



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

**DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y
PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL**

Luis Daniel Ramos Morales

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, agosto de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y
PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS DANIEL RAMOS MORALES

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y
PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de octubre del 2014.



Luis Daniel Ramos Morales



Guatemala, 09 de febrero de 2016
Ref.EPS.DOC.79.02.16

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Daniel Ramos Morales** con carné No. **201020647**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.**

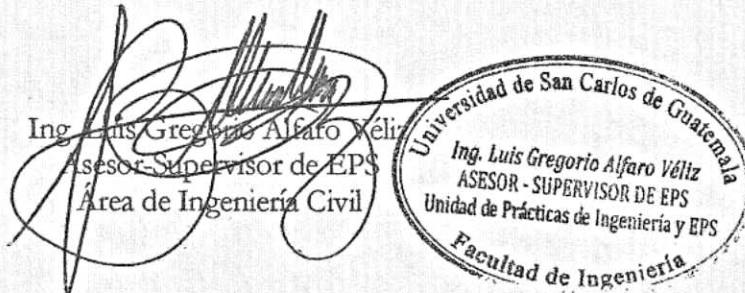
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/ra



<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
04 de marzo de 2016

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES IZABAL** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Daniel Ramos Morales, con Carnet No.201020647 , quien contó con la asesoría de la Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz.

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.

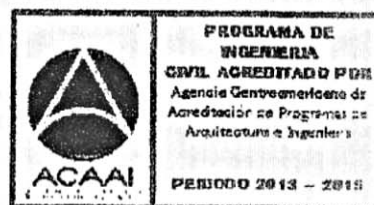
Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS, FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

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

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
11 de julio de 2016

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

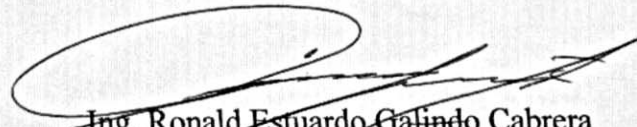
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Daniel Ramos Morales, con Carnet No.201020647 , quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 12 de julio de 2016
Ref.EPS.D.254.07.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

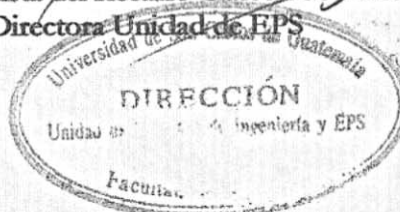
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Daniel Ramos Morales**, carné **201020647**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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. Christa del Rosario Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS



CdRCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Luis Daniel Ramos Morales, titulado **DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL , MORALES, IZABAL** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

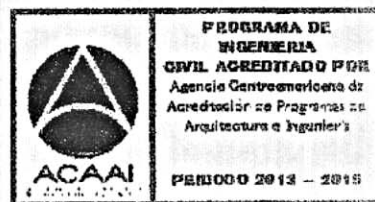

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto 2016.

/mrrm.

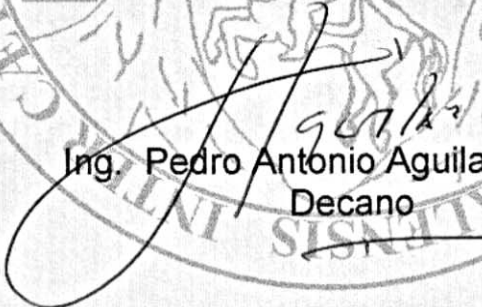
Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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 DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS Y PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Daniel Ramos Morales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, agosto de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por el amor y misericordia que ha manifestado, a través de todas las bendiciones derramadas a lo largo de mi vida.
- Mis padres** Por ser un ejemplo de superación ante las adversidades y por mostrarme que todas las metas son alcanzables. Esto con dedicación y esfuerzo, sin importar los obstáculos que se presenten.
- Mis hermanos** Por estar a mi lado en los buenos y malos momentos.
- Dunia Orellana** Por el apoyo incondicional brindado en la culminación de esta etapa y por motivarme a ser una mejor persona.
- Mis abuelos** Por su amor, su apoyo y su ejemplo de superación.
- Mis amigos** Juan Mejía, Carlos Grajeda, Josué Galindo, Roger Calderón, Pedro Suntecún, Edy Rodríguez, José Valdez, Gabriel García, José de la Cruz y Adelson Calcá, por formar parte fundamental de mi desarrollo profesional.

Dr. Álvaro Salguero

Por enseñarme el valor de una verdadera amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Monografía de los proyectos	1
1.2.1. Ubicación, colindancias y vías de acceso.....	2
1.2.2. Clima	6
1.2.3. Población e idioma	6
1.2.4. Vivienda.....	7
1.2.5. Actividades económicas y servicios públicos.....	7
1.2.6. Suelos y topografía.....	8
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1. Generalidades	11
2.1.1. Topografía	11
2.1.2. Especificaciones de diseño	13
2.1.3. Periodo de diseño.....	14
2.2. Diseño de sistema de agua potable para la aldea Peñitas, Morales, Izabal.	15
2.2.1. Descripción del proyecto	15

2.2.2.	Fuentes de agua	15
2.2.3.	Aforo.....	16
2.2.4.	Calidad del agua	17
2.2.4.1.	Análisis fisicoquímico	17
2.2.4.2.	Análisis bacteriológico.....	20
	2.2.4.2.1. Sistema de desinfección	20
2.2.5.	Población de diseño	21
2.2.5.1.	Método geométrico.....	22
2.2.6.	Dotación	23
2.2.7.	Factores de variación para el consumo.....	24
2.2.7.1.	Factor de hora máximo (FHM)	25
2.2.7.2.	Factor de día máximo (FDM).....	25
2.2.8.	Cálculo de caudales de diseño.....	26
2.2.8.1.	Caudal medio diario	26
2.2.8.2.	Caudal máximo diario.....	27
2.2.8.3.	Caudal máximo horario	27
2.2.9.	Presiones y velocidades de diseño	28
2.2.10.	Tipo de tubería	29
2.2.11.	Diámetros y pérdidas	29
2.2.12.	Captación	30
2.2.13.	Línea de conducción	31
2.2.14.	Tanque de almacenamiento o distribución	34
2.2.14.1.	Cálculo de volumen.....	34
2.2.14.2.	Diseño estructural del tanque.....	35
2.2.15.	Diseño de puente colgante para paso aéreo de 30 metros de longitud.....	53
2.2.15.1.	Diseño del cable principal del paso aéreo	56

2.2.15.2.	Diseño de péndolas o tirantes	58
2.2.15.3.	Diseño de columnas de soporte	59
2.2.15.4.	Diseño de zapatas	62
2.2.15.5.	Diseño de anclajes	65
2.2.16.	Diseño de red de distribución	67
2.2.17.	Válvulas	71
2.2.17.1.	Válvulas de aire	71
2.2.17.2.	Válvulas de compuerta	71
2.2.17.3.	Válvulas de limpieza	71
2.2.18.	Conexiones domiciliarias	72
2.2.19.	Operación y mantenimiento	72
2.2.20.	Presupuesto.....	74
2.2.21.	Cronograma de ejecución.....	76
2.2.22.	Análisis tarifario	76
2.2.23.	Evaluación socioeconómica.....	78
2.2.24.	Evaluación de impacto ambiental	80
2.3.	Diseño de puente vehicular para el barrio el Mitchal, Morales, Izabal	81
2.3.1.	Conceptos básicos de los elementos de un puente.....	81
2.3.2.	Métodos para el cálculo del análisis estructural.....	82
2.3.3.	Cargas de diseño.....	84
2.3.3.1.	Cargas vivas	84
2.3.3.2.	Cargas muertas	85
2.3.3.2.1.	Impacto.....	86
2.3.3.3.	Cargas laterales.....	86
2.3.3.4.	Fuerza de frenado	86
2.3.4.	Estudios básicos para el diseño de puentes.....	86
2.3.4.1.	Estudio hidrológico e hidráulico	87

	2.3.4.1.1.	Caudales máximos y crecida máxima	87
	2.3.4.2.	Estudios de suelos	89
	2.3.4.2.1.	Ensayo triaxial	90
	2.3.4.2.2.	Valor soporte del suelo	91
	2.3.4.3.	Estudios geológicos y geotécnicos.....	94
	2.3.4.4.	Estudio de riesgo sísmico.....	95
	2.3.4.4.1.	Licuefacción de suelos.....	97
	2.3.4.5.	Estudio de tráfico.....	98
	2.3.4.6.	Estudio de impacto ambiental	99
2.3.5.		Cálculos numéricos del puente vehicular	100
	2.3.5.1.	Especificaciones de diseño	100
	2.3.5.2.	Predimensionamiento de elementos ..	101
	2.3.5.3.	Diseño de barandales	105
	2.3.5.4.	Diseño de superestructura	109
	2.3.5.4.1.	Diseño de la losa.....	109
	2.3.5.4.2.	Diseño de diafragma ...	115
	2.3.5.4.3.	Diseño de viga principal.....	118
	2.3.5.5.	Diseño de subestructura.....	129
	2.3.5.5.1.	Diseño de viga cortina.	129
	2.3.5.5.2.	Diseño de viga de apoyo	134
	2.3.5.5.3.	Diseño de apoyo elastomérico (neopreno).....	134
	2.3.5.5.4.	Diseño de estribos	137

2.3.6.	Presupuesto.....	144
2.3.7.	Cronograma de ejecución.....	145
2.3.8.	Evaluación de impacto ambiental	146
CONCLUSIONES		149
RECOMENDACIONES.....		151
BIBLIOGRAFÍA.....		153
APÉNDICES		155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de la aldea Peñitas	3
2.	Localización del barrio el Mitchal	5
3.	Localización de suelos de Izabal.....	10
4.	Losas de tanque de distribución.....	36
5.	Planta de momentos balanceados en losas del tanque de distribución	39
6.	Muro del tanque de almacenamiento	47
7.	Configuración del tanque de almacenamiento	49
8.	Elevación lateral del paso aéreo	54
9.	Diagrama de fuerzas actuantes en cable	57
10.	Esquema de corte máximo.....	83
11.	Esquema de momento máximo.....	83
12.	Carga viva estándar de vehículos de carga pesada.....	85
13.	Sección transversal del eje de la carretera con nivel de crecida máxima	89
14.	Esquema de ensayo triaxial	90
15.	Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi $N'c$, $N'q$ y $N'\gamma$	93
16.	Zonificación sísmica para la República de Guatemala.....	96
17.	Sección transversal del puente	104
18.	Dimensiones y cargas aplicadas para el diseño de los postes	106
19.	Ubicación de carga viva en voladizo de losa.....	111
20.	Armado de viga diafragma interna	116

21.	Armado de viga diafragma interna	117
22.	Configuración de cargas vivas	121
23.	Ubicación del vehículo para el caso de carga de momento máximo ..	122
24.	Diagramas de corte y momentos para el caso de carga de momento máximo	122
25.	Diagrama del factor de rueda	123
26.	Diagrama de corte que resiste el concreto de viga	128
27.	Sección de cortina y viga de apoyo	129
28.	Fuerzas actuantes sobre la cortina	131
29.	Configuración del estribo	137

TABLAS

I.	Resultados del aforo	16
II.	Momentos respecto al punto de pivote	50
III.	Cuantificación de péndolas	59
IV.	Determinación de caudales para la red de distribución	69
V.	Determinación de pérdidas de fricción para la red de distribución.....	70
VI.	Proyecto: Sistema de agua potable, aldea Peñitas, Morales, Izabal	75
VII.	Proyecto: Sistema de agua potable, aldea Peñitas, Morales, Izabal	76
VIII.	Empuje y momentos producidos por el suelo	138
IX.	Peso y momento estabilizante del muro	139
X.	Peso y momento para el muro con sismo	142
XI.	Resumen de reglones proyecto: Puente vehicular, barrio el Mitchal, Morales, Izabal.....	144
XII.	Cronograma de ejecución.....	146

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<i>As</i>	Área de acero
<i>As_{max}</i>	Área de acero máxima
<i>As_{min}</i>	Área de acero mínima
<i>w</i>	Carga distribuida
<i>P</i>	Carga puntual
<i>Q</i>	Caudal
<i>Q_{md}</i>	Caudal máximo diario
<i>Q_m</i>	Caudal medio
<i>ρ</i>	Cuantilla de acero
<i>cm</i>	Centímetro
<i>V</i>	Corte
<i>V_a</i>	Corte actuante
<i>V_c</i>	Corte que resiste el concreto
<i>∅</i>	Diámetro
<i>FDM</i>	Factor de día máximo
<i>FHM</i>	Factor de hora máximo
<i>r</i>	Índice de crecimiento poblacional
<i>kg</i>	Kilogramo
<i>lb</i>	Libra
<i>PSI</i>	Libras sobre pulgada cuadrada
<i>LMP</i>	Límite máximo permisible
<i>lt</i>	Litro
<i>m</i>	Metros

<i>mca</i>	Metros columna de agua
<i>msnm</i>	Metros sobre el nivel del mar
<i>M_{cm}</i>	Momento de carga muerta
<i>M_{cv}</i>	Momento de carga viva
<i>Mu</i>	Momento último de diseño
<i>Hf</i>	Pérdida de carga
<i>P_f</i>	Población final
<i>P_o</i>	Población inicial
<i>in</i>	Pulgada
<i>s</i>	Segundos
<i>S</i>	Separación (acero transversal o vigas)
<i>Ton</i>	Tonelada

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Agregado	Material de composición mineralógica como la arena, grava, escoria o roca triturada. Es usado para ser mezclado en diferentes tamaños.
Barandal	Armadura o muro construido a manera de remate de las aceras. El cual sirve de protección a los vehículos y peatones.
Carga de diseño	Carga última que se utiliza en el diseño de los elementos estructurales de una edificación.
Carga muerta	Es la carga generada por el peso propio de la estructura y otros elementos que no cambian de posición.
Carga viva	Es el peso de las cargas que no son permanentes; es decir, que cambian de posición.

Cohesión	Capacidad de adhesión, entre sí, de las moléculas de suelo homogéneo.
Concreto ciclópeo	Es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras o bloques de tamaños considerables.
Concreto reforzado	Material compuesto de concreto y acero con la finalidad de elevar la resistencia de los elementos a tensión y flexión.
Confinamiento	Zona de aglomeración de acero con la finalidad de brindar resistencia a acciones de corte a los elementos estructurales.
Cota	En topografía indica la altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de referencia.
Cota piezométrica	Altura de presión de agua que se tiene en un punto específico.
Desplante	Nivel donde se comienza a levantar o construir una cimentación.
Demanda de agua	Cantidad de agua que la población requiere para satisfacer sus necesidades básicas.
Diafragma	Viga perpendicular a la línea central del puente para brindar rigidez y contrarrestar el alabeo.

Esfuerzo	Reacción de fuerza generada por un cuerpo a raíz de algún estímulo o fuerza externo.
Estribo	Elemento extremo auxiliar de los puentes para evitar deslaves.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
Integración de cargas	Análisis, determinación y suma de las cargas, tanto vivas como muertas, que actúan sobre la estructura.
Momento	Intensidad de fuerza de giro de un punto determinado.
Neopreno	Material natural o artificial con propiedades similares a las del caucho. Es utilizado en apoyos de puentes.
Periodo de diseño	Tiempo durante el cual una obra prestará un servicio satisfactorio.
Predimensionamiento	Acción de proponer dimensiones previas a los elementos estructurales.
Presión	Intensidad de fuerza normal o tangente a una superficie.

Subestructura

Parte de un puente que es constituida por los estribos. Siendo los apoyos extremos de la superestructura sirven para transmitir las cargas de esta al suelo.

Superestructura

Parte de la estructura de un puente, la cual permite el tránsito de vehículos transmitiendo las cargas a la subestructura.

RESUMEN

El presente informe de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) contiene los aspectos sociales y técnicos de los dos proyectos asignados por la Municipalidad de Morales, Izabal. El primer proyecto consta del diseño y planificación de un sistema de captación, línea de conducción y distribución de agua potable para la aldea Peñitas, ubicada en dicho municipio. Este proyecto llegaría a beneficiar a una población que actualmente no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, que supla la dotación requerida, para un adecuado nivel de vida.

De igual manera se presenta el proyecto de diseño de un puente vehicular ubicado en el barrio el Mitchal del casco urbano del municipio de Morales, Izabal. Se pretende que dicho proyecto sea de beneficio para la población en general, ya que a través de esta vía accedería la totalidad del transporte pesado que ingresa al casco urbano.

Ambos proyectos se justifican por medio de la integración de etapas social, técnica y económica. Determinando de dicha manera la factibilidad de los mismos.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño de un sistema de agua potable para la aldea Peñitas y de un puente vehicular ubicado en el barrio El Mitchal del casco urbano de Morales, Izabal.

Específicos

1. Presentar un informe que exponga la justificación social de los proyectos seleccionados, así como la factibilidad técnica y económica de los mismos.
2. Contribuir al impulso del municipio por medio de obras de infraestructura que brinden los servicios adecuados con base en las necesidades de la población.
3. Cubrir la demanda de agua actual y futura, en la aldea Peñitas, de manera eficiente. Esto a través del diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable técnica y económicamente factible.
4. Contribuir con el desarrollo socioeconómico, por medio de la mejora de redes viales en el municipio, mediante el diseño de un puente vehicular para el barrio El Mitchal.

INTRODUCCIÓN

El adecuado desarrollo de las poblaciones se ve vinculado directamente con la obtención del agua. Esto se debe a que es un factor determinante para la ubicación de centros urbanos, diversas plantas industriales y centros agropecuarios. Esto implica que el sistema de introducción de agua potable a las poblaciones debe satisfacer la demanda de manera suficiente. El fin es brindar condiciones adecuadas y generar un nivel de vida satisfactorio para las personas.

Con base en la investigación realizada en el municipio de Morales, del departamento de Izabal, se logró detectar que existen sistemas de introducción de agua potable deficientes. Estas generan molestias e inconformidad a los pobladores de las diversas aldeas. Tal es el caso de la aldea Peñitas, donde la deficiencia en el suministro de agua potable repercute en varios problemas para los pobladores. Por lo que se ha optado por la construcción de un nuevo sistema de captación, conducción y distribución de agua potable. Con esto satisface de esta manera la solicitud emitida por parte de la comunidad hacia la municipalidad.

De igual manera, la infraestructura de las vías de comunicación es de gran importancia para el desarrollo e impulso económico y crecimiento demográfico de las sociedades. Esto es de una vía de acceso en buen estado implica facilidad para transportar productos y servicios. Estos brindan mejores condiciones para los habitantes de dicha población.

En el municipio de Morales se ha enfatizado en la importancia del mejoramiento y ampliación de las vías de acceso a las aldeas del mismo. Se ha detectado la necesidad de un puente vehicular localizado en el barrio El Mitchal del casco urbano del municipio de Morales, Izabal; ya que esta es un área comercial por donde circula tráfico pesado.

El presente trabajo integra los componentes social, técnico y económico de ambos proyectos con base en lo mencionado anteriormente; así como sus implicaciones endógenas y exógenas.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Justificación

Actualmente, el sistema de agua existente en la aldea Peñitas no satisface las necesidades de los pobladores, repercutiendo en condiciones sanitarias desfavorables y enfermedades de origen hídrico. Es por ello que se determina la necesidad de desarrollar el proyecto de un nuevo sistema de agua potable para dicha aldea. Dicho proyecto deberá cubrir la demanda actual y futura de manera eficiente, mejorando las condiciones sanitarias existentes que afectan la calidad de vida de los pobladores de la aldea.

Por otro lado se pretende impulsar el desarrollo socioeconómico de los pobladores por medio del diseño del puente vehicular para el barrio El Mitchal. Esto generará un beneficio directo, tanto para el barrio como para el municipio de Morales, debido a que se tendrá un acceso más directo hacia el casco urbano. La justificación del proyecto se basa en que la correcta estructuración de redes viales fomenta el crecimiento demográfico y por lo tanto económico. Asimismo se desarrollan los sectores productivos debido a la accesibilidad, generando a su vez nuevas fuentes de empleo.

1.2. Monografía de los proyectos

Es una propuesta de acción técnico económica para resolver una necesidad utilizando un conjunto de recursos disponibles, los cuales pueden ser, recursos humanos, materiales y tecnológicos entre otros.

1.2.1. Ubicación, colindancias y vías de acceso

El municipio de Morales se encuentra ubicado en el kilómetro 243 de la carretera que conduce de Guatemala a Puerto Barrios. Este se ubica a 68 km de la cabecera departamental.

Las colindancias del municipio son:

- Al norte con los municipios de Livingston y Puerto Barrios
- Al sur con el municipio de los Amates y la República de Honduras
- Al este con el municipio de Puerto Barrios y La República de Honduras
- Al oeste con el municipio de los Amates

La aldea Peñitas se encuentra a 45 kilómetros del palacio municipal, entrando por la carretera que conduce a la aldea Río Negro.

Aldea Peñitas

Región	Nororiente
Departamento	Izabal
Municipio	Morales
Comunidad	aldea Peñitas
Ubicación	Al Noreste del casco urbano

Datos geográficos

Latitud	15°30'28,19"
Longitud	88°36'2,75"
Altitud	155 msnm

Figura 1. Localización de la aldea Peñitas



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Localización de la aldea Peñitas. Escala 1: 50 000.

La entrada al barrio El Mitchal se localiza en el kilómetro 248 de la carretera mencionada anteriormente, por la segunda entrada a la cabecera municipal. El barrio se encuentra a 3 km a partir de la carretera, sobre una un camino asfaltado.

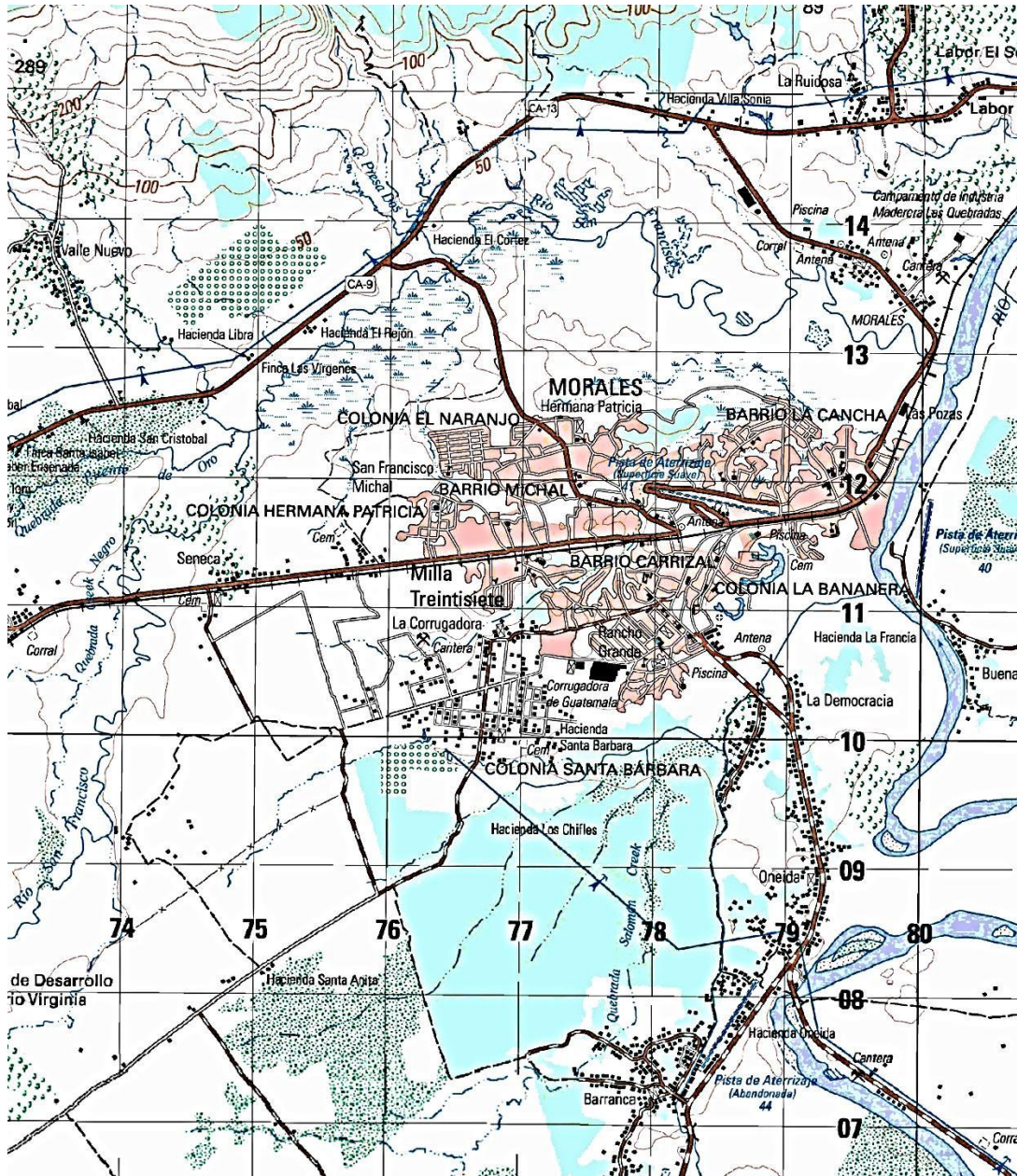
Barrio El Mitchal

Región	Nororiente
Departamento	Izabal
Municipio	Morales
Comunidad	Barrio El Mitchal
Ubicación	En el casco urbano

Datos geográficos

Latitud	15°28'32,22"
Longitud	88°50'48.51"
Altitud	155 msnm

Figura 2. Localización del barrio el Mitchal



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Localización del barrio El Mitchal. escala 1: 50 000.

1.2.2. Clima

En general de todo el municipio es tropical húmedo, con lluvias durante la mayor parte del año. La estación climatológica más cercana, que cuenta con el mayor número de datos, es la estación 8.3.6 llamada “las Vegas” localizada en Livingston, Izabal. Esta es operada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica (Insivumeh). Esta estación cuenta con datos de 10 años, comprendidos de enero de 1982 a 1992. Los datos promedio de este periodo son los siguientes:

- Precipitación (mm. /año): 1 821,43
- Días de lluvia/ año: 255
- Temperatura media (°C): 26,7
- Temperatura máxima absoluta (°C): 39,4
- Temperatura mínima absoluta (°C): 15,2
- Temperatura máxima (°C): 29,9
- Temperatura mínima (°C): 21,7
- Humedad relativa media (%): 84,2
- Nubosidad (octas): 6
- Velocidad de viento (km/h): 12,2
- Brillo solar (horas): 6,5
- Presión atmosférica: 750,6

1.2.3. Población e idioma

La población de la aldea Peñitas data de hace 70 años. Los primeros habitantes eran de origen hondureño y con el paso del tiempo, al llegar pobladores guatemaltecos, estos se fueron retirando. Actualmente, la aldea

cuenta con 1 105 habitantes con un índice de crecimiento poblacional de 3,5 % anual.

En 1920 en Morales se establece empresa Bananera, United Fruit Company. En la actualidad, lo que eran los terrenos de las plantaciones bananeras se han convertido en barrios. El barrio el Mitchal se encuentra ubicado dentro del área urbana del municipio de Morales, a aproximadamente 2,5 kilómetros del palacio municipal. Cuenta con una población de 480 habitantes. (252 masculino y 228 femenino), con un total de 84 viviendas.

1.2.4. Vivienda

El municipio de Morales presenta tres tipos de vivienda; el 45 % se conforma por casa de mampostería reforzada de bloques de pómez, el 35 % se conforma por casa de *block* con techo de lámina y el 20 % por casas de madera. Este último tipo de vivienda se utilizó desde que se estableció la empresa bananera, United Fruit Company (UFCO), en el municipio.

1.2.5. Actividades económicas y servicios públicos

La crianza del ganado y el cultivo de banano y plátano son las actividades económicas más significativas del municipio. El sistema de comercio se ve influenciado por la industria norteamericana heredada de la United Fruit Company.

Por otro lado se observa un gran fomento en el sector de infraestructura. Existen numerosas empresas locales dedicadas a la construcción en toda el área nororiente del país.

Cabe mencionar que a 1,5 km del barrio El Mitchal se encuentra la corrugadora de Guatemala. Esta representa un gran impulso económico tanto para el municipio como para el país.

Los servicios con los que cuenta el municipio, en general son:

- Energía eléctrica
- Drenajes en la mayoría de aldeas
- Escuelas de nivel preprimario, primario y básico
- Universidades privadas
- Telefonía celular

1.2.6. Suelos y topografía

La topografía del municipio es parcialmente irregular. Esto porque existen áreas extensas que presentan una topografía plana. Mientras que al borde del municipio se puede apreciar una zona montañosa.

Existen varios tipos de suelos presentes en la región, entre los cuales predominan los suelos limosos y arenosos. El nivel freático es muy elevado debido a su cercanía con la costa y a las intensas lluvias que presenta la región.

De acuerdo a la clasificación de suelos del departamento de Izabal, según Charles Simmons se dividen en 26 unidades, que consisten en 23 series de suelo y tres clases de terreno misceláneo. Específicamente, el suelo de Morales se clasifica como suelos profundos sobre materiales no consolidados, suelos poco profundos sobre caliza, suelos poco profundos sobre arcilla esquistosa y suelos aluviales.

Localizando los suelos, en el mapa de Izabal, aparecen de la siguiente manera:

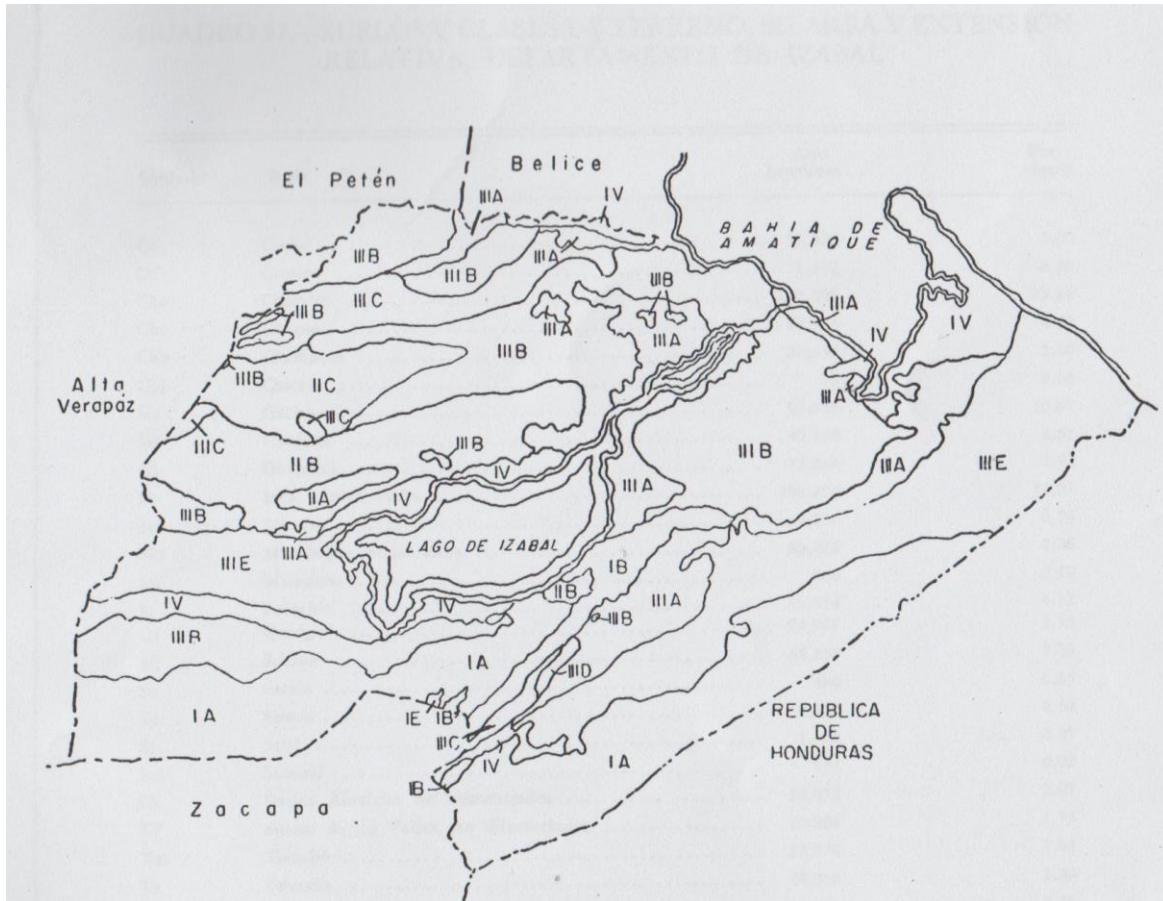
- Suelos de la altiplanicie central
 - Suelos sobre esquisto y arcilla esquistosa
 - Suelos sobre serpentina
 - Suelos sobre granito
 - Suelos sobre ceniza volcánica
 - Suelos poco profundos sobre caliza

- Suelos de los cerros de caliza
 - Suelos profundos sobre serpentina
 - Suelos poco profundos sobre serpentina

- Suelos de las tierras bajas de El Petén-Caribe
 - Suelos profundos sobre materiales no consolidados
 - Suelos poco profundos sobre caliza
 - Suelos poco profundos sobre arcilla esquistosa
 - Suelos mal drenados, sobre materiales no consolidados
 - Suelos aluviales

- Clases misceláneas de terreno

Figura 3. Localización de suelos de Izabal



Fuente: SIMMONS, Charles. *Clasificación de los suelos en Guatemala*. p. 543.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

En este capítulo se desarrollan los aspectos técnicos que abarcan los proyectos realizados durante el EPS desarrollándolos de manera detallada y justificándolos con base en normas y reglamentos.

2.1. Generalidades

En la concepción de cada proyecto es indispensable realizar estudios preliminares que permitan la obtención de información necesaria, para el adecuado diseño y planificación de los mismos. De igual manera se deben tomar en consideración todos los normativos, reglamentos y especificaciones que rigen los parámetros y lineamientos a seguir en el diseño.

2.1.1. Topografía

Para el sistema de agua, en esta etapa, se efectuó el levantamiento topográfico de las líneas que unen la fuente de abastecimiento seleccionada con las áreas pobladas. Es necesario realizar una identificación propia de la línea, localización de detalles importantes como estructuras existentes, pasos de ríos, quebradas y zanjones, caminos, cercos y puntos altos del terreno. Así como cualquier dato de relevancia que deba ser tomado en cuenta para el diseño del proyecto.

El levantamiento de los núcleos poblados incluye el trazo de líneas principales y ramales secundarios que puedan ser utilizados para la instalación de las tuberías de distribución. Adicional a ello se deben identificar y localizar

todas las viviendas, edificios públicos, calles y caminos existentes dentro de la aldea.

En cuanto al puente vehicular se efectuó una visita de campo para realizar el levantamiento topográfico de los puntos requeridos para el diseño del puente. Se tomó en cuenta cualquier punto de relevancia que deba ser tomado en consideración para el diseño del proyecto.

Se determinó la ruta de circulación del tránsito, la ubicación de la súper estructura y subestructura. Además de la ubicación respecto al casco urbano y las diversas edificaciones y estructuras cercanas al puente.

Para ambos proyectos, el levantamiento topográfico realizado fue de primer orden incluyendo tanto la proyección horizontal, planimetría, como determinación de niveles, alturas y cotas de terreno, altimetría. Para el levantamiento topográfico de este proyecto se utilizó estación total marca Trimble modelo M3, propiedad de la municipalidad de Morales, Izabal. Por lo que se trabajó la libreta topográfica con coordenadas geográficas.

Los datos obtenidos mediante el levantamiento topográfico fueron transferidos de manera digital para ser procesados en formato dxf por medio del programa CivilCAD 3D. Estos cual se geoposicionan en los puntos de referencia de acuerdo a la base de datos catastral de la municipalidad. Luego se obtienen las curvas de nivel por medio de triangulación horizontal y vertical de la nube de puntos. La libreta topográfica se obtiene mediante las estaciones establecidas en el levantamiento y las radiaciones a punto de interés para el diseño de los proyectos.

2.1.2. Especificaciones de diseño

El diseño del sistema de agua se realizó con base en las normativas y recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar). Por medio del sistema de abastecimiento de agua se pretende garantizar el suministro en cantidad necesaria y calidad adecuada del vital líquido, así como un servicio permanente en relación con la duración de las instalaciones. Las especificaciones del proyecto pueden apreciarse en el plano 2/20 de dicho proyecto. (Ver apéndice, hoja 2/20)

El diseño de los acueductos rurales implica la concepción y diseño de elementos hidráulicos funcionales que trabajen en conjunto con elementos estructurales necesarios para el adecuado funcionamiento del sistema.

Los parámetros, rangos y criterios utilizados para el diseño del proyecto del puente vehicular se basaron principalmente en las normas y especificaciones. Estas fueron dadas por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y sus especificaciones para el diseño de puentes. La metodología de diseño se basa en factores de carga y resistencia (LRDF).

De igual manera se tomaron en cuenta los requisitos del reglamento para concreto estructural ACI-318S-05. Así como las *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*, y su reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga, de la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIV).

En cuanto a parámetros de diseño sísmico se consultaron las *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala* de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). Las especificaciones del proyecto pueden apreciarse en el plano 2/7 de dicho proyecto. (Ver apéndice, hoja 2/7)

2.1.3. Periodo de diseño

Se refiere al tiempo que el sistema de abastecimiento brindará servicio satisfactoriamente para la población de diseño. Su estimación se fundamenta con base en la durabilidad de los materiales y equipo utilizado, costos y tasas de interés, población de diseño, sistema constructivo utilizado y condiciones del entorno del proyecto.

El periodo de diseño para el sistema de abastecimiento de agua para la aldea Peñitas será de 21 años. De estos, 1 año serán para obtener el financiamiento y construcción del proyecto más 20 años de funcionamiento.

El periodo de diseño, para el puente vehicular, en el barrio El Mitchal será de 76 años. De los cuales un año será para obtener financiamiento y construcción del proyecto más 75 años de funcionamiento, según lo especificado en AASHTO 1.2. Este periodo se basa en el cálculo estadístico de las cargas transitorias.

2.2. Diseño de sistema de agua potable para la aldea Peñitas, Morales, Izabal.

La finalidad del proyecto de agua potable será eliminar la problemática a la que se ven expuestos los habitantes de la aldea Peñitas, Morales, Izabal. Dicho proyecto será de beneficio para los 2 324 habitantes futuros.

2.2.1. Descripción del proyecto

El sistema de agua potable será de conducción forzada, contemplando una galera de infiltración para la captación, una línea de conducción de 4 466,78 metros de longitud y una red de distribución de 1 511,66 metros de longitud. Se utilizará tubería de polivinilo de cloruro (PVC) y se construirá un tanque de distribución con capacidad de 110 m³.

2.2.2. Fuentes de agua

Junto con la evaluación de opciones, para definir la solución técnica y económica más favorable para la problemática presentada, es necesario determinar la información sobre las fuentes disponibles. Dicha información debe incluir la ubicación, la capacidad para suplir la demanda de agua, la distancia fuente-comunidad y cualquier dato que influya para la toma de decisiones.

Para el proyecto se eligió como fuente de abastecimiento la quebrada Los Perla. Esta debido a su localización respecto a la aldea y capacidad medida en la etapa de aforo.

2.2.3. Aforo

Consiste en la medición del caudal disponible de una fuente para conocer si es capaz de abastecer a la población objetivo del proyecto. El aforo se realizó en la quebrada Los Perla, en época de verano con la finalidad de mejorar pautas de diseño. Se utilizó el método volumétrico utilizando un recipiente de 20 galones (75,71 litros) el cual se dejó llenar en un punto de la quebrada apto para la colocación del mismo. Utilizado un cronómetro se tomaron los tiempos de llenado 10 veces obteniendo los siguientes resultados:

Tabla I. **Resultados del aforo**

1.	75,71	litros	/	8,40	segundos	=	9,01	litros/segundo
2.	75,71	litros	/	8,50	segundos	=	8,91	litros/segundo
3.	75,71	litros	/	8,07	segundos	=	9,38	litros/segundo
4.	75,71	litros	/	8,00	segundos	=	9,46	litros/segundo
5.	75,71	litros	/	7,80	segundos	=	9,71	litros/segundo
6.	75,71	litros	/	7,90	segundos	=	9,58	litros/segundo
7.	75,71	litros	/	7,90	segundos	=	9,58	litros/segundo
8.	75,71	litros	/	7,90	segundos	=	9,58	litros/segundo
9.	75,71	litros	/	8,00	segundos	=	9,46	litros/segundo
10.	75,71	litros	/	8,00	segundos	=	9,46	litros/segundo
		Caudal promedio				=	9,42	litros/segundo
9,42 litros/segundo x 60 segundos/minuto = 565,20 litros/minuto								
565,20 litros/minuto x 60 minutos/hora = 33 912 litros/hora								
33 912 litros/hora x 24 horas/día = 813 888 litros/día								

Fuente: elaboración propia.

Según la información obtenida se determinan los caudales de cada medición los cuales oscilan entre 8,91 y 9,71 litros por segundo. Mientras que el caudal promedio es de 9,42 litros por segundo. Dicho caudal promedio debe ser mayor al caudal máximo diario calculado para la línea de conducción. De ser menor sería necesario ubicar otra fuente de agua para suplir la demanda.

2.2.4. Calidad del agua

Es necesario respetar los límites mínimos de potabilidad en las poblaciones rurales. De igual manera es necesario garantizar la calidad del agua mediante la regularización de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, para proporcionar agua sanitariamente segura.

Con base en los análisis del agua realizados a la fuente se logra disponer el tipo de tratamiento a utilizarse. Los límites sobre calidad a tomarse en consideración serán los contenidos en las Normas Coguanor NG0 29001. Los resultados presentados por el análisis bacteriológico y fisicoquímico deberán ser certificados y firmados por un profesional colegiado (ver anexos).

2.2.4.1. Análisis fisicoquímico

Este análisis determina los rangos aceptables sobre las características perceptibles a los sentidos tales como el aspecto, color, sabor, olor y temperatura. Además, determina el potencial de hidrógeno (pH) y la turbiedad. Se expresa la intensidad de condiciones ácidas o alcalinas y el contenido de materia en suspensión.

Por otro lado determina los límites en contenido de cantidades de materia orgánica y minerales presentes en el agua.

De acuerdo con los resultados de laboratorio, para el análisis fisicoquímico, el agua de la fuente cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma Coguanor NTG 29001 *Agua para consumo humanos. Especificaciones*. Los valores obtenidos del análisis fisicoquímico son los siguientes:

- Color: 3,6 Unidades Pt-Co
- Hierro total: <0,05 mg/l Fe
- Manganeso total: <0,05 mg/l Mn
- Nitrato: <4,00 mg/l NO₃
- Nitrito: <0,01 mg/l NO₂
- Sulfato: <5,00 mg/l SO₃²
- Turbiedad: 1,60 UNT
- Cloruro: <10 mg/l Cr
- Dureza total: 56 mg/l CaCO₃
- Calcio: 18 mg/l Ca
- Magnesio: 2,9 mg/l Mg
- Conductividad: 120 μS/cm
- pH: 7,8 Unidades pH

Dichos valores deben encontrarse dentro de los límites máximos permisibles (LMP) e idealmente dentro de los límites máximos aceptables (LMA). Estos según la Norma Coguanor NTG 29001, son los siguientes:

- Límite máximo aceptable
 - Color: 5,6 Unidades Pt-Co
 - Hierro total: 0,30 mg/l Fe
 - Manganeso: 0,10 mg/l Mn
 - Nitrato: no se contempla en la norma
 - Nitrito: no se contempla en la norma
 - Sulfato: 100 mg/l SO₃²
 - Turbiedad: 5,00 UNT
 - Cloruro: 100,00 mg/l Cr
 - Dureza total: 100,00 mg/l CaCO₃

- Calcio: 75,00 mg/l Ca
 - Magnesio: 50,00 mg/l Mg
 - Conductividad: 750,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$
 - pH: 7,0 – 7,5 Unidades pH
- Límite máximo permisible
 - Color: 35,00 Unidades Pt-Co
 - Hierro total: 2,00 mg/l Fe
 - Manganeso: 0,40 mg/l Mn
 - Nitrato: 50,00 NO_3
 - Nitrito: 3,00 NO_2
 - Sulfato: 250,00 mg/l SO_3^{2-}
 - Turbiedad: 15,00 UNT
 - Cloruro: 250,00 mg/l Cr
 - Dureza total: 500,00 mg/l CaCO_3
 - Calcio: 150,00 mg/l Ca
 - Magnesio: 100,00 mg/l Mg
 - Conductividad: 1500,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$
 - pH: 6,5 – 8,5 Unidades pH

En función, a los resultados del análisis, se puede concluir que la muestra de agua cumple con los límites máximos permisibles en su totalidad y los límites máximos aceptables a excepción de la cantidad de pH (acidez). Por lo que se afirma que el agua es apta para el consumo humano en aspectos fisicoquímicos.

2.2.4.2. Análisis bacteriológico

Su principal función es la de identificar los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito-intestinal. Esto porque transmiten enfermedades. Por esta razón, el agua debe estar exenta a la presencia de los mismos.

Los parámetros bacteriológicos para la evacuación de muestras son la presencia de grupo coliforme y *escherichia coli*. Estas no deben ser detectables en 100 ml de agua.

El análisis bacteriológico realizado a la muestra refleja que el número más probable, en 100 ml de muestra, para cada parámetro es el siguiente:

Grupo coliforme total: 1 553 NMP/100 ml

Escherichia coli: 96 NMP/ 100 ml

Según los resultados presentados, por el informe de análisis bacteriológico de agua, la muestra no cumple con las características microbiológicas según los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Coguanor NTG 29001 *Agua para consumo humanos. Especificaciones*; por lo que es necesario un tratamiento de desinfección, según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud.

2.2.4.2.1. Sistema de desinfección

Debido a la presencia de numerosas colonias de bacterias del grupo coliforme fecal, según los resultados del análisis bacteriológico, el agua requiere un tratamiento previo al consumo humano.

El sistema de desinfección a utilizar será por medio de cloro (cloración). Este procedimiento resulta bastante efectivo y económico en comparación con otros métodos de desinfección, por lo que es de uso generalizado en varios países de América Latina y Estados Unidos. Para que el cloro actúe efectivamente se debe dejar en contacto con el agua por un tiempo estimado de 15 a 20 minutos.

Para el caso del sistema de agua para la aldea Peñitas, las autoridades del Laboratorio del Instituto de Fomento Municipal (Infom) recomiendan que el agua se desinfecte con una concentración del 10 %. La cantidad de desinfectante se estima según el grado de desinfección deseado. De acuerdo a esto, para efectuar la limpieza en los tanques se debe agregar 100 gr de cloro por cada litro de agua siguiendo el procedimiento adecuado.

Primero debe introducirse la solución de cloro dentro de los depósitos de agua, luego debe procederse a llenar los depósitos completamente. Se deben abrir los grifos hasta que aparezca agua clorada y debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas. Por último el tanque y las tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua no presente sabor desagradable a cloro.

2.2.5. Población de diseño

Es necesario calcular una estimación de población futura correspondiente al periodo de diseño. Esto con la finalidad de diseñar adecuada y funcionalmente cada elemento del sistema, garantizando su buen funcionamiento durante el periodo proyectado.

Se tomará como base información obtenida del Instituto Nacional de Estadística (INE), registros municipales y de sanidad, censos escolares y levantamientos de densidad habitacional por instituciones gubernamentales.

2.2.5.1. Método geométrico

En Guatemala, el método mayormente utilizado es el método geométrico. Esto debido a que es el que se aproxima de mejor manera en cuanto a la predicción de población futura se refiere, arrojando datos muy cercanos a la realidad.

El método consiste en calcular el cambio promedio de la tasa de población para el área de estudio en base a datos anteriores de crecimiento poblacional para dicha población, logrando así proyectar la población futura en base al periodo de tiempo deseado¹.

El método se base en la siguiente fórmula

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

Donde

P_f = población futura para el periodo de diseño estimado

P_o = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = periodo de diseño, en años

Para el proyecto se tiene la siguiente información:

¹ INFOM. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable para consumo humano*. p. 27.

Población actual (P_o) = 1 105 habitantes (año 2 014)

Tasa de crecimiento (r) = 3,5 % anual

Periodo de diseño propuesto (n) = 20 años + 1 año de gestión

$$P_f = 1\,028(1 + 0,035)^{21} = 2\,275 \text{ habitantes (año 2 035)}$$

Debido a la ubicación geográfica de la aldea Peñitas, por su proximidad con el país de Honduras, se presenta un alto índice de inmigración. Por lo que las estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) proyectan una población estimada de 2 324 habitantes en la aldea para 2035.

2.2.6. Dotación

Esta se define como el volumen de agua asignada a un habitante para su consumo en una unidad de tiempo establecida. Comúnmente se expresa en litros por habitantes por día (l/hab./día).

Para su estimación deben tomarse en cuenta el clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos. Además de facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

Deben tomarse en cuenta estudios de demanda; de no haber, pueden utilizarse estudios de poblaciones similares. A falta de estos pueden utilizarse los valores de la *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM)*; siendo los siguientes:

- Servicio a base de llenacántaros exclusivamente: 30 a 60 litros por habitante por día.
- Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros por habitantes por día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros por habitante por día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares, con opción a varios grifos por vivienda: 90 a 170 litros por habitante por día.

Con base en factores climáticos, actividad productiva, y estudios de demanda para poblaciones vecinas, se estima una dotación de 190 litros por habitante por día.

2.2.7. Factores de variación para el consumo

En los sistemas de abastecimiento de agua potable, el consumo de agua no es uniforme en todo momento del funcionamiento del mismo. Existen lapsos de tiempo en los que el consumo es casi nulo. Mientras que también hay ciertos periodos en los cuales el consumo alcanza un valor máximo. Para determinar los factores de variación, para el consumo, debe tomarse en cuenta el tamaño de la población.

Debe considerarse la variación en el consumo tanto en intervalos relativamente largos, como en unidades de tiempo más cortas. Estos son los siguientes factores:

2.2.7.1. Factor de hora máximo (FHM)

Durante el día, hay horas en que los consumos alcanzan valores máximos. Esto se debe al uso simultáneo del servicio por parte de la población. Su determinación se encuentra en función al tamaño de la población. Según Normas de Diseño para Acueductos Rurales de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar), sus valores se encuentran entre:

- 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 el proyecto se utilizará un factor de hora máxima de 2.

2.2.7.2. Factor de día máximo (FDM)

Es la relación existente entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año. El factor toma valores pequeños para poblaciones relativamente grandes y viceversa. Este se utilizará para determinar el caudal de conducción.

Según Normas de Diseño para Acueductos Rurales de la Unepar, sus valores se encuentran entre:

- Para poblaciones del área rural un FDM de 1,2 a 1,8
- Para poblaciones urbanas un FDM 1,8 a 2
- Para el área metropolitana un FDM de 2 a 3

Para el proyecto se utilizará un factor de día máximo de 1,8.

2.2.8. Cálculo de caudales de diseño

Son los caudales de consumo mínimos de agua requeridos para abastecer de manera adecuada a la población. Se utilizan los siguientes:

2.2.8.1. Caudal medio diario

De acuerdo a la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para el Consumo Humano del Infom, se determina como “el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final del periodo de diseño”².

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{Dotación}}{86\,400}$$

Donde

Q_m = caudal medio o caudal medio diario

P_f = población futura

Para el proyecto se tiene que:

$$Q_m = \frac{2\,324 \times 190}{86\,400} = 5,11 \text{ lts/seg}$$

² INFOM. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable para consumo humano*. p. 27.

2.2.8.2. Caudal máximo diario

Corresponde al caudal de diseño para la línea conducción del proyecto. Se define como “el consumo máximo de agua durante 24 horas, observado en el periodo de un año. Se obtiene del producto de multiplicar el caudal medio por el factor de día máximo”³. De acuerdo a las normas del INFOM, el diseñador puede justificar el factor seleccionado.

$$Q_{md} = Q_m \times FDM$$

Donde

Q_{md} = caudal máximo diario o caudal de conducción

Q_m = caudal medio o caudal medio diario

FDM = factor de día máximo

Con base en las necesidades de la población y fundamentación en diversas bibliografías, sobre el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, se adoptó un factor de día máximo con valor de 1,8.

$$Q_{md} = 5,11 \times 1,8 = 9,20 \text{ lts/seg}$$

2.2.8.3. Caudal máximo horario

Corresponde al caudal de diseño para la red de distribución. Se define como “el máximo consumo de agua durante una hora, observado en el periodo

³ INFOM. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable para consumo humano*. p. 27.

de un día. Se determina multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máximo⁴.

$$Q_{mh} = Q_m \times FHM$$

Donde

Q_{mh} = caudal máximohorario o caudal de distribución

Q_m = caudal medio o caudal medio diario

FDM = factor de día máximo

2.2.9. Presiones y velocidades de diseño

Los rangos de velocidad utilizados para el proyecto serán establecidos de conformidad con las Normas de Unepar, siendo estos para la línea de conducción una velocidad mínima de 0,40 m/s y máxima de 3,00 m/s. Mientras que para la red de distribución se utilizará una velocidad mínima de 0,40 m/s y una máxima de 2,00 m/s.

Las presiones en la línea de conducción deben estar por debajo de la presión de trabajo de la tubería a utilizar.

Las presiones de servicio en la red de distribución deben estar en el rango de 10 a 60 mca. Mientras que la presión hidrostática máxima, para cualquier punto de la red, será de 80 mca.

⁴ INFOM. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable para consumo humano*. p. 28.

2.2.10. Tipo de tubería

Los tipos de tubería utilizados generalmente para sistemas de abastecimiento de agua son de polivinilo de cloruro rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG). La utilización de cada tipo de tubería se define de acuerdo a condicionantes de diseño, como la presión de trabajo. Además de a condicionantes físicas del proyecto, tales como la conformación y ubicación del mismo.

Para el proyecto se utilizará tubería de polivinilo de cloruro rígido (PVC) con capacidad de 160 psi (112 mca) y coeficiente de rugosidad C igual a 150, tanto para la línea de conducción como para la red de distribución. De igual manera se utilizará tubería de hierro galvanizado (HG) cédula 40 de tipo liviano normado por ASTM A120 y ASTM A53 con recubrimiento de zinc para la conformación de pasos aéreos en la línea de conducción.

2.2.11. Diámetros y pérdidas

El cálculo hidráulico permite determinar la clase y los diámetros de tubería adecuados para que el sistema preste un servicio eficiente y continuo durante el periodo de diseño estimado. Dicho cálculo hidráulico se realizará por medio de la utilización de la fórmula de Hazen & Williams⁵.

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

⁵ INFOM. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable para consumo humano*. p. 54.

Donde

H_f = pérdida de carga, en metros

Q = caudal de la tubería, en litros por segundo

L = longitud de tubería, en metros

\emptyset = diámetro de tubería, en pulgadas

C = coeficiente de rugosidad de la tubería

Al despejar el diámetro en la fórmula se obtiene lo siguiente:

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

2.2.12. Captación

Para el diseño de la captación debe tenerse en cuenta que las estructuras deben garantizar la seguridad, estabilidad y funcionamiento del sistema de agua potable. Asimismo se debe garantizar la protección contra cualquier tipo de contaminación y entrada o proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables. Se impedirá al máximo la entrada de arena y materiales en suspensión y flotación. Además la captación deberá tener facilidad de inspección y operación.

Debido al entorno de la fuente se plantea la captación mediante una galería de infiltración. Su ubicación será paralela a la fuente para asegurar una recarga permanente.

Para su diseño se tomarán en consideración todos los parámetros mencionados en la Guía de Normas Sanitarias, para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano del Infom.

La estructura será conformada por muros de concreto ciclópeo para la caja de captación y el dissipador. Adicional se utilizarán 3 capas de grava como material filtrante. Estos estarán constituidos de 1" a 1 ½" en la capa inferior con espesor de 0,90 metros, ¾" a 1" en la capa intermedia con un espesor de 0,50 metros y ¼" a ¾" en la capa superior con un espesor de 0,50 m.

2.2.13. Línea de conducción

Se conforma por la tubería que conduce el caudal de día máximo, desde la captación hasta el tanque de distribución. Para el proyecto se realizará una conducción por gravedad aprovechando la energía potencial disponible desde la fuente hasta la ubicación de los tanques.

Para el efecto se presentará un resumen de los cálculos realizados para la determinación de diámetros, tipo de tubería, y obras complementarias en la línea de conducción.

Cota de captación = 171,58 msnm.

Punto más bajo de la línea de conducción = 87,81 msnm

Diferencia de alturas = 83,77 m

Cota del tanque de distribución = 115,65 msnm

Diferencia de alturas entre captación y distribución = 55,93 m

Longitud horizontal de la línea de captación = 4 466,78 m

$$\phi = \left[\frac{1\,743,811 \times (4\,466,78 \times 1,1) \times 9,20^{1,85}}{150^{1,85} \times 55,93} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 4,02''$$

Por lo que los diámetros a utilizar serán de (Ø)4" y de (Ø)6".

Utilizado la fórmula anterior se determinaron las pérdidas de carga, generadas por dichos diámetros, para la longitud total de la conducción.

$$Hf = \frac{1\,743,811 \times 4\,466,78 \times 1,1 \times 9,20^{1,85}}{150^{1,85} \times 4^{4,87}} = 57,29 \text{ m}$$

Tubería PVC (Ø)4"; $Hf = 57,29$ metros

$$Hf = \frac{1\,743,811 \times 4\,466,78 \times 1,1 \times 9,20^{1,85}}{150^{1,85} \times 6^{4,87}} = 7,95 \text{ m}$$

Tubería PVC (Ø)6"; $Hf = 7,95$ metros.

Luego se determinó la longitud de tubería necesaria para cubrir lo requerido por cada diámetro. Dicha longitud se determinó mediante la relación de triángulos generados por las líneas de presión dinámica.

$$L_{4"} = \frac{L(Hf - Hf_{6"})}{(Hf_{4"} - Hf_{6"})} = \frac{4\,466,78(57,29 - 7,95)}{(57,29 - 7,95)} = 4\,343,65 \text{ m de tubería de } \varnothing 4"$$

Por lo tanto se deduce que se tendrán 123,13 m de tubería de PVC (Ø)6".

Al realizar el trazo de las líneas de presión se pudo observar que la línea piezométrica de la tubería de (Ø)4" pasa a una altura de 2,5 m sobre la cota del terreno natural a una distancia de 1 291,71 m de la captación.

Como medida de seguridad en el diseño se pretende aumentar la diferencia de alturas entre la línea piezométrica y la cota del terreno natural.

Esto con la finalidad de evitar posibles deficiencias de abastecimiento en el sistema. Por lo que se procederá a realizar el diseño utilizando 3 tipos de tubería de polivinilo de cloruro rígido (PVC) con distintos diámetros.

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times 1\,291,71 \times 1,1 \times 9,20^{1,85}}{150^{1,85} \times 6^{4,87}} = 2,30 \text{ m}$$

Por medio de la fórmula de Hazem y Williams se obtuvo que para un diámetro de 6" se genera una pérdida de 2,30 metros. Esto dejando un margen de 25 m entre la cota del terreno natural y la línea de presión en ese punto.

Se realizó el procedimiento inicial para la tubería con los nuevos diámetros de 3" y 4", para una altura de presión estática de 53,63 metros. Esta es correspondiente a la diferencia entre la cota de captación y la cota piezométrica en el punto donde termina la tubería de (Ø)6" y una distancia de 3 175,07 metros.

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times 3\,175,07 \times 1,1 \times 9,20^{1,85}}{150^{1,85} \times 3^{4,87}} = 165,31 \text{ m}$$

Tubería PVC (Ø) 3"; $H_f = 165,31 \text{ m}$.

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times 3\,175,07 \times 1,1 \times 9,20^{1,85}}{150^{1,85} \times 4^{4,87}} = 40,72 \text{ m}$$

Tubería PVC (Ø)4"; $H_f = 40,72 \text{ m}$.

Determinando, mediante relación de triángulos, la longitud de tubería necesaria para cubrir las pérdidas obtiene lo siguiente:

$$L_{4''} = \frac{L(Hf - Hf_{6''})}{(Hf_{4''} - Hf_{6''})} = \frac{3\,175,07(53,63 - 40,72)}{(165,31 - 40,72)} = 329,00 \text{ m de tubería de } \varnothing 3''$$

Y la diferencia entre 3 175,07 y 329,00 corresponde a la longitud de tubería de 4".

Tubería PVC (\varnothing)6"; L = 1 290,00 m

Tubería PVC (\varnothing)4"; L = 2 850,00 m

Tubería PVC (\varnothing)6"; L = 330,00 m

Longitud total = 4 470,00 m

2.2.14. Tanque de almacenamiento o distribución

Su diseño se realiza en función de las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante el periodo de bajo consumo y proporcionando el volumen requerido por la población a lo largo del día. De igual manera debe suplir la demanda en caso de interrupción del servicio, debido a fallas o mantenimiento en la línea de conducción.

Para el proyecto se utilizarán estructuras conformadas por muros de gravedad de concreto ciclópeo, semienterrado con cubierta de losa de concreto reforzado.

2.2.14.1. Cálculo de volumen

El volumen debe calcularse en función a la demanda de la población. De acuerdo con las recomendaciones de diseño de la Unepar, "de carecer de un estudio de demanda puede utilizarse, para sistemas por gravedad, entre un

20 a 40 % del consumo medio diario estimado”⁶. Para el presente proyecto se utilizará un 20 % del caudal medio diario.

$$Vol = 0,20 \times Q_m$$

Para el proyecto se obtiene un volumen de 55 130 litros. Lo cual equivale a un tanque con capacidad para contener 55 m³. Con base en ello se determinaron las dimensiones adecuadas del tanque.

2.2.14.2. Diseño estructural del tanque

El cálculo estructural del tanque se realizó para cada elemento que lo conforma. Esto, siguiendo las normativas correspondientes para su adecuado desempeño.

- Cálculo de losa: para dicho cálculo se utilizó el método 3 del ACI.

Largo = 8,7 m

Ancho = 5,5 m

Profundidad = 1,50 m (a espejo de agua)

La relación de los lados de la losa es:

$$\frac{A}{B} = \frac{5,5}{8,7} = 0,6$$

Para determinar el espesor de la losa se divide el perímetro de la misma dentro de 180. Se debe tomar en cuenta que la losa estará soportada por vigas,

⁶ Infom/Unepar. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable*. p. 23.

lo cual permite reducir su espesor. Para calcular el espesor se utilizará la losa crítica.

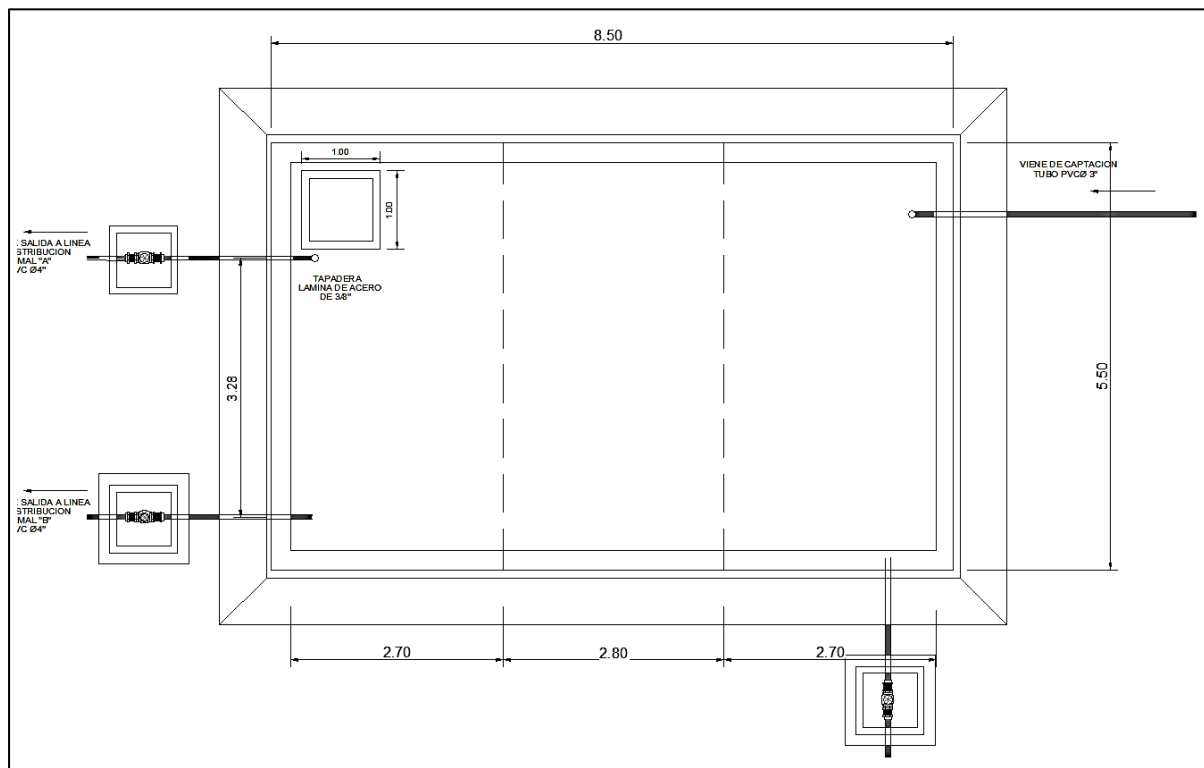
Largo = 5,50 m

Ancho 1 = 2,70 m; A/B = 0,50

Ancho 2 = 2,80 m; A/B = 0,51

Ancho 3 = 2,70 m; A/B = 0,50

Figura 4. Losas de tanque de distribución



Fuente: MIRANDA, Jeovany. *Manual de diseño de losas con el método 3 del ACI 318-08*. p. 14.

$$t = \frac{P}{180} = \frac{16,60}{180} = 0,0922 \approx 0,10m$$

Por lo que se utilizará un espesor de losa de 0,10 m.

La integración de cargas será la siguiente:

Carga muerta

Peso específico del concreto = 2 400 kg/m³

Peso propio de la losa = 2 400 kg/m³ x 0,10 m = 240 kg/m²

Peso de acabados = 130 kg/m²

Total = 240 kg/m² + 130 kg/m² = 370 kg/m²

Carga viva

Carga viva para losas y cubiertas 100 kg/m²

Carga última de diseño

$$C_u = 1,4CM + 1,7CV = 1,4(370) + 1,7(100) = 688 \text{ kg/m}^2$$

Para determinar los momentos, según las tablas de diseño, se considerará el modelo de losa cuadrada con continuidad en un lado en el sentido longitudinal. Por lo tanto, se trabajará con el caso 6.

Los coeficientes para momentos, negativo y positivo, son:

Para momentos negativos:

$$C_{a, \text{ neg}} = 0,097$$

Para momento positivo por carga muerta:

$$C_{a, \text{ CM}} = 0,061$$

$$C_{b, cM} = 0,003$$

Para momento positivo por carga viva:

$$C_{a, cV} = 0,078$$

$$C_{b, cV} = 0,005$$

$$\begin{aligned} M(+)\text{A} &= (0,061 \times 1,4 \times 370 \times 2,70^2) + (1,7 \times 100 \times 0,078 \times 2,70^2) \\ &= 327,01 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

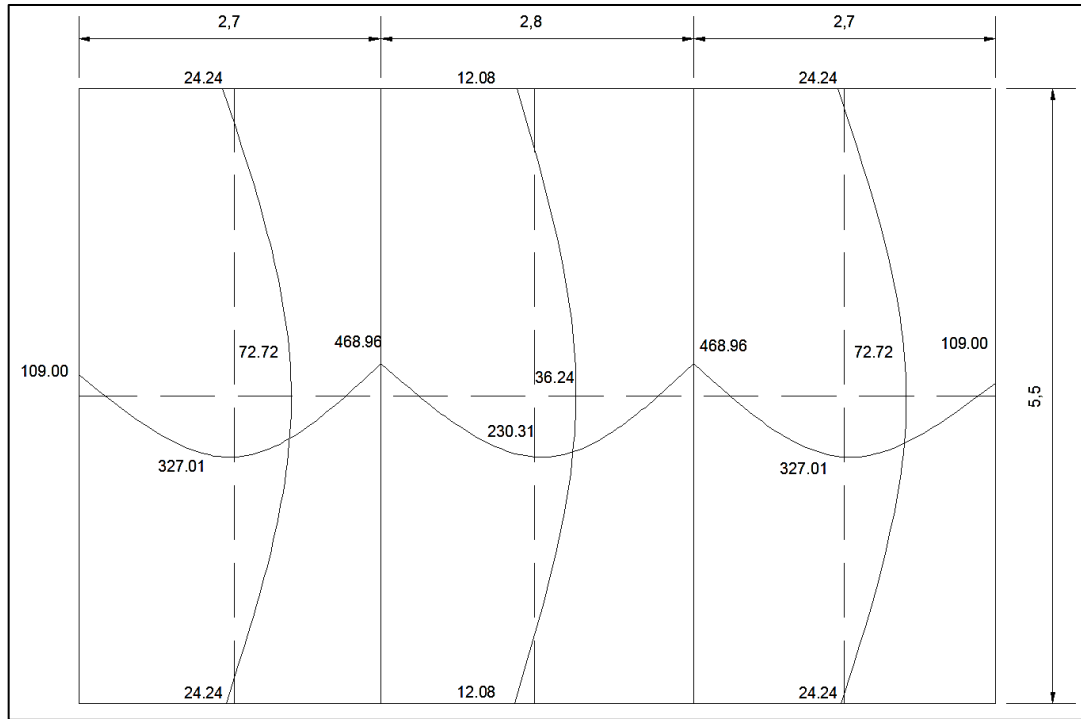
$$\begin{aligned} M(+)\text{B} &= (0,003 \times 1,4 \times 370 \times 5,50^2) + (1,7 \times 100 \times 0,005 \times 5,50^2) \\ &= 72,72 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

$$M(-)\text{A} = (0,097 \times 688 \times 2,70^2) = 486,51 \text{ kg} - m$$

$$M(-)\text{B} = (72,72/3) = 24,24 \text{ kg} - m$$

El código ACI recomienda utilizar momentos negativos iguales a un tercio de los momentos positivos. Esto para losas simplemente apoyadas por lo que los momentos positivos.

Figura 5. **Planta de momentos balanceados en losas del tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para diseñar el refuerzo de la losa es necesario establecer los rangos máximos y mínimos de acero. Así como el acero requerido para soportar los momentos actuantes en la misma. Para determinar el acero mínimo se utiliza la fórmula 10-3 del reglamento ACI 318S:

$$A_{s \min} = \frac{0,80 \times \sqrt{f'c}}{f_y} \times b \times d \geq \frac{14,1}{f_y} \times b \times d$$

Donde

$A_{s \min}$ = área de acero mínimo

b = base de la sección

d = peralte de la sección (t – recubrimiento)

F_y = límite de fluencia del acero

$$A_{s \min} = \frac{0,80 \times \sqrt{280}}{2810} \times 100 \times 7,50 \geq \frac{14,1}{2810} \times 100 \times 7,50 = 3,58 \leq 3,75 \text{ cm}^2$$

Aplica 3,57 centímetros cuadrados. Se propone varillas núm 3 grado 40

$$A_{s \text{ varilla No 3}} = 0,71 \text{ cm}^2$$

En una franja unitaria de 100 cm en la losa se tiene que:

$$3,75 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

Por lo que la separación S será de 18,90 cm

Y la separación máxima permitida en losas de acuerdo al Código ACI 318S es de tres veces el espesor de losa.⁷

$$S_{max} = 3t = 3(10) = 30 \text{ cm}$$

⁷ MIRANDA Jeovany. *Manual de diseño de losas con el método 3 del ACI 318*. p. 132.

Chequeando el momento último con el área de acero mínima, se obtiene lo siguiente:

$$A_{s req} = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0,003825 \times f'c}} \right] \times 0,85 \times \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

Donde

Mu = momento último, en kg-cm

b = base de la sección, en cm

d = peralte de la sección (t – recubrimiento), en cm

Fy = límite de fluencia del acero, en kg/cm²

$f'c$ = resistencia a compresión del concreto, en kg/cm²

$$A_{s req} = \left[7,5 \times 100 - \sqrt{(7,5 \times 100)^2 - \frac{468,96 \times 100}{0,003825 \times 210}} \right] \times 0,85 \times \left(\frac{210}{2810} \right)$$

$$= 2,54 \text{ cm}^2$$

$$Mu = \phi \times (A_{s min} \times Fy \times \left(d - \left(\frac{A_{s min} \times Fy}{1,7 \times f'c \times b} \right) \right)) > M(\pm)A, B^8$$

$$Mu = 0,85 \times (3,76 \times 2810 \times \left(7,5 - \left(\frac{3,76 \times 2810}{1,7 \times 210 \times 100} \right) \right)) = 64\,697,80 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$> M(\pm)A, B$$

⁸ NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 62.

Adicional a ello se calcula el área de acero que requieren los momentos en la losa, siendo todos menores al área de acero mínima; y por consiguiente aplica el acero mínimo de 3,75 cm².

Debido a que la losa está sometida a esfuerzos cortantes, es necesario realizar un chequeo, para determinar si el espesor es el adecuado.

$$V_{max} = \frac{Cu_u \times L}{2}$$

Donde

V_{max} = corte actuante máximo, en kg

Cu_u = carga última unitaria

L = lado corto de la losa analizada

$$V_{max} = \frac{688 \times 2,80}{2} = 963,20 \text{ kg}$$

$$V_{max} = \frac{688 \times 5,50}{2} = 1892 \text{ kg}$$

Para determinar el corte resistente de la losa se utiliza la fórmula 11-3 establecida en el código ACI 318S.

$$V_c = 0,53\sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$V_c = 0,53\sqrt{280} \times 100 \times 7,50 = 6651,45 \text{ kg}$$

Ya que el corte que resiste el concreto es mayor al corte actuante, el espesor de losa es adecuado.

El armado final de losa será el siguiente: riel núm 3 @ 0,30 m en ambos sentidos, bastón núm 3 @ 0,30 m en ambos sentidos y tensión núm 3 @ 0,30 m en ambos sentidos

- Cálculo de viga para losa: su principal función es resistir cargas trasladadas por la losa y reducir el espesor de concreto de la misma. Para el correcto diseño de la viga se deben estimar las cargas que actúan sobre la misma. Se propone una viga con sección de 0,25 x 0,30 metros de acuerdo al pre dimensionamiento establecido en el ACI 318-05.
- Carga muerta

$$\text{Peso propio de la viga} = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,25 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} / 2,55 \text{ m} = 70,59 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio de la losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de acabados} = 130 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 240 \text{ kg/m}^2 + 130 \text{ kg/m}^2 + 70,59 \text{ kg/m}^2 = 440,59 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva
Carga viva para losas y cubiertas 100 kg/m²
- Carga última de diseño

$$C_u = 1,2CM + 1,6CV = 1,2(440,59) + 1,6(100) = 688,60 \text{ kg/m}^2$$

$$W_v = 688,60 \times 2,55 = 1755,93 \text{ kg/m}$$

Determinación de momentos en viga; aplica $M(-) = \frac{wL^2}{8}$ y $M(+) = \frac{wL^2}{12}$ por estar simplemente apoyada.

$$M(-) = \frac{1\,755,93 \times 5,5^2}{8} = 6\,639,61 \text{ kg} - m$$

$$M(+) = \frac{1\,755,93 \times 5,5^2}{12} = 4\,426,41 \text{ kg} - m$$

Para determinar la cantidad de acero que requiere la viga es necesario conocer los límites dentro de los cuales debe encontrarse.

$$A_{s \min} = \frac{14,1}{f_y} \times b \times d = \frac{14,1}{2810} \times 25 \times 26,5 = 3,32 \text{ cm}^2$$

Op cit. P. 39

$$\begin{aligned} A_{s \max} &= 0,5 \left[\frac{0,85 \times \beta_1 \times f'_c}{F_y} \times \frac{6\,090}{F_y + 6\,090} \right] \times b \times d \\ &= 0,5 \left[\frac{0,85 \times 0,85 \times 280}{2,810} \times \frac{6\,090}{2\,810 + 6\,090} \right] \times 25 \times 26,5 = 16,32 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ req } M(-)} &= \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0,003825 \times f'_c}} \right] \times 0,85 \times \left(\frac{f'_c}{f_y} \right) \\ &= \left[25 \times 26,5 - \sqrt{(25 \times 26,5)^2 - \frac{6\,639,61 \times 25}{0,003825 \times 280}} \right] \times 0,85 \times \left(\frac{280}{2\,810} \right) \\ &= 12,77 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s \text{ req } M(-)} = 10,98 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ req } M(+)} = 7,05 \text{ cm}^2$$

Para distribuir el acero, de tal manera que la viga resista las exigencias de carga, se deben tomar en cuenta parámetros sísmicos.

De acuerdo a los requisitos de acero del ACI 318-08, en la cama superior en el momento negativo se debe colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas. Esto tomando el mayor de los siguientes valores

$$33\% A_{s \text{ req } M(-)\text{derecho}} = 0,33 \times 10,98 = 3,62 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 3,32 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ corrido}} = 2 \text{ núm } 5 = 3,96 \text{ cm}^2$$

En la cama inferior se debe colocar como mínimo, en los apoyos, dos o más varillas de acero corridas. Esto tomando el mayor de los siguientes valores:

$$50 \% A_{s \text{ req } M(-)\text{derecho}} = 0,50 \times 10,98 = 5,49 \text{ cm}^2$$

$$50 \% A_{s \text{ req } M(+)\text{centro}} = 0,50 \times 7,05 = 3,53 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 3,32 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ corrido}} = 2 \text{ núm } 5 + 2 \text{ No } 4 = 6,49 \text{ cm}^2$$

La diferencia entre el acero requerido y el acero calculado, en ambas camas, se debe colocar como bastones.

$$A_{\text{Bastones}} = 12,77 - 4,21 - 6,39 = 2,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{Bastones}} = 2 \text{ núm } 4 = 2,53 \text{ cm}^2$$

Para diseñar el refuerzo transversal se debe determinar el corte actuante debido a las cargas que soporta la viga. Este debe compararse con el corte que resiste el concreto.

$$V_a = \frac{WL}{2} = \frac{2\,006,09 \times 5,5}{2} = 5\,516,75 \text{ kg}^9$$

$$V_c = 0,53\sqrt{280} \times 26,5 \times 20 = 5\,875,45 \text{ kg}^{10}$$

Ya que $V_a < V_c$, la viga requiere únicamente estribos por armado con un espaciamiento máximo equivalente a $d/2$. Es decir se requiere un espaciamiento igual a $S_{\max} = 26,5/2 = 13,25 \text{ cm}$, el cual será aproximado a 10 cm. Se debe tomar en cuenta que el primer estribo en extremos debe ser como máximo 5 cm.

El armado por corte de la viga corresponderá a:

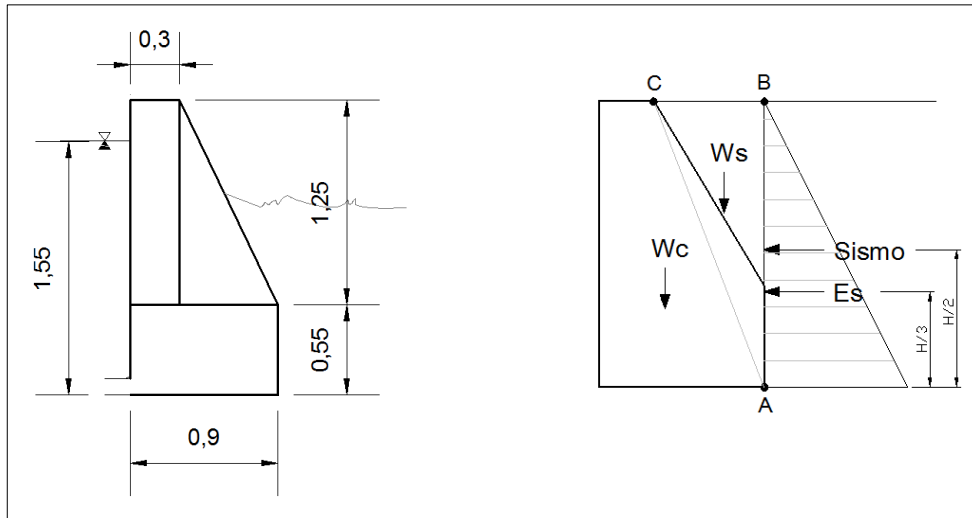
$$A_s \text{ transversal} = \text{Est. No 3 1ro @ 0,05, resto @ 0,10 cm}$$

- Cálculos de muros: el suelo en el que se construirá el tanque corresponde a una arcilla limosa. Debido a que la Municipalidad no cuenta con disponibilidad financiera, los datos del suelo fueron asumidos

⁹ NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 41.

¹⁰ Op cit. p. 42.

Figura 6. Muro del tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El diseño del muro se fundamentó en el capítulo siete *Muros de retención* del libro *Principios de ingeniería de cimentaciones* de Braja M. Das. Siendo un muro de gravedad de concreto ciclópeo.

Para el chequeo de la base, se utilizó el parámetro $B =$ de 0,50 a 0,70 H .

$$B = 0,70 H = 0,50(1,80) = 0,90 \text{ m}$$

Para la determinación del coeficiente de empuje activo (K_a), se utilizará un ángulo de fricción interna (Φ) con valor de 10° . De igual manera que para el coeficiente de empuje pasivo (K_p).

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\Phi}{1 + \text{sen}\Phi} = \frac{1 - \text{sen}(10^\circ)}{1 + \text{sen}(10^\circ)} = 0,70$$

$$Kp = \frac{1 + \text{sen}\Phi}{1 - \text{sen}\Phi} = \frac{1 + \text{sen}(10^\circ)}{1 - \text{sen}(10^\circ)} = 1,42$$

Mientras que para el cálculo de la carga activa ($P_{a\gamma}$) y carga pasiva ($P_{p\gamma}$), se utilizará el peso específico del suelo (γ_{suelo}) con un valor de 2 toneladas por metro cúbico y el peso específico del agua (γ_{agua}) con un valor de 1 tonelada por metro cúbico.

$$P_{a\gamma} = \frac{1}{2} \times (K_a \times \gamma_{\text{agua}} \times H_{\text{agua}}^2)$$

$$P_{p\gamma} = \frac{1}{2} \times (K_p \times \gamma_{\text{suelo}} \times H^2)$$

$$P_{a\gamma} = \frac{1}{2} \times (0,70 \times 1,00 \times 1,55^2) = 0,84 \text{ Ton/m}$$

$$P_{p\gamma} = \frac{1}{2} \times (1,42 \times 2 \times 1,8^2) = 4,60 \text{ Ton/m}$$

Se debe considerar la fuerza generada por sismo. Esta se aplica al centro del elemento y se estima en un 12 % del peso de la misma.

$$V_B = C_S W = 0,12(0,50 + 0,38 + 0,38)(2\ 300) = 347,76 \text{ kg/m}$$

$$M_{V_B} = 347,76 \left(\frac{1,55}{2} \right) = 269,50 \text{ kg} - m$$

Los momentos, activo y pasivo, generados debido a cargas totales de los diagramas de presión se calculan por medio de las siguientes ecuaciones:

$$M_{a\gamma} = P_{a\gamma} \times \frac{H_{\text{agua}}}{3} + M_{V_B}$$

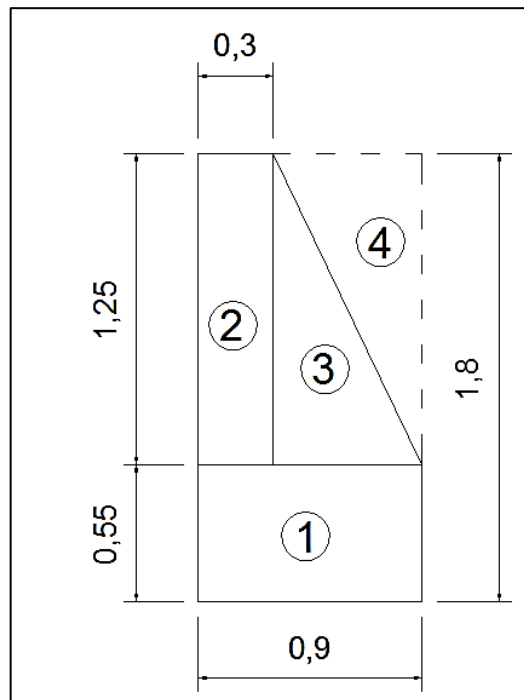
$$M_{p\gamma} = P_{p\gamma} \times \frac{H}{3}$$

$$M_{a\gamma} = \left(0,84 \times \frac{1,55}{3} \right) + 0,27 = 0,70 \text{ Ton} - m$$

$$M_{p\gamma} = 4,60 \times \frac{1,8}{3} = 2,76 \text{ Ton} - m$$

Para efectos de diseño se supondrá el tanque como si estuviese vacío; ya que las cargas son críticas para dicho caso. Se procederá a calcular el peso total del sistema y el momento ejercido respecto al punto de pivote.

Figura 7. **Configuración del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla II. **Momentos respecto al punto de pivote**

Núm	Área (m2)	Densidad (kg/m3)	Peso (kg)	Brazo (m)	Momento respecto al pivote, MP (kg-m)
1	0,495	2 400	1188	0,45	534,60
2	0,375	2 400	900	0,15	135
3	0,375	2 400	900	0,50	450
4	0,375	2 000	750	0,70	525
TOTAL			3738	TOTAL	1 644,60

Fuente: elaboración propia.

Para asegurar la estabilidad y funcionalidad del muro del tanque es indispensable realizar las revisiones y chequeos estructurales. Esto como volteo, deslizamiento y presiones bajo el muro.

El chequeo de estabilidad contra volteo se realiza de acuerdo al siguiente criterio:

$$F_{sv} = \frac{M_r}{M_{act}} \geq 1,5$$

Donde

F_{sv} = factor de seguridad por volteo

M_r = momento resistente ($M_{p\gamma} + \sum MP$)

M_{act} = momento actuante ($M_{a\gamma}$)

$$F_{sv} = \frac{2,76 + 1,64}{0,70} = 6,29 \geq 1,5$$

Ya que el factor de seguridad por volteo es mayor a 1,5, el muro es estable contra efectos de volteo.

De igual manera se debe realizar un chequeo de estabilidad por deslizamiento. Este se determina de la siguiente manera:

$$Fsd = \frac{P_r}{Pa\gamma} \geq 1,5$$

Donde

Fsv = factor de seguridad por deslizamiento

P_r = carga resistente ($W_{tot} + Pp\gamma$)

$Pa\gamma$ = carga actuante (más sismo)

$$Fsd = \frac{3,74 + 4,60}{0,84 + 0,35} = 7,00 \geq 1,5$$

Debido a que el factor de seguridad de estabilidad por deslizamiento es mayor a 1,5, el muro no presenta deslizamiento.

Es necesario calcular las presiones máximas y mínimas actuantes bajo el muro. Para ello debe determinarse la distancia "a" respecto del punto de pivote, donde actúa el vector resultante de las cargas verticales. Dicha distancia se determina como la relación entre el momento de volteo y la carga total del muro.

$$dist. a = \frac{M_{volteo}}{W_{total}}$$

Donde

$dist.a$ = distancia respecto del punto de pivote a donde actúa la carga vertical resultante.

M_{volteo} = momento de volteo ($MP_{tot} + Mpy - Mact$)

MP_{tot} = momentos totales respecto al punto de pivote

Por lo que

$$dist.a = \frac{1\,644,6 + 2\,760 - 430 - 347,76}{3\,738} = 1,00$$

Ya que para este caso $3(dist.a) > L$, no existe tensión en el muro. Para determinar la coordenada resultante de la concentración de cargas se utiliza la siguiente expresión:

$$X = \frac{Mpy - May}{W_{total}} = \frac{2,76 - 0,70}{3,74} = 0,55 \text{ m}$$

Por lo que la excentricidad de dicho punto de concentración está dada por:

$$e = \frac{base}{2} - X = 0,45 - 0,28 = 0,17 \text{ m}$$

Conociendo estos datos es factible estimar la presión máxima y mínima actuantes bajo el muro.

$$Presion_{max o min} = \frac{W_{total}}{base} \pm \frac{6(W_{total})e}{base^2}$$

$$Presion_{max} = \frac{3,74}{0,90} + \frac{6(3,74) \times 0,17}{0,90^2} = 8,03 \text{ Ton/m}^2$$

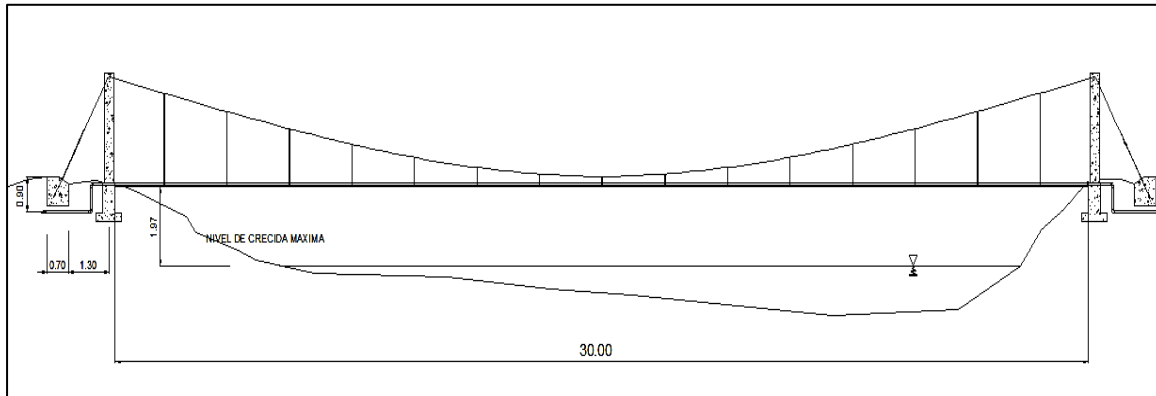
$$Presion_{min} = \frac{3,74}{0,90} - \frac{6(3,74) \times 0,14}{0,90^2} = 0,28 \text{ Ton/m}^2$$

Ya que la presión máxima es menor a la presión del suelo, equivale a 15 toneladas por metro cuadrado, y la presión mínima es mayor a 0; se puede afirmar que el muro está capacitado para resistir las cargas.

2.2.15. Diseño de puente colgante para paso aéreo de 30 metros de longitud

En la concepción de un sistema de agua potable es indispensable tomar en consideración todas las medidas necesarias para salvar los obstáculos naturales que se puedan presentar. Para el proyecto, en específico, se contempla la construcción de un paso aéreo, con longitud de 30 m, con la finalidad de cruzar un río ubicado en la estación E-PE. Se deben tomar en consideración todos los elementos que conforman el puente colgante, como lo son: cable principal, tirantes, torres y anclajes.

Figura 8. Elevación lateral del paso aéreo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Debido a que en el paso aéreo, la tubería se encontrará en exposición a la intemperie, se utilizará tubería de hierro galvanizado (HG) con diámetro de 4" de tipo liviano.

Se sabe que la longitud del paso aéreo será de 30 m, además se sabe que el tubo HG tipo liviano posee un peso de 6,72 lb/p, de acuerdo con las especificaciones para tubería de acero galvanizado estándar (cedula 40), y el agua tiene un peso de 62,40 lb/p³. El conjunto de cables y tensores generarán un peso de 0,22 libras por pie de acuerdo al *Wire Rope Handbook*.

Integrando cargas, se tiene que las cargas muertas verticales se conforman por el peso propio del tubo más el peso del agua. Para las cargas vivas verticales se supondrá que una persona de 160 lbs (de acuerdo al *Diagnóstico nacional de salud pública para el área rural*, desarrollado por el Ministerio de Salud de Guatemala) y este podría cruzar apoyándose en la tubería.

$$C.M. = Pp_{tubo} + P_{agua} + P_{cable}$$

$$C.M. = \frac{6,72lb}{ft} + \left(\frac{\pi}{4} \times \left(\frac{4''}{12} \right)^2 \times \frac{62,40lb}{ft^2} \right) + \frac{0,22lb}{ft} = 12,39lb/ft$$

$$CV = \frac{160lb}{20ft} = 8 lb/ft$$

Mientras que las cargas horizontales se conformarán únicamente por la carga de viento. Para ello se utilizará una velocidad de viento igual a 100 km/h (AGIES NSE 2-5.5); lo que equivale a una presión generada de 20 lb/p².

$$\omega = \phi_{tuberia} \times Presion\ de\ viento = \frac{4''}{12} \times 20 \frac{lb}{ft^2} = 6,67lb/ft$$

Una vez integradas las cargas se procede a determinar la carga última de diseño. Para ello se tomará como referencia la combinación de carga establecida en el ACI 318-99, capítulo 9, sección 9.2.2, la cual especifica que:

$$Cu = 0,75(1,2CM + 1,6CV + 1,6\omega)$$

$$Cu = 0,75(1,2(12,39) + 1,6(8) + 1,6(6,67)) = 28,75 lb/ft$$

Y dicha carga deberá ser mayor a 1,6CV + 1,2CM.

$$1,2(12,39) + 1,6(8) = 27,67 lb/ft < 28,75 lb/ft$$

Por lo que el valor de diseño será de 28,75 lb/p.

2.2.15.1. Diseño del cable principal del paso aéreo

El cable se colocará de tal modo que conforme una parábola, distribuyendo las cargas verticales de manera uniforme. El diseño del mismo se basará en el *Wire Rope Handbook*. Se utilizará cable de $\varnothing 3/8$ " con un esfuerzo de ruptura de 12 620 lb/p"² y un peso de 0,22 lb/p.

El cálculo de la tensión horizontal se realiza calculando la flecha del cable, dada por la longitud dividida entre 12.

$$d = \frac{L}{12} = \frac{30m}{12} = 2,5m = 8,20ft$$

$$T_H = \frac{Cu \times L^2}{8 \times d} = \frac{28,75 \times (30 \times 3,28)^2}{8 \times 8,20} = 4\,729,10lb$$

Donde

d = flecha

L = longitud del paso aéreo

T = tensión máxima del cable

T_H y T_V = tensión horizontal y tensión vertical

Mientras que la tensión máxima del cable se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

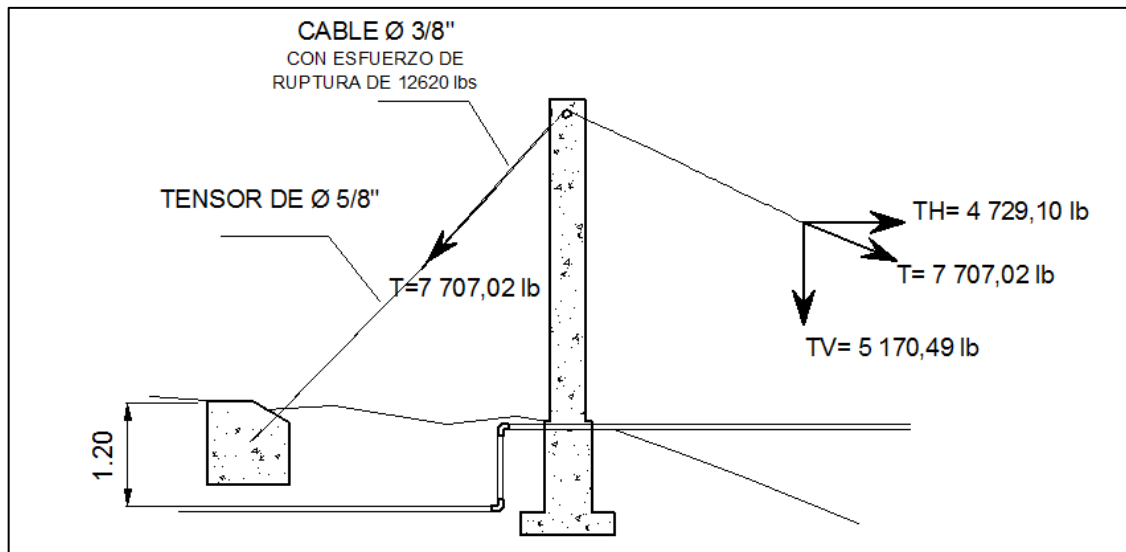
$$T = T_H \left(1 + \frac{16 \times d^2}{L^2} \right)^{\frac{1}{2}} = 4\,729,10 \left(1 + \frac{16 \times 8,20^2}{30^2} \right)^{\frac{1}{2}} = 7\,007,02lb$$

Conociéndose los valores de la tensión horizontal y la tensión máxima del cable, se puede proceder a determinar la tensión vertical. Esto por medio del teorema de Pitágoras; la cual debe ser menor a la tensión máxima del cable.

$$T_V = (T^2 - T_H^2)^{\frac{1}{2}} = (7\,007,02^2 - 4\,729,10^2)^{\frac{1}{2}} = 5\,170,49 \text{ lb}$$

Con base en esto se afirma que el cable de $\varnothing 3/8$ ", con un esfuerzo de ruptura de 12 620 libras, sí es capaz de resistir la tensión inducida por las cargas horizontales y verticales.

Figura 9. **Diagrama de fuerzas actuantes en cable**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.15.2. Diseño de péndolas o tirantes

Para la conformación de péndolas se utilizará un cable de $\emptyset 1/4"$ con resistencia a la ruptura de 6 500 libras. Para el cálculo de la longitud se debe agregar un 15 % a los tirantes por ataduras y dobleces.

La caga inducida a las péndolas está dada por la carga última multiplicada por la separación entre estas. Dicha separación será de 2 m.

$$Q = Cu \times Separacion = 32,04 \times (2 \times 3,28) = 210,18 \text{ lb}$$

Mientras que la longitud de péndolas está dada por:

$$Y = Cu \times X \times \frac{(L - X)}{2T_H}$$

Donde

Y = variación de la flecha

Cu = carga última

X = separación de la péndola respecto a la torre más cercana

T_H = tensión horizontal

L = longitud del paso aéreo

Debido a que los tirantes poseen una resistencia a la ruptura mayor a la tensión vertical, generada por las cargas actuantes, se afirma que estos no presentarán falla debido a tensión.

Los resultados de las longitudes de péndolas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla III. **Cuantificación de péndolas**

Cu (Lb/ft)	L (ft)	TH (lb)	X (m)	Y' (m)	Y (m)	Cantidad Péndolas	Longitud (m)
32,04	98,4	4 729,1	1	0,32	2,18	2	4,36
32,04	98,4	4 729,1	3	0,90	1,60	2	3,20
32,04	98,4	4 729,1	5	1,39	1,11	2	2,22
32,04	98,4	4 729,1	7	1,79	0,71	2	1,42
32,04	98,4	4 729,1	9	2,10	0,40	2	0,80
32,04	98,4	4 729,1	11	2,32	0,18	2	0,36
32,04	98,4	4 729,1	13	2,46	0,04	2	0,09
32,04	98,4	4 729,1	15	2,50	0,00	1	0,00
SUMATORIA							12,44
CANTIDAD TOTAL (+15%)							14,31

Fuente: elaboración propia.

2.2.15.3. **Diseño de columnas de soporte**

La longitud libre de la columna será de 2,50 m. Esto es en función a la parábola que formará el cable y la altura del tubo respecto del espejo de agua de la crecida máxima (2 m). La longitud total de la columna será de 3,50 metros. La sección propuesta será de 0,30 x 0,30 metros en la parte superior, mientras que en la base será de 0,40 x 0,40 metros. Se construirán con concreto de 210 kg/cm² (3 000 PSI) de resistencia a los 28 días, y acero estructural de grado 40.

Para determinar la esbeltez de la columna se debe determinar el radio de giro con base en la inercia y el área de la sección. La esbeltez está dada por la razón entre la luz libre y el radio de giro multiplicado por 2.

$$r = \left(\frac{I}{A}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{\frac{1}{12}(0,3^4)}{0,3^2}\right) = 0,087$$

$$Esveltez = \frac{2 \times Longitud\ libre}{r} = \frac{2 \times 2,5}{0,087} = 58,14 > 21$$

Donde

r = radio de giro

I = inercia

A = área de la sección

Debido a que la esbeltez es mayor a 21, la columna se clasifica como intermedia. Con base en ello se determina la carga crítica por medio de la fórmula de Euler. Para este caso, no existen momentos actuantes sobre las columnas, por lo que se diseñará únicamente bajo carga axial. La columna se diseñará con un extremo empotrado y el otro extremo libre. Para este caso no se considera la carga de viento debido a que las columnas se construirán en un área boscosa en la que la presión generada por el mismo es mínima (área de exposición B de acuerdo a lo establecido en AGIES 2-5.2).

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(Kl)^2} = \frac{\pi^2 (15\ 100 \sqrt{210}) \times \frac{30^4}{12}}{(2 \times 2,5)^2} \times \frac{1}{1\ 000} = 583,11\ Ton$$

Donde

P_{cr} = carga crítica de la columna

E = módulo de Euler ($15\ 100 f'c^{1/2}$)

K = factor de pandeo ($K = 2$)

- Determinación del área de acero para las columnas de soporte

Debido a que la carga actuante es menor a la carga que resiste la columna ($5\ 170,46\ lb < 583,11\ Ton$), el diseño se hará con base en la sección 10.8.4 del ACI 318-99. Se determina que el área de acero resultante es menor al área de acero mínimo ($A_{s\ resultante} < A_{s\ min}$).

$$A_{s\ min} = 0,01 \times \frac{30^2}{2} = 4,50\ cm^2$$

Op cit. P. 39

Se utilizarán 4 varillas núm 4, equivalentes a $5,08\ cm^2$; adicionalmente se colocarán 4 varillas núm 3, equivalentes a $2,85\ cm^2$, en cada rostro de la columna para satisfacer el criterio del ACI 318-05 donde establece que no puede haber una separación mayor a $15\ cm$ entre refuerzo longitudinal para elementos estructurales. Chequeando la carga ultima para el área de acero elegida, tenemos lo siguiente:

$$P_u = \varphi(0,85 f'c (A_g - A_s) + A_s F_y)$$

$$P_u = 0,70(0,85 \times 210(30^2 - 5,08) + 5,08 \times 2\ 810) = 121,81\ Ton$$

Ya que la carga ultima es menor a la carga resistente (121,81 Ton < 583,11 Ton), la columna es capaz de soportar la carga axial a la que será sometida.

Para el refuerzo transversal se utilizará acero grado 40 núm 3 @ 0.15 metros.

2.2.15.4. Diseño de zapatas

Para las zapatas se asumirá un peralte de 20 cm y un recubrimiento de 7,5 cm con una dimensión de zapata de 0,8 x 0,8 metros. Debido a que la municipalidad no cuenta con disponibilidad financiera, los datos del suelo fueron asumidos. La capacidad soporte del suelo se asumirá de 8 toneladas por metro.

- La integración de cargas queda de la siguiente manera:
 - Tensión vertical 5170,40 lb = 2,35 Ton
 - Peso de la columna = 0,76 Ton
 - Peso del suelo = 1,02 Ton
 - Peso de zapata = 0,31 Ton
 - Peso total = 4,44 Ton

Calculando el factor de carga última (F_{cu}):

$$F_{cu} = \frac{C_u}{CM + CV} = \frac{32,04}{8 + 12,17} = 1,59$$

$$\frac{P_z}{A_z} < Valor\ Soporte \rightarrow \frac{3,2}{0,8^2} = 4,98 < 8\ Ton/m^2$$

$$C_{uz} = F_{cu} \times \frac{Pz}{Az} = 1,59 \times 4,98 = 7,98 \text{ Ton/m}^2$$

- Chequeo de la zapata por corte

$$d = 20 - 7,5 = 12,5 \text{ cm}$$

Corte actuante:

$$V_a = C_u \times \text{Ancho} \times (L - \text{rec})$$

$$V_a = 7,98 \times 0,8 \times 0,675 = 4,31 \text{ Ton}$$

Corte que resiste el concreto:

$$V_c = 0,85 \times 0,53 \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$V_c = 0,85 \times 0,53 \sqrt{210} \times 80 \times 12,5 \times \frac{1}{1000} = 6,52 \text{ Ton}$$

Ya que el corte actuante es menor al corte, que resiste el concreto, se puede afirmar que la zapata cumple con los requerimientos por corte.

- Chequeo de la zapata por punzonamiento

Corte punzonante actuante:

$$V_{pa} = C_{uz}(Az - A_{pz}) = 7,98(0,8^2 - (0,30 + 0,125)^2) = 3,66 \text{ Ton}$$

Corte punzonante resistente:

$$V_{pc} = 0,85 P_{\text{perimetro}} \cdot d \times 1,07 \sqrt{f'c}$$

$$V_{pc} = 0,85 \times (4 \times (30 + 12,5)) \times 12,5 \times 1,07 \sqrt{210} \times \frac{1}{1\,000} = 28,01 \text{ Ton}$$

Ya que el corte punzonante actuante es menor al corte punzonante que resiste el concreto, se puede afirmar que la zapata cumple con los requerimientos por punzonamiento.

- Determinación del área de acero para las zapatas

Primero se debe determinar el momento último al que estará expuesta la zapata:

$$Mu = \frac{Cu \times L^2}{2} = \frac{7,98 \times \left(\frac{0,8 - 0,3}{2}\right)^2}{2} \times 1\,000 = 279,38 \text{ kg} - m$$

Con base en ello se determina el área de acero requerida para la zapata.

$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu \times b}{0,003825 f'c}} \right] \times \frac{0,85 f'c}{fy}^{11}$$

$$A_s = \left[(80 \times 12,5) - \sqrt{(80 \times 12,5)^2 - \frac{279,38 \times 80}{0,003825 \times 210}} \right] \times \frac{0,85 \times 210}{2\,810}$$

$$= 0,890 \text{ cm}^{212}$$

¹¹ NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 39.

¹² *Ibíd.*

Comparando el área de acero requerida con el área de acero mínima, se obtiene que:

$$A_{s_{min}} = 0,002 \times bd = 0,002 \times 80 \times 12,5 = 2\text{cm}^2$$

Debido a que el área de acero requerida es menor al área de acero mínima, se trabajará con esta última. Para el efecto, se utilizarán 5 varillas núm 3 @ 0,16 metros; lo cual equivale a 3,55 cm².

2.2.15.5. Diseño de anclajes

Los anclajes se construirán dos anclajes de cada lado conformado de concreto ciclópeo con dimensiones de 1 x 1 x 2 metro. Su diseño se basará en la tensión producida por el cable principal.

$$T_H = 4\,729,10\text{ lb} = 2\,149,59\text{ kg}$$

$$T = 7\,007,02\text{ lb} = 3\,185,01\text{ kg}$$

$$T_V = 5\,170,49\text{ lb} = 2\,350,22\text{ kg}$$

Debe determinarse el empuje producido por el suelo. Para ello se tomará un peso de 1 600 kg/m³ y un ángulo de fricción interna (Φ) de 30° con base en las características físicas observadas en los puntos propuestos para la ubicación de los anclajes.

$$E = \frac{1}{2}Wh^3 \times \frac{1 + \text{sen}\Phi}{1 - \text{sen}\Phi} \times a$$

$$E = \frac{1}{2} \times 1\,600 \times 1^3 \times \frac{1 + \text{sen}30}{1 - \text{sen}30} \times 1 = 2\,400 \text{ kg}$$

Determinando la fuerza necesaria, para mantener el anclaje fijo se obtiene lo siguiente:

$$F = 0,5 \times (W_c - T_v)$$

$$W_c = \text{Volúmen} \times \gamma_{\text{concreto ciclopeo}} = 2 \times 2\,500 = 5\,000 \text{ kg}$$

$$F = 0,5 \times \left(5\,000 - \left(\frac{2\,350,22}{2} \right) \right) = 1\,912,45 \text{ kg}$$

Chequeando el deslizamiento se obtiene lo siguiente:

$$\frac{E + F}{T_v} \geq 1,5$$

Op cit. P. 37

$$\frac{2\,400 + 1\,912,45}{2\,350,22} = 1,83 \geq 1,5$$

Por lo que puede afirmarse que los anclajes son capaces de resistir el deslizamiento, debido a fuerzas externas inducidas.

También se debe considerar el volteo producido a empujes y fuerzas laterales. Para ello se compararán los momentos resistentes contra los momentos actuantes. La relación entre dichos momentos debe ser menor a 1,5.

$$\frac{\sum \text{Momentos resistentes}}{\sum \text{Momentos actuantes}} \geq 1,5^{13}$$

$$\frac{E \left(\frac{h}{3} \right) + W \left(\frac{h}{2} \right)}{T_V \left(\frac{h}{2} \right) + T_H \left(\frac{h}{2} \right)} = \frac{2\,400 \left(\frac{1}{3} \right) + 2\,500 \left(\frac{1}{2} \right)}{\left(\frac{2\,350,22}{2} \right) \left(\frac{1}{2} \right) + \frac{2\,149,59}{2}} = 1,82 \geq 1,5$$

Debido a que la relación entre momentos resistentes y momentos actuantes es mayor a 1,50, se puede afirmar que los anclajes resisten el volteo inducido por las fuerzas de tensión y empujes laterales.

2.2.16. Diseño de red de distribución

Su finalidad es conducir el agua desde el tanque de distribución hasta las viviendas. La red de distribución debe brindar un servicio adecuado y continuo, por ello debe tener la capacidad para transportar el caudal de distribución. Para este proyecto en específico se utilizaron ramales abiertos; esto debido a la distribución dispersa de las viviendas. Los ramales principales se colocaron en las rutas de mayor importancia, subdividiéndose en ramales secundarios.

Debido a la densidad poblacional se utilizará un factor de hora máximo de 2. Se debe tener en cuenta la longitud de conducción y la carga disponible con base en la diferencia de alturas entre el tanque de distribución y la última casa de la red.

Determinando el caudal de diseño:

$$Q_s = \sqrt{k(n-1)} = 0,20\sqrt{(261-1)} = 3,22 \text{ L/s}$$

¹³ NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 38.

Donde

Q_s = caudal simultáneo

k = constante en función de cantidad de viviendas ($k = 0,20$)

n = número de viviendas futuras

El factor k depende del sistema y tipo de conexión. Para este caso se adoptará 0,20, que corresponde a conexiones prediales o domiciliarias.

El caudal simultaneo debe ser mayor al caudal de hora máxima, de lo contrario se trabajará con este último.

$$Q_{mh} = \frac{N \times n \times Dotacion \times F.H. max}{86\ 400} = \frac{261 \times 6 \times 190 \times 2}{86\ 400} = 6,89 \text{ Lts/seg}$$

Ya que $Q_{mh} > Q_s$, se diseñará la red de distribución con el caudal de hora máxima. Debido a que se trabajarán dos ramales independientes se calcularon los caudales por sectores necesarios, esto para abastecer a la población de manera uniforme. Para determinar el caudal por cada sector se empleó la fórmula de caudal unitario, obteniendo los mostrados en la tabla.

Para determinar los diámetros mínimos se realizó el mismo procedimiento que en la línea de conducción utilizando la fórmula de Hazen & Williams. Esta establece los menores diámetros requeridos; los cuales serán de 3" y 4" para los parámetros del proyecto.

Tabla IV. **Determinación de caudales para la red de distribución**

Est.	P.O.	Dotación (lts/hab/día)	F.H. máx.	No. de casas	Caudal (lts/seg)	Observaciones
49	58	190	2	7	0,54	
58	58,3	190	2	7	0,54	
58	656	190	2	6	0,46	
65	65,6	190	2	7	0,54	
65	68	190	2	2	0,15	
68	68,3	190	2	4	0,31	
68	83	190	2	12	0,92	+ 1 Lts/seg
83	83,2	190	2	3	0,23	
83	86	190	2	5	0,38	
86	86,4	190	2	3	0,23	
86	99	190	2	34	2,61	+ 1,05 Lts/seg
TOTAL					6,90	+ 2,05 Lts/seg

Fuente: elaboración propia.

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

$$\phi = \left[\frac{1\,743,811 \times (1\,511,66 \times 1,1) \times 8,95^{1,85}}{150^{1,85} \times (114,15 - 75,50)} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 3,44 \cong 3" \& 4"$$

También debe verificarse la velocidad del agua considerando el rango de 0,4 metros por segundo a 3,0 metros por segundo.

$$V = \frac{1,974 \times Qhm}{\phi^2}$$

$$V = \frac{1,974 \times 8,95}{3^2} = 1,96 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{1,974 \times 8,95}{4^2} = 1,10 \text{ m/s}$$

Para el cálculo de las presiones y diámetros se utilizó, de igual manera, la fórmula de Hazem & Williams, considerando que las presiones de servicio estarán limitadas entre 10 y 60 m columna de agua.

$$H_f = \frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

Con base en la pérdida de carga debido a fricción en la tubería y diferencia de cotas de terreno, se determinan las cotas piezométricas estática y dinámica. La cota dinámica no debe ser menor a la cota del terreno ni tampoco debe sobrepasarlo por más de 80 m para ningún punto de la red de distribución.

Tabla V. **Determinación de pérdidas de fricción para la red de distribución**

Estación	P.O.	Distancia Horizontal (m)	Caudales (lts/seg)	Coficiente de rugosidad	Diámetro	Hf	Cota (m)
49	58	276,71	8,95	150	4	3,37	110,78
58	58,3	151,45	0,54	150	1,5	1,20	109,58
58	65	271,38	7,88	150	4	2,61	108,17
65	65,6	108,07	0,54	150	1,5	0,86	107,31
65	68	69,04	6,88	150	4	0,52	107,65
68	68,3	61,35	0,31	150	1,5	0,17	107,48
68	83	436,8	6,42	150	4	2,88	104,78
83	83,2	58,26	0,23	150	1,5	0,10	104,68
83	86	50,51	4,27	150	3	0,64	104,14
86	86,4	89,32	0,23	150	1,5	0,15	103,99
86	99	407,22	2,61	150	3	2,06	102,09

Fuente: elaboración propia.

2.2.17. Válvulas

Son elementos del sistema de abastecimiento de agua potable, las cuales tienen la finalidad de asegurar el control y el buen funcionamiento del mismo. Su principal función es la de regular, mejorar o interrumpir el paso del agua para puntos específicos en los que el sistema lo requiera para reparaciones y mantenimiento.

2.2.17.1. Válvulas de aire

Se encarga expulsar el aire acumulado a lo largo de la conducción del agua, permitiendo que a través de la tubería únicamente circule el vital líquido. De no utilizarse dichas válvulas, las formaciones de bolsas de aire podrían generar presiones contrarias al flujo del agua produciendo vacíos y evitando la circulación de la misma. Generalmente se ubican en las partes altas del sistema.

2.2.17.2. Válvulas de compuerta

Como su nombre lo indica, su funcionamiento es a base de una compuerta graduable que regula o interrumpe el paso del agua. Generalmente se utilizan de bronce y se instalan en las entradas y salidas de los tanques. Así como en los inicios de tramos o ramales donde pueda requerirse una reparación u ampliación futura o simplemente se necesite un seccionamiento del sistema.

2.2.17.3. Válvulas de limpieza

Su principal función es la de descargar sedimentos sólidos que pueda transportar el agua conducida. Se colocan en los puntos bajos del sistema, ya

que es donde los sedimentos se acumulan debido a acciones gravitacionales. Se conforma por una derivación de la tubería con una válvula de compuerta añadida a la misma.

2.2.18. Conexiones domiciliarias

Es el elemento del sistema que suministra el líquido en conducción al consumidor final. Para el sistema se optó por un servicio con conexión predial, contemplando un chorro por vivienda. Este tipo de servicio es el más recomendable para el área rural, tanto en aspectos de salubridad como económicos. Las conexiones se constituirán por tubería PVC de $\varnothing 1/2$ " y una llave de chorro de bronce de $\varnothing 1/2$ ".

2.2.19. Operación y mantenimiento

Para garantizar la adecuada administración, operación y mantenimiento del sistema de agua, una vez construido, deberá crearse la unidad que administre, opere y mantenga adecuadamente el sistema de agua de la comunidad. Las personas que deberán integrar la unidad son las siguientes:

- Encargado de la unidad
- Secretario
- Tesorero
- Fontanero
- Ayudante de fontanería
- Asesoramiento y fiscalización por parte de comité de vecinos.

Para que el sistema opere de manera adecuada es necesario limpiar y desinfectar la tubería instalada, previo a iniciar su funcionamiento. Esto debe

hacerse correr el agua hasta llenar la tubería en su totalidad, utilizando una concentración de 1 mg/l de cloro.

Previo a la operación del sistema es indispensable efectuar la prueba de presión entre cada tramo limitado por válvulas.

Se presentan dos tipos de mantenimientos al sistema, siendo estos el preventivo y el correctivo. El mantenimiento preventivo es la acción de protección de las partes de un sistema de agua potable con la finalidad de evitar daños, disminuir los efectos dañinos y asegurar la continuidad del servicio de agua potable.

El mantenimiento correctivo es la acción de reparación de daños de las partes de un sistema de agua potable. Estos pueden suceder por accidentes naturales (crecidas de ríos, derrumbes, entre otros), deterioro o mal uso y desgaste o daño de accesorios.

El mantenimiento preventivo en el área de captación incluye la inspección de alrededores, por lo menos dos veces por mes. Se debe verificar si hay fuentes de contaminación (aguas negras, animales, desechos o desperdicios). De igual manera se debe monitorear la presencia de deforestación en el área. Se debe revisar el filtro para evitar posibles taponamientos.

Para el sistema de desinfección se deberá revisar el sistema de dosificación, velando por su correcto funcionamiento. Se debe verificar el contenido de las pastillas de cloro dentro del depósito del clorador. De igual manera es necesario realizar pruebas semanales de concentración de cloro libre residual en la red de distribución, verificando que la misma se encuentre entre los rango requeridos.

Para el tanque de distribución se debe revisar la estructura y válvulas minuciosamente. Es recomendable lavar el interior del tanque cada tres meses siguiendo el procedimiento descrito a continuación:

- Cerrar válvula de entrada. Cerrar válvula de salida. Abrir válvula de desagüe.
- Lavar el piso y paredes con agua y cepillo de raíz o plástico.
- Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.
- Abrir válvula de entrada.
- Cerrar válvula de desagüe. Abrir válvula de salida.

Por ultimo debe revisarse el recorrido completamente de las líneas de distribución y conducción. Se debe limpiar el caminamiento y detectar cualquier tipo de rotura o fuga. Es indispensable revisar de manera minuciosa todas las válvulas y sus cajas, realizando limpieza y reparación de ser requerido.

2.2.20. Presupuesto

Este integra los materiales y mano de obra que requerirá la ejecución del proyecto; se conforma los costos directos del proyecto. Adicionalmente se contemplan los gastos indirectos, es decir los gastos generales, gastos legales, supervisión técnica y utilidades.

Los precios de los materiales se determinaron mediante cotizaciones realizadas en la región para obtener datos verídicos.

Tabla VI. **Proyecto: Sistema de agua potable, Aldea Peñitas, Morales, Izabal**

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total (Q)
1 Trabajos preliminares					
1,1	Limpieza y chapeo	7058,45	ml	Q 1,33	Q 9 387,74
1,2	Topografía	7058,45	ml	Q 5,83	Q 41 150,76
1,3	Bodega y guardianía	1	global	Q 16 286,40	Q 16 286,40
2 Obra de captación					
2,1	Encofrado/desencofrado	90	m ²	Q 273,41	Q 24 606,90
2,2	Armadura columna C-1	6	ml	Q 155,28	Q 931,68
2,3	Armadura columna C-2	6	ml	Q 272,41	Q 1 634,46
2,4	Armadura columna C-3	5,6	ml	Q 133,77	Q 749,11
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total (Q)
2,5	Armadura solera tipo S-1	15	ml	Q 153,73	Q 2 305,95
2,6	Armadura solera tipo S-2	12	ml	Q 117,19	Q 1 406,28
2,7	Fundición de col C-1	0,38	m ³	Q 1 559,25	Q 592,52
2,8	Fundición de col C-2	0,9	m ³	Q 1 557,47	Q 1 401,72
2,9	Fundición de col C-3	0,25	m ³	Q 1 515,95	Q 378,99
2,10	Fundición de sol S-1	1	m ³	Q 1 525,58	Q 1 525,58
2,11	Fundición de sol S-2	0,5	m ³	Q 1 587,08	Q 793,54
2,12	Fundición de ciclópeo	10	m ³	Q 1 104,02	Q 11 040,20
2,13	Tubería de salida	1	global	Q 3 698,00	Q 3 698,00
3 Línea de conducción					
3,1	Línea de conducción 6"	1300	ml	Q 196,69	Q 255 697,00
3,2	Línea de conducción 4"	2934	ml	Q 102,60	Q 301 028,40
3,3	Línea de conducción 3"	360	ml	Q 103,34	Q 37 202,40
3,4	Válvulas y accesorios	1	global	Q 15 704,48	Q 15 704,48
3,5	Paso aéreo de 30 m	1	global	Q 44 382,40	Q 44 382,40
4 Tanque de distribución					
4,1	Armado de losa	15,5	m ²	Q 296,03	Q 4 588,47
4,2	Fundición de losa	1,55	m ³	Q 1 550,63	Q 2 403,48
4,3	Armado de viga V-1	11	ml	Q 230,60	Q 2 536,60
4,4	Fundición de viga V-1	0,85	m ³	Q 1 584,75	Q 1 347,04
4,3	Armado de viga V-2	28	ml	Q 219,14	Q 6 135,92
4,4	Fundición de viga V-2	2,2	m ³	Q 1 596,41	Q 3 512,10
4,6	Fundición de muros	3,5	m ³	Q 1 050,90	Q 3 678,15
4,7	Tubería de entrada	1	global	Q 1 963,25	Q 1 963,25
5 Línea de distribución					
5,1	Distribución Ramal A	1803,9	ml	Q 91,05	Q 164 245,10
5,2	Distribución Ramal B	760	ml	Q 91,06	Q 69 205,60
5,3	Válvulas y accesorios	1	global	Q 43 798,93	Q 43 798,93
6 Conexiones domiciliarias					
6,1	Conexiones domiciliarias	121	Vivienda	Q 445,35	Q 53 887,35
TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 129 206,49

Fuente: elaboración propia.

2.2.21. Cronograma de ejecución

Por medio del cronograma de ejecución se logra determinar la secuencia lógica para la realización de actividades logrando así optimizar la ejecución del proyecto. Para este caso se tomaron tiempos aproximados, por lo que estos se encuentran sujetos a cambios debido a factores externos.

Tabla VII. **Proyecto: Sistema de agua potable, aldea Peñitas, Morales, Izabal**

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Núm.	Descripción	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
1	Trabajos preliminares	■	■	■	■	■
2	Captación (Galería de infiltración)		■	■	■	
3	Línea de conducción			■	■	
4	Tanque de distribución 55 m3			■	■	■
5	Línea de distribución			■	■	■
6	Conexiones prediales					■

Fuente: elaboración propia.

2.2.22. Análisis tarifario

Los gastos de operación y mantenimiento serán absorbidos por la contribución equitativa por vivienda. Los costos de operación se determinan mediante los días laborados por mes por el fontanero designado. Se establece que el fontanero laborará ocho días por mes.

$$Co = \text{Jornal} \times \text{días laborados por mes}$$

$$C_o = 75 \times 8 = Q 600,00$$

De igual manera se debe determinar el costo de materiales no locales en la aldea. Se estima el tres por millas de los costos de materiales no locales presupuestados para el periodo de diseño. Esto servirá cuando se requiera comprar materiales por la necesidad de sustituir los existentes debido al deterioro o daño.

$$C_m = \left(\frac{3}{1000} \right) \times \frac{Mnl}{n}$$

Donde

C_m = costo de materiales

Mnl = costo de materiales no locales (Q 290 368,50)

n = periodo de diseño (21 años)

$$C_m = \left(\frac{3}{1000} \right) \times \frac{290\,368,50}{21} = Q 41,48$$

Otro factor a considerar es el costo del tratamiento, en el cual se debe tomar en cuenta la compra de hipoclorito de calcio.

$$C_t = \frac{\text{días por mes} \times ch \times CMH \times Rac \times \text{Segundos por día}}{\text{Gramos de hipoclorito} \times C_c}$$

Donde

C_t = costo de hipoclorito de calcio (Q 1 605,00)

CMH = caudal de distribución (9,28 lts/seg)

Rac =relación de agua-cloro en una parte por millas (1 l/s = 0,001)

Cc = concentración de cloro al 65 %

De acuerdo a las recomendaciones dadas por el Infom a la municipalidad de Morales, en una solución al 10 % y con hipoclorito concentrado al 65 %, se necesitan 61 538,40 gramos

$$Ct = \frac{30 \times 1\,605 \times 9,28 \times 0,001 \times 86\,400}{61\,538,40 \times 0,65} = Q\,965,16$$

Por último se determinan los gastos administrativos que se utilizan para mantener un fondo que pueda surgir de cualquier necesidad del sistema. Se asume un 3 % de los gastos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$Ga = (965,16 + 41,48 + 600) \times 0,03 = Q\,48,20$$

Con base en los gastos analizados se propone una tarifa; determinándose de la siguiente forma:

$$Costo\ total = 965,16 + 41,48 + 600 + 48,20 = Q\,1\,654,84/mes$$

$$Tarifa = \frac{Costo\ total}{conexiones\ prediales} = \frac{1\,654,84}{131} = 12,60 \cong Q\,13,00$$

La tarifa propuesta corresponde a Q 13,00 al mes por vivienda con servicio de agua potable.

2.2.23. Evaluación socioeconómica

El proyecto será financiado y la inversión no será recuperada.

- Valor presente neto (VPN)

Evalúa el proyecto de inversión a largo plazo y determina si una inversión cumple con la maximización de la inversión. Permite analizar si el proyecto es rentable.

Costo inicial: Q 1 129 206,49

Ingreso inicial: 131 x 100 = Q 13 100,00

Gastos anuales por operación del sistema: Q 1 654,84 x 12 = Q 19 858,08

Ingresos anuales por tarifa: Q 13,00 x 131 x 12 = Q 20 436,00

Anualidad: Q 20 436,00 - Q 19 858,08 = Q 850,92.

$$VPN = 13\ 100 + 850,92 \left(\frac{(1 + 0,10)^{21} - 1}{0,10 \times (1 + 0,10)^{21}} \right) = Q\ 20\ 459,35$$

- Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de una inversión igual a cero.

$$Costo = costo\ inicial - VPN = 1\ 129\ 206,49 - 20\ 459,35 = Q\ 1\ 108\ 747,14$$

$$TIR = \frac{costo}{P_f} = \frac{1\ 108\ 747,14}{2\ 324} = Q\ 477,08$$

2.2.24. Evaluación de impacto ambiental

El tipo de evaluación de impacto ambiental se determina con base en la magnitud del proyecto y a su relación directa con el ambiente natural. Debido al tipo de proyecto y a sus condiciones se ven afectadas áreas vírgenes donde se requiere una evaluación, para tomar medidas de mitigación ante el posible deterioro del entorno. Para el presente proyecto se realizó una evaluación de impacto ambiental regida por el Ministerio de Ambiente y Recursos naturales (MARN). (ver anexos)

- Evaluación rápida
 - Información del proyecto
 - Nombre de la comunidad: aldea Peñitas
 - Municipio: Morales
 - Departamento: Izabal

Tipo de proyecto

Introducción de sistema agua potable por gravedad con captación conformada por una galería de infiltración y el tanque de distribución tiene capacidad de almacenamiento de 55 m³. Se utilizará tubería PVC enterrada y un paso aéreo de 30 m de longitud con tubería HG.

Consideraciones especiales

Identificadas en visitas de campo.

Consideraciones sobre áreas protegidas (SIGAP)

Ver anexos.

Consideraciones sobre ecosistemas naturales

Ver anexos.

Impacto ambiental

Clasificación C (bajo riesgo ambiental), de acuerdo a lo establecido en el listado taxativo de proyectos del para MARN.

2.3. Diseño de puente vehicular para el barrio el Mitchal, Morales, Izabal

El proyecto contempla el diseño de un puente vehicular para el barrio el Mitchal, del municipio de Morales ubicado dentro del casco urbano. Dicho proyecto contribuirá de manera directa con la ampliación y mejoramiento de la infraestructura vial del municipio. El puente será de 2 vías y abarcará 21 metros de longitud. Estará conformado por estribos de concreto ciclópeo, viga de apoyo, vigas principales, diafragmas, losa, carpeta de rodadura, banquetas y barandales.

2.3.1. Conceptos básicos de los elementos de un puente

Los puentes son estructuras diseñadas con la finalidad de salvar un accidente geográfico. El diseño de un puente depende directamente de su función y las condicionantes exógenas, es decir elementos naturales que puedan afectar al puente. En general se conciben dos conjuntos de elementos principales. El primero es la superestructura, la cual consta de los componentes

que conforman los vanos situados entre los soportes. El segundo es la subestructura, la cual incluye las pilas, estribos y cimientos que soportan a la superestructura.

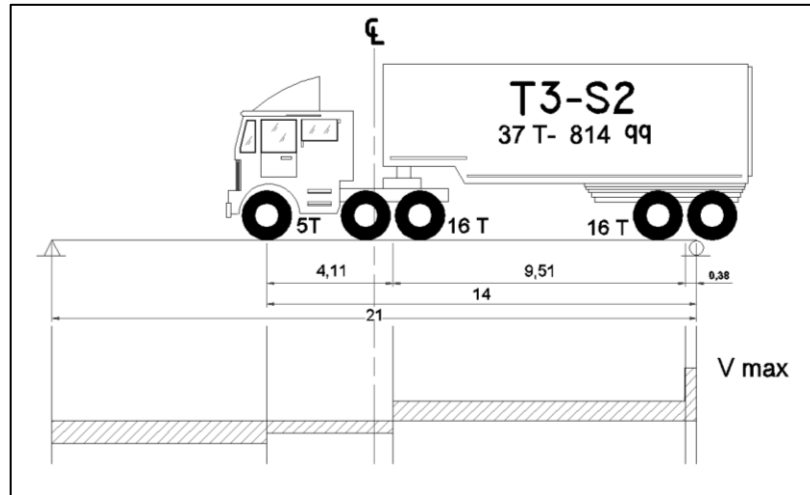
La superestructura consta de armaduras de apoyo, un tablero y arriostramiento lateral. La carga vertical (tráfico) es soportada directamente por el tablero, el cual se compone por la losa apoyada en vigas longitudinales, las que a su vez soportan a las vigas transversales. Dichas vigas longitudinales descansan directamente sobre los estribos. El arriostramiento lateral se coloca entre las vigas longitudinales para proporcionar rigidez a la estructura en general. La subestructura consiste en muros por gravedad sobre los cuales descansa la superestructura.

2.3.2. Métodos para el cálculo del análisis estructural

La metodología de diseño se basa en factores de carga y resistencia (LRDF) de las especificaciones de diseño de puentes de la AASHTO. Para el análisis estructural se debe tener en cuenta que la carga que afecta a la estructura se encuentra en movimiento; es decir, el punto de aplicación de la carga es variable a lo largo del puente, tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal.

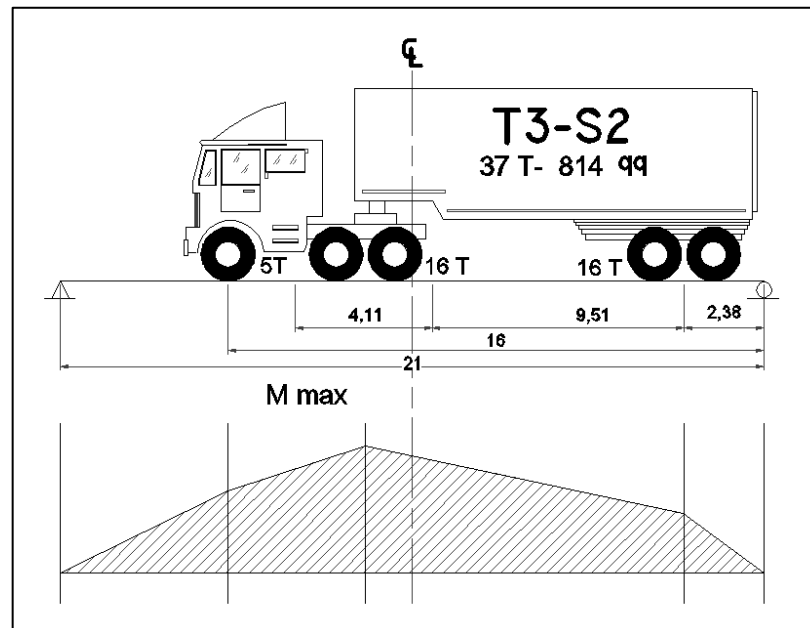
Para determinar el punto crítico de la aplicación de carga sobre las vigas se debe tener en cuenta que el corte máximo ocurre sobre el apoyo cuando la carga mayor se encuentra sobre el mismo. De igual manera, se debe considerar que el momento máximo se genera cuando el centro del puente se encuentra equidistante al centro de gravedad y a una de las cargas producidas por el vehículo.

Figura 10. Esquema de corte máximo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 11. Esquema de momento máximo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Es necesario determinar las líneas de influencia para las reacciones, fuerzas cortantes o momentos para cualquier punto de la viga. Deben analizarse todas las condiciones de carga que puedan desarrollarse y analizar los estados de carga críticos que puedan generarse.

Las líneas de influencia generan el efecto estructural, determinando la fuerza interna, reacción o deflexión, dibujado como función de la carga unitaria actuante.

Para el sentido transversal se debe determinar la combinación de cargas críticas, pero de acuerdo a AASHTO, se pueden tomar de referencia las distribuciones de carga de la tabla 3.23.1. Esto en función a la separación de vigas, materiales de construcción y carriles del puente.

2.3.3. Cargas de diseño

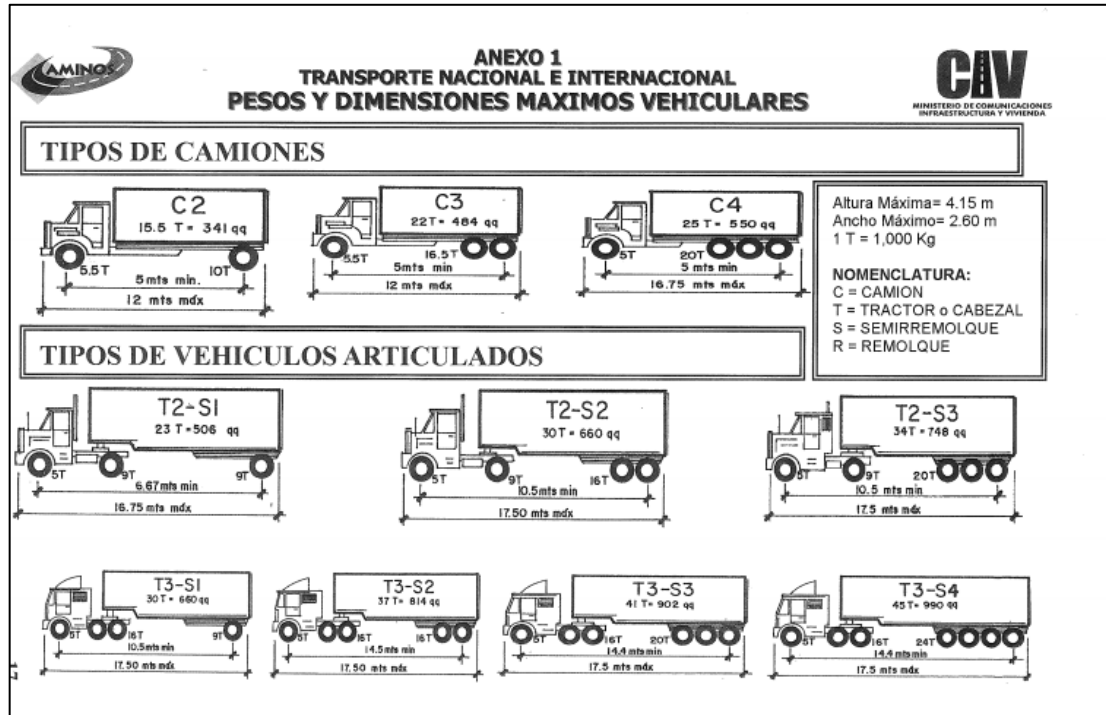
La determinación de la posible carga de diseño de una edificación ha sido objeto de estudio durante muchos años. Gracias a esto, por medio de estadísticas, se cuenta en la actualidad con una buena aproximación de las cargas vivas de diseño según el uso de la estructura.

2.3.3.1. Cargas vivas

Para el diseño de puentes se debe considerar la carga viva generará debido al paso vehicular y peatonal. Debido a que son cargas en movimiento, deben buscarse y analizarse las condiciones más críticas.

La carga viva se determina conforme a la clasificación del *Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones* del MARN.

Figura 12. Carga viva estándar de vehículos de carga pesada



Fuente: Dirección general de caminos, República de Guatemala. *Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones.*
<http://www.cutrigua.org.gt/wp-content/uploads/2016/05/RegCtrlPesosDimensiones-AcuGub379-2010.pdf>. Consulta: octubre de 2015.

2.3.3.2. Cargas muertas

De igual manera deben considerarse las cargas muertas que genera el mismo; es decir, el peso propio de la estructura. La carga muerta encierra todos los elementos que generen carga vertical y se transmita directa e indirectamente a los cimientos. Dichos elementos son elementos estructurales, carpeta de rodadura, banquetas, barandales, topes y tuberías.

2.3.3.2.1. Impacto

Los esfuerzos de carga viva generados debido al tránsito de personas y vehículos deben incrementarse debido a efectos dinámicos vibratorios y de impacto. De acuerdo a las especificaciones de AASHTO, en su sección 3.8.2, el porcentaje de incremento está dado por la siguiente expresión:

$$I = \frac{50}{L + 125}$$

2.3.3.3. Cargas laterales

La fuerza lateral generada por cargas vivas móviles y carga de viento se debe considerar a 6 p sobre el piso con una magnitud de 200 lb/p. La fuerza total de viento no debe ser menor a 300 lb/p en la parte expuesta directamente al viento.

2.3.3.4. Fuerza de frenado

Es una carga longitudinal adicional que, de acuerdo a AASHTO 3.9, se debe estimar en un 5 % de la carga viva en todos los carriles que llevan tránsito en la misma dirección. El centro de gravedad de la carga viva debe considerarse a 6 pies sobre el piso de la superestructura.

2.3.4. Estudios básicos para el diseño de puentes

La complejidad del diseño de un puente radica en la diversidad de estudios requeridos para su concepción. Generalmente los puentes están expuestos a una serie de factores exógenos que actúan de manera directa

sobre el mismo. Por tal motivo se vuelve necesario realizar los estudios pertinentes para el correcto diseño de la estructura vial.

2.3.4.1. Estudio hidrológico e hidráulico

El estudio hidrológico es de vital importancia para el diseño de puentes. Esto debido a que el mismo se encuentra expuesto de manera directa a las condiciones y eventos naturales relacionados con el recurso hídrico.

Para un estudio hidrológico completo se requiere información de estaciones hidrológicas; pudiendo ser información de estaciones limnimétricas sobre el río o estaciones climatológicas cercanas. Es de gran importancia disponer de las características de la cuenca hidrográfica; es decir área y forma de la cuenca, pendiente media de la misma, tipo y uso del suelo y red de drenaje global.

Principalmente, la información que se requiere son los caudales, niveles y velocidades de las crecidas correspondientes a periodos de retorno de 100 años y 500 años. Se debe conocer el nivel y caudal de la crecida máxima del río.

2.3.4.1.1. Caudales máximos y crecida máxima

El caudal máximo es uno de los factores que ayudan a determinar la geometría final que tendrá la estructura. Para determinar el caudal máximo, en el presente proyecto, se utilizó el método de sección-pendiente.

Sabiendo que la altura extrema a la que ha llegado el agua en las crecidas máximas es de 1,20 m, se calculó el área que abarca la sección transversal máxima y se utilizó la ecuación de caudal para determinar el máximo caudal. La velocidad de la corriente se determina por medio de la fórmula de Manning.

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

Donde

V = velocidad en m/s

R = radio hidráulico

S = pendiente del terreno

η = coeficiente de rugosidad

En campo se determinó que el terreno posee una pendiente de 1,35 %. Así mismo se determinó la altura de crecida máxima. Esta corresponde a 1,10 metros sobre el nivel normal del río en época seca.

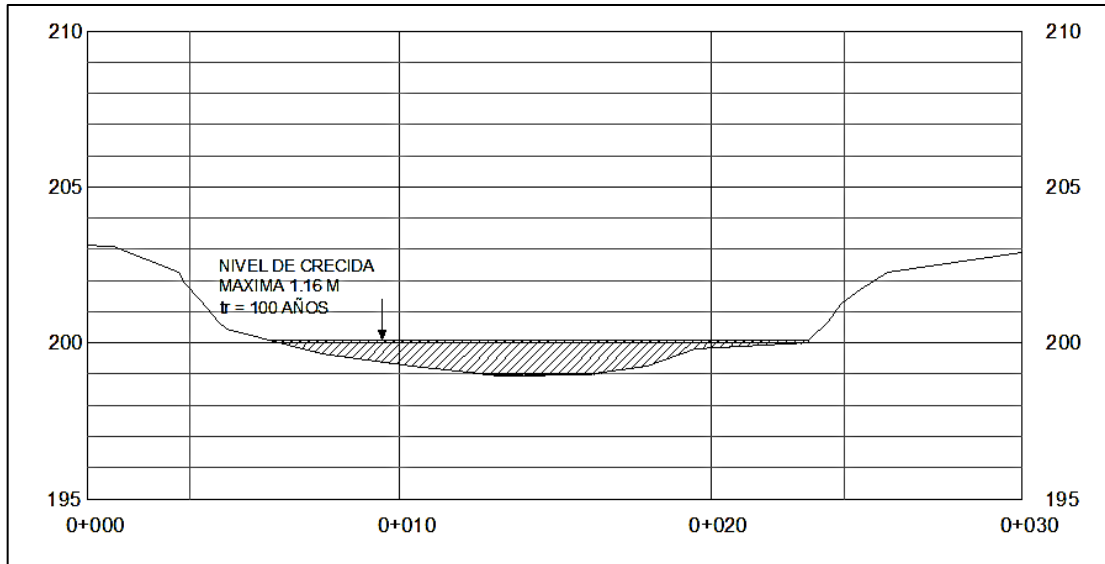
El radio hidráulico R se determina como la relación entre el área de la cuenca y el perímetro mojado $\left(\frac{A}{P_m}\right)$.

$$R = \frac{11,51}{17,63} = 0,65$$

$$V = \frac{1}{0,02} \times \left(0,65^{\frac{2}{3}} \times 0,0135^{\frac{1}{2}}\right) = 4,36 \text{ m/s}$$

$$Q_{100 \text{ años}} = VA = 4,36(17,63) = 76,87 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 13. **Sección transversal del eje de la carretera con nivel de crecida máxima**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.3.4.2. Estudios de suelos

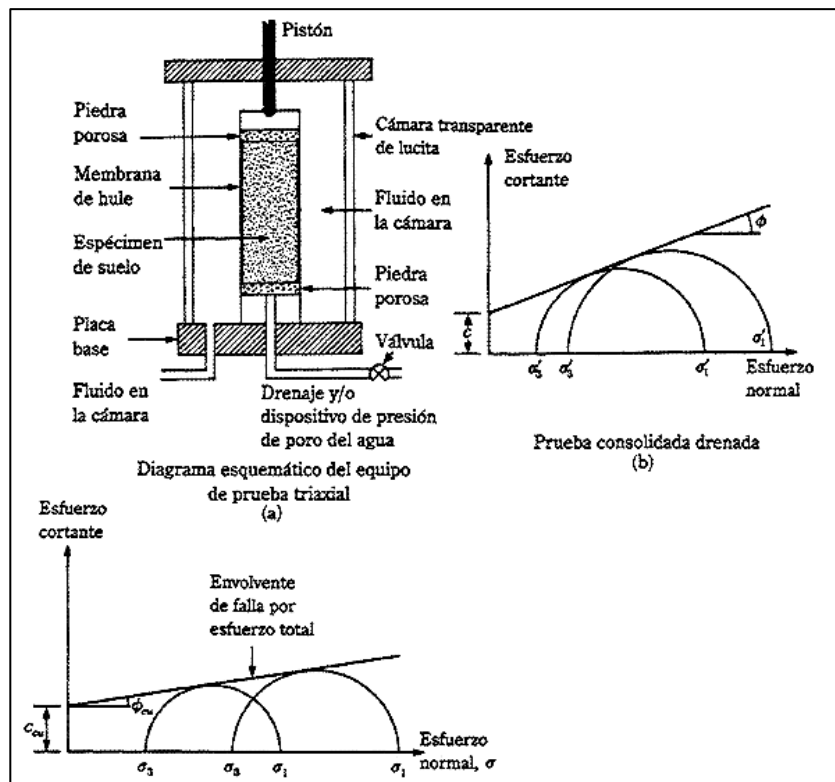
La principal función de dichos estudios es determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo donde se cimentará la estructura. Esto con la finalidad de conocer la aptitud del terreno para soportar la obra. Para ello se requieren ensayos que describan y clasifiquen el suelo, como el ensayo granulométrico.

Por otra parte se requieren ensayos que determinen la capacidad del suelo. Esto para soportar esfuerzos inducidos por cargas externas, como por ejemplo el sondeo dinámico (SPT) o el ensayo triaxial.

2.3.4.2.1. Ensayo triaxial

Consiste en someter una muestra cilíndrica de suelo a una presión completa de confinamiento, de manera uniforme, en todas sus caras. Posteriormente se aplica una carga, en dirección axial, que aumenta de manera constante hasta alcanzar el punto de falla en el cilindro.

Figura 14. Esquema de ensayo triaxial



Fuente: DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 58.

En dicho ensayo, la falla ocurre debido a corte. Por esto, se debe considerar la resistencia al corte y la tensión normal que actúa sobre cualquier plano dentro del cuerpo a compresión. Para una carga de compresión, una

muestra de suelo está sujeta a fuerzas compresivas actuantes en tres direcciones, en ángulos rectos entre sí, respectivamente; uno en dirección longitudinal, y los dos restantes lateralmente.

Para el ensayo triaxial, la muestra no es forzada a inducir la falla sobre una superficie determinado. Consecuentemente, esta prueba puede revelar una superficie débil relacionada a alguna característica natural de la estructura del suelo. Las condiciones de drenaje pueden ser controladas y pueden obtenerse una gran variedad de condiciones de prueba.

Para este proyecto se realizó el ensayo de compresión triaxial debido a la versatilidad del mismo. Se excavaron pozos utilizando una retroexcavadora Caterpillar 416E propiedad de la municipalidad de Morales, Izabal. De dichos pozos se extrajeron muestras de un pie cúbico de suelo, las cuales se cubrieron con parafina para mantener sus propiedades inalteradas. El ensayo de compresión triaxial fue realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). (ver anexos)

2.3.4.2.2. Valor soporte del suelo

También es la capacidad de carga. Esta es una característica del suelo en función de las propiedades mecánicas del suelo y las características geométricas de la cimentación. Principalmente depende de la resistencia del suelo a efectos de corte.

De encontrarse estratos de suelo variables o capas de arena y arcilla de manera alternada, se debe calcular la capacidad soporte para cada capa.

Para el presente proyecto se utilizó la ecuación de la Teoría de Terzaghi, desarrollada por el doctor Karl Terzaghi (1883-1963). Dicha ecuación se encuentra en el libro *Principios de ingeniería de cimentaciones* Braja M. Das, Cuarta edición.

Datos para la determinación del valor soporte del suelo:

$$\text{Cohesión } (C_u) = 3,76 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Ángulo de fricción interna } (\phi) = 26,57^\circ$$

$$\text{Peso específico del suelo } (\gamma) = 1,41 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Desplante } (D_f) = 2,50 \text{ m}$$

$$\text{Base } (B) = 1,00 \text{ m}$$

Convirtiendo el ángulo de fricción interna de grados sexagesimales a radianes se obtienen lo siguiente:

$$\phi_{rad} = \frac{\phi \times \pi}{180} = \frac{20,30\pi}{180} = 0,3543 \text{ rad}$$

Para utilizar la fórmula de capacidad soporte del suelo es necesario determinar los factores de flujo de carga para las características de la muestra de suelo acorde al ensayo triaxial realizado.¹⁴ Se utilizan los factores de capacidad de carga modificados debido a la cercanía del nivel freático con la estructura de cimentación. Dichos factores generan una disminución para la capacidad de carga en comparación con la ecuación original de Terzaghi.

¹⁴ DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 160.

Figura 15. Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi
 N'_c , N'_q y N'_γ

ϕ	N'_c	N'_q	N'_γ	ϕ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Fuente: DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 160.

$$N'_c = 15,87$$

$$N'_q = 6,18$$

$$N'_\gamma = 2,65$$

Capacidad de carga última:

$$q_u = 1,3C_u N'_c + D_f \gamma N'_q + 0,4B \gamma N'_\gamma$$

$$q_u = (1,3 \times 3,76 \times 15,87) + (2,50 \times 1,41 \times 6,18) + (0,4 \times 1 \times 1,41 \times 2,65)$$

$$= 100,85 \frac{Ton}{m^2}$$

La capacidad de carga última admisible se determina mediante un factor de seguridad. Este no puede ser menor de 3.

$$q_{adm} = \frac{q_u - D_f \gamma}{F.S.} = \frac{105,74 - (1,41 \times 2,50)}{3} = 32,44 \text{ Ton}/m^2$$

2.3.4.3. Estudios geológicos y geotécnicos

Su principal función es establecer las características geológicas identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes. La finalidad es anticipar problemas que puedan ocurrir durante la vida útil de la obra. Esto implica una descripción de los paisajes y unidades geomorfiás del sitio y áreas de influencia del proyecto. Así como descripción de aspectos sedimentológicos observados en el sitio como en la cuenca de drenaje y descripción de las condiciones estratigráficas, estructurales y tectónicas del sitio seleccionado.

Para la realización de un estudio geológico adecuado deben realizarse las siguientes actividades:

- Recopilación de la información geológica disponible del área: recopilación y revisión de información cartográfica, geológica y todos los antecedentes relacionados con el área de estudio.
- Investigación de campo: estudio de rocas que afloran en el lugar del proyecto y sus alrededores. Análisis geomorfológico del curso actual y

anterior al actual del río aguas arriba y aguas abajo. Ubicación de los probables sitios para extraer materiales.

- Trabajo de gabinete: revisión e interpretación de los datos de campo para generar un informe final.

De acuerdo a las Normas de Seguridad Estructural AGIES NSE 2.1-10, los estudios geotécnicos se clasifican en 5 categorías, dependiendo de la magnitud de la obra y de la aplicación del estudio. Dichas categorías son:

- Estudio de reconocimiento
- Estudio geotécnico Tipo I, edificaciones y obras menores (obras utilitarias)
- Estudio geotécnico Tipo II, obras ordinarias
- Estudio geotécnico Tipo III, obras importantes, proyectos de gran envergadura o riesgo
- Estudio geotécnico Tipo IV, para problemas específicos, obras esenciales

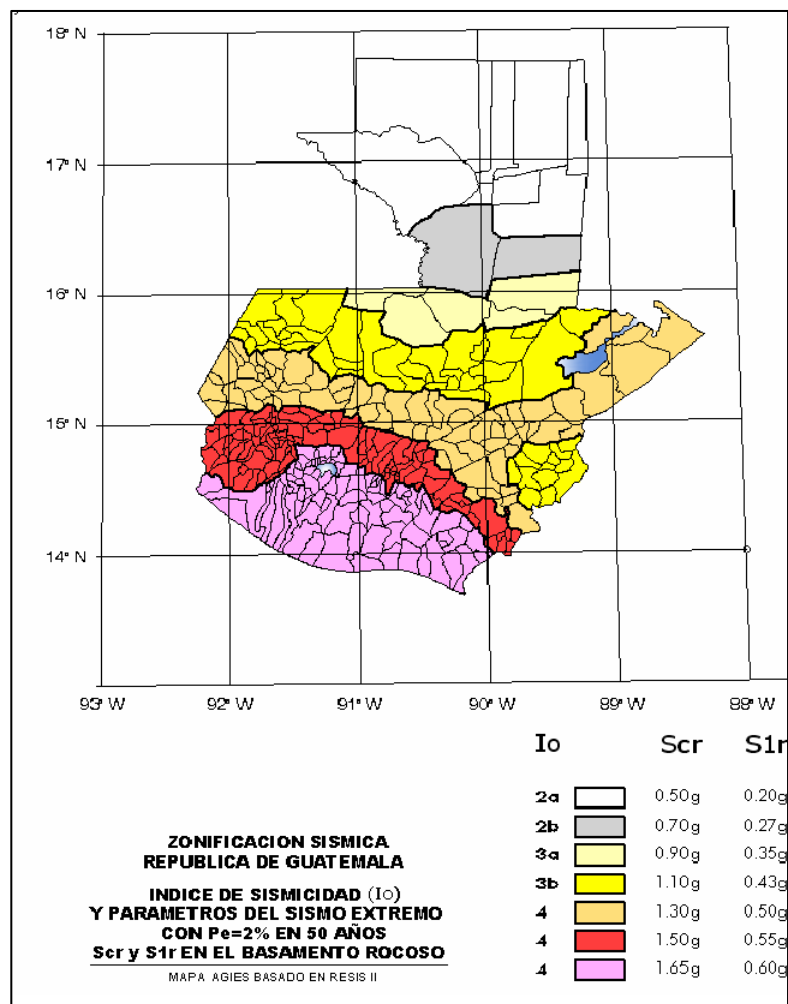
Las condiciones geológicas del sitio se deben detallar de tal manera que sea posible evaluar la presencia de una falla tectónica. Se requiere información sobre la actividad tectónica, tipo de falla, sentido del desplazamiento con respecto a la geometría del puente, estimaciones de los valores de desplazamiento y el ancho de ruptura de la zona potencial.

2.3.4.4. Estudio de riesgo sísmico

El estudio de riesgo sísmico comprende la determinación de espectros de diseño que definan las componentes horizontal y vertical del sismo a nivel de la

cota de cimentación. Es necesario analizar la zona sísmica donde se ubica el puente con base en la zonificación sísmica para la República de Guatemala dada por la norma de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala AGIES NSE 2-10 *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.*

Figura 16. **Zonificación sísmica para la República de Guatemala**



Fuente: AGIES NSE 2-10. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala.* p. 14.

Se debe identificar y delimitar zonas de posible amenaza sísmica en función del análisis geotécnico-sísmico. Esto describiendo las características mecánicas y dinámicas de los suelos ante posibles solicitaciones sísmicas necesarias para el diseño sismorresistente de la estructura.

Se debe analizar detenidamente la capacidad del suelo para amplificar movimientos del terreno ante ciertos rangos de frecuencia. De igual manera, es necesario analizar la susceptibilidad de licuefacción y otros tipos de inestabilidad del terreno.

Para la categorización del sitio, desde el punto de vista del análisis de respuesta, es necesario realizar estimaciones de la velocidad de onda de corte a una profundidad mayor del nivel de cimentación. En la estimación se podrán utilizar métodos geofísicos.

Es evidente la estrecha relación que tiene el análisis sísmico con el estudio geológico y geotécnico en relación con el estudio del comportamiento de fallas.

2.3.4.4.1. Licuefacción de suelos

Generalmente, los suelos granulares presentan el fenómeno de licuefacción. Este es un proceso generado por la alta presión de poros en el suelo, produciendo pérdida de toda la resistencia al corte y capacidad portante. Debido a la gran presencia de agua, las presiones intersticiales son tan elevadas que un sismo o una carga dinámica, o elevación del nivel freático, pueden aumentarlas, llegando a anular las tensiones efectivas, generando tensiones tangenciales nulas y generando un comportamiento líquido en el suelo.

La licuefacción debe ser considerada para suelos arenosos y limos de baja plasticidad. Los suelos cohesivos, generalmente, no se consideran como susceptibles al fenómeno de licuefacción.

Si se determina la probabilidad que se presente licuefacción en el suelo a cimentarse. Por ello se requerirá información del tipo de suelo, densidad, profundidad del nivel freático y fluctuaciones estacionales, pendiente del terreno, proximidad a la cara libre de un accidente topográfico (río, canal, lago, y otros) y una evaluación de desplazamientos o corrimientos laterales y verticales.

2.3.4.5. Estudio de tráfico

Es un elemento utilizado tanto en el análisis ingenieril como en para desarrollo de estudios económicos y de factibilidad. Consiste en un levantamiento o investigación de campo y un procesamiento de datos en gabinete o análisis de resultados.

Consiste en determinar los volúmenes de tránsito y conteos volumétricos. Además realización de estudios de velocidades y demoras, estudios de tiempos de viaje y estudios de origen y destino.

Se debe realizar una observación y análisis del flujo de vehículos que transitan el área de influencia para la estructura vial. Se consideran tres factores de tránsito, siendo estos:

- Tránsito normal: resultante del crecimiento esperado del tránsito en vías existentes. Se calcula aplicando tasas de crecimiento establecidas por métodos estadísticos.

- Tránsito desviado o tránsito atraído: se obtiene mediante el crecimiento esperado desviado de otras carreteras u otro medio de transporte.
- Tránsito generado: es consecuente de las facilidades creadas por la construcción o mejoramiento de una estructura vial, sin los cuales no sería originado.

El tránsito para el proyecto se determina mediante la acumulación de tránsito generado por los tres factores antes mencionados.

Ya que el puente representará una estructura vial principal para el acceso de transporte pesado, es necesario realizar una estimación del TPD (tránsito promedio diario) para clasificar la estructura vial.

Para el presente proyecto se determinó que circulan entre 500 a 900 vehículos diarios, clasificando la carretera que abarca al puente como tipo D.

De igual manera se estableció que el vehículo de mayor peso que circulará por el puente será el T3-S2 del Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones de Dirección General de Caminos para la República de Guatemala.

2.3.4.6. Estudio de impacto ambiental

Para el desarrollo de proyectos de infraestructura es necesario evaluar el impacto ambiental generado a raíz de la ejecución y operación del proyecto. Los parámetros de evaluación de impacto ambiental están dados por MARN.

La legislación ambiental guatemalteca se basa en el Decreto 68-86 *Ley para la protección y mejoramiento del medio ambiente*. Acá se establece de carácter obligatorio la realización de estudios de impacto ambiental previo al desarrollo de cualquier proyecto cuyas características pudieran ocasionar algún deterioro del ambiente y sus recursos naturales.

Debido a que el proyecto se encuentra en relación directa con el entorno natural se procedió a realizar una evaluación ambiental con clasificación C (bajo riesgo ambiental). Esto lo indica el listado taxativo de proyectos del MARN.

2.3.5. Cálculos numéricos del puente vehicular

Las características dinámicas de las estructuras pueden utilizarse como indicadores de su flexibilidad.

2.3.5.1. Especificaciones de diseño

Se tomaron como base las especificaciones desarrolladas por la Dirección General de Caminos en su Libro Azul y a las especificaciones dadas por la AASHTO.

Los recubrimientos empleados serán de 5 cm para la losa en superficies de rodadura; de 4 cm para las vigas y de 7,50 cm para cimientos y estructuras en contacto directo con suelo y agua. El acero utilizado para elementos principales será de grado 60 en barras corrugadas.

Para los elementos principales se debe utilizar concreto f'c 4 000 PSI de resistencia a los 28 días. Para el resto de la estructura se permitirá utilizar un concreto f'c 3 000 PSI de resistencia a los 28 días.

El agregado grueso del concreto debe estar comprendido entre 1/2" y 3/4" de diámetro. Todo agregado debe estar libre de materia orgánica y cualquier impureza.

El concreto ciclópeo se debe conformar con una proporción volumétrica, para un metro cúbico. Así como 4,5 sacos de cemento, 0,38 metros cúbicos de agregado fino, 0,53 m³ de agregado grueso y 0,33 m³ de piedra bola. La piedra bola debe tener un diámetro no mayor a 0,30 m. El concreto ciclópeo deberá tener una proporción de 60 % piedra bola y 40 % concreto.

El puente tendrá una luz libre de 21 metros. La carga viva utilizada para el diseño será la T3-S2, equivalente a 37 toneladas (814 quintales). El puente será de dos vías con un ancho de 6,50. La carpeta de rodadura tendrá un 2 % de bombeo.

El peso volumétrico del concreto será de 2 400 kg/m³, el peso volumétrico del suelo será de 1 400 kg/m³ y el peso volumétrico del concreto ciclópeo será de 1 500 kg/m³. El valor soporte del suelo será de 32,44 ton/m².

2.3.5.2. Predimensionamiento de elementos

Consiste en ir perfeccionando una propuesta de elementos inicial, hasta llegar a una propuesta óptima.

- Viga principal: según AASHTO 8.11.2, para el predimensionamiento del peralte de la viga principal se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$H = \frac{\textit{Longitud}}{16}$$

$$H = \frac{21}{16} = 1,30 \text{ m}$$

Se utilizará un peralte de 1,25 metros (4,10 pies).

Para la base de la viga principal se utilizan los siguientes criterios:

$$b = \frac{H}{3,5} = \frac{1,25}{3,5} = 0,35$$

$$b = \frac{H}{2} = \frac{1,25}{2} = 0,63$$

Promediando ambos resultado obtenemos lo siguiente:

$$\frac{0,35 + 0,63}{2} = 0,49 \cong 0,50 \text{ m}$$

Con base en lo anterior se tendrá una viga principal con peralte de 1,25 metros y base de 0,5 m.

- Vigas diafragma: se deben predimensionar las vigas diafragma de exterior y de interior por separado. Para las vigas diafragma de exterior se tiene lo siguiente:

$$h_{ex} = \frac{H}{2} = \frac{1,25}{2} \cong 0,60 \text{ m}$$

Mientras que para las vigas diafragma de interior se utiliza la siguiente expresión:

$$h_{in} = \frac{3H}{4} = \frac{3(1,25)}{4} \cong 0,90 \text{ m}$$

La base mínima para las vigas diafragma, de acuerdo a AASHTO 8.11, deberá ser de 30 cms, por lo que se tendrán vigas diafragma de exterior de 0,60 m de peralte por 0,30 m de base y vigas diafragma de interior de 0,90 m de peralte por 0,30 m de base.

- Losa: el espesor mínimo para la losa es de 15 cm (6") y el refuerzo principal debe ir perpendicular al tráfico. De acuerdo a AASHTO 8.9.2, para un puente de luz simple, la losa se predimensiona por medio de la siguiente expresión:

$$t = 1.2 \left(\frac{L + 3,05}{30} \right)$$

Ya que el proyecto concibe un puente de concreto reforzado utilizando vigas de soporte, la fórmula no aplica. El diseñador escogerá la medida de espesor conveniente según su criterio, el cual será, para este caso, de 18 cm.

- Separación de vigas principales: se utilizarán 4 vigas principales, para determinar el espaciamiento se utilizaron los siguientes criterios:

$$S_{int} = \frac{L}{8} = \frac{21}{8} = 2,60 \text{ m}$$

$$S_{int} = 6t + b_{int} = 6(0,18) + 0,50 = 1,58 \text{ m}$$

$$S_{int} = \frac{1,58 + 2,60}{2} \cong 2,09 \text{ m}$$

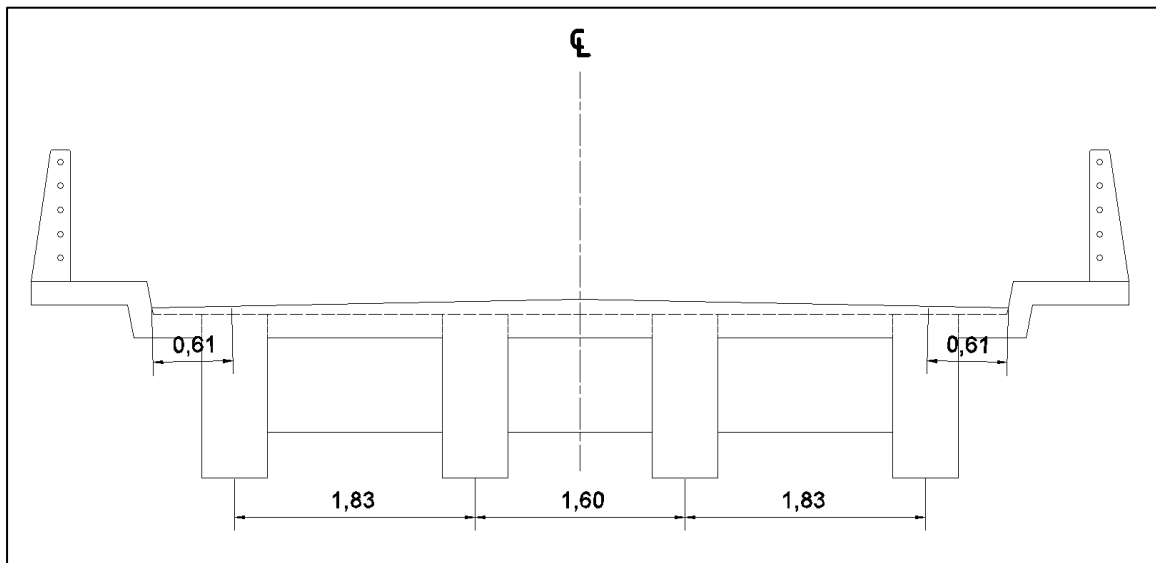
$$S_{ext} = \frac{\text{Ancho total}}{\text{No de vigas}} = \frac{6,50}{4} = 1,62$$

$$S_{ext} = 12t + b_{int} = 12(0,18) + 0,50 = 2,66 \text{ m}$$

$$S_{ext} = \frac{1,62 + 2,66}{2} \cong 2,10 \text{ m}$$

En función al predimensionamiento y a la geometría del vehículo se propone una separación de vigas. Esto se muestra en la Figura 15 de tal manera que los ejes del vehículo pasen directamente sobre las vigas principales con una separación de 2 pies desde la banqueta.

Figura 17. **Sección transversal del puente**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Viga de apoyo: para la cortina se debe utilizar un peralte igual al de la viga principal. Mientras que el espesor mínimo será de 30 cm.

La viga de apoyo deberá tener 2 cm por cada metro de longitud del puente, con lo que se obtienen 42 cm. Considerando la separación entre la viga y la cortina, se utilizará una base de 50 cm.

2.3.5.3. Diseño de barandales

Los postes serán de concreto reforzado con una sección de 0,15 por 0,20 m y una altura de 1 m. El diseño de los mismos será por flexión (carga axial y un momento) y se basará en el ACI.

De acuerdo a AASHTO 2.7.1.2.1 los rieles deben ubicarse a una altura mayor o igual a 9" sobre el nivel de la carpeta de rodadura. La altura mínima de los barandales debe ser 40" (1,00 m). Se diseñan para soportar P/4 de la carga estandarizada. Se recomienda una carga vertical de 100 lb/p y una carga horizontal de 300 l/p (carga peatonal).

El pasamano se conformará por tubo galvanizado de 2" de diámetro estándar según AISC 98; con peso de 3,65 lb/p y fluencia de 20 000 lb/p². El diámetro interno de los pasamanos será de 2,067" y el diámetro externo será de 2,375". La carga por cada pasamano será de 1 500 lbs. Los rieles se ubicarán a una separación no mayor de 0,15 m de separación entre sí.

Integración de carga muerta:

$$\begin{aligned}W_{cm} &= 1,3(2\,400)(0,2243)(0,2) = 139,96 \text{ kg} \\W_{tubos} &= 1,3(3,65)(6,562)(2 \text{ tubos}) = 62,27 \text{ lb} \cong 28,24 \text{ kg} \\W_{vertical} &= 100(0,15 \times 3,28) = 49,20 \text{ lb} \cong 22,36 \text{ kg} \\W_{total} &= 139,96 + 28,24 + 22,36 = 190,56 \text{ kg}\end{aligned}$$

Integración de carga viva:

$$W_{cv} = 300(3,28) = 984 \text{ lb} \cong 446,33 \text{ kg}$$

Determinación de momentos:

$$\begin{aligned}M_{total} &= (446,33)(0,90) + (190,56)(0,075) + (681,82)(0,45) + (681,82)(0,90) \\&= 1\,336,45 \text{ kg} - m\end{aligned}$$

- Determinación de acero para refuerzo

Primero deben diseñarse los postes para efectos de flexión.

$$\begin{aligned}d &= t - rec - \frac{\emptyset}{2} = 12,02 \text{ cm} \\b &= 20 \text{ cm}\end{aligned}$$

Determinación de áreas de acero:

$$A_{smin} = \frac{0,80 \times \sqrt{280}}{2\,810} \times 20 \times 12,02 \geq \frac{14,1}{2\,810} (20)(12,02) = 1,14 \leq 1,19 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 A_{S_{req}} &= \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'c}} \right) 0,85 \times \frac{f'c}{F_y} \\
 &= \left((12,02 \times 20) - \sqrt{(12,02 \times 20)^2 - \frac{1\,336,45(20)}{0,003825(281)}} \right) 0,85 \times \frac{281}{2\,810} \\
 &= 5,01 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{S_{max}} &= 0,5 \left[\frac{0,85 \times \beta_1 \times f'c}{F_y} \times \frac{6\,090}{F_y + 6\,090} \right] \times bd \\
 &= 0,5 \left[\frac{0,85 \times 0,85 \times 281}{2\,810} \times \frac{6\,090}{2\,810 + 6\,090} \right] \times (20 \times 12,02) \\
 &= 5,87 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Por lo que se propone un armado de 2 varillas núm 4 más una varilla núm 3 para el área a tensión, y 2 varillas núm 4 para el área a compresión.

El diseño debe chequear por flexocompresión de acuerdo a lo establecido en el ACI-05:

$\frac{KL}{R} > 22 = \frac{(2)(1)}{(0,25)(0,20)} = 40 > 22$, por lo que se puede afirmar que el elemento es adecuado.

Para el diseño por corte se determina el corte último y se compara con el corte que resiste el concreto. De ser mayor el corte último, debe diseñarse el refuerzo por corte para el poste. Si el corte que resiste el concreto es mayor al corte último, el poste puede armarse con los requerimientos mínimos establecidos en el ACI 318.

$$V_u = 1\,500 + 1\,500 + 300(3,28) = 3\,984 \text{ lb} \cong 1\,807,11 \text{ kg}$$

$$V_c = 0,85(0,53)\sqrt{f'_c} \times b \times d = 0,85(0,53)\sqrt{281} \times 20 \times 12,02 = 1\,815,44 \text{ kg}$$

Ya que $V_c > V_a$ el poste se diseñará con el refuerzo por corte mínimo.
Según AASHTO:

$$A_{s_{corte}} = \frac{(3,5(20)(7,5))}{2 \times 2\,810} = 0,1093 \text{ cm}^2$$

Se proponen estribos núm. 3 a cada 10 cm.

2.3.5.4. Diseño de superestructura

Consiste en determinar el número de puestos y la agrupación de los mismos en unidades más amplias.

2.3.5.4.1. Diseño de la losa

La losa tendrá un espesor de 18 cm debido a que es el espesor mínimo para dicho elemento según AASHTO. Si el espesor no fuese adecuado para resistir las cargas aplicadas se deberá modificar y realizar de nuevo el procedimiento de cálculo. Se realizará el diseño para la losa intermedia y la losa en voladizo.

- Integración de cargas: para la determinación de cargas muertas se tomó un espesor promedio de carpeta de rodadura de 8 cm y un peso de barandal de 26 lb/p.

Carga muerta para la losa apoyada:

$$w_{cm\ losa} = (0,18)(2\ 400) = 432\ kg/m^2$$

$$w_{cm\ carp.\ rod.} = (0,08)(2\ 400) = 192\ kg/m^2$$

$$w_{cm\ total} = (432) + (192) = 624\ kg/m^2$$

Carga muerta para la losa en voladizo:

$$w_{cm\ losa\ vol.} = (0,18)(2400) = 432\ kg/m^2$$

$$w_{cm\ barandal} = \frac{2 \left(26 \left(\frac{1}{2,2} \right) \left(\frac{3,28}{1} \right) \right) \times 21}{21 \times 6,50} = 11,93\ kg/m^2$$

$$w_{cm\ bordillo} = \frac{2(2\ 400)(21)(0,75)(0,25)}{21 \times 6,50} = 138,46\ kg/m^2$$

$$w_{cm\ tot.\ vol.} = 432 + 11,93 + 138,46 = 582,39\ kg/m^2$$

La carga viva debe suponerse en un 100 % debido a que la estructura es un puente, de acuerdo a AASHTO 3.12.1. Se debe tomar el eje mayor. La carga viva utilizada será el camión T3-S2.

Carga P = 16 000 kg, por eje.

La carga por llanta será de P = 8 000 kg.

- Determinación de momentos: el momento para carga viva en la losa de interior está dado por la ecuación especificada en AASHTO 3.24.3.1.

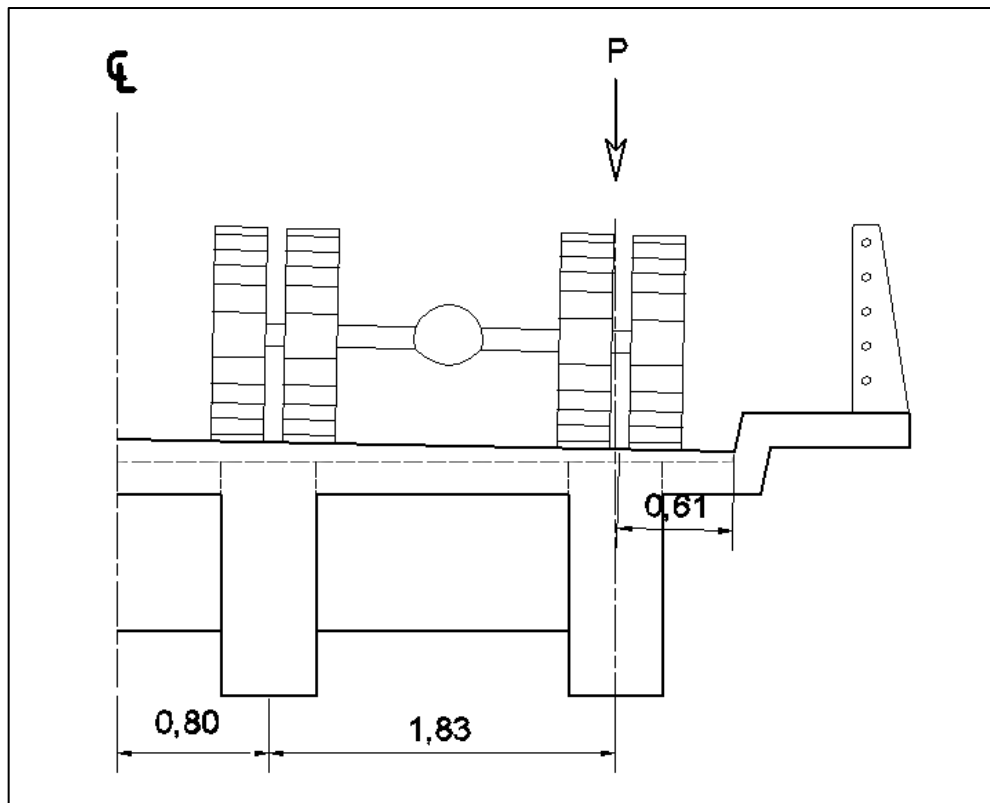
$$M_{cv} = 0,8 \left(\frac{s+2}{32} \right) P = 0,8 \left(\frac{(1,83 \times 3,28) + 2}{32} \right) (8\ 000 \times 2,2) = 3\ 521,06\ lb - pie$$

$$\cong 487,95\ kg - m$$

Para la carga viva de la losa en voladizo se utiliza la ecuación especificada en AASHTO 3.3.6.

$$M_{cv_{vol}} = \left(\frac{P}{E}\right)X$$

Figura 19. **Ubicación de carga viva en voladizo de losa**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Donde

E está dada por $E = 0,8X + 3,75$.

Debido a la configuración del puente y que la distancia X es igual a cero, el momento de carga viva en la losa de voladizo se asume nulo.

El momento por carga muerta se determina de acuerdo a AASHTO 3.3.6.

$$M_{cm} = \frac{1}{10} w_{cm} \times S^2 = \frac{624(1,83)^2}{10} = 208,97 \text{ kg} - m$$

$$M_{cm} = \frac{624(1,60)^2}{10} = 159,74 \text{ kg} - m$$

$$M_{cm} = \frac{1}{2} w_{cm} \times S^2 = \frac{624(1,40)^2}{2} = 587,17 \text{ kg} - m$$

El factor de impacto dado por AASHTO 3.8.2 es el siguiente:

$$I = \frac{50}{(2 \times 3,28) + 125} = 38 \%$$

Se debe utilizar 30 % de factor de impacto como lo indica AASHTO.

De acuerdo a AASHTO 1.2.22, la fórmula que integra los momentos para obtener el momento último es:

$$\begin{aligned} M_u &= 1,3 \left[M_{cm} + \frac{5}{3} (M_{cv} + I) \right] = 1,3 \left[587,17 + \frac{5}{3} (487,95 \times 1,30) \right] \\ &= 2 \ 137,71 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

- Determinación de refuerzo: para el refuerzo principal (transversal al tránsito en la cama inferior) se propone la utilización de varillas de 1/2 pulgada. Esto equivale a un área de 1,27 cm cuadrados por varilla.

$$d = \left(18 - 2,5 - \frac{1,27}{2}\right) = 14,87 \text{ cm}$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80 \times \sqrt{280}}{4\,200} \times 100 \times 14,87 \geq \frac{14,1}{4\,200} (100)(14,87) = 4,75 \leq 4,99 \text{ cm}^2$$

Op. Cit. P 39

$$\begin{aligned} A_{s_{req}} &= \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'c}} \right) 0,85 \times \frac{f'c}{F_y} \\ &= \left((14,87 \times 100) - \sqrt{(14,87 \times 100)^2 - \frac{2\,137,71 (100)}{0,003825 (281)}} \right) 0,85 \\ &\quad \times \frac{281}{4,200} = 3,89 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Ya que el área de acero requerida es menor al área de acero mínima, se debe trabajar con esta última. Determinando el momento que resiste el área de acero mínima se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} M_{As} &= 0,90 \times A_{s_{min}} \times F_y \left(d - \frac{A_{s_{min}} \times F_y}{1,70 \times f'c \times b} \right) \\ &= 0,90 \times 4,99 \times 4\,200 \left(14,87 - \frac{4,99 \times 4\,200}{1,70 \times 281 \times 100} \right) \\ &= 272\,205,55 \text{ kg} - \text{cm} = 2\,722,06 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

El espaciamiento se determina con base en la siguiente expresión:

$$S = \frac{A_v \times b}{A_s} = \frac{1,27 \times 100}{4,99} = 25,45 \text{ cm}$$

$$S = \frac{1,98 \times 100}{4,99} = 39,67 \text{ cm}$$

El armado será constituido por varillas núm 5 a cada 25 cms.

El acero por temperatura (transversal superior) se determina según lo indicado en AASHTO 3.24.1.2, donde dice que:

$$A_{S_{temp}} = 0,002bt = 0,002(100)(18) = 3,6 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{1,27 \times 100}{3,6} = 35 \text{ cm}$$

El armado será constituido por varillas núm 4 a cada 35 cms.

El acero por repartición se debe colocar en forma paralela al tráfico, tanto en la cama superior como en la cama inferior y esta debe ser menor a 67 %.

$$A_{S_{rep}} = \frac{220}{\sqrt{S}} = \frac{220}{\sqrt{2}} = 155,60 \%$$

Por lo que se utilizará un 67 % del área de acero principal, debido a que la formula genera un dato mayor al establecido por AASHTO.

$$A_{S_{rep}} = 67 \% \times 4,99 = 3,28 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{1,27 \times 100}{3,28} = 38,72 \text{ cm}$$

El acero por repartición se conformará con varillas núm. 4 a cada 40 cm.

2.3.5.4.2. Diseño de diafragma

Su principal función es dar rigidez a la superestructura y evitar el alabeo de las vigas principales. Se diseñarán dos tipos de diafragmas: los internos y externos, ubicados en la parte intermedia y en los extremos de la superestructura respectivamente. Los diafragmas internos deben utilizarse para luces mayores a 10 m. De lo contrario se pueden utilizar únicamente diafragmas externos.

Para el proyecto, los diafragmas externos se encuentran a una distancia de 8,00 m de separación de los diafragmas internos.

- Diafragma interno: los diafragmas trabajan a flexión soportando únicamente su propio peso. Por ello debe proveerse ductilidad por medio de acero de refuerzo. De acuerdo a AASHTO, los diafragmas requieren únicamente el acero mínimo. De acuerdo al predimensionamiento, los diafragmas de interior tendrán una base de 0,30 m y un peralte de 0,90 m. El recubrimiento será de 5 cm.

$$d = h - rec - \frac{\emptyset}{2} = 90 - 5 - \frac{2,22}{2} = 83,89 \text{ cm}$$

$$As_{min} = \frac{0,80 \times \sqrt{280}}{4 \ 200} (83,89)(30) \geq \frac{14,1}{4 \ 200} (83,89)(30) = 8,04 \leq 8,45 \text{ cm}^2$$

AASHTO recomienda agregar $5,29 \text{ cm}^2$ por cada metro de altura del diafragma (0,25 pulgadas cuadradas por cada pie de altura) como acero adicional.

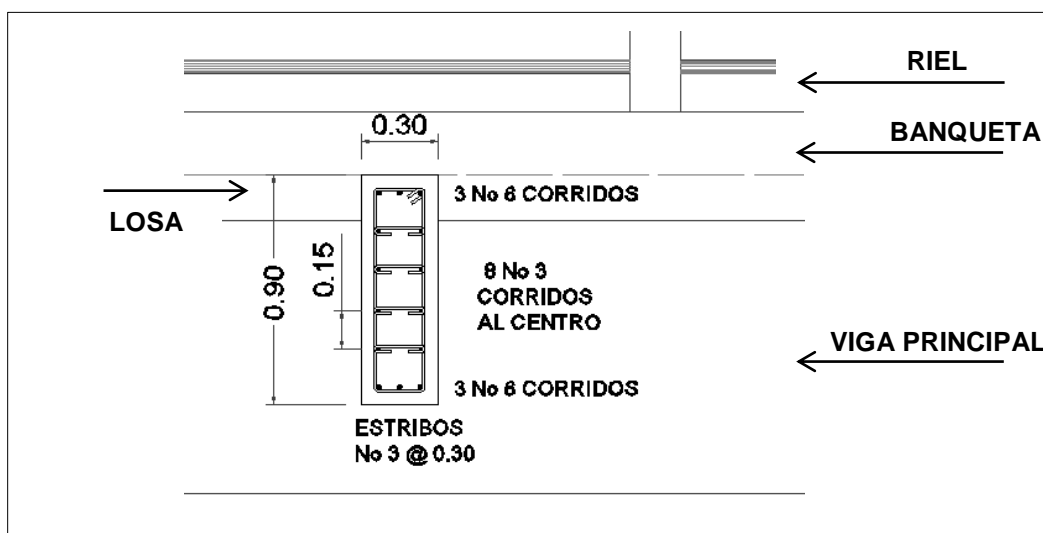
$$A_{s_{ad}} = 5,29 \times h = 5,29 \times 0,90 = 4,76 \text{ cm}^2$$

Por lo que se propone un armado conformado por 3 varillas núm 6 para cada cama y 6 varillas núm 3 al centro. Para el corte se diseñará con estribos núm 3 utilizando la separación máxima. Debido a que los estribos son elementos rigidizantes que no se encuentran expuestos a esfuerzos de corte.

$$S_{max} = \frac{AvFy}{50b} = \frac{0,22 \times 40\,000}{50 \times 12} = 14,67 \text{ pulg} \cong 37,26 \text{ cm}$$

Se utilizarán estribos núm. 3 a cada 30 cm, dejando libre el área de las columnas principales.

Figura 20. Armado de viga diafragma interna



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Diafragma externo: de acuerdo al predimensionamiento, los diafragmas de interior tendrán una base de 0,30 m y un peralte de 0,60 m. El recubrimiento será de 5 cm.

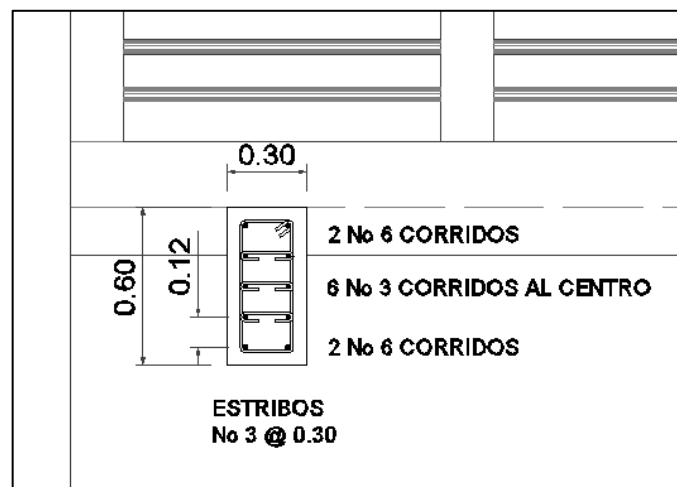
$$d = h - rec - \frac{\emptyset}{2} = 60 - 5 - \frac{2,22}{2} = 53,89 \text{ cm}$$

$$As_{min} = \frac{0,80 \times \sqrt{280}}{4 \ 200} (53,89)(30) \geq \frac{14,1}{4 \ 200} (53,89)(30) = 5,16 \leq 5,43 \text{ cm}^2$$

AASHTO recomienda agregar 5,29 cm² por cada metro de altura del diafragma (0,25 pulgadas cuadradas por cada pie de altura) como acero adicional.

$$As_{ad} = 5,29 \times h = 5,29 \times 0,60 = 3,17 \text{ cm}^2$$

Figura 21. **Armado de viga diafragma interna**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Por lo que se propone un armado conformado por 2 varillas núm 6 para cada cama y 6 varillas núm 3 al centro. Para el corte se diseñará con estribos núm 3 utilizando la separación máxima debido a que los estribos son elementos rigidizantes que no se encuentran expuestos a esfuerzos de corte.

2.3.5.4.3. Diseño de viga principal

Para este proyecto se conciben vigas de concreto reforzado debido a su comportamiento bajo cargas de servicio establecidas. Principalmente, las vigas están expuestas a esfuerzos de flexión; por lo que para no realizar el chequeo por deflexión se utilizó el parámetro de $L/16$ en el predimensionamiento del peralte. Asimismo se utilizó una base mayor a $3,5H$ para que la viga no presente problemas debido a alabeo.

El procedimiento para realizar el predimensionamiento de la viga puede observarse en la sección 2.2.6.2 del presente trabajo obteniendo una viga de $0,50 \times 1,25$ m.

- Integración de cargas: la integración de cargas muertas debe contemplar el peso generado por la losa, carpeta de rodadura, carga producida por el diafragma y el peso propio de la viga.

Carga muerta para la losa:

$$w_{cm\ pp} = (0,50)(1,25)(2\ 400) = 1\ 500\ kg/m$$

$$w_{cm\ losa} = (0,18) \left[\left(\frac{1,83}{2} + \frac{1,60}{2} \right) - 0,50 \right] (2\ 400) = 524,88\ kg/m$$

$$w_{cm\ carp.\ rod.} = (0,08) \left[\left(\frac{1,83}{2} + \frac{1,60}{2} \right) - 0,50 \right] (2\ 400) = 233,28\ kg/m$$

$$w_{cm\ total} = 1\ 500 + 524,88 + 233,28 = 2\ 258,16\ kg/m$$

Como se ha mencionado anteriormente, la carga viva debe suponerse en un 100 % de acuerdo a AASHTO 3.12.1. Se debe tomar el eje mayor. La carga viva utilizada será el camión T3-S2.

Carga P = 16 000 kg, por eje

La carga por llanta será de P = 8 000 kg

- Determinación de momentos: debe realizarse por separado para cargas muertas y cargas vivas. Estas están conformadas por cargas distribuidas y cargas puntuales respectivamente.

Para el momento producido por la carga muerta se tiene lo siguiente:

$$M_{cm} = \frac{w_{cm} \times L^2}{8} + Pa$$

Donde

M_{cm} = momento producido por la carga muerta

w_{cm} = carga distribuida en las vigas

L = luz del puente

P = carga producida por el diafragma

a = longitud entre diafragmas

$$P = L_{diaf.} \times b_{diaf.} \times h_{diaf.} \times \gamma_{concr.} = \left[\left(\frac{1,83}{2} + \frac{1,60}{2} \right) - 0,50 \right] (0,9)(0,3)(2\ 400)$$

$$= 787,32\ kg$$

$$M_{cm} = \frac{w_{cm} \times L^2}{8} + Pa = \frac{2\,258,16 \times 21^2}{8} + (787,32)(10.5) = 132\,747,93 \text{ kg} - m$$

Para el momento de carga viva se supone el camión como un conjunto de cargas puntuales. Para determinar las reacciones se debe encontrar el centro de gravedad del camión, situando el eje central del puente de manera equidistante al centro de gravedad y a una de las cargas producidas por el vehículo.

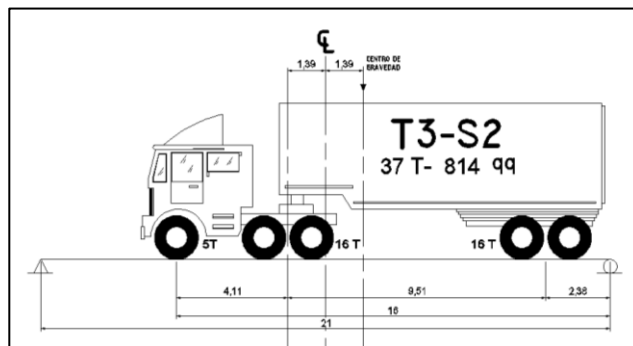
Para encontrar el centro de gravedad se utilizó el siguiente procedimiento:

P	X	PX
8	0	0
8	1,76	14,08
8	9,51	76,08
8	11,27	90,16
5	14,50	72,50
<hr style="width: 100%; border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> 34		<hr style="width: 100%; border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> 252,82

$$X' = \frac{252,82}{37} = 6,83 \text{ m}$$

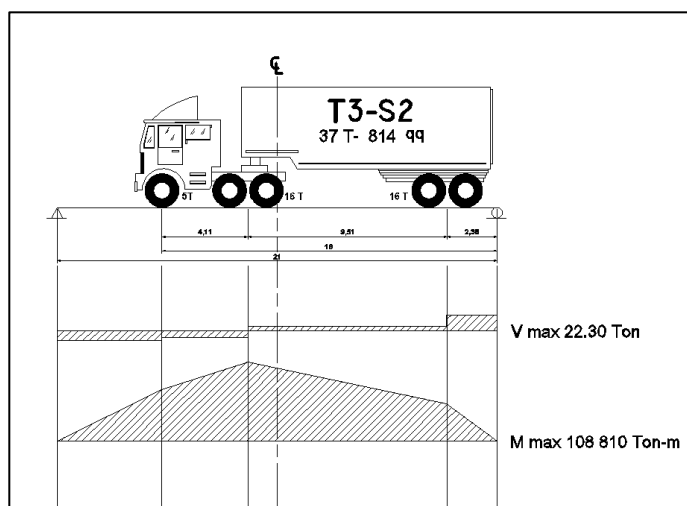
influencia a cada metro. Con base en ello se determinaron las áreas críticas de corte y momento. (Ver anexos).

Figura 23. **Ubicación del vehículo para el caso de carga de momento máximo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 24. **Diagramas de corte y momentos para el caso de carga de momento máximo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Factor de impacto: el valor del momento máximo generado por carga viva corresponde a 127,10 ton/m. Esta debe ser magnificado por medio de un factor debido a impacto. Dicha magnificación no debe sobrepasar un 30 % de acuerdo a lo establecido en AASHTO 3.8.2.

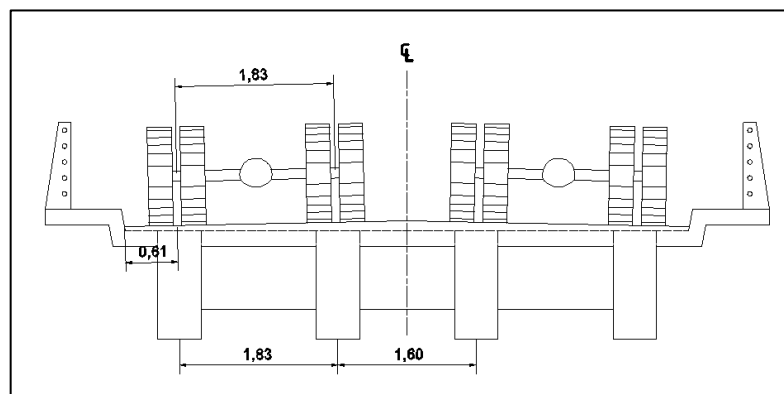
$$I = \frac{50}{L + 125} < 30 \%$$

$$I = \frac{50}{(1,83 \times 3,28) + 125} = 38 \%$$

Ya que el factor de impacto es 38 % se deberá utilizar el impacto máximo de 30 %.

- Factor de distribución: el factor de rueda se utiliza asume como una sobre carga para el momento por carga viva y se encuentra en función de la carga P. Se analiza mediante las ecuaciones de equilibrio de fuerzas en el conjunto superestructura-vehículo.

Figura 25. **Diagrama del factor de rueda**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\sum M_{R2} = 0; 1,83R1 - ((1,83 + 0,61) - 0,33)P - ((1,83 + 0,61) - 0,33)P = 0$$

$$R1 = 1,30P$$

Por lo que el factor de rueda corresponde a 1,30. Con base en el factor de rueda y el factor de distribución se puede determinar el momento por carga viva mayorado.

$$M_{CV} = M_{CV \text{ Max}}(FD) = 1,30(108\ 810) = 141\ 453 \text{ kg} - m$$

- Momento último de diseño: la integración de los momentos generados por carga viva y muerta se realiza de acuerdo a lo establecido en AASHTO 1.2.22, donde se define como:

$$\begin{aligned} Mu &= 1,3(M_{cm} + 1,67(M_{cv} + I)) = 1,3(132,75 + 1,67(141,45 \times 1,3)) \\ &= 571,80 \text{ Ton} - m \end{aligned}$$

- Determinación de acero longitudinal: se deben establecer el área de acero requerida por el momento y verificar que se encuentren dentro de los rangos permitidos acorde a la sección del elemento.

$$d = H - rec - \frac{\phi}{2} = 1,25 - 0,05 - \frac{0,0286}{2} = 1,19 \text{ m}$$

Acero mínimo:

$$As_{min} = \frac{0,80 \times \sqrt{280}}{4\ 200} (50)(119) \geq \frac{14,1}{4\ 200} (50)(119) = 10,00 \leq 19,98 \text{ cm}^2$$

Acero requerido:

$$\begin{aligned}
 A_{s_{req}} &= \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'c}} \right) 0,85 \times \frac{f'c}{F_y} \\
 &= \left((119 \times 50) - \sqrt{(119 \times 50)^2 - \frac{571\,800(50)}{0,003825(281)}} \right) 0,85 \times \frac{281}{4\,200} \\
 &= 147,08 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Acero máximo:

$$\begin{aligned}
 A_{s_{max}} &= 0,5 \left[\frac{0,85 \times \beta_1 \times f'c}{F_y} \times \frac{6\,090}{F_y + 6\,090} \right] \times bd \\
 &= 0,5 \left[\frac{0,85 \times 0,85 \times 281}{4\,200} \times \frac{6\,090}{4\,200 + 6\,090} \right] \times (50 \times 119) \\
 &= 85,11 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Debido a que el área de acero requerida, por el momento, es mayor al área de acero máxima, la viga debe diseñarse como doblemente reforzada de acuerdo a lo especificado por el ACI 318-05. El área de acero, en la zona de tensión, se determina por medio de la cuantía máxima. Se debe determinar el momento que resiste el área de acero máxima, para luego determinar el área de acero adicional.

$$\begin{aligned}
 M_{u_{As_{max}}} &= \phi \left(A_{s_{max}} \times F_y \times \left(d - \left(\frac{A_{s_{max}} \times F_y}{1,7 \times f'c \times b} \right) \right) \right) \\
 &= 0,90 \left(85,11 \times 4\,200 \left(119 - \frac{85,11(4\,200)}{1,7(281)(50)} \right) \right) = 334,69 \text{ Ton} - m
 \end{aligned}$$

El momento que falta por resistir corresponde al siguiente:

$$M_R = 571,80 - 334,69 = 237,11 \text{ Ton} - \text{m}$$

Por lo que el área de acero adicional se determina como:

$$A_{s'} = \frac{M_R}{\phi F_{yd}} = \frac{23\,711\,000}{0,9 \times 4\,200 \times 119} = 52,71 \text{ cm}^2$$

Para determinar el área de acero, que requiere la viga en la zona a tensión, se deben sumar el área de acero máxima y el área de acero adicional.

$$A_{sT} = A_{s_{\max}} + A_{s'} = 85,11 + 52,71 = 137,82 \text{ cm}^2$$

Para cubrir el área de acero a tensión se propone utilizar 14 varillas núm 11, equivalentes a un área de 134,12 cm². El acero en el área a compresión se determina como un tercio del acero a tensión.

$$A_{s_c} = \frac{A_{sT}}{3} = \frac{137,82}{3} = 45,94 \text{ cm}^2$$

Para el área de acero a compresión se propone un armado con 6 varillas núm 10, equivalentes a 54,31 cm². De acuerdo a AASHTO es necesario reforzar la viga con acero adicional por presentar un peralte alto. Se debe reforzar el área intermedia de la viga. Se recomienda colocar 5,3 cm² por cada metro de peralte de la viga.

$$A_{s_{\text{ad}}} = 5,3H = 5,3 \times 1,25 = 6,625 \text{ cm}^2$$

Se colocarán 14 varillas núm. 3, equivalente a un área de acero de 10,08 cm².

- Refuerzo por corte: se debe evaluar el corte último que actúa sobre la viga, el cual se determina de manera similar que el momento último. Al comparar la magnitud del corte último respecto al corte que resiste el concreto se determina si se requiere confinamiento o pueden utilizarse estribos con separación máxima.

$$V_{cm} = \frac{wl}{2} + \frac{P}{2} = \frac{2\,258,16 \times 21}{2} + \frac{2 \times 0,9 \times 0,3 \times 2\,400}{2} = 24\,358,68 \text{ kg}$$

$$V_u = 1,3(V_{cm} + 1,67(V_{cv} + I)) = 1,3(24\,358,68 + 1,67(20\,860 \times 1,3)) \\ = 88\,071,72 \text{ kg}$$

$$V_c = 1,25 \times 0,5\sqrt{281} \times 119 \times 50 = 62\,337,60 \text{ kg}$$

Ya que $V_u > V_c$ se confina la viga.

$$\frac{88\,071,72}{62\,337,60} = \frac{10,5}{X}; X = 7,43 \text{ m}$$

$$7,43 \times 2 = 14,86 \text{ m Est. @ } \frac{d}{2}$$

$$\frac{d}{2} = \frac{1,25}{2} = 0,625 \cong 0,50 \text{ m}$$

$$V_a = \frac{V_u}{bd} = \frac{88\,071,72}{119 \times 50} = 14,80 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{cu} = \frac{V_c}{bd} = \frac{62\,337,60}{119 \times 50} = 10,48 \text{ kg/cm}^2$$

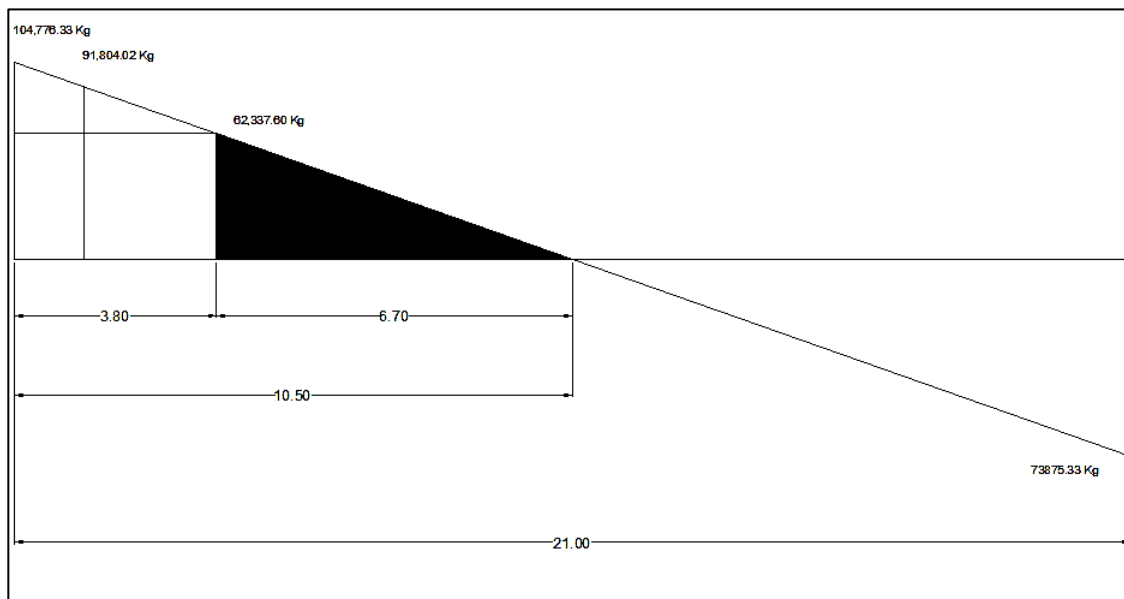
La separación de estribos se determina mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \times A_v \times F_y}{(V_a - V_{cu}) \times b} = \frac{2 \times 0,71 \times 4\,200}{(16,76 - 9,97) \times 50} = 17,56 \text{ cm} \cong 20 \text{ cm}$$

$$\frac{91\,804,02}{125 \times 50} = 14,69$$

$$S = \frac{2 \times 0,71 \times 4\,200}{(14,69 - 9,97) \times 50} = 25,27 \text{ cm} \cong 25 \text{ cm}$$

Figura 26. Diagrama de corte que resiste el concreto de viga



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Se realiza el mismo procedimiento hasta cubrir la longitud de confinamiento. El acero por corte queda de la siguiente manera: primer estribo a 5 cm, 6 estribos a 20 cm, 8 estribos a 25 cm, 6 estribos a 35 cm y el resto a 50 cm.

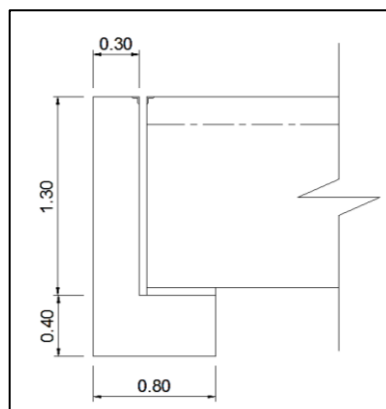
2.3.5.5. Diseño de subestructura

Se realiza a partir de un adecuado balance entre las funciones propias que un material puede cumplir. Esto a partir de sus características naturales específicas, sus capacidades mecánicas y el menor costo que puede conseguirse.

2.3.5.5.1. Diseño de viga cortina

La viga se debe diseñar a flexión y a corte. Deben considerarse fuerzas de empuje de tierra (E), fuerza longitudinal (FL) y fuerza de sismo (EQ) de acuerdo con AASHTO 1.2.22.

Figura 27. **Sección de cortina y viga de apoyo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Empuje por sobrecarga: de acuerdo con AASHTO 1.1.19, se debe aplicar una sobrecarga de suelo del equivalente líquido de 480 kg/m³ actuando a 2 pies (0,61 m) sobre la superficie de rodadura.

$$E_{sob} = 480 \times 2' = 292,8 \text{ kg/m}$$

$$F_{sob} = E_{sob} \times H = 292,8 \times 1,3 = 380,64 \text{ kg}$$

$$M_{sob} = F_{sob} \times H + F_{sob} \times \frac{H}{2} = 380,64(1,3) + 380,64 \times \frac{1,3}{2} = 742,25 \text{ kg} - \text{m}$$

- Empuje longitudinal: se produce por la carga de llantas transmitidas a la cortina por medio del terraplén de acceso. Para el cálculo del momento se considera una separación a ejes de llantas de 6 pies (1,83 m). Se calcula de acuerdo a AASHTO 1.2.13.

-

$$FL = \frac{0,05P}{2H} = \frac{0,05 \times 9,000}{2 \times 1,3} = 173,08 \text{ kg/m}$$

$$M_{FL} = FL \times d = 173,08 \times (1,3 + 1,83) = 541,74 \text{ kg} - \text{m/m}$$

- Fuerza de sismo: se aplica al centro de la cortina y estima un 12 % del peso de la misma.

$$V_B = C_S W = 0,12(0,3)(1,3)(6)(2\ 400) = 673,92 \text{ kg}$$

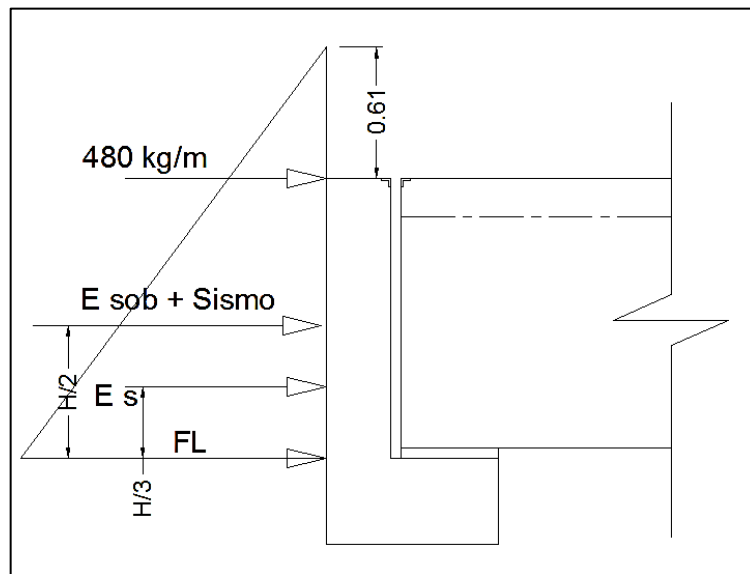
$$M_{V_B} = 673,92 \left(\frac{1,3}{2} \right) = 438,05 \text{ kg} - \text{m}$$

- Empuje de suelo

$$ES = 480 \times H = 480 \times 1,3 = 624 \text{ kg/m}$$

$$ME_T = \frac{1,3(624)}{2} = 405,6 \text{ kg - m/m}$$

Figura 28. Fuerzas actuantes sobre la cortina



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Determinación de momentos: se deben utilizar los grupos III y IV establecidos en AASHTO 3.22.1.

Grupo III: $1,3(M_{sob} + M_{ET} + M_{FL}) = 1,3(742,25 + 405,6 + 541,74) = 2\ 196,4 \text{ kg - m/m}$

Grupo IV: $1,3(M_{sob} + M_{ET} + M_{VB}) = 1,3(742,25 + 405,6 + 438,05) = 2\,061,6 \text{ kg} - m/m$

Se debe utilizar el mayor momento, el cual corresponde al del grupo III.

- Cálculo del refuerzo principal

Se propone utilizar varillas núm 4 para el refuerzo principal.

$$d = H - rec - \frac{\phi}{2} = 0,30 - 0,08 - \frac{0,0127}{2} = 0,2150 \text{ cm}$$

Acero mínimo:

$$A_{S_{min}} = \frac{0,80 \times \sqrt{280}}{4\,200} (21,50)(100) \geq \frac{14,1}{4\,200} (21,50)(100) = 6,86 \leq 7,22 \text{ cm}^2^{15}$$

Acero requerido:

$$\begin{aligned} A_{S_{req}} &= \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'c}} \right) 0,85 \times \frac{f'c}{F_y} \\ &= \left((100 \times 21,50) - \sqrt{(100 \times 21,50)^2 - \frac{2\,196,4(100)}{0,003825(281)}} \right) 0,85 \\ &\quad \times \frac{281}{4\,200} = 2,73 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

¹⁵ DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 39.

Espaciamiento:

$$\frac{A_s}{A_v} = \frac{7,22}{1,27} = 5,68$$

$$S = \frac{100}{5,7} = 17,60 \text{ cm}$$

Se utilizará el acero mínimo debido a que el acero que requiere el momento se encuentra por debajo del mismo. Se utilizarán varillas núm 4 a cada 15 cm.

- Cálculo del refuerzo por corte

Al igual que con el momento, para el corte se deben utilizar los grupos III y IV establecidos en AASHTO 3.22.1.

$$\text{Grupo III: } 1,3(E + FL) = 1,3(173,08 + 292,8 + 673,92) = 1\ 139,80 \text{ kg}$$

$$\text{Grupo IV: } 1,3(E + ES) = 1,3(624 + 292,8 + 673,92) = 1\ 590,72 \text{ kg}$$

En este caso se utilizará el corte generado por la fórmula del grupo IV, ya que es el valor más crítico.

$$V_c = 0,53 \times 0,85 \times \sqrt{281} \times 21,50 \times 100 = 16\ 236,28 \text{ kg}$$

Ya que el corte que resiste el concreto es mayor al corte actuante, no hay necesidad de confinar el elemento. Se utilizará el espaciado máximo para los estribos.

$$S = \frac{d}{2} = \frac{30 - 8}{2} = 10 \text{ cm}$$

Se utilizarán estribos núm 3 a cada 10 cm.

2.3.5.5.2. Diseño de viga de apoyo

La altura mínima para la viga de apoyo es de 40 cm. Debido a que este es un elemento que trabaja mayormente a compresión, únicamente se requiere un refuerzo utilizando el área de acero mínimo.

$$A_{s_{min}} = \frac{0,80 \times \sqrt{280}}{4\,200} \times 80,00 \times 40,00 \geq \frac{14.1}{4,200} \times 80,00 \times 40,00 = 10,21$$
$$\leq 10,74 \text{ cm}^2$$

Se propone la utilización de varillas de acero núm 5, equivalente a un área por varilla de 1,98 cm².

$$\frac{10,74}{1,27} = 5,42 \cong 6 \text{ varillas núm 5}$$

Para los estribos se utilizarán varillas núm 3 con espaciamiento no mayor a H/2.

$$S = \frac{H}{2} = \frac{40 - 8}{2} = 16 \text{ cm} \cong 0,15 \text{ m}$$

2.3.5.5.3. Diseño de apoyo elastomérico (neopreno)

La función del apoyo elastomérico es la de transmitir cargas de un elemento a otro en la estructura. Para este caso se emplea para transmitir cargas verticales del peso propio de la estructura y cargas de tráfico. De igual manera los apoyos de neopreno absorben las fuerzas transmitidas, debido a la

aceleración y frenado de las cargas de tráfico. Además de las fuerzas producidas por el viento y las fuerzas debidas al esviaje de las piezas móviles.

El apoyo elastométrico debe ser capaz de absorber movimientos en todas direcciones y rotaciones en todos los ejes. Para el proyecto se utilizará neopreno con dureza Shore 60 reforzado con placas metálicas.

- Cálculo del esfuerzo a compresión: se calculará el esfuerzo máximo permisible a compresión (σ_p) del apoyo considerando dimensiones del apoyo de $a = 0,50$ m y $b = 0,50$ m. El espesor de cada lámina de elastómero de 13 mm. Se tendrá en cuenta el cortante último de la viga principal calculado en la sección 2.2.6.4.3 ($V_u = 104,776.33$ kg). AASHTO recomienda un esfuerzo máximo de 100 kg//cm².

$$\sigma_p = \frac{8ab}{t + ab} = \frac{8 \times 50^2}{1,3 + 50^2} = 8,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_r = \frac{P}{ab} = \frac{104\,776,33}{50^2} = 41,91 \text{ kg/cm}^2$$

- Desplazamiento horizontal: ara el cálculo del desplazamiento horizontal se utilizó la ley de Hooke ($\sigma_f = 1\,700$ kg/cm²).

$$\Delta e_t = \frac{\sigma_f}{E} \times L = \frac{1\,700}{2,1 \times 10^6} \times 2\,000 = 1,62 \text{ cm}$$

- Deformación por carga muerta

$$\Delta e_{cm} = \frac{\Delta e_t \times M_{cm}}{M_{cm} + M_{cv+I}} = \frac{1,62 \times 150,72}{150,72 + 209,68} = 0,68 \text{ cm}$$

- Deformación por contracción de fraguado y contracción diferida

$$\Delta_c = 0,000165 \times L = 0,000165 \times 2\,000 = 0,33 \text{ cm}$$

- Deformación por temperatura

$$\Delta_t = 0,000011 \times D^\circ \times L = 0,00001110^\circ C \times 2\,000 = 0,20 \text{ cm}$$

- Deformaciones máximas

$$\text{Contracción} = \Delta e_{cm} - (\Delta_c + \Delta_t) = 0,68 - (0,33 + 0,20) = 0,15 \text{ cm}$$

$$\text{Dilatación} = (\Delta e_t + \Delta_t) - \Delta_c = (1,62 + 0,20) - 0,33 = 1,49 \text{ cm}$$

Por lo que el máximo desplazamiento horizontal en el apoyo será 1,49 cm.

- Espesor de apoyos

$$\frac{\Delta L}{T} \leq \frac{1}{2} \text{ para apoyos fijos y móviles}$$

$$\frac{1,49}{3,40} = 0,44 \leq \frac{1}{2}$$

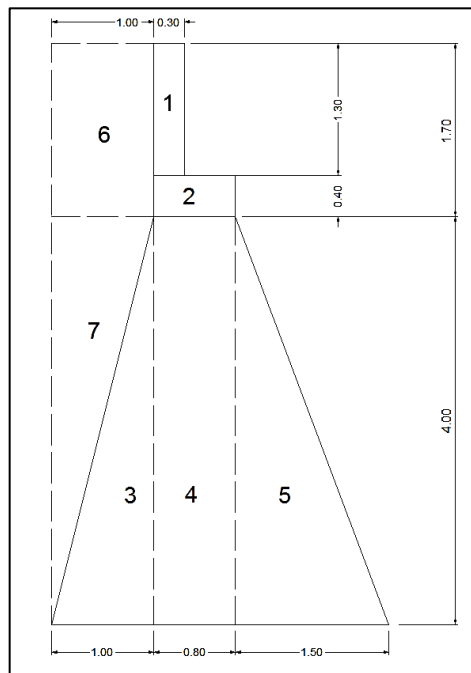
Por lo que se utilizarán tres placas de elastómero de 10 mm más dos planchas de acero de 2 mm, haciendo un total de 3,40 cm de espesor.

2.3.5.5.4. Diseño de estribos

Los estribos deben soportar las cargas de la superestructura transmitidas por medio de la viga de apoyo. De igual manera, sobre este, actúan cargas debidas a la presión de suelo. Para el presente proyecto se contemplaron estribos de concreto ciclópeo. Se les realizaron los chequeos respectivos para asegurar y garantizar su estabilidad ante las cargas actuantes.

Para el diseño se considerará un concreto con resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 y una densidad de $2\,400 \text{ kg/cm}^3$; un concreto ciclópeo con densidad de $2\,700 \text{ kg/cm}^3$ y una capacidad soporte del suelo de $32,44 \text{ ton/m}^2$. El equivalente líquido será de 480 kg/m^3 .

Figura 29. Configuración del estribo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Sobrecarga y presión del suelo

$$E_{sob} = 480 \times 2' = 292,8 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{suelo} = 480 \times 5,70 = 2\,448 \text{ kg/m}^2$$

Los datos del empuje y momento de volteo producidos por el suelo se muestran a continuación.

Tabla VIII. **Empuje y momentos producidos por el suelo**

SECCION	PRESION (kg/m ²)	ALTURA (m)	EMPUJE (kg/m)	BRAZO (m)	MOMENTO (kg-m/m)
I	292,8	5,7	1 668,96	2,85	4 756,54
II	2448	2,85	6 976,8	1,90	13 255,92
E=			8 645,76	Mv=	18 012,46

Fuente: elaboración propia.

- Momento estabilizante: se produce debido al peso de la estructura y al peso del relleno. Se calcula respecto a un punto de pivote, que para este caso será tomado en la esquina inferior derecha.

Tabla IX. **Peso y momento estabilizante del muro**

SECCION	AREA (m2)	PESO ESPECIFICO (kg/m3)	Peso (kg/m)	BRAZO (m)	MOMENTO (kg-m/m)
1	0,39	2400	936,00	2,15	2 012,40
2	0,32	2400	768,00	1,90	1 459,20
3	2	2700	5 400,00	2,63	14 202,00
4	3,2	2700	8 640,00	1,90	16 416,00
5	3	2700	8 100,00	1,00	8 100,00
6	1,7	1410	2 397,00	2,80	6 711,60
7	2	1410	2 820,00	2,96	8 347,20
W=			29 061,00	Me=	57 248,40

Fuente: elaboración propia.

- Revisión del muro sin superestructura: la revisión del muro, sin tomar en cuenta la superestructura, se realiza mediante la relación entre el momento estabilizante y el momento de volteo. Ambos determinados en las tablas anteriores.

$$Volteo = \frac{Me}{Mv} \geq 1,5^{16}$$

$$Volteo = \frac{57\,248,40}{18\,012,46} = 3,18 \geq 1,5$$

Por lo que se puede afirmar que el muro es capaz de contrarrestar la fuerza de volteo producida por el empuje del suelo y la sobrecarga.

¹⁶ DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. p. 45.

De igual manera, el chequeo del muro contra efectos de empuje se realiza mediante la relación entre el peso de la estructura y el empuje total.

$$\text{Deslizamiento} = 0,5 \left(\frac{W}{E} \right) \geq 1,5$$

$$\text{Deslizamiento} = 0,5 \left(\frac{29,061}{8,645.76} \right) = 1,68 \geq 1,5$$

Presiones máxima y mínima

$$a = \frac{Me - Mv}{W}; 3a > b$$

$$a = \frac{57\,248,40 - 18\,012,46}{29\,061} = 1,35; 3(1,35) = 4,05 > 3,30$$

$$e = \frac{3,30}{2} - 1,35 = 0,30$$

$$P = \frac{W}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right)$$

$$P_{\max} = \frac{29\,061}{3,30} \left(1 + \frac{6(0,30)}{3,30} \right) = 13\,609,83 \frac{kg}{m^2} < V_s \left(32,44 \frac{kg}{m^2} \right)$$

$$P_{\min} = \frac{29\,061}{3,30} \left(1 - \frac{6(0,30)}{3,30} \right) = 4\,002,89 \frac{kg}{m^2} > 0$$

- Revisión del muro con superestructura y carga viva : se realiza con base en el valor del corte último obtenido para las vigas.

$$W_2 = \frac{Vu}{L} = \frac{(62\,337.60) \times 3}{8,10} = 23\,088 \text{ kg/m}$$

$$M = W_2 \times \frac{b}{2} = 23\,088 \times \frac{3,30}{2} = 38\,095,20 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$M_{TOTAL} = M + Me = 38\,095,20 + 57\,248,40 = 95\,343,60 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Presiones máxima y mínima

$$a = \frac{M_{TOTAL} - Mv}{W + W_2}; 3a > b$$

$$a = \frac{95\,343,60 - 18\,012,46}{29\,061 + 23\,088} = 1,48$$

$$e = \frac{3,30}{2} - 1,48 = 0,17$$

$$P = \frac{W}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right)$$

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{29\,061 + 23\,088}{3,30} \left(1 + \frac{6(0,17)}{3,30} \right) = 23\,067,37 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < V_s \left(32,44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$P_{m\acute{i}n} = \frac{29\,061 + 23\,088}{3,30} \left(1 - \frac{6(0,17)}{3,30} \right) = 12\,174,45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 0$$

- Revisión del muro con sismo: se realiza en base a la carga muerta únicamente.

$$V_{cm} = 1,3(27\,234) \times 4 = 141\,616,80 \text{ kg}$$

$$C_{cm} = \frac{V_{cm}}{L} = \frac{141\,616,80}{8,10} = 17\,483,56 \text{ kg/m}$$

$$W_H = W + C_{cm} = 29\,061 + 17\,483,56 = 46\,544,56 \text{ kg}$$

$$M_{EH} = Me + \left(C_{cm} \times \frac{b}{2} \right) = 57\,248,40 + \left(17\,483,56 \times \frac{3,30}{2} \right) = 86\,096,27 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Para la fuerza horizontal se debe calcular el 8 % de W_H .

$$F_H = 1,08E + 0,08W_H = 1,08(8\,645,76) + 0,08(46\,544,56) = 13\,060,99 \text{ kg/m}$$

Tabla X. **Peso y momento para el muro con sismo**

SECCIÓN	ÁREA (m ²)	PESO ESPECÍFICO (kg/m ³)	Peso (kg/m)	BRAZO (m)	MOMENTO (kg-m/m)
1	0,39	2 400	936,00	5,05	4 726,80
2	0,32	2 400	768,00	4,20	3 225,60
3	2	2 700	5 400,00	1,33	7 182,00
4	3,2	2 700	8 640,00	2,00	17 280,00
5	3	2 700	8 100,00	1,33	10 773,00
6	1,7	1 410	2 397,00	4,85	11 625,45
7	2	1 410	2 820,00	2,67	7 529,40
W=			29 061,00	Me₂=	62 342,25

Fuente: elaboración propia.

$$M_{EQ} = 0,08Me_2 = 0,08(62\,342,25) = 4\,987,38 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$Mv_H = 1,08Mv + 0,08 \times C_{cm} \times h + M_{EQ}$$

$$h = 4 + 0,40 = 4,40 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Mv_H &= 1,08(18\,012,46) + 0,08 \times 17\,483,56 \times 4,40 + 4\,987,38 \\ &= 30\,595,05 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}} \end{aligned}$$

$$\text{Volteo} = \frac{M_{EH}}{Mv_H} = \frac{86\,096,27}{30\,595,05} = 2,81 > 1,5$$

$$\text{Deslizamiento} = 0,5 \left(\frac{W_H}{F_H} \right) = 0,5 \left(\frac{46\,544,56}{13\,060,99} \right) = 1,78 > 1,5$$

Presiones máxima y mínima

$$a = \frac{M_{EH} - Mv_H}{W_H} = \frac{(86\,096,27 - 30\,595,05)}{46\,544,56} = 1,19$$

$$e = \frac{3,30}{2} - 1,19 = 0,46$$

$$P = \frac{W}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right)$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{46\,544,56}{3,30} \left(1 + \frac{6(0,46)}{3,30} \right) = 25\,900,83 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < V_s \left(32,44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$P_{\text{mín}} = \frac{46\,544,56}{3,30} \left(1 - \frac{6(0,46)}{3,30} \right) = 2\,307,99 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 0$$

2.3.6. Presupuesto

Se obtiene a raíz de la integración de cada actividad realizada para la construcción del puente, obteniendo de esta manera el costo total. Para cada actividad se determina el precio de materiales y mano de obra empleados, para cada actividad. Al costo de mano de obra y materiales se le debe agregar un porcentaje de costos indirectos, el cual se desglosa a continuación.

Tabla XI. **Resumen de reglones proyecto: Puente vehicular, barrio el Mitchal, Morales, Izabal**

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total (Q)
1	Trabajos preliminares				
1,1	Limpieza y chapeo	200	m ²	Q 1,50	Q 300,00
1,2	Topografía	200	ml	Q 11,50	Q 2 300,00
1,3	Bodega y guardianía	1	global	Q 16 286,40	Q 16 286,40
2	Losa de 0,18 m de espesor + banqueteta				
2,1	Obra falsa	1	global	Q 1 823,33	Q 1 823,33
2,2	Encofrado/desencofrado	175	m ²	Q 84,08	Q 14 714,00
2,3	Armado de losa + banqueteta	175	m ²	Q 294,25	Q 51 493,75
2,4	Fundición de losa	25,9	m ³	Q 1 524,54	Q 39 485,59
2,5	Fundición de banqueteta	9	m ³	Q 1 620,15	Q 14 581,35
3	Viga Principal				
3,1	Encofrado/desencofrado	84	ml	Q 225,85	Q 18 971,40
3,2	Estribos y eslabones	244	unidad	Q 54,80	Q 13 371,20
3,3	Armadura	84	ml	Q 1 909,00	Q160 356,00
3,4	Fundición de viga principal	45	m ³	Q 1 573,33	Q 70 799,85
4	Viga diafragma interior				
4,1	Encofrado/desencofrado	10,5	ml	Q 240,19	Q 2 522,00
4,2	Estribos y eslabones	35	unidad	Q 34,04	Q 1 191,40
4,3	Armadura	10,5	ml	Q 465,20	Q 4 884,60
4,4	Fundición de diafragma interior	3	m ³	Q 1 703,58	Q 5 110,73
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total (Q)
5	Viga diafragma exterior				
5,1	Encofrado/desencofrado	10,5	ml	Q 202,09	Q 2 121,95
5,2	Estribos y eslabones	35	unidad	Q 26,60	Q 931,00
5,3	Armadura	10,5	ml	Q 404,83	Q 4 250,72
5,4	Fundición de diafragma exterior	2	m ³	Q 1 620,15	Q 3 240,30

Continuación de la tabla XI.

6 Postes de concreto de 0,20*0,15 m + Riel HG 2"					
6,1	Encofrado/desencofrado	24	unidad	Q 46,62	Q 1 118,88
6,2	Estribos	168	unidad	Q 8,34	Q 1 401,12
6,3	Armadura de poste	24	ml	Q 231,44	Q 5 554,56
6,4	Fundición de poste + Riel HG 2"	6	m ³	Q 2 694,07	Q 16 164,42
7 Viga de apoyo + viga cortina					
7,1	Encofrado/desencofrado de viga soporte	16,64	ml	Q 119,97	Q 1 996,30
7,2	Estribos de viga soporte	110	unidad	Q 17,24	Q 1 896,40
7,3	Armadura de viga soporte	16,64	ml	Q 165,42	Q 2 752,59
7,4	Encofrado/desencofrado de viga cortina	16,64	ml	Q 127,08	Q 2 114,61
7,5	Estribos de viga cortina	166	unidad	Q 20,17	Q 3 348,22
7,6	Armadura de viga cortina	16,64	ml	Q 356,40	Q 5 930,50
7,7	Fundición de viga soporte + cortina	12,4	m ³	Q 1 413,87	Q 17 531,99
7,8	Fijación de superestructura y junta de calzada	1	Global	Q 29 524,02	Q 29 524,02
7,9	Apoyos de neopreno	8	unidad	Q 2 592,00	Q 20 736,00
8 Estribos de concreto ciclópeo					
8,1	Estribos	2	Unidad	Q 118 893,81	Q 237 787,62
TOTAL DEL PROYECTO					Q 755 856,78

Fuente: elaboración propia.

El costo total del proyecto "Diseño de puente vehicular para barrio el Mitchal, Morales, Izabal" es de Q 755 856,78.

2.3.7. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución pretende planificar de manera lógica y así optimizar la ejecución del proyecto. Para este caso se tomaron tiempos aproximados.

Tabla XII. **Cronograma de ejecución**

PROYECTO: Puente vehicular barrio el Mitchal, Morales, Izabal												
Longitud: 21 metros												
Núm.	Descripción	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4							
1	Trabajos preliminares	■	■	■								
2	Losa de 0,18 metros de espesor + Banqueta											
3	Vigas principales de 1,25 x 0,50 m											
4	Diafragma interno 0,90 x 0,30 m											
5	Diafragma externo 0,60 x 0,30 m											
6	Postes de concreto +riel HG Ø2"											
7	Viga de apoyo + viga cortina											
8	Estribos de concreto ciclópeo											

Fuente: elaboración propia.

2.3.8. Evaluación de impacto ambiental

De acuerdo al expediente No EAI 18-04/12194/2013 de MARN en su delegación departamental en Izabal, en la resolución 041-2013/DDIZA/JAGR/oazr, se le da al proyecto la categoría “C” aprobada. (Ver anexos).

Para el proyecto los impactos se generan únicamente en la fase de ejecución y estos se consideran de bajo rango; es decir poco significativos.

- Evaluación rápida
 - Información del proyecto
 - Nombre de la comunidad: barrio El Mitchal
 - Municipio: Morales
 - Departamento: Izabal

Tipo de proyecto

Puente vehicular de dos vías de concreto armado de 21 m de longitud en camino urbano.

Consideraciones especiales

Identificadas en visitas de campo.

Consideraciones sobre áreas protegidas (SIGAP)

No aplica.

Consideraciones sobre ecosistemas naturales

No aplica.

Impacto ambiental

Clasificación C (bajo riesgo ambiental), de acuerdo a lo establecido en el listado taxativo de proyectos del MARN.

CONCLUSIONES

1. El costo total del proyecto de sistema de agua potable es de Q 1 129 206,49, mientras que para el puente vehicular es de Q 755 856,78. Para cada proyecto se consideraron los factores externos que pueden influir en la ejecución, como el traslado de material, factores climáticos, disponibilidad de materiales en la región, entre otros.
2. El proyecto de sistema de agua potable para la aldea Peñitas representa desarrollo para la comunidad debido a que busca brindar mejores condiciones de vida y eliminar factores de riesgo para los habitantes de la aldea, como enfermedades gastrointestinales.
3. Un sistema de introducción de agua potable es uno de los servicios primordiales para cualquier comunidad. Debido a que este sirve como iniciativa para generar el diseño de otros servicios básicos derivados.
4. La construcción del puente vehicular para el barrio El Mitchal generará un alto impulso económico en el municipio, debido a que se encuentra ubicado en un área industrial por la corrugadora de Guatemala.
5. El puente vehicular representará un acceso más directo al casco urbano. Esto contribuye con el interés de la municipalidad de mejorar la red vial y tener un ordenamiento territorial adecuado al desarrollo demográfico y social.

6. La fundamentación en los normativos, reglamentos y especificaciones apropiadas para los diseños realizados, garantizan eficiencia y control técnico adecuado. Los parámetros utilizados deben adaptarse a las características específicas de la región en la que se desarrollarán cada uno de los proyectos.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de Morales, contar con asesoramiento y supervisión técnica por parte de un ingeniero civil al momento de ejecutar cada uno de los proyectos. Esto con la finalidad de garantizar el cumplimiento de las especificaciones para cada proyecto.
2. Es importante contemplar los factores climáticos y las estaciones adecuadas para la ejecución de los proyectos. Se pueden realizar los meses comprendidos entre diciembre y julio.
3. Disponer de personas de la comunidad que se involucren directamente en el proceso constructivo, para reducir costos de mano de obra y crear fuentes de trabajo para los habitantes de dicha comunidad.
4. Ya que los presupuestos fueron elaborados durante el 2014, se deben revisar los costos de materiales, previo a la ejecución, debido a fluctuaciones en los mismos.
5. Se debe dar el mantenimiento adecuado, por parte de la comisión comunitaria encargada, al sistema de agua potable. Deben revisarse, periódicamente, desde el punto de captación, línea de conducción, tanque y red de distribución. Cualquier fuga o imperfecto debe ser reportado a la municipalidad de Morales para poder ser reparado para garantizar un servicio continuo y eficiente.

6. Para el puente vehicular: debe existir la probabilidad de socavación, se debe realizar algún tipo de enrocamiento u otro tratamiento pertinente en el lecho del río. Se deben revisar periódicamente los niveles de desplante de los apoyos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AASHTO-89 (American Association State Highway a Transportation Officials). STANDAR SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES, 14TH. Puerto Rico: SeventhEdition, 1989. 81 p.
2. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Vías de Comunicación, Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, puentes y puertos*. México: Edición Limusa noriega editores, 3a ed. 1999. 274 p.
3. Código ACI 318-05 (American Concrete Institute). U.S.A. Michigan: Farmington Hill, 1989. 592 p.
4. Dirección Municipal de Planificación de Morales, Izabal. *Aldeas con falta de servicios básicos*. 2012. 38 p.
5. _____. *Diagnóstico Municipal*. 2013. 30 p.
6. MERRITT, Frederick. *Manual del ingeniero civil*. México: McGraw Hill, 3a ed. 1,999. 310 p.
7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw–Hill Interamericana S. A., 2001. 215 p.
8. Normas de evaluación ambiental. Guatemala: Banco Centroamericano de Integración Económica, 1998. 198 p.

9. SIMMONS, Charles Shaffer. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Instituto Agropecuario Nacional (Guatemala), Servicio Cooperativo Inter-americano de Agricultura, 1959. 597 p.

10. VALDEZ, E. Cesar. *Abastecimiento de agua potable*. 4a ed. UNAM, México: McGraw Hill, 1994. 285 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Planos de cálculo hidráulico para red de distribución**

Fuente: elaboración propia.

Cálculo hidráulico para red de distribución

RAMAL 1

Caudal unitario																		
Estación	P.O.	Ramal	Cota inicial	Cota final	Dotación	Tasa de crecimiento	F.H. máx.	No. de casas	Caudal QHM (lts/seg)	Observ.	Distancia Horizontal (m)	Caudal (lts/seg)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (plg)	Velocidad (m/s)	Hf (m)	Cota piezométrica (m)	Presión en el sistema
E 49	E 58	principal	114,15	73,14	190	3,50%	2	7	0,54	-	276,71	8,95	150	4	1,10	3,37	110,78	37,64
E 58	E 58.3	secundario	73,14	74,07	190	3,50%	2	7	0,54	-	151,45	0,54	150	1,5	0,47	1,20	109,58	35,51
E 58	E 65	principal	73,14	61,05	190	3,50%	2	6	0,46	-	271,38	7,88	150	4	0,97	2,61	108,17	47,12
E 65	E 65.6	secundario	61,05	62,2	190	3,50%	2	7	0,54	-	108,07	0,54	150	1,5	0,47	0,86	107,31	45,45
E 65	E 68	principal	61,05	64,05	190	3,50%	2	2	0,15	-	69,04	6,88	150	4	0,85	0,52	107,65	43,60
E 68	E 68.3	secundario	64,05	69,23	190	3,50%	2	4	0,31	-	61,35	0,31	150	1,5	0,27	0,17	107,48	38,25
E 68	E 83	principal	64,05	68,9	190	3,50%	2	12	0,92	+1 L/s	436,80	6,42	150	4	0,79	2,88	104,78	35,88
E 83	E 83.2	secundario	68,9	67,8	190	3,50%	2	3	0,23	-	58,26	0,23	150	1,5	0,20	0,10	104,68	29,79
E 83	E 86	principal	68,9	74,89	190	3,50%	2	5	0,38	-	50,51	4,27	150	3	0,94	0,64	104,14	29,25
E 86	E 86.4	secundario	74,89	77,75	190	3,50%	2	3	0,23	-	89,32	0,23	150	1,5	0,20	0,15	103,99	26,24
E 86	E 99	principal	74,89	75,5	190	3,50%	2	34	2,61	+1,05 L/s	407,22	2,61	150	3	0,57	2,06	102,09	26,59
									Σ		6,90	+2,05 L/s						

RAMAL 2

Estación	P.O.	Ramal	Cota inicial	Cota final	Dotación	Tasa de crecimiento	F.H. máx.	No. de casas	Caudal QHM (lts/seg)	Observ.	Distancia Horizontal (m)	Caudal (lts/seg)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (plg)	Velocidad (m/s)	Hf (m)	Cota piezométrica (m)	Presión en el sistema
E 49	E 102	principal	114,15	100,99	190	3,50%	2	5	0,38	-	225,49	2,38	150	4	0,29	0,24	113,91	12,92
E 102	E 104	principal	100,99	101,09	190	3,50%	2	9	0,69	-	87,7	1,99	150	3	0,44	0,27	113,64	12,55
E 104	E 110	principal	101,09	60,84	190	3,50%	2	12	0,92	-	301,51	1,30	150	2	0,64	3,04	110,60	49,76
E11	E 115	principal	60,84	77,16	190	3,50%	2	5	0,38	-	178,38	0,38	150	1,5	0,34	0,76	109,84	32,68
									Σ		2,38							

DETERMINACION DE MOMENTOS MAXIMOS GENERADOS POR UN CAMION T3 S2
LINEAS DE INFLUENCIA (1 metro)

Longitud total	21	m
Eje 1-2	4,1	m
Eje 2-3	9,5	m
Eje 3-4		m
Eje 4-5		m
Total	13,60	m

Eje 1	5	Ton
Eje 2	16	Ton
Eje 3	16	Ton
Eje 4		Ton
Eje 5		Ton
TOTAL	37	Ton

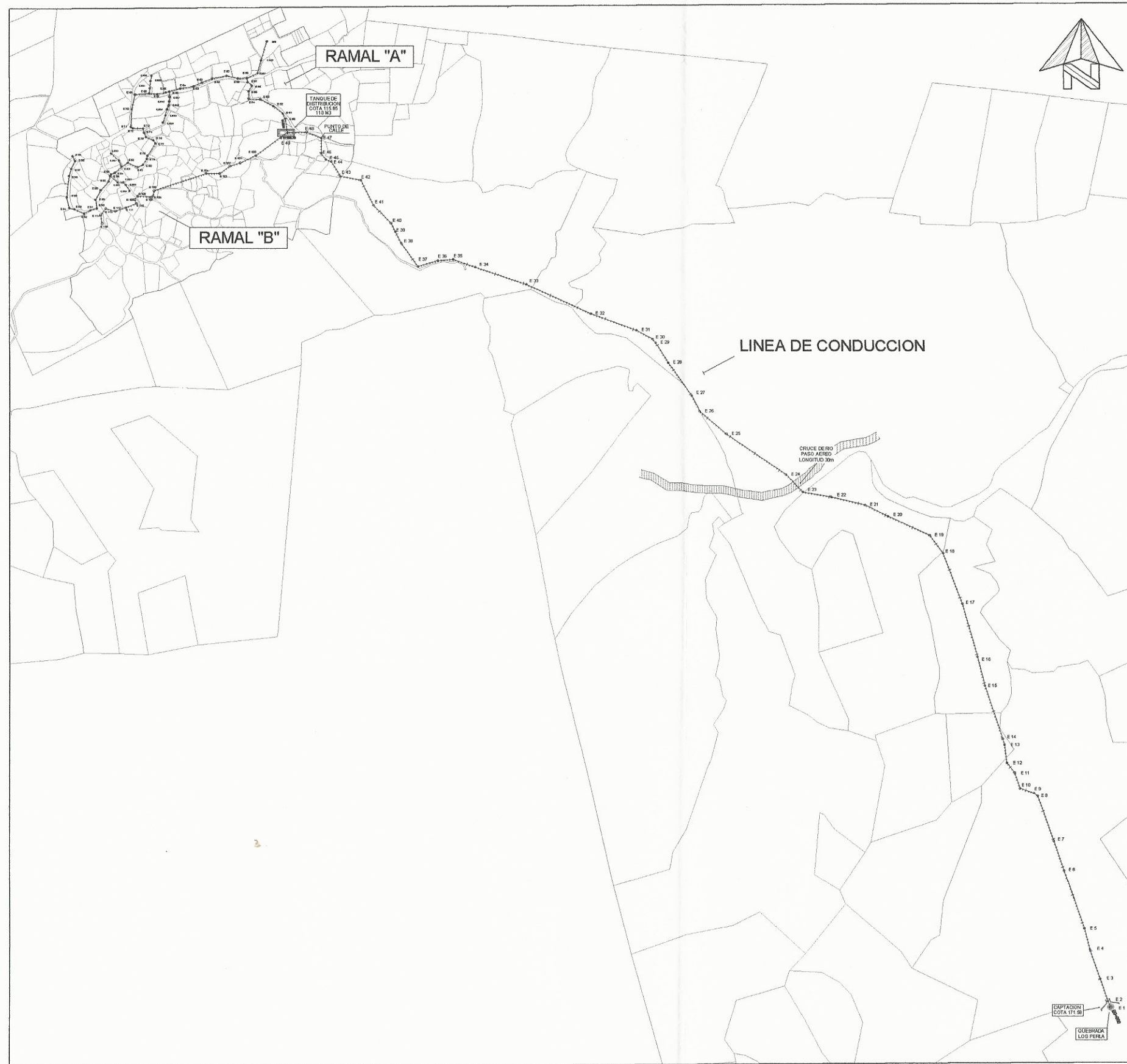
Mayor por lugar	
Mayor global	
Incidencia	

base	50
peralte	119

Pos	Eje 1	Eje 2	Eje 3	F en y	R1	R2	VR1	VE3	VE2	VE1	VR2	MR1	ME3	ME2	ME1	MR2	MCV	FD	FI	MCM	Mu
1	0	-4,1	-13,6	5	5,00	0,00	5,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	-	0	1,30	30%	132,75	172,575
2	1	-3,1	-12,6	5	4,76	0,24	4,76	-	-	-0,24	0,00	0,00	-	-	4,76	0,00	4,7619	1,30	30%	132,75	190,012
3	2	-2,1	-11,6	5	4,52	0,48	4,52	-	-	-0,48	0,00	0,00	-	-	9,05	0,00	9,04762	1,30	30%	132,75	205,704
4	3	-1,1	-10,6	5	4,29	0,71	4,29	-	-	-0,71	0,00	0,00	-	-	12,86	0,00	12,8571	1,30	30%	132,75	219,654
5	4	-0,1	-9,6	5	4,05	0,95	4,05	-	-	-0,95	0,00	0,00	-	-	16,19	0,00	16,1905	1,30	30%	132,75	231,859
6	5	0,9	-8,6	21	19,12	1,88	19,12	-	3,12	-1,88	0,00	0,00	-	17,21	30,02	0,00	30,019	1,30	30%	132,75	282,495
7	6	1,9	-7,6	21	18,12	2,88	18,12	-	2,12	-2,88	0,00	0,00	-	34,44	43,14	0,00	43,1429	1,30	30%	132,75	330,55
8	7	2,9	-6,6	21	17,12	3,88	17,12	-	1,12	-3,88	0,00	0,00	-	49,66	54,27	0,00	54,2667	1,30	30%	132,75	371,281
9	8	3,9	-5,6	21	16,12	4,88	16,12	-	0,12	-4,88	0,00	0,00	-	62,88	63,39	0,00	63,3905	1,30	30%	132,75	404,69
10	9	4,9	-4,6	21	15,12	5,88	15,12	-	-0,88	-5,88	0,00	0,00	-	74,11	70,51	0,00	74,1067	1,30	30%	132,75	443,929
11	10	5,9	-3,6	21	14,12	6,88	14,12	-	-1,88	-6,88	0,00	0,00	-	83,33	75,64	0,00	83,3305	1,30	30%	132,75	477,703
12	11	6,9	-2,6	21	13,12	7,88	13,12	-	-2,88	-7,88	0,00	0,00	-	90,55	78,76	0,00	90,5543	1,30	30%	132,75	504,155
13	12	7,9	-1,6	21	12,12	8,88	12,12	-	-3,88	-8,88	0,00	0,00	-	95,78	79,89	0,00	95,7781	1,30	30%	132,75	523,282
14	13	8,9	-0,6	21	11,12	9,88	11,12	-	-4,88	-9,88	0,00	0,00	-	99,00	79,01	0,00	99,0019	1,30	30%	132,75	535,087
15	14	9,9	0,4	37	25,82	11,18	25,82	9,82	-6,18	-11,18	0,00	0,00	10,33	103,61	78,27	0,00	103,609	1,30	30%	132,75	551,955
16	15	10,9	1,4	37	24,06	12,94	24,06	8,06	-7,94	-12,94	0,00	0,00	33,68	110,22	77,66	0,00	110,223	1,30	30%	132,75	576,174
17	16	11,9	2,4	37	22,30	14,70	22,30	6,30	-9,70	-14,70	0,00	0,00	53,51	113,31	73,52	0,00	113,313	1,30	30%	132,75	587,491
18	17	12,9	3,4	37	20,53	16,47	20,53	4,53	-11,47	-16,47	0,00	0,00	69,81	112,88	65,87	0,00	112,88	1,30	30%	132,75	585,904
19	18	13,9	4,4	37	18,77	18,23	18,77	2,77	-13,23	-18,23	0,00	0,00	82,59	108,92	54,69	0,00	108,923	1,30	30%	132,75	571,414
20	19	14,9	5,4	37	17,01	19,99	17,01	1,01	-14,99	-19,99	0,00	0,00	91,85	101,44	39,98	0,00	101,442	1,30	30%	132,75	544,021
21	20	15,9	6,4	37	15,25	21,75	15,25	-0,75	-16,75	-21,75	0,00	0,00	97,58	90,44	21,75	0,00	97,5848	1,30	30%	132,75	529,898
22	21	16,9	7,4	37	13,49	23,51	13,49	-2,51	-18,51	-23,51	0,00	0,00	99,79	75,91	0,00	0,00	99,7943	1,30	30%	132,75	537,988
23	22	17,9	8,4	32	11,96	20,04	11,96	-4,04	-20,04	-	0,00	0,00	100,48	62,12	-	0,00	100,48	1,30	30%	132,75	540,499
24	23	18,9	9,4	32	10,44	21,56	10,44	-5,56	-21,56	-	0,00	0,00	98,12	45,28	-	0,00	98,1181	1,30	30%	132,75	531,851
25	24	19,9	10,4	32	8,91	23,09	8,91	-7,09	-23,09	-	0,00	0,00	92,71	25,39	-	0,00	92,7086	1,30	30%	132,75	512,043
26	25	20,9	11,4	32	7,39	24,61	7,39	-8,61	-24,61	-	0,00	0,00	84,25	2,46	-	0,00	84,2514	1,30	30%	132,75	481,076
27	26	21,9	12,4	16	6,55	9,45	6,55	-9,45	-	-	0,00	0,00	81,25	-	-	0,00	81,2495	1,30	30%	132,75	470,084
28	27	22,9	13,4	16	5,79	10,21	5,79	-10,21	-	-	0,00	0,00	77,59	-	-	0,00	77,5924	1,30	30%	132,75	456,692
29	28	23,9	14,4	16	5,03	10,97	5,03	-10,97	-	-	0,00	0,00	72,41	-	-	0,00	72,4114	1,30	30%	132,75	437,722
30	29	24,9	15,4	16	4,27	11,73	4,27	-11,73	-	-	0,00	0,00	65,71	-	-	0,00	65,7067	1,30	30%	132,75	413,171
31	30	25,9	16,4	16	3,50	12,50	3,50	-12,50	-	-	0,00	0,00	57,48	-	-	0,00	57,4781	1,30	30%	132,75	383,041
32	31	26,9	17,4	16	2,74	13,26	2,74	-13,26	-	-	0,00	0,00	47,73	-	-	0,00	47,7257	1,30	30%	132,75	347,331
33	32	27,9	18,4	16	1,98	14,02	1,98	-14,02	-	-	0,00	0,00	36,45	-	-	0,00	36,4495	1,30	30%	132,75	306,041
34	33	28,9	19,4	16	1,22	14,78	1,22	-14,78	-	-	0,00	0,00	23,65	-	-	0,00	23,6495	1,30	30%	132,75	259,172
35	34	29,9	20,4	16	0,46	15,54	0,46	-15,54	-	-	0,00	0,00	9,33	-	-	0,00	9,32571	1,30	30%	132,75	206,723
36	34,6	30,5	21	16	0,00	16,00	0,00	-16,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0	1,30	30%	132,75	172,575

Apéndice 2. **Plano de determinación de momentos máximos generados por un camión T3-S2 líneas de influencia (1 metro)**

Fuente: elaboración propia.



PLANTA GENERAL
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
 ESC 1:7500

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
LUGAR: ALDEA PEÑITAS MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO: PLANTA GENERAL	
DISEÑO: LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ CALIFICADO: LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ BRILLO: LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ESCALA: NÚMERO	 21

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)	COTA DE INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DISTANCIAS ACUMULADAS	OBSERVACION
E1	E2	333°33'04"	21.96	171.58	169.3	0+021.96	CAPTACION
E2	E3	340°42'36.03"	79.78	169.3	161.6	0+101.74	
E3	E4	340°46'34.44"	104.44	161.6	145.40	0+206.18	
E4	E5	344°58'19.17"	74.31	145.40	130.45	0+280.49	
E5	E6	340°53'33.75"	207.13	130.45	110.45	0+487.62	
E6	E7	340°53'33.75"	106.2	110.45	92.70	0+593.82	
E7	E8	340°10'37.30"	161.13	92.70	93.28	0+754.95	VAL. DE LIMPIEZA
E8	E9	304°41'42.55"	15.81	93.28	94.23	0+770.76	
E9	E10	208°47'59.59"	49.65	94.23	100.60	0+820.41	
E10	E11	341°14'28.86"	55.97	100.60	106.50	0+876.38	
E11	E12	321°45'58.23"	42.01	106.50	93.71	0+918.30	VAL. DE LIMPIEZA
E12	E13	352°38'51.43"	62.51	93.71	104.50	0+980.90	
E13	E14	342°20'59.55"	23.09	104.50	111.40	1+003.99	
E14	E15	341°33'54.18"	186.57	111.40	114.75	1+190.56	REDUCTOR BUSHING
E15	E16	345°41'20.25"	101.14	114.75	143.60	1+291.71	VAL. DE AIRE
E16	E17	344°5'48.80"	186.12	143.60	97.40	1+477.83	
E17	E18	339°11'14.47"	182.94	97.40	95.45	1+660.77	
E18	E19	323°7'48.37"	75	95.45	91.30	1+735.77	
E19	E20	294°24'47.90"	154.85	91.30	90.20	1+890.62	VAL. DE LIMPIEZA
E20	E21	296°15'59.90"	85.87	90.20	92.90	1+976.47	
E21	E22	283°19'28.31"	117.15	92.90	92.90	2+093.62	VAL. DE AIRE
E22	EPE	279°33'36.35"	50.30	92.90	88.30	2+143.92	
EPE	E23	279°33'36.35"	46.04	88.30	88.45	2+189.96	PASO AEREO
E23	E24	316°56'29.76"	82.07	88.45	87.81	2+272.02	VAL. DE LIMPIEZA
E24	E25	304°4'58.61"	242.69	87.81	90.60	2+514.72	
E25	E26	310°14'10.89"	119.21	90.60	88.70	2+633.92	VAL. DE LIMPIEZA
E26	E27	333°0'14.99"	59.48	88.70	88.80	2+693.42	VAL. DE AIRE
E27	E28	324°13'8.13"	136.82	88.80	98.65	2+830.27	
E28	E29	328°17'54.65"	79.92	98.65	103.55	2+910.17	
E29	E30	320°11'39.94"	15.62	103.55	103.80	2+925.77	
E30	E31	298°36'37.65"	62.65	103.80	104.40	2+988.42	
E31	E32	290°0'11.83"	162.93	104.40	118.53	3+151.32	VAL. DE AIRE
E32	E33	294°31'24.52"	239.52	118.53	104.70	3+389.82	
E33	E34	288°38'4.51"	181.52	104.70	102.55	3+571.32	VAL. DE LIMPIEZA
E34	E35	289°21'32.38"	78.43	102.55	103.10	3+649.77	
E35	E36	265°30'55.42"	51.16	103.10	108.20	3+700.92	VAL. DE AIRE
E36	E37	253°22'45.28"	89.92	108.20	106.50	3+770.82	
E37	E38	324°27'44.35"	94.63	106.50	104.80	3+865.47	
E38	E39	332°18'1.90"	45.18	104.80	103.10	3+910.67	
E39	E40	334°13'50.42"	32.2	103.10	100.45	3+942.87	
E40	E41	315°57'17.43"	84.86	100.45	97.85	4+027.72	REDUCTOR BUSHING
E41	E42	333°9'57.44"	95.26	97.85	95.25	4+122.97	VAL. DE LIMPIEZA
E42	E43	280°40'11.22"	70.21	95.25	114.40	4+193.18	
E43	E44	328°31'23.38"	57.45	114.40	112.33	4+250.63	
E44	E45	290°13'29.49"	20.25	112.33	116.90	4+270.88	VAL. DE AIRE
E45	E46	323°7'48.37"	25	116.90	110.90	4+295.88	VAL. DE LIMPIEZA
E46	E47	0°0'1.03"	53	110.90	111.60	4+348.88	
E47	E48	291°48'5.07"	53.85	111.60	110.75	4+402.73	
E48	E49	268°12'38.32"	64.03	110.75	115.65	4+466.78	TANQUE DISTRIB

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)	COTA DE INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DISTANCIAS ACUMULADAS	OBSERVACION
E49	E50	352°22'58.18"	47.43	114.15	105.30	0+047.43	VALUJA DE CONTROL
E50	E51	331°23'56.73"	16.09	105.30	102.77	0+066.52	
E51	E52	308°53'5.62"	40.56	102.77	96.40	0+107.10	
E52	E53	297°9'54.34"	49.31	96.40	91.51	0+156.41	
E53	E54	273°9'23.71"	39.66	91.51	84.65	0+196.07	
E54	E55	359°54'40.71"	24.93	84.65	79.00	0+221.00	
E55	E56	29°23'56.14"	22.94	79.00	76.15	0+243.94	
E56	E57	309°47'36.92"	18.89	76.15	74.25	0+262.83	
E57	E58	350°30'36.38"	13.89	74.25	73.14	0+276.71	SALE RAMAL A1
E58	E59	286°40'0.89"	31.3	73.14	72.60	0+308.01	VALUJA DE CONTROL
E59	E60	285°31'53.87"	38.54	72.60	88.80	0+346.55	
E60	E61	258°1'21.66"	49.7	88.80	65.45	0+396.25	
E61	E62	249°39'22.08"	37.37	65.45	65.35	0+433.62	
E62	E63	245°21'45.66"	31.46	65.35	65.39	0+465.08	
E63	E64	260°28'4.66"	45.19	65.39	65.20	0+510.27	
E64	E65	254°46'1.99"	37.82	65.20	61.05	0+548.09	SALE RAMAL A2
E65	E66	253°59'55.13"	12.32	61.05	61.50	0+560.41	VALUJA DE CONTROL
E66	E67	258°30'4.50"	29.7	61.50	63.20	0+590.11	
E67	E68	274°38'48.49"	27.02	63.20	64.05	0+617.13	SALE RAMAL A3
E68	E69	268°12'47.94"	47.6	64.05	68.30	0+664.73	VALUJA DE CONTROL
E69	E70	162°37'44.88"	51.3	68.30	70.25	0+716.03	
E70	E71	183°47'52.39"	59.96	70.25	75.80	0+775.99	
E71	E72	116°37'34.95"	8.65	75.80	78.58	0+784.64	
E72	E73	91°14'10.64"	34.1	78.58	79.00	0+818.74	
E73	E74	160°09.69"	14.68	79.00	80.80	0+833.42	
E74	E75	154°57'58.20"	16.65	80.80	80.50	0+850.07	
E75	E76	114°39'43.59"	26.57	80.50	77.08	0+876.84	
E76	E77	144°45'5.27"	12.28	77.08	75.98	0+888.92	
E77	E78	212°33'14.97"	49.82	75.98	72.50	0+938.74	
E78	E79	160°23'14.84"	10.65	72.50	70.63	0+938.74	
E79	E80	214°6'10.44"	23.36	70.63	68.50	0+972.77	
E80	E81	243°37'21.89"	19.72	68.50	68.30	0+992.49	
E81	E82	294°7'10.25"	36.5	68.30	67.20	1+028.99	SALE RAMAL A4
E82	E83	238°11'16.63"	24.94	67.20	68.90	1+053.83	VALUJA DE CONTROL
E83	E84	228°0'47.34"	29.73	68.90	71.37	1+083.66	VALUJA DE CONTROL
E84	E85	248°32'47.15"	14.54	71.37	74.67	1+098.20	
E85	E86	205°49'10.97"	6.24	74.67	74.89	1+104.44	SALE RAMAL A5
E86	E87	195°52'11.03"	19.47	74.89	75.80	1+123.91	V CYRB
E87	E88	222°6'23.67"	39.3	75.80	76.40	1+162.21	
E88	E89	208°34'54.05"	36.59	76.40	77.08	1+199.80	
E89	E90	171°32'10.99"	29.13	77.08	77.08	1+228.93	
E90	E91	262°33'22.84"	22.38	77.08	79.96	1+251.29	
E91	E92	242°53'42.25"	25.16	79.96	75.12	1+276.45	
E92	E93	294°57'23.43"	35.4	75.12	74.69	1+311.85	
E93	E94	283°34'30.70"	17.02	74.69	74.50	1+328.87	
E94	E95	346°18'17.07"	36.63	74.50	74.10	1+365.5	
E95	E96	5°44'53.65"	73.16	74.10	74.25	1+438.86	
E96	E97	17°7'38.17"	24.63	74.25	74.98	1+463.29	
E97	E98	26°34'37.91"	29.91	74.98	75.49	1+493.20	
E98	E99	329°27'28.24"	18.46	75.49	75.50	1+511.66	

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)	COTA DE INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DISTANCIAS ACUMULADAS	OBSERVACION
E58	E58.1	64°25'6.37"	39.74	73.14	72.80	0+316.45	V CYRB
E58.1	E58.2	15°42'19.70"	45.097	72.80	73.75	0+361.55	
E58.2	E58.3	16°47'22.02"	66.613	73.75	74.07	0+428.16	

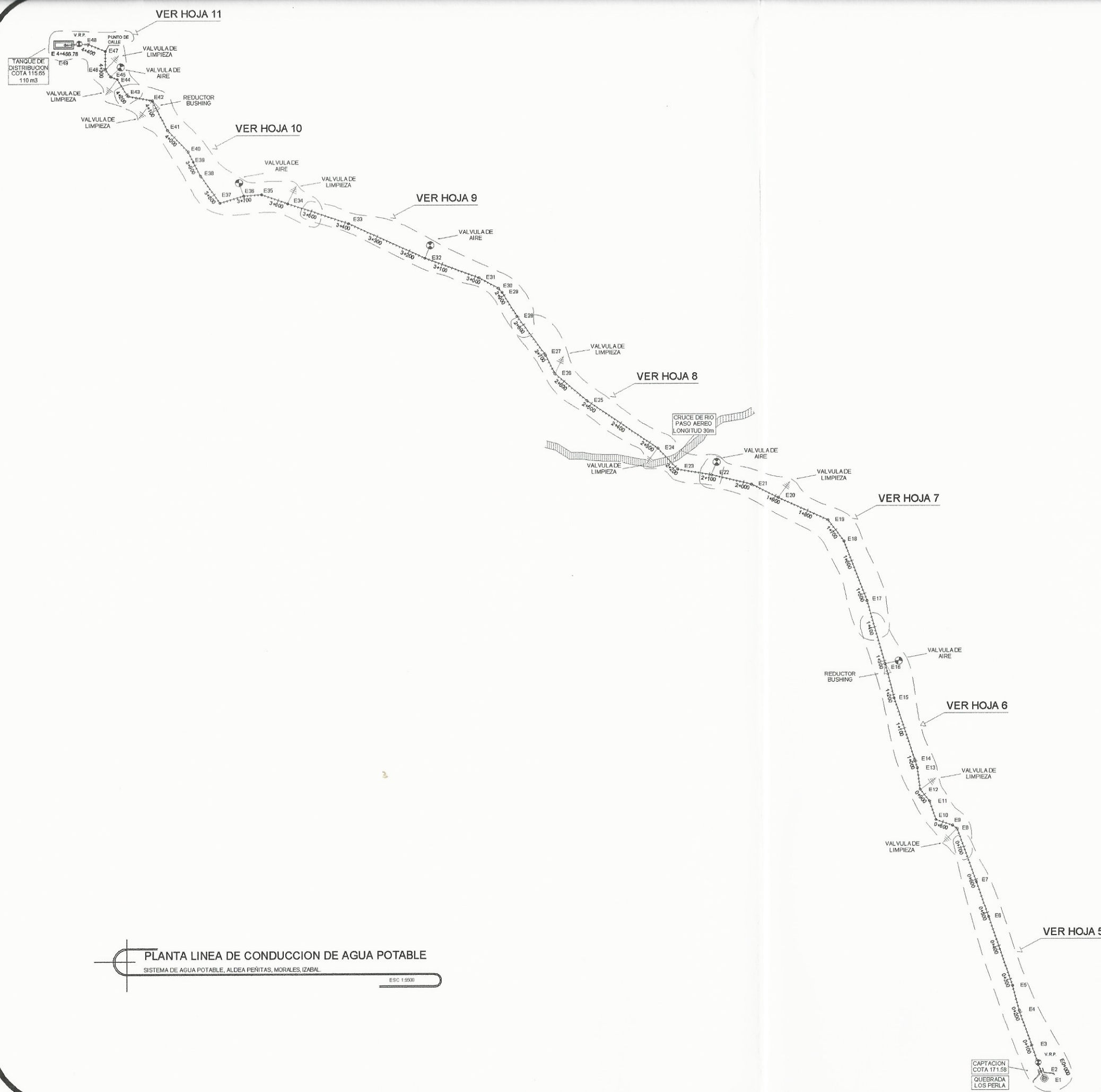
EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)	COTA DE INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DISTANCIAS ACUMULADAS	OBSERVACION
E65	E65.1	179°5'56.89"	16	61.05	60.70	0+568.09	V CYRB
E65.1	E65.2	183°39'51.94"	15.898	60.70	60.90	0+581.99	
E65.2	E65.3	188°07'59"	12.917	60.90	61.50	0+594.31	
E65.3	E65.4	201°44'2.98"	14.854	61.50	61.15	0+608.17	
E65.4	E65.5	196°36'0.84"	21.342	61.15	61.13	0+630.51	
E65.5	E65.6	198°41'7.32"	25.649	61.13	62.20	0+656.15	

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)	COTA DE INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DISTANCIAS ACUMULADAS	OBSERVACION
E68	E68.1	6°52'49.40"	18.019	64.05	64.80	0+609.17	V CYRB
E68.1	E68.2	4°34'47.97"	24.506	64.80	67.05	0+630.51	
E68.2	E68.3	14°27'38.71"	18.823	67.05	69.23	0+656.15	

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)	COTA DE INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DISTANCIAS ACUMULADAS	OBSERVACION
E83	E83.1	337°5'49.24"	23.037	68.90	68.40	1+076.97	VALUJA DE CONTROL
E83.1	E83.2	312°33'46.70"	35.225	68.40	67.80	1+112.19	

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)	COTA DE INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DISTANCIAS ACUMULADAS	OBSERVACION
E86	E86.1	131°13'34.13"	33.85	74.89	72.50	1+138.29	V CYRB
E86.1	E86.2	87°37'18.47"	18.887	72.50	73.25	1+157.16	
E86.2	E86.3	134°16'24.13"	12.55	74.45	74.45	1+169.71	
E86.3	E86.4	149°3'36.00"	22.582	74.45	77.75	1+192.56	

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)	COTA DE INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DISTANCIAS ACUMULADAS	OBSERVACION
E49	E100	233°35'22.7"	128.954	114.15	81.76	0+128.95	VALUJA DE CONTROL
E100	E101	244°15'34.9"	59.187	81.76	92.64	0+188.14	
E101	E102	253°41'43.6"	36.848	92.64	107.99	0+224.99	REDUCTOR BUSHING
E102	E103	233°37'04.9"	42.708	107.99	106.39	0+267.70	VALUJA DE CONTROL
E103	E104	270°10'45.8"	45.057	106.39	101.09	0+312.75	REDUCTOR BUSHING
E104	E105	251°54'22.5"	184.246	101.09	76.81	0+497.01	VALUJA DE CONTROL
E105	E106	191°20'26.5"	18.689	76.81	77.63	0+515.69	
E106	E107	241°33'37.9"	7.552	77.63	76.75	0+523.24	
E107	E108	274°33'28.1"	45.49	76.75	75.08	0+568.73	
E108	E109	220°9'18.8"	15.028	75.08	62.61	0+583.76	
E109	E110	158°31'19.0"	15.174	62.61	60.84	0+598.93	REDUCTOR BUSHING
E110	E111	248°46'46.8"	37.295	60.84	63.88	0+636.19	
E111	E112	252°04'51.8"	39.226	63.88	73.31	0+675.42	
E112	E113	285°21'17.7"	31.681	73.31	74.09	0+707.08	
E113	E114	219°20'25.9"	28.83	74.09	68.93	0+735.91	
E114	E115	169°33'11.5"	28.589	68.93	77.16	0+764.50	

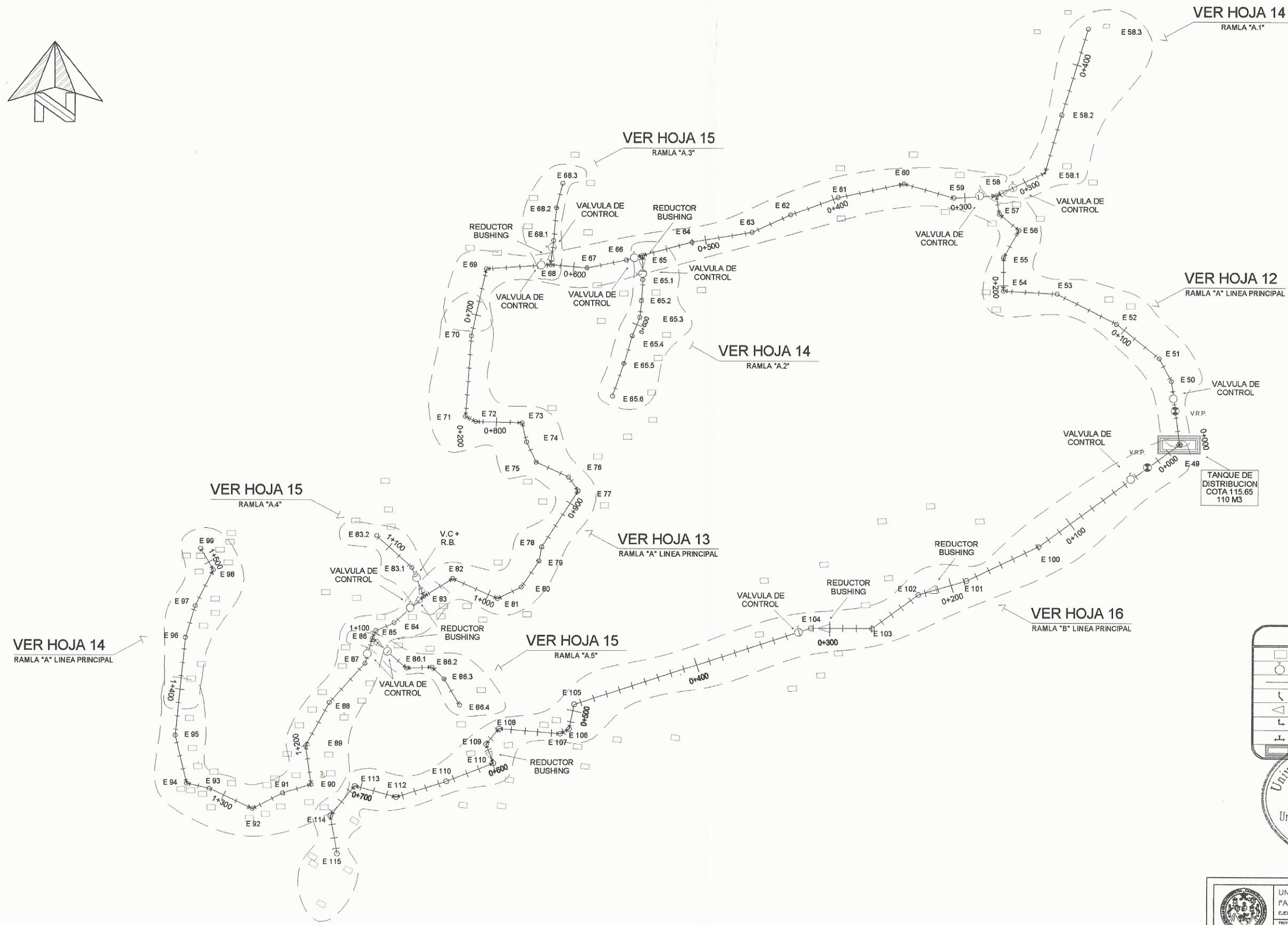
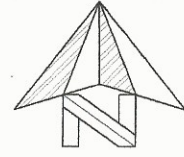


PLANTA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
 ESC 1:500

NOMENCLATURA	
	CAPTACION (FUENTE)
	TANQUE DE CAPTACION
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CAJA TRAMPA DE ARENA + LLAVE COMPUERTA
	CAJA PARA VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
LUGAR: MUNICIPIO: DEPARTAMENTO:	ALDEA PEÑITAS MORALES IZABAL
CONTENIDO: PLANTA LINEA DE CONDUCCION	
DISEÑO: LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ CALIFICADO: LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ DIBUJADO: LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ESCALA: 1:500	 3 21



VER HOJA 15
RAMLA "A.4"

VER HOJA 13
RAMLA "A" LINEA PRINCIPAL

VER HOJA 15
RAMLA "A.5"

VER HOJA 16
RAMLA "B" LINEA PRINCIPAL

VER HOJA 14
RAMLA "A.1"

VER HOJA 15
RAMLA "A.3"

VER HOJA 12
RAMLA "A" LINEA PRINCIPAL

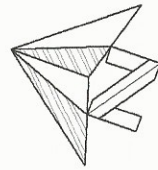
VER HOJA 14
RAMLA "A.2"

NOMENCLATURA	
	CONEXION PREDIAL
	VALVULA DE CONTROL
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	CODO 45° PVC
	CODO 90° PVC
	TEE PVC
	TANQUE DE DISTRIBUCION

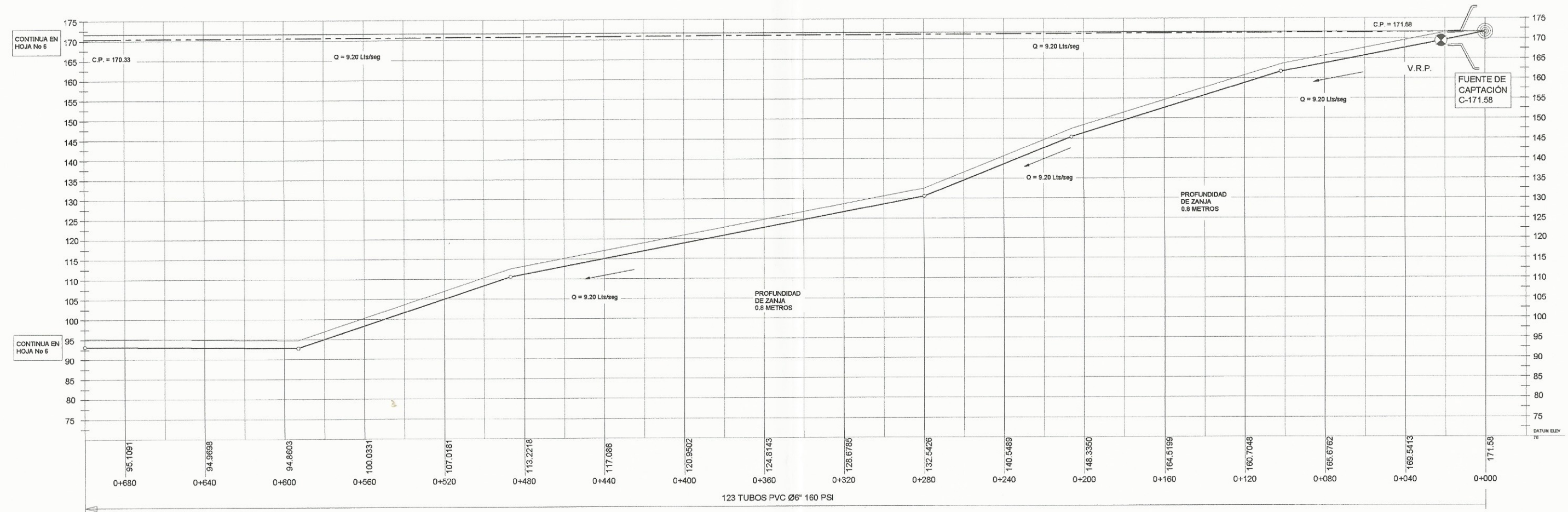
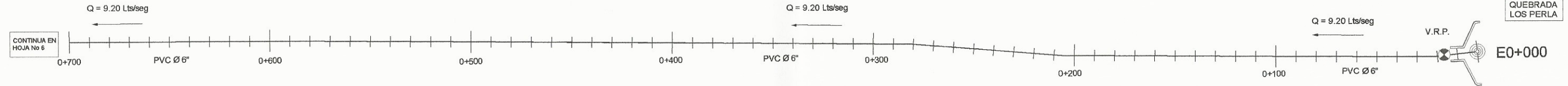
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
 ESC 1:1500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.	
LUGAR:	ALDEA PEÑITAS
MUNICIPIO:	MORALES
DEPARTAMENTO:	IZABAL
CONTENIDO: PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION	
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES CALIFICADO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES DIBUJADO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES ESCALA: 1:5000	21



NOMENCLATURA	
	CAPTACION (FUENTE)
	TANQUE DE CAPTACION
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CAJA TRAMPA DE ARENA + LLAVE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

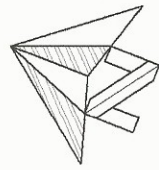


PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE 0+000 A 0+700
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL
 ESC HOR: 1:1000
 ESC VER: 1:500

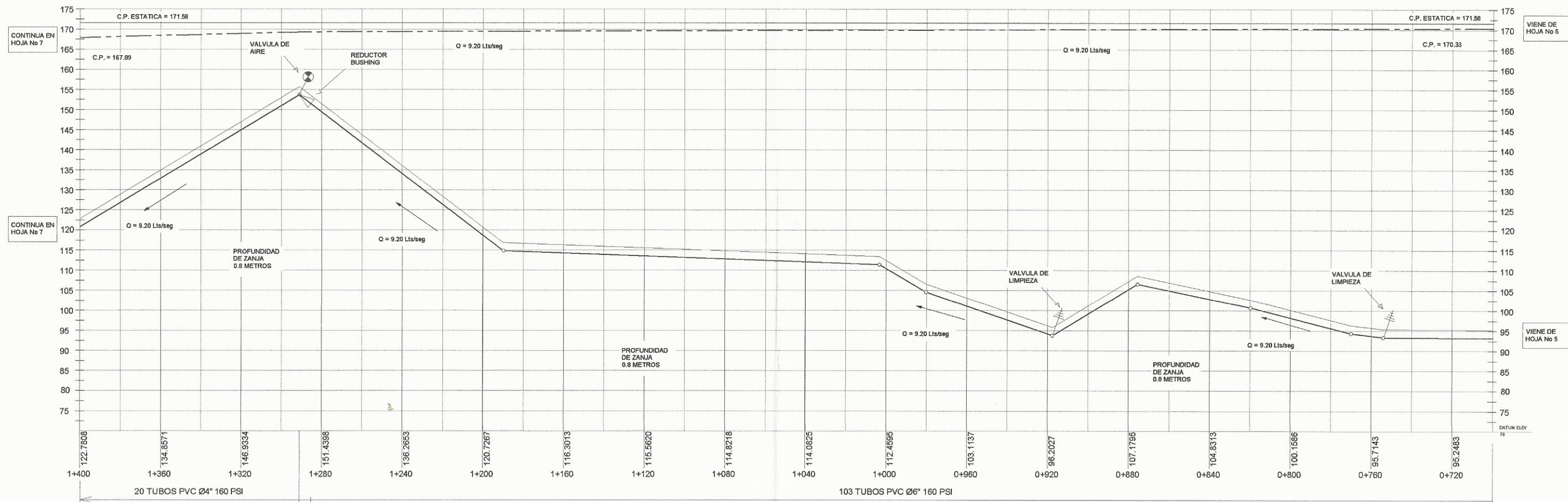
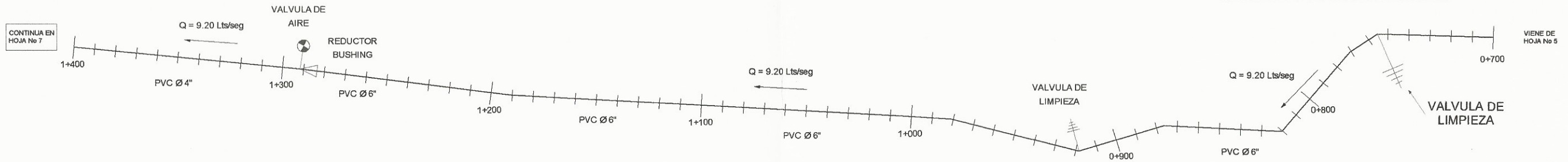
REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION/DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
LUGAR: ALDEA PEÑITAS MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO: PLANTA- PERFIL LINEA DE CONDUCCION 0+000 A 0+700	
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES CALIFICADO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES REVISADO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES ESPECIAL: INGENIERIA	 21



NOMENCLATURA	
	CAPTACION (FUENTE)
	TANQUE DE CAPTACION
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CAJA TRAMPA DE ARENA + LLAVE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

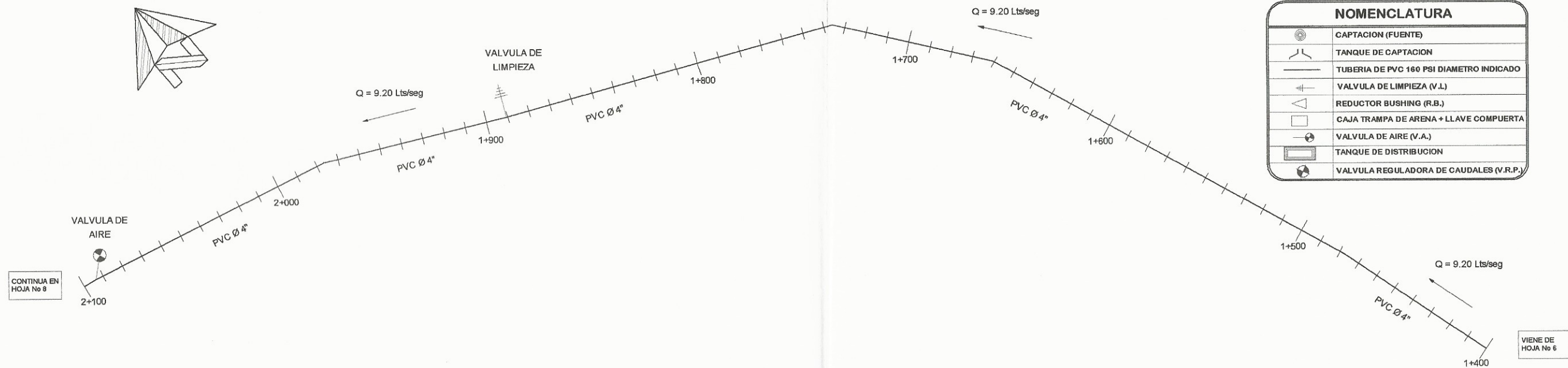
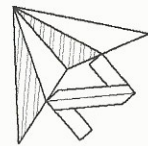


PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE 0+700 A 1+400
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
 ESC HOR 1:1000
 ESC VER 1:500

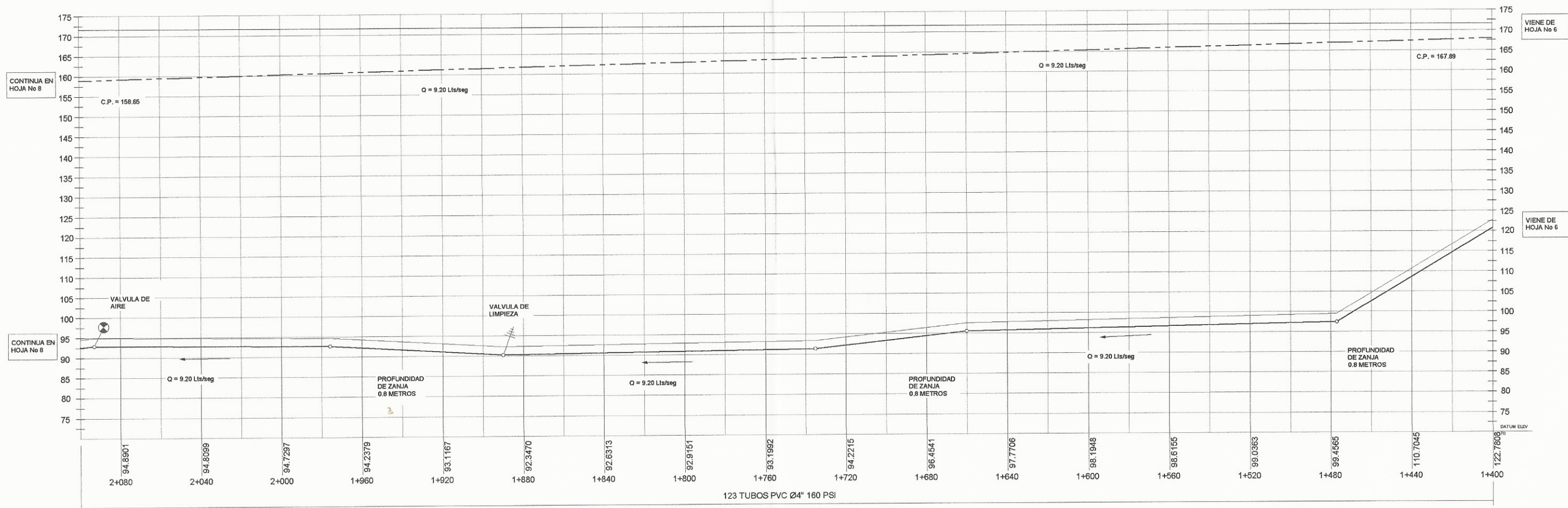
REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y P.P.
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
LUGAR: ALDEA PEÑITAS	MUNICIPIO: MORALES
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION 0+700 A 1+400	
DISEÑO: ING. DANIEL RAMOS MORALES CALIFICADO: ING. DANIEL RAMOS MORALES REVISADO: ING. DANIEL RAMOS MORALES ESCALA: 1:500	 21



NOMENCLATURA	
	CAPTACION (FUENTE)
	TANQUE DE CAPTACION
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CAJA TRAMPA DE ARENA + LLAVE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

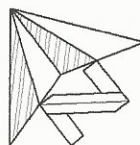


PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE 1+400 A 2+100
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
 ESC HOR 1:1000
 ESC VER 1:500

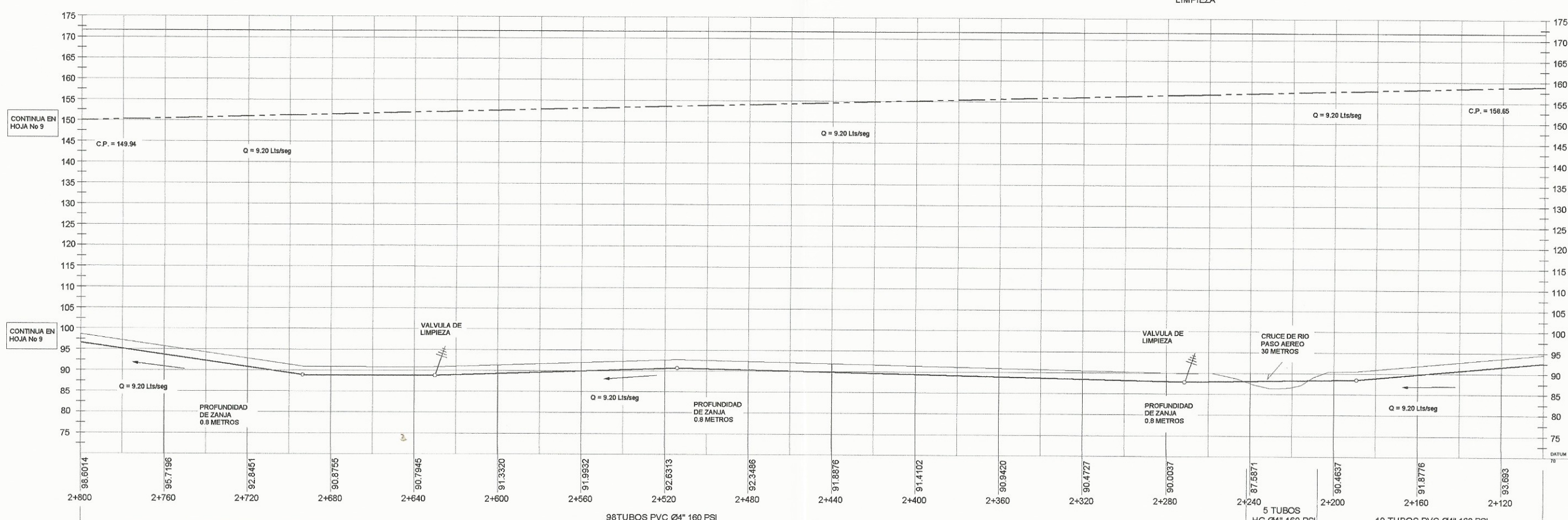
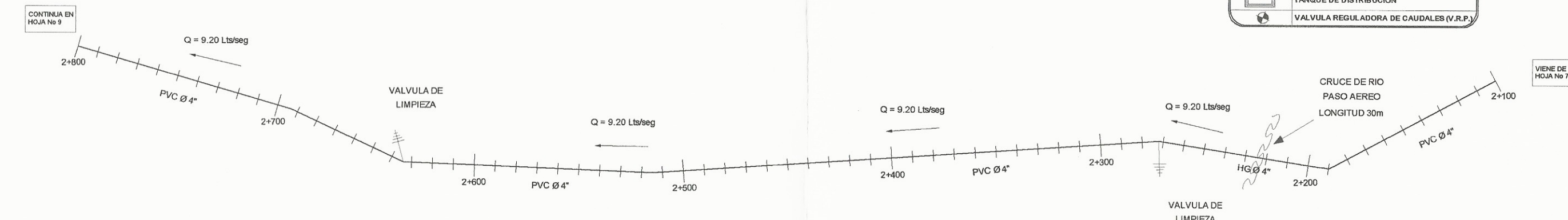
REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION/DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S
	TITULO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
LUGAR: MUNICIPIO: DEPARTAMENTO:	ALDEA PEÑITAS MORALES IZABAL
TITULO:	PLANTA- PERFIL LINEA DE CONDUCCION 1+400 A 2+100
DISEÑO: CALCULO: DIBUJO: ESCALA:	LUIS RAFAEL RAMOS MORALES LUIS RAFAEL RAMOS MORALES LUIS RAFAEL RAMOS MORALES ESCALA: 1:500



NOMENCLATURA	
	CAPTACION (FUENTE)
	TANQUE DE CAPTACION
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CAJA TRAMPA DE ARENA + LLAVE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)



CONTINUA EN HOJA No 9

VIENE DE HOJA No 7

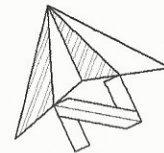
VIENE DE HOJA No 7

PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE 2+100 A 2+800
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
 ESC HOR 1:1000
 ESC VER 1:500

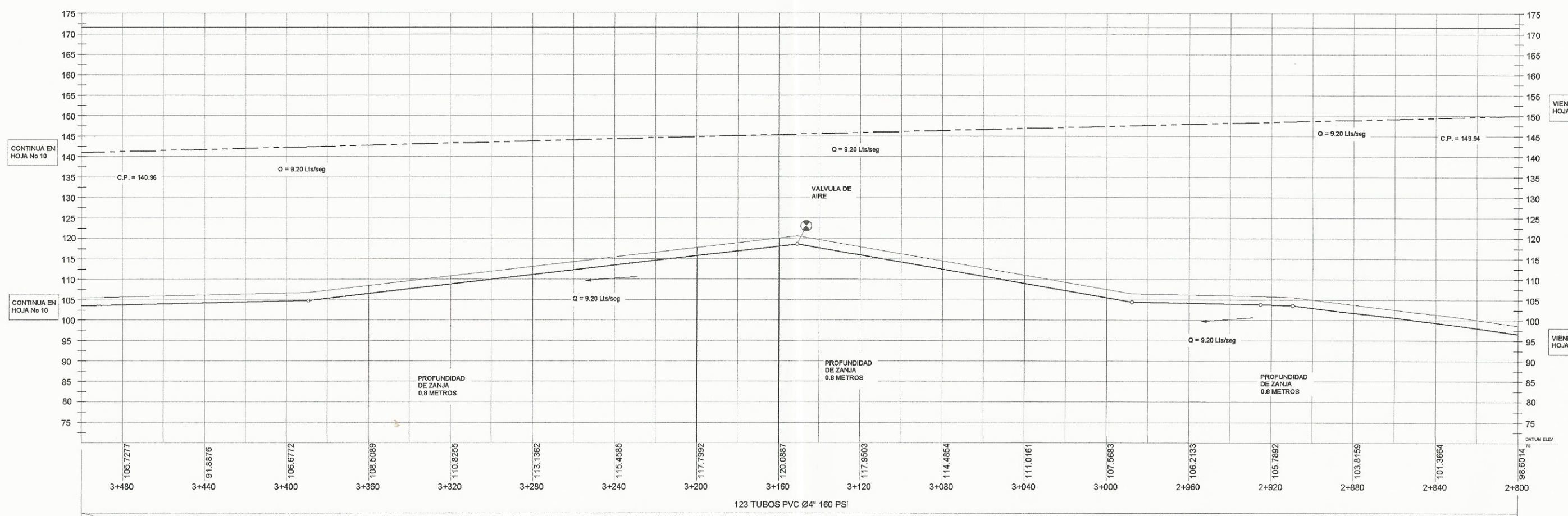
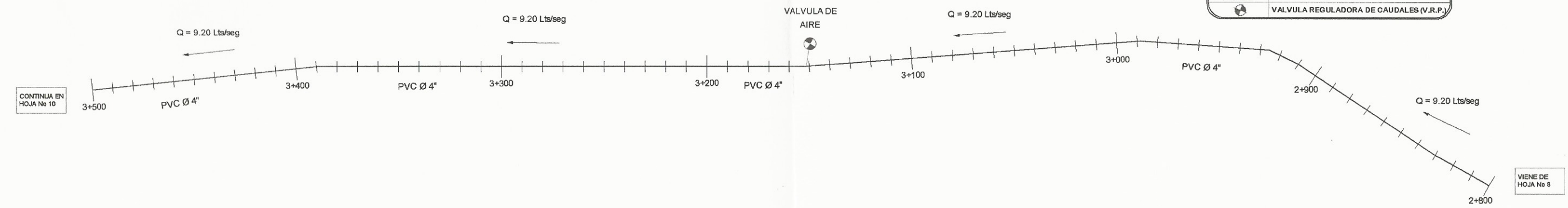
REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.	
LUGAR:	ALDEA PEÑITAS
MUNICIPIO:	MORALES
DEPARTAMENTO:	IZABAL
CONTENIDO: PLANTA- PERFIL LINEA DE CONDUCCION 2+100 A 2+800	
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES CALCULO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES DIBUJO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES ESCALA: 1:500	 21



NOMENCLATURA	
	CAPTACION (FUENTE)
	TANQUE DE CAPTACION
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CAJA TRAMPA DE ARENA + LLAVE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)



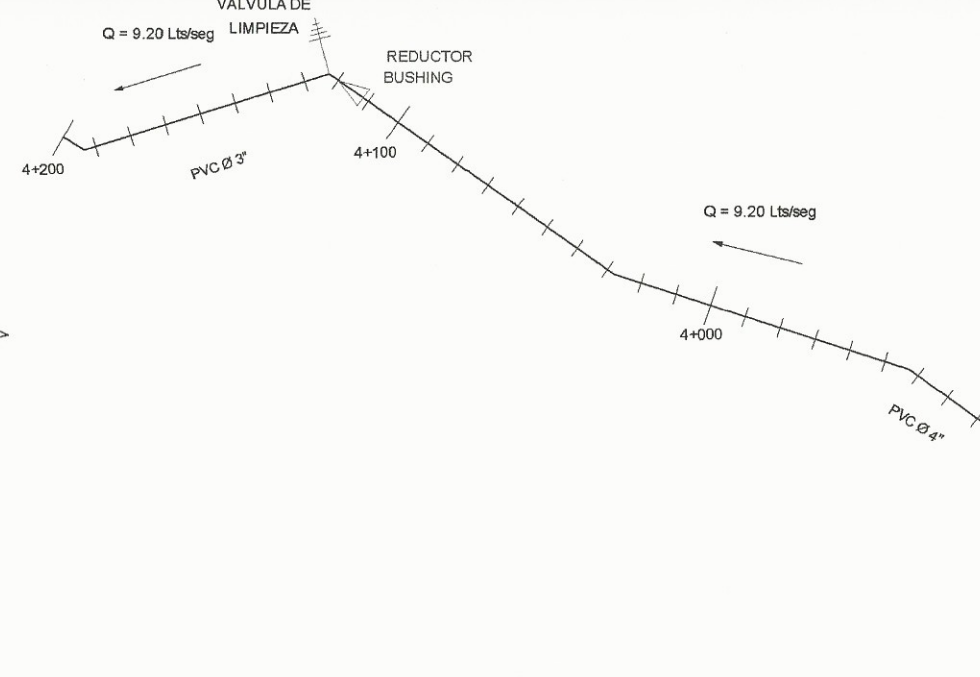
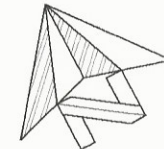
PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE 2+800 A 3+500
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL
 ESC HOR 1:1000
 ESC VER 1:500

REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION/DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE OBRAS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

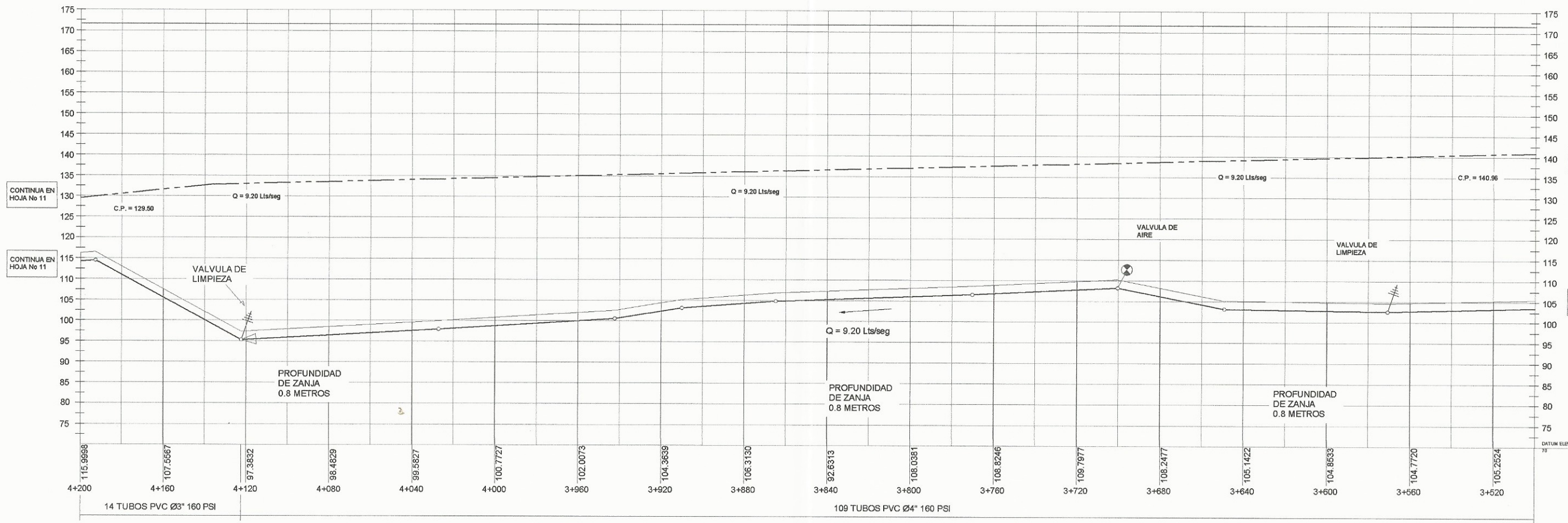
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.	
LUGAR: ALDEA PEÑITAS	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO: PLANTA- PERFIL LINEA DE CONDUCCION 2+800 A 3+500	
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES	
CALEFICADO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES	
REVISADO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES	
ESTADIA: MORALES	

CONTINUA EN HOJA No 11



NOMENCLATURA	
	CAPTACION (FUENTE)
	TANQUE DE CAPTACION
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CAJA TRAMPA DE ARENA + LLAVE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

VIENE DE HOJA No 9

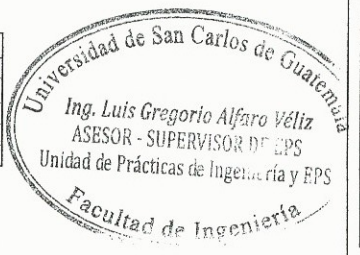


VIENE DE HOJA No 9

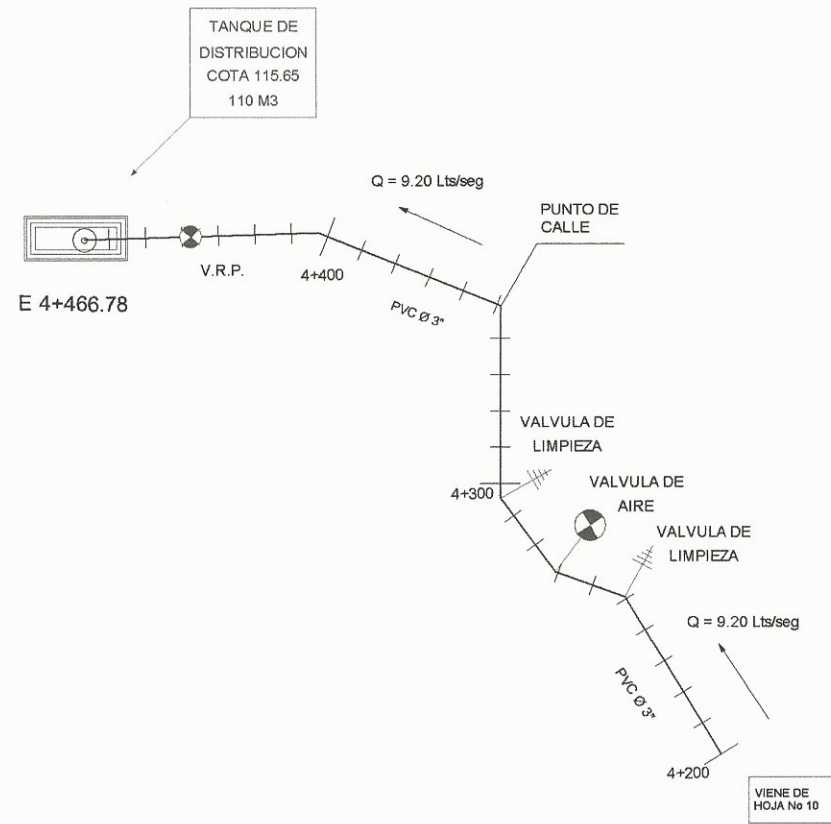
VIENE DE HOJA No 9

PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE 3+500 A 4+200
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL
 ESC HOR 1:300
 ESC VER 1:50

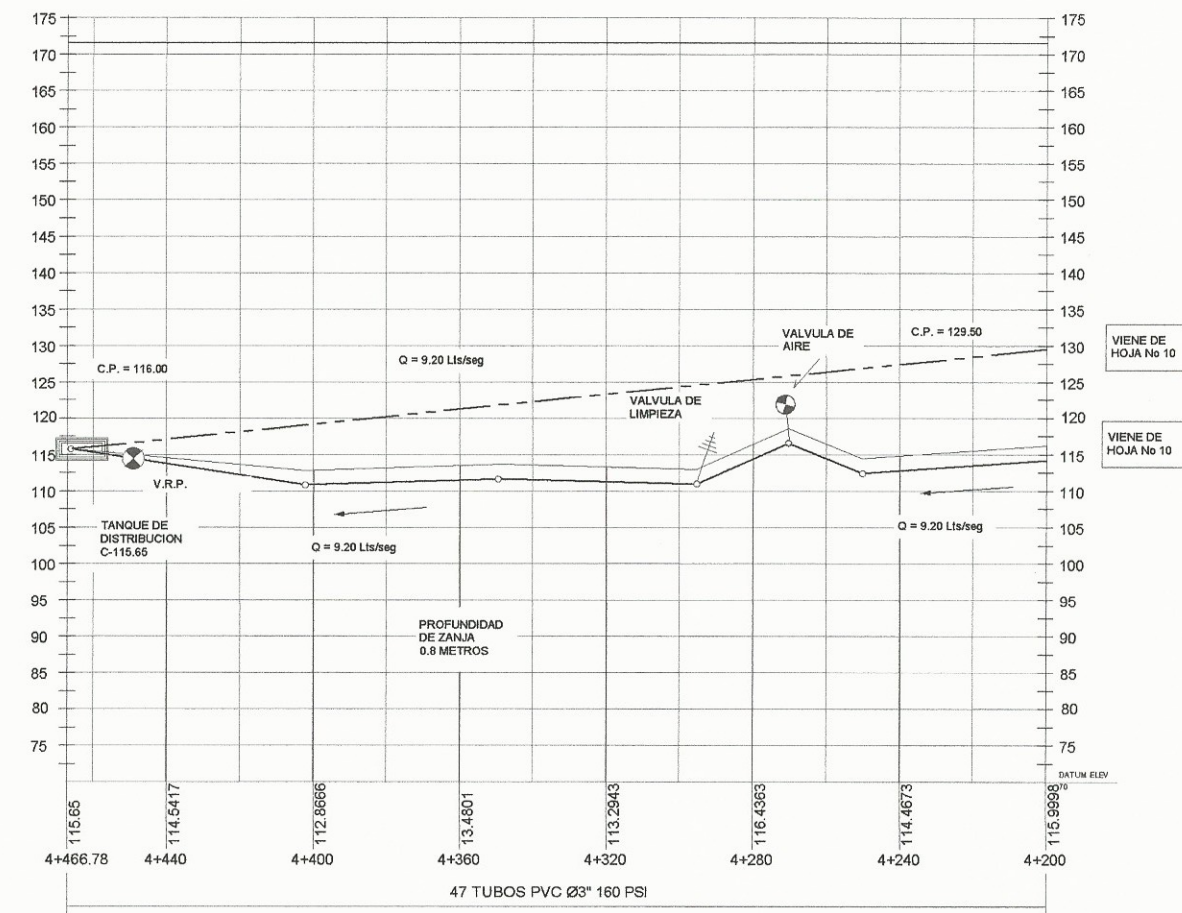
REFERENCIAS	
	RIO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION/DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.9
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
LUGAR: ALDEA PEÑITAS MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	CONVENIO: PLANTA- PERFIL LINEA DE CONDUCCION 3+500 A 4+200
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES CALCULO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES DIBUJO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES EVALUACION: LUIS DANIEL RAMOS MORALES	FECHA: 20/05/2010



NOMENCLATURA	
	CAPTACION (FUENTE)
	TANQUE DE CAPTACION
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CAJA TRAMPA DE ARENA + LLAVE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

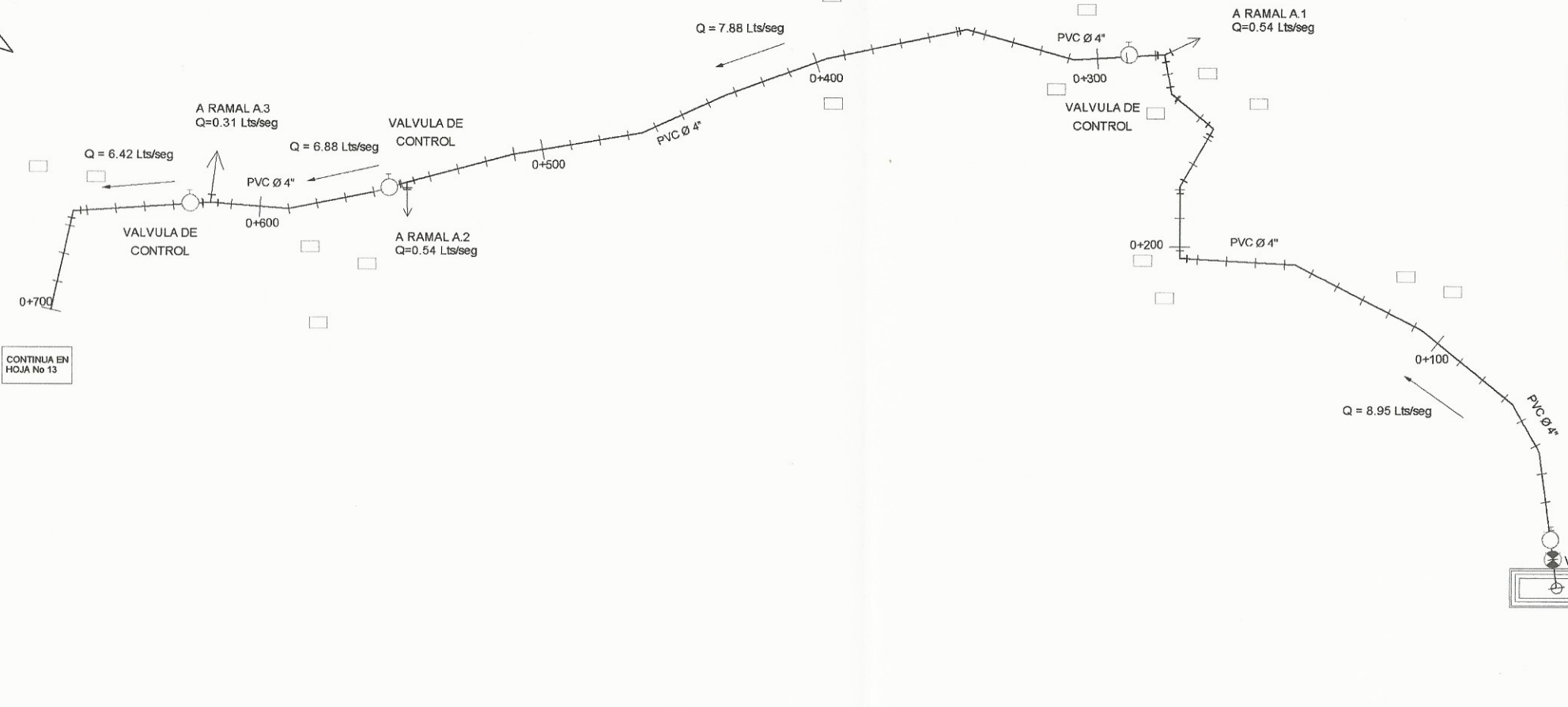
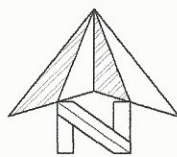


PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE 4+200 A 4+466.78
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
 ESC HOR 1:1000
 ESC VER 1:500

REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA

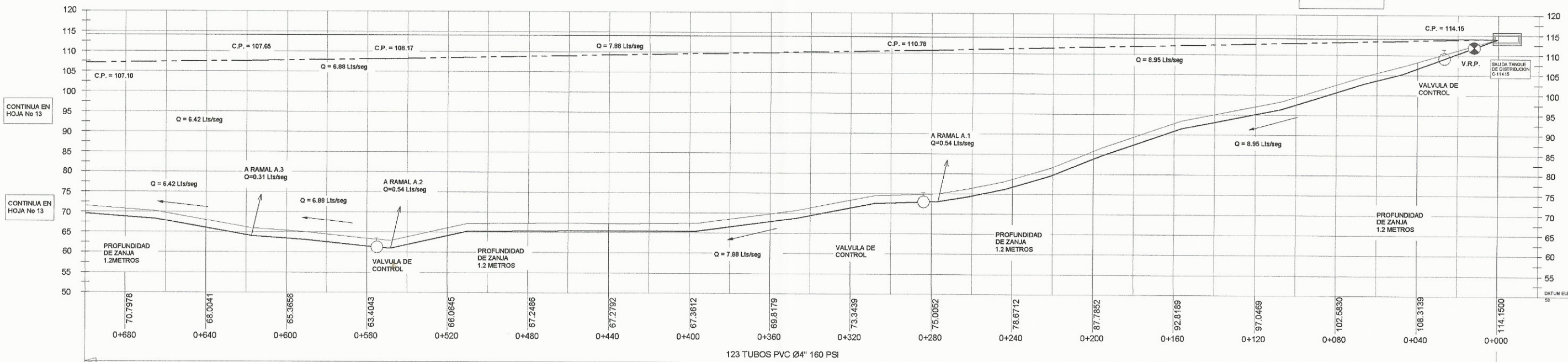
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
LUGAR: MUNICIPIO: DEPARTAMENTO:	ALDEA PEÑITAS MORALES IZABAL
CONTenido:	PLANTA- PERFIL LINEA DE CONDUCCION 4+200 A 4+466.78
DISEÑO: CANTIDAD: REVISÓ: BOJAL: INICIA:	LUIS DANIEL RAMOS MORALES LUIS DANIEL RAMOS MORALES LUIS DANIEL RAMOS MORALES LUIS DANIEL RAMOS MORALES



NOMENCLATURA	
	CONEXION PREDIAL
	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	CODO 45° PVC
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CODO 90° PVC
	TEE PVC
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

REFERENCIAS	
	RIO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA



CONTINUA EN HOJA No 13

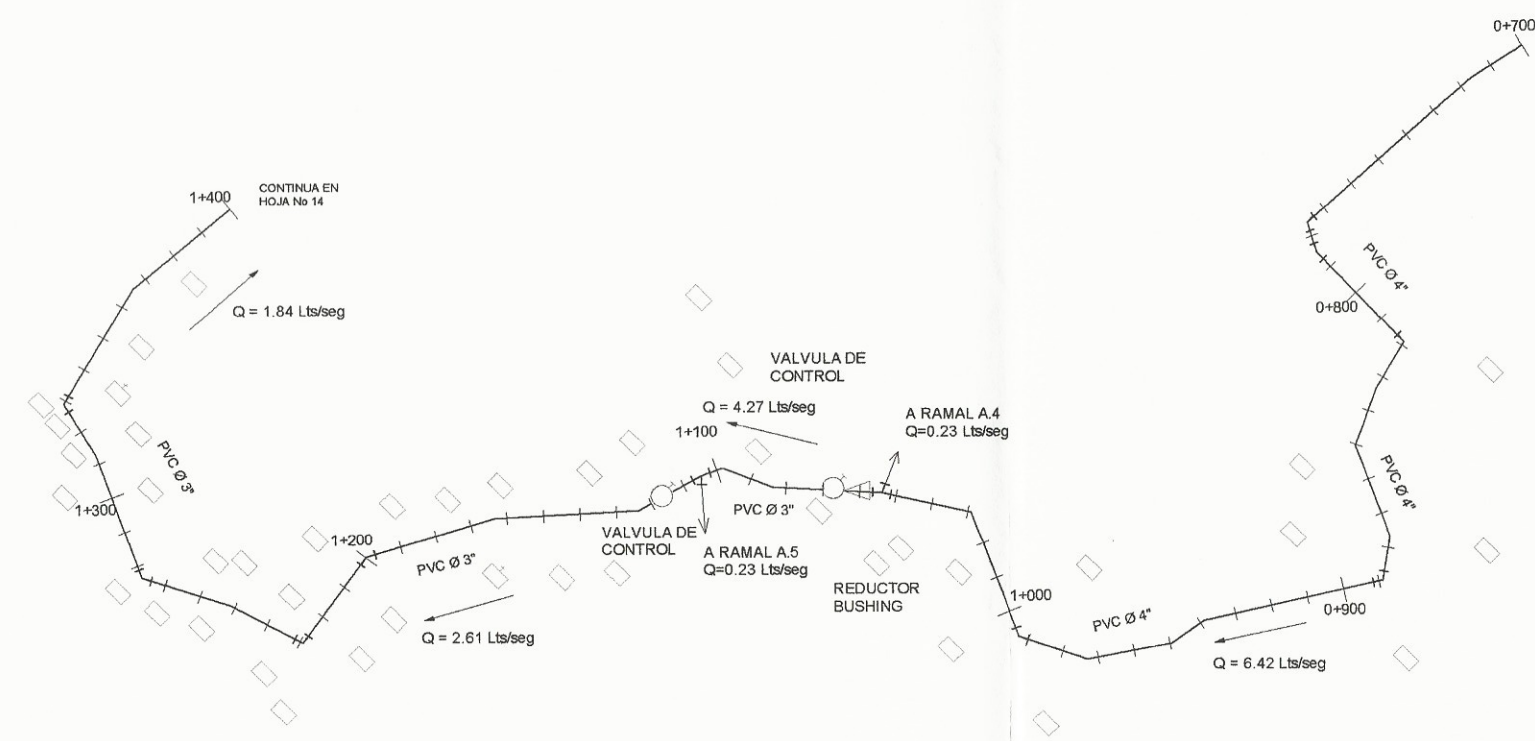
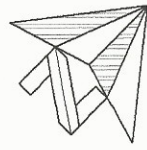
CONTINUA EN HOJA No 13

PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A"
 DE 0+000 A 0+700
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL

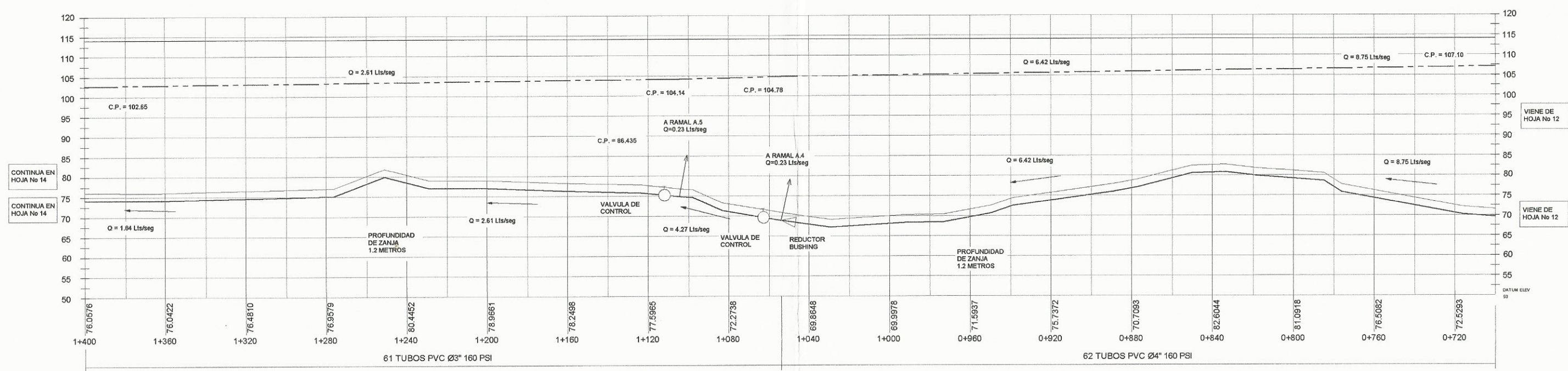
ESC HORIZ 1:500
 ESC VERT 1:50

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
LUGAR:	ALDEA PEÑITAS
MUNICIPIO:	MORALES
DEPARTAMENTO:	IZABAL
CONTENIDO:	PLANTA- PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A" 0+000 A 0+700
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES	2
CALEFICADO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES	2
BRILLO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES	2
ESCALA: INDICADA	21



REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA



CONTINUA EN HOJA No 14

VIENE DE HOJA No 12

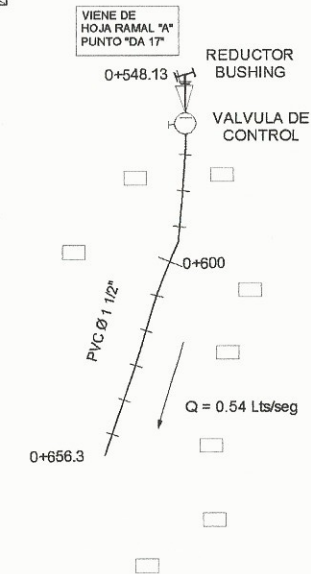
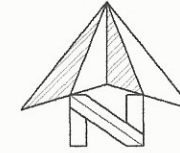
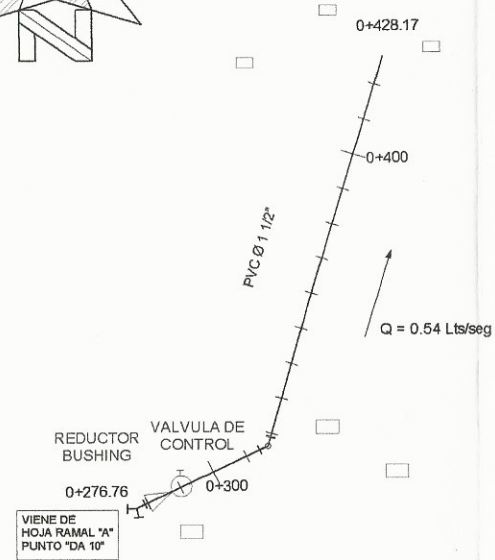
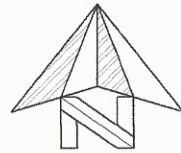
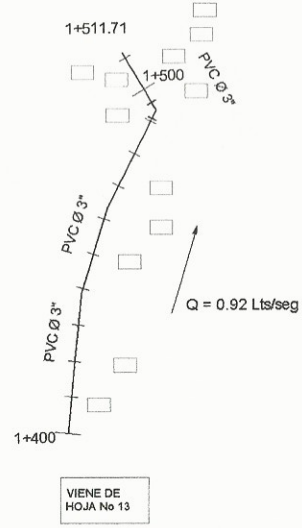
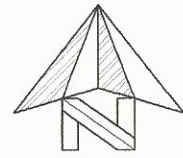
VIENE DE HOJA No 12

PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A"
DE 0+700 A 1+400
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL

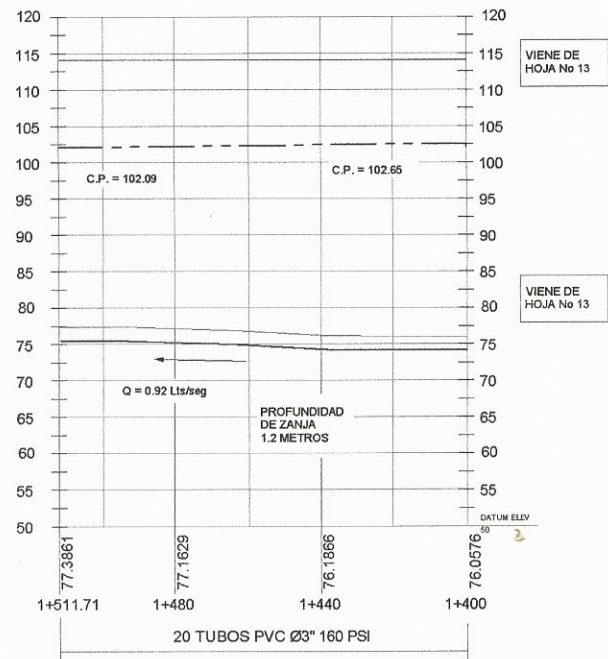
ESC. HOR. 1:300
ESC. VER. 1:500



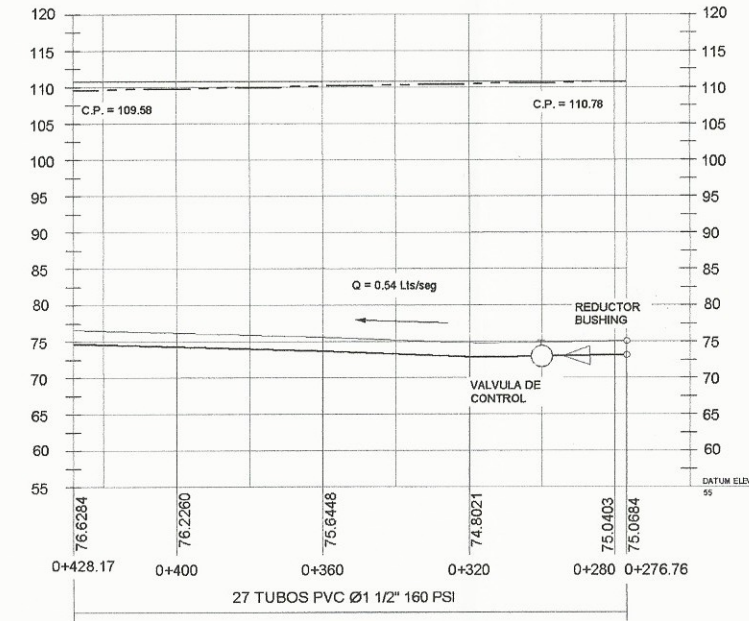
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
	LUGAR: ALDEA PEÑITAS MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL
	CONTENIDO: PLANTA- PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A" 0+700 A 1+400
DISEÑO: LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ CALIFICADO: LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REVISADO: LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ FECHA: 2013	13 21



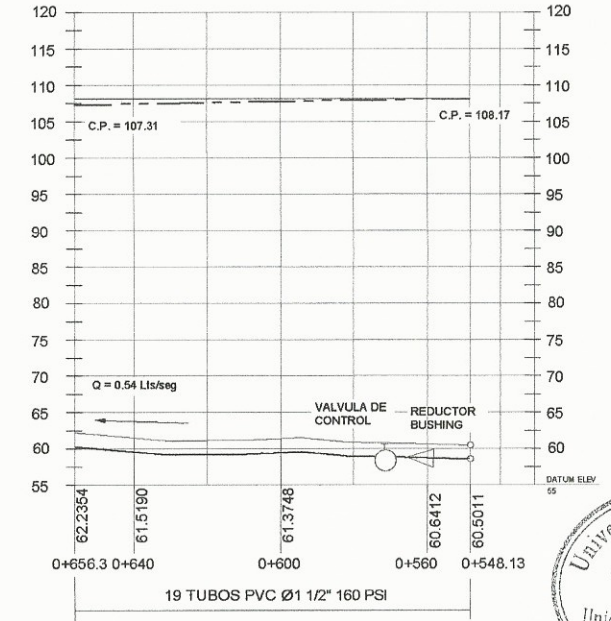
NOMENCLATURA	
	CONEXION PREDIAL
	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	CODO 45° PVC
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CODO 90° PVC
	TEE PVC
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)



PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A" DE 1+400 A 1+511.71. SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL. ESCRIBOR 1:500 ESCRIBIDA 1:500



PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A.1" SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL. ESCRIBOR 1:500 ESCRIBIDA 1:500

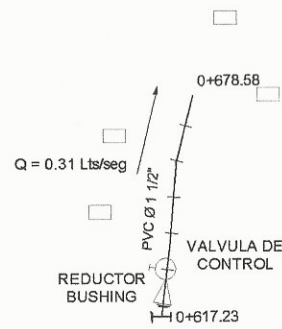
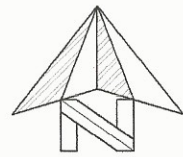


PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A.2" SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL. ESCRIBOR 1:500 ESCRIBIDA 1:500

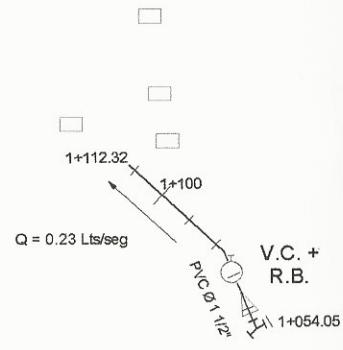
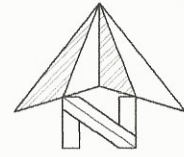
REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION/DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA



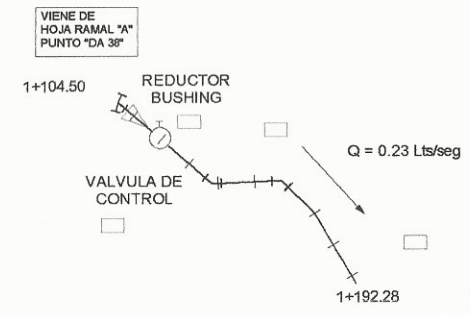
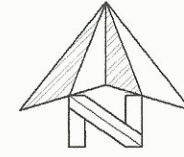
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.	
LUGAR:	ALDEA PEÑITAS
MUNICIPIO:	MORALES
DEPARTAMENTO:	IZABAL
CONTENIDO: PLANTA- PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A" 1+400 A 1+511.71, RAMAL A.1, RAMAL A.2	
DISEÑO: ING. DANIEL RAMIRO MORALES CALCULO: ING. DANIEL RAMIRO MORALES REVISOR: ING. DANIEL RAMIRO MORALES ENCUAD. BOQUITA	INGENIERO ASESOR LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ 02/04/2019



VIENE DE
HOJA RAMAL "A"
PUNTO "DA 20"

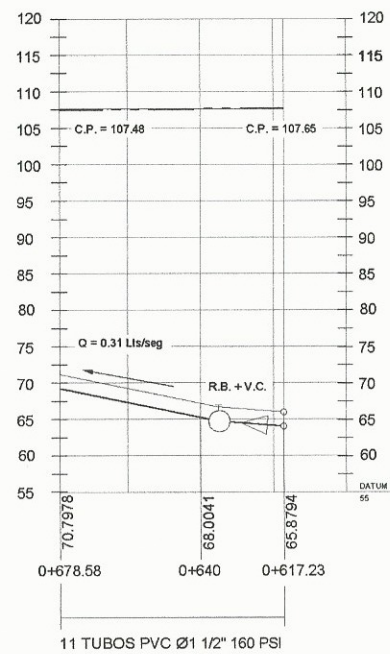


VIENE DE
HOJA RAMAL "A"
PUNTO "DA 35"



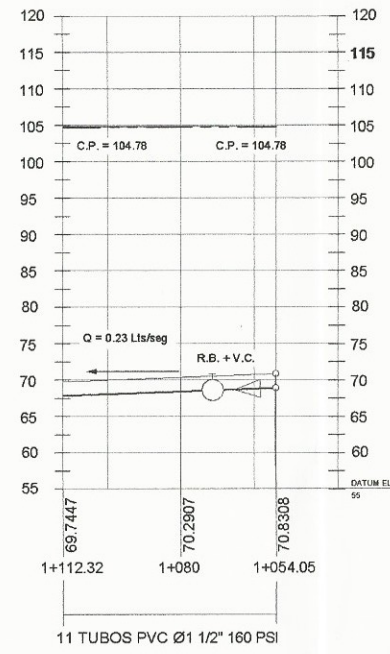
NOMENCLATURA	
	CONEXION PREDIAL
	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	CODO 45° PVC
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CODO 90° PVC
	TEE PVC
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

REFERENCIAS	
	RÍO O QUIBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTATICA



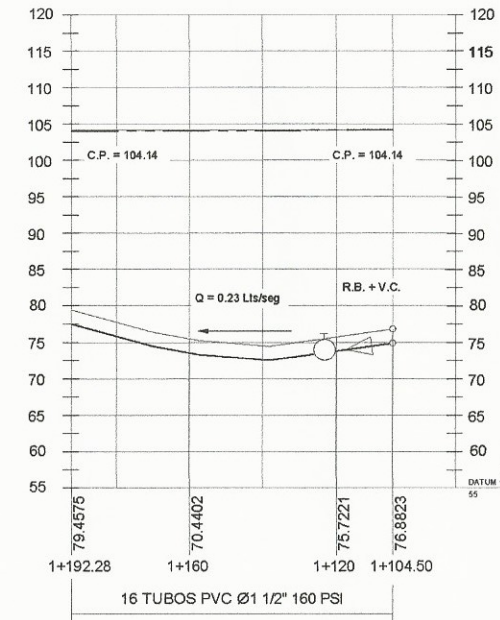
PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A.3"
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA: 1:100
ELEV: 1:50



PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A.4"
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA: 1:100
ELEV: 1:50

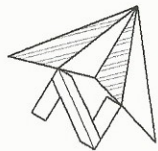


PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A.5"
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

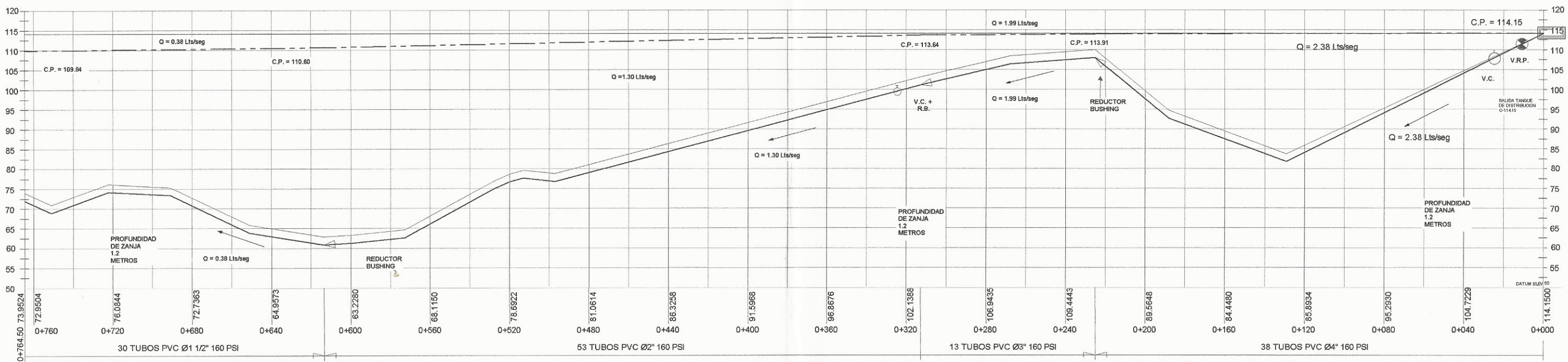
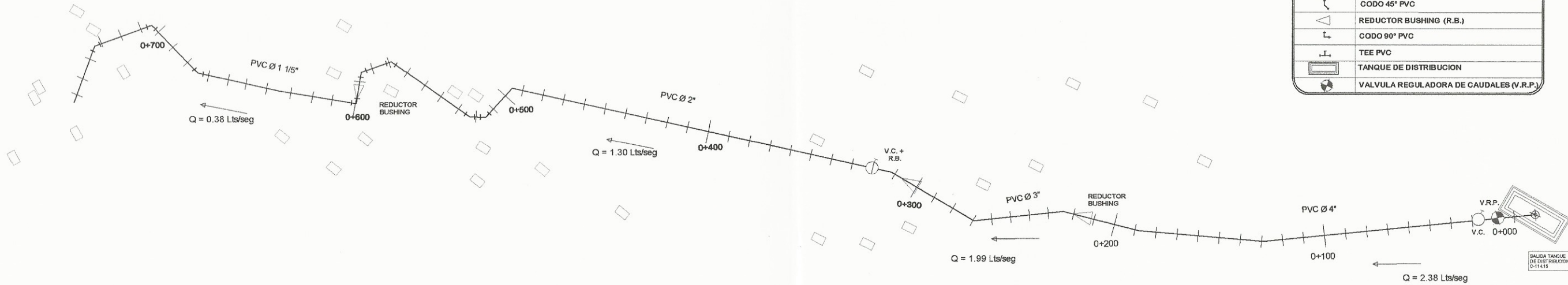
ESCALA: 1:100
ELEV: 1:50



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
LUGAR:	ALDEA PEÑITAS
MUNICIPIO:	MORALES
DEPARTAMENTO:	IZABAL
CONTENIDO:	PLANTA- PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "A" RAMA A.3, RAMAL A.4 Y RAMAL A.5
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMIRO MORALES	 5 21
CALEFICADO: LUIS DANIEL RAMIRO MORALES	
REVISADO: LUIS DANIEL RAMIRO MORALES	
BOQUA: INICIADA	



NOMENCLATURA	
	CONEXION PREDIAL
	VALVULA DE CONTROL (V.C.)
	TUBERIA DE PVC 160 PSI DIAMETRO INDICADO
	CODO 45° PVC
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	CODO 90° PVC
	TEE PVC
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

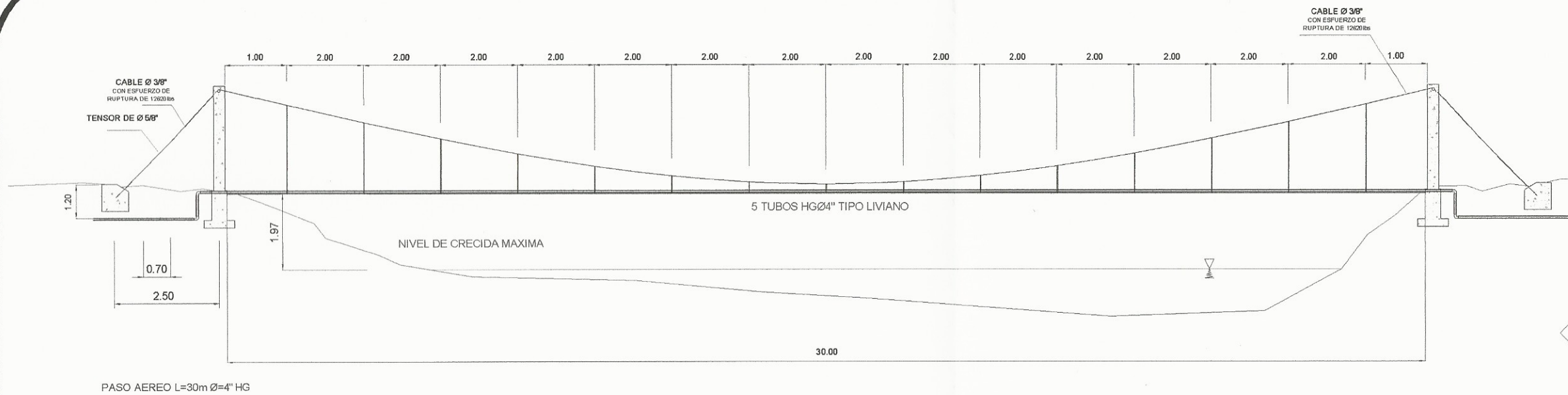


PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "B"
 DE 0+000 A 0+764.50
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
 ESC HOR 1:1000
 ESC VER 1:500

REFERENCIAS	
	RÍO O QUEBRADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE CONDUCCION DISTRIBUCION
	LINEA DE PRESION DINAMICA
	LINEA DE PRESION ESTADICA

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
LUGAR: ALDEA PEÑITAS MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO: PLANTA- PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL "B"	
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMIRO ACAYAL CALCULO: LUIS DANIEL RAMIRO ACAYAL DIBUJO: LUIS DANIEL RAMIRO ACAYAL ESCALA: 1:500	 21

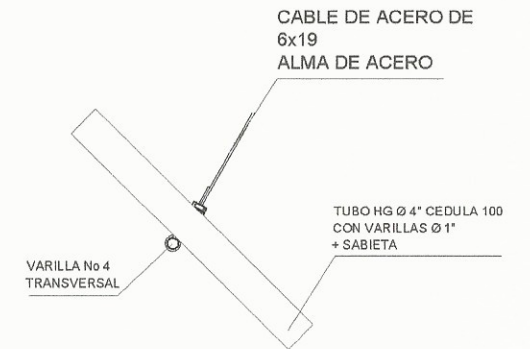


PASO AEREO L=30m Ø=4" HG

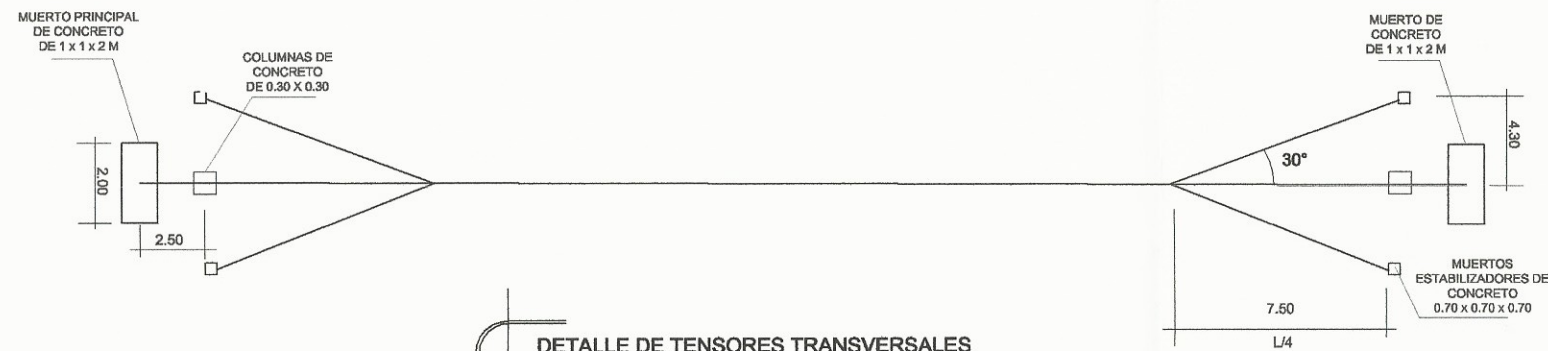


PERFIL DE PASO AEREO PARA TUBERIA HG
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA 1:75

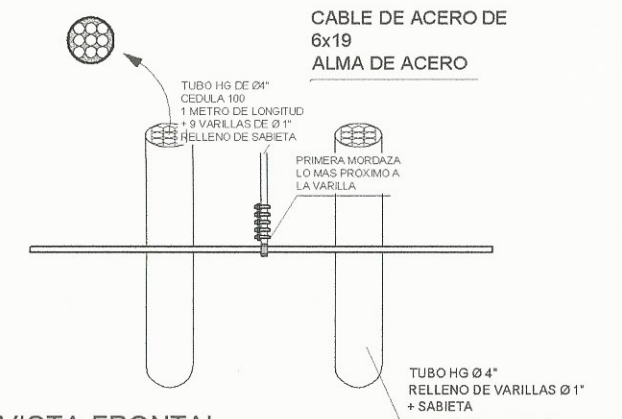


VISTA LATERAL

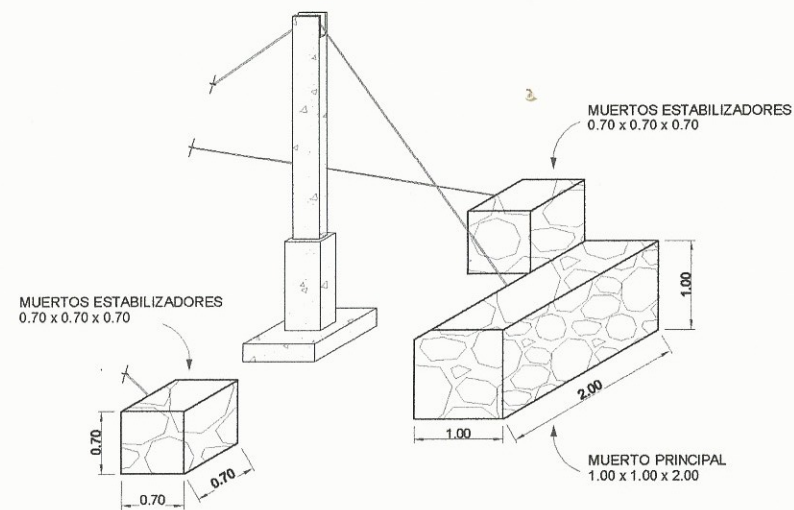


DETALLE DE TENSORES TRANSVERSALES
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

SIN ESCALA

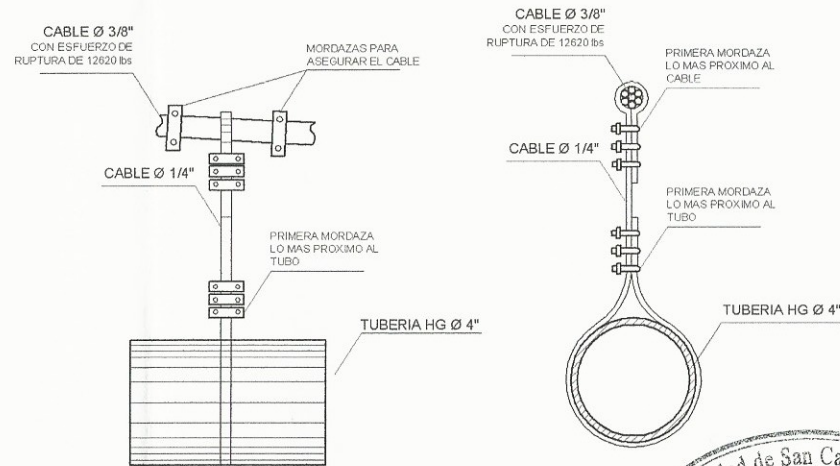


VISTA FRONTAL



ISOMETRICO DE COLUMNA + MUERTOS DE CONCRETO
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

SIN ESCALA



DETALLE DE SUSPENSION DEL TUBO
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

SIN ESCALA

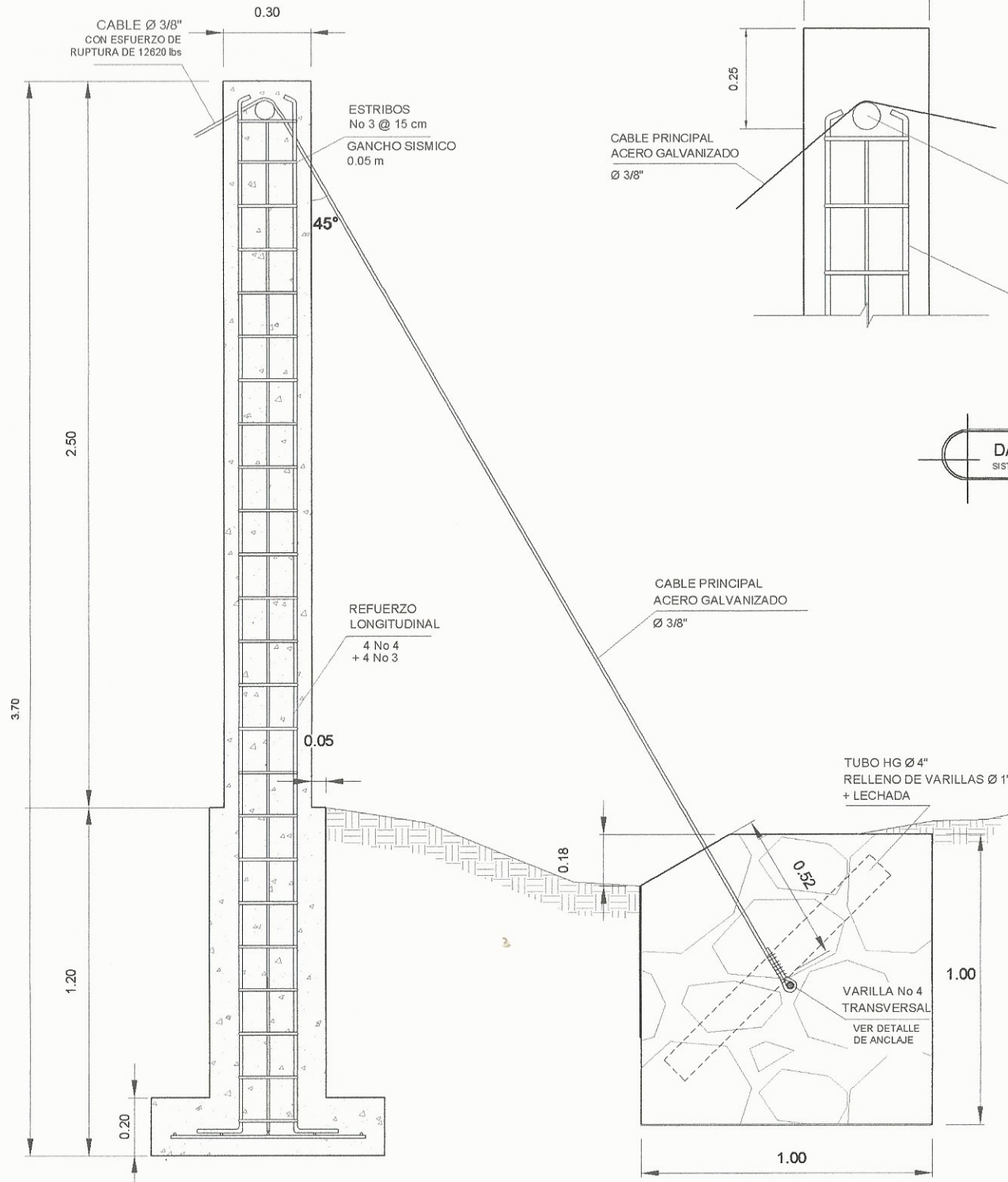


DETALLE DE ANCLAJE DE TENSOR
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

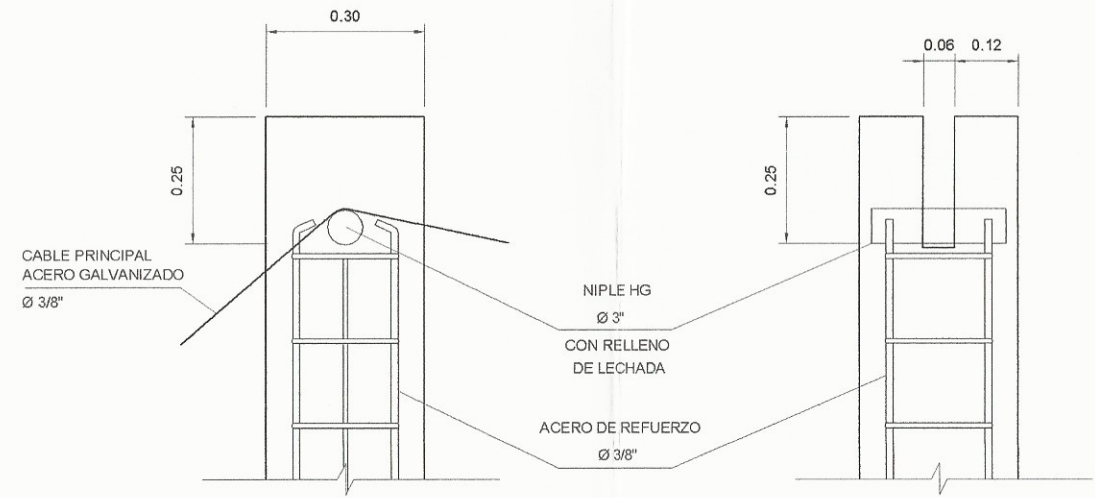
SIN ESCALA



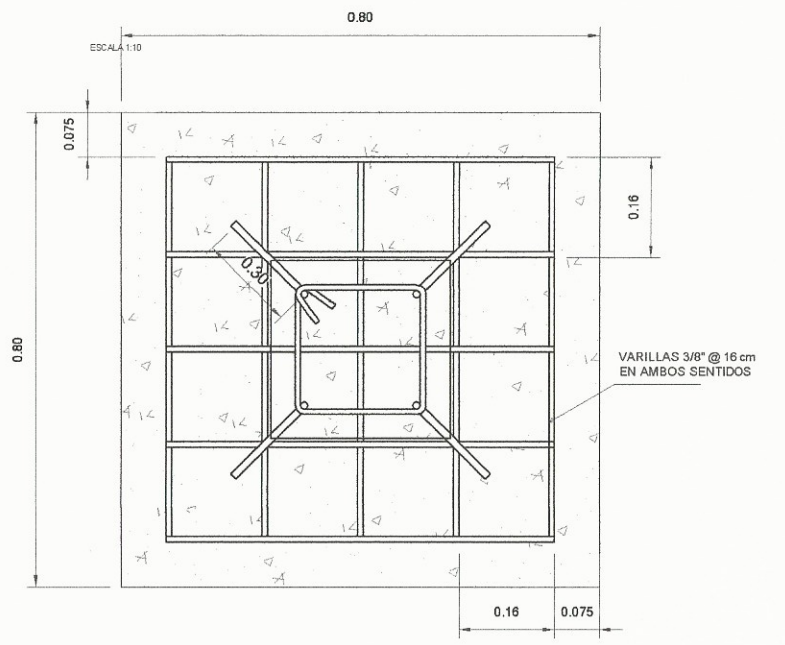
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S
	TÍTULO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
LUGAR: ALDEA PEÑITAS MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	CONTENIDO: DETALLE DE PASO AEREO
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES CALIFICADO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES REVISADO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES ESCALA: INDEFINIDA	8 21



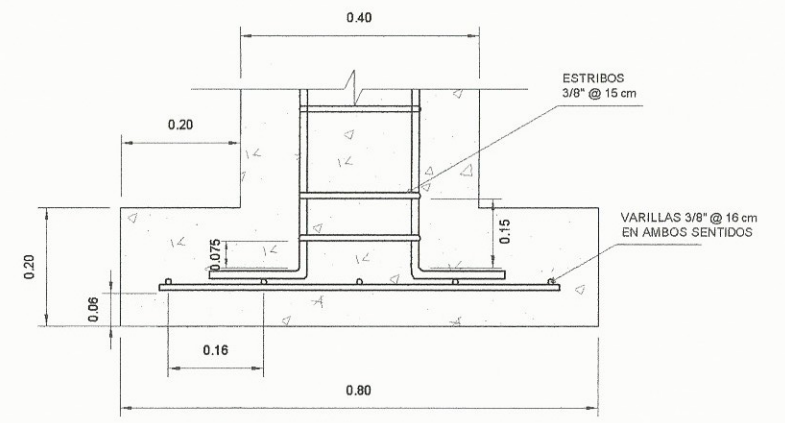
DATALLE DE COLUMNA SOPERTE + TENSOR
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
ESCALA 1:15



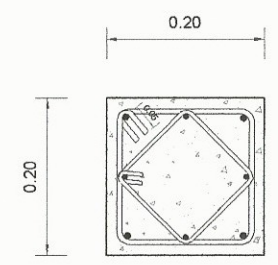
DATALLE DE APOYO DE COLUMNA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
ESCALA 1:10



DETALLE DE PLANTA DE ZAPATA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
ESCALA 1:7.5



DETALLE DE SECCION DE ZAPATA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.
ESCALA 1:7.5

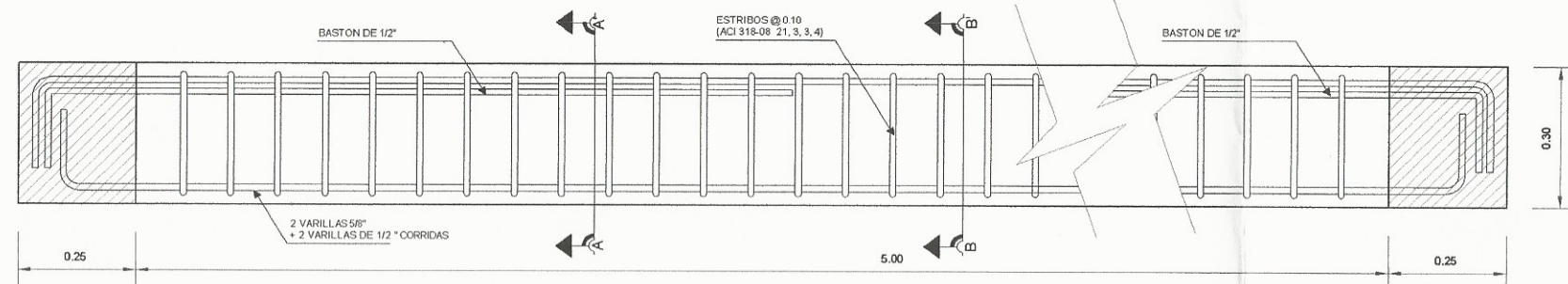


4 VARILLAS No 4 + 4 VARILLAS No 3 ESTRIBOS No 3 @ 0.15

PLANTA DE COLUMNA SOPORTE
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

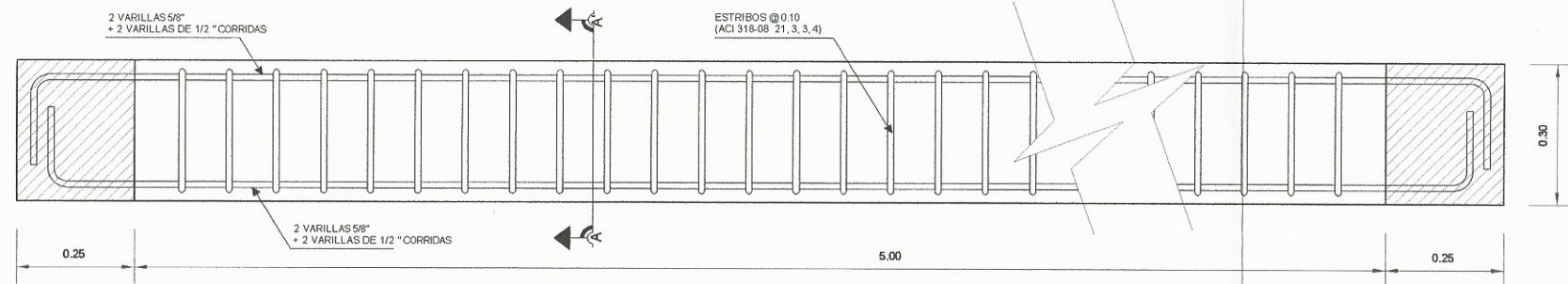
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASBSOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y RPS
Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
	LUGAR: ALDEA PEÑITAS MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL
CONTRATO: DETALLE DE COLUMNA Y ZAPATA PARA PASO AEREO	
DISEÑO: LUIS DANIEL GARCIA MORALES CALCULO: LUIS DANIEL GARCIA MORALES REVISOR: LUIS DANIEL GARCIA MORALES ESCALA: 1:500	 9 21



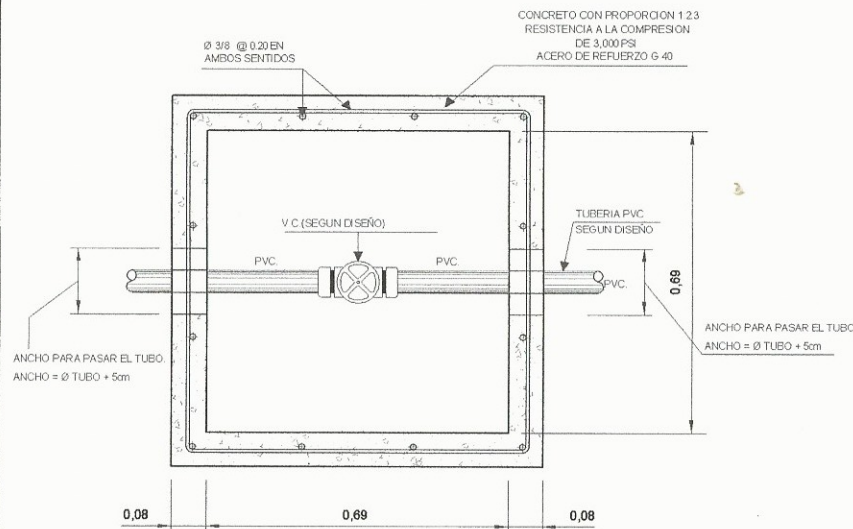
DETALLE DE ARMADO DE VIGA V1
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA 1:50



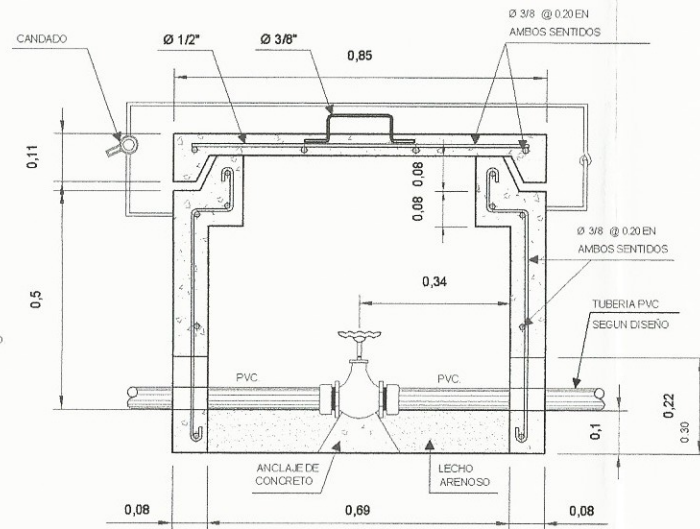
DETALLE DE ARMADO DE VIGA V2
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA 1:50



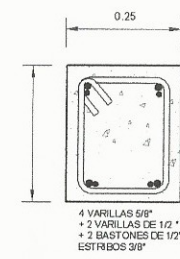
PLANTA DE CAJA DE VALVULAS
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA 1:10



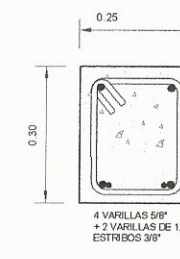
PERFIL DE CAJA DE VALVULAS
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA 1:10



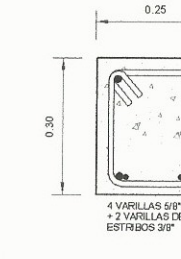
SECCION A-A VIGA V1
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA 1:5



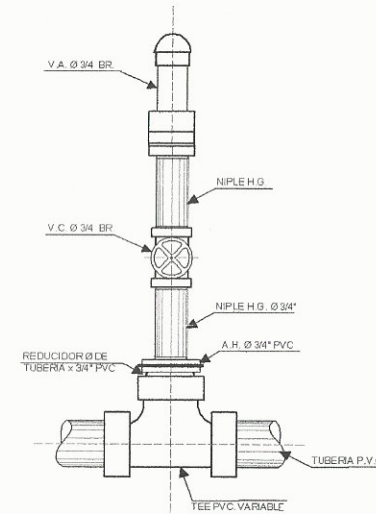
SECCION B-B VIGA V1
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA 1:5



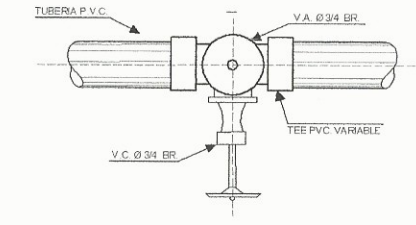
SECCION C-C VIGA V2
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

ESCALA 1:5



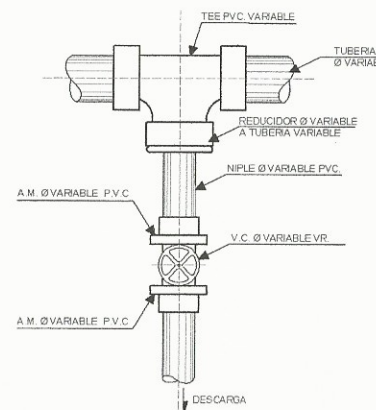
ELEVACION

VALVULA DE AIRE
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.



PLANTA

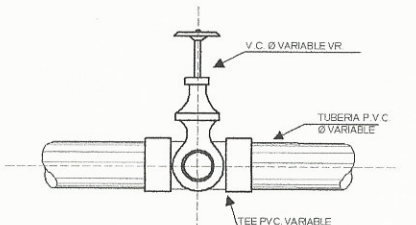
SIN ESCALA



PLANTA

VALVULA DE LIMPIEZA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

SIN ESCALA



ELEVACION

NOMENCLATURA	
V.C.	VALVULA DE COMPUERTA
A.M.	ADAPTADOR MACHO
A.H.	ADAPTADOR HEMBRA
PVC Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PVC
HG Ø	DIAMETRO DE TUBERIA METALICA
V.A.	VALVULA DE AIRE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS, MORALES, IZABAL.

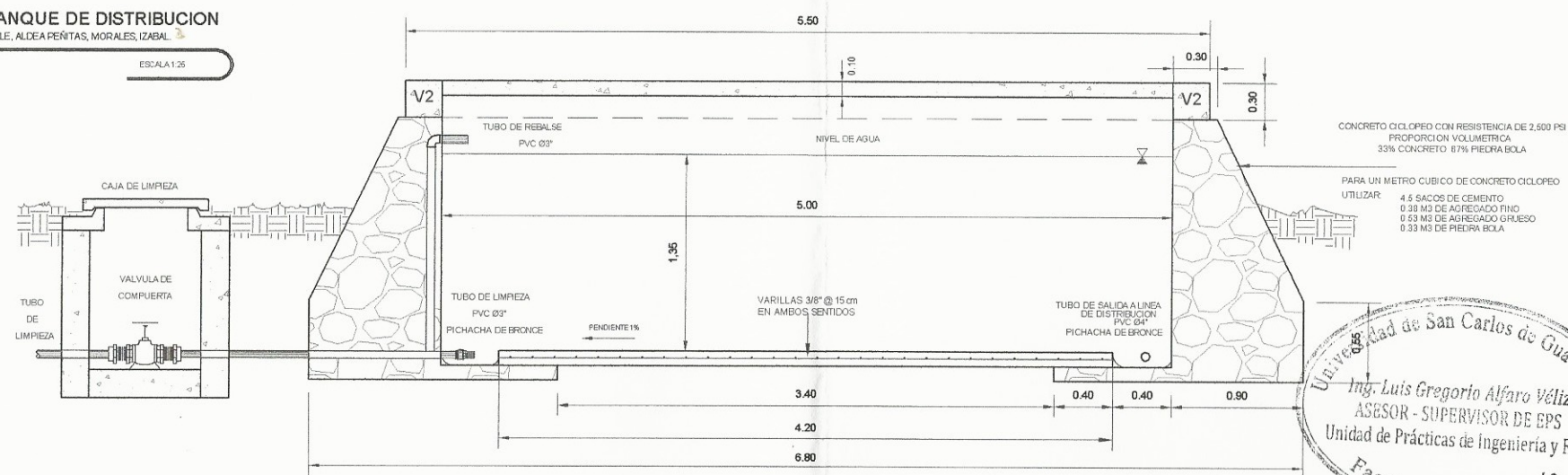
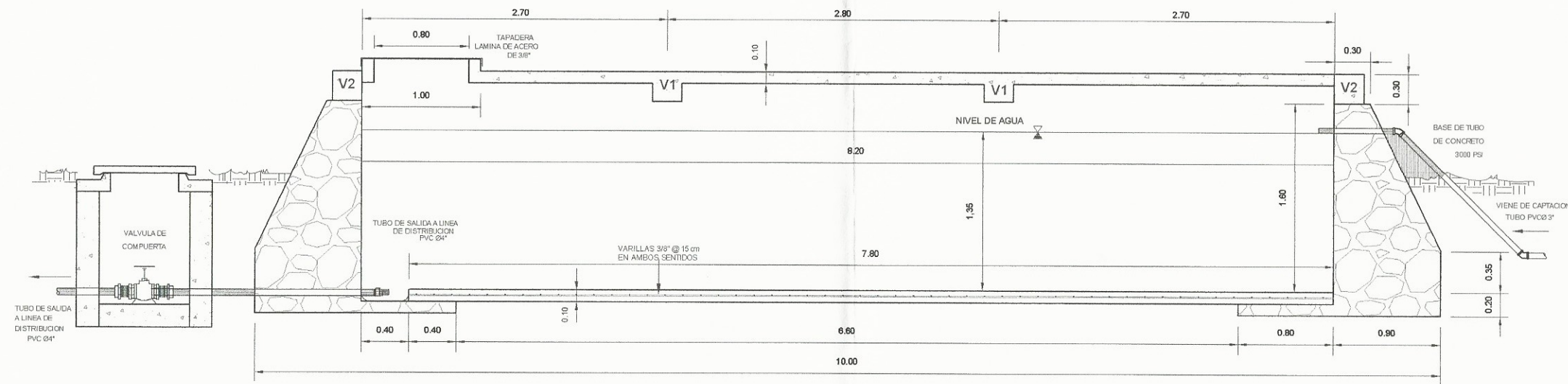
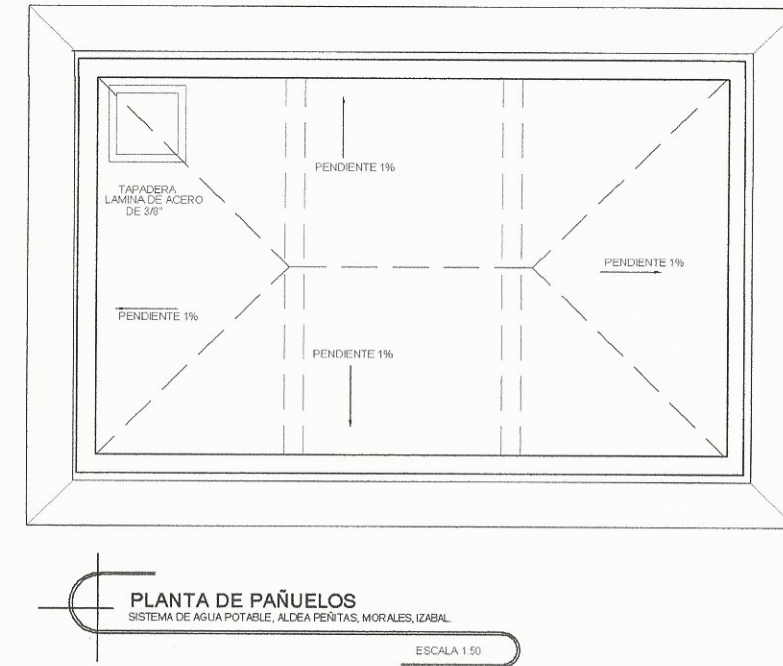
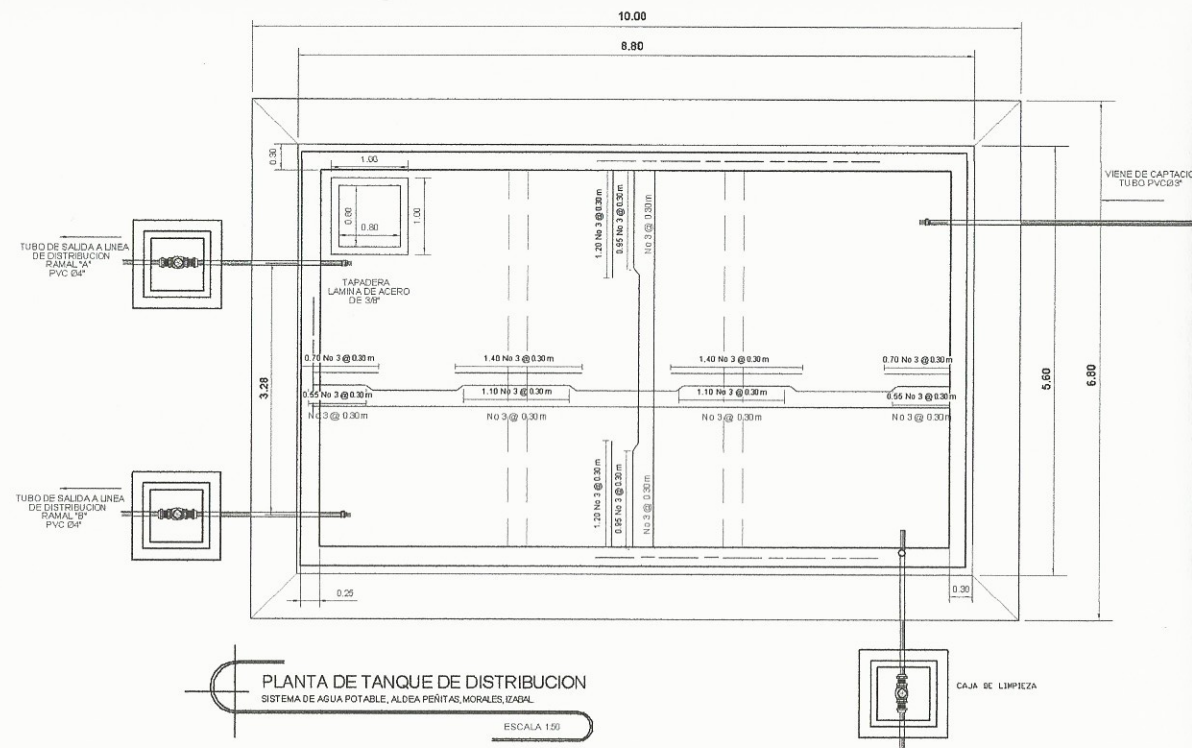
LUGAR: ALDEA PEÑITAS
MUNICIPIO: MORALES
DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO:
DETALLE DE VIGAS DE TANQUE DE DISTRIBUCION Y VALVULAS

PROFESOR: LUIS DANIEL RAMOS MORALES
ELABORADO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES
REVISADO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES
FECHA: 20/05/2019

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

20
21

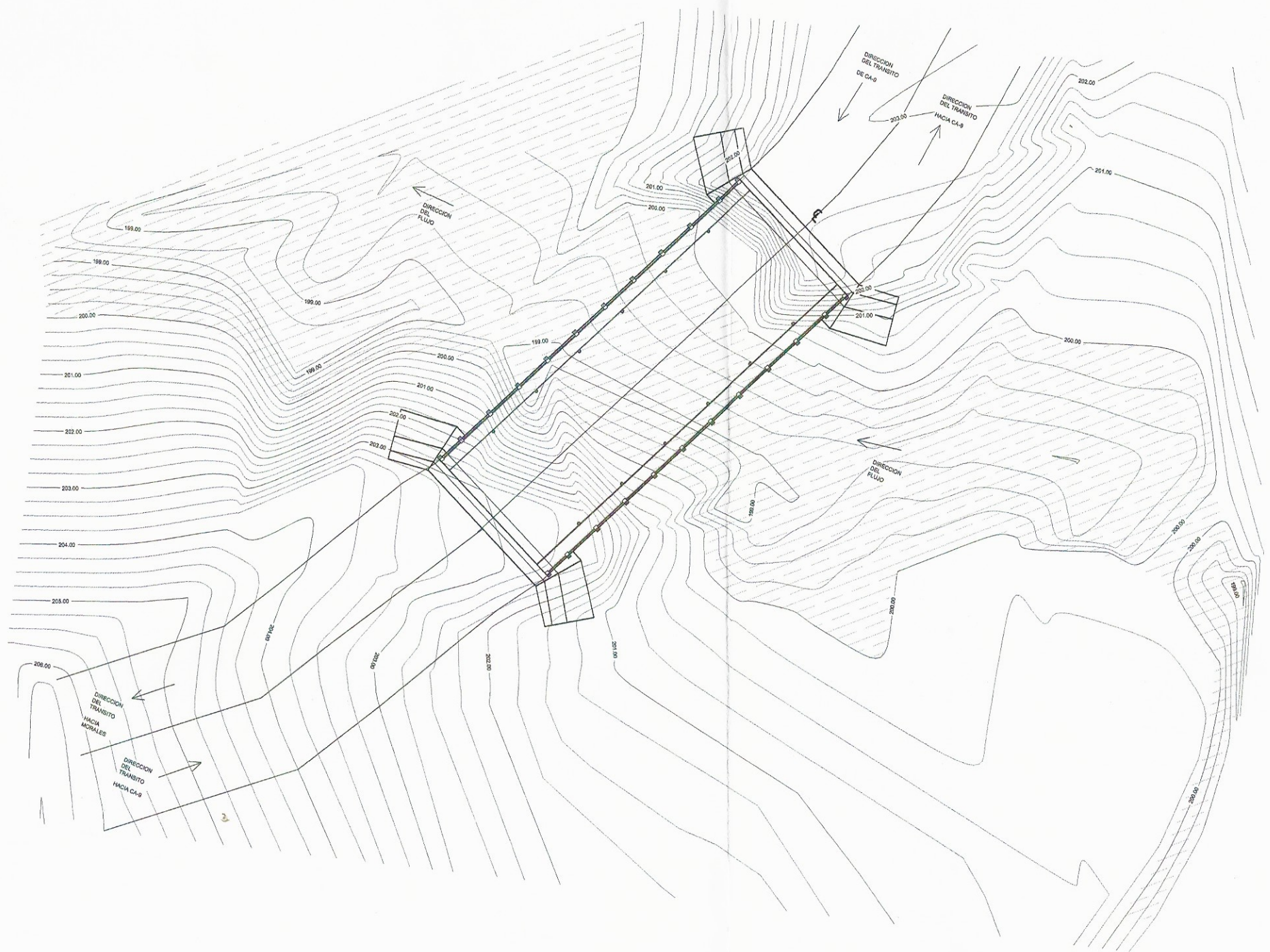


CONCRETO CICLOPEO CON RESISTENCIA DE 2,500 PSI
PROPORCION VOLUMETRICA
33% CONCRETO 67% PIEDRA BOLA

PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO CICLOPEO
UTILIZAR:
4.5 SACOS DE CEMENTO
0.38 M3 DE AGREGADO FINO
0.53 M3 DE AGREGADO GRUESO
0.33 M3 DE PIEDRA BOLA

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y RPS
Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PEÑITAS MORALES, IZABAL.
	LUGAR: ALDEA PEÑITAS	
	MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	
DETALLE TANQUE DE DISTRIBUCION		
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES CALCULO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES ESCALA: 1/32000		21 21



PLANTA GENERAL CON CURVAS DE NIVEL
PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.
ESC 1:250

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL MORALES, IZABAL.
LUGAR:	BARRIO EL MITCHAL
MUNICIPIO:	MORALES
DEPARTAMENTO:	IZABAL
CONTENIDO:	PLANTA GENERAL CON CURVAS DE NIVEL
DISEÑO: LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	
DIBUJO: LUIS DANIEL RAUCO MORALES	
REVISÓ: LUIS DANIEL RAUCO MORALES	
ESCALA: INDICADA	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN
ALDEA: BARRIO EL MITCHAL
MUNICIPIO: MORALES
DEPARTAMENTO: IZABAL

TOPOGRAFÍA: LUIS DANIEL RAMOS MORALES
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES
CÁLCULO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES
DIBUJO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES
REVISIÓN: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

SOFTWARE UTILIZADOS
• Civil CAD 3D
• Auto CAD 2013
• Microsoft Excel
• Microsoft Office
• TopoCAD
• Trimble Business Center

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: DE PRIMER ORDEN CON ESTACIÓN TOTAL Y CINTA MÉTRICA METÁLICA DE PRECISIÓN.

DISEÑO:

NORMATIVAS Y REGLAMENTO UTILIZADOS

- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-05) Y COMENTARIO (ACI 318SR-05) (VERSIÓN EN ESPAÑOL Y EN SISTEMA MÉTRICO)
- AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS, (CUSTOMARY U.S. UNITS)
- REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CARGA Y SUS COMBINACIONES (MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA)
- NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. (ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y SÍSMICA AGIES).
- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS (MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA)
- VÍAS DE COMUNICACIÓN, CAMINOS, FERROCARRILES, AEROPUERTOS, PUENTES Y PUERTOS. CARLOS CRÉSCO VILLALAZ.
- ASTM INTERNATIONAL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ACERO

- SE USARÁ ACERO DE REFUERZO GRADO 60 EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS PARA LOS ELEMENTOS PRINCIPALES. EL RECUBRIMIENTO PARA LA LOSA EN SUPERFICIES DE RODADURA SERÁ DE 0.05 m; PARA LAS VIGAS EN CUALQUIER SENTIDO SERÁ DE 0.04 m Y PARA LOS ELEMENTOS EXPUESTOS AL SUELO Y AGUA SERÁ DE 0.075 m. (AASHTO TABLA 5.12.3-1)
- LOS GANCHOS SE DOBLARÁN EN FRÍO, PARA UN DOBLEZ DE 180° SE DEBE DEJAR UNA EXTENSIÓN DE 40 DE LA VARILLA, Y EN DOBLEZ DE 90° SE DEBE DEJAR UNA EXTENSIÓN DE 120 DE LA VARILLAS (ACI 318-05.7.1 & AASHTO 5.11.2.4)
- LOS EMPALMES SE HARÁN 240 DE LA BARRA DE ACERO PARA DIÁMETROS MENORES A 1" Y 420 PARA DIÁMETROS MAYORES A 1", PERO NO MENOR A 0.30 m. EN PAQUETES DE BARRAS DEBEN TERMINAR EN PUNTOS ESCALONADOS A 400 DE LA BARRA COMO MÍNIMO (ACI 318-05 12 & AASHTO 5.11.5.2)
- PARA PAQUETES DE BARRAS, LA LONGITUD DE DESARROLLO SE PUEDE CONSIDERAR COMO AQUELLA DE LA BARRA INDIVIDUAL AUMENTADA UN 20% PARA PAQUETES DE 3 BARRAS Y UN 33% PARA PAQUETES DE 4 BARRAS. (AASHTO 5.11.2.3)
- LOS EMPALMES SE REALIZARAN PUNTA CON PUNTA DE VARILLAS, AÑADIENDO UNA VARILLA CON EL DOBLE DE LA LONGITUD DE DESARROLLO REQUERIDO. EL ALAMBRE DE AMARRE DEBERÁ IR ENTORCHADO.

CONCRETO

- PARA TODA LA SUPERESTRUCTURA, VIGAS DE APOYO Y VIGAS CORTINA SE UTILIZARÁ CONCRETO CON UNA RESISTENCIA DE 4,000 PSI (281 kg/cm²) A LOS 28 DÍAS.
- EL AGREGADO GRUESO DEBE SER DE 1/2" COMO MÍNIMO Y DE 3/4" COMO MÁXIMO. TODO AGREGADO DEBERÁ ESTAR LIBRE DE MATERIAL ORGÁNICO.
- PARA EL CONCRETO CICLOPEO SE DEBE UTILIZAR PIEDRA PARTIDA O CANTO RODADO CON DIÁMETROS NO MAYORES A 0.30 m. SU ESTADO NATURAL DEBE SER DE BUENA CALIDAD.
- EL CONCRETO CICLOPEO DEBE POSEER UNA RESISTENCIA DE 2,500 PSI (175 kg/cm²), CON PROPORCIÓN EN VOLUMEN PARA UN METRO CÚBICO DE 4.5 SACOS DE CEMENTO, 0.38 m³ DE AGREGADO FINO, 0.53 m³ DE AGREGADO GRUESO Y 0.33 m³ DE PIEDRA BOLA.
- LA PIEDRA BOLA DEBE SER COLOCADA A MANO SIN DEJAR CAER, EVITANDO DAÑAR LAS FORMALETAS.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA SUPERESTRUCTURA

DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE VEHICULAR CONTEMPLA ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO.

LA METODOLOGÍA DE DISEÑO SE BASA EN FACTORES DE CARGA Y RESISTENCIA (LRFD).

LA CARGA DE DISEÑO SE DETERMINÓ EN BASE AL "REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CARGA Y SUS COMBINACIONES" DEL MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA.

LOSA:

- SE CONSTRUIRÁ UNA LOSA DE CONCRETO REFORZADO CON ESPESOR DE 0.18 METROS. EL CONCRETO TENDRÁ UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI (281 kg/cm²); MIENTRAS QUE EL ACERO DE REFUERZO SERÁ DE GRADO 60 (4,200 kg/cm²).
- LA CAMA INFERIOR TRANSVERSAL (REFUERZO PRINCIPAL) SERÁ CONFORMADA POR VARILLAS No 5 @ 0.25 m CON UN RECUBRIMIENTO DE 0.025 m. (AASHTO TABLA 5.12.3-1). LA SEPARACIÓN DEL ACERO NUNCA DEBERÁ SER MAYO A 0.45m (AASHTO 5.14.1.3.2B).
- LA CAMA SUPERIOR LONGITUDINAL E INFERIOR LONGITUDINAL (ACERO POR REPARTICIÓN) SERÁ CONFORMADA POR VARILLAS No 4 @ 0.40 m CON UN RECUBRIMIENTO DE 0.05 m. EN LA PARTE SUPERIOR Y 0.025 M EN LA PARTE INFERIOR (AASHTO TABLA 5.12.3-1).
- LA CAMA SUPERIOR TRANSVERSAL (ACERO POR TEMPERATURA) SERÁ CONFORMADA POR VARILLAS No 4 @ 0.35 m CON UN RECUBRIMIENTO DE 0.05 m. (AASHTO TABLA 5.12.3-1)
- LA CARPETA DE RODADURA TENDRÁ UN ESPESOR INICIAL EN LOS EXTREMOS DE 0.05 m CON UN 2% DE BOMBEO. EL DRENAJE SE CONFORMARÁ POR TUBOS HG DE Ø 3" CON 3 m DE SEPARACIÓN ENTRE SÍ. (AASHTO TABLA 5.12.3-1 & AASHTO 2.6.6)

BANQUETA Y BARANDAL

- LA BANQUETA SE CONSTRUIRÁ DE CONCRETO ARMADO CON DIMENSIONES DE 0.90 m POR 0.18 m. EL CONCRETO Y EL ACERO DEBERÁN TENER IGUALES CARACTERÍSTICAS QUE EL UTILIZADO PARA LA LOSA.
- EL ARMADO DE LA BANQUETA SERÁ CONFORMADO POR VARILLAS No 5 @ 0.25 m EN AMBOS SENTIDOS
- LOS BARANDALES SE CONFORMARÁN POR POSTES DE CONCRETO ARMADO UNIDOS POR RIELES CON TUBOS HG DE Ø 2" CÉDULA 80. EL CONCRETO Y EL ACERO DEBERÁN TENER IGUALES CARACTERÍSTICAS QUE EL UTILIZADO PARA LA LOSA.

EL REFUERZO PARA LAS COLUMNAS DEL BARANDAL SERÁ EL SIGUIENTE:

TENSION: 3 No 5

COMPRESION: 2 No 5

ESTRIBOS: No 3 @ 0.10 m

VIGA DIAFRAGMA

- SE CONTEMPLA EL USO DE DOS VIGAS DIAFRAGMA DE INTERIOR, LAS CUALES SE CONFORMARÁN POR CONCRETO ARMADO CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS DE LA LOSA.
- LAS VIGAS DIAFRAGMA DE INTERIOR CONTEMPLAN REFUERZO DE 6 VARILLAS No 6 CORRIDAS REPARTIDAS EN AMBAS CAMAS, 4 VARILLAS No 4 CORRIDAS AL CENTRO DE LA VIGA Y ESTRIBOS No 3 @ 0.30 m. EL RECUBRIMIENTO DE LAS VIGAS SERÁ 0.04 m. (AASHTO TABLA 5.12.3-1)
- SE CONSTRUIRÁN DOS VIGAS DIAFRAMA DE EXTERIOR, LAS CUALES SE CONFORMARÁN POR CONCRETO ARMADO CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS DE LA LOSA.
- LAS VIGAS DIAFRAGMA DE EXTERIOR CONTEMPLAN REFUERZO DE 4 VARILLAS No 6 CORRIDAS REPARTIDAS EN AMBAS CAMAS, 2 VARILLAS No 5 CORRIDAS AL CENTRO DE LA VIGA Y ESTRIBOS No 3 @ 0.30 m. EL RECUBRIMIENTO DE LAS VIGAS SERÁ 0.04 m. (AASHTO TABLA 5.12.3-1)

VIGA PRINCIPAL

- EL PUENTE CONTARÁ CON CUATRO VIGAS PRINCIPALES SEPARADAS A 1.83 m Y 1.60 m DE DISTANCIA ENTRE EJES. LAS VIGAS SE CONFORMARÁN POR CONCRETO ARMADO CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS DE LA LOSA.
- EL REFUERZO DE LA VIGA SE CONFORMARÁ POR 6 VARILLAS No 10 CORRIDAS EN LA CAMA SUPERIOR, 14 VARILLAS No 3 CORRIDAS AL CENTRO Y 14 VARILLAS No 11 CORRIDAS EN LA CAMA INFERIOR. EL RECUBRIMIENTO DE LAS VIGAS SERÁ 0.04 m. (AASHTO TABLA 5.12.3-1)
- EL REFUERZO TRANSVERSAL SE COLOCARÁ CON ESTRIBOS No 3 + ESLABONES DE LA SIGUIENTE MANERA:
1 @ 0.05 m
6 @ 0.20 m
8 @ 0.25 m
6 @ 0.35 m
RESTO @ 0.50 m

JUNTA DE CALZADA

- EL ELECTRODO UTILIZADO PARA LA SOLDADURA DEBERÁ SER DE SERIE 80 (RESISTENCIA MÍNIMA DE 80 KSI), EL ESPESOR REQUERIDO SERÁ DE 5 MILÍMETROS.
- EN EL MOMENTO DE LA SOLDADURA, EL ELECTRODO DEBERÁ TENER UNA TEMPERATURA DE 75°C MIENTRAS QUE LA ZONA A SOLDAR DEBERÁ ESTAR A 110°C.
- LAS FASES AL MOMENTO DE LA SOLDADURA SERÁN: RAÍZ, FASE DE ASENTAMIENTO, FASE DE RELLENOS Y FASE DE PRESENTACIÓN.
- EL RANGO DEL AMPERAJE DEBERÁ SER 225 A 300 AMPERIOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA SUBESTRUCTURA

DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE VEHICULAR CONTEMPLA, TANTO ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO, COMO ELEMENTOS CONFORMADOS POR CONCRETO CICLOPEO.

VIGA CORTINA:

- LA VIGA CORTINA DEBERÁ TENER UN PERALTE ADECUADO DE TAL MANERA QUE COINCIDA PERFECTAMENTE CON LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE. DE IGUAL MANERA, DEBERÁ TENER UNA BASE NO MENOR A 0.30 m. ESTA ESTARÁ EMPOTRADA EN LA VIGA DE APOYO.
- EL CONCRETO UTILIZADO TENDRÁ UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI (281 kg/cm²); MIENTRAS QUE EL ACERO DE REFUERZO SERÁ DE GRADO 60 (4,200 kg/cm²).
- EL REFUERZO CONSTARÁ DE VARILLAS CORRIDAS No 4 @ 0.20 m (REFUERZO PRINCIPAL) Y ESTRIBOS No 3 @ 0.10 m (REFUERZO POR CORTE).
- PARA LA JUNTA DE CALZADA SE UTILIZARÁN ANGULARES DE 2" X 3/8" X ANCHO VIAL, SOLDADOS A GANCHOS DE ANCLAJE No 4 @ 0.30 m, COMO SE MUESTRA EN "DETALLE DE JUNTA DE CALZADA" HOJA 6/6. SOBRE LOS ANGULARES SE SOLDARÁ UNA PLATINA 1/2" X 6" A LO LARGO ANCHO VIAL.

VIGA DE APOYO

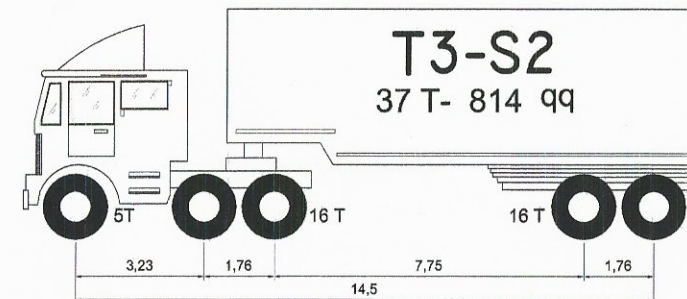
- EL REFUERZO DE LA VIGA DE APOYO SE CONSTITUYE POR EL ÁREA DE ACERO MÍNIMO, DEBIDO A QUE ESTE ELEMENTO SE ENCUENTRA LIBRE DE EFECTOS DE FLEXIÓN, EL CONCRETO UTILIZADO TENDRÁ UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI (281 kg/cm²); MIENTRAS QUE EL ACERO DE REFUERZO SERÁ DE GRADO 60 (4,200 kg/cm²).
- EL REFUERZO CONSTARÁ DE 6 VARILLAS CORRIDAS No 5 @ 0.20 m (REFUERZO PRINCIPAL) Y ESTRIBOS No 3 @ 0.15 m (REFUERZO POR CORTE). EL RECUBRIMIENTO DE LA VIGA DE APOYO SERÁ DE 0.07 m (AASHTO TABLA 5.12.3-1)

NEOPRENO

- SE UTILIZARÁN TRES PLANCHAS DE NEOPRENO DE 10 mm DE ESPESOR, ESTAS SERÁN SEPARADAS ENTRE SÍ POR PLACAS ACERO DE 2 mm DE ESPESOR, HACIENDO UN TOTAL DE 3.40 cm DE ESPESOR. TANTO LAS PLANCHAS DE NEOPRENO COMO LAS PLACAS DE ACERO TENDRÁN UN ÁREA DE 0.50 X 0.50 m.
- LA UNIÓN ENTRE LAS PLANCHAS DE NEOPRENO Y LAS PLACAS METÁLICAS DEBERÁ HACERSE CON UN PEGAMENTO QUE EVITE SU SEPARACIÓN.
- LOS APOYOS DE NEOPRENO DEBEN COLOCARSE EN UNA SOLA ENVOLTURA CONTENIENDO TANTO LAS PLANCHAS DE NEOPRENO COMO LAS PLACAS METÁLICAS QUE LAS SEPARAN (VULCANIZACIÓN)
- LA FIJACIÓN DE LA VIGA PRINCIPAL SOBRE LA VIGA DE APOYO SE REALIZARÁ MEDIANTE ANGULARES DE 8" X 6" X 1/2" X 0.30 m. CADA ANGULAR SE FIJARA MEDIANTE 1 PERNO DE Ø 1" A LA VIGA PRINCIPAL Y 2 PERNOS DE Ø 1" A LA VIGA DE APOYO. LOS PERNOS CONTARÁN CON SU ROLDANA Y UNA PLATINA DE 0.10 X 0.15 m X 1/4" DE ESPESOR.

ESTRIBOS

- LOS ESTRIBOS ESTÁN CAPACITADOS PARA RESISTIR EFECTOS DE VOLTEO, DESLIZAMIENTO Y PRESIONES. EL SUELO SOBRE EL QUE SE CIMENTARÁ LA ESTRUCTURA ESTÁ CAPACITADO PARA RESISTIR LAS PRESIONES GENERADAS POR EL MURO SOLAMENTE, POR EL MURO CON SUPERESTRUCTURA Y CARGA VIVA Y POR EFECTOS SÍSMICOS.
- EL MURO SE CONFORMARÁ POR CONCRETO CICLOPEO CON UNA RESISTENCIA DE 2,500 PSI (175 kg/cm²), CON PROPORCIÓN EN VOLUMEN PARA UN METRO CÚBICO DE 4.5 SACOS DE CEMENTO, 0.38 m³ DE AGREGADO FINO, 0.53 m³ DE AGREGADO GRUESO Y 0.33 m³ DE PIEDRA BOLA.
- EL ESTRIBO TENDRÁ UN ALTO DE 4 m Y UNA BASE DE 3.30 m. LA LONGITUD DEL ESTRIBO SERÁ DE 8.10 m. ADICIONALMENTE CONTARÁ CON DOS ALEROS DE 4 m DE LARGO (EXTERIOR) PARA CONTENER EL MATERIAL DE RELLENO.
- LAS EXCAVACIONES DEBERÁN SER DEL TAMAÑO ESTRICTAMENTE NECESARIO PARA ACOMODAR LOS ESTRIBOS. SE DEBE PROPORCIONAR EL ADECUADO DRENAJE A LOS ESTRIBOS PARA EVITAR PRESIONES NOCIVAS A LA ESTRUCTURA.



CARGA VIVA UTILIZADA

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

SIN ESCALA

PARAMETROS GENERALES DE DISEÑO

LUZ LIBRE DEL PUENTE	21 m
VALOR SOPORTE DEL SUELO	32.44 TON/m ²
NÚMERO DE VÍAS	2
ANCHO DEL PUENTE	6.50 m
CARPETA DE RODADURA	CONCRETO
BOMBEO	2%
PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO	2,400 kg/m ³
PESO ESPECÍFICO DE CONC. CICLOPEO	2,700 kg/m ³
PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	1,410 kg/m ³
Fy	GRADO 60 (4,200 kg/cm ²)
fc	281 kg/m ³ (4,000 PSI)
CARGA VIVA	T3-S2 (37 TON)
CRECIDA MÁXIMA	1.16 m
PERIODO DE RETORNO	100 años

1.83

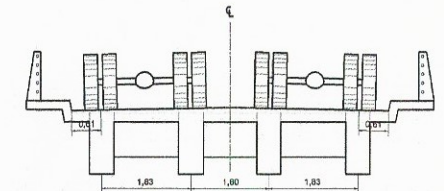
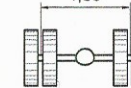
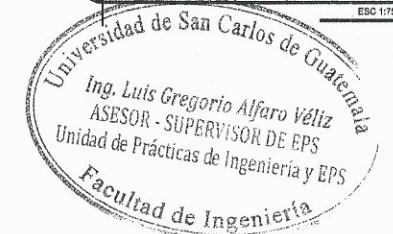


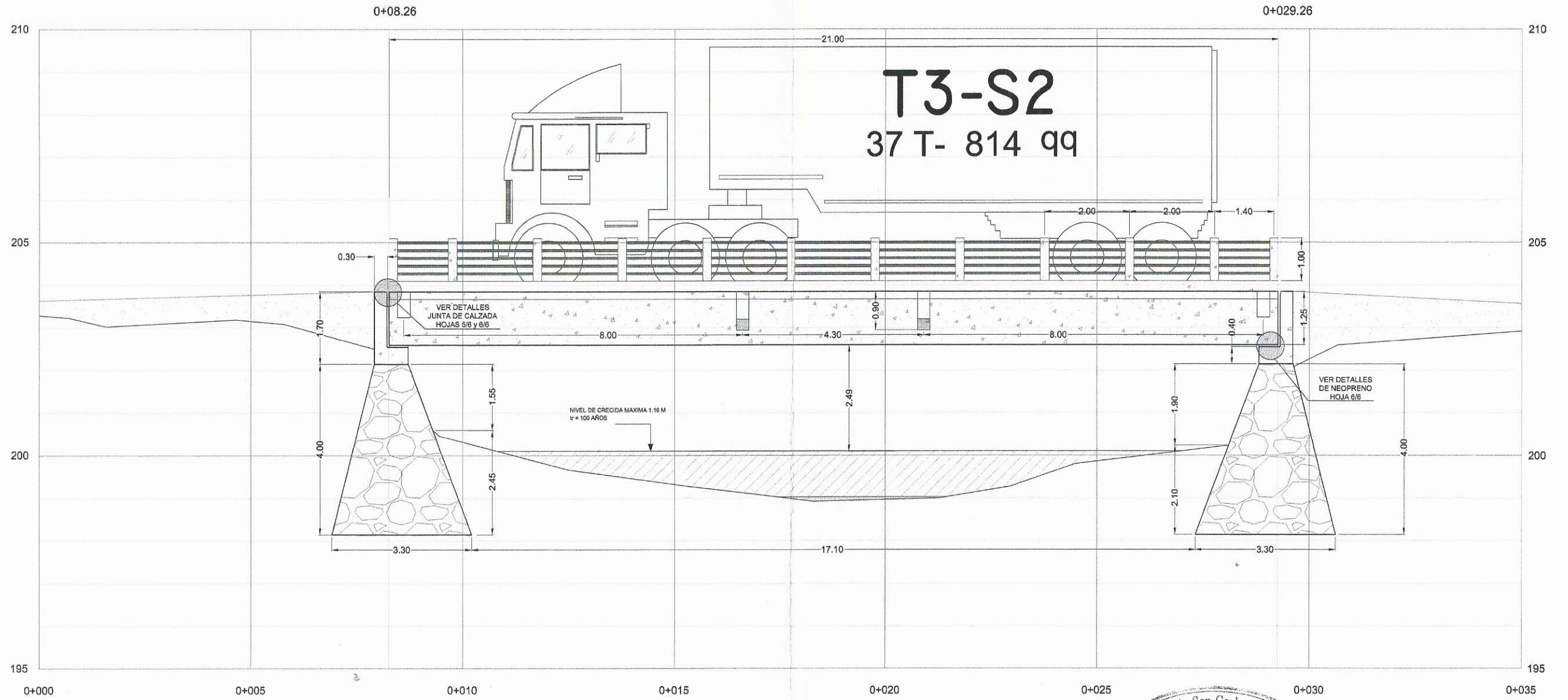
DIAGRAMA DE FACTOR DE RUEDA

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1/75




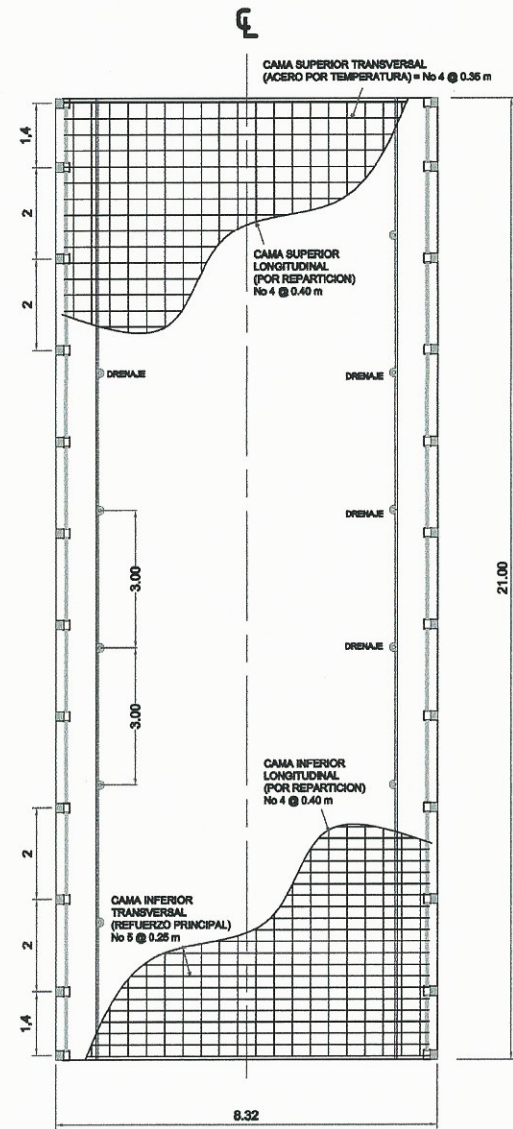
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S
TÍTULO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.	
LUGAR: BARRIO EL MITCHAL	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO:	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES	
CÁLCULO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES	
DIBUJO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES	
REVISIÓN: INGENIERO	
	INGENIERO SUPERVISOR (A) F. 1000 C.C. 5.263



PERFIL GENERAL
PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.
ESC 1:50

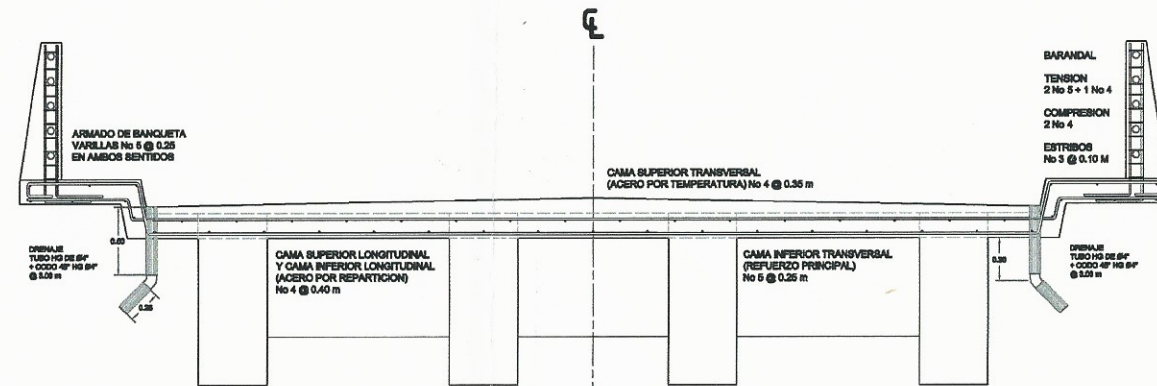
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL MORALES, IZABAL.	
LUGAR: BARRIO EL MITCHAL MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	
PERFIL	3
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES CALCULO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES DIBUJO: LUIS DANIEL RAMÍREZ MORALES ESCALA: INDICIA	7



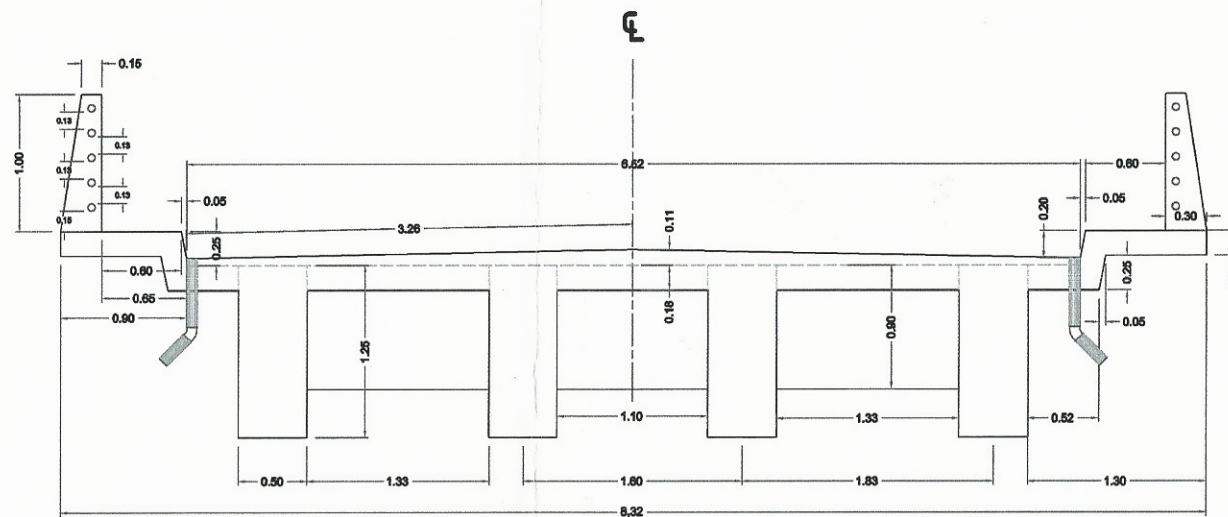
PLANTA DE ARMADO DE LOSA
PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1:75



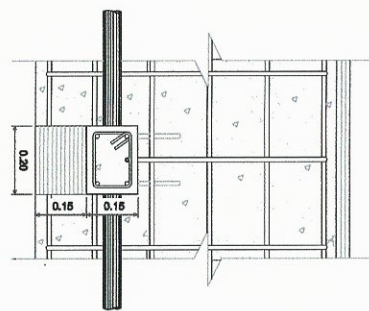
SECCION DE ARMADO DE LOSA
PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1:25



SECCION ACOTADA
PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1:25



PLANTA DE ARMADO DE POSTES + BANQUETA
PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1:10

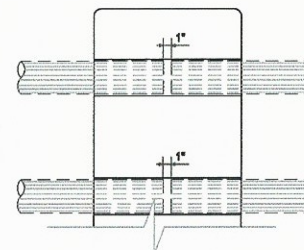
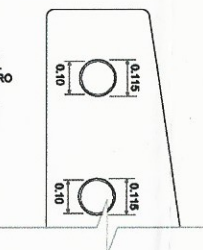
LOS POSTES PARA LOS RIELES TENDRAN UNA SECCION DE 0.15 x 0.20 M

ARMADO DE BANQUETA VARILLAS No 5 @ 0.25 EN AMBOS SENTIDOS

RIELES DE TUBO HG 2" A 0.45 m DE SEPARACION

ARMADO DE POSTES: COMPRESION 2 No. 5 TENSION 3 No. 5 EST No 3 @ 0.10 M

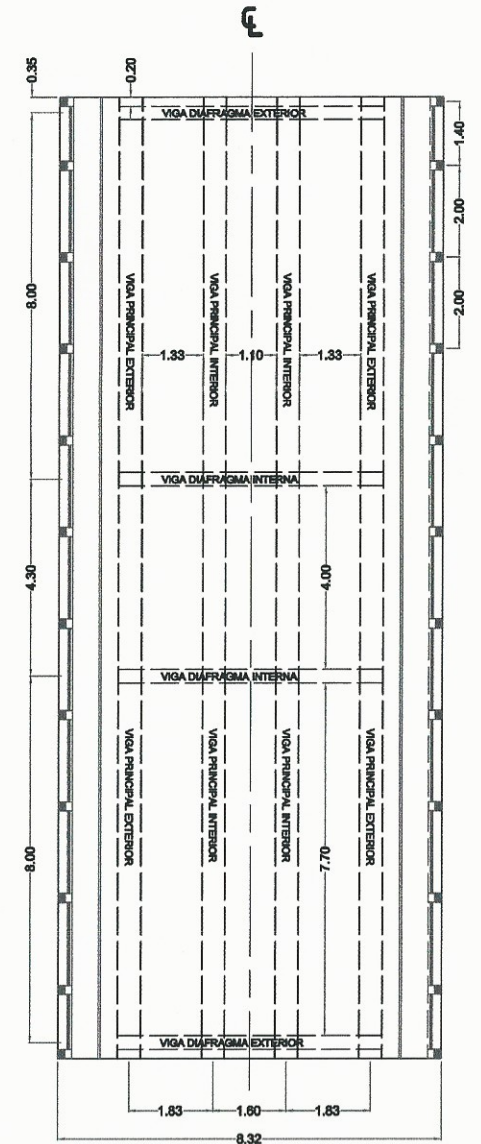
LA AVERTURA EN EL POSTE PARA EL RIEL TENDRA UN DIAMETRO MAYOR EN 1/8 AL DIAMETRO DEL RIEL



LOS RIELES TENDRAN UNA SEPARACION DE 1" ENTRE SI DENTRO DE LOS POSTES

DETALLES DE JUNTA DE DILATACION
PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

SIN ESCALA

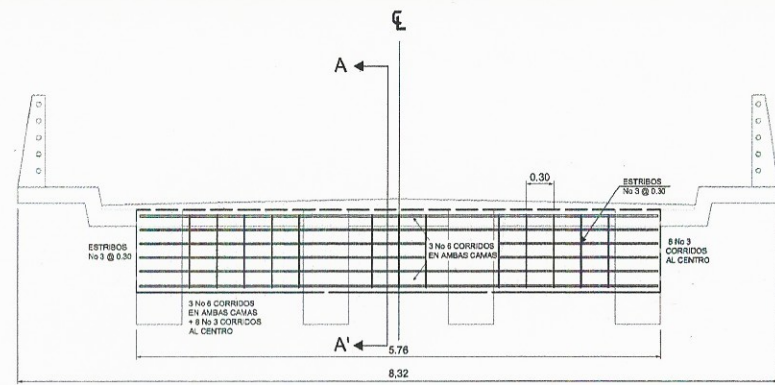


PLANTA ACOTADA
PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

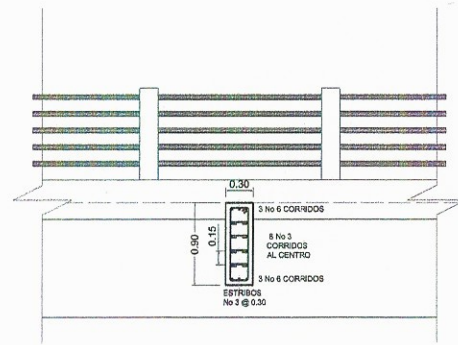
ESC 1:75



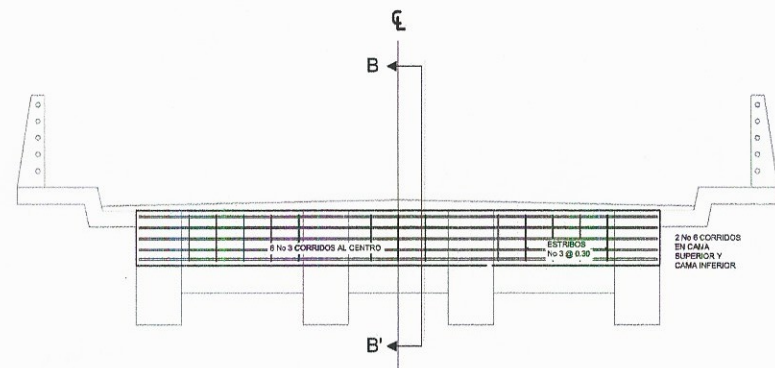
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.5
	DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL MORALES, IZABAL
LUGAR: BARRIO EL MITCHAL MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	DETALLES DE LOSA, BANQUETA Y BARANDAL
DISEÑO POR: [Signature] DISEÑO POR: [Signature] DISEÑO POR: [Signature] DISEÑO POR: [Signature]	4 7



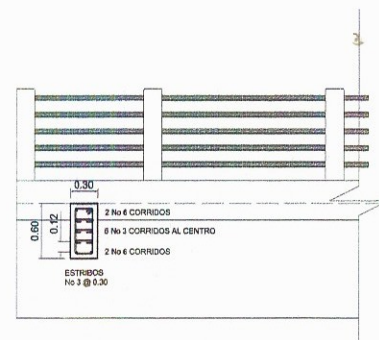
DIAFRAGMA INTERIOR



SECCION A-A'

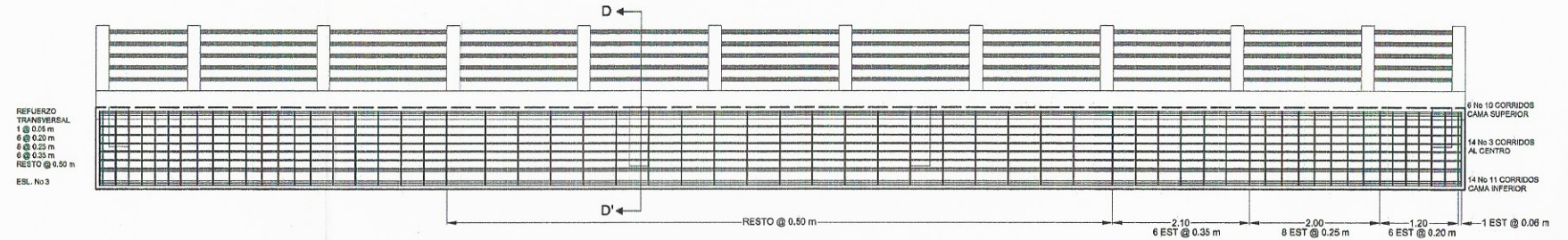


DIAFRAGMA EXTERIOR



SECCION B-B'

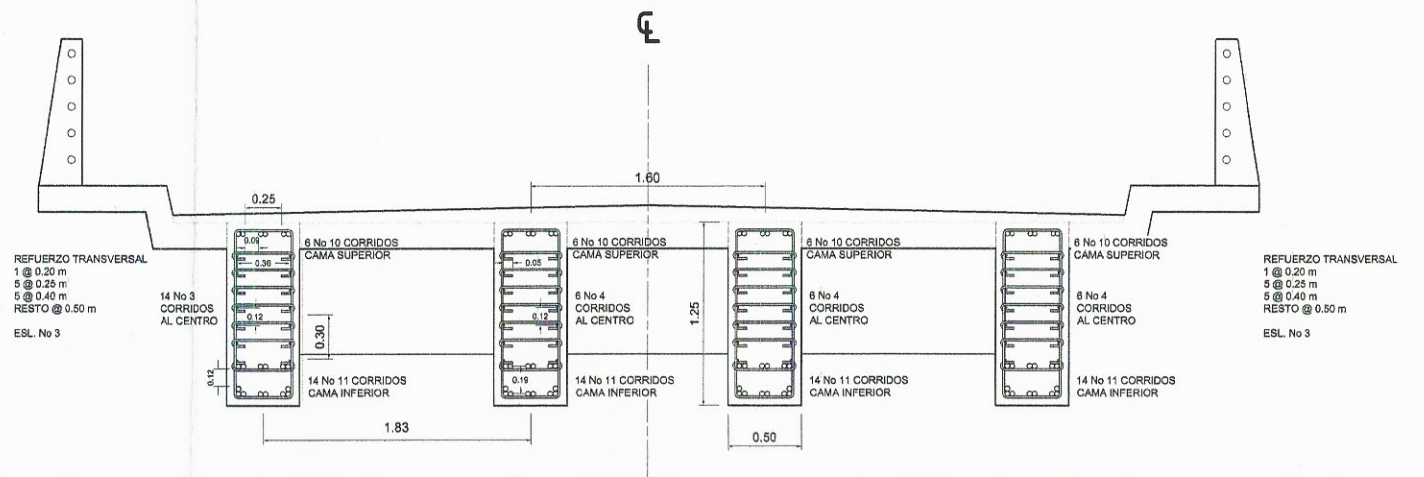
SECCION Y PERFIL DE DIAFRAGMA
 PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.
 ESC 1:50



PERFIL DE VIGA PRINCIPAL

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

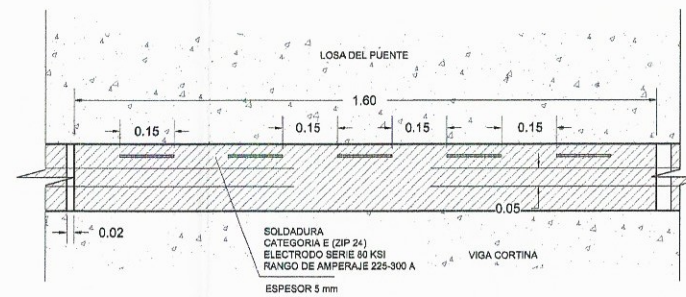
ESC 1:50



SECCION DE VIGA PRINCIPAL D-D'

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1:25



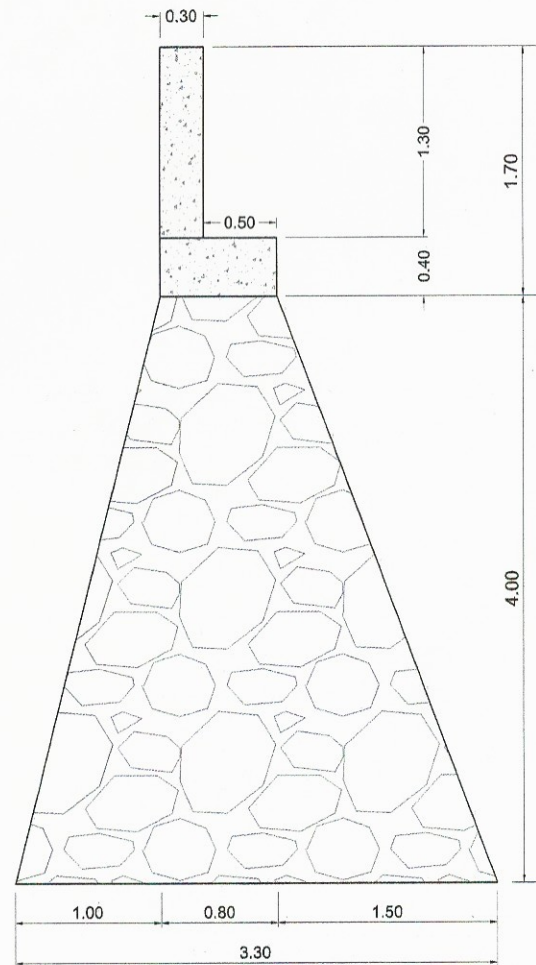
PLANTA DE JUNTA DE CALZADA

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1:10



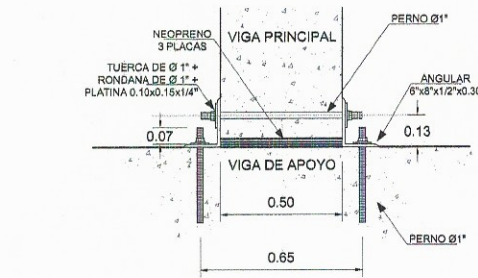
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.
LUGAR: BARRIO EL MITCHAL MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	DETALLES DE VIGA PRINCIPAL Y DIAFRAGMA
DISEÑO: LUIS DAVAL, RAMON MORALES CALCULO: LUIS DAVAL, RAMON MORALES DIBUJO: LUIS DAVAL, RAMON MORALES ESCALA: INDICADA	



PERFIL DE ESTRIBO

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

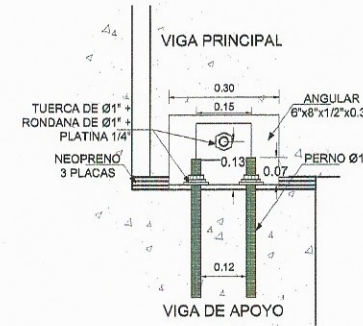
ESC 1:25



SECCION DE APOYO DE VIGA PRINCIPAL

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

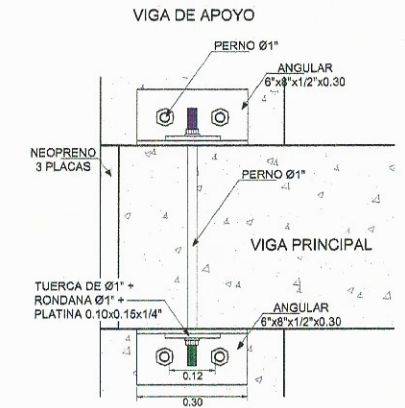
ESC 1:15



ELEVACION DE APOYO DE VIGA PRINCIPAL

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

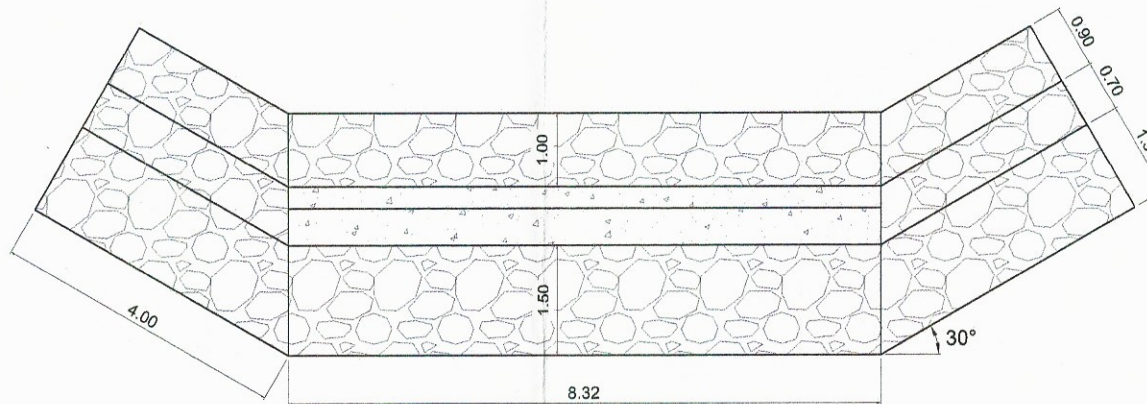
ESC 1:10



PLANTA DE APOYO DE VIGA PRINCIPAL

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

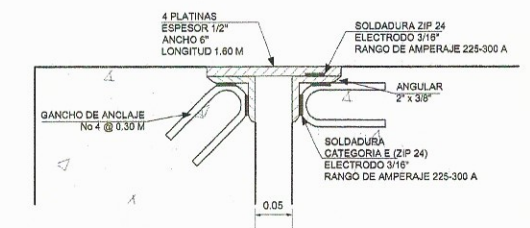
ESC 1:10



PLANTA DE ESTRIBO

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

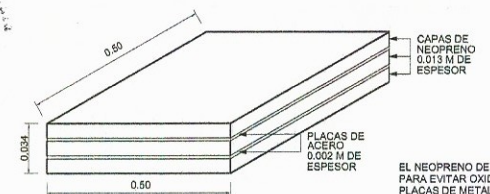
ESC 1:50



DETALLE DE JUNTA DE CALZADA

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1:5



DETALLE DE NEOPRENO

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

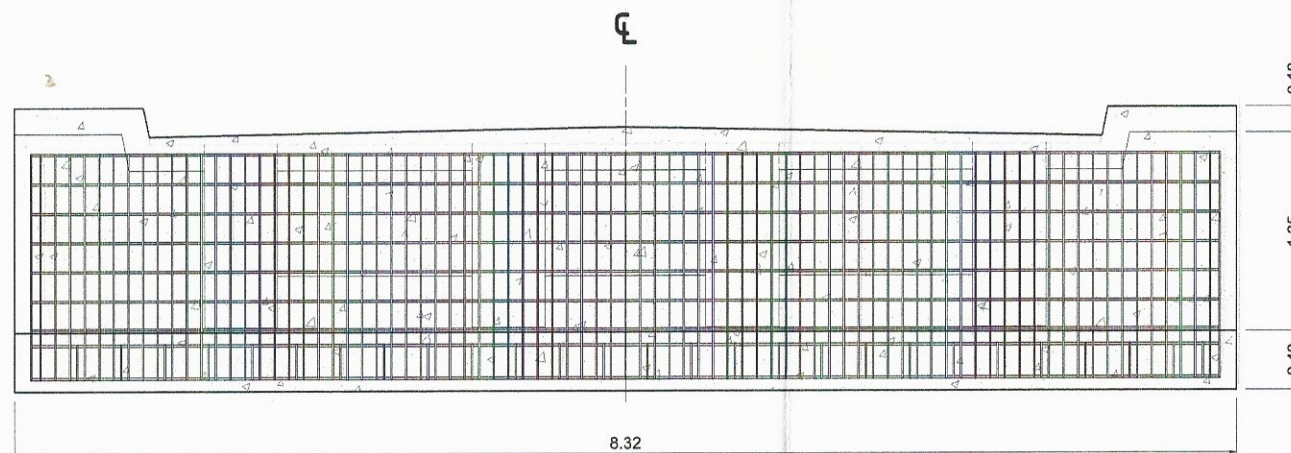
ESC VER 1:2.5 ESC HOR 1:10



SECCION Y ELEVACION DE VIGA DE APOYO Y CORTINA

PUENTE VEHICULAR, BARRIO EL MITCHAL, MORALES, IZABAL.

ESC 1:25



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	TÍTULO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL MORALES, IZABAL.
LUGAR: BARRIO EL MITCHAL MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	SOFISTO:
DETALLES DE SUBESTRUCTURA	
DISEÑO: LUIS DAVID PAVOS MORALES DIBUJO: LUIS DAVID PAVOS MORALES REVISOR: LUIS DAVID PAVOS MORALES ESCALA: INDICIA	REVISOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ C.O.P. 2.277

PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL CONCRETO SE TOMÓ EN CUENTA UN FACTOR DE DESPERDICIO DEL 10% MIENTRAS QUE PARA EL ACERO SE UTILIZÓ UN 5%. LA CANTIDAD EN LIBRAS DE ALAMBRE DE AMARRE ESTARÁ DADA POR EL 5% DE LA LONGITUD TOTAL DE ACERO ESTIMADA.

TODOS LOS ESTRIBOS Y ESLABONES DEBERÁN SER DEL DIÁMETRO DE VARILLA INDICADO EN PLANOS Y ESPECIFICACIONES. SE DEBERÁN UTILIZAR GANCHOS SÍSMICOS CON UNA LONGITUD NO MENOR A 5 CENÍMETROS.

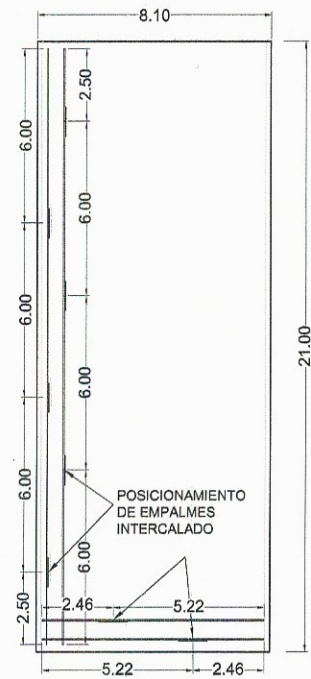
LOS EMPALMES SE HARÁN 24Ø DE LA BARRA DE ACERO PARA DIÁMETROS MENORES A 1" Y 42Ø PARA DIÁMETROS MAYORES A 1", PERO NO MENOR A 0.30 m. EN PAQUETES DE BARRAS DEBEN TERMINAR EN PUNTOS ESCALONADOS A 40Ø DE LA BARRA COMO MÍNIMO (ACI 318-05 12 & AASHTO 5.11.5.2)

PARA PAQUETES DE BARRAS, LA LONGITUD DE DESARROLLO SE PUEDE CONSIDERAR COMO AQUELLA DE LA BARRA INDIVIDUAL AUMENTADA UN 20% PARA PAQUETES DE 3 BARRAS Y UN 33% PARA PAQUETES DE 4 BARRAS. (AASHTO 5.11.2.3)

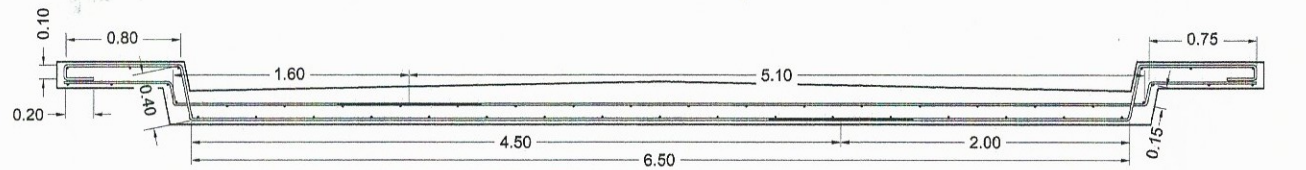
LOS EMPALMES SE REALIZARÁN PUNTA CON PUNTA DE VARILLAS, AÑADIENDO UNA VARILLA CON EL DOBLE DE LA LONGITUD DE DESARROLLO REQUERIDO. EL ALAMBRE DE AMARRE DEBERÁ IR ENTORCHADO.

EL POSICIONAMIENTO DE LOS EMPALMES SERÁ INTERCALADO RESPECTO A LA VARILLA LONGITUDINAL O TRANSVERSAL PARALELA. NO SE PERMITIRÁN EMPALMES MEDIANTE SOLDADURA. TODOS LOS EMPALMES SE DEBEN UNIR MEDIANTE ALAMBRE DE AMARRE COLOCADO DE TAL MANERA QUE RECUBRA LA LONGITUD DE DESARROLLO EN FORMA CONTINUA.

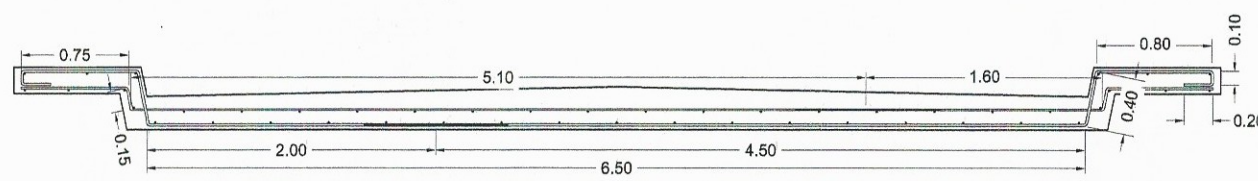
NO SE PERMITIRÁN DOBLECES NI GANCHOS PARA EL ACERO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LA LOSA.



POSICIONAMIENTO DE EMPALMES
PLANTA DE LOSA



POSICIONAMIENTO DE EMPALME EN PRIMER VARILLA



POSICIONAMIENTO DE EMPALME EN SEGUNDA VARILLA

SECCIÓN DE LOSA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	CANTIDAD
1	CAMA INFERIOR TRANSVERSAL	VARILLAS No 5 @ 0.25 m	153 VARILLAS
	CAMA SUPERIOR TRANSVERSAL	VARILLAS No 4 @ 0.35 m	100 VARILLAS
	CAMA INFERIOR LONGITUDINAL	VARILLAS No 4 @ 0.40 m	83 VARILLAS
	CAMA SUPERIOR LONGITUDINAL	VARILLAS No 4 @ 0.40 m	83 VARILLAS

ESPESOR: 0.18 m
LONGITUD: 21 m
VOLUMEN DE CONCRETO
LOSA: 25.90 m³
BANQUETA: 9 m³

2	ACERO EN CAMA SUPERIOR	6 VARILLAS No 10	96 VARILLAS
	ACERO EN CAMA INFERIOR	14 VARILLAS No 11	224 VARILLAS
	ACERO ADICIONAL	12 VARILLAS No 3	192 VARILLAS
	ACERO TRANSVERSAL + G.S.	ESTRIBOS No 3 @ 0.10 m LONGITUD: 0.05 m	300 VARILLAS

SECCIÓN DE VIGA 1.25 x 0.50 m
LONGITUD DE VIGA: 21 m
VOLUMEN DE CONCRETO POR VIGA: 11.25 m³
CANTIDAD DE VIGAS: 4 UNIDADES

3	ACERO EN ÁREA A COMPRESIÓN	2 VARILLAS No 5	13 VARILLAS
	ACERO EN ÁREA A TENSIÓN	3 VARILLAS No 5	19 VARILLAS
	ACERO TRANSVERSAL	ESTRIBOS No 3 @ 0.10 m	25 VARILLAS
	GANCHO SÍSMICO (G.S.)	ESTRIBOS No 3 @ 0.10 m LONGITUD: 0.05 m	

SECCIÓN SUPERIOR 0.20 x 0.15 m
SECCIÓN INFERIOR 0.20 x 0.30 m
ALTURA DE POSTE 1 m
VOLUMEN DE CONCRETO POR POSTE: 0.25 m³
CANTIDAD DE POSTES: 24 UNIDADES

4	ACERO EN CAMA SUPERIOR	3 VARILLAS No 6	6 VARILLAS
	ACERO EN CAMA INFERIOR	3 VARILLAS No 6	6 VARILLAS
	ACERO ADICIONAL	8 VARILLAS No 3	16 VARILLAS
	ACERO TRANSVERSAL + G.S.	ESTRIBOS No 3 @ 0.30 m G.S.: 0.05 m	24 VARILLAS

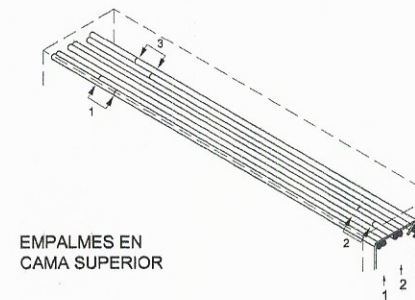
SECCIÓN DE VIGA 0.90 x 0.30 m
LONGITUD DE VIGA: 5.26 m
VOLUMEN DE CONCRETO POR VIGA: 1.50 m³
CANTIDAD DE VIGAS: 2 UNIDADES

5	ACERO EN CAMA SUPERIOR	2 VARILLAS No 6	4 VARILLAS
	ACERO EN CAMA INFERIOR	2 VARILLAS No 6	4 VARILLAS
	ACERO ADICIONAL	6 VARILLAS No 3	12 VARILLAS
	ACERO TRANSVERSAL + G.S.	ESTRIBOS No 3 @ 0.30 m G.S.: 0.05 m	17 VARILLAS

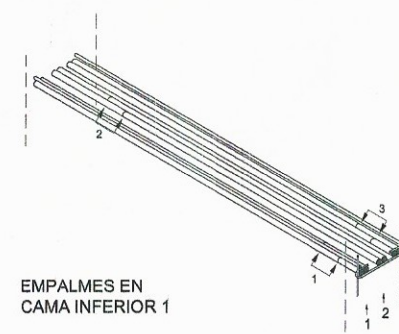
SECCIÓN DE VIGA 0.80 x 0.30 m
LONGITUD DE VIGA: 5.26 m
VOLUMEN DE CONCRETO POR VIGA: 1.00 m³
CANTIDAD DE VIGAS: 2 UNIDADES

6	ACERO LONGITUDINAL EN VIGA CORTINA	VARILLAS No 4 @ 0.15 m	58 VARILLAS
	ACERO LONGITUDINAL EN VIGA DE APOYO	6 VARILLAS No 5	18 VARILLAS
	ACERO TRANSVERSAL EN VIGA CORTINA	ESTRIBOS No 3 @ 0.10 m G.S.: 0.05 m	80 VARILLAS
	ACERO TRANSVERSAL EN VIGA DE APOYO	ESTRIBOS No 3 @ 0.15 m G.S.: 0.05 m	40 VARILLAS

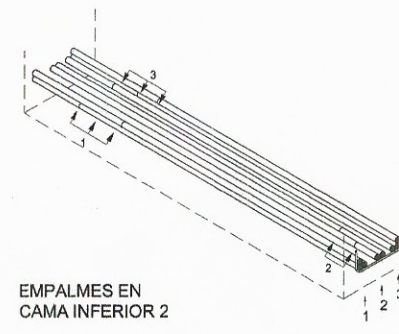
SECCIÓN DE VIGA CORTINA 1.30 x 0.30 m
SECCIÓN DE VIGA DE APOYO: 0.40 x 0.80 m
LONGITUD: 8.32 m
VOLUMEN DE CONCRETO POR CONJUNTO: 6.20 m³
CANTIDAD DE CONJUNTOS: 2 UNIDADES



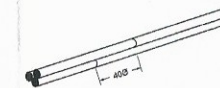
EMPALMES EN CAMA SUPERIOR



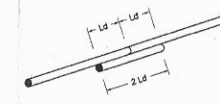
EMPALMES EN CAMA INFERIOR 1



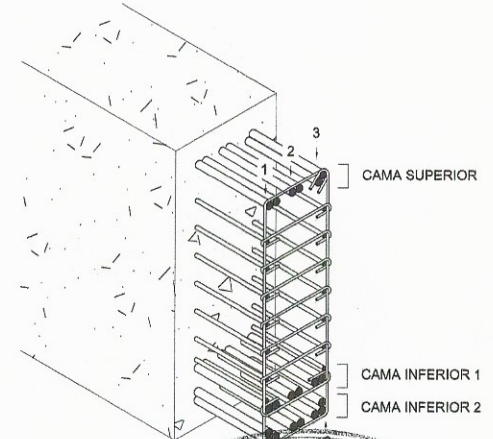
EMPALMES EN CAMA INFERIOR 2



EMPALME PARA PAQUETES DE VARILLAS



EMPALME PARA VARILLAS SIMPLES



Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL BARRIO EL MITCHAL MORALES, IZABAL.
LUGAR: BARRIO EL MITCHAL MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	
PLANTILLA DE MATERIALES Y CUANTIFICACIÓN	
DISEÑO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES CALCULO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES DIBUJO: LUIS DANIEL RAMOS MORALES ESCALA: INDICADA	7/7 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz COL. EPS

Apéndice 3. **Presupuesto desglosado del sistema de agua potable para la aldea Peñitas, Morales, Izabal**

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,1	Limpieza y chapeo	ml	Q 1,33	Q 9 387,74

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Machete	Unidad	20	Q 80,00	Q 1 600,00
				Q 1 600,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
-	-	-	Q -	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	3	Q 120,50	20	Q 7 230,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 7 230,00

RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 1 600,00
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 560,00
SUB-TOTAL				Q 2 160,00
TOTAL DEL RENGLON				Q 9 387,74
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 1,33

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,2	Topografía	ml	Q 5,83	Q 41 150,76

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Estacas	Unidad	140	Q 1,50	Q 210,00
Trompos	Unidad	282	Q 1,75	Q 493,50
Pintura en aerosol	Unidad	2	Q 85,00	Q 170,00
				Q 873,50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Levantamiento topográfico	ml	7058,45	Q 4,00	Q 28 233,80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 28 233,80

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	5	Q 75,50	5	Q 1 887,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 887,50

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 29 107,30
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 10 187,56
SUB-TOTAL	Q 39 294,86
TOTAL DEL REGLÓN	Q 41 150,76
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 5,83

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,3	Bodega y guardianía	unidad	1	Q 16 286,40
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tablón de madera 2"*3"*10'	unidad	20,00	Q 28,50	Q 570,00
Tablón de madera 2"*4"*12'	unidad	16,00	Q 45,60	Q 729,60
Tablón de madera 2"*3"*8'	unidad	18,00	Q 22,60	Q 406,80
Regla de madera 2"*3"*12'	unidad	20,00	Q 34,20	Q 684,00
Regla de madera 1"*4"*12'	unidad	4,00	Q 22,80	Q 91,20
Regla de madera 1"*3"*12'	unidad	4,00	Q 17,10	Q 68,40
Clavo de 2"	libra	20,00	Q 6,00	Q 120,00
Clavo de lámina 2 1/2"	libra	6,00	Q 8,00	Q 48,00
Lam1na cal. 28 de 10'	unidad	46,00	Q 106,00	Q 4 876,00
Lamina cal. 28 de 8'	unidad	8,00	Q 85,00	Q 680,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 8 274,00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Elaboración de estructura	m ²	72	Q 20,00	Q 1 440,00
Colocación de lamina	unidad	94	Q 25,00	Q 2 350,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 3 790,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
-	-	-	-	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 12 064,00
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 4 222,40
SUB-TOTAL				Q 16 286,40
TOTAL DEL RENGLON				Q 16 286,40
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 16 286,40

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2,1 Encofrado/desencofrado	m ²	90	Q 273,41	Q 24 606,90

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tabla de madera 1"*12"*12'	Unidad	325	Q 28,50	Q 9 262,50
Tablón de madera 2"*4"*12'	Unidad	45	Q 45,60	Q 2 052,00
Regla de madera 2"*3"*12'	Unidad	280	Q 22,60	Q 6 328,00
Clavo de 2"	libra	15	Q 6,00	Q 90,00
				Q 17 732,50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Encofrado/desencofrado	m ²	90	Q 5,50	Q 495,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 495,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
-	-	Q -	-	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 18 227,50
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 6 379,63
SUB-TOTAL	Q 24 607,13
TOTAL DEL RENGLON	Q 24 606,90
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 273,41

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,2	Armadura columna tipo C-1 + Estribos	ml	6	Q 155,28	Q 931,68

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 4	Unidad	6	Q 66,50	Q 399,00
Varilla núm 3	Unidad	7	Q 20,00	Q 140,00
Alambre de amarre	Libra	2	Q 3,50	Q 7,00
				Q 546,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de columna	ml	6	Q 5,50	Q 33,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 33,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	2	Q 150,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 150,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 579,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 202,65
SUB-TOTAL	Q 781,65
TOTAL DEL RENGLÓN	Q 931,68
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 155,28

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2,3 Armadura columna tipo C-2 + Estribos + Eslabones	ml	6	Q 272,41	Q 1 634,46

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 4	Unidad	10	Q 66,50	Q 665,00
Varilla núm 3	Unidad	14	Q 20,00	Q 280,00
Alambre de amarre	Libra	3	Q 3,50	Q 10,50
				Q 955,50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de columna	ml	6	Q 5,50	Q 33,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 33,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	4	Q 300,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 300,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 988,50
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 345,98
SUB-TOTAL	Q 1 334,48
TOTAL DEL REGLÓN	Q 1 634,46
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 272,41

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,4	Armadura columna tipo C-3 + Estribos	ml	5,6	Q 133,77	Q 749,11

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 4	Unidad	4	Q 66,50	Q 266,00
Varilla núm 3	Unidad	7	Q 20,00	Q 140,00
Alambre de amarre	Libra	2	Q 3,50	Q 7,00
				Q 413,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de columna	ml	5,6	Q 5,50	Q 30,80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 30,80

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	2	Q 150,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 150,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 443,80
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 155,33
SUB-TOTAL	Q 599,13
TOTAL DEL RENGLÓN	Q 749,11
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 133,77

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,5	Armadura solera tipo S-1 + Estribos	ml	15	Q 153,73	Q 2 305,95

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 4	Unidad	18	Q 66,50	Q 1 197,00
Varilla núm 3	Unidad	15	Q 20,00	Q 300,00
Alambre de amarre	Libra	5	Q 3,50	Q 17,50
				Q 1 514,50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de solera	ml	15	Q 5,50	Q 82,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 82,50

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	2	Q 150,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 150,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 1 597,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 558,95
SUB-TOTAL	Q 2 155,95
TOTAL DEL REGLÓN	Q 2 305,95
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 153,73

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,6	Armadura solera tipo S-2 + Estribos	ml	12	Q 117,19	Q 1 406,28

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 4	Unidad	9	Q 66,50	Q 598,50
Varilla núm 3	Unidad	10	Q 20,00	Q 200,00
Alambre de amarre	Libra	3	Q 3,50	Q 10,50
				Q 809,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de solera	ml	12	Q 5,50	Q 66,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 66,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	3	Q 225,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 225,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 875,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 306,25
SUB-TOTAL	Q 1 181,25
TOTAL DEL RENGLÓN	Q 1 406,28
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 117,19

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,7	Fundición columna tipo C-1	m ³	0,38	Q 1 559,25	Q 592,52

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	3	Q 72,00	Q 216,00
Arena	m ³	0,2	Q 100,00	Q 20,00
Piedrín	m ³	0,3	Q 299,00	Q 89,70
				Q 325,70

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de columna	m ³	0,38	Q 5,50	Q 2,09
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,09

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	2	Q 150,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 150,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 327,79
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 114,73
SUB-TOTAL	Q 442,52
TOTAL DEL REGLÓN	Q 592,52
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 1 559,25

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2, 8	Fundición columna tipo C-2	m ³	0,9	Q 1 557,47	Q 1 401,72

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	9	Q 72,00	Q 648,00
Arena	m ³	0,5	Q 100,00	Q 50,00
Piedrín	m ³	0,75	Q 299,00	Q 224,25
				Q 922,25

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de columna	m ³	0,9	Q 5,50	Q 4,95
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,95

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	2	Q 150,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 150,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 927,20
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 324,52
SUB-TOTAL	Q 1 251,72
TOTAL DEL RENGLÓN	Q 1 401,72
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN	Q 1 557,47

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,9	Fundición columna tipo C-3	m ³	0,25	Q 1 515,95	Q 378,99

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	2	Q 72,00	Q 144,00
Arena	m ³	0,2	Q 100,00	Q 20,00
Piedrín	m ³	0,2	Q 299,00	Q 59,80
				Q 223,80

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de columna	m ³	0,25	Q 5,50	Q 1,38
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,38

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	1	Q 75,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 225,18
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 78,81
SUB-TOTAL	Q 303,99
TOTAL DEL RENGLON	Q 378,99
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 1 515,95

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2,10	Fundición solera tipo S-1	m ³	1	Q 1 525,58

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	10	Q 72,00	Q 720,00
Arena	m ³	0,5	Q 100,00	Q 50,00
Piedrín	m ³	1	Q 299,00	Q 299,00
				Q 1 069,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera	m ³	1	Q 5,50	Q 5,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 5,50

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNAL	PRECIO JORNAL	No AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	1	Q 75,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 1 074,50
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 376,08
SUB-TOTAL	Q 1 450,58
TOTAL DEL REGLÓN	Q 1 525,58
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 1 525,58

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,11	Fundición solera tipo S-2	m ³	0,5	Q 1 587,08	Q 793,54

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	5	Q 72,00	Q 360,00
Arena	m ³	0,2	Q 100,00	Q 20,00
Piedrín	m ³	0,5	Q 299,00	Q 149,50
				Q 529,50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera	m ³	0,5	Q 5,50	Q 2,75
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,75

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	1	Q 75,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 532,25
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 186,29
SUB-TOTAL	Q 718,54
TOTAL DEL REGLÓN	Q 793,54
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 1 587,08

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,12	Fundición de concreto ciclópeo + grava de infiltración	m ³	10	Q 1 104,02	Q 11 040,20

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	60	Q 72,00	Q 4 320,00
Arena	m ³	4	Q 100,00	Q 400,00
Piedrín	m ³	5	Q 299,00	Q 1 495,00
Grava de 3/4"	m ³	2	Q 42,20	Q 84,40
Grava de 1"	m ³	2	Q 45,00	Q 90,00
Grava de 1 1/2"	m ³	4	Q 72,00	Q 288,00
Grava de 4"	m ³	7,5	Q 86,00	Q 645,00
				Q 7 322,40

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera	m ³	10	Q 80,00	Q 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 800,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNAL	PRECIO JORNAL	No AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	1	Q 75,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 8 122,40
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 2 842,84
SUB-TOTAL	Q 10 965,24
TOTAL DEL RENGLÓN	Q 11 040,20
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN	Q 1 104,02

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2,13	Tubería de salida y rebalse	global	1	Q 3 698,00
				Q 3 698,00

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC 2"	Unidad	1	Q 90,00	Q 90,00
Tubo PVC 4"	Unidad	1	Q 260,00	Q 260,00
Tubo PVC 6"	Unidad	2	Q 580,00	Q 1 160,00
Codo PVC 45° de 4"	Unidad	3	Q 45,00	Q 135,00
Pichacha de bronce de 6"	Unidad	1	Q 350,00	Q 350,00
Adaptador macho de bronce 6"	Unidad	1	Q 95,00	Q 95,00
Cemento solvente para tubería	1/4 Galón	1	Q 118,00	Q 118,00
Varilla núm 3	Varilla	2	Q 20,00	Q 40,00
				Q 2 118,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de tubería	unidad	4	Q 15,50	Q 62,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 62,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNAL	PRECIO JORNAL	No AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	5	Q 75,50	2	Q 755,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 755,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 2 180,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 763,00
SUB-TOTAL	Q 2 943,00
TOTAL DEL RENGLON	Q 3 698,00
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 3 698,00

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
3,1	Línea de conducción tubería de 6"	ml	1300	Q 196,69	Q 255 697,00

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC 6"	Unidad	226	Q 580,00	Q 131 080,00
Material selecto	m ³	216	Q 50,00	Q 10 800,00
				Q 141 880,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación de zanja	ml	1300	Q 15,50	Q 20 150,00
Colocación de tubería	unidad	226	Q 7,00	Q 1 582,00
Relleno y compactación	m ³	832	Q 20,25	Q 16 848,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 38 580,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	20	Q 75,50	8	Q 12 080,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 12 080,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 180 460,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 63 161,00
SUB-TOTAL	Q 243 621,00
TOTAL DEL REGLÓN	Q 255 697,00
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 196,69

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
3,2	Línea de conducción tubería de 4"	ml	2934	Q 102,60	Q 301 028,40

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC 4"	Unidad	489	Q 260,00	Q 127 140,00
Material selecto	m ³	425	Q 50,00	Q 21 250,00
Cemento solvente para tubería	1/4 galón	12	Q 118,00	Q 944,00
				Q 149 334,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación de zanja	ml	2934	Q 15,50	Q 45 477,00
Colocación de tubería	unidad	489	Q 7,00	Q 3 423,00
Relleno y compactación	m ³	1056	Q 20,25	Q 21 384,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 70 284,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	15	Q 75,50	4	Q 4 530,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4 530,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 219 618,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 76 866,30
SUB-TOTAL	Q 296 484,30
TOTAL DEL RENGLON	Q 301 028,40
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 102,60

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
3,3	Línea de conducción tubería de 3"	ml	360	Q 103,34	Q 37 202,03

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC 3"	Unidad	60	Q 160,00	Q 9 600,00
Material selecto	m ³	60	Q 50,00	Q 3 000,00
Cemento solvente para tubería	1/4 galón	8	Q 118,00	Q 944,00
				Q 13 544,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación de zanja	ml	360	Q 15,50	Q 5 580,00
Colocación de tubería	unidad	60	Q 7,00	Q 420,00
Relleno y compactación	m ³	230	Q 20,25	Q 4 657,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 10 657,50

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	15	Q 75,50	4	Q 4 530,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4 530,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 24 201,50
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 8 470,53
SUB-TOTAL	Q 32 672,03
TOTAL DEL RENGLON	Q 37 202,03
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 103,34

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3,4 Válvulas y accesorios	global	1	Q 15 704,48	Q 15 704,48

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Llaves de limpieza	unidad	9	Q 41,28	Q 371,52
Válvulas de aire	unidad	6	Q 56,70	Q 340,20
Llaves de compuerta	unidad	4	Q 65,27	Q 261,08
Reductor bushing de 6"x4"	unidad	1	Q 115,00	Q 115,00
Reductor bushing de 4"x3"	unidad	1	Q 45,00	Q 45,00
Codos PVC de 90° 3"	unidad	3	Q 35,00	Q 105,00
Codos PVC de 45° 3"	unidad	7	Q 35,00	Q 245,00
Codos PVC de 90° 4"	unidad	4	Q 45,00	Q 180,00
Codos PVC de 45° 4"	unidad	9	Q 45,00	Q 405,00
Cemento	Saco	38	Q 75,00	Q 2 850,00
Arena	m ³	2	Q 100,00	Q 200,00
Piedrín	m ³	3	Q 299,00	Q 897,00
				Q 6 014,80

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición	m ³	4	Q 180,00	Q 720,00
Colocación de tubería	global	1	Q 3 500,00	Q 3 500,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4 220,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,50	25	Q 1 887,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 887,50

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 10 234,80
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 3 582,18
SUB-TOTAL	Q 13 816,98
TOTAL DEL REGLÓN	Q 15 704,48
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 15 704,48

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3,5	Paso aéreo de 30 m	global	1	Q 44 382,40

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	saco	118	Q 72,00	Q 8 496,00
Arena	m ³	6	Q 100,00	Q 600,00
Piedrín	m ³	8	Q 299,00	Q 2 392,00
Tirante de acero de 1/4"	ml	45	Q 30,00	Q 1 350,00
Cable de acero de 3/8"	ml	63	Q 65,00	Q 4 095,00
Mordazas para cable	unidad	8	Q 125,00	Q 1 000,00
Cemento solvente	1/4 galón	1	Q 118,00	Q 118,00
Niple HG 3"	unidad	4	Q 54,00	Q 216,00
Tubo HG 4"	unidad	6	Q 1 180,00	Q 7 080,00
Codo PVC de 90° 4"	unidad	4	Q 45,00	Q 180,00
Tubo PVC 4"	unidad	8	Q 260,00	Q 2 080,00
Varilla No 3	unidad	18	Q 20,00	Q 360,00
Varilla No 4	unidad	15	Q 66,50	Q 997,50
				Q 28 964,50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición	m ³	12	Q 180,00	Q 2 160,00
Armadura	ml	8	Q 15,50	Q 124,00
Colocación de tubería	unidad	6	Q 18,20	Q 109,20
Tensado	global	1	Q 120,00	Q 120,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 513,20

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,50	25	Q 1 887,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 887,50

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 31 477,70
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 11 017,20
SUB-TOTAL	Q 42 494,90
TOTAL DEL RENGLON	Q 44 382,40
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 44 382,40

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,1	Armado de losa	m ²	15,5	Q 296,03	Q 4 588,47

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla No 3	Unidad	135	Q 20,00	Q 2 700,00
Alambre de amarre	Libra	40	Q 3,50	Q 140,00
				Q 2 840,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
armado de losa	m ²	15,5	Q 25,30	Q 392,15
TOTAL MANO DE OBRA				Q 392,15

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	3	Q 225,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 225,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 3 232,15
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 1 131,25
SUB-TOTAL	Q 4 363,40
TOTAL DEL REGLÓN	Q 4 588,47
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 296,03

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,2	Fundición de losa	m ³	1,55	Q 1 550,63	Q 2 403,48

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	15	Q 72,00	Q 1 080,00
Arena	m ³	1	Q 100,00	Q 100,00
Piedrín	m ³	1,2	Q 299,00	Q 358,80
				Q 1 538,80

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera	m ³	1,55	Q 120,00	Q 186,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 186,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	1	Q 75,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 1 724,80
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 603,68
SUB-TOTAL	Q 2 328,48
TOTAL DEL REGLÓN	Q 2 403,48
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 1 550,63

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,3	Armado de viga V-1	ml	11	Q 230,60	Q 2 536,60

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 3	Unidad	18	Q 20,00	Q 360,00
Varilla núm 4	Unidad	4	Q 66,50	Q 266,00
Varilla núm 5	Unidad	8	Q 83,50	Q 668,00
Alambre de amarre	Libra	40	Q 3,50	Q 140,00
				Q 1 434,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
armado de losa	ml	11	Q 25,30	Q 278,30
TOTAL MANO DE OBRA				Q 278,30

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	3	Q 225,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 225,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 1 712,30
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 599,31
SUB-TOTAL	Q 2 311,61
TOTAL DEL RENGLON	Q 2 536,60
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 230,60

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,4	Fundición de viga V-1	m ³	0,85	Q 1 584,75	Q 1 347,04

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	8	Q 72,00	Q 576,00
Arena	m ³	0,4	Q 100,00	Q 40,00
Piedrín	m ³	0,75	Q 299,00	Q 224,25
				Q 840,25

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera	m ³	0,85	Q 120,00	Q 102,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 102,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	1	Q 75,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 942,25
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 329,79
SUB-TOTAL	Q 1 272,04
TOTAL DEL RENGLON	Q 1 347,04
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 1 584,75

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4,5	Armado de viga V-2	ml	Q 219,14	Q 6 135,92

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 3	Unidad	26	Q 20,00	Q 520,00
Varilla núm 4	Unidad	12	Q 66,50	Q 798,00
Varilla núm 5	Unidad	28	Q 83,50	Q 2 338,00
Alambre de amarre	Libra	4	Q 3,50	Q 14,00
				Q 3 670,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
armado de losa	ml	28	Q 25,30	Q 708,40
TOTAL MANO DE OBRA				Q 708,40

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	3	Q 225,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 225,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 4 378,40
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 1 532,44
SUB-TOTAL	Q 5 910,84
TOTAL DEL RENGLON	Q 6 135,92
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 219,14

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,6	Fundición de viga V-2	m ³	2,2	Q 1 596,41	Q 3 512,10

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	22	Q 72,00	Q 1 584,00
Arena	m ³	1	Q 100,00	Q 100,00
Piedrín	m ³	2	Q 299,00	Q 598,00
				Q 2 282,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera	m ³	2,2	Q 120,00	Q 264,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 264,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	1	Q 75,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 2 546,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 891,10
SUB-TOTAL	Q 3 437,10
TOTAL DEL REGLÓN	Q 3 512,10
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 1 596,41

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,7	Fundición de muro ciclópeo	m ³	3,5	Q 1 050,90	Q 3 678,15

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	25	Q 72,00	Q 1 800,00
Arena	m ³	0,75	Q 100,00	Q 75,00
Piedrín	m ³	1	Q 299,00	Q 299,00
Grava de 4"	m ³	2,5	Q 86,00	Q 215,00
				Q 2 389,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de solera	m ³	3,5	Q 80,00	Q 280,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 280,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	1	Q 75,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 2 669,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 934,15
SUB-TOTAL	Q 3 603,15
TOTAL DEL REGLÓN	Q 3 678,15
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 1 050,90

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,8	Tubería de entrada/salida y rebalse	global	1	Q 1 963,25	Q 1 963,25

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC 2"	Unidad	1	Q 90,00	Q 90,00
Tubo PVC 4"	Unidad	1	Q 260,00	Q 260,00
Tubo PVC 3"	Unidad	2	Q 160,00	Q 320,00
Codo PVC 45° de 4"	Unidad	3	Q 45,00	Q 135,00
Cemento solvente para tubería	1/4 Galón	1	Q 118,00	Q 118,00
Varilla núm 3	Varilla	2	Q 20,00	Q 40,00
				Q 833,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de tubería	unidad	4	Q 15,50	Q 62,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 62,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	5	Q 75,50	2	Q 755,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 755,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 895,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 313,25
SUB-TOTAL	Q 1 208,25
TOTAL DEL RENGLON	Q 1 963,25
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 1 963,25

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,1 Distribución Ramal A	ml	1803,9	Q 91,05	Q 164 245,10

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC 1 1/2"	unidad	84	Q 85,00	Q 7 140,00
Tubo PVC 3"	unidad	81	Q 160,00	Q 12 960,00
Tubo PVC 4"	unidad	185	Q 260,00	Q 48 100,00
Cemento solvente para tubería	1/4 galón	12	Q 118,00	Q 1 416,00
Material selecto	m ³	288	Q 50,00	Q 14 400,00
				Q 84 016,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Zanjeo	ml	1803,9	Q 15,50	Q 27 960,45
Colocación de tubería	unidad	350	Q 7,00	Q 2 450,00
Relleno y excavación	m ³	288	Q 20,25	Q 5 832,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 36 242,45

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,50	25	Q 1 887,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 887,50

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 120 258,45
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 42 090,46
SUB-TOTAL	Q 162 348,91
TOTAL DEL REGLÓN	Q 164 245,10
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN	Q 91,05

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,2	Distribución Ramal A	ml	Q 91,06	Q 69 205,60

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC 1 1/2"	unidad	30	Q 85,00	Q 2 550,00
Tubo PVC 2"	unidad	53	Q 90,00	Q 4 770,00
Tubo PVC 3"	unidad	13	Q 160,00	Q 2 080,00
Tubo PVC 4"	unidad	38	Q 260,00	Q 9 880,00
Cemento solvente para tubería	1/4 galón	8	Q 118,00	Q 944,00
Material selecto	m ³	128	Q 50,00	Q 6 400,00
				Q 26 624,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Zanjeo	ml	804	Q 15,50	Q 12 462,00
Colocación de tubería	unidad	134	Q 7,00	Q 938,00
Relleno y excavación	m ³	486	Q 20,25	Q 9 841,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 23 241,50

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,50	25	Q 1 887,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 887,50

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 49 865,50
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 17 452,93
SUB-TOTAL	Q 67 318,43
TOTAL DEL RENGLON	Q 69 205,60
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 91,06

Continuación del apéndice 3.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,3 Válvulas y accesorios	global	1	Q 43 798,93	Q 43 798,93

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Válvula de control	unidad	19	Q 200,00	Q 3 800,00
Codo PVC 45° 4"	unidad	40	Q 45,00	Q 1 800,00
Codo PVC 45° 3"	unidad	16	Q 40,00	Q 640,00
Codo PVC 45° 2"	unidad	11	Q 38,50	Q 423,50
Codo PVC 45° 1 1/2"	unidad	163	Q 10,00	Q 1 630,00
Codo PVC 45° 1"	unidad	47	Q 8,00	Q 376,00
Codo PVC 90° 4"	unidad	17	Q 50,00	Q 850,00
Codo PVC 90° 3"	unidad	10	Q 40,00	Q 400,00
Codo PVC 90° 2"	unidad	13	Q 10,00	Q 130,00
Codo PVC 90° 1 1/2"	unidad	65	Q 8,00	Q 520,00
Codo PVC 90° 1"	unidad	262	Q 5,50	Q 1 441,00
Tee PVC 4"	unidad	7	Q 80,00	Q 560,00
Tee PVC 3"	unidad	7	Q 50,00	Q 350,00
Tee PVC 2"	unidad	5	Q 25,00	Q 125,00
Reductor Bushing 4"*3"	unidad	4	Q 45,00	Q 180,00
Reductor Bushing 4"* 1 1/2"	unidad	10	Q 35,00	Q 350,00
Reductor Bushing 3"* 1 1/2"	unidad	5	Q 30,00	Q 150,00
Llave de paso de 4"	unidad	38	Q 55,00	Q 2 090,00
Llave de paso de 3"	unidad	25	Q 40,00	Q 1 000,00
Llave de paso de 2"	unidad	13	Q 35,00	Q 455,00
Llave de paso de 1 1/2"	unidad	51	Q 25,00	Q 1 275,00
				Q 18 545,50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de tubería	global	1	Q 12 500,00	Q 12 500,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 12 500,00

Continuación del apéndice 3.

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,50	25	Q 1 887,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 887,50

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 31 045,50
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 10 865,93
SUB-TOTAL	Q 41 911,43
TOTAL DEL RENGLON	Q 43 798,93
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 43 798,93

Continuación del apéndice 3.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
6,1	Conexiones prediales	unidad	121	Q 445,35	Q 53 887,35

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC 1 1/2"	unidad	242	Q 45,00	Q 10 890,00
Codos de 45° de 1 1/2"	unidad	84	Q 15,00	Q 1 260,00
Codos de 90° de 1 1/2"	unidad	242	Q 25,00	Q 6 050,00
Reductor de 1 1/2"*1"	unidad	215	Q 30,00	Q 6 450,00
Cemento solvente para tubería	1/4 galón	16	Q 118,00	Q 1 888,00
				Q 26 538,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Zanjeo	ml	726	Q 5,75	Q 4 174,50
Colocación de tubería	unidad	363	Q 7,00	Q 2 541,00
Relleno y excavación	m ³	260	Q 20,25	Q 5 265,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 11 980,50

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,50	25	Q 1 887,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 887,50

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 38 518,50
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 13 481,48
SUB-TOTAL	Q 51 999,98
TOTAL DEL RENGLON	Q 53 887,35
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 445,35

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Presupuesto desglosado del puente vehicular para el barrio el Mitchal, Morales, Izabal**

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,1	Limpieza y chapeo	m ²	Q 1,50	Q 300,00
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
				Q -
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	4	Q 300,00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 300,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q -
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q -
SUB-TOTAL				Q -
TOTAL DEL RENGLÓN				Q 300,00
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q 1,50

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,2	Topografía	m ²	Q 11,50	Q 2 300,00
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Estacas	unidad	5	Q 1,50	Q 7,50
Trompos	unidad	10	Q 1,00	Q 10,00
				Q -
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 17,50
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Levantamiento topográfico	global	1	Q1 500,00	Q 1 500,00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 500,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 50,00	5	Q 250,00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 250,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 1 517,50
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 531,13
SUB-TOTAL				Q 2 048,63
TOTAL DEL RENGLON				Q 2 300,00
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 11,50

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,3	Bodega y guardianía	global	1	Q 16 286,40
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tablón de madera 2"*3"*10'	unidad	20,00	Q 28,50	Q 570,00
Tablón de madera 2"*4"*12'	unidad	16,00	Q 45,60	Q 729,60
Tablón de madera 2"*3"*8'	unidad	18,00	Q 22,60	Q 406,80
Regla de madera 2"*3"*12'	unidad	20,00	Q 34,20	Q 684,00
Regla de madera 1"*4"*12'	unidad	4,00	Q 22,80	Q 91,20
Regla de madera 1"*3"*12'	unidad	4,00	Q 17,10	Q 68,40
Clavo de 2"	libra	20,00	Q 6,00	Q 120,00
Clavo de lámina 2 1/2"	libra	6,00	Q 8,00	Q 48,00
Lam1na cal. 28 de 10'	unidad	46,00	Q 106,00	Q 4 876,00
Lamina cal. 28 de 8'	unidad	8,00	Q 85,00	Q 680,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 8 274,00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Elaboración de estructura	m ²	72	Q 20,00	Q 1 440,00
Colocación de lamina	unidad	94	Q 25,00	Q 2 350,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 3 790,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 12 064,00
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 4 222,40
SUB-TOTAL				Q 16 286,40
TOTAL DEL RENGLON				Q 16 286,40
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 16 286,40

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2,1	Obra falsa	global	Q 1 823,33	Q 1 823,33
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tablón de madera 2"*3"*10'	Unidad	10	Q 28,50	Q 285,00
Tablón de madera 2"*4"*12'	Unidad	8	Q 45,60	Q 364,80
Tablón de madera 2"*3"*8'	Unidad	3	Q 22,60	Q 67,80
Regla de madera 2"*3"*12'	Unidad	12	Q 34,20	Q 410,40
Clavo de 2"	Libra	6	Q 6,00	Q 36,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 1 164,00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Conformación de andamio	global	1	Q 75,50	Q 75,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 75,50
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	2	Q 150,00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 150,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 1 239,50
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 433,83
SUB-TOTAL				Q 1 673,33
TOTAL DEL RENGLÓN				Q 1 823,33
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q 1 823,33

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2,2	Encofrado/desencofrado	m ²	Q 84,08	Q 14 714,00

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tabla de madera 1"*12"*12'	Unidad	182	Q 28,50	Q 5 187,00
Tablón de madera 2"*4"*12'	Unidad	52	Q 45,60	Q 2 371,20
Regla de madera 2"*3"*8'	Unidad	98	Q 22,60	Q 2 214,80
Clavo de 2"	libra	25	Q 34,20	Q 855,00
				Q 10 628,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Encofrado/desencofrado	global	1	Q 160,00	Q 160,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 160,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	2	Q 150,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 150,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 10 788,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 3 775,80
SUB-TOTAL	Q 14 563,80
TOTAL DEL RENGLÓN	Q 14 714,00
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN	Q 84,08

Continuación del apéndice 4.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,3	Armado de losa y banquetta	m ²	175	Q 294,25	Q 51 493,75
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Varillas núm 4	Varilla	266	Q 66,50	Q 17 689,00	
Varillas núm 5	Varilla	153	Q 83,50	Q 12 775,50	
Alambre de amarre	Libra	21	Q 3,50	Q 73,50	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 30 538,00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Armado de losa	m ²	138	Q 45,50	Q 6 233,50	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6 233,50	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
Ayudantes	6	Q 75,00	4	Q 1 800,00	
				Q -	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 800,00	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 36 771,50	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 12 870,03	
SUB-TOTAL				Q 49 641,53	
TOTAL DEL REGLÓN				Q 51 493,75	
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN				Q 294,25	

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,4	Fundición de losa de 0,18 metros de espesor	m ³	25,9	Q 1 524,54	Q 39 485,59
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	saco	254	Q 72,00	Q 18 288,00	
Arena	m ³	14,5	Q 100,00	Q 1 450,00	
Piedrín	m ³	16	Q 229,00	Q 3 664,00	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 23 402,00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Fundición de losa	m ³	25,9	Q 200,00	Q 5 180,00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 5 180,00	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
Ayudantes	3	Q 75,00	4	Q 900,00	
				Q -	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 900,00	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 28 582,00	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 10 003,70	
SUB-TOTAL				Q 38 585,70	
TOTAL DEL RENGLON				Q 39 485,59	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 1 524,54	

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
2,5	Fundición de banqueta	m ³	9	Q 1 620,15	Q 14 581,35

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	89	Q 72,00	Q 6 408,00
Arena	m ³	5	Q 100,00	Q 500,00
Piedrín	m ³	7	Q 299,00	Q 2 093,00
				Q 9 001,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de banqueta	m ³	9	Q 200,00	Q 1 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 800,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
-	-	Q -	-	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 10 801,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 3 780,35
SUB-TOTAL	Q 14 581,35
TOTAL DEL RENGLON	Q 14 581,35
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 1 620,15

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3,1	Encofrado/desencofrado	ml	Q 225,85	Q 18 971,40
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tabla de madera 1"*12"*12'	Unidad	250	Q 28,50	Q 7 125,00
Tablón de madera 2"*4"*12'	Unidad	80	Q 45,60	Q 3 648,00
Tablón de madera 2"*3"*8'	Unidad	30	Q 22,60	Q 678,00
Regla de madera 2"*3"*12'	Unidad	50	Q 34,20	Q1 710,00
Clavo de 2"	Libra	16	Q 6,00	Q 96,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 13 257,00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Encofrado/desencofrado	ml	84	Q 5,50	Q 462,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 462,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	2	Q 75,00	3	Q 450,00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 450,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 13 719,00
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 4 801,65
SUB-TOTAL				Q 18 520,65
TOTAL DEL RENGLO				Q 18 971,40
PRECIO UNITARIO DEL RENGLO				Q 225,85

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
3,2	Estribos y eslabones	Unidad	244	Q 54,80	Q 13 370,20
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Varilla núm 3	Varilla	300	Q 20,00	Q 6 000,00	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 6 000,00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Hechura de Estribos	Unidad	244	Q 5,50	Q 1 342,00	
Hechura de Eslabones	Unidad	1708	Q 1,50	Q 2 562,00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 3 904,00	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
-	-	-	-	Q -	
TOTAL MANO DE OBRA				Q -	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 9 904,00	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 3 466,40	
SUB-TOTAL				Q 13 370,40	
TOTAL DEL RENGLÓN				Q 13 370,20	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q 54,80	

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3,3	Armadura	ml	Q 1 909,00	Q 160 356,00
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 11	Varilla	224	Q 345,75	Q 77 448,00
Varilla núm 10	Varilla	96	Q 305,00	Q 29 280,00
Varilla núm 3	Varilla	192	Q 20,00	Q 3 840,00
Alambre de amarre	Libra	154	Q 3,50	Q 539,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 111 107,00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de viga	ml	84	Q 75,50	Q 6 342,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6 342,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	6	Q 75,00	4	Q 1 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 800,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 117 449,00
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 41 107,00
SUB-TOTAL				Q 158 556,00
TOTAL DEL RENGLON				Q 160 356,00
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 1 909,00

Continuación del apéndice 4.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3,4 Fundición de viga principal	m ³	45	Q 1 573,33	Q 70 799,85
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	441	Q 72,00	Q 31 752,00
Arena	m ³	25	Q 100,00	Q 2 500,00
Piedrín	m ³	30	Q 299,00	Q 8 970,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 43 222,00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de viga	m ³	45	Q 200,00	Q 9 000,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 9 000,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	1	Q 75,00	4	Q 300,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 300,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 52 222,00
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 18 277,70
SUB-TOTAL				Q 70 499,70
TOTAL DEL REGLÓN				Q 70 799,85
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN				Q 1 573,33

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4,1	Encofrado/desencofrado	ml	Q 240,19	Q 2 522,00
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tabla de madera de 1"*12"*12'	Unidad	24	Q 28,50	Q 684,00
Tablón de madera de 2"*4"*12'	Unidad	12	Q 45,60	Q 547,20
Regla de madera 2"*3"*12'	Unidad	15	Q 22,60	Q 339,00
Clavo de 2"	Libra	3	Q 6,00	Q 18,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 1 588,20
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Encofrado/desencofrado	ml	10,5	Q 5,50	Q 57,75
TOTAL MANO DE OBRA				Q 57,75
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNAL E S	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	2	Q 75,00	2	Q 300,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 300,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 1 645,95
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 576,08
SUB-TOTAL				Q 2 222,03
TOTAL DEL RENGLON				Q 2 522,00
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 240,19

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,2	Estribos y eslabones	Unidad	35	Q 34,04	Q 1 191,40
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Varilla núm 3	Unidad	24	Q 20,00	Q 480,00	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 480,00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Hechura de Estribos	Unidad	35	Q 5,50	Q 192,50	
Hechura de Eslabones	Unidad	140	Q 1,50	Q 210,00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 402,50	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
-	-	-	-	Q -	
TOTAL MANO DE OBRA				Q -	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 882,50	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 308,88	
SUB-TOTAL				Q 1 191,38	
TOTAL DEL RENGLO				Q 1 191,40	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLO				Q 34,04	

Continuación del apéndice 4.

RENLÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4,3	Armadura	ml	Q 465,20	Q 4 884,60
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 6	Unidad	12	Q 95,20	Q 1 142,40
Varilla núm 3	Unidad	16	Q 20,00	Q 320,00
Alambre de amarre	Unidad	8,5	Q 3,50	Q 29,75
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 1 492,15
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de viga	ml	10,5	Q 75,50	Q 792,75
TOTAL MANO DE OBRA				Q 792,75
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNAL S	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	6	Q 75,00	4	Q 1 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 800,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 2 284,90
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 799,72
SUB-TOTAL				Q 3 084,62
TOTAL DEL RENGLÓN				Q 4 884,60
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q 465,20

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4,4	Fundición de diafragma interior	m ³	3	Q 1 703,58	Q 5 110,73
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	Saco	28	Q 72,00	Q 2 016,00	
Arena	m ³	2	Q 100,00	Q 200,00	
Piedrín	m ³	2,5	Q 299,00	Q 747,50	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 2 963,50	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Fundición de viga	m ³	3	Q 200,00	Q 600,00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 600,00	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
Ayudantes	1	Q 75,00	4	Q 300,00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 300,00	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 3 563,50	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 1 247,23	
SUB-TOTAL				Q 4 810,73	
TOTAL DEL RENGLON				Q 5 110,73	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 1 703,58	

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,1	Encofrado/desencofrado	ml	Q 202,09	Q 2 121,95
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tabla de madera de 1"*12"*12'	Unidad	20	Q 28,50	Q 570,00
Tablón de madera de 2"*4"*12'	Unidad	8	Q 45,60	Q 364,80
Regla de madera 2"*3"*12'	Unidad	15	Q 22,60	Q 339,00
Clavo de 2"	Libra	3	Q 6,00	Q 18,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 1 291,80
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Encofrado/desencofrado	ml	10,5	Q 5,50	Q 57,75
TOTAL MANO DE OBRA				Q 57,75
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	2	Q 75,00	2	Q 300,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 300,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 1 349,55
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 472,35
SUB-TOTAL				Q 1 821,89
TOTAL DEL RENGLON				Q 2 121,95
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 202,09

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
5,2	Estribos y eslabones	Unidad	35	Q 26,60	Q 931,00
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Varilla núm 3	Unidad	17	Q 20,00	Q 340,00	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 340,00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Hechura de Estribos	Unidad	35	Q 5,50	Q 192,50	
Hechura de Eslabones	Unidad	105	Q 1,50	Q 157,50	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 350,00	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
-	-	-	-	Q -	
TOTAL MANO DE OBRA				Q -	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 690,00	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 241,50	
SUB-TOTAL				Q 931,50	
TOTAL DEL RENGLÓN				Q 931,00	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q 26,60	

Continuación del apéndice 4.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,3	Armadura	ml	Q 404,83	Q 4 250,72
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 6	Unidad	8	Q 95,20	Q 761,60
Varilla núm 3	Unidad	12	Q 20,00	Q 240,00
Alambre de amarre	Unidad	6	Q 3,50	Q 21,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 1 022,60
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de viga	ml	10,5	Q 75,50	Q 792,75
TOTAL MANO DE OBRA				Q 792,75
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNAL S	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	6	Q 75,00	4	Q 1 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 800,00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 1 815,35
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 635,37
SUB-TOTAL				Q 2 450,72
TOTAL DEL REGLÓN				Q 4 250,72
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN				Q 404,83

Continuación del apéndice 4.

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
5,4	Fundición de diafragma exterior	m ³	2	Q 1 620,15	Q 3 240,30
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	Saco	15	Q 72,00	Q 1 080,00	
Arena	m ³	1	Q 100,00	Q 100,00	
Piedrín	m ³	2	Q 299,00	Q 598,00	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 1 778,00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Fundición de viga	m ³	2	Q 200,00	Q 400,00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 400,00	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
Ayudantes	1	Q 75,00	4	Q 300,00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 300,00	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 2 178,00	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 762,30	
SUB-TOTAL				Q 2 940,30	
TOTAL DEL REGLÓN				Q 3 240,30	
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN				Q 1 620,15	

Continuación del apéndice 4.

REGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
6,1	Encofrado/desencofrado de Poste	Unidad	24	Q 46,62	Q 1 118,88
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tabla de madera de 1"*12"*12'		Unidad	8	Q 28,50	Q 228,00
Regla de madera 2"*3"*12'		Unidad	6	Q 22,60	Q 135,60
Clavos de 2"		libra	1	Q 6,00	Q 6,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q 369,60
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Encofrado/desencofrado		Unidad	24	Q 14,50	Q 348,00
TOTAL MANO DE OBRA					Q 348,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN		CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes		1	Q 75,00	2	Q 150,00
TOTAL MANO DE OBRA					Q 150,00
RESUMEN					
COSTO DIRECTO					Q 717,60
COSTO INDIRECTO (35 %)					Q 251,16
SUB-TOTAL					Q 968,76
TOTAL DEL REGLÓN					Q 1 118,88
PRECIO UNITARIO DEL REGLÓN					Q 46,62

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
6,2	Estribos	Unidad	168	Q 8,34	Q 1 401,12
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Varilla No 3	Varilla	25	Q 20,00	Q 500,00	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 500,00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Hechura de estribos	Unidad	168	Q 3,20	Q 537,60	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 537,60	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNAL	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
-	-	Q -	-	Q -	
TOTAL MANO DE OBRA				Q -	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 1 037,60	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 363,16	
SUB-TOTAL				Q 1 400,76	
TOTAL DEL RENGLON				Q 1 401,12	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 8,34	

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
6,3	Armadura de Poste	ml	Q 231,44	Q 5 554,56

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 5	Varilla	32	Q 83,50	Q 2 672,00
Alambre de amarre	libra	10	Q 3,50	Q 35,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 2 707,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de poste	Unidad	24	Q 35,50	Q 852,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 852,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	2	Q 75,00	5	Q 750,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 750,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 3 559,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 1 245,65
SUB-TOTAL	Q 4 804,65
TOTAL DEL RENGLON	Q 5 554,56
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 231,44

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
6,4	Fundición de poste + Riel HG 2"	m ³	6	Q 2 694,07	Q 16 164,42

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	60	Q 72,00	Q 4 320,00
Arena	m ³	3	Q 100,00	Q 300,00
Piedrín	m ³	4,5	Q 299,00	Q 1 345,50
Tubo HG 2"	Unidad	8	Q 590,00	Q 4 720,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 10 685,50

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de poste	m ³	6	Q 85,00	Q 510,00
Colocación de riel	ml	42	Q 5,30	Q 222,60
TOTAL MANO DE OBRA				Q 732,60

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	2	Q 75,00	5	Q 750,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 750,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 11 418,10
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 3 996,34
SUB-TOTAL	Q 15 414,44
TOTAL DEL RENGLÓN	Q 16 164,42
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN	Q 2 694,07

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
7,1	Encofrado/desencofrado de viga soporte	ml	16,64	Q 119,97	Q 1 996,30

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tabla de madera 1"*12"*12'	Unidad	21	Q 28,50	Q 598,50
Tablón de madera 2"*4"*12'	Unidad	5	Q 45,60	Q 228,00
Regla de madera 2"*3"*12'	Unidad	17	Q 22,60	Q 384,20
Clavo de 2"	libra	6	Q 6,00	Q 36,00
				Q 1 210,70

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Encofrado/desencofrado	ml	8,32	Q 5,50	Q 45,76
TOTAL MANO DE OBRA				Q 45,76

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	2	Q 75,00	2	Q 300,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 300,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 1 256,46
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 439,76
SUB-TOTAL	Q 1 696,22
TOTAL DEL RENGLON	Q 1 996,30
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 119,97

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
7,2	Estribos de viga soporte	Unidad	110	Q 17,24	Q 1 896,40

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 3	Unidad	40	Q 20,00	Q 800,00
				Q 800,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Hechura de estribos	Unidad	110	Q 5,50	Q 605,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 605,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
-	-	Q -	-	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 1 405,00
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 491,75
SUB-TOTAL	Q 1 896,75
TOTAL DEL RENGLON	Q 1 896,40
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 17,24

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
7,3	Armadura de viga soporte	ml	16,64	Q 165,42	Q 2 752,59

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 5	Unidad	18	Q 83,50	Q 1 503,00
				Q 1 503,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de viga	ml	16,64	Q 5,50	Q 91,52
TOTAL MANO DE OBRA				Q 91,52

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	4	Q 75,00	2	Q 600,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 600,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 1 594,52
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 558,08
SUB-TOTAL	Q 2 152,60
TOTAL DEL RENGLON	Q 2 752,59
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 165,42

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
7,4	Encofrado/desencofrado de viga cortina	ml	16,64	Q 127,08	Q 2 114,61

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tabla de madera 1"*12"*12'	Unidad	28	Q 28,50	Q 798,00
Tablón de madera 2"*4"*12'	Unidad	5	Q 45,60	Q 228,00
Regla de madera 2"*3"*12'	Unidad	18	Q 22,60	Q 406,80
Clavo de 2"	libra	7	Q 6,00	Q 42,00
				Q 1 474,80

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Encofrado/desencofrado	ml	16,64	Q 5,50	Q 91,52
TOTAL MANO DE OBRA				Q 91,52

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
-	-	Q -	-	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 1 566,32
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 548,21
SUB-TOTAL	Q 2 114,53
TOTAL DEL RENGLON	Q 2 114,61
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 127,08

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
7,5	Estribos de viga cortina	Unidad	166	Q 20,17	Q 3 348,22

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 3	Unidad	80	Q 20,00	Q 1 600,00
				Q 1 600,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Hechura de estribos	Unidad	160	Q 5,50	Q 880,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 880,00

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
-	-	Q -	-	Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q -

RESUMEN				
COSTO DIRECTO				Q 2 480,00
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 868,00
SUB-TOTAL				Q 3 348,00
TOTAL DEL RENGLON				Q 3 348,22
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q 20,17

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
7,6	Armadura de viga cortina	ml	16,64	Q 356,40	Q 5 930,50

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Varilla núm 4	Unidad	58	Q 66,50	Q 3 857,00
				Q 3 857,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Armado de viga	ml	16,64	Q 5,50	Q 91,52
TOTAL MANO DE OBRA				Q 91,52

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	4	Q 75,00	2	Q 600,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 600,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 3 948,52
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 1 381,98
SUB-TOTAL	Q 5 330,50
TOTAL DEL RENGLON	Q 5 930,50
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 356,40

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
7,7	Fundición de viga soporte + cortina	m ³	12,4	Q 1 413,87	Q 17 531,99

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	122	Q 72,00	Q 8 784,00
Arena	m ³	7	Q 100,00	Q 700,00
Piedrín	m ³	10	Q 299,00	Q 2 990,00
				Q 12 474,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundición de viga	m ³	12,4	Q 5,50	Q 68,20
TOTAL MANO DE OBRA				Q 68,20

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	2	Q 75,00	4	Q 600,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 600,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 12 542,20
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 4 389,77
SUB-TOTAL	Q 16 931,97
TOTAL DEL RENGLÓN	Q 17 531,99
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN	Q 1 413,87

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
7,8	Fijación de superestructura y junta de calzada	Global	1	Q 29 524,02	Q 29 524,02

MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Perno de 8"*3/8"	unidad	16	Q 30,00	Q 480,00
Perno de 5"*1/2"	unidad	8	Q 24,00	Q 192,00
Angular de 2"*2"*1/2"	unidad	3	Q 257,25	Q 771,75
Electrodo 60-11 punto azul	libra	23	Q 16,00	Q 368,00
Platina de 4"*1/2"	m ³	21	Q 273,00	Q 5 733,00
Plancha de Neopreno de 13 mm	m ³	24	Q 260,00	Q 6 240,00
Placa de acero de 2 mm de	m ³	6	Q 543,50	Q 3 261,00
Tuerca 1"+ roldana 1"	m ³	48	Q 63,50	Q 3 048,00
				Q 20 093,75

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Soldadura	ml	12,8	Q 50,20	Q 642,56
Conformación de anclaje	global	1	Q 150,00	Q 150,00
Conformación de junta de calzada	global	1	Q 150,00	Q 150,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 942,56

MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL
Ayudantes	3	Q 75,00	5	Q 1 125,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 125,00

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	Q 21 036,31
COSTO INDIRECTO (35 %)	Q 7 362,71
SUB-TOTAL	Q 28 399,02
TOTAL DEL RENGLON	Q 29 524,02
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON	Q 29 524,02

Continuación del apéndice 4.

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
8	Estribos de concreto ciclópeo	unidad	2	Q 118 893,81	Q 237 787,62
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	saco	1 230	Q 72,00	Q 88 560,00	
Arena	m ³	231	Q 100,00	Q 23 100,00	
Piedra de 4"	m ³	610	Q 85,00	Q 51 850,00	
Tabla de pino 1"*12"*12'	unidad	350	Q 28,50	Q 9 975,00	
Clavos de 2"	libra	20	Q 6,00	Q 120,00	
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q 173 605,00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Fundición	m ³	115	Q 5,50	Q 632,50	
Encofrado/desencofrado	ml	28	Q 15,00	Q 420,00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 052,50	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
DESCRIPCIÓN	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	Núm AYUDANTES	TOTAL	
Ayudantes	4	Q 50,00	10	Q 2 000,00	
				Q -	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 000,00	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO				Q 174 657,50	
COSTO INDIRECTO (35 %)				Q 61 130,13	
SUB-TOTAL				Q 235 787,63	
TOTAL DEL RENGLÓN				Q 237 787,62	
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q 118 893,81	

