerzo longitudinal y transversal de losa**

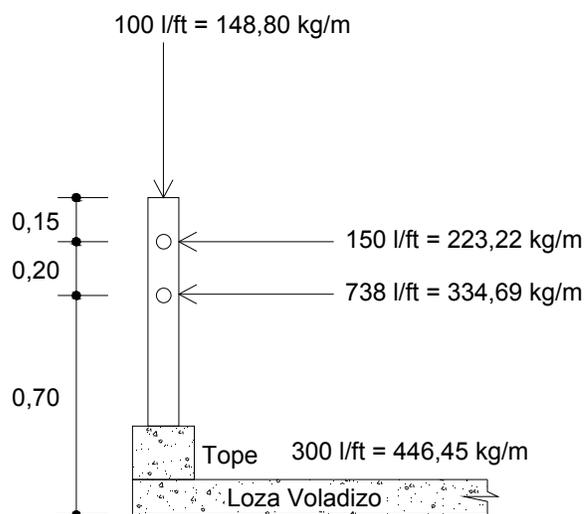


Fuente: elaboración propia

2.2.7.3. Barandal

La dimensión variable es la separación centro a centro de los postes. Con el objeto de ajustar la separación de los mismos a la longitud de la superestructura, dicha distancia varia de un mínimo de 1,50 m a un máximo de 2,40 m. Para el diseño de este proyecto la separación que se utilizó es de 2 m. Además, de la carga del camión estandarizado, AASHTO recomienda para el diseño de los postes una carga vertical de $100 \text{ l / ft} = 148,80 \text{ kg / m}$ y una carga horizontal de $300 \text{ l / ft} = 446,39 \text{ kg / m}$.

Figura 12. **Fuerzas actuantes en pasamanos**



Fuente: elaboración propia

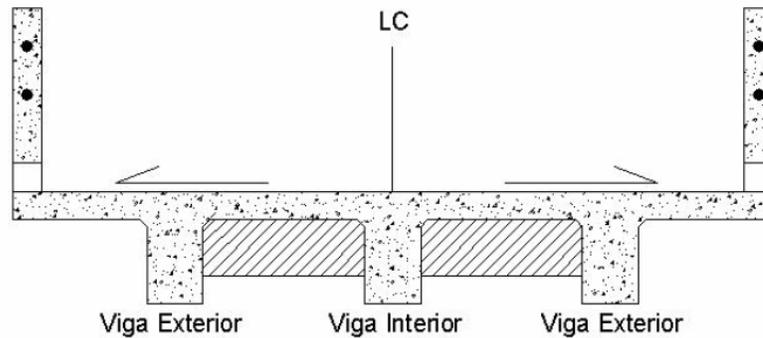
El poste del barandal tendrá una sección de 0,15 m x 0,15 m y una altura de 0,90 m de concreto armado, colocar 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ 0,10 m. y el tubo del pasamanos será de HG de Ø3", tipo liviano.

2.2.8. Diseño de vigas

Para el diseño del puente, la superestructura cuenta con tres vigas, dos exteriores y una interior; para cada viga se integran las cargas correspondientes y se diseñan de acuerdo a las especificaciones como se describe a continuación.

Se calculó una sección de $b=0,70\text{m}$ y un $d=1,30\text{ m}$ para las vigas exterior e interior.

Figura 13. **Sección transversal de la superestructura**



Fuente: elaboración propia

2.2.8.1. Cálculo del momento por carga muerta

Es el momento que ejerce el peso propio de la viga simplemente apoyada, tomando en cuenta la carga puntual que ejercen los diafragmas sobre la viga.

$$M = \frac{WL^2}{8} + Pa$$

Donde:

W = Carga muerta

L = Longitud total del puente

P = Carga que transmiten los diafragmas

a = Distancia del diafragma al apoyo

Carga muerta para viga interior:

$$W_{CM} = W_{CARPETA\ RODADURA} + W_{LOSA} + W_{VIGA}$$

$$W_{CARPETA\ RODADURA} = (0,05)*(2,00)*(2\ 400) = 240\ \text{kg/m}$$

$$W_{LOSA} = (0,20)*(2,00)*(2\ 400) = 960\ \text{kg/m}$$

$$W_{VIGA} = (1,10)*(0,70)*(2\ 400) = 1\ 848\ \text{kg/m}$$

$$W_{CM} = 240 + 960 + 1\ 848 = 3\ 048\ \text{kg/m}$$

$$P = 612\ \text{kg/m} * 1,2 = 734,4\ \text{kg}$$

Cálculo:

$$M_{CM(m\acute{a}x)} = \left[\frac{(3\ 048)(17)^2}{8} \right] + \left(734,4 * 2 * \frac{17}{3} \right)$$

$$M_{CM(m\acute{a}x)} = 118\ 432,20\ \text{kg-m}$$

Carga muerta para viga exterior:

$$W_{CM} = W_{CARPETA\ RODADURA} + W_{LOSA} + W_{BARANDAL} + W_{VIGA}$$

$$W_{CARPETA\ RODADURA} = (0,05)*(1,00)*(2\ 400) = 120\ \text{kg/m}$$

$$W_{LOSA} = (0,20)*(1,60)*(2\ 400) = 768\ \text{kg/m}$$

$$W_{BARANDAL} = 40\ \text{kg/m}$$

$$W_{VIGA} = (1,10)*(0,70)*(2\ 400) = 1\ 848\ \text{kg/m}$$

$$W_{CM} = 120 + 768 + 40 + 1\ 848 = 2\ 776\ \text{kg/m}$$

$$P = 612\ \text{kg/m} * 1,2 = 734,4\ \text{kg}$$

Cálculo:

$$M_{CM(max)} = \left[\frac{(2\ 776)(17)^2}{8} \right] + (734,4 * 2 * 17/3)$$

$$M_{CM(max)} = 108\ 606,20 \text{ kg-m}$$

2.2.8.2. Cálculo del momento por sobrecarga

El análisis de la carga viva que comprende estos diferentes tipos de cargas:

- a. Carga de camión
- b. Carga de pista

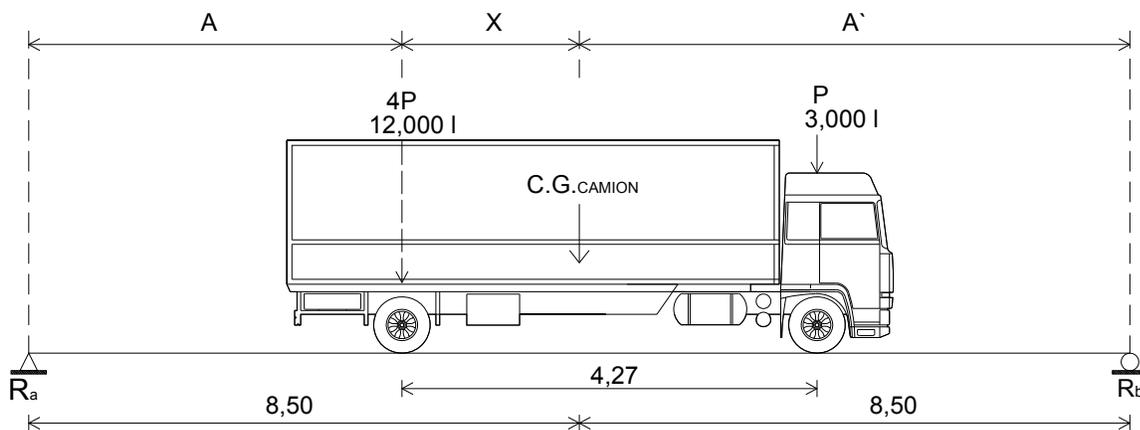
Para superestructuras simplemente apoyadas de luces iguales o menores de 25 m, la carga que produce mayores efectos es la carga de camión y no la carga de pista, por lo que para este estudio no fue tomada en cuenta.

Como el camión puede ocupar cualquier posición dentro de la superestructura, se recomienda que se analice el caso para calcular el efecto que las ruedas del camión producen en las vigas. Para este tipo de carga, debe primero utilizarse las tablas de AASHTO 3.23.1, para determinar la distribución de la carga de camión en las vigas.

De acuerdo con AASHTO, para propósitos de este proyecto, se utilizó un camión H15-44, para él cálculo del momento de la carga viva. Esta situación se

da cuando el camión se encuentra en el lugar crítico, que provoca el máximo momento en las vigas. Este lugar crítico ocurre cuando la mayor carga del camión se encuentra a la misma distancia de un apoyo, como el centro de gravedad del otro apoyo.

Figura 14. Diagrama de camión en el lugar crítico A



Fuente: elaboración propia

Para poder encontrar los valores de A y X, se hace sumatoria de momentos en CG:

Encontrando centro de gravedad (CG)

$$P = 12\,000\text{ l} = 5\,454,55\text{ kg}$$

$$P = 3\,000\text{ l} = 1\,363,64\text{ kg}$$

$$\sum M_{CG} = 0$$

$$5\,454,55X - 1\,363,64(4,27 - X) = 0$$

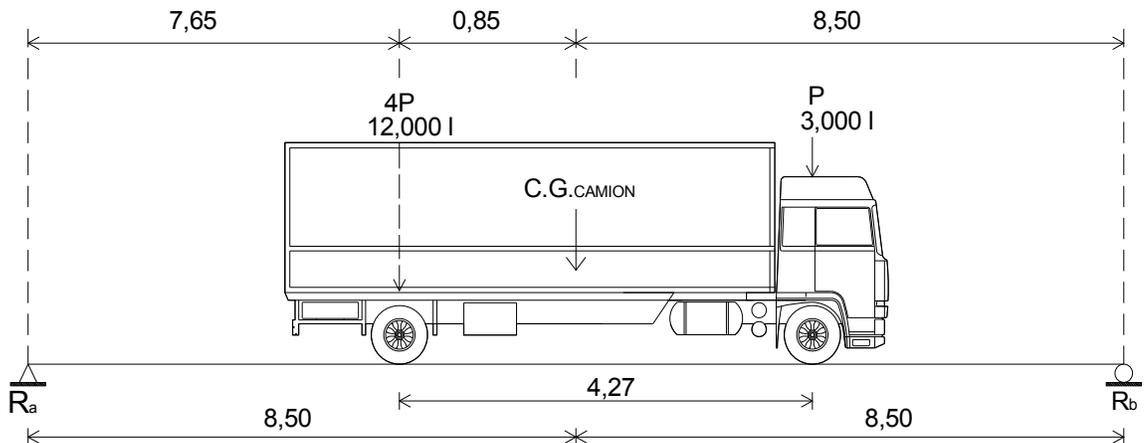
$$X = 0,85\text{ m}$$

Encontrando A:

$$A + X = 8,50$$

$$A = 7,65\text{m}$$

Figura 15. Diagrama de camión en el lugar crítico B



Fuente: elaboración propia

Ya se ha encontrado el valor de X y de A, ahora se procederá al cálculo del valor de las reacciones en los apoyos R_1 y R_2 , para calcular al momento máximo.

Cálculo de reacciones R_1 y R_2

$$4P = 12\,000\text{ I} = 5\,454,55\text{ kg}$$

$$P = 3\,000\text{ I} = 1\,363,64\text{ kg}$$

$$\sum M_{R1} = 0$$

$$\sum M_{R1} = -4p(7,65) - P(7,65 + 4,27) + R_2(17) = 0$$

$$\sum M_{R1} = -(5\,454,55)(7,65) - (1\,363,64)(11,92) + R_2(17) = 0$$

$$R_2 = 3\,410,70\text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \uparrow +$$

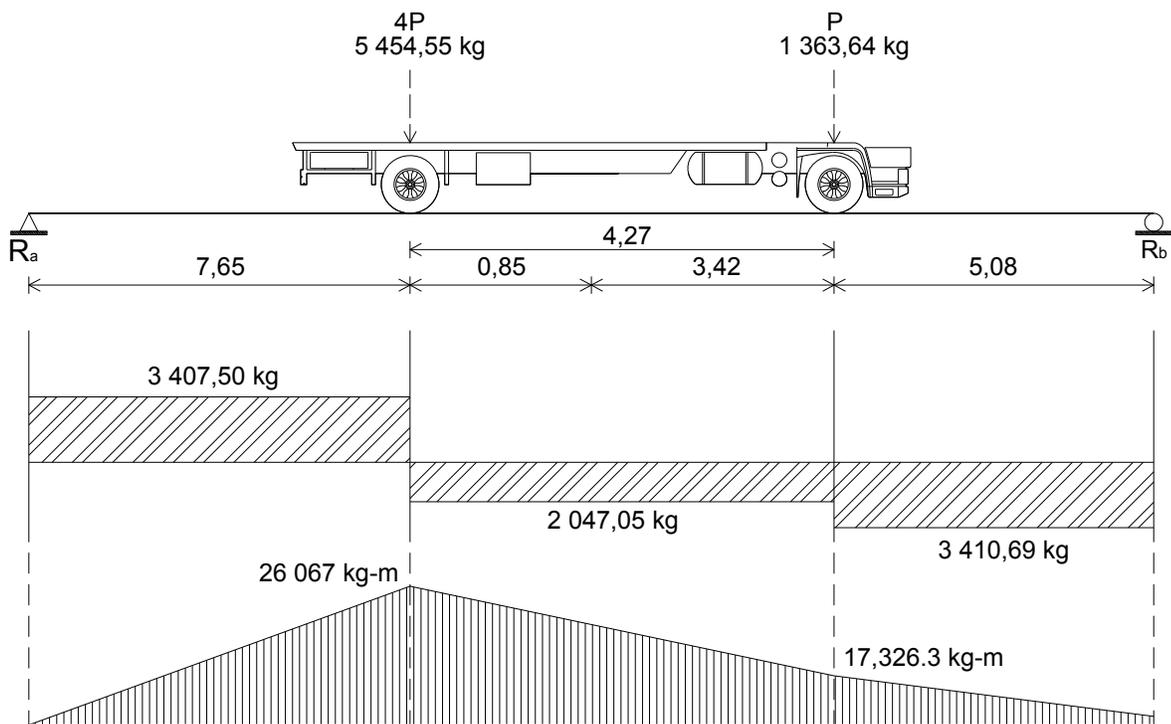
$$\sum F_y = R_1 + R_2 - P_{CG}$$

$$\sum F_y = R_1 + 3\,410,70 - 6\,818,19$$

$$R_1 = 3\,407,49 \text{ kg}$$

Cálculo de momento máximo generado en la parte de mayor momento:

Figura 16. Diagrama de corte y momento producido por carga viva



Fuente: elaboración propia

$$M_{\text{cargaViva(max)}} = 26\,067 \text{ kg-m}$$

2.2.8.3. Cálculo del momento debido al impacto

$$I = \frac{15,24}{(L + 38)}$$

Donde:

L = Luz de viga en metros

I = Carga de impacto

$$I = \frac{15,24}{(17 + 38)} = 0,28 < 0,30, \text{ tomar } I = 0,28$$

$$M_{\text{impacto}} = M_{CV} * I * FD$$

Donde:

M_{CV} = Momento generado por carga viva

I = Factor de impacto

FD = Factor de distribución

- Cálculo de momento por carga viva generado en viga exterior

$$M_{\text{impacto viga exterior (máximo)}} = 26\ 067 * 1,28 * 1,48 = 49\ 381,32 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de momento por carga viva generado en viga interior

$$M_{\text{impacto viga interior (máximo)}} = 26\ 067 * 1,28 * 2,96 = 98\ 762,65 \text{ kg-m}$$

2.2.8.4. Cálculo del momento total

Diseño de viga interna

- Momento actuante en la viga interna

$$M_U = 1.3 \left(M_{CM} + \frac{5}{3} (M_{CV} * l * FD) \right)$$

$$M_U = 1.3 \left(118\,432,20 + \frac{5}{3} (98\,762,65) \right)$$

$$M_U = 367\,947,60 \text{ kg-m}$$

Diseño de viga exterior

- Momento actuante en viga exterior

$$M_U = 1.3 \left(M_{CM} + \frac{5}{3} (M_{CV} * l * FD) \right)$$

$$M_U = 1.3 \left(108\,606,20 + \frac{5}{3} (49\,381,32) \right)$$

$$M_U = 248\,180,92 \text{ kg-m}$$

2.2.8.5. Cálculo del refuerzo longitudinal y transversal

Viga Interior: se tiene una viga rectangular de 0,70 x 1,30 m, se procederá al cálculo del refuerzo de la viga y se asignará el recubrimiento mínimo de 5 cm.

Datos:

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

$$F_y = 2\,810 \text{ kg / cm}^2$$

$$M_u = 367\,947,60 \text{ kg - m}$$

$$b = 70 \text{ cm}$$

$$d = 125 \text{ cm}$$

$$A_s = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{(M_u * b)}{0,003825 * f_c}} \right] * \left[\frac{0,85 * f_c}{f_y} \right]$$

$$A_s = \left[(70 * 125) - \sqrt{(70 * 125)^2 - \frac{(367\,947,60 * 70)}{0,003825 * 210}} \right] * \left[\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right]$$

$$A_s = 132,09 \text{ cm}^2$$

Viga exterior:

$$A_s = \left[(70 * 125) - \sqrt{(70 * 125)^2 - \frac{(248\,180,92 * 70)}{0,003825 * 210}} \right] * \left[\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right]$$

$$A_s = 85,01 \text{ cm}^2$$

- Área de acero mínima:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} b d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} (70 * 125)$$

$$A_{s_{\min}} = 43,91 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima:

$$\rho_{\text{bal}} = \phi \beta_1 E_s \frac{0,003 f_c}{F_y (0,003 E_s + F_y)}$$

Donde:

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (} f_c \leq 280 \text{ kg / cm}^2 \text{)}$$

$$E_s = 2,06 \times 10^6 \text{ kg / cm}^2$$

$$\Phi = 0,90 \text{ (Factor de reducción para flexión)}$$

Cálculo:

$$\rho_{\text{bal}} = (0,90)(0,85)(2,06 \times 10^6) \frac{0,003(210)}{2810(0,003(2,06 \times 10^6) + 2810)}$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0,0391$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 \rho_{\text{bal}} \text{ (Zona Sísmica)}$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = \rho_{\text{bal}} b d$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = 0,5(0,0391)(70)(125)$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = 171,06 \text{ cm}^2$$

Las Normas ACI 318-05 indican:

$$A_{s_{mín}} \leq A_s \leq A_{s_{máx}}$$

El área calculada tiene que estar entre el área de acero mínima y el área de acero máxima.

Como el área de acero calculada cumple la condición estipulado por el ACI, se usará para la viga interna el valor del área de acero calculado ($A_s = 132,09 \text{ cm}^2$) y para la viga externa el valor del área de acero calculado ($A_s = 85,01 \text{ cm}^2$).

- Distribución de varillas

- Viga Interior:

- Cama inferior

Se tiene que el área de acero a flexión es $132,09 \text{ cm}^2$, y para la distribución del acero se utilizará varilla de la siguiente manera.

Utilizando varilla No. 11 ($9,58 \text{ cm}^2$), se distribuye de la manera siguiente.

$$\left. \begin{array}{l} 9,58 \text{ cm}^2 \text{ ----- 1var} \\ 132,09 \text{ cm}^2 \text{ ----- X} \end{array} \right\} X = 13,79 \Rightarrow 14\text{var}$$

Usar 14 varillas No. 11 G40 (cama inferior).

- Viga exterior:

- Cama inferior

Usar 9 varillas No. 11 G40 (cama inferior).

- Cama superior

$33\% * A_s = 0,33(132,09 \text{ cm}^2) = 43,59 \text{ cm}^2$, como es menor $A_{s_{\min}}$ se debe usar:

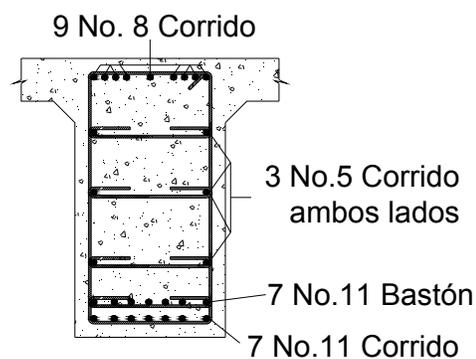
$$A_{s_{\min}} = 43,91 \text{ cm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} 5,07 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 1\text{var} \\ 43,91 \text{ cm}^2 \text{ ----- } X \end{array} \right\} X = 8,66 \Rightarrow 9\text{var}$$

Usar 9 varillas No. 8 G40, tanto en la viga interior y viga exterior (cama superior).

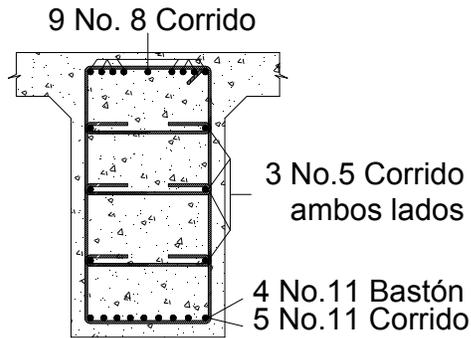
Refuerzo adicional: se colocará un refuerzo adicional de 0.25 in^2 equivalente a 1 varilla No. 5 por cada pie de alto. Colocar varilla No. 5 @ $0,30 \text{ m}$.

Figura 17. **Detalle de refuerzo viga interna parte central**



Fuente: elaboración propia

Figura 18. **Detalle de refuerzo viga externa parte central**



Fuente: elaboración propia

2.2.8.6. **Diseño a corte**

El corte total es producido por los cortes de carga muerta, carga viva e impacto.

- Corte debido a carga muerta

Se utilizará el valor de carga distribuída producida por el peso muerto, considerando primero que el corte máximo ocurre en $L/2$.

$$V_{CM} = \frac{WL}{2} + \frac{\sum P}{2}$$

Donde:

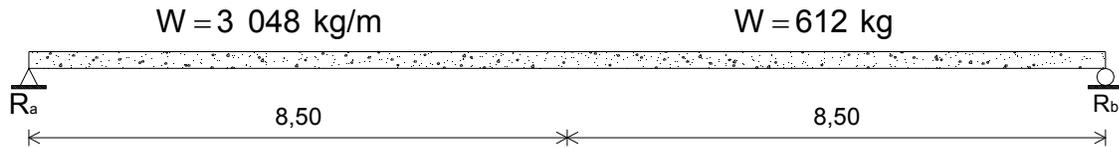
W = Carga distribuída debido a la carga muerta de losa y diafragma

W = 3 048 kg / m

L = Longitud total de la viga = 17 m

P = Peso de diafragma

Figura 19. **Carga muerta para corte en viga interna**



Fuente: elaboración propia

Cálculo:

$$V_{CM} = \frac{(3\ 048)(17)}{2} + \frac{(612)(2)}{2}$$

$$R_1 = R_2 = V_{CM} = 26\ 520\ \text{kg}$$

$$V_{(L/4)} = 26\ 520 - [3\ 048(4,25) + 612]$$

$$V_{(L/4)} = 12\ 954\ \text{kg}$$

$$V_{(L/2)} = 26\ 520 - [3\ 048(8,50) + 612]$$

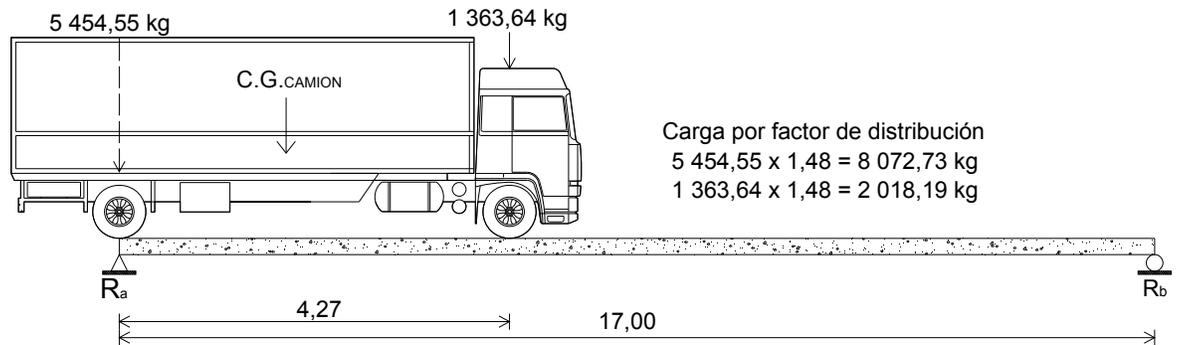
$$V_{(L/2)} = 0\ \text{kg}$$

- Corte debido a carga viva

El corte máximo se da cuando la carga mayor o eje trasero de la carrocería del camión está ejerciendo fuerza sobre el apoyo afectado.

Para este caso, el corte máximo será el valor de la reacción R₁, la cual se calcula haciendo sumatoria de momentos en el apoyo R₂.

Figura 20. Diagrama de cuerpo libre de carga viva para corte de viga interna



Fuente: elaboración propia

Cálculo de reacciones R_1 y R_2

$$\sum M_{R_2} = 0$$

$$\sum M_{R_2} = R_1(17) - (8\,072,73)(17) - (2\,018,19)(17 - 4,27) = 0$$

$$R_1 = 9\,584 \text{ kg} = V_{cv}$$

$$\sum F_Y = 0 \uparrow +$$

$$\sum F_Y = R_1 + R_2 - 8\,072,73 - 2\,018,19 = 0$$

$$\sum F_Y = 9\,584 + R_2 - 8\,072,73 - 2\,018,19 = 0$$

$$R_2 = 506,92 \text{ kg}$$

- Corte por impacto

$$V_I = V_{cv} \times I = 9\,584 \times 1,30 = 12\,459,20 \text{ kg}$$

- Diseño a corte

Se calcula el corte último en la viga, aplicando la siguiente fórmula:

$$V_U = 1.3 \left[V_{CM} + \frac{5}{3}(V_{CV} * l) \right]$$

Cálculo:

$$V_{Umáx} = 1.3 \left[26\,520 + \frac{5}{3}(12\,459,20) \right]$$

$$V_{Umáx} = 61\,470,93 \text{ kg}$$

Cortante que resiste el concreto:

$$V_{CU} = 0,53\sqrt{f_c} * bd$$

$$V_{CU} = 0,53\sqrt{210} * (70)(125)$$

$$V_{CU} = 67\,203,76 \text{ kg}$$

Como $V_{Umáx} < V_{CU}$, entonces el concreto resiste el corte último.

Cálculo de espaciamiento:

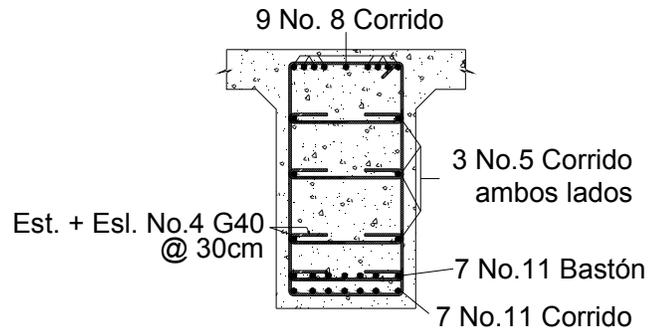
$$S_{máx} = \frac{d}{2} = \frac{125}{2} = 62.50 \text{ cm} \Rightarrow 60 \text{ cm}$$

Colocar estribos y eslabones de varilla No. 4 G40 @30 cm

$$S_{L/4} = \frac{S_{máx}}{2} = \frac{60 \text{ cm}}{2} = 30 \text{ cm}$$

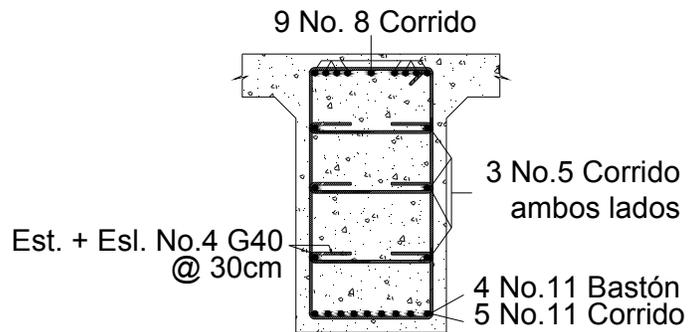
Para L/4 colocar estribos y eslabones de varilla No. 4 G40 @30 cm

Figura 21. **Detalle de estribos y eslabones viga interna parte central**



Fuente: elaboración propia

Figura 22. **Detalle de estribos y eslabones viga externa parte central**



Fuente: elaboración propia

2.2.9. Diseño del diafragma

Según AASHTO 1.7.4. (D), cuando la luz de la superestructura es mayor que 40 pies (12,19 m), es necesario colocar diafragmas en el punto medio y en los tercios de la luz.

Los diafragmas son elementos estructurales diseñados para soportar las deformaciones laterales y transversales de las vigas de la superestructura de un puente. Entre las deformaciones que presentan las vigas figuran: el alabeo y el pandeo lateral.

Los diafragmas externos transmiten su propio peso directamente a los apoyos, y los interiores transmiten su carga proporcionalmente a las vigas como cargas puntuales. Debido a que no están diseñados para soportar carga proveniente de la losa, se refuerzan con el área de acero mínimo.

Para efectos del proyecto se usarán dos diafragmas, a una distancia de 6 m de separación del apoyo, dado que la luz del puente es de 17 m para determinar su altura es necesario conocer la altura de las vigas principales, ya que los diafragmas deben tener un mínimo $\frac{3}{4}$ de altura de viga. En cualquiera de los casos, la altura mínima será de 50 cm.

$$h = \frac{3}{4} h_{\text{viga}} = \frac{3}{4} (1,30 - 0,20) = 0,83 \text{ m} = 0,85 \text{ m}$$

El ancho será de 30 cm, pues se considera que dicho ancho es el mínimo recomendable por la facilidad de construcción. El recubrimiento mínimo debe ser de 5 cm.

- Refuerzo longitudinal: el refuerzo a colocar es el acero mínimo, en dos camas, superior e inferior. Se recomienda un refuerzo extra de $0,25 \text{ in}^2$ por pie de alto ($5,37 \text{ cm}^2$ por metro de alto), y un recubrimiento mínimo de 5 cm.

Cálculo del refuerzo:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} b d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} (30 \cdot 80)$$

$$A_{s_{\min}} = 12,04 \text{ cm}^2$$

Utilizando varilla No. 6 (2,85 cm²), se distribuye de la manera siguiente.

$$\left. \begin{array}{l} 2,85 \text{ cm}^2 \text{ -----1var} \\ 12,04 \text{ cm}^2 \text{ -----X} \end{array} \right\} X = 4,22 \Rightarrow 5\text{var}$$

Usar 5 varillas No. 6 G40 (cama superior e inferior).

Cálculo de espaciamiento de estribos:

$$S_{\max} = 0,5d = 0,5(0,80) = 0,40 \text{ m} < 0,30 \text{ m}$$

Donde:

S = Espaciamiento de estribos

Colocar estribos y eslabones de varilla No. 4 G40 @30 cm

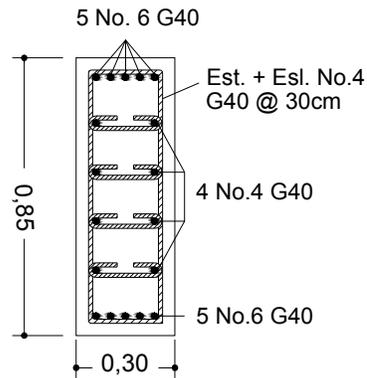
Refuerzo adicional: se colocará un refuerzo adicional de 0,25 in² por cada pie de alto (5,37cm² por metro de alto). Utilizando varilla No. 4 (1,27cm²)

$$R_{Ad} = (0,85\text{m})(5,37\text{cm}^2/\text{m}) = 4,56\text{cm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} 1,27 \text{ cm}^2 \text{ -----1var} \\ 4,56 \text{ cm}^2 \text{ -----X} \end{array} \right\} X = 3,59 \Rightarrow 4\text{var}$$

Usar 4 varilla No. 4 G40 (para refuerzo adicional)

Figura 23. **Detalle de armado de diafragma**



Fuente: elaboración propia

2.2.10. Diseño de la subestructura

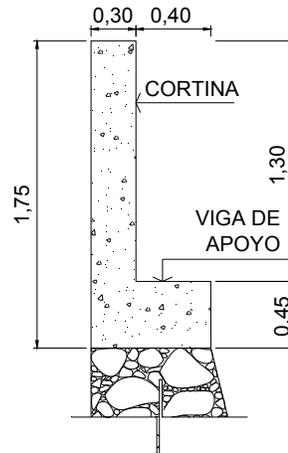
2.2.11. Diseño de la cortina

Según AASHTO 1.2.22, la cortina está empotrada sobre la viga de apoyo, actuando en ella las fuerzas de: empuje de la tierra (E), fuerza longitudinal (FL), fuerza de sismo (S) y el equivalente líquido a 480 kg/m^3 ; AASHTO 1.1.19.

Espesor de la cortina es: $t = 0,30 \text{ m}$

Altura de cortina: $H = 1,30 \text{ m}$

Figura 24. Dimensionamiento de cortina y viga de apoyo

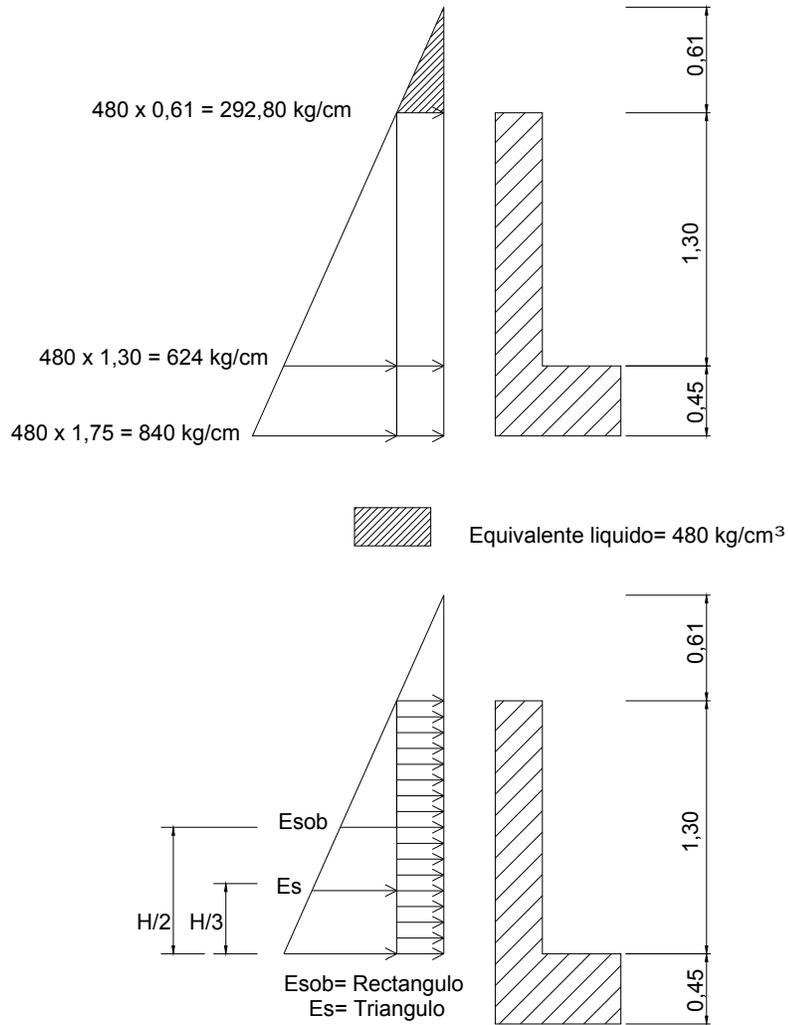


Fuente: elaboración propia

Empuje de tierra (E)

Se incrementará la altura de relleno en 2 pies (0,61 m), y de acuerdo a AASHTO 1.2.19 la estructura no debe diseñarse para menor de un equivalente líquido igual a $480 \text{ kg} / \text{m}^3$.

Figura 25. Empuje sobre la cortina y viga de apoyo



Fuente: elaboración propia

Cálculo de empuje:

$$E = \text{Empuje} = E_{sob} + E_s = (292,80 \times 1,30) + (624 \times 1,30) / 2$$

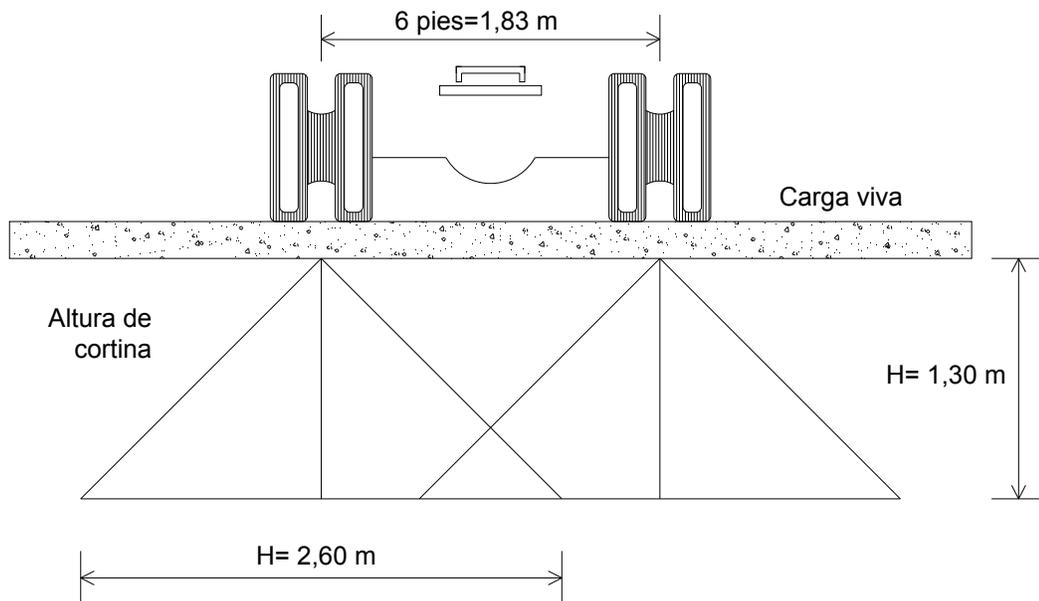
$$E = 786,24 \text{ kg}$$

Fuerza longitudinal (FL)

Según AASHTO 1.2.13, la fuerza longitudinal debe ser el 5% de la carga viva y su centro de gravedad, se aplica a 1,83 m (6'), sobre la rodadura.

$$FL = \frac{0,05P}{2H}$$

Figura 26. Fuerza longitudinal en viga de apoyo (FL)



Fuente: elaboración propia

Donde: P = Peso del camión por rueda

Pcamión por rueda = 5 443 kg

Pcamión por eje = 2 x (5 443) = 10 886 kg

CV = 5%(P de eje) = 544,3 kg

$$FL = \frac{(544,3)}{2(1,30)}$$

FL = 209,35 kg/m

La carga actuante está aplicada a 6 ft (1,83 m) sobre la superficie de la losa (AASHTO 3.9.1).

Brazo de FL = brazo = 1,83 + 1,30 = 3,13 m

Cálculo por sismo (EQ)

Se usará un coeficiente sísmico del 12% siguiendo las especificaciones de AASHTO 3.21, se multiplicará el peso de la cortina para determinar la fuerza por sismo (EQ), el punto de aplicación de la fuerza se localizará en el centro de la cortina, actuando de forma horizontal.

Peso propio de la cortina para 1 m de ancho.

$$W_{\text{cortina}} = 0,30 \times 1,30 \times 1,00 \times 2\,400$$

$$W_{\text{cortina}} = 936 \text{ kg}$$

$$EQ = 12\% W_{\text{cortina}}$$

$$EQ = 0,12 \times 936 = 112,32 \text{ kg.}$$

$$\text{Brazo al centro de gravedad} = \frac{H}{2} = \frac{1,30}{2} = 0,65 \text{ m}$$

Fuerza debido al empuje de la tierra (E)

$$E = E_s + E_{sob}$$

Donde:

E_s = empuje del suelo sobre la cortina

E_{sob} = sobrecarga del suelo equivalente líquido de 2' de altura con una presión de 480 kg/m^3

$$E_s = (H \cdot 480) \cdot H/2$$

$$E_s = (1,30 \cdot 480) \cdot (1,30/2)$$

$$E_s = 405,60 \text{ kg}$$

$$E_{sob} = (H_{sob} \cdot 480) \cdot H$$

$$E_{sob} = (0,61 \cdot 480) \cdot 1,3$$

$$E_{sob} = 380,64 \text{ kg}$$

$$E = 405,60 \text{ kg} + 380,64 \text{ kg}$$

$$E = 786,24 \text{ kg}$$

Cálculo de momentos

$$M_{E_{sob}} = E_{sob} \cdot H/2$$

$$M_{E_{sob}} = 380,64 \cdot (1,30/2) = 247,42 \text{ kg-m}$$

$$M_{E_s} = E_s \cdot H/3$$

$$M_{E_s} = 405,60 \cdot (1,30/3) = 175,76 \text{ kg-m}$$

$$M_{FL} = FL \cdot \text{Brazo}$$

$$MFL = 209,35 \cdot 3,13 = 655,27 \text{ kg-m}$$

$$MS = EQ \cdot H/2$$

$$MS = 112,32 \cdot (1,30/2) = 73,01 \text{ kg-m}$$

Combinación de cargas:

$$\text{Grupo III} \rightarrow M = 1,3 (E + FL)$$

$$\text{Grupo VII} \rightarrow M = 1,3 (E + S)$$

$$\text{Grupo III} \rightarrow M = 1,3 (247,42 + 175,76 + 655,27) = 1\,401,99 \text{ kg-m}$$

$$\text{Grupo VII} \rightarrow M = 1,3 (247,42 + 175,76 + 73,01) = 645,05 \text{ kg-m}$$

Cálculo para corte:

$$\text{Grupo III: } 1,3 (E + FL)$$

$$\text{Grupo III: } 1,3 (786,24 + 209,25)$$

$$\text{Grupo III: } 1\,294,14 \text{ kg}$$

$$\text{Grupo VII: } 1,3 (E + EQ)$$

$$\text{Grupo VII: } 1,3 (786,24 + 112,32)$$

$$\text{Grupo VII: } 1\,168,13 \text{ kg}$$

Se toma la carga mayor de los dos grupos, para este caso se tomará el momento que se genera en el Grupo III.

Cálculo del refuerzo

El valor del refuerzo transversal se obtendrá con la siguiente fórmula.

$$A_s = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{(M_u * b)}{0,003825 * f'c}} \right] * \left[\frac{0,85 * f'c}{f_y} \right]$$

Donde:

A_s = Área de acero en cm^2

$f'c$ = Módulo de fluencia del concreto en kg / cm^2

F_y = Módulo de fluencia del acero en kg / cm^2

M_u = Momento último en $\text{kg} - \text{m}$

b = Base en m

d = Peralte efectivo en m

Datos:

$f'c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$

$F_y = 2810 \text{ kg} / \text{cm}^2$

$M_u = 1401,99 \text{ kg} - \text{cm}$

$b = 125 \text{ cm}$

$d = 30 \text{ cm}$

Cálculo:

$$A_s = \left[(30 * 125) - \sqrt{(30 * 125)^2 - \frac{(1401,99 * 125)}{0,003825 * 210}} \right] * \left[\frac{0,85 * 210}{2810} \right]$$

$$As = 1,85 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima: $As_{\text{mín}} = 18,82 \text{ cm}^2$

Área de acero máxima: $As_{\text{máx}} = 73.31 \text{ cm}^2$

Las Normas ACI, indican:

$$As_{\text{mín}} \leq As \leq As_{\text{máx}}$$

Cómo el área de acero calculada debe de estar entre el área de acero mínima y el área de acero máxima, no cumple ésta condición, por eso se tomará el área de acero mínima cómo el área de refuerzo.

- Distribución de varillas

Utilizando varilla No. 5 (1,98 cm²), se distribuye de la manera siguiente.

$$\left. \begin{array}{l} 1,98 \text{ cm}^2 \text{ -----1var} \\ 18,82 \text{ cm}^2 \text{ -----X} \end{array} \right\} X = 9,51 \Rightarrow 10\text{var}$$

Usar 10 varillas No. 5 G40 @ 0,15 m

Diseño a corte

$$V_u = \frac{1\,294,14}{(30)(125)} = 0,35 \text{ kg/cm}^2$$

Corte que resiste el concreto:

$$V_{cu} = 0,53\sqrt{f_c} * bd$$

$$V_{cu} = 0,53\sqrt{210} * (30)(125)$$

$$V_{cu} = 28\ 801,61 \text{ kg}$$

Como $V_u < V_{cu}$ por lo tanto el concreto resiste y no se usará refuerzo por corte.

$$\text{Utilizar } S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$$

Colocar estribos y eslabones No. 3 G40 @ 15 cm

2.2.12. Diseño de la viga de apoyo

Sobre esta viga se encuentran apoyadas las vigas principales del puente, su altura no deberá ser menor de 0,40 m y se chequea por aplastamiento; debe colocarse acero longitudinal por temperatura.

$$\text{Altura } h = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Base de viga de apoyo} = b = 0,50 \text{ m}$$

$$b = 0,40 \text{ mínimo o } 2 \text{ cm, por metro de luz del puente}$$

En la viga transversal, donde se apoyaran las vigas principales (longitudinales), se diseñará por aplastamiento, ya que ésta no soporta flexión. La base no debe ser menor de 40 cm, y se colocará refuerzo longitudinal por temperatura o refuerzo mínimo.

Cálculo:

$$A_{s_{\text{mín}}} = \frac{14,1}{2\ 810} bd$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2 \cdot 810} (70)(40) = 14,05 \text{ cm}^2$$

- Distribución de varillas

Utilizando varilla No. 5 (1,98 cm²), se distribuye de la manera siguiente.

$$\left. \begin{array}{l} 1,98\text{cm}^2 \text{ ----- } 1\text{var} \\ 14,05\text{cm}^2 \text{ ----- } X \end{array} \right\} X = 7,10 \Rightarrow 8\text{var}$$

Usar 8 varillas No. 5 G40, corridas.

El refuerzo por corte en la cortina estará a $d / 2 = 40 / 2 = 20 \text{ cm}$

Usar estribo No. 3 G40 @ 20 cm

Diseño de asentamiento o base de neopreno:

Los apoyos del puente serán de neopreno de dureza Shore 60 reforzados con placas metálicas. El esfuerzo máximo permisible por compresión se obtiene mediante la fórmula siguiente:

Diseño de la almohadilla

$$V_{\text{umax}} = 61\,470,93$$

$$\sigma_s = F/A = \frac{61\,470,93}{A}$$

$$\sigma_s \leq 11 \text{ Mpa} \quad A \geq 5\,588$$

Para redimensionar la almohadilla se debe de tomar en cuenta la base de la viga la cual es de 0,70 mts.

Tabla VI. **Cuadro de dimensiones neopreno**

Asumir W =	254	mm.	10	pulgadas
Asumir L =	152,4	mm.	6	pulgadas
Área de la almohadilla =	38 709,6	>	5 588	OK

Fuente: elaboración propia

Utilizar neopreno shore A60 (de tabla 14.7.5.2-1) G=0,9

Tabla VII. **Valores de G**

Table 14.7.5.2-1 Shear Modulus, G.

	Hardness (Shore A)		
	50	60	70
Shear Modulus @ 23°C (MPa)	0.66–0.90	0.90–1.38	1.38–2.07
Creep deflection @ 25 years divided by instantaneous deflection	0.25	0.35	0.45

Fuente: elaboración propia

Determinación de factor de forma

$$\sigma_s = 1,66 \text{ GS} \geq 11 \text{ Mpa}$$

$$1,66 * 0,9 \text{ S} \leq 11 \text{ Mpa}$$

$$\text{S} \leq 7,36 \text{ Mpa}$$

Por carga

Viva

$$\sigma_L \leq 0,66 \text{ GS}$$

$$\sigma_L = \frac{R_L}{A} = \frac{61\,470,93}{38\,709,6} = 1,59 \text{ Mpa}$$

$$1,59 \leq 0,66 * 0,9 \text{ S}$$

$$\text{S} \geq 2,67$$

$$2,67 \leq \text{S} \leq 7,36$$

Para calcular la primera aproximación para el cálculo del espesor del neopreno interior utilizare los siguientes datos:

$$\text{S} = 5.$$

Acero A-36

$$F_y = 36 \text{ Ksi.} = 248,7 \text{ Mpa.}$$

$$\text{S} = \frac{LW}{h_{ri} * (L+W)}$$

$$5 = \frac{38\,709,60}{h_{ri} * 406,4}$$

$$h_{ri} = 19,05 \text{ mm}$$

$$0,75 \text{ pulgadas}$$

Probar con $\frac{3}{4}$ " $h_{ri} = 19,05$ mm.

Para calcular la capa exterior de neopreno es el 70% de la capa interior

Espesor capa externa $\leq 70\% * \frac{3}{4}" = 0,525" = 13,34$ mm.

Se utilizará $\frac{5}{8}" = 15,88$ mm.

Calculo del refuerzo de la almohadilla

Para carga de servicio

$\phi_s = 61\,470,93 / 38\,709,6 = 1,59$

$h_s \geq (3 * h_{max} * \phi_s / F_y) \quad h_s \geq (3 * 19,05 * 1,59 / 248,7) = 0,37$ mm = $0,015"$.

Utilizar $\frac{1}{30}" = 0,033"$ OK.

Combinación compresión y rotación

Del análisis realizado en el Sap2000 se dan los giros máximos siguientes:

$\phi_{DC} =$	0,0055
$\phi_{DW} =$	0,0038
$\phi_{LL} =$	0,0022
$\phi_s =$	0,010

Aplicamos la ecuación 14.7.5.3.5.

$$\sigma_s > 1.0GS \left(\frac{\theta_s}{n} \right) \left(\frac{B}{h_{rt}} \right)^2 \quad (14.7.5.3.5-1)$$

$$1,59 > 4.5 \left| \frac{0.010}{n} \right| \left| \frac{152.4}{19.05} \right|^2 \quad n > \quad 1.811$$

Se asume $n=2$.

Chequeo por estabilidad

Se utilizan las ecuaciones 14.7.5.3.6-2 14.7.5.3.6-3

$$2A \leq B \quad (14.7.5.3.6-1)$$

$$A = \frac{1.92 \frac{h_{rt}}{L}}{\sqrt{1 + \frac{2.0L}{W}}} \quad (14.7.5.3.6-2)$$

$$B = \frac{2.67}{(S + 2.0) \left(1 + \frac{L}{4.0W} \right)} \quad (14.7.5.3.6-3)$$

$$hrt = 2 \cdot 15,88 + 19,05$$

$$hrt = 50,8 \text{ mm}$$

$$A = 0,1845$$

$$B = 0,27$$

0,37 no es menor que 0,27

2 A no es menor que B entonces usamos la siguiente fórmula:

$$\sigma_s \leq \frac{GS}{2A - B} \quad (14.7.5.3.6-4)$$

$$\sigma_s \leq 0,9 \cdot 5 / (0,37 - 0,27) = 45$$

1,59 \leq 45 la almohadilla es estable OK

5/8"

3/4"

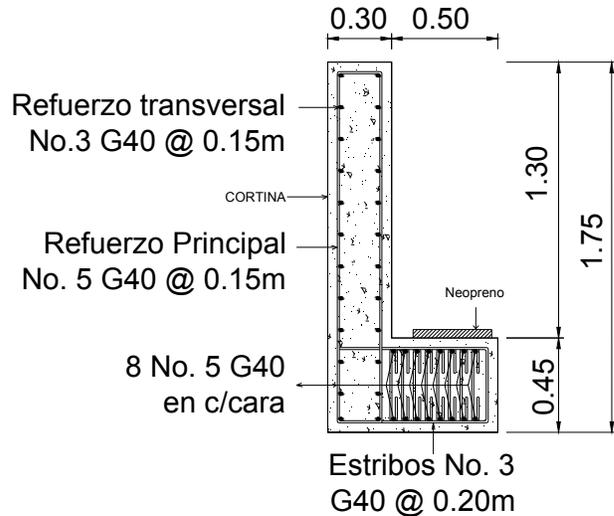
5/8"

El refuerzo entre placas de neopreno es de placas de metal de espesor de 1/30".

Las dimensiones de las almohadilla es W= 10" de ancho.= 254,00 mm.

L= 6" de largo. = 152,40 mm.

Figura 27. Armado de viga de apoyo y cortina



Fuente: elaboración propia

2.2.13. Diseño del estribo

Ya que la base del estribo poseerá una zapata de concreto reforzado para proveer mayor estabilidad y así la geometría del estribo se reducirá específicamente el ancho de la base, el estribo actúa como simplemente apoyado sobre la zapata. Analizando únicamente el esfuerzo de corte que se da sobre el estribo, provocado por las cargas de la superestructura, cortina y viga de apoyo.

Datos:

$$h = 4,8 \text{ m}$$

$$b = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Peso Concreto} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$L_{\text{estribo}} = 5,2 \text{ m}$$

$$V_u = 61\,470,93 \text{ kg}$$

Figura 28. Diagrama de presiones en el estribo

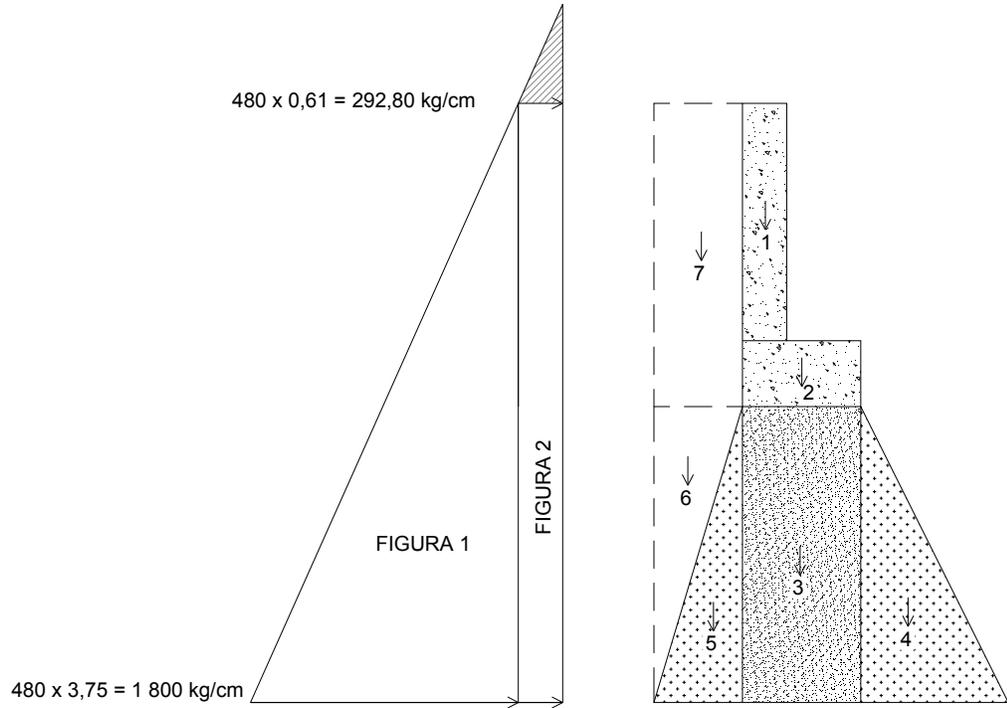
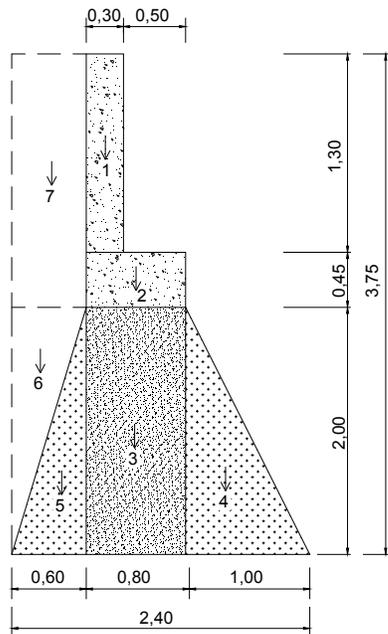


Figura 29. Geometría y dimensiones del estribo



Fuente: elaboración propia

2.2.13.1. Integración de cargas

$W =$ peso propio de la viga

$$W = W_{\text{cortina}} + W_{\text{base}}$$

$$W = (1,30 \cdot 0,30 \cdot 2\,400) + (0,45 \cdot 0,80 \cdot 2\,400) = 1\,800 \text{ kg/m}$$

$$W = 1\,800 \text{ kg/m}$$

Carga ejercidas por las vigas principales sobre el estribo:

$$W_{\text{distribuida}} = (V_u \cdot \# \text{ vigas}) / L_{\text{estribo}}$$

$$W_{\text{distribuida}} = (61\,470,93 \cdot 3) / 5,20$$

$$W_{\text{distribuida}} = 35\,464,00 \text{ kg/m}$$

Carga total distribuida sobre el estribo:

$$W_{\text{total}} = W_{\text{distribuida}} + W$$

$$W_{\text{total}} = 35\,464 + 1\,800$$

$$W_{\text{total}} = 37\,264 \text{ kg/m}$$

Chequeo del esfuerzo de corte sobre el estribo:

Este esfuerzo es igual a la carga total distribuida a lo largo del estribo, dividida por el área de contacto con la viga de apoyo.

$$F_c = W_{\text{total}} / A$$

$$F_c = 37\,264 / 0,8 \cdot 1$$

$$F_c = 46\,580 \text{ kg/m}^2$$

$$A = 0,8 \text{ m}$$

$$F_c = 4,66 \text{ kg/cm}^2$$

Franja de 1 metro de ancho

$$F'_{\text{ciclópeo}} = 150 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto $F_c < F'_{\text{ciclópeo}}$; sí cumple, por lo tanto el esfuerzo de corte lo soporta la base ya que tiene un área mucho mayor.

2.2.13.2. Diseño estructural de los elementos del estribo

Diseño de la zapata

Para diseñar el área de la zapata se utilizan las cargas de trabajo y no las cargas últimas de trabajo, para tener un margen de seguridad más grande. Como ya se propuso, el área de la zapata del estribo se trabajará con las dimensiones de dicha zapata, verificando únicamente si resiste los siguientes esfuerzos de corte: corte simple y punzonante; proponiendo al final del chequeo un refuerzo en la zapata para evitar flexión.

Chequeo de presiones

Ya que el estribo se apoya sobre una zapata, se aplicará la fórmula de presiones para zapatas.

$$Q = \frac{P}{A} \pm \frac{M_x}{I_x} \pm \frac{M_y}{I_y}$$

Por no ser un elemento no monolítico se asume que los momentos en "X" y en "Y" son igual a cero, ya que el estribo no transmite momentos flexionantes a la zapata. Entonces la ecuación arriba indicada queda la siguiente manera.

$$q = \frac{P}{A} ; \text{ en kg/m}^2$$

Donde:

P = carga última transmitida a la zapata

A = área de la zapata

Integración de carga última

P = W_U = carga última = carga total de trabajo (W_{trab}) + carga estribo (W_{estribo})

Cargas de Trabajo = $V_{\text{cm}} + V_{\text{cv}}$

$$V_{\text{trab}} = V_{\text{cm}} + V_{\text{cv}}$$

V_{cm} = superestructura

V_{cv} = carga viva

$$W_{\text{superestructura}} = W_{\text{vigas}} + W_{\text{banqueta}} + W_{\text{barandal}} + W_{\text{diafragmas}} + W_{\text{losa}} \\ + W_{\text{carpeta de rodadura}}$$

$$W_{\text{superestructura}} = 55\,692 \text{ kg} + 3\,672 \text{ kg} + 164 \text{ kg} + 4\,651,20 \text{ kg} + 16\,320 \text{ kg} \\ + 2\,142 \text{ kg}$$

$$W_{\text{superestructura}} = 82\,641,20 \text{ kg}$$

$$V_{\text{cv}} = 9\,584 \text{ kg}$$

$$V_{\text{trab}} = 82\,641,2 + 9\,584$$

$$\text{Cargas de trabajo} = V_{\text{trab}} = 92\,225,20 \text{ kg}$$

Factor de carga última:

$$F_{cu} = V_u / V_{trab}$$

$$F_{cu} = 61\,470,93 \text{ kg} / 92\,225,20 \text{ kg}$$

$$F_{cu} = 0,67$$

Carga Total de Trabajo:

$$W_{\text{total de trabajo}} = W_{trab} = V_{trab} * \text{No. vigas} / L_{estribo} + W \text{ (cortina + viga de apoyo)}$$

$$W_{trab} = (92\,225,20 * 3) / 5,20 + 1\,800$$

$$W_{trab} = 55\,006,85 \text{ kg/m}$$

Cálculo de la carga total del estribo:

$$W_{estribo} = (0,80 * 4,80 * 2\,700) + (0,5 * 0,60 * 4,80 * 2\,700) + (0,50 * 1,00 * 4,80 * 2\,700)$$

$$W_{estribo} = 20\,736 \text{ kg/m}$$

$$W_{zapata} = W_{trab} + W_{estribo}$$

$$W_{zapata} = 55\,006,85 + 20\,736$$

$$W_{zapata} = (75\,742,85 \text{ kg/m}) * (1 \text{ m})$$

$$W_{zapata} = 75\,742,85 \text{ kg}$$

Carga última:

$$W_u = W_{zapata} * F_{cu}$$

$$W_u = (75\,742,85) * 0,67 = 50\,844,93 \text{ kg}$$

Cálculo del chequeo de presiones:

Donde la dimensión más pequeña asumida de la zapata para el estribo será de 2,40 m

$$q = \frac{P}{A}; \text{ en kg/m}^2$$

$$q = (50\,484,93)/(2,40*1) = 21\,035,39 \text{ kg/m}^2 < q_d = 29\,624 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 21\,035,39 \text{ kg/m}^2$$

Chequeo por corte simple

Datos:

$$h_{\text{zapata}} \text{ asumido} = 0,5 \text{ m}$$

$$d = \text{peralte efectivo} = 0,4 \text{ m}$$

$$B = \text{Base de la zapata} = 5,10 \text{ m}$$

$$b = 2,4 \text{ m}$$

$$X = B/2 - b/2 - d$$

$$X = 5,10/2 - 2,40/2 - 0,40$$

$$X = 0,93 \text{ m}$$

Corte actuante:

$$V_{\text{actuante}} = W_U * \text{Área}$$

$$V_{\text{actuante}} = 21\,035,39 * (1 * 0,93)$$

$$V_{\text{actuante}} = 19\,566,08 \text{ kg}$$

Corte resistente:

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot f'_c(1/2) \cdot b \cdot d$$

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (210)^{1/2} \cdot 100 \cdot 40$$

$$V_r = 26\,113,46 \text{ kg}$$

$$26\,113,46 \text{ kg} > 19\,566,08 \text{ kg} \quad \text{ok}$$

$V_r > V_{act}$, sí cumple

Chequeo por corte punzonante:

Datos:

b_o = perímetro de adentro

$$d + \text{sección del muro} = 0,40 + 2,40 = 2,80$$

$$b_o = 280 \text{ cm}$$

Corte actuante:

$$V_{\text{actuante punzonante}} = W_u \cdot \text{área}$$

$$V_{\text{actuante punzonante}} = 21\,035,39 \cdot ((1 \cdot 5,10) - (1 \cdot 2,80))$$

$$V_{\text{actuante punzonante}} = 47\,546,31 \text{ kg}$$

Corte resistente:

$$V_{\text{resistente punzonante}} = 0,85 \cdot 0,53 \cdot f'_c(1/2) \cdot b \cdot d$$

$$V_{\text{resistente punzonante}} = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (210)^{1/2} \cdot 2,80 \cdot 100 \cdot 0,40 \cdot 100$$

$$V_{\text{resistente punzonante}} = 73\,117,69 \text{ kg}$$

$$73\,117,69 \text{ kg} > 47\,546,31 \text{ kg}$$

$V_{rpun} > V_{actpun}$; sí cumple

Diseño del refuerzo por flexión

Datos:

M_u = momento último

L = longitud del voladizo de la zapata = 1,15 m

b = 100 cm

d = 0,45 m

f'_c = 210 kg/cm²

f_y = 2 810 kg/cm²

$$M_u = W_u \cdot L^2 / 2$$

$$M_u = 21\,035,39 \cdot (1,15)^2 / 2 = 13\,909,65 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 12,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 22,58 \text{ cm}^2$$

Se propone reforzar en la cama inferior:

Varilla No.6 G40 @ 0,13m ambos sentidos

Y en la parte superior de la zapata se calcula el refuerzo como:

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002 \cdot 100 \cdot 40 = 9 \text{ cm}^2$$

Se propone reforzar en la cama superior:

Varilla No.4 G40 @ 0,15m ambos sentidos

2.2.14. Elaboración de planos

Los planos del puente que se elaboraron son los siguientes.

- Ubicación, perfil del terreno y puente sobre perfil
- Planta de conjunto, detalles de losa y estribo
- Detalles cortes transversales de puente, estribo y cortina
- Detalle viga interna y externa, diafragma, cortina y viga de apoyo

2.2.15. Presupuesto

El presupuesto se elaboró aplicando los criterios utilizados en el proyecto de agua potable.

Tabla VIII. Resumen del presupuesto del puente vehicular

DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ, ESCUINTLA					
No.	Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Q)	TOTAL (Q)
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1,01	LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	130	M2	141,77	18 429,69
1,02	REPLANTEO TOPOGRÁFICO (INCLUYE TRAZO)	5	DIA	1 984,74	9 923,68
2 SUB-ESTRUCTURA					
2,01	EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL	742,56	M3	46,19	34 296,39
2,02	RELLENO ESTRUCTURAL	802	M3	296,38	237 698,36
2,03	ESTRIBO CON ALETONES DE 2,40 M X 4,80 M X 14 M DE CONCRETO CICLÓPEO	205,43	M3	1 286,78	264 343,90
2,04	ZAPATA DE 5,20 M X 5,10 M X 0,40 M CON REFUERZO CAMA SUPERIOR #4@0,15 M + CAMA INFERIOR #6@0,12 M	20,22	M3	1 286,78	26 018,76
2,05	CORTINA + VIGA DE APOYO (CORTINA DE 0,30 M X 1,30 M Y VIGA DE APOYO 0,45 M X 0,80 M)	10,40	ML	5 689,13	59 167,00
3 SUPER-ESTRUCTURA					
3,01	VIGA INTERIOR DE CONCRETO 3 000 PSI, 0,70 M X 1,30 M	1	UNIDAD	111 726,32	111 726,32
3,02	VIGAS EXTERIORES DE CONCRETO 3 000 PSI, 0,70 M X 1,30 M	2	UNIDAD	111 726,32	223 452,64
3,03	DIAPHRAGMAS DE CONCRETO 3 000 PSI 0,3 M X 0,85 M	2	UNIDAD	11 768,01	23 536,01
3,04	LOSA DE CONCRETO REFORZADO DE 0,20 M DE ESPESOR, CONCRETO DE 3 000 PSI Y ACERO GRADO 40	88,40	M2	2 877,39	254 361,24
3,05	ACERA DE CONCRETO REFORZADO DE 0,20M DE ESPESOR, CONCRETO DE 3 000 PSI Y ACERO GRADO 40	20,40	M2	1 836,92	37 473,15
3,06	DRENAJE TUBO HG Φ4", TIPO LIVIANO	2	UNIDAD	3 997,45	7 994,89
3,07	JUNTA DE CONTRACCIÓN, ANGULARES DE 3" X 3" X 3/8" X 1,75 M FIJADAS A ESTRIBOS CON SOLDADURA	51	ML	594,73	30 331,29
3,08	NEOPRENO	6	UNIDAD	7 069,19	42 415,14
4 BARANDA					
4,01	BARANDAL, POSTES DE CONCRETO REFORZADO DE 0,15 M X 0,15 M X 0,90 M DE ALTURA, CONCRETO DE 3 000 PSI	20	UNIDAD	365,08	7 301,53
4,02	PASAMANOS DE TUBO HG Φ3", TIPO LIVIANO	68	ML	229,55	15 609,55
5 LOSA DE APROXIMACIÓN					
5,01	APROCHES DE CONCRETO DE 3 000 PSI	520	M2	2 055,08	1 068 639,40
COSTO ESTIMADO					2 472 718,94

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

1. La red de distribución de agua potable para el parcelamiento San Juan El Paraíso solventará el problema de escasez que sufren los habitantes, y contrarrestará el inadecuado servicio que actualmente se brinda, con lo que se proveerá a los usuarios de un servicio sin interrupción y eficiente en horas de alta demanda.
2. La construcción del puente vehicular en el Campamento La Barrita beneficiará a toda la población aledaña que tiene que transportar sus productos hacia la ciudad capital, ya que la población tiene que pasar en lanchas sus productos.
3. La seguridad estructural del puente vehicular se obtendrá sí se respeta, en la ejecución del proyecto, los criterios, normas y códigos aplicados en su diseño.
4. La población beneficiada en el caserío Campamento La Barrita es de 1 030 habitantes y el costo total del puente de Q2 472 718,94. En el parcelamiento San Juan El Paraíso la población beneficiada es de 813 habitantes y el costo total de la red de distribución es de Q454 575,96.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad

1. Garantizar la supervisión técnica por un profesional de ingeniería civil, durante la construcción del puente vehicular para que se cumpla con las especificaciones técnicas, calidad de los materiales y los detalles en planos.
2. Actualizar los presupuestos aquí dados, al momento de cotizar debe tomarse en cuenta la fluctuación de precios, ya que éstos varían dependiendo del lugar y las circunstancias económicas que existen al momento de construir.
3. Implementar un programa de capacitación, dirigido a miembros del comité y al personal del parcelamiento San Juan El Paraíso; con respecto al uso, manejo y mantenimiento de los diferentes elementos de los sistemas de distribución de agua potable, con el fin de garantizar el buen funcionamiento y maximizar el tiempo de vida útil.
4. Que los miembros del comité realicen reuniones y campañas para hacer conciencia a la población del parcelamiento San Juan El Paraíso en el uso adecuado del agua.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Reglamento de las construcciones de concreto reforzado*. ACI 318-2005. ISBN 11-9910-5155
2. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4ª. ed. México: Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. 2002. 646 p. ISBN 978-968-18-6963-2.
3. MENDOZA MÉNDEZ, Jonathan Danylo. “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable caserío El Espinal y Salón Comunal”, aldea Santa Catarina, municipio de Chuarrancho, Guatemala. Trabajo de graduación de ingeniero civil. USAC, Facultad de Ingeniería, Guatemala, 2006.
4. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12 ed. Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A, 1999. 722 p. ISBN 958-600-953X
5. SANDOVAL RAMÍREZ, Jorge Jacobo. “Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario”, para la aldea Pacacay, municipio de Acatenango, Chimaltenango. Trabajo de graduación de ingeniero civil. USAC, Facultad de Ingeniería, Guatemala, 2007.

APÉNDICES

Apéndice 1. Análisis Físico Químico Sanitario



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



Nº 004082

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
O.T. No. 24 785		INF. No. 23 575			
INTERESADO: <u>Edgar Emanuel López Cano (Carné 200 312 916)</u>		PROYECTO: <u>EPS "Diseño del Sistema de distribución de agua Parcelamiento San Juan"</u>			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA-USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Parcelamiento San Juan El Paraíso Kilómetro 91 Escuintla</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2009-03-05; 13 h 00 min.</u>			
FUENTE: <u>Parcela 55 Lote 4 (grifo)</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2009-03-05; 16 h 00 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>Puerto San José</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Claro</u>	4. OLORES: <u>Lig. A cloro</u>	7. TEMPERATURA: <u>-.-° C</u> (En el momento de recolección)			
2. COLOR: <u>08,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>345,00 µmhos/cm</u>			
3. TURBIDAD: <u>00,53 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>7,60 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,75	6. CLORUROS (Cl ⁻)	12,00	11. SOLIDOS TOTALES	206,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,080	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,41	12. SOLIDOS VOLÁTILES	16,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	01,54	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	190,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,37	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	09,00
5. MANGANESO (Mn)	00,348	10. DUREZA TOTAL	96,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	183,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	182,00	182,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

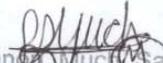
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: NITRITOS Altos, COLOR, HIERRO, MANGANESO, en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según NORMA COGUANOR NGO 29 001, AMONIACO alto. Según normas internacionales para Fuentes de agua de la Organización Mundial de la Salud.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 17th EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 29 001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-03-17

Vo.Bo. 
Lugar: Finca Maricela Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC




Zenaida Muñoz Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria



FACULTAD DE INGENIERÍA USAC
Laboratorio Físico Químico Sanitario
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

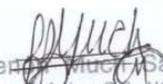
Apéndice 2. Examen bacteriológico



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



Nº 004083

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-300 412
O.T. No. 24 705		
INTERESADO: <u>Edgar Emanuel López Cano (carné 200 312 916)</u>	PROYECTO: <u>EPS "Diseño del Sistema de distribución de agua Parcelamiento San Juan"</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Parcelamiento San Juan el Paraíso K. 91 Escuintla</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2009-03-05; 13 h 00 min.</u>	
FUENTE: <u>Parcela 55 Lote 4 (grifo)</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2009-03-05; 16 h 00 Min</u>	
MUNICIPIO: <u>Puerto San José</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>Reg. cantidad</u>
ASPECTO: <u>Claro</u>	OLOR: <u>Lig. A cloro</u>	COLORO RESIDUAL: <u>-----</u>
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)		
		PRUEBA CONFIRMATIVA
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2 < 2
<p>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.</p> <p>OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según NORMA COGUANOR NGO 29 001. Guatemala, 2009 -03-17</p>		
<p>Vo.Bo.  Inga Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC</p>		<p> Zaira Lucía Santos Ing. Químico C.I. No. 420 M.Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio</p> 

Análisis 3. Ensayo de compresión triaxial



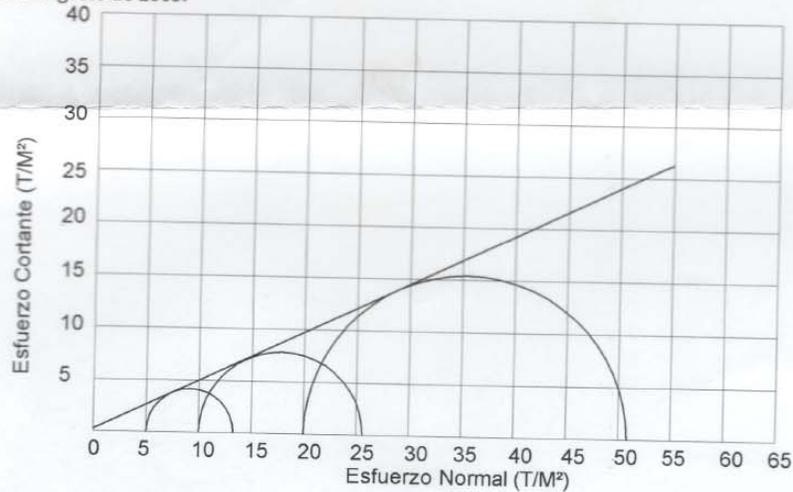
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008628

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 357 S.S. O.T.: 25,826
 INTERESADO: Edgar Emauel Lopez Cano, carne 2003-12916.
 PROYECTO: EPS. Diseño de Puente Vehicular, Caserio Campamento.
 UBICACIÓN: Municipio de Puerto San Jose, Escuintla.
 pozo: 1 Profundidad: 3.00 m Muestra: 1
 Fecha: 31 de Agosto de 2009.



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 25.39^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 0.25 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arena, color gris oscuro.
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	9.95	16.25	26.52
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	6.5	8.5	12.3
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.65	1.65	1.65
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.87	1.87	1.87
HUMEDAD (%H)	7.8	7.8	7.8

Vo. Bo.

Ing. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA: CI/USAC



Atentamente,

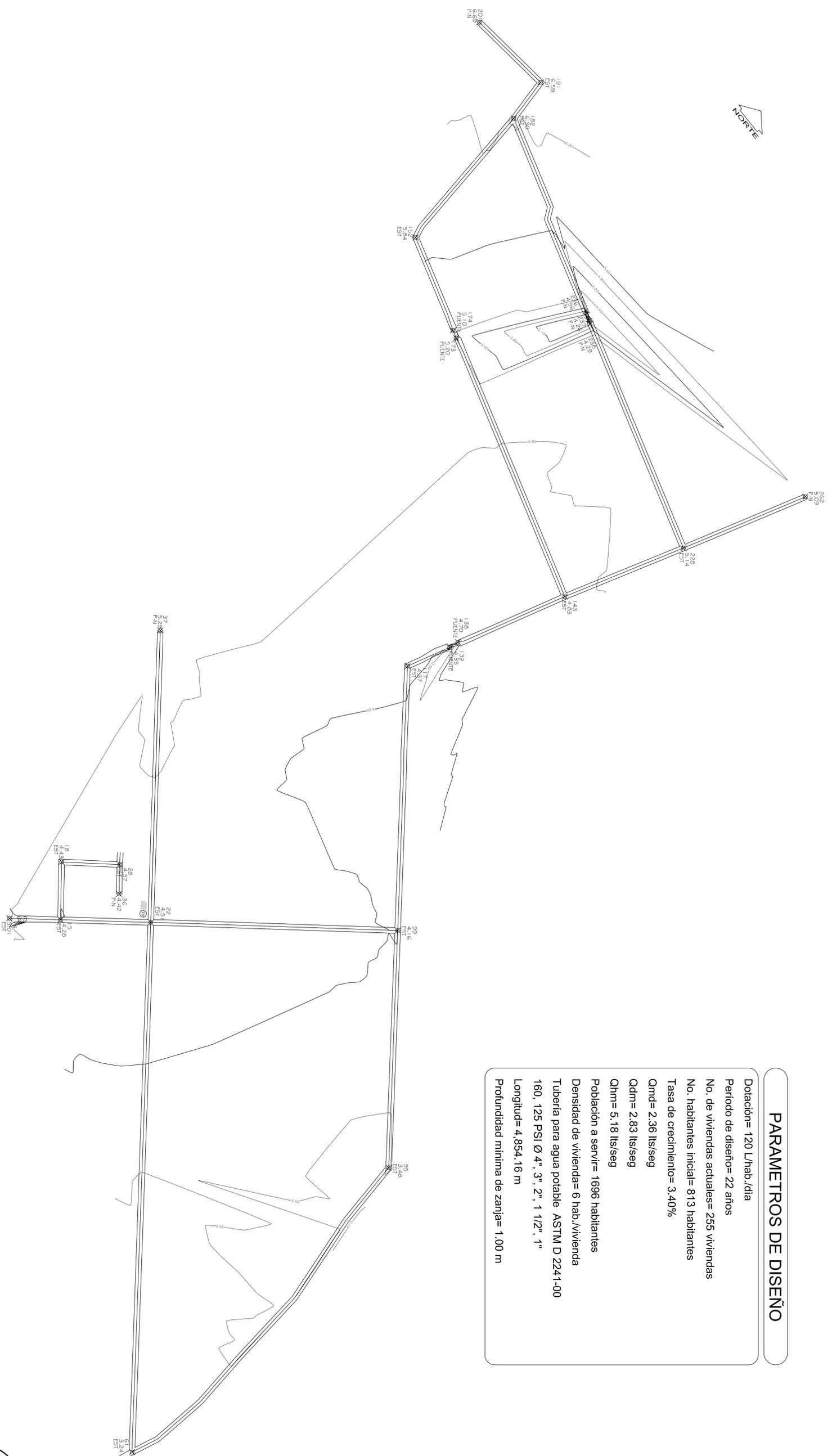
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



ANEXOS

Anexo 1. Memoria de cálculo del sistema de agua potable

TRAMO	COTAS		DISTANCIA	NUMERO	Q _i	Q _v * No. Viv	CAUDAL DE		DIAMETRO	DIAMETR	DIAMETRO INTERIOR	HF	VELOCIDAD	COTA		PRESION (mca)	PRESION (psi)		
	INI	FIN					CHW	DISEÑO						INI	FIN		INI	FIN	
De A																			
E-22	E-37	4,51	5,29	371,78	21	0,6708	0,3631	150	2 1/9	1 1/2	1,754	1,8915	0,43	19,51	17,62	15,00	12,33	21,51	17,68
E-22	E-15	4,51	4,28	114,80	10	0,4500	0,1729	150	2	1 1/2	1,754	0,3629	0,33	19,51	19,15	15,00	14,87	21,51	21,32
E-15	E-14	4,28	5,01	64,84	9	0,4243	0,1556	150	1 1/4	1	1,195	0,9160	0,59	19,15	18,23	14,87	13,22	21,32	18,96
E-15	E-36	4,28	4,41	184,69	11	0,4743	0,1902	150	2 1/3	1 1/2	1,754	0,4949	0,30	19,15	18,65	14,87	14,24	21,32	20,42
E-22	E-61	4,51	3,24	674,61	37	0,9000	0,6397	150	2 2/5	1 1/2	1,754	5,9116	0,58	19,51	13,60	15,00	10,36	21,51	14,85
E-22	E-99	4,51	4,16	313,93	23	0,7036	0,3977	150	4 2/3	4	4,28	0,5225	0,41	19,51	18,99	15,00	14,83	21,51	21,26
E-99	E-61A	4,16	3,24	793,58	38	0,9124	0,6570	150	2 2/3	2	2,193	2,4034	0,37	18,99	16,58	14,83	13,34	21,26	19,14
E-99	E-117	4,16	4,36	336,96	30	0,8078	0,5187	150	4 2/3	4	4,28	0,3095	0,30	18,99	18,68	14,83	14,32	21,26	20,53
E-117	E-132	4,36	4,35	58,15	7	0,3674	0,1210	150	5 4/7	3	3,284	0,1325	0,41	18,68	18,55	14,32	14,20	20,53	20,36
E-132	E-138	4,35	4,70	12,58	0	0,0000	0,0000	100	2 1/4	3	3,284	0,0548	0,39	18,55	18,49	14,20	13,79	20,36	19,78
E-138	E-143	4,70	4,83	147,99	14	0,5408	0,2421	150	4	3	3,284	0,3047	0,39	18,49	18,19	13,79	13,36	19,78	19,15
E-143	E-228	4,83	5,14	163,09	6	0,3354	0,1037	150	2 1/4	1 1/2	1,754	1,0086	0,48	18,19	17,18	13,36	12,04	19,15	17,27
E-228	E-262	5,14	5,09	168,27	13	0,5196	0,2248	150	2 6/7	1 1/2	1,754	0,5337	0,33	17,18	16,65	12,04	11,56	17,27	16,58
E-228	E-238	5,14	4,29	311,82	16	0,5809	0,2766	150	18/9	2	2,193	0,4097	0,24	17,18	16,77	12,04	12,48	17,27	17,90
E-238	E-236	4,29	4,56	13,00	0	0,0000	0,0000	150	5/7	1	1,195	0,0231	0,19	16,77	16,75	12,48	12,19	17,90	17,48
E-236	E-182	4,56	6,30	266,17	8	0,3969	0,1383	150	13/8	1 1/2	1,754	0,5128	0,25	16,75	16,24	12,19	9,94	17,48	14,25
E-143	E-173	4,83	5,19	357,01	30	0,8078	0,5187	150	3	2	2,193	1,6815	0,48	18,19	16,50	13,36	11,31	19,15	16,22
E-173	E-174	5,19	5,10	10,37	0	0,0000	0,0000	100	1 4/5	1 1/2	1,754	0,1023	0,41	16,50	16,40	11,31	11,30	16,22	16,21
E-174	E-152	5,10	5,84	127,62	14	0,5408	0,2421	150	12/3	1 1/2	1,754	0,5947	0,41	16,40	15,81	11,30	9,97	16,21	14,29
E-152	E-191	5,84	6,60	253,71	12	0,4975	0,2075	150	13/4	1 1/2	1,754	0,7425	0,32	15,81	15,06	9,97	8,46	14,29	12,14
E-191	E-201	6,60	6,70	109,19	11	0,4743	0,1902	150	2 1/5	1 1/2	1,754	0,2926	0,30	15,06	14,77	8,46	8,07	12,14	11,58

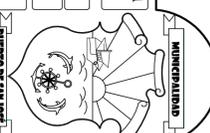
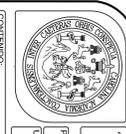


PARAMETROS DE DISEÑO

- Dotación= 120 L/hab./día
- Periodo de diseño= 22 años
- No. de viviendas actuales= 255 viviendas
- No. habitantes inicial= 813 habitantes
- Tasa de crecimiento= 3.40%
- Qmd= 2.36 lts/seg
- Qdm= 2.83 lts/seg
- Qhm= 5.18 lts/seg
- Población a servir= 1696 habitantes
- Densidad de vivienda= 6 hab./vivienda
- Tubería para agua potable ASTM D 2241-00
- 160, 125 PSI Ø 4", 3", 2", 1 1/2", 1"
- Longitud= 4,854.16 m
- Profundidad mínima de zanja= 1.00 m

PLANTA GENERAL Y CURVAS DE PRESIÓN

ESCALA 1: 2500

			
MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ		CARRERA: 2003-12916 FECHA: 2003-12-16	
CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y CURVAS DE PRESIÓN		PROYECTANTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO ESCALA: 1:2500	
PROYECTANTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO ESCALA: 1:2500		REVISOR: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO FECHA: 2010	



PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1 : 2500

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
UBICACION:	PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

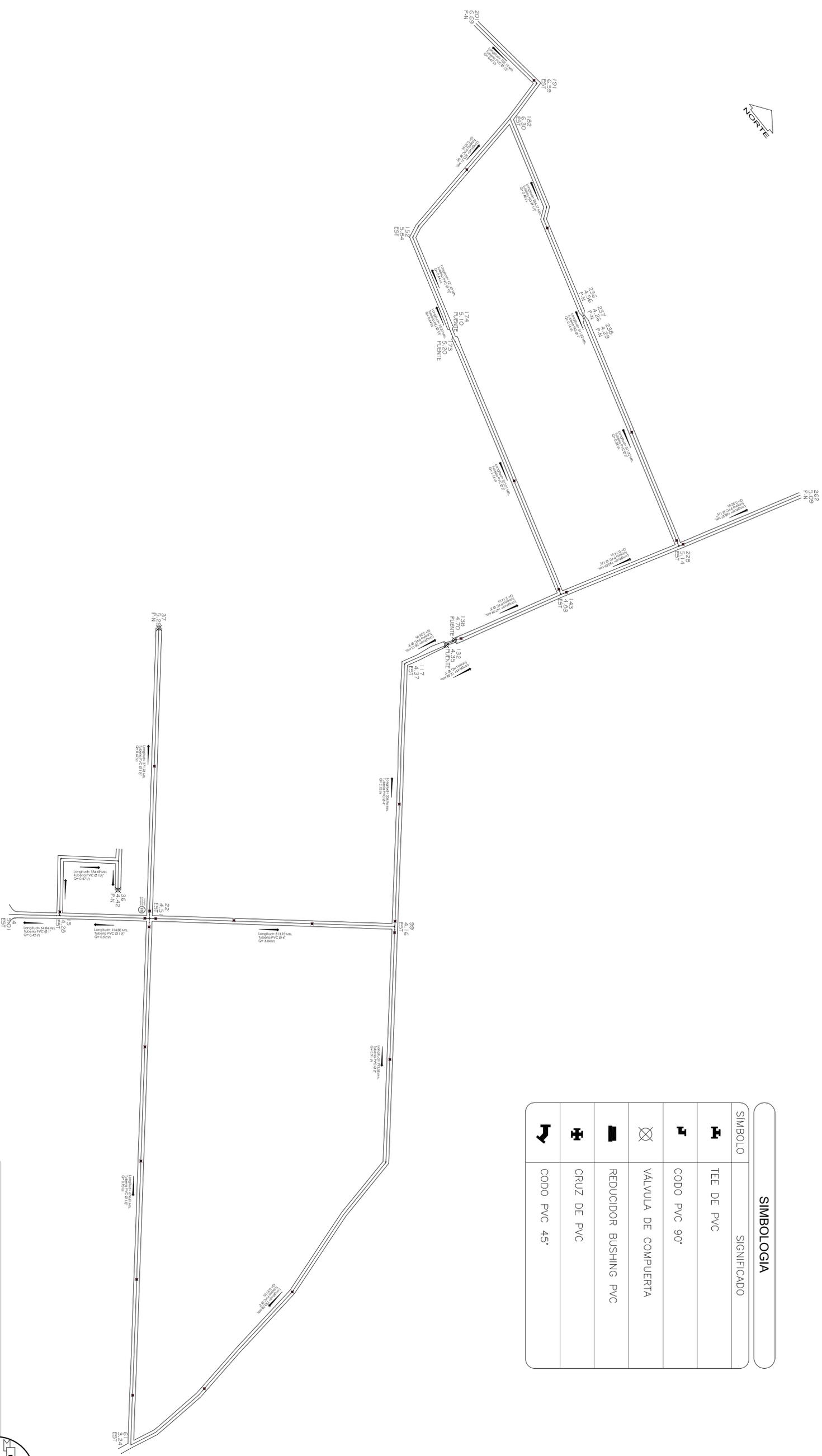
CONTENIDO:
PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

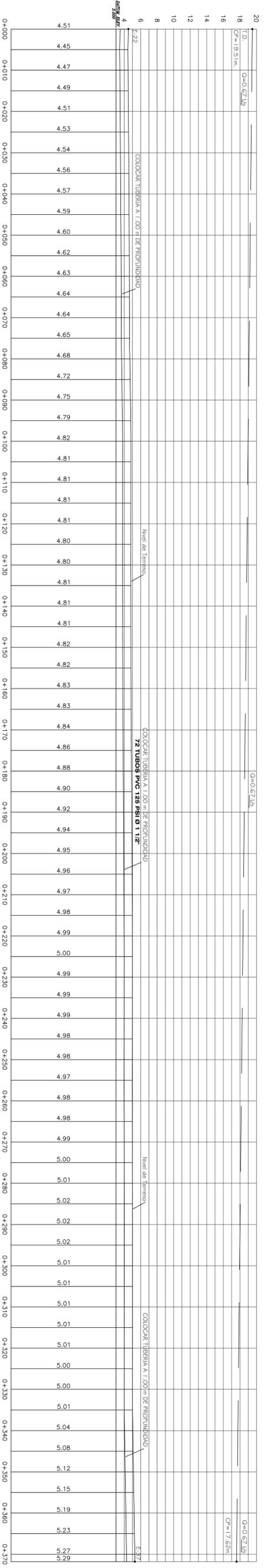
PROYECTANTE:
ING. EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

FECHA:
2003-12-16

ESCALA:
1/20

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ	
ING. EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	
2010	



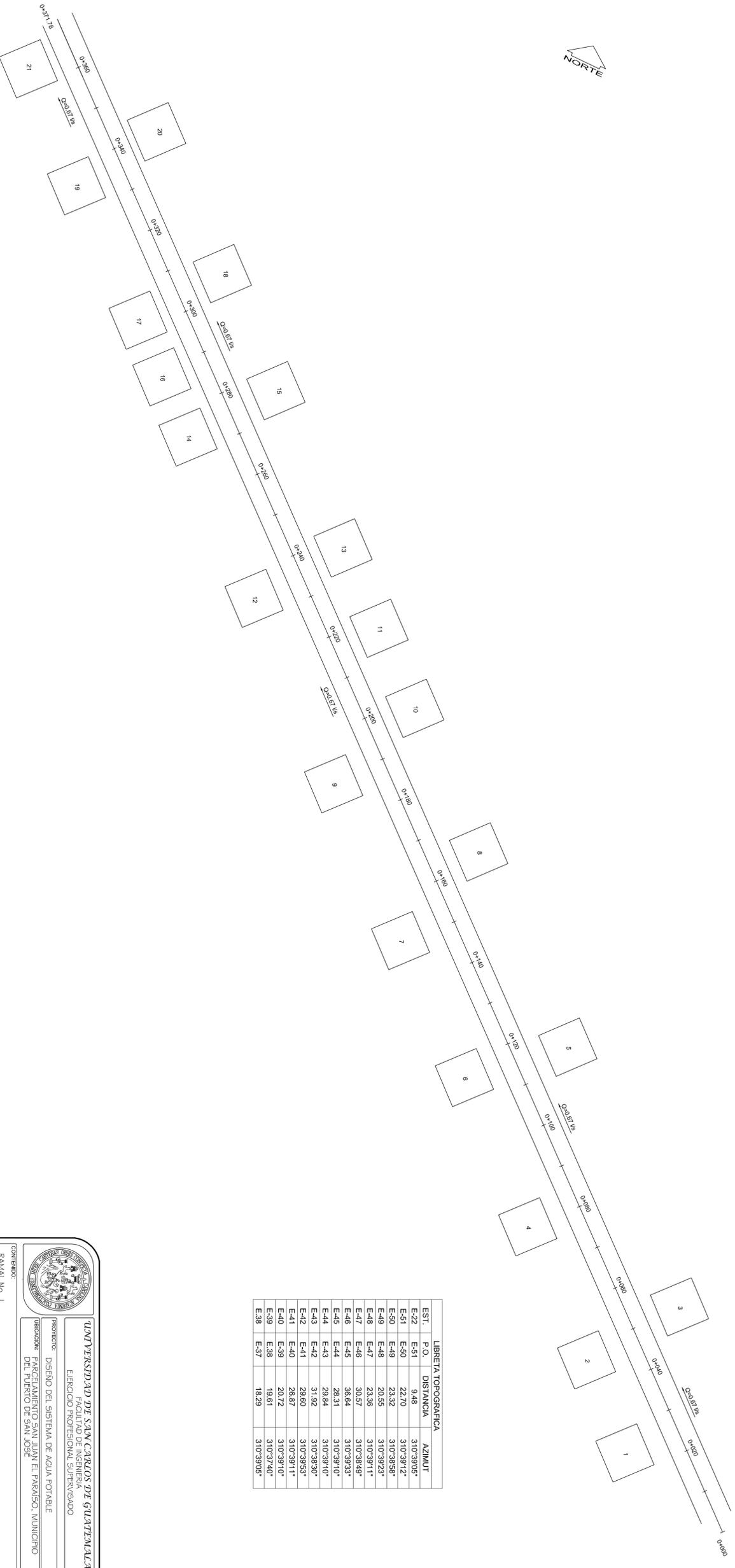


PERFIL DE EST-22 A EST-37

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-22	E-51	9.48	310°39'05"
E-51	E-50	22.70	310°39'12"
E-50	E-49	23.32	310°38'58"
E-49	E-48	20.55	310°39'23"
E-48	E-47	23.36	310°39'11"
E-47	E-46	30.57	310°38'49"
E-46	E-45	36.64	310°39'33"
E-45	E-44	28.31	310°39'10"
E-44	E-43	29.64	310°39'10"
E-43	E-42	31.92	310°38'30"
E-42	E-41	29.60	310°39'53"
E-41	E-40	26.87	310°39'11"
E-40	E-39	20.72	310°39'10"
E-39	E-38	19.61	310°37'40"
E-38	E-37	18.29	310°39'05"



PLANTA DE EST-22 A EST-37

ESCALA 1: 500

MUNICIPALIDAD
SAN JUAN JOSÉ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 1

LIBRETA TOPOGRAFICA

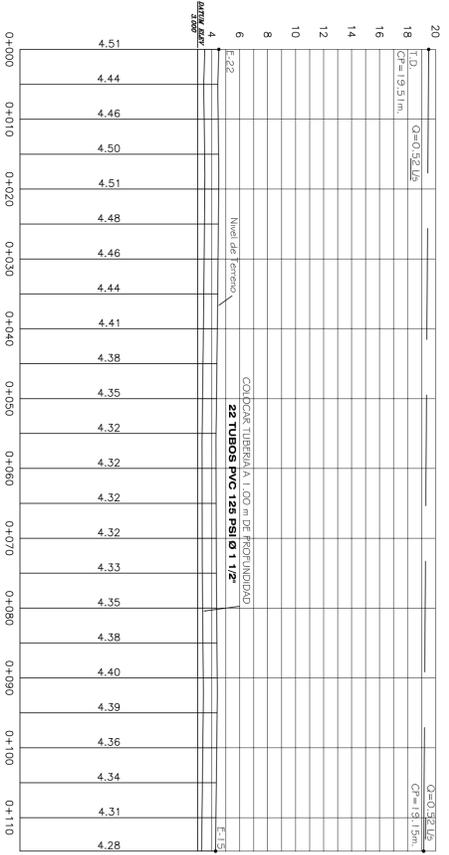
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-22	E-51	9.48	310°39'05"
E-51	E-50	22.70	310°39'12"
E-50	E-49	23.32	310°38'58"
E-49	E-48	20.55	310°39'23"
E-48	E-47	23.36	310°39'11"
E-47	E-46	30.57	310°38'49"
E-46	E-45	36.64	310°39'33"
E-45	E-44	28.31	310°39'10"
E-44	E-43	29.64	310°39'10"
E-43	E-42	31.92	310°38'30"
E-42	E-41	29.60	310°39'53"
E-41	E-40	26.87	310°39'11"
E-40	E-39	20.72	310°39'10"
E-39	E-38	19.61	310°37'40"
E-38	E-37	18.29	310°39'05"

PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
V.O. No. 2003-12916

ESCALA: 1:500

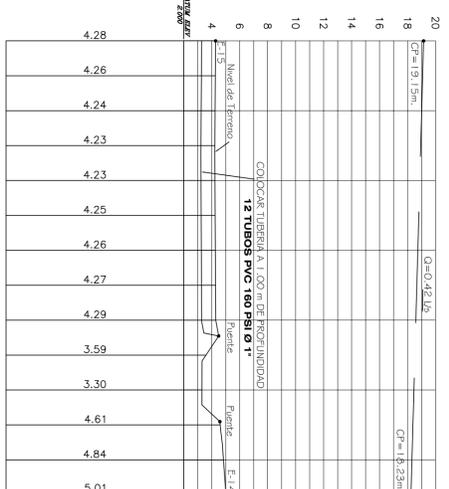
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

ESCALA: 1:500



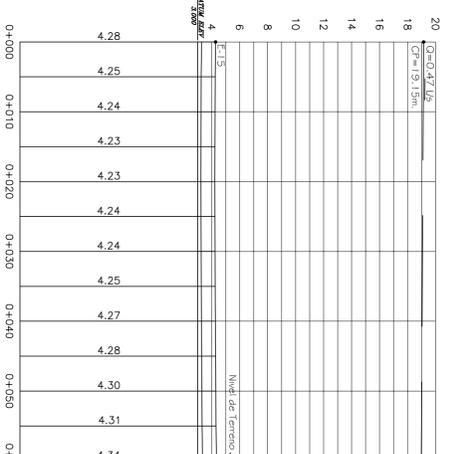
PERFIL DE EST-22 A EST-15

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



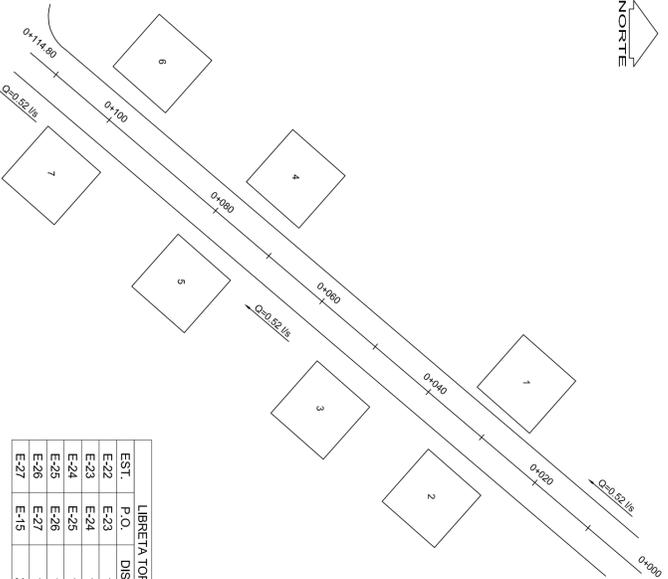
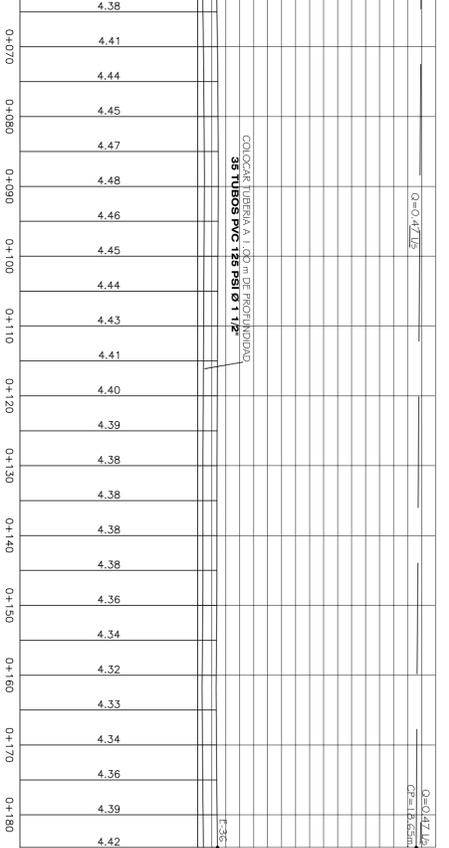
PERFIL DE EST-22 A EST-15

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



PERFIL DE EST-22 A EST-15

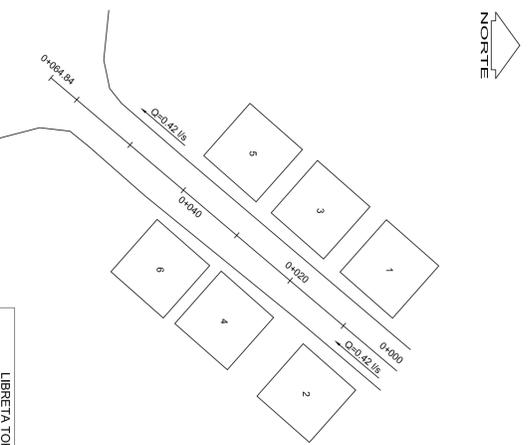
ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-22	E-23	17.97	220°29'15"
E-23	E-24	18.47	220°29'15"
E-24	E-25	19.54	220°29'15"
E-25	E-26	17.82	22°29'15"
E-26	E-27	18.48	220°29'14"
E-27	E-15	22.53	220°29'15"

PLANTA DE EST-22 A EST-15

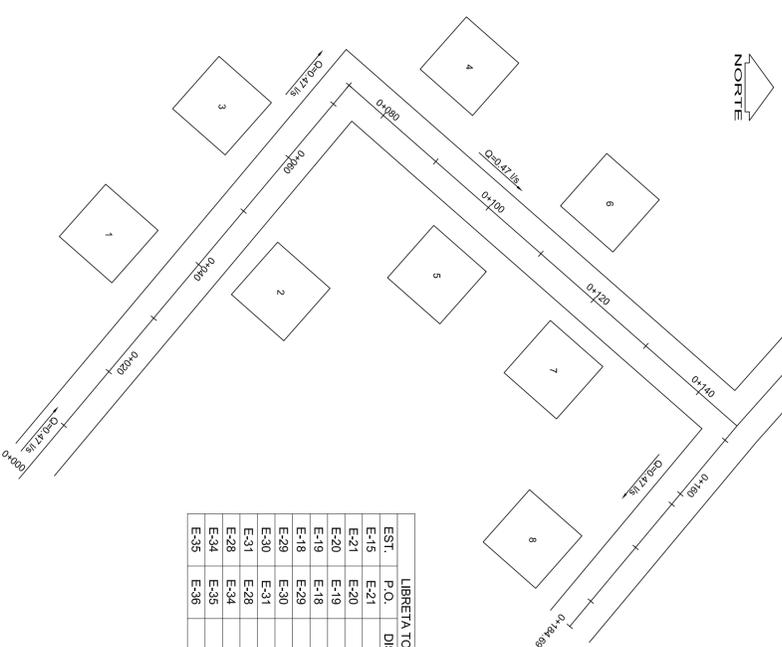
ESCALA 1: 500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-15	E-17	15.93	220°20'20"
E-17	E-16	26.32	220°20'20"
E-16	E-14	22.57	220°20'21"

PLANTA DE EST-15 A EST-14

ESCALA 1: 500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-15	E-21	19.35	309°56'04"
E-21	E-20	18.07	309°56'05"
E-20	E-19	17.29	309°56'05"
E-19	E-18	18.77	309°56'06"
E-18	E-29	15.20	41°19'25"
E-29	E-30	19.44	41°19'25"
E-30	E-31	20.33	41°19'24"
E-31	E-28	18.89	41°19'25"
E-28	E-34	14.51	129°46'54"
E-34	E-35	11.91	129°46'54"
E-35	E-36	10.93	129°46'51"

PLANTA DE EST-15 A EST-36

ESCALA 1: 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL TÜRBO DE SAN JOSÉ

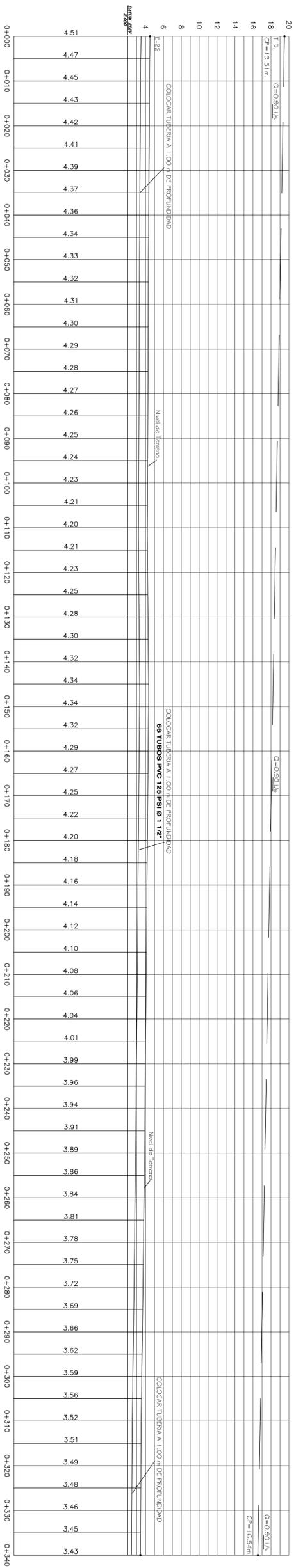
RAMAL No. 2

MUNICIPALIDAD

EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

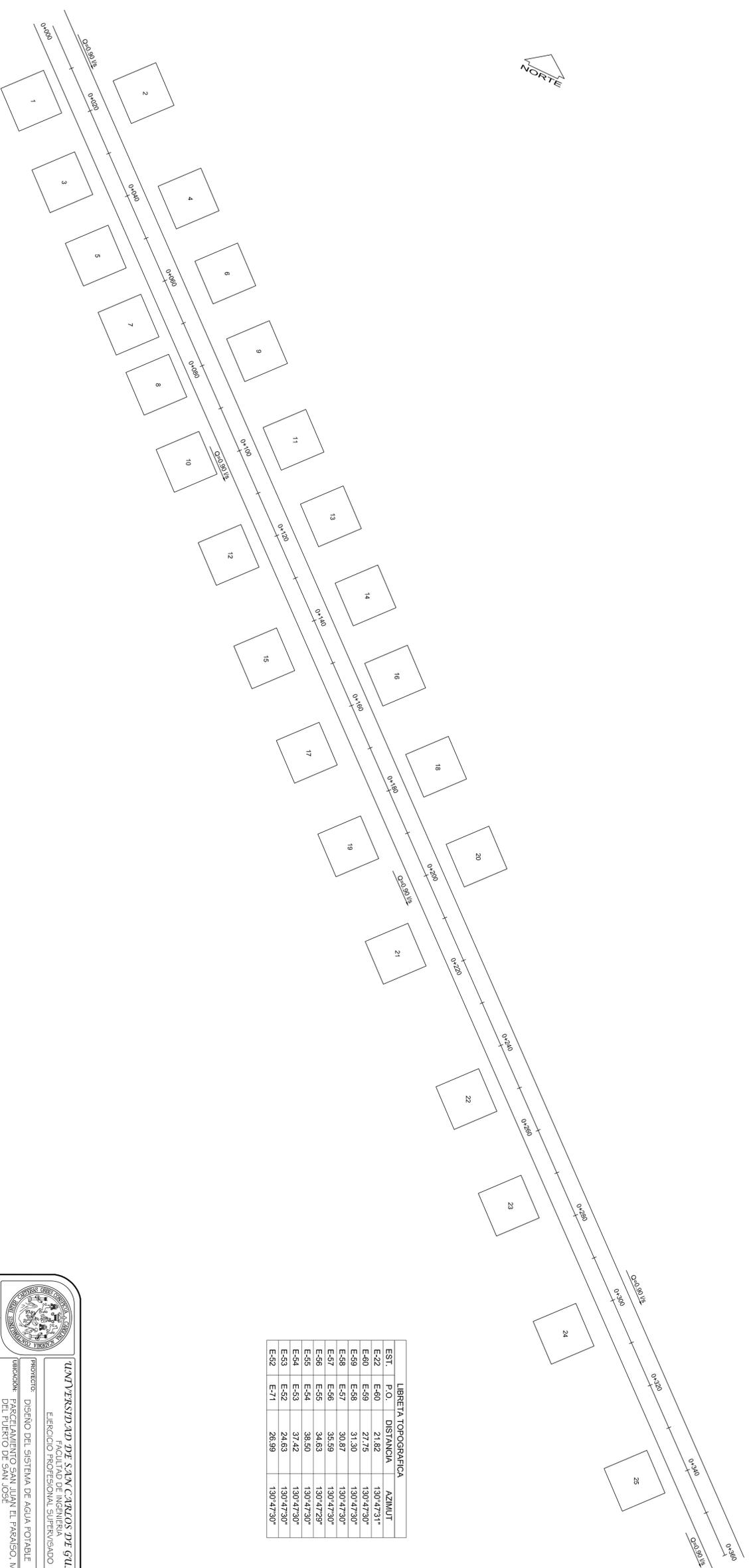
2003-12916

6/20



PERFIL DE EST-22 A CAM. 0+340

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUTH
E-22	E-60	21.82	130°47'31"
E-60	E-59	27.75	130°47'30"
E-59	E-58	31.30	130°47'30"
E-58	E-57	30.87	130°47'30"
E-57	E-56	35.59	130°47'30"
E-56	E-55	34.63	130°47'29"
E-55	E-54	38.50	130°47'30"
E-54	E-53	37.42	130°47'30"
E-53	E-52	24.63	130°47'30"
E-52	E-71	28.99	130°47'30"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL TOLERO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 3

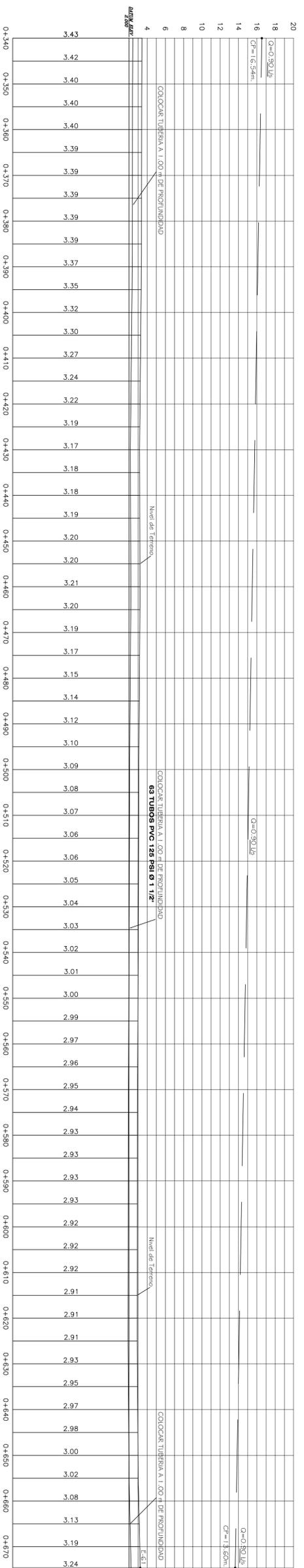
MUNICIPALIDAD
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

2003-12916

7/20

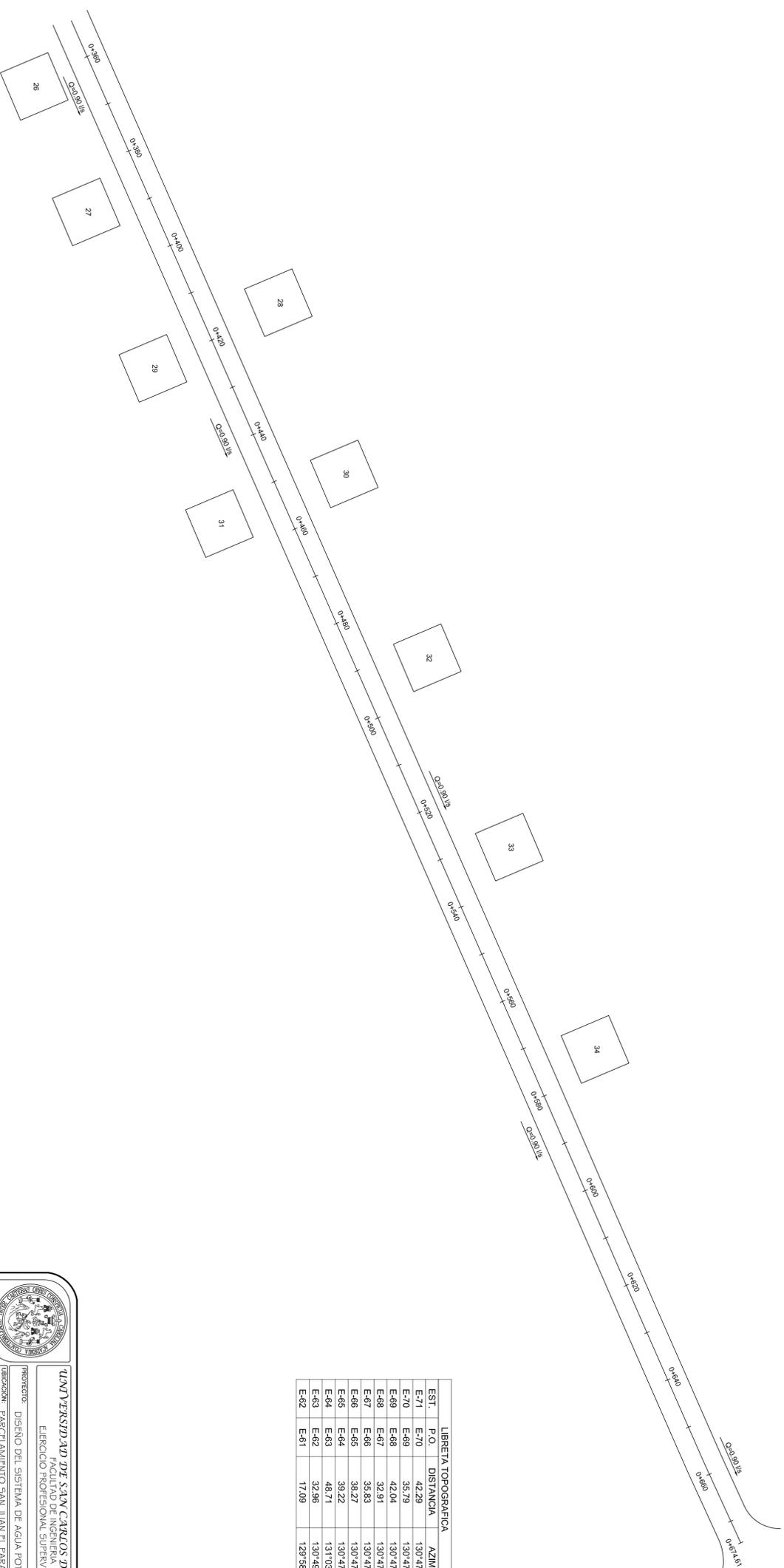
PLANTA DE EST-22 A CAM. 0+340

ESCALA 1:500



PERFIL DE CAM. 0+340 A EST-61

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-71	E-70	42.28	130°47'30"
E-70	E-69	35.79	130°47'30"
E-69	E-68	42.04	130°47'30"
E-68	E-67	32.91	130°47'30"
E-67	E-66	35.83	130°47'30"
E-66	E-65	38.27	130°47'30"
E-65	E-64	39.22	130°47'30"
E-64	E-63	48.71	131°03'18"
E-63	E-62	32.96	130°49'45"
E-62	E-61	17.09	129°58'07"

PLANTA DE CAM. 0+340 A EST-61

ESCALA 1:500

MUNICIPALIDAD
MUNICIPIO DE SAN JOSÉ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL TOLERO DE SAN JOSÉ

PROYECTO: EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

RAMAL No. 3A

LIBRETA TOPOGRAFICA

EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-71	E-70	42.28	130°47'30"
E-70	E-69	35.79	130°47'30"
E-69	E-68	42.04	130°47'30"
E-68	E-67	32.91	130°47'30"
E-67	E-66	35.83	130°47'30"
E-66	E-65	38.27	130°47'30"
E-65	E-64	39.22	130°47'30"
E-64	E-63	48.71	131°03'18"
E-63	E-62	32.96	130°49'45"
E-62	E-61	17.09	129°58'07"

INGENIERO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

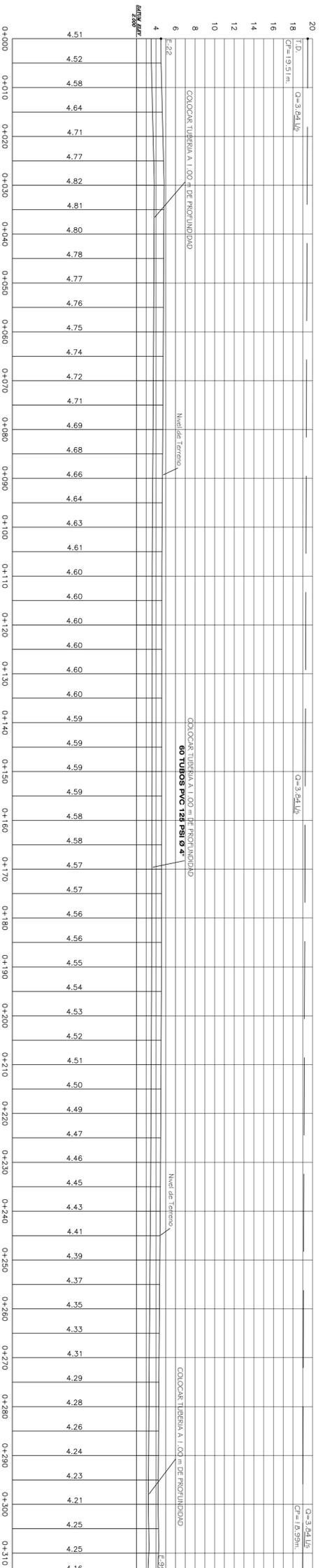
PROYECTO: 2003-12916

FECHA: 8/20

CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ

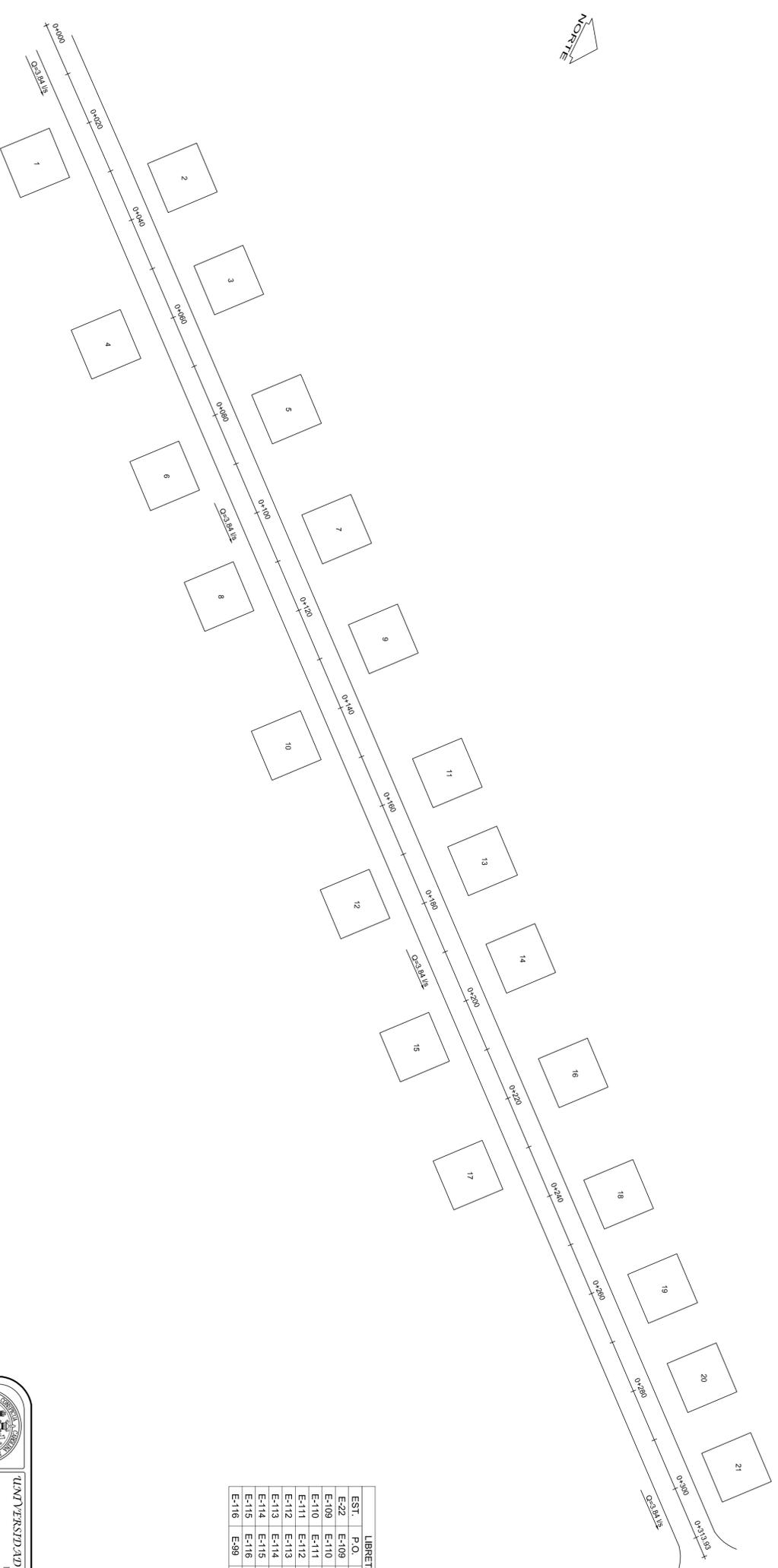
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL TOLERO DE SAN JOSÉ



PERFIL DE EST-22 A EST-99

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-22	E-109	29.38	40°10'17"
E-109	E-110	41.87	40°43'10"
E-110	E-111	36.18	40°43'10"
E-111	E-112	44.43	40°43'10"
E-112	E-113	43.09	40°43'10"
E-113	E-114	38.15	40°43'00"
E-114	E-115	36.55	40°43'20"
E-115	E-116	30.49	40°43'11"
E-116	E-99	13.83	40°43'09"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

MUNICIPALIDAD DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 4

LIBRETA TOPOGRAFICA

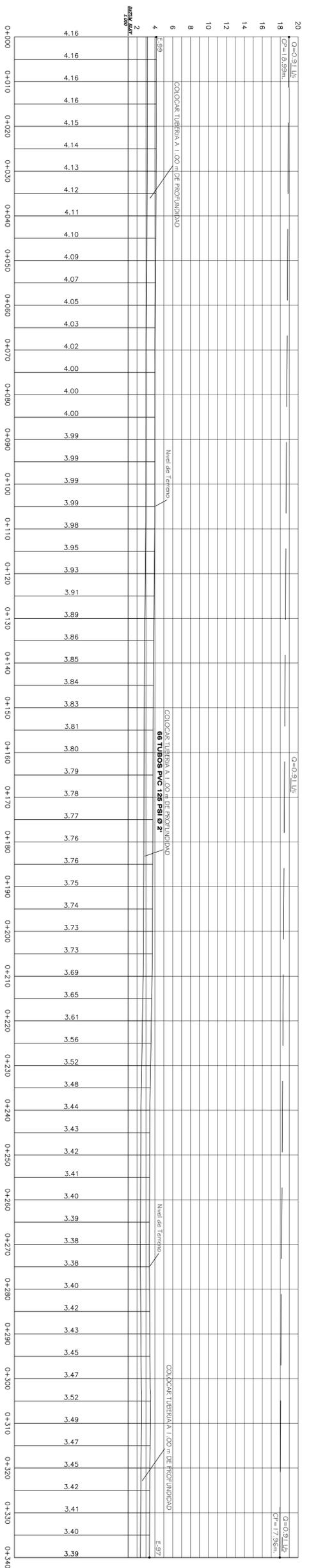
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-22	E-109	29.38	40°10'17"
E-109	E-110	41.87	40°43'10"
E-110	E-111	36.18	40°43'10"
E-111	E-112	44.43	40°43'10"
E-112	E-113	43.09	40°43'10"
E-113	E-114	38.15	40°43'00"
E-114	E-115	36.55	40°43'20"
E-115	E-116	30.49	40°43'11"
E-116	E-99	13.83	40°43'09"

PROFESOR: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
CARRERA: 2003-12916

ESCALA: 1:500

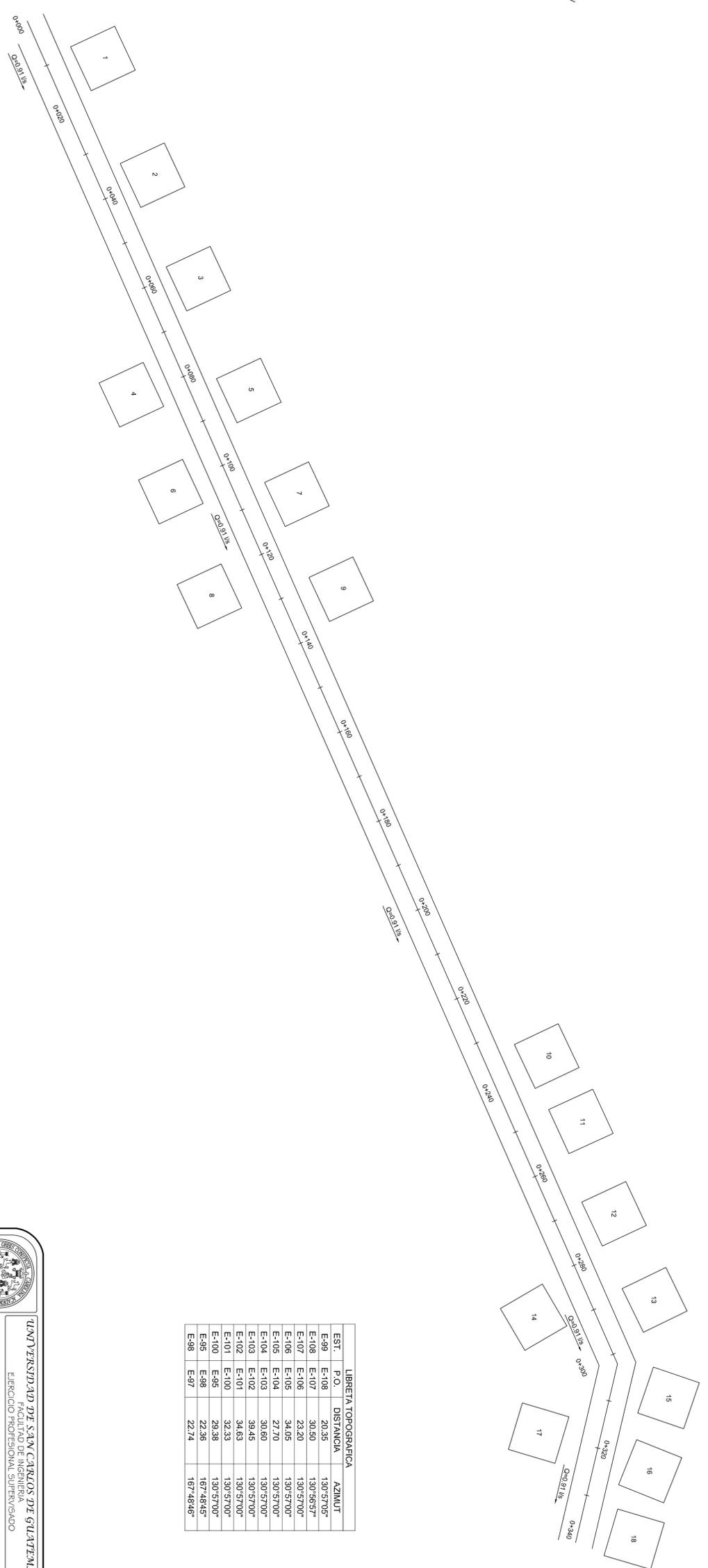
PLANTA DE EST-22 A EST-99

ESCALA 1:500



PERFIL DE EST-99 A CAM. 0+340 - EST.97

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



LIBRETA TOPOGRAFICA		
EST.	P.O.	AZIMUT
E-99	20.35	130°57'05"
E-108	30.50	130°56'57"
E-107	23.20	130°57'00"
E-106	34.05	130°57'00"
E-105	27.70	130°57'00"
E-104	30.60	130°57'00"
E-103	39.45	130°57'00"
E-102	34.63	130°57'00"
E-100	32.33	130°57'00"
E-100	29.38	130°57'00"
E-98	22.36	167°48'45"
E-97	22.74	167°48'46"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
 UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSE

RAMAL No. 5



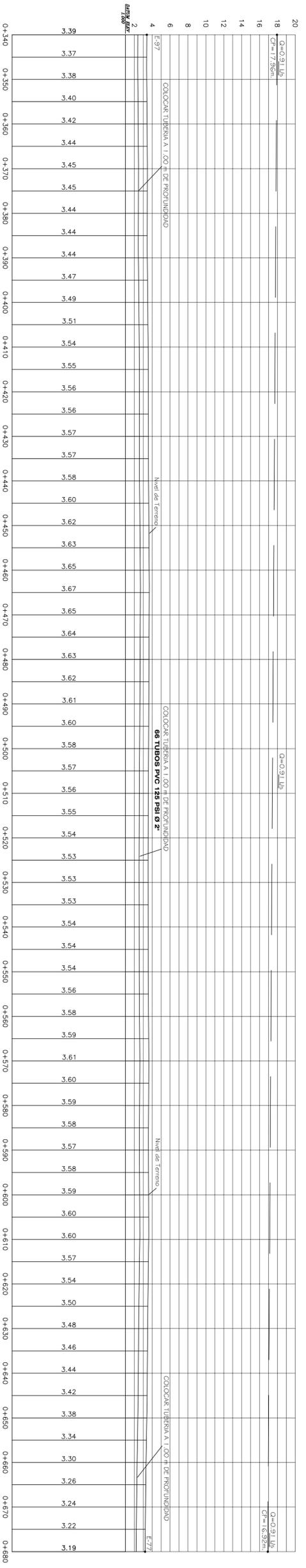
PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
 CARRERA: 2003-12916
 HOJA: 10 / 20

ESCALA: 1:500

FECHA: 10/05/2010

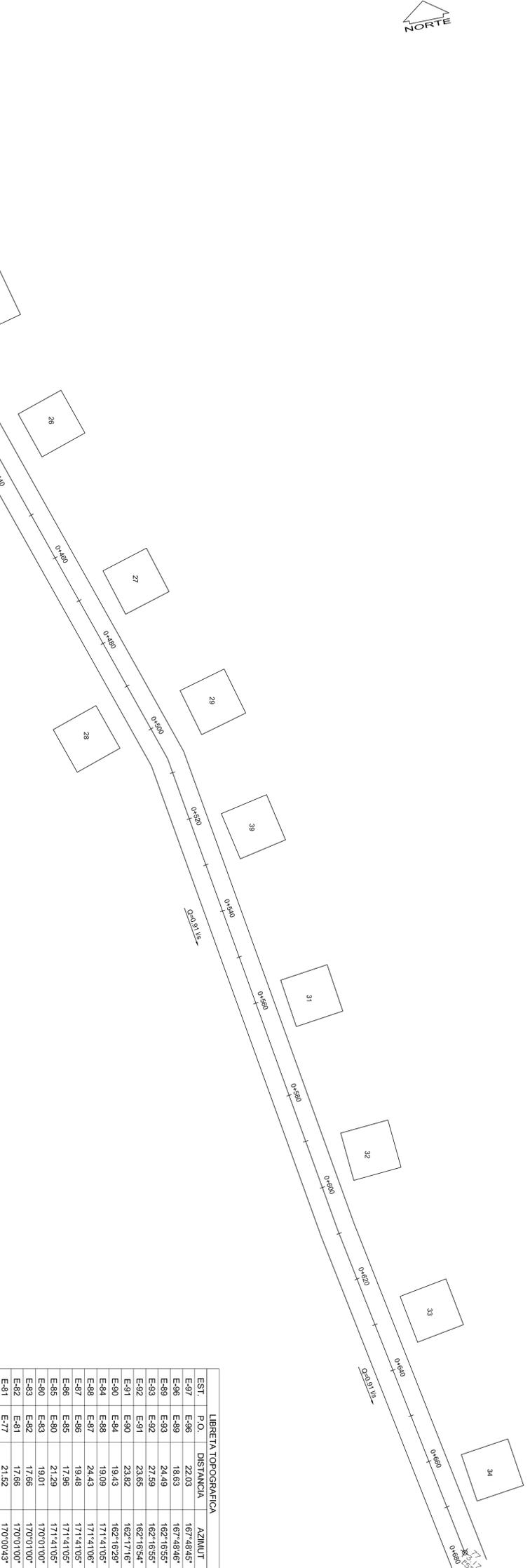
PLANTA DE EST-99 A CAM. 0+340 - EST-97

ESCALA 1: 500



PERFIL DE CAM. 0+340-EST-97 A CAM. 0+680-EST.77

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUTH
E-97	E-96	22.03	167°48'45"
E-98	E-99	18.63	167°48'46"
E-99	E-93	24.49	162°16'55"
E-93	E-92	27.59	162°16'55"
E-92	E-91	23.65	162°16'54"
E-91	E-90	23.82	162°17'16"
E-90	E-84	19.43	162°16'29"
E-84	E-88	19.09	171°41'05"
E-88	E-87	24.43	171°41'05"
E-87	E-86	19.48	171°41'05"
E-86	E-85	17.96	171°41'05"
E-85	E-80	21.29	171°41'05"
E-80	E-83	19.01	170°01'00"
E-83	E-82	17.66	170°01'00"
E-82	E-81	17.66	170°01'00"
E-81	E-77	21.52	170°00'43"

PLANTA DE CAM. 0+340-EST-97 A CAM. 0+680-EST-77

ESCALA 1:500



MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 5A

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

FECHA: 2003-12-16

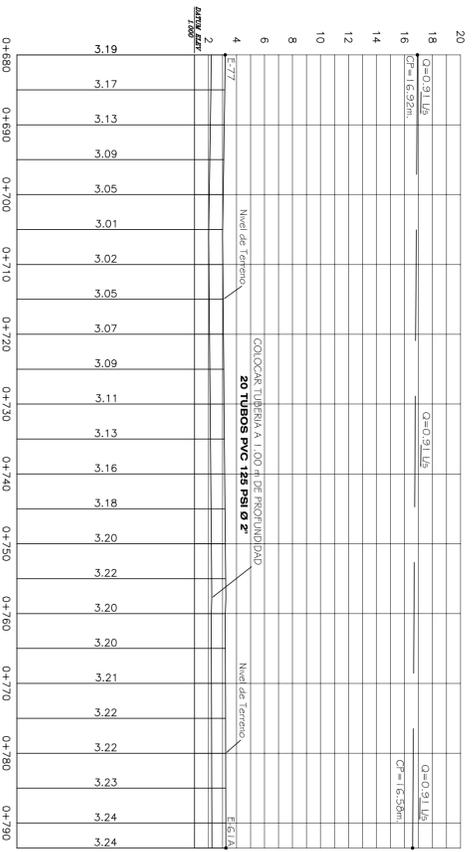
ESCALA: 1:500

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ

PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

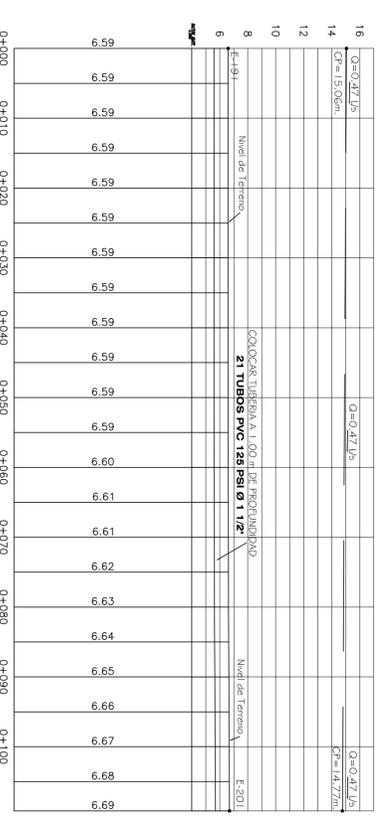
FECHA: 2003-12-16

ESCALA: 1:500



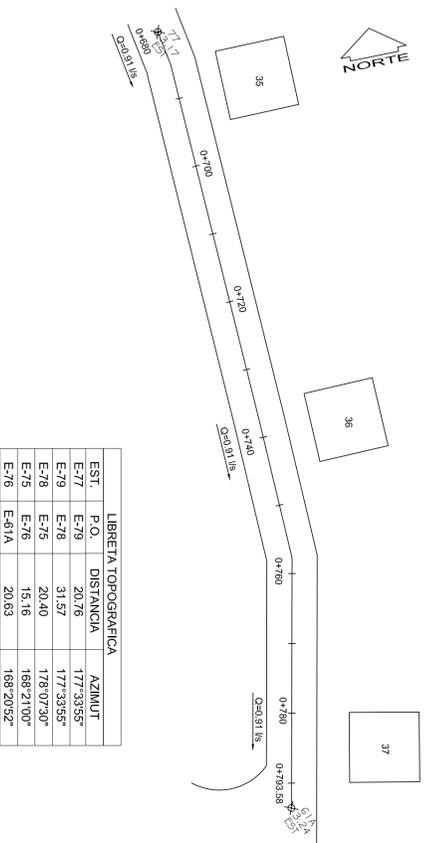
PERFIL DE EST-77 A EST-61A

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



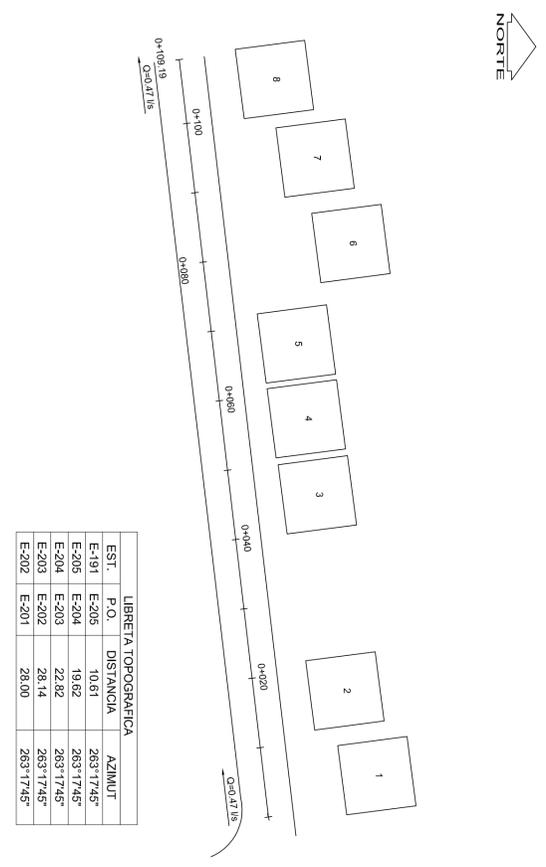
PERFIL DE EST-191 A EST-201

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



PLANTA DE EST-77 A EST-61A

ESCALA 1:500



PLANTA DE EST-191 A EST-201

ESCALA 1:500



MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 5B Y RAMAL No. 6

PROYECTO: EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ

EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

RAMAL No. 5B Y RAMAL No. 6

2003-12916

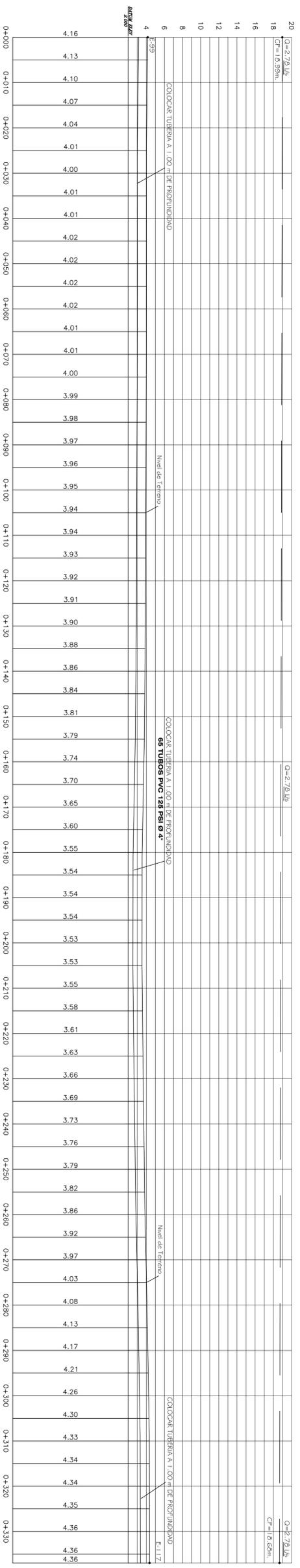
12/20

EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

RAMAL No. 5B Y RAMAL No. 6

2003-12916

12/20



PERFIL DE EST-99 A EST.117

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-99	E-118	26.79	310°54'45"
E-118	E-119	25.38	310°54'45"
E-119	E-120	25.83	310°54'45"
E-120	E-121	25.96	310°54'45"
E-121	E-122	25.00	310°54'44"
E-122	E-123	25.92	310°54'45"
E-123	E-124	25.90	310°54'45"
E-124	E-125	24.32	310°54'45"
E-125	E-126	24.30	309°36'33"
E-126	E-127	29.01	311°12'24"
E-127	E-128	23.49	311°12'25"
E-128	E-129	26.17	311°12'25"
E-129	E-117	28.31	311°12'25"

PLANTA DE EST-99 A EST-117

ESCALA 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 7

MUNICIPIO SAN JOSÉ

EDIFICIO EMANUEL LÓPEZ CANO

CARRER: 2003-12916

HOLAS: 13 / 20

PROFESOR: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

ESTUDIANTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

ESCALA: 1:500

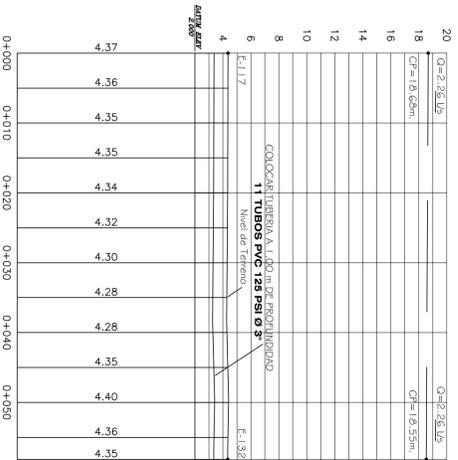
FECHA: NOVIEMBRE 2010

PROFESOR: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

ESTUDIANTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

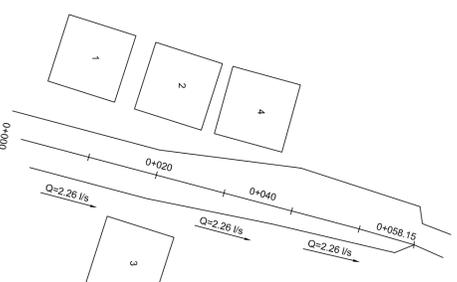
ESCALA: 1:500

FECHA: NOVIEMBRE 2010



PERFIL DE EST-117 A EST.132

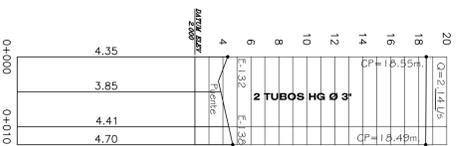
ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



LIBRETA TOPOGRAFICA			
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-117	E-144	19.53	14°54'05"
E-144	E-145	30.13	14°53'37"
E-145	E-132	8.49	16°04'16"

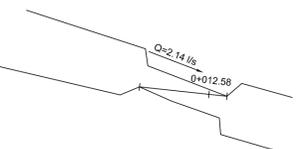
PLANTA DE EST-117 A EST-132

ESCALA 1: 500



PERFIL DE EST-132 A EST.138

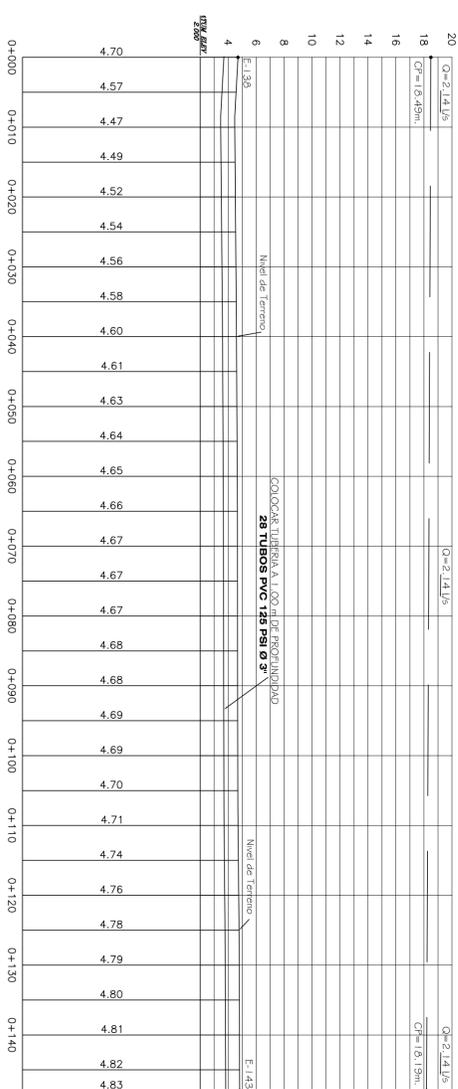
ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



LIBRETA TOPOGRAFICA			
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-132	E-138	12.58	06°07'54"

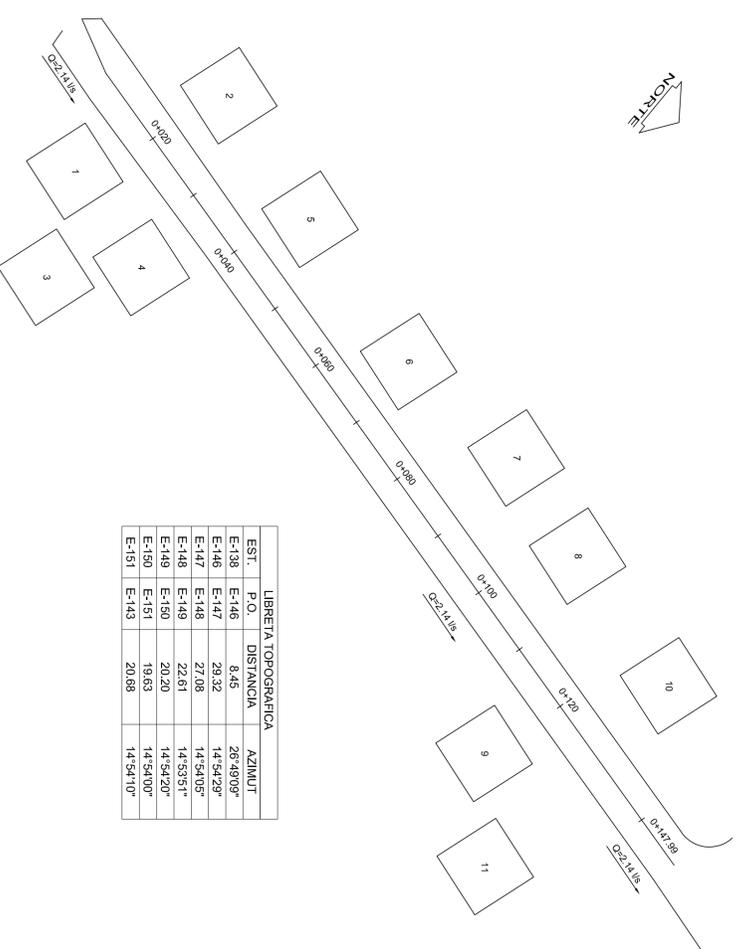
PLANTA DE EST-132 A EST-138

ESCALA 1: 500



PERFIL DE EST-138 A EST- 143

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



LIBRETA TOPOGRAFICA			
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-138	E-146	8.45	26°49'09"
E-146	E-147	29.32	14°54'29"
E-147	E-148	27.08	14°54'05"
E-148	E-149	22.61	14°53'51"
E-149	E-150	20.20	14°54'20"
E-150	E-151	19.63	14°54'00"
E-151	E-143	20.88	14°54'10"

PLANTA DE EST-138 A EST-143

ESCALA 1: 500

MUNICIPALIDAD
SAN JOSÉ

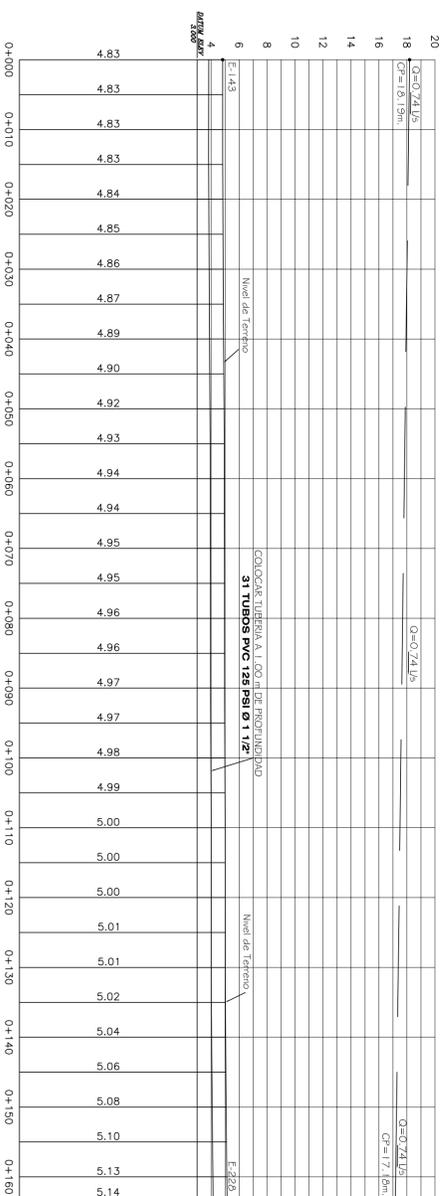
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No.6

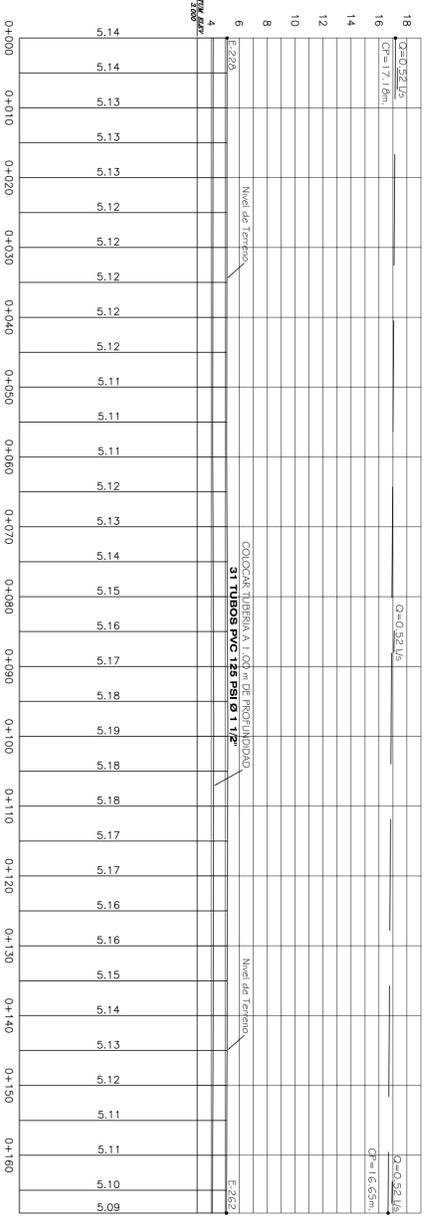
PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	CARGO: 2003-12916
ESCALA: 1/4	FECHA: 14/20

ESCALA: 1:500



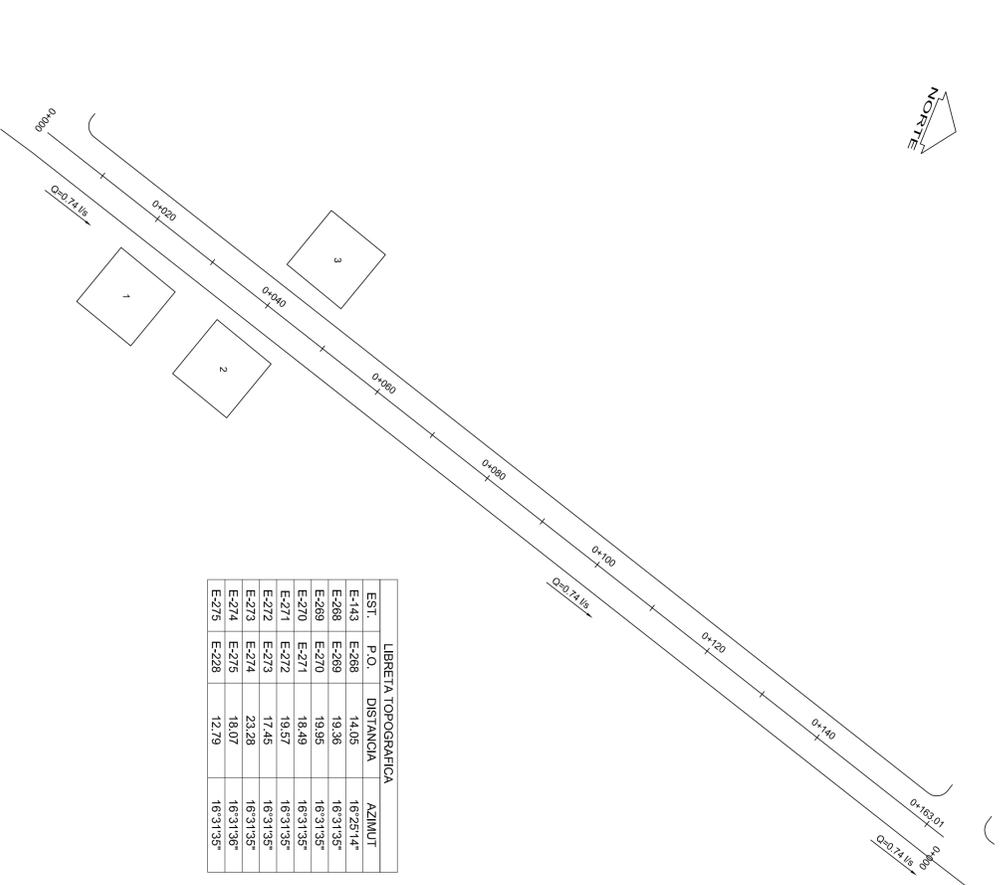
PERFIL DE EST-143 A EST.228

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



PERFIL DE EST-228 A EST.262

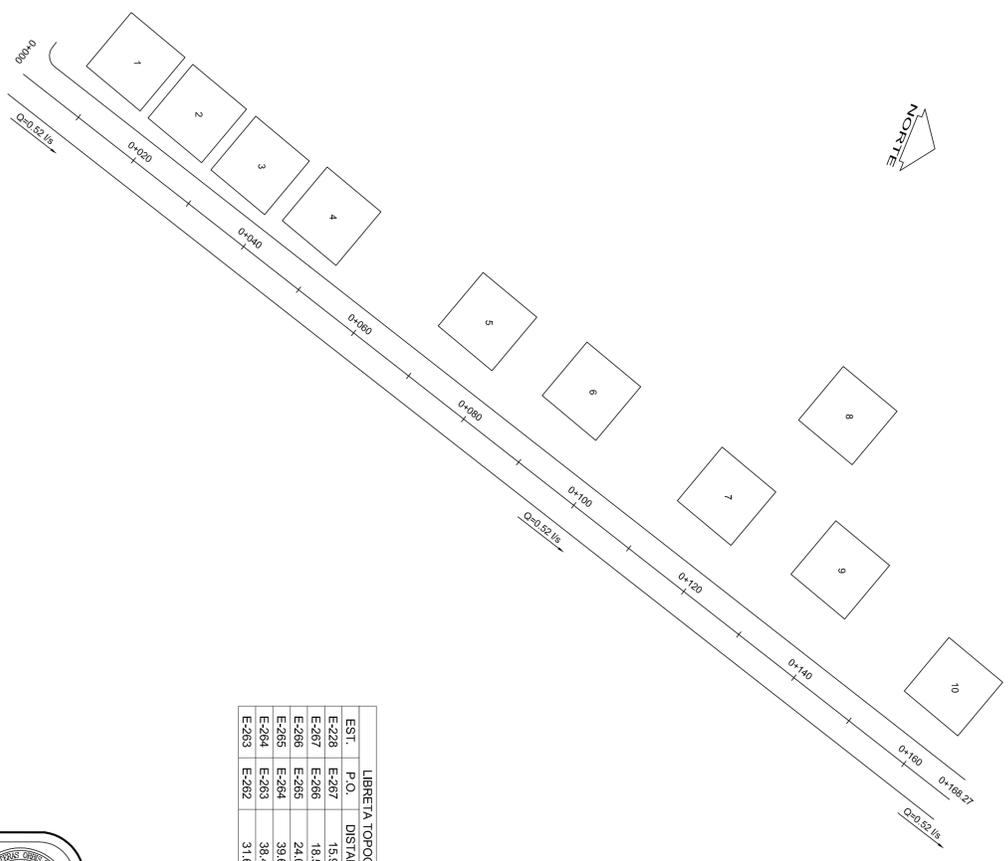
ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-143	E-288	14.05	16.2514°
E-288	E-289	19.36	16.3135°
E-289	E-270	19.95	16.3135°
E-270	E-271	18.49	16.3135°
E-271	E-272	19.57	16.3135°
E-272	E-273	17.45	16.3135°
E-273	E-274	23.28	16.3135°
E-274	E-275	18.07	16.3135°
E-275	E-228	12.79	16.3135°

PLANTA DE EST-143 A EST-228

ESCALA 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-228	E-287	15.94	15.5805°
E-287	E-286	18.51	15.5805°
E-286	E-285	24.02	15.5805°
E-285	E-284	39.69	15.5805°
E-284	E-283	38.44	15.5805°
E-283	E-282	31.69	15.5805°

PLANTA DE EST-228 A EST-262

ESCALA 1:500



MUNICIPALIDAD
SAN JOSÉ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 8 Y RAMAL No. 9

CONTENIDO:

PROYECTANTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

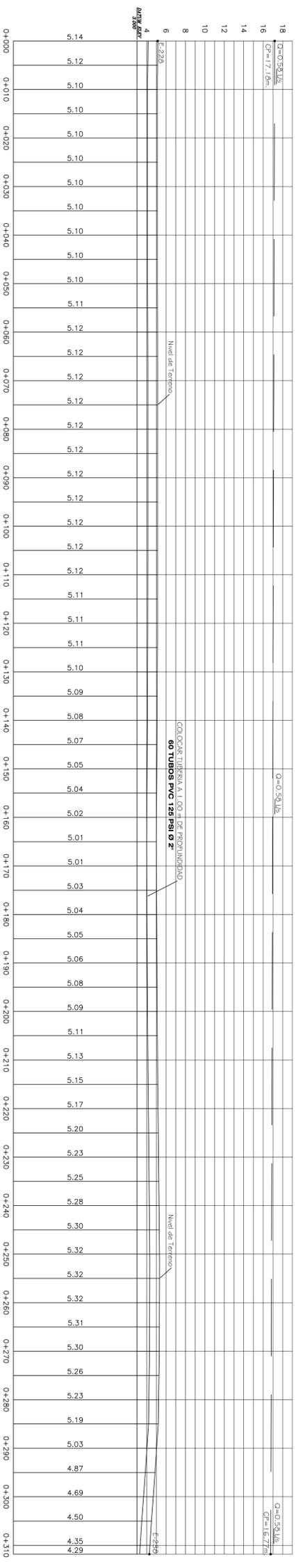
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ

FECHA: 2003-12-16

ESCALA: 1:500

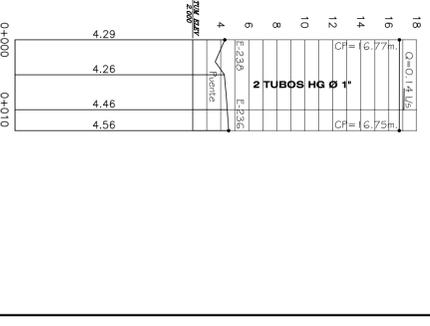
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ



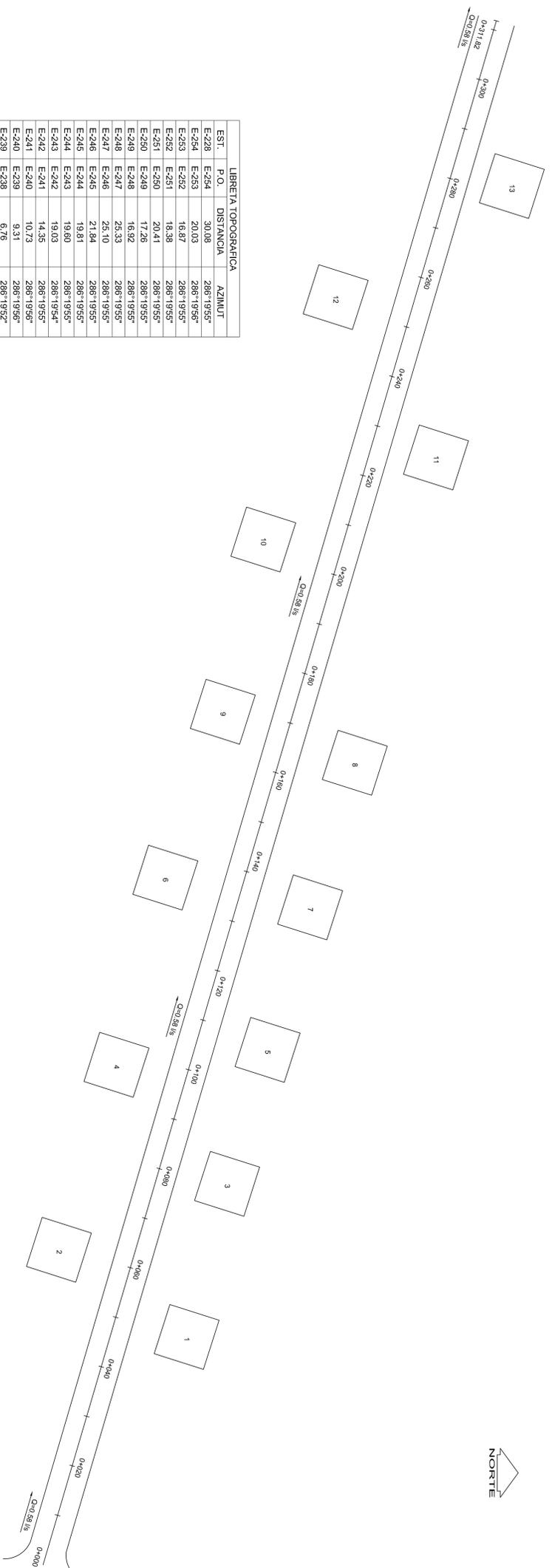
PERFIL DE EST-228 A EST-238

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



PERFIL DE EST-238 A EST-236

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-228	E-234	30.08	286°19'55"
E-234	E-233	20.03	286°19'56"
E-233	E-232	16.87	286°19'55"
E-232	E-231	18.38	286°19'55"
E-231	E-230	20.41	286°19'55"
E-230	E-249	17.26	286°19'55"
E-249	E-248	16.92	286°19'55"
E-248	E-247	25.33	286°19'55"
E-247	E-246	25.10	286°19'55"
E-246	E-245	21.84	286°19'55"
E-245	E-244	19.81	286°19'55"
E-244	E-243	19.60	286°19'55"
E-243	E-242	19.03	286°19'54"
E-242	E-241	14.35	286°19'55"
E-241	E-240	10.73	286°19'56"
E-240	E-239	9.31	286°19'56"
E-239	E-238	6.76	286°19'52"

EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-238	E-237	4.98	286°19'54"
E-237	E-236	8.02	286°19'56"

PLANTA DE EST-228 A EST-238

ESCALA 1:500

PLANTA DE EST-238 A EST-236

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

MUNICIPALIDAD DEL PUERTO SAN JOSÉ

RAMAL No. 10

PROYECTANTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

FECHA: 2003-12-916

ESCALA: 1/20

FECHA: 2010

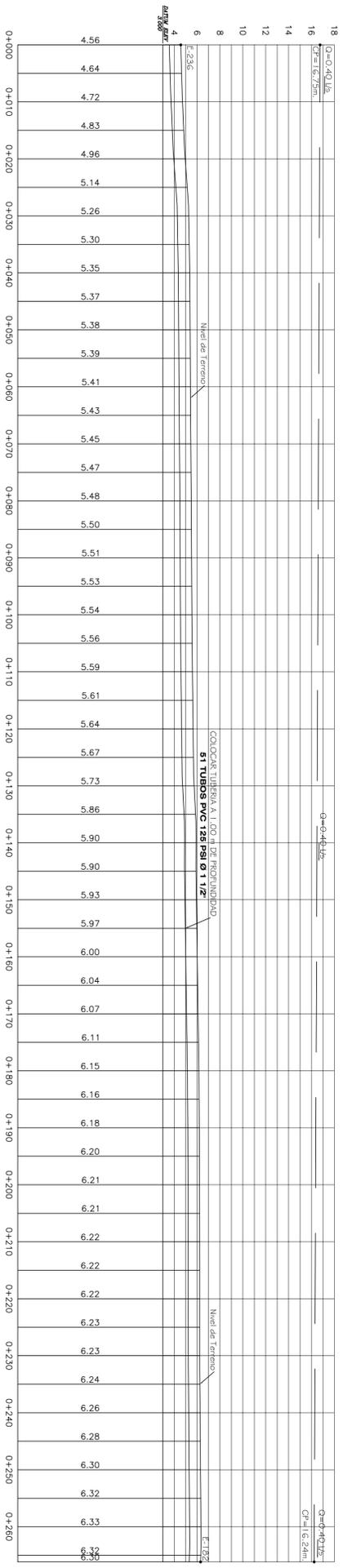
MUNICIPALIDAD DEL PUERTO SAN JOSÉ

PROYECTANTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

FECHA: 2003-12-916

ESCALA: 1/20

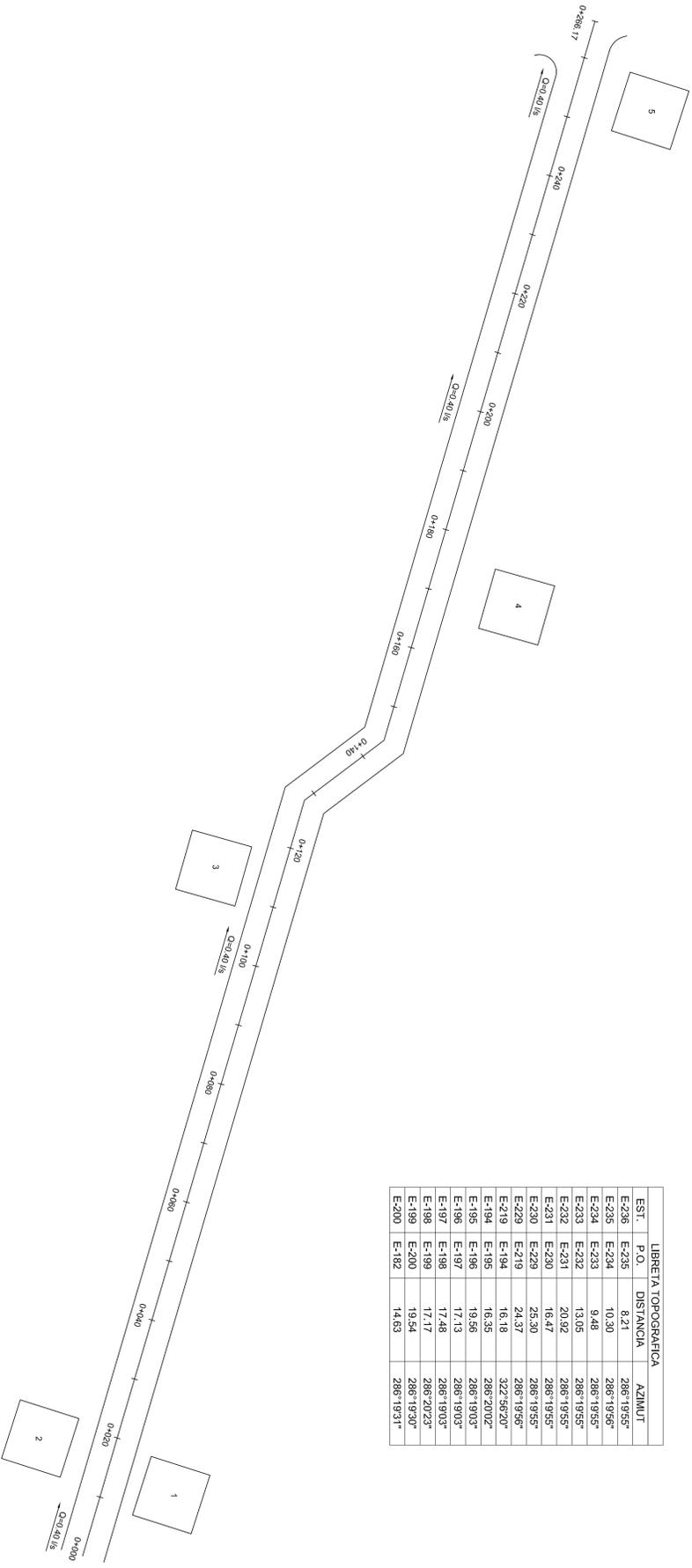
FECHA: 2010



PERFIL DE EST-236 A EST-182

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500

EST.	P.O.	LIBRETA TOPOGRAFICA	AZIMUT
E-226	E-235	8.21	286°19'55"
E-235	E-234	10.30	286°19'56"
E-234	E-233	9.48	286°19'55"
E-233	E-232	13.05	286°19'55"
E-232	E-231	20.92	286°19'55"
E-231	E-230	16.47	286°19'55"
E-230	E-229	25.30	286°19'55"
E-229	E-219	24.37	286°19'56"
E-219	E-194	16.18	322°56'20"
E-194	E-195	16.35	286°20'02"
E-195	E-196	19.56	286°19'03"
E-196	E-197	17.13	286°19'03"
E-197	E-198	17.48	286°19'03"
E-198	E-199	17.17	286°20'23"
E-199	E-200	19.54	286°19'30"
E-200	E-182	14.63	286°19'31"



PLANTA DE EST-236 A EST-182

ESCALA 1:500



MUNICIPALIDAD
SAN JOSÉ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 10A

CONTENIDO:

INGENIERO SUPERVISOR
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

INGENIERO
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 10A

CONTENIDO:

INGENIERO SUPERVISOR
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

INGENIERO
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 10A

CONTENIDO:

INGENIERO SUPERVISOR
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

INGENIERO
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 10A

CONTENIDO:

INGENIERO SUPERVISOR
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

INGENIERO
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 10A

CONTENIDO:

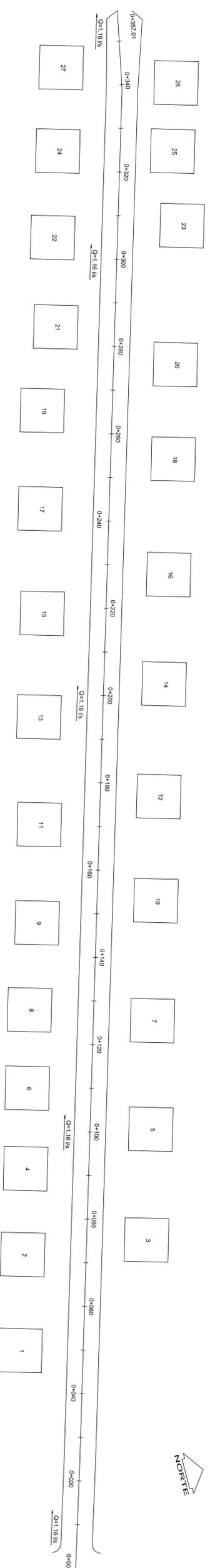
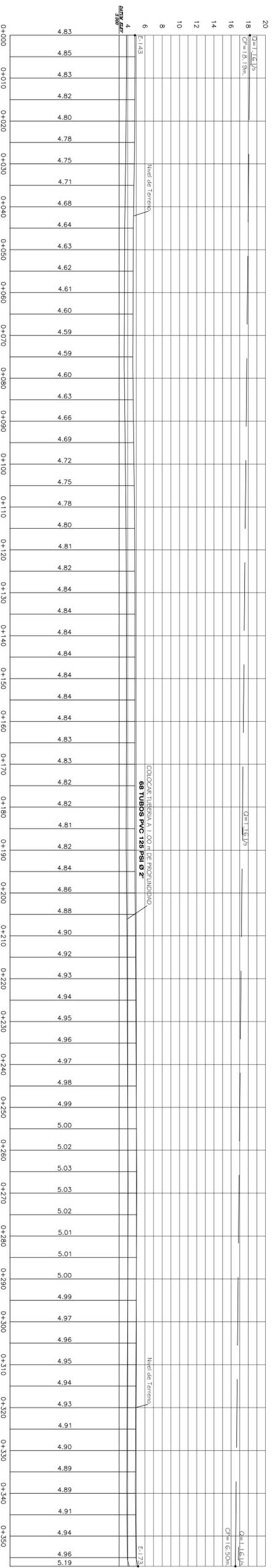
INGENIERO SUPERVISOR
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

INGENIERO
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 10A

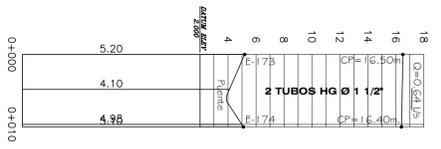
CONTENIDO:



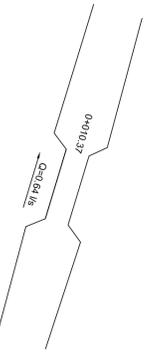
PLANTA DE EST-143 A EST-173

ESCALA 1 : 500

EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-143	E-153	24.29	286°42'30"
E-153	E-154	20.96	286°15'21"
E-154	E-155	31.81	286°15'20"
E-155	E-156	34.13	286°15'20"
E-156	E-157	21.58	286°15'20"
E-157	E-158	25.70	286°15'20"
E-158	E-159	30.20	286°15'20"
E-159	E-160	27.50	286°15'20"
E-160	E-161	26.63	286°15'21"
E-161	E-162	24.98	286°15'19"
E-162	E-163	23.18	286°15'20"
E-163	E-164	23.76	286°15'21"
E-164	E-165	22.29	286°15'20"
E-165	E-173	17.98	281°03'35"



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-173	E-174	10.37	288°44'37"



MUNICIPALIDAD

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL TOLERO DE SAN JOSÉ

RAMAL No. 11

FECHA: 2003-12-16

HOJA 18 / 20

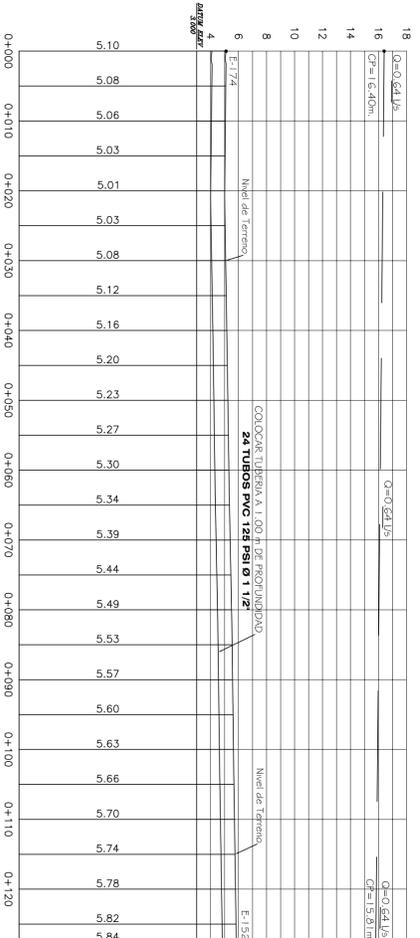
PROYECTO
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500

ESCALA 1 : 500

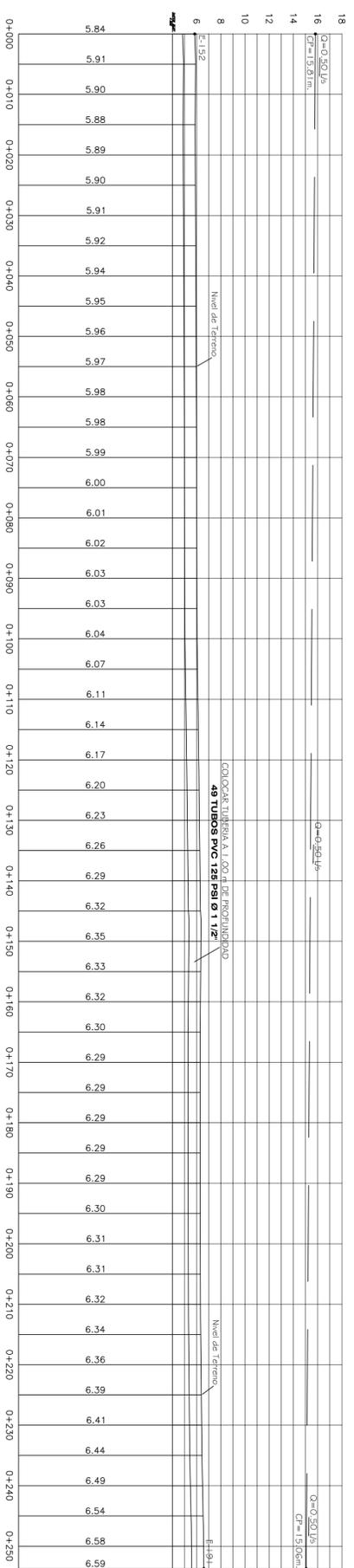
PERFIL DE EST-173 A EST-174

PLANTA DE EST-173 A EST-174



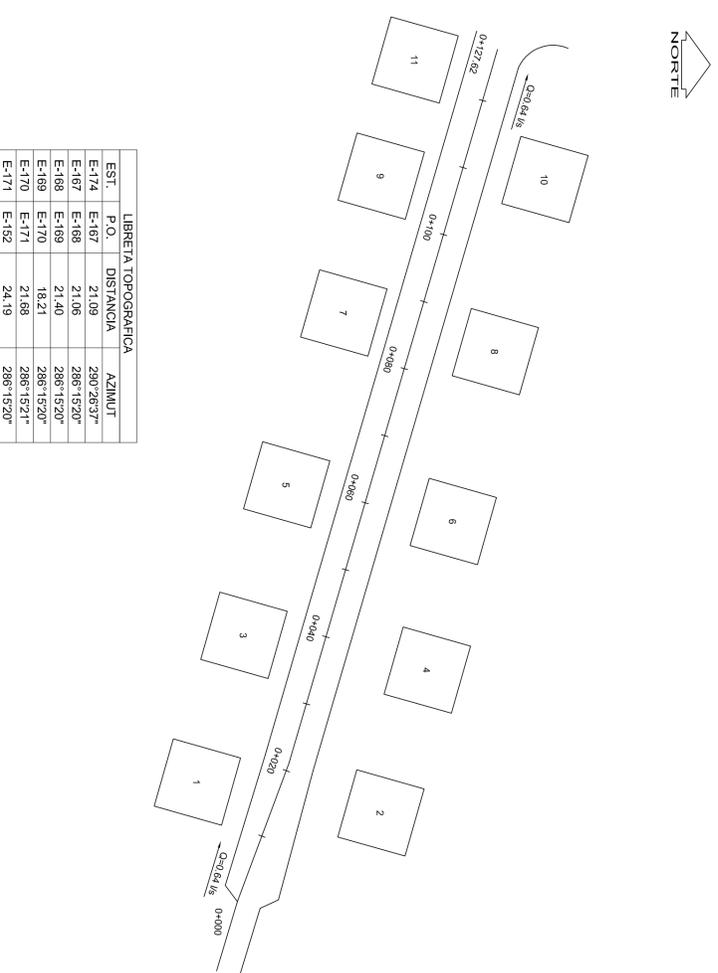
PERFIL DE EST-174 A EST-152

ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



PERFIL DE EST-152 A EST-191

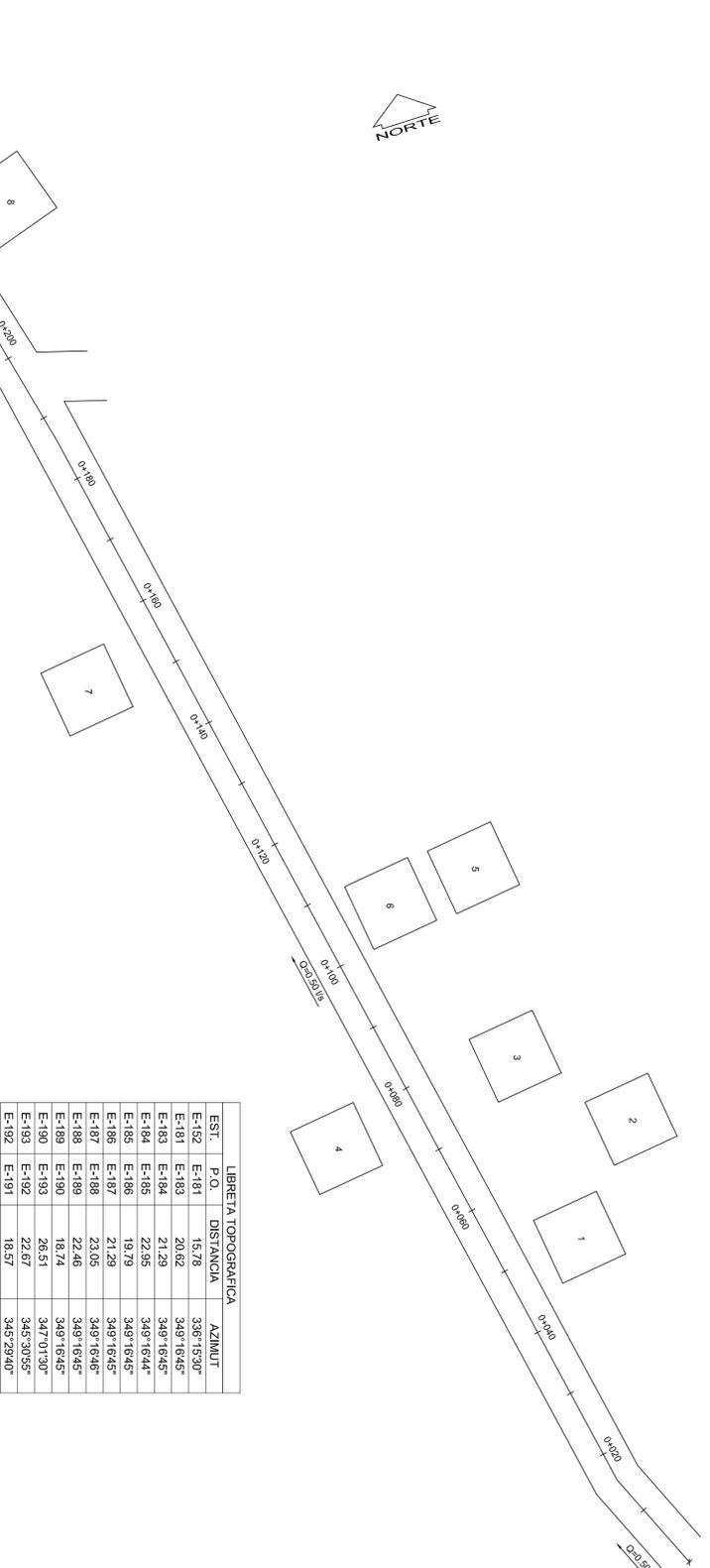
ESCALA VERTICAL 1:250 HORIZONTAL 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-174	E-167	21.09	290°26'37"
E-167	E-168	21.06	286°15'20"
E-168	E-169	21.40	286°15'20"
E-169	E-170	18.21	286°15'20"
E-170	E-171	21.88	286°15'21"
E-171	E-162	24.19	286°15'20"

PLANTA DE EST-174 A EST-152

ESCALA 1:500



EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
E-152	E-181	15.78	336°15'30"
E-181	E-183	20.82	349°16'45"
E-183	E-184	21.29	349°16'45"
E-184	E-185	22.95	349°16'44"
E-185	E-186	19.79	349°16'45"
E-186	E-187	21.29	349°16'45"
E-187	E-188	23.05	349°16'46"
E-188	E-189	22.46	349°16'45"
E-189	E-190	18.74	349°16'45"
E-190	E-193	28.51	347°01'30"
E-193	E-192	22.67	345°30'55"
E-192	E-191	18.57	345°29'40"

PLANTA DE EST-152 A EST-191

ESCALA 1:500

MUNICIPALIDAD

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

INGENIERO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

FECHA: 2003-12-16

HOJA: 19 / 20

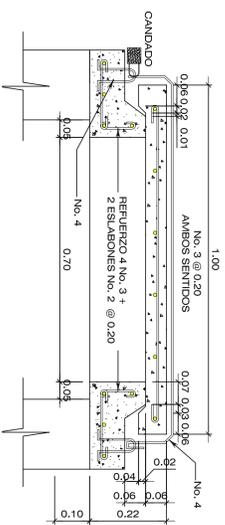
MUNICIPIO

RAMAL PLANTA - PERFIL

INGENIERO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO

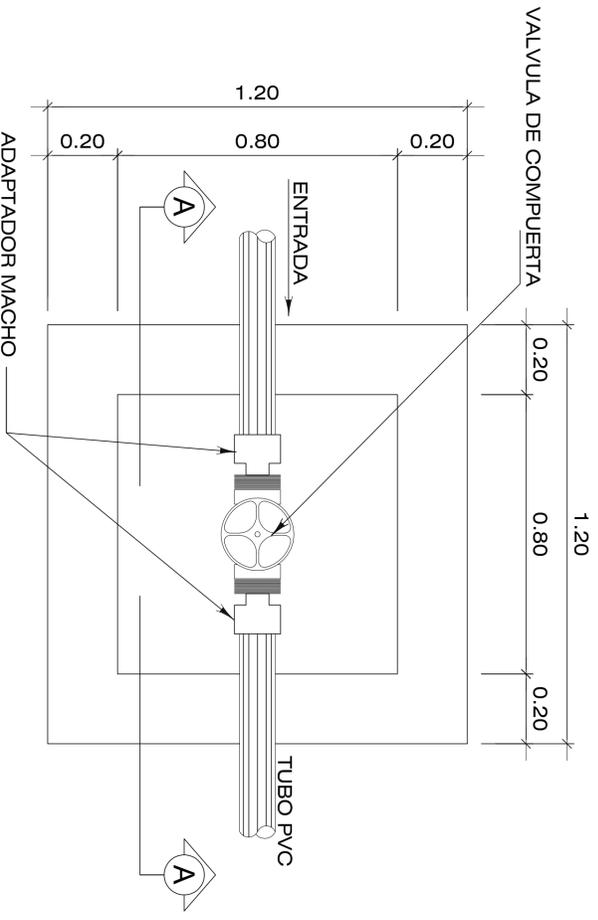
FECHA: 2003-12-16

HOJA: 19 / 20



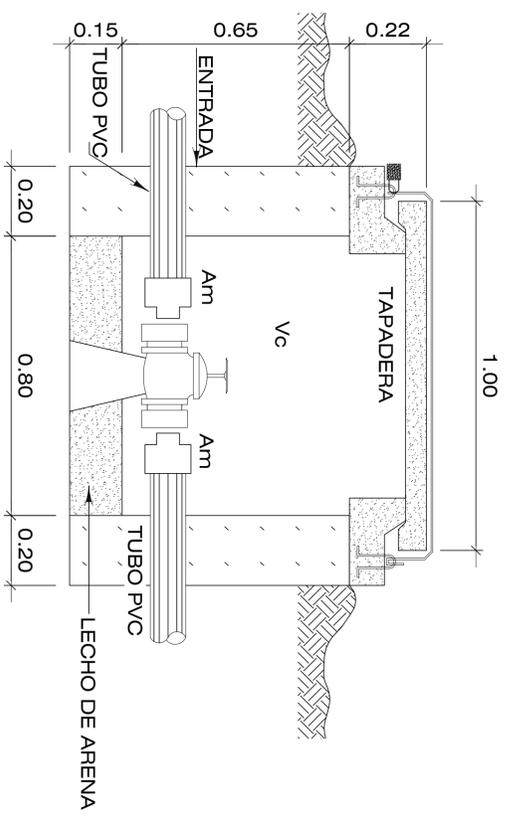
DETALLE DE TAPADERA CAJA DE VÁLVULAS

ESCALA 1: 10



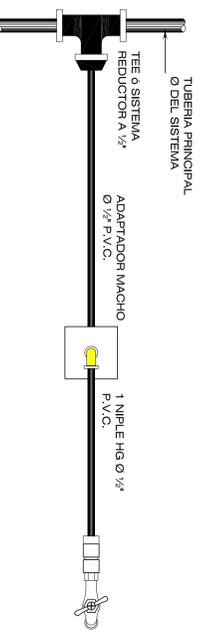
PLANTA CAJA DE VÁLVULAS

ESCALA 1: 10



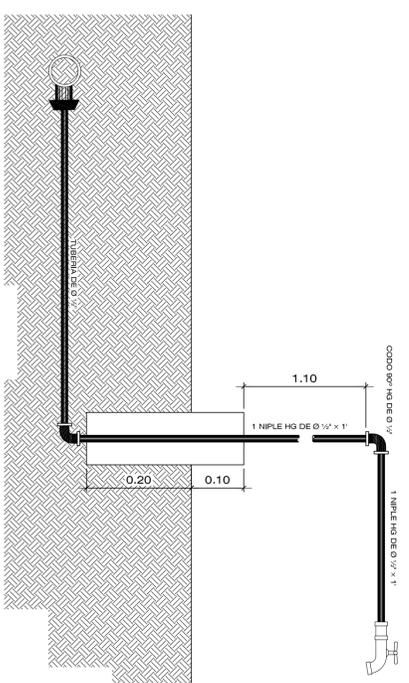
SECCIÓN A-A' CAJA DE VÁLVULAS

ESCALA 1: 10



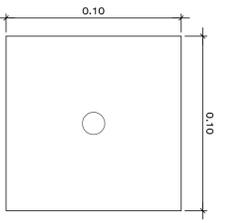
PLANTA CONEXIÓN PREDIAL

ESCALA 1: 5



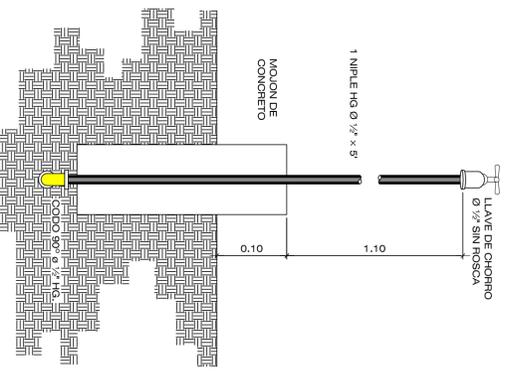
ELEVACIÓN CONEXIÓN PREDIAL

ESCALA 1: 10



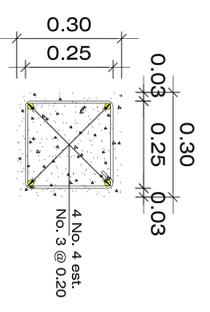
PLANTA MOJÓN

ESCALA 1: 2



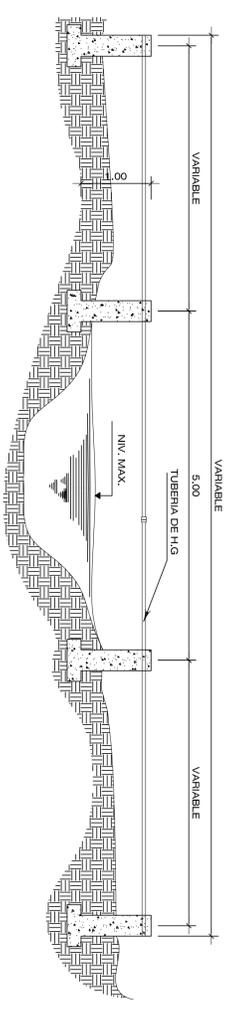
ELEVACIÓN MOJÓN

SIN ESCALA



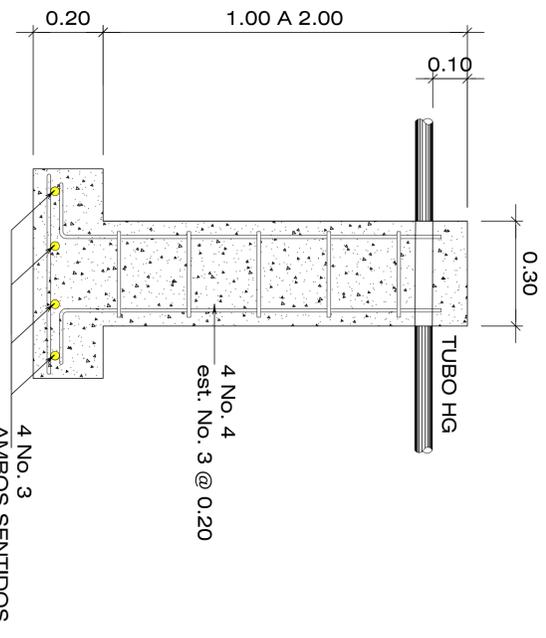
DETALLE DE COLUMNA

ESCALA 1: 10



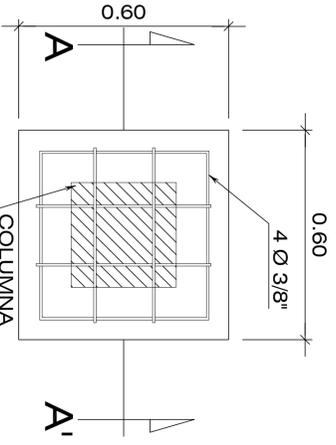
PASO ZANJON

ESCALA 1: 50



SECCIÓN A-A'

ESCALA 1: 10



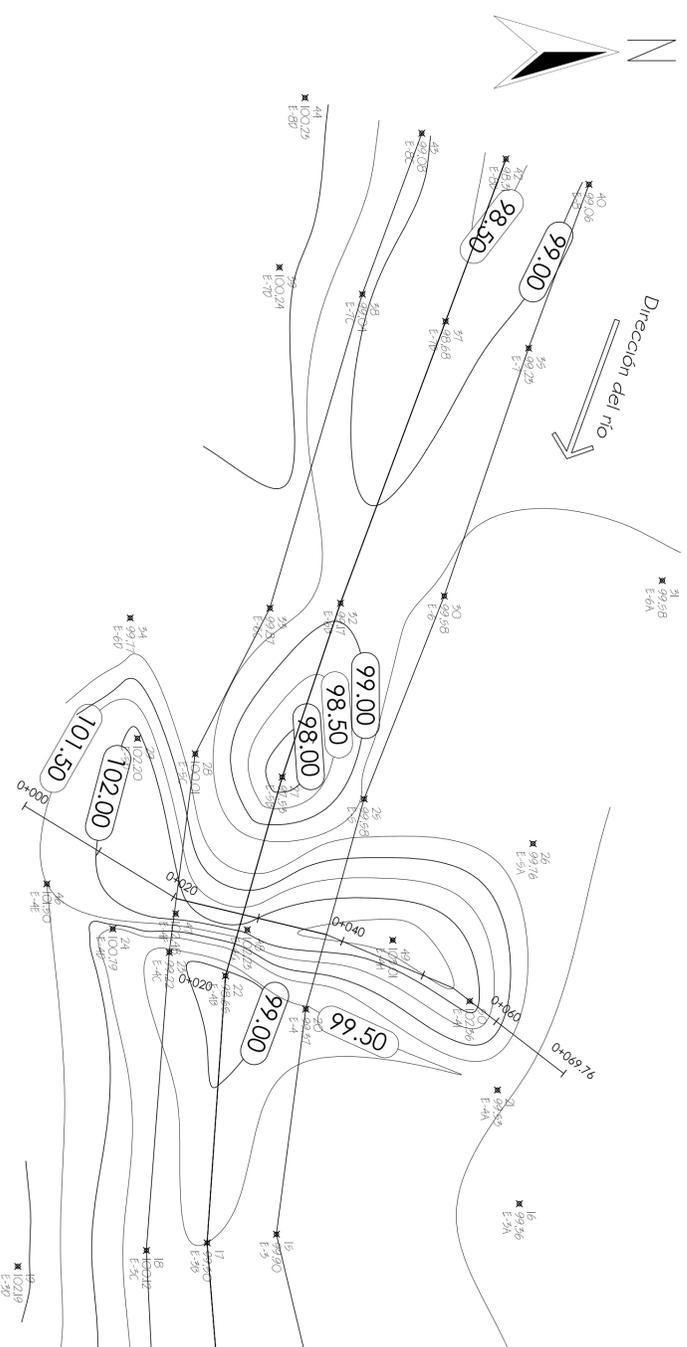
DETALLE DE ZAPATA

ESCALA 1: 10

NOTAS:

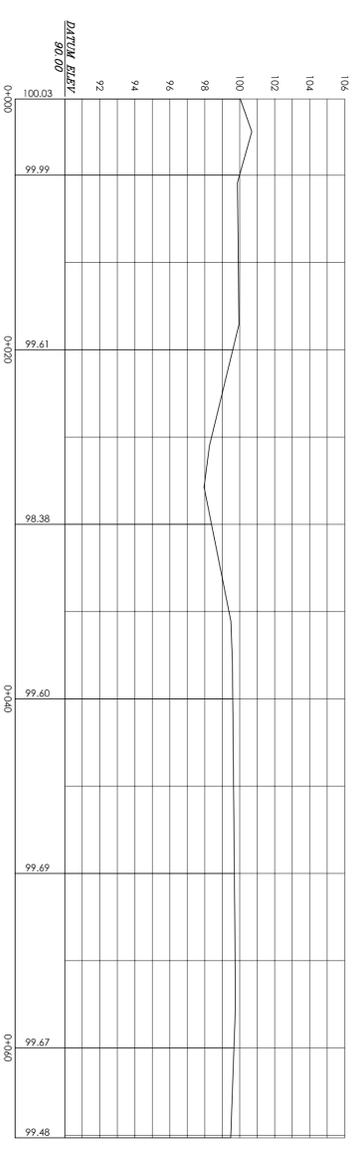
- MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA 33 % MORTERO, 67 % PIEDRA BOLA.
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1 : 2, CEMENTO, ARENA DE RIO.
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1 : 2 : 3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2\"/>
- SE REPELLARA EN EL INTERIOR CON SABIETA, PROPORCION EN VOLUMEN 1 : 2, CEMENTO, ARENA DE RIO CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1,5 cms. Y ALZADO DE INTERIOR Y EXTERIOR.
- EN LAS TAPADERAS SE DELARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
- SE REALIZARA UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1 : 1, PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- RESISTENCIA DEL CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
- RESISTENCIA DEL ACERO $f_y=2810 \text{ kg/cm}^2$
- TUBO HG TIPO LIVIANO

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>			
<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE UBICACION: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL TÜRKO DE SAN JOSÉ</p>			
<p>CONTENIDO: DETALLES DE PASO ZANJÓN Y CAJAS DE VÁLVULAS</p>		<p>FECHA: 2003-12-16</p>	
<p>PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO</p>		<p>ESCALA: 20/20</p>	
<p>PROYECTO: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL TÜRKO DE SAN JOSÉ</p>		<p>FECHA: 2003-12-16</p>	
<p>PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO</p>		<p>ESCALA: 20/20</p>	
<p>PROYECTO: PARCELAMIENTO SAN JUAN EL PARAISO, MUNICIPIO DEL TÜRKO DE SAN JOSÉ</p>		<p>FECHA: 2003-12-16</p>	
<p>PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO</p>		<p>ESCALA: 20/20</p>	



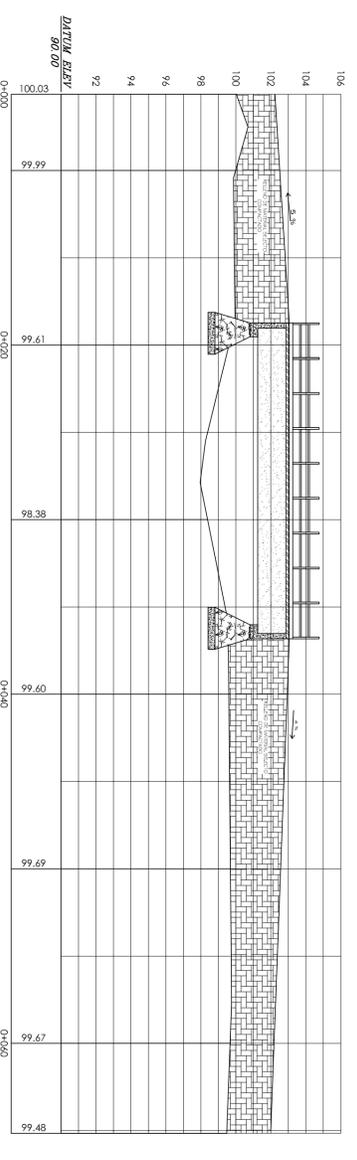
PLANTA DEL CASERÍO CAMPAMENTO LA BARRITA

ESCALA 1:250



PERFIL DEL TERRENO

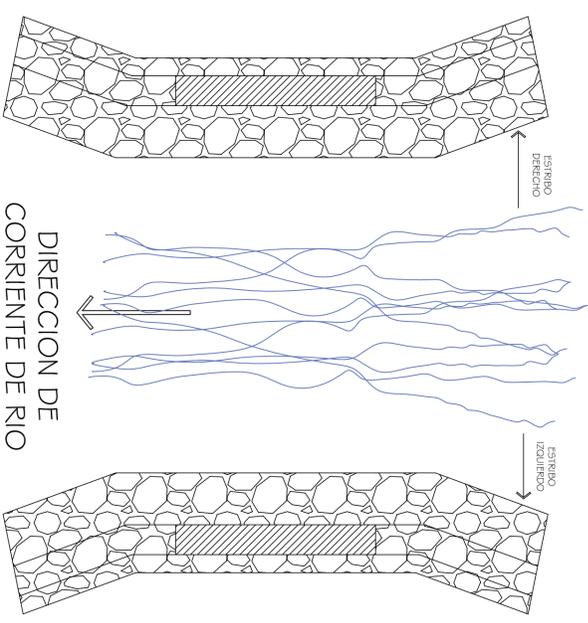
ESCALA VERTICAL 1:100 HORIZONTAL 1:200



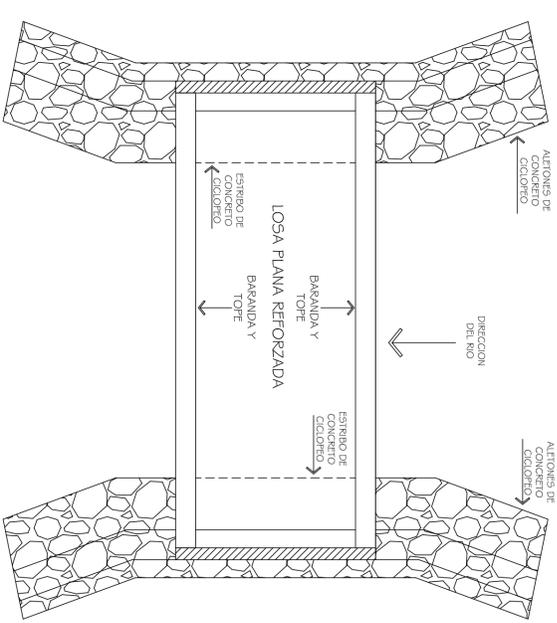
PUENTE SOBRE EL PERFIL

ESCALA VERTICAL 1:100 HORIZONTAL 1:200

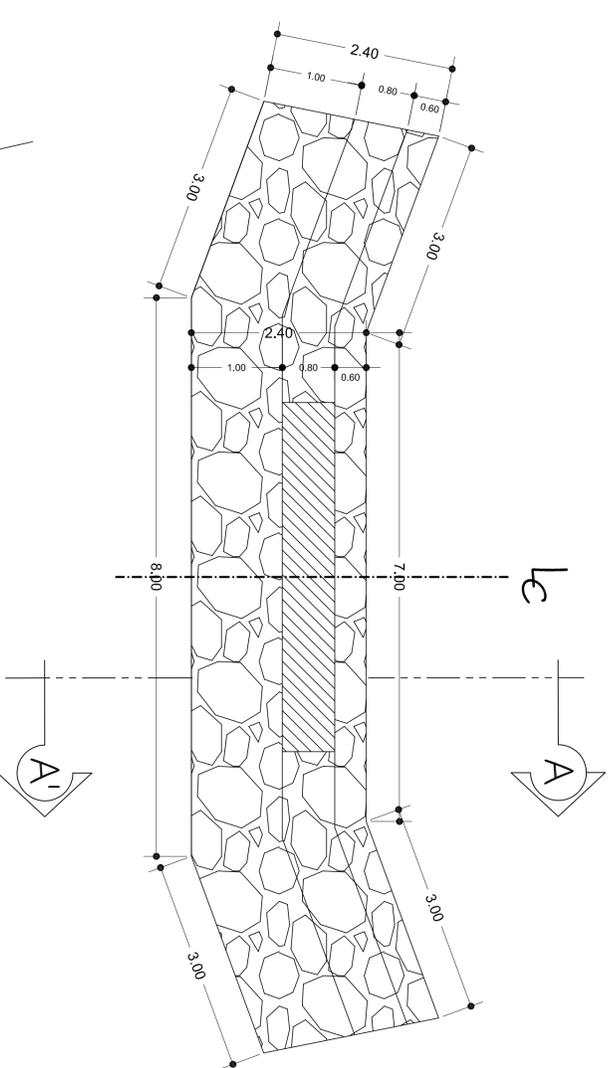
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR CASERIO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ	
CONTENIDO: PLANTA, PERFIL DEL TERRENO Y PUENTE SOBRE EL PERFIL		MUNICIPIO 	
BEBERRA EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO V.O. B.S.	CARRERA: 2003-12916	DISEÑO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	ESCALA: 1:250
EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO INGENIERO CIVIL		INGENIERO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	
2 / 5		ESCALA: 1:250	



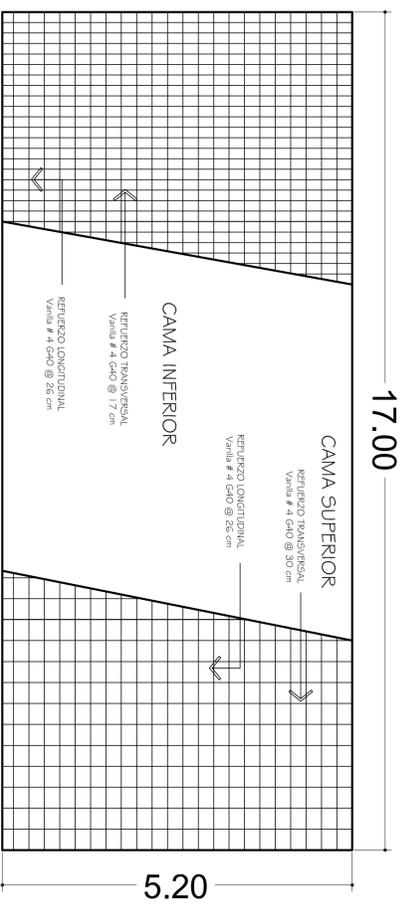
PLANTA DE CIMENTACION DEL PUENTE
ESCALA 1:100



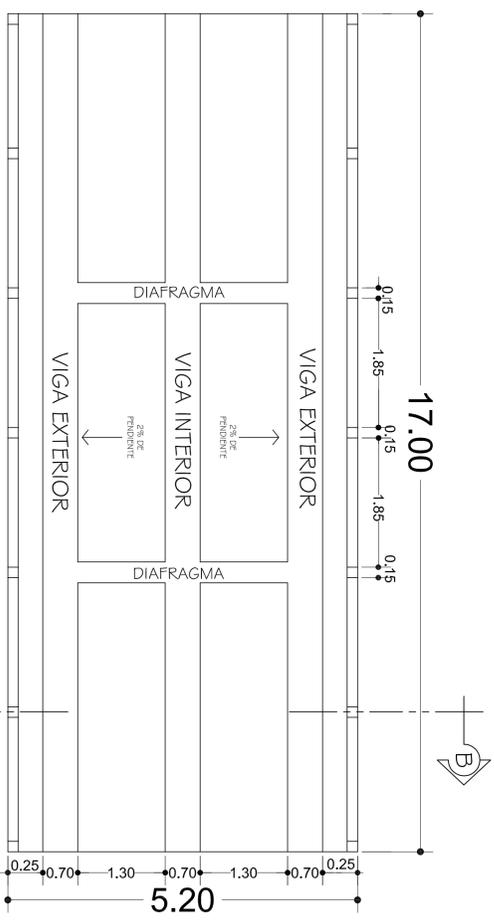
PLANTA DE CONJUNTO DEL PUENTE
ESCALA 1:100



PLANTA ACOTADA DEL ESTRIBO
ESCALA 1:50

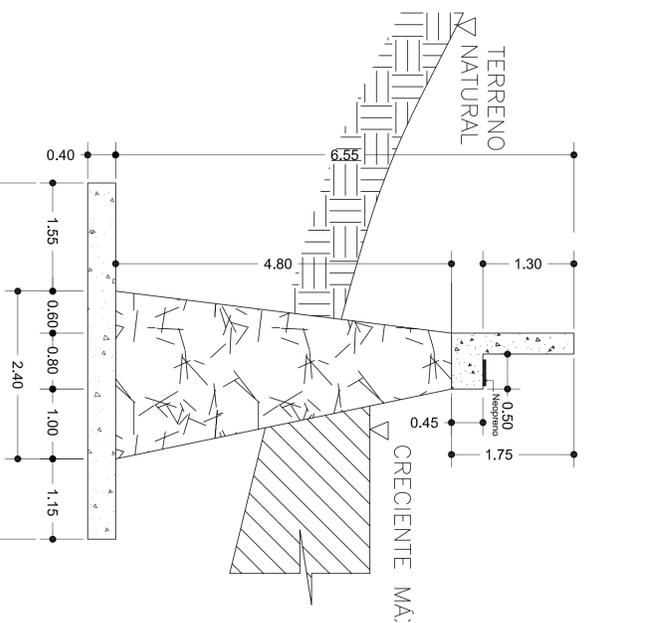
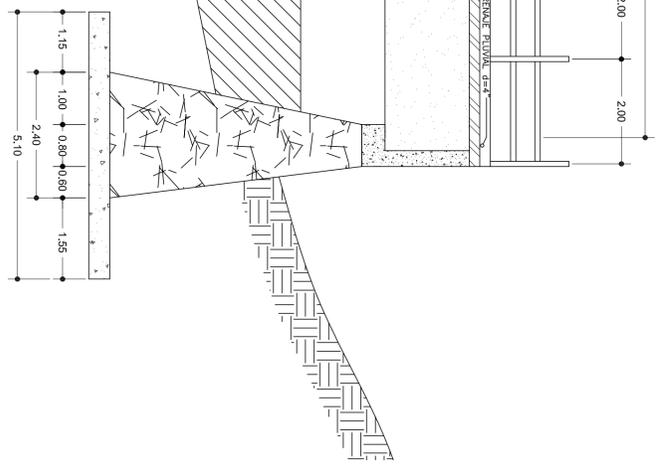
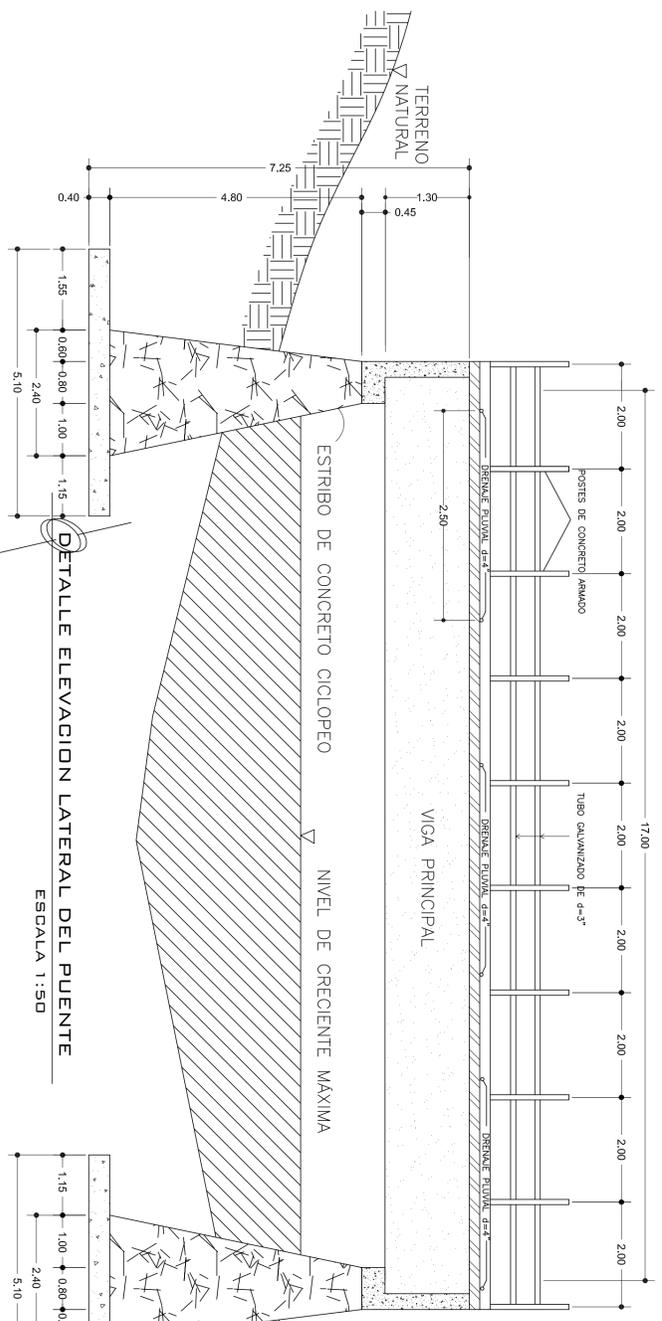


DETALLE DE ARMADO DE LOSA
ESCALA 1:50



PLANTA ACOTADA DE LOSA
ESCALA 1:50

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		<p>MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ</p>	
		<p>PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR CASERIO CAMPAMENTO LA BARRITA, MUNICIPIO DEL TOLERO DE SAN JOSÉ</p>	
<p>CONTENIDO: DETALLES DE VIGA INTERNA Y EXTERNA, DIAFRAGMA, CORTINA Y VIGA DE APOYO</p>		<p>PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO</p>	
<p>FECHA DE ENTREGA: 2003-12-16</p>		<p>ESCALA: 3/5</p>	



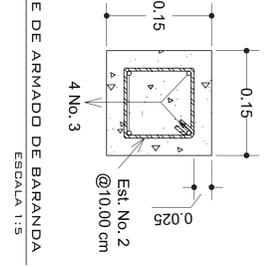
ESPECIFICACIONES

SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPURA A COMPRESION DE 21.0KG/CM² A LOS 28 DIAS.-
 SE USARA ACERO DE REFUERZO DE FY = 28110 KG/CM² (GRADO 40).
 TODAS LAS DIMENSIONES DEL PUENTE ESTAN EN METROS, Y EN EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES
 LA LOSA DE RODADURA DEBERA DE TENER UNA PENDIENTE DEL 2.0% HACIA LOS LADOS.
 LOS RECUBRIMIENTOS PARA LA LOSA SERAN DE 5CM EN LA PARTE DE ARRIBA Y 3CM EN LA PARTE INFERIOR.
 PARA LAS VIGAS EL RECUBRIMIENTO SERA DE 5CM.
 LOS DEMAS SERAN DE 2.5CM.
 EL CONCRETO CICLOPEO TENDRA UNA PROPORCION DE 33% DE PIEDRA BOLA Y 67% CONCRETO

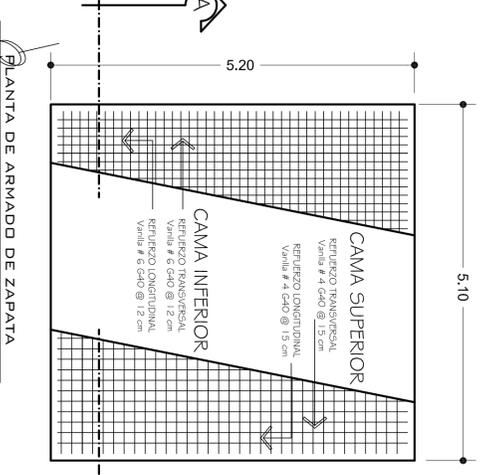
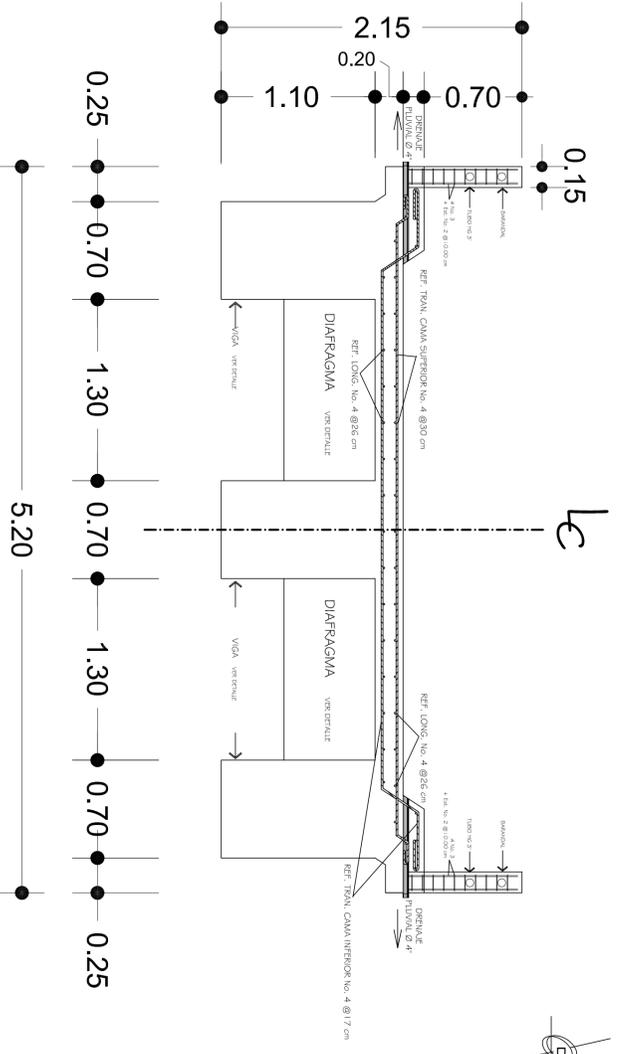
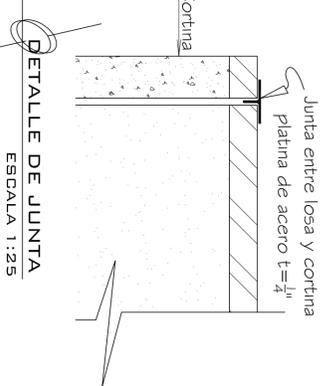
NOTAS GENERALES

EL TERRENO DE LOS ESTRIBOS DEBERA SER PERFECTAMENTE AFISONADO
 LA ARENA DEBERA DE ESTAR LIBRE DE MATERIA ORGANICA Y DE ARCILLAS QUE PUEDAN REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.
 EL PIEDRIN SERA DE ROCA TRITURADA, GRAVA DE CANTERA FORMADA DE PARTICULAS DURAS, Y RESISTENTES LIMPIAS.
 DEBERAN DE PROPORCIONARSE ADECUADO DRENAJE A LOS ESTRIBOS PARA EVITAR PRESIONES NOCIVAS A LA ESTRUCTURA.
 VERIFICAR EL VALOR SOPORTE DEL SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DEL PUENTE, MEDIANTE UN ENSAYO SPT (DINAMICO).

DETALLE DE ARMADO DE BARANDA



DETALLE DE JUNTA



DETALLE CORTE TRANSVERSAL B-B', VIGA Y LOSA

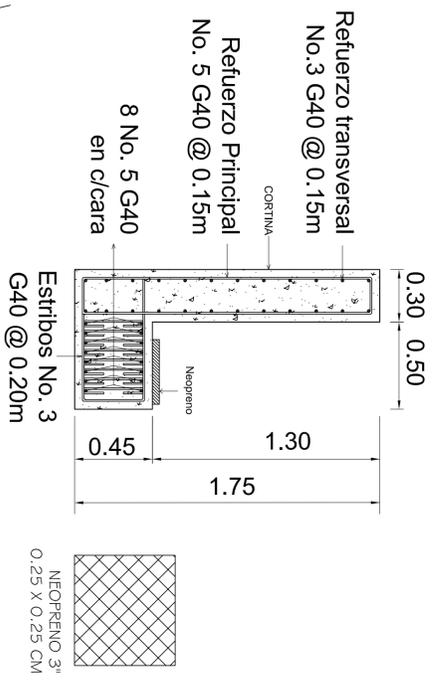
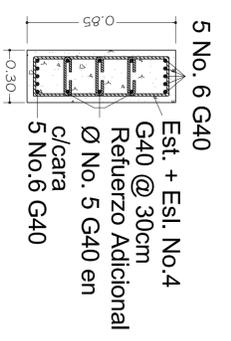
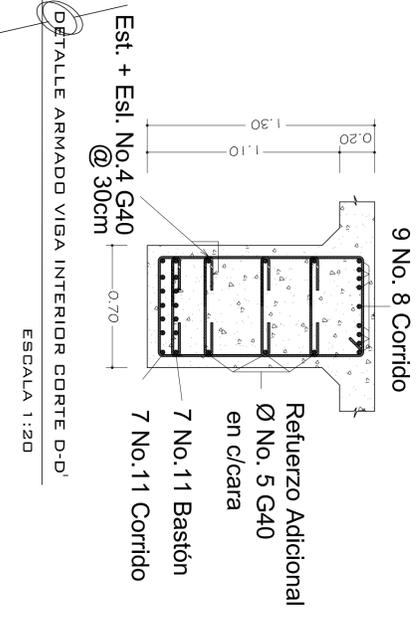
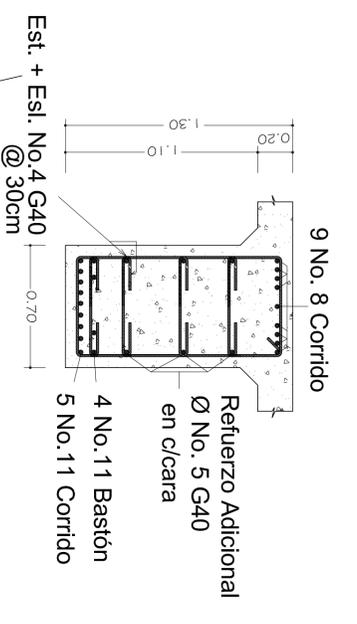
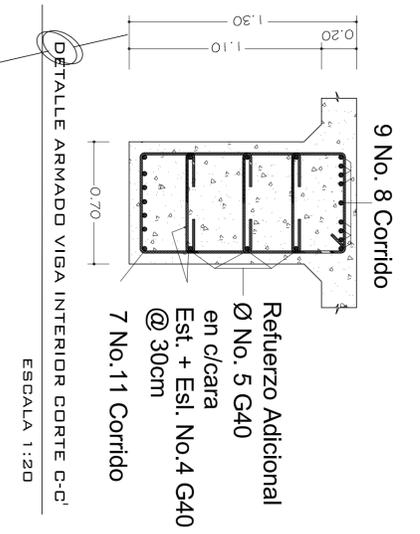
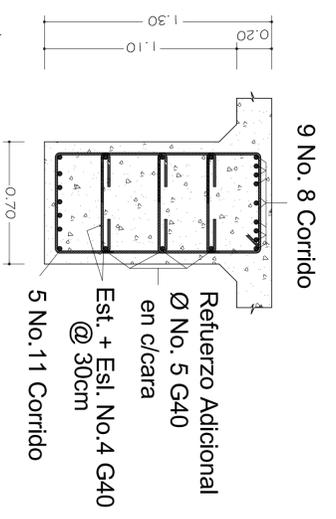
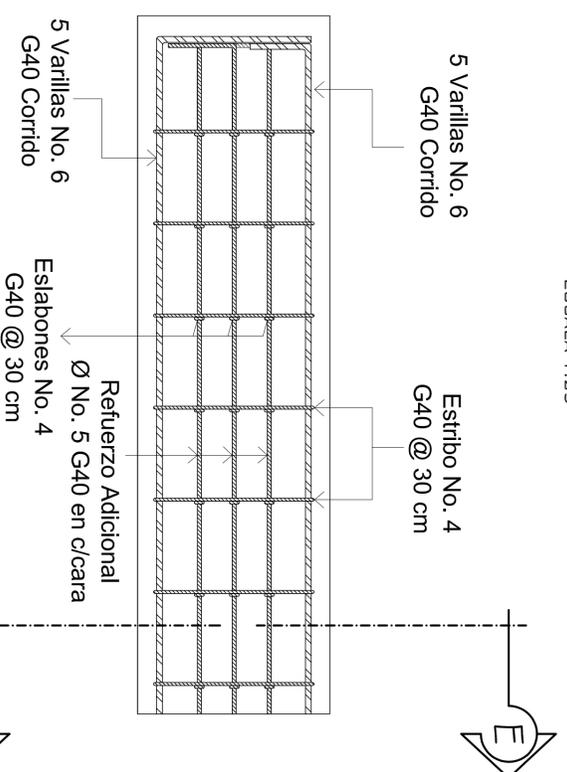
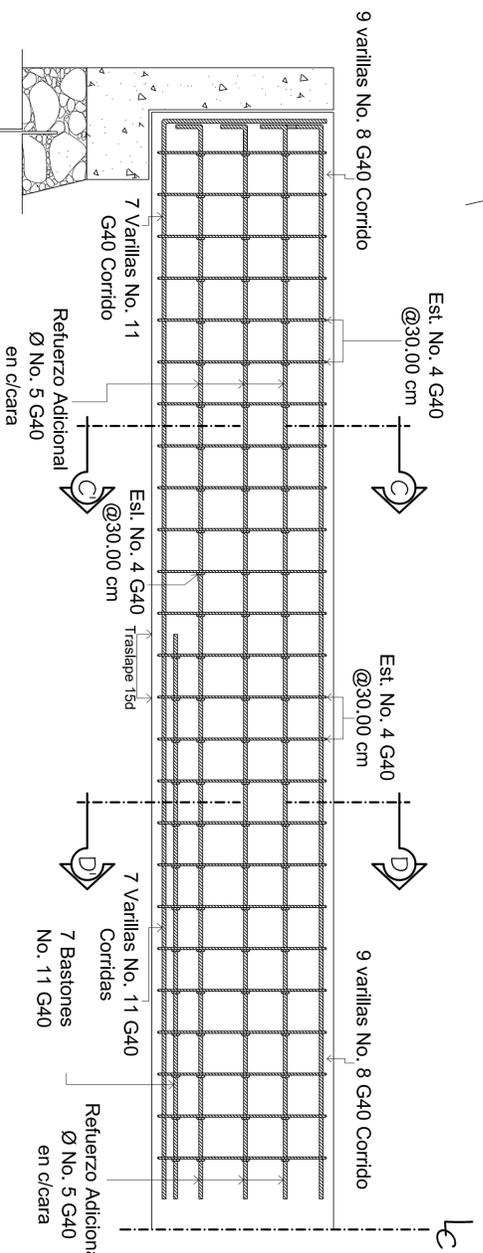
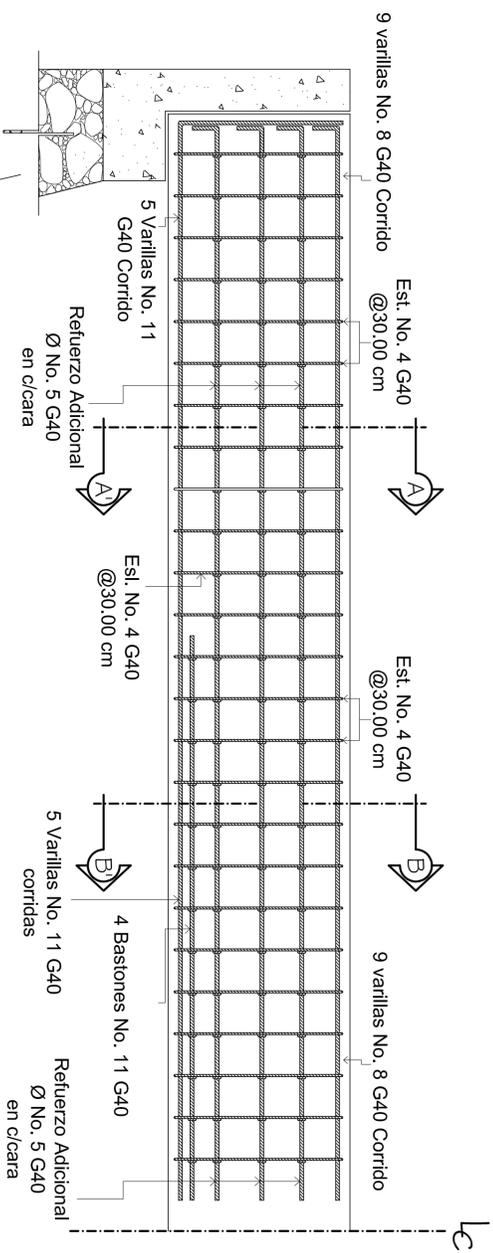
ESCALA 1:25

DETALLE TRANSVERSAL DE ZAPATA A-A'

ESCALA 1:50

VALORES DE LOS ASENTAMIENTOS:
 SE VERIFICARA LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO MEDIANTE ENSAYOS DE ASENTAMIENTO. POR EL METODO DE CONO DE ABRANINOS CON LA SIGUIENTE FRESCURA COMO MINIMO:
 - AL INICIAR LAS OPERACIONES DE FUNDICION
 - I VEZ DURANTE EL DIA
 - CADA VEZ QUE SE MOLDEEN PROBETAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA
 EL CONCRETO COMPACTADO CON VIBRACION INTERNA DE ALTA FRECUENCIA, VIBRADO O ATISONADO, TENDRA UN ASENTAMIENTO MAXIMO DE: 4cm.
 FRECUENCIA DE HECHURA DE PROBETAS Y ENSAYOS:
 A.- LAS PROBETAS DE CONCRETO DEBEN REALIZARSE DE ACUERDO A LA NORMA ASTM APLICABLE. DEBERAN CONFECCIONARSE UN MINIMO DE 5 PROBETAS POR CADA DIA DE FUNDICION Y POR CADA TIPO DE CONCRETO
 B.- DOS PROBETAS SERAN ENSAYADAS A LOS 7 DIAS , Y OTRAS 2 A LOS 28 DIAS.

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ			
DETALLES DE TRANSVERSAL Y ELEVACION FRONTAL			
PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR	PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	CLIENTE: 2003-12916	HOJA: 4 / 5
CONTENIDO: PLAN Y SECCIONES DEL PUENTE		PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	
PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR		PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	
PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO		PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	
PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO		PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	
PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO		PROYECTISTA: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR
UBICACION: CASERIO CAMPAMENTO LA BARRERA, MUNICIPIO DEL PUERTO DE SAN JOSÉ

CONTENIDO:
DETALLES DE VIGA INTERNA Y EXTERNA, DIAGRAMA, CORTINA Y VIGA DE APOYO

INGENIERO EN CARGO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
CORRE: 2003-129116

MUNICIPALIDAD: PUERTO SAN JOSÉ
PRESIDENTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
CALIFICADO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
INGENIERO EN CARGO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
ESCALA: 1:20
FECHA: 10/12/2017

INGENIERO EN CARGO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
CORRE: 2003-129116

MUNICIPALIDAD: PUERTO SAN JOSÉ
PRESIDENTE: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
CALIFICADO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
INGENIERO EN CARGO: EDGAR EMANUEL LÓPEZ CANO
ESCALA: 1:20
FECHA: 10/12/2017