

# DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO

## **Esdras David Cojti Ajtzac**

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, febrero de 2015

### UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA POR

### **ESDRAS DAVID COJTI AJTZAC**

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL** 

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2015** 

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA



## **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
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. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 24 de septiembre de 2012.

Esdras David Cojti Ajtzac

#### UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Guatemala, 07 de abril de 2014 Ref.EPS.DOC.493.04.14

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 Asesora—Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario Esdras David Cojti Ajtzac con carné No. 200715009, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Asesora-Supervisora de EPS

Area de Ingeniería Civil

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingenieria

c.c. Archivo CDRSdP/ra





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

Guatemala, 29 de septiembre de 2014

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Esdras David Cojti Ajtzac, con Carnet No. 200715009, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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

PROGRAMA DE NUERIERIA
GIVIL AGREDITAD D'POR
Agencie Gentromerican di
Agredisción de Programas de
Arquitectura e Ingenier)

DIRECTOR

#### http;//civil.ingenieria.usac.edu.gt



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

Guatemala, 10 de noviembre de 2014

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Esdras David Cojti Ajtzac, con Carnet No. 200715009, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera Jefe del Departamento de Estructuras FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Guatemala, Ref.EPS.D.672.11.14 13 de noviembre de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, que fue desarrollado por el estudiante universitario Esdras David Cojti Ajtzac, carné 200715009, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Siviorose Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

Unidad de Prácticas de Ingenieria

Facultad de Ingenieria

SJRS/ra



## 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 de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Esdras David Cojti Ajtzac, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y KILÓMETRO VEHICULAR LAS LLANURAS, PUENTE RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro

Guatemala, febrero 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua



SIDAD DE SAN C CUELA DE INGENIERIA CIVIL RECTOR

Universidad de San Carlos de Guatemala



DTG. 082 .2015

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: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, presentado por el estudiante Esdras David Cojti Ajtzac, y después de haber universitario: culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

CUA, CARO

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Oympo Paiz Recinos

Decano

Guatemala, 27 de febrero de 2015

/gdech

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Post-Grado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Fisica. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12. Guatemala, Centroamérica.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios** Porque de Él viene la sabiduría y lo reconozco

en todos mis caminos.

Mis padres Victoriano Cojti Tucubal y Francisca Cristina

Ajtzac Chicol, por brindarme siempre apoyo.

Mis hermanos Evelyn Maricela y Ariel Victoriano Cojti, por ser

parte importante en mi vida.

Mi novia Cintia Haynee Estrada, por estar a mi lado y

apoyarme en este momento.

Mis amigos y

compañeros

Por el apoyo durante la carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios** Por haberme ayudado y guiado en mis estudios.

Universidad de San Por ser la casa de estudios que me formó comoCarlos de Guatemala profesional.

**Facultad de Ingeniería** Por el conocimiento impartido en sus aulas.

Inga. Christa Classon dePor la asesoría en la elaboración del trabajo dePintograduación.

Municipalidad de Por darme la oportunidad de realizar el EjercicioTecpán, Guatemala Profesional Supervisado en sus instalaciones.

## **ÍNDICE GENERAL**

ÍNDI	CE DE IL	USTRACI	ONES		VII
LIST	A DE SÍN	MBOLOS			IX
GLC	SARIO				XIII
RES	UMEN				XVII
OBJ	ETIVOS.				XIX
INTF	RODUCC	IÓN			XXI
1.	FASE I	DE INVES	TIGACIÓN		1
	1.1.	Monogr	afía del mun	icipio	1
		1.1.1.	Aspectos	físicos	1
			1.1.1.1.	Ubicación y localización	1
			1.1.1.2.	Límites y colindancias	2
			1.1.1.3.	Extensión territorial	2
			1.1.1.4.	Clima	3
			1.1.1.5.	Idioma	3
			1.1.1.6.	Población actual	3
			1.1.1.7.	Topografía	4
			1.1.1.8.	Hidrografía	4
		1.1.2.	Aspectos	de infraestructura	4
			1.1.2.1.	Vías de comunicación	5
			1.1.2.2.	Servicios públicos	5
		1.1.3.	Aspectos	socioeconómicos	5
			1.1.3.1.	Historia y étnia	6
			1.1.3.2.	Religión	6
			1.1.3.3.	Actividades económicas	7

		1.1.4.	Descripció	n del sector El Molino	7
			1.1.4.1.	Ubicación	8
			1.1.4.2.	Población actual	8
		1.1.5.	Descripció	n del sector Las Llanuras	9
			1.1.5.1.	Ubicación	9
			1.1.5.2.	Población actual	.11
2.	FASE D	E SERVIC	IO TÉCNICO	O PROFESIONAL	.13
	2.1.	Diseño d	el sistema	de abastecimiento de agua potable	
		para el	sector	El Molino, Tecpán Guatemala,	
		Chimalter	nango		.13
		2.1.1.	Descripció	n del proyecto	.13
		2.1.2.	Aforo		.13
		2.1.3.	Calidad de	l agua	.15
			2.1.3.1.	Análisis bacteriológico	.15
			2.1.3.2.	Análisis físicoquímico	.16
		2.1.4.	Levantami	ento topográfico	.16
			2.1.4.1.	Planimetría	.17
			2.1.4.2.	Altimetría	.17
		2.1.5.	Dotación		.17
		2.1.6.	Tasa de cr	ecimiento poblacional	.18
		2.1.7.	Período de	diseño y población futura	.18
		2.1.8.	Factores d	e consumo y caudales	.19
			2.1.8.1.	Caudal medio diario (Qm)	.19
			2.1.8.2.	Factor y caudal máximo diario	
				(Qmd)	.19
			2.1.8.3.	Factor y caudal máximo horario	
				(Qmh)	.20
			2184	Caudal de bombeo (Qb)	20

2.1.9.	Presiones	y velocidades	21			
2.1.10.	Compone	Componentes del sistema				
	2.1.10.1.	Línea de cor	nducción por bombeo 22			
		2.1.10.1.1.	Diseño de la línea de			
			conducción 22			
	2.1.10.2.	Tanque de s	succión 30			
		2.1.10.2.1.	Diseño de tanque de			
			succión 32			
	2.1.10.3.	Tanque de a	almacenamiento 41			
		2.1.10.3.1.	Diseño de tanque de			
			almacenamiento 42			
	2.1.10.4.	Sistema de d	desinfección51			
	2.1.10.5.	Red de distr	ibución 53			
		2.1.10.5.1.	Caudal de vivienda			
			(Qv) 54			
		2.1.10.5.2.	Caudal requerido (Qr) 54			
		2.1.10.5.3.	Caudal instantáneo			
			(Qi) 54			
		2.1.10.5.4.	Caudal de diseño			
			(Qd) 55			
	2.1.10.6.	Obras de arte				
		2.1.10.6.1.	Captación de la fuente 57			
		2.1.10.6.2.	Caja unificadora 58			
		2.1.10.6.3.	Caja para válvulas 58			
		2.1.10.6.4.	Válvulas de limpieza 58			
		2.1.10.6.5.	Válvulas de aire 59			
2.1.11.		2.1.10.6.6.	Conexión domiciliar 59			
	Elaboración de planos					
2.1.12.	Elaboración de presupuesto					

	2.1.13.	Cronogran	na físico y finar	nciero62		
	2.1.14.	Programa	de mantenimie	ento63		
	2.1.15.	Propuesta de tarifa67				
	2.1.16.	Evaluaciór	ica70			
		2.1.16.1.	Valor Presen	te Neto¡Error! Marcador no definido.		
		2.1.16.2.	Tasa Interna	de Retorno72		
	2.1.17.	Evaluaciór	n de Impacto A	mbiental74		
2.2.	Diseño d	e puente ve	hicular Las Lla	nuras, kilómetro 86, ruta		
	Interame	ricana, Tecp	án Guatemala	, Chimaltenango77		
	2.2.1.	Descripció	n del proyecto	77		
	2.2.2.	Criterios y	especificacion	es para el diseño de		
		puentes de concreto de sección en viga y losa78				
	2.2.3.	Estudios preliminares para el diseño del				
		puente vehicular80				
		2.2.3.1.	Levantamien	to topográfico80		
			2.2.3.1.1.	Planimetría81		
			2.2.3.1.2.	Altimetría81		
			2.2.3.1.3.	Secciones		
				transversales y		
				curvas de nivel81		
		2.2.3.2.	Estudio hidro	lógico82		
			2.2.3.2.1.	Crecientes82		
			2.2.3.2.2.	Caudal máximo83		
		2.2.3.3.	Estudio del s	uelo85		
			2.2.3.3.1.	Valor soporte del		
				suelo85		
	2.2.4.	Diseño de	l puente vehicu	ılar88		
		2.2.4.1.	Datos y espe	ecificaciones88		
		2.2.4.2.	Líneas de inf	luencia89		

		2.2.4.3.	Diseño de la s	superestructura90
			2.2.4.3.1.	Diseño de losa 90
			2.2.4.3.2.	Diseño de vigas 97
			2.2.4.3.3.	Diseño de
				diafragmas110
		2.2.4.4.	Diseño de la s	subestructura 112
			2.2.4.4.1.	Diseño de la cortina 112
			2.2.4.4.2.	Diseño de la viga
				de apoyo 118
			2.2.4.4.3.	Diseño de estribo
				de concreto ciclópeo 119
		2.2.4.5.	Diseño de apo	oyos elastoméricos 131
		2.2.4.6.	Diseño de ba	arandal134
	2.2.5.	Elaboració	n de planos	136
	2.2.6.	Elaboració	n de presupues	sto 136
	2.2.7.	Cronogram	a físico y finan	ciero 138
	2.2.8.	Evaluación	de Impacto Ar	mbiental140
CONCLUSION	ES			145
				147
				149
				150

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

## **FIGURAS**

1.	Localización del municipio de Tecpán Guatemala	2
2.	Ubicación sector El Molino	8
3.	Ubicación sector Las Llanuras	10
4.	Esquema de muro tanque de succión	37
5.	Esquema de muro tanque de almacenamiento	47
6.	Sección transversal del río	84
7.	Diagrama de carga viva sobre viga	99
8.	Distribución de la carga viva	102
9.	Diagrama de cargas para corte máximo	106
10.	Triángulo de cargas de corte	108
11.	Dimensiones de cortina con viga de apoyo	113
12.	Geometría de estribo	120
13.	Esquema de barandal	135
	TABLAS	
l.	Condiciones climatológicas	3
 II.	Población de Tecpán Guatemala	
III.	Población sector El Molino	
IV.	Población sector Las Llanuras	
٧.	Resultado de examen bacteriológico	
v. VI.	Resultado de análisis físicoquímico sanitario	
VI. VII.	Caudal de fuente y bombeo	
V 11.	Caudal de Idente y Dombeo	3۱

VIII.	Bases de diseño tanque succión	37
IX.	Momento del peso del muro	39
Χ.	Bases de diseño tanque de almacenamiento	47
XI.	Momento del peso del muro	48
XII.	Resumen de costos unitarios del sistema de agua potable	61
XIII.	Resumen general del sistema de agua potable	61
XIV.	Cronograma del sistema de agua potable	62
XV.	Valor Presente Neto (VPN)	71
XVI.	Valor soporte permisible según tipo de suelo	88
XVII.	Bases de diseño puente vehicular	89
XVIII.	Bases de diseño estribo	121
XIX.	Momento estabilizante	123
XX.	Momento estabilizante para efectos del sismo	128
XXI.	Resumen de costos unitarios del puente vehicular	137
XXII.	Resumen general del puente vehicular	138
XXIII.	Cronograma del puente vehicular	139

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

## Símbolo Significado

As Área de acero

Asmáx Área de acero máximo Área de acero mínimo

Ast Área de acero por temperatura

**Q** Caudal

Qb Caudal de bombeo
QDM Caudal de día máximo
QHM Caudal de hora máxima

Qi Caudal instantáneo

**Q**m Caudal medio

Qmd Caudal medio diario

**cm** Centímetro

**PVC** Cloruro de polivinilo

C Coeficiente de rugosidadVs Corte que falta por resistirVr Corte que resiste el concreto

VuCorte últimoØDiámetroDotDotación

Ε

**Esob** Empuje por sobrecarga

fy Esfuerzo de fluencia del acero

Empuje

**e** Excentricidad

**Fdm** Factor de día máximo

**Fhm** Factor de hora máxima

S Fuerza de sismoFH Fuerza horizontal

FL Fuerza longitudinal

**Hab** Habitantes

**h** Hora

I Impacto

kgKilogramoKmKilómetro

Kw Kilowatt

Psi Libras por pulgada cuadrada

It Litros

**L** Longitud

**m** Metro

mca Metro columna de agua

m<sup>2</sup> Metro cuadrado

m³/s Metro cúbico sobre segundo

**Es** Módulo de elasticidad del acero

**Ec** Módulo de elasticidad del concreto

Mcm Momento de carga muerta

Mcv Momento de carga viva

Mi Momento de impacto

MV Momento de volteo

ME Momento estabilizante

Mu Momento último

**Hf** Pérdida de carga

**Hs** Pérdidas menores en la tubería

**n** Período de diseño

PoPoblación actualPfPoblación futura

Pb Potencia de la bomba

f'c Resistencia a compresión del concreto a los 28 días

seg Segundos∑ Sumatoria

i Tasa de crecimiento

**qadm** Valor soporte admisible

V Velocidad de diseño

Vol Volumen

## **GLOSARIO**

AASTHO American Association of Highways and

Transportation Officials (Asociación Americana de

Autoridades Estatales de Carreteras y Transportes).

ACI American Concrete Institute (Instituto Americano del

Concreto).

Aforo Consiste en medir una cantidad de agua en una

unidad de tiempo.

Agua potable Agua adecuada para el consumo humano es decir,

sanitariamente segura y agradable a los sentidos.

Barandal Unidades a lo largo del puente, son utilizados para

seguridad del peatón y vehículos, está conformado

por postes y pasamanos.

**Captación** Estructura por la cual se colecta agua de una fuente.

Carga muerta Cargas permanentes que soportan los elementos

estructurales, incluyendo el propio peso.

Carga última Es la sumatoria de la carga muerta y viva afectada

por un factor de seguridad.

Carga viva Carga que no es permanente en la estructura.

Caudal Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo en

un punto de observación.

**Cloración** Aplicación de cloro con fines de desinfección.

**COCODE** Consejo Comunitario de Desarrollo.

Concreto ciclópeo Material de construcción obtenido de la mezcla

proporcionada de cemento, arena, piedra y agua.

Concreto reforzado Material de construcción obtenido de la mezcla

proporcionada de cemento, arena, piedrín y agua; combinado con acero para tener un elemento

estructural resistente a la compresión y tensión.

INFOM Instituto de Fomento Municipal

**Losa** Elemento estructural apoyada sobre vigas, es la que

recibe directamente la carga viva.

**Momento** magnitud resultante del producto de una fuerza por la

distancia respecto a un punto de referencia.

Neopreno Material aislante que permite absorber el impacto de

la carga viva móvil.

**Presión** Fuerza ejercida sobre la superficie de algún elemento

estructural.

Subestructura Conjunto de elementos que soportan la

superestructura de un puente y transmiten las cargas

al suelo.

Superestructura Conjunto de elementos que soportan las cargas del

tráfico y las transmiten a la subestructura.

**Tasa de crecimiento** Incremento poblacional probable por año, expresado

en porcentaje.

**UNEPAR** Unidad Ejecutora de Proyecto para Acueducto Rural.

Valor soporte Capacidad de carga del suelo en unidades de fuerza

por unidad de área.

#### RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se desarrollaron dos diseños de infraestructura, las cuales benefician al municipio de Tecpán Guatemala, donde se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino es un sistema por bombeo en la línea de conducción y por gravedad en la línea de distribución, debido a la topografía del terreno. En el diseño se utilizaron normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM) y de la Unidad Ejecutora de Proyecto para Acueducto Rural (UNEPAR). Ademas, se realizó un censo para determinar el número de habitantes de la población y la magnitud del proyecto. Para llevar el vital líquido a la población se captaron tres nacimientos, los cuales son conducidos a un tanque de captación, luego al tanque de almacenamiento ubicado en la parte más alta del sector y en un terreno municipal, para posteriormente ser distribuido a las conexiones prediales por medio de redes abiertas. Se realizaron los exámenes fisicoquímico y bacteriológico, los cuales indicaron que esta es apta para consumo humano y sólo requiere una simple desinfección para este diseño, por medio de cloración.

El diseño del puente vehicular ubicado en Las Llanuras, kilómetro 86 ruta Interamericana, está basado bajo las normas American Association of Highways and Transportation Officials (AASTHO) y American Concrete Institute (ACI). Los elementos de diseño están divididos en superestructura, que incluye la losa de rodadura de un carril, banqueta, vigas principales y diafragmas de concreto armado y la subestructura, que incluye la viga de apoyo y cortina de concreto

reforzado y estribos de concreto ciclópeo, El diseño se realizó de acuerdo a las condiciones topográficas, hidrológicas y económicas, para hacer de ello un proyecto factible. Además, este informe además incluye la investigación monográfica del municipio, planos de los dos proyectos, presupuesto y cronogramas de ejecución.

## **OBJETIVOS**

#### General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino y un puente vehicular en Las Llanuras, como priorización de proyectos y contribución al desarrollo de la población, tanto en salud, económico y social del municipio de Tecpán Guatemala.

## **Específicos**

- Proveer planos del diseño, presupuesto y cronogramas de ejecución necesarios para la construcción del proyecto de agua potable y puente vehicular.
- Realizar una investigación de la situación actual, sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructuras, para contribuir en forma directa al desarrollo de los proyectos.
- Aplicar los conocimientos de ingeniería sanitaria, estructuras, suelos y topografía para trasmitir criterios de diseño en el proyecto de agua potable y puente vehicular.
- 4. Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

# INTRODUCCIÓN

Es importante realizar un diagnóstico de las necesidades de una determinada población, para gestionar y facilitar por medio de las entidades municipales y del Estado el financiamiento para la ejecución de proyectos que mejoren el nivel de vida de la población e impulsar su desarrollo.

Al realizar el Ejercicio Profesional Supervisado en la Municipalidad de Tecpán, Guatemala, se diagnosticó y priorizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino y el puente vehicular en Las Llanuras. Los estudios que abarcan este trabajo beneficiarán a los pobladores de este municipio disminuyendo las enfermedades intestinales por la falta de agua en condiciones adecuadas para el consumo humano. Impulsa también, el mejoramiento de la infraestructura vial con un nuevo acceso a la cabecera municipal con la construcción del puente vehicular en el kilómetro 86 de la ruta Interamericana. El diseño de ambos proyectos proporciona cálculos para determinar la factibilidad y así buscar el financiamiento para la ejecución de los mismos.

Este trabajo de graduación está conformado por dos capítulos: la fase de investigación, que abarca la monografía del lugar y la descripción de los lugares donde están ubicados los proyectos; y la fase de servicio técnico profesional, que abarca el diseño del sistema de agua potable y el puente vehicular. Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Monografía del municipio

La monografía es una descripción de las características de determinado lugar.

# 1.1.1. Aspectos físicos

Estos aspectos se detallan en los siguientes subtítulos.

# 1.1.1.1. Ubicación y localización

El municipio de Tecpán Guatemala, se encuentra ubicado al pie de la Cordillera de los Andes, en la carretera Interamericana al llegar al kilómetro 88, se desvía hacia la ciudad, la cual cuenta con otras entradas que comunican los municipios de Patzicía, Santa Apolonia y Comalapa, dista de la cabecera departamental a 34 kilómetros. Tecpán Guatemala cuenta con 34 aldeas y un pueblo que es la cabecera municipal, está dividida en 4 zonas y barrios que son: zona 1; Asunción, zona 2; Poromá, zona 3; Patacabaj, zona 4 y San Antonio, además tiene 23 caseríos y 14 fincas.

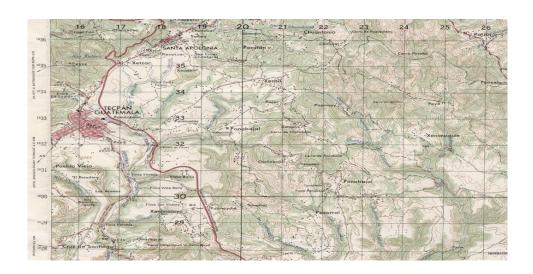


Figura 1. Localización del municipio de Tecpán Guatemala

Fuente: Mapa cartográfico escala 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (IGN), hoja 2060 III.

# 1.1.1.2. Límites y colindancias

Colinda al norte con Joyabaj, Quiché, al este con Santa Apolonia y Comalapa, Chimaltenango, al sur con Santa Cruz Balanza y Patzún, Chimaltenango, al oeste con Chichicastenango, Quiché, San Andrés Semetabaj y San Antonio Palopó, Sololá, entronca con la carretera Interamericana CA-1, aproximadamente a 0,5 kilómetros.

#### 1.1.1.3. Extensión territorial

Tecpán, Guatemala, pertenece al departamento de Chimaltenango, está ubicada en la Cordillera de los Andes, dentro del altiplano central de la República tiene una extensión territorial de 201 kilómetros cuadrados.

#### 1.1.1.4. Clima

El clima promedio a la clasificación de Thorwaite, corresponde a la unidad Bb Bi templado con invierno benigno y húmedo con seco. Ecológicamente el área presenta una zona de vida de bosque húmedo, montaña baja subtropical.

Tabla I. Condiciones climatológicas

Descripción	Valor y dimensión
Temperatura media promedio	16,5 °C
Temperatura máxima promedio	23,2 °C
Temperatura mínima promedio	10,7 °C
Humedad	81 %
Lluvia	1 131,60 mm
Lluvia días al año	131 días
Nubosidad	5 octas
Velocidad de viento	2,1 km/hr

Fuente: Estación meteorológica del municipio de Santa Cruz Balanyá, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH.

#### 1.1.1.5. Idioma

El idioma predominante en el municipio y algunas comunidades ubicadas en el noroeste de Quiché es el cakchiquel y español.

#### 1.1.1.6. Población actual

Según la información del Instituto Nacional de Estadística (INE), para el 2013, se tiene la siguiente población:

Tabla II. Población de Tecpán Guatemala

Municipio	Habitantes	Tipo
Tecpán	88 479	Población total
Tecpán	43 252	Hombres
Tecpán	45 227	Mujeres

Fuente: elaboración propia.

## 1.1.1.7. Topografía

El territorio de Tecpán es generalmente accidentado, encontrándose alternativamente cerros, barrancos y planicies; entre los cerros más grandes se encuentran el de la Cruz de Santiago.

## 1.1.1.8. Hidrografía

Cuenta con ríos de importancia debido al caudal, entre ellos: el Grande o Motagua, límite entre el departamento de Chimaltenango y Quiché, el río Xayá, sirve de fuente de energía en el molino Helvetía. Existen 28 ríos, 10 riachuelos, un arroyo, 6 quebradas y 2 lagunas.

## 1.1.2. Aspectos de infraestructura

Los aspectos de infraestructura se detallan en los siguientes subtítulos.

#### 1.1.2.1. Vías de comunicación

De la cabecera municipal a la departamental dista 33 kilómetros. La vía de comunicación es la carretera asfaltada CA-1, de la cabecera municipal a las aldeas: las vías de comunicación son caminos de terracería en buen estado.

Tecpán Guatemala cuenta con servicios de correos, amplia red de telefonía, teléfonos comunitarios, carretera asfaltada y caminos vecinales.

## 1.1.2.2. Servicios públicos

En el municipio existen las diferentes infraestructuras al servicio de la comunidad:

- Centro de salud: institución encargada de velar por la salud de la comunidad.
- Instituto Mixto de Educación Básica por Cooperativa
- Escuela Oficial Urbana Mixta
- Instituto Nacional Experimental

Son instituciones encargadas de la educación preprimaria y primaria gratuita, cuentan con edificio propio, las cuales fueron construidas por obras públicas.

# 1.1.3. Aspectos socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos a considerar son:

## 1.1.3.1. Historia y étnia

Tecpán es municipio del departamento de Chimaltenango, fundado el 24 de julio de 1524. Fue la primera capital del reino de Guatemala, convirtiéndose en la sede del gobierno colonial, título que ostentó hasta el 22 de noviembre de 1527 cuando Pedro de Alvarado la traslado al Valle de Almolonga, cuyo significado se deriva del vocablo formado del sufijo *pan* y de *tec*, metóplasmo de Tecuti; soberano el cual quiere decir, casa real o mansión de los dioses. Lugar histórico por haber florecido allí el reino Cakchiquel, raza o etnia que predomina en el territorio.

## 1.1.3.2. Religión

Las religiones predominantes son la católica y la cristiana evangélica. Merece, el hecho especial de trascendencia histórica la fecha del 4 de febrero de 1976, cuando ocurrió el terremoto que transformó la situación socioeconómica del municipio, este acontecimiento representa la pérdida de 3 023 seres humanos en el área urbana y rural, así como el 100 % de la vivienda e infraestructura tecpaneca.

A tres kilómetros de la ciudad de Tecpán, Guatemala, se encuentra el centro arqueológico, Ruinas de Iximché, que en 1524 fue escenario de importantes acontecimientos. Iximché viene de las voces: *ixim*-maíz *che*-palo, entonces dice palo de maíz, siendo este lugar capital y corte de los cakchiqueles.

#### 1.1.3.3. Actividades económicas

Producción agrícola: los cultivos generalmente en Tecpán se realizan por monocultivo y no siempre se hacen siembras en asocio, únicamente el maíz y el fríjol se siembran en asocio y en el cultivo se obtiene una sola cosecha por año y la época de cosecha se realiza en los meses de diciembre y enero.

- En hortalizas se obtienen dos cosechas al año. La época de siembra de los diferentes cultivos en Tecpán, solo se hacen en época de invierno. El uso de residuos en los cultivos por lo general, se hacen en todos los cultivos, por ejemplo: el maíz, las hojas y el tazol, son utilizados regularmente en abono orgánico y para consumo de ganado, el residuo de hortalizas para abono orgánico.
- Producción forestal: se indican las especies forestales más comunes en el municipio y la extensión aproximada que cubren. Las especies más comunes en el municipio son: ciprés, pino, encino y alamo.
- Producción pecuaria: en esta sección se identifican las diferentes explotaciones presentes en el municipio, indicando la producción de ganado mayor (bovinos), ganado menor (porcinos), aves, describiendo las actividades de manejo que realizan y las condiciones en que se encuentran las unidades productivas. La producción se comercializa en la localidad y en mayor porcentaje se realiza en la capital. También se identifican las actividades de traspatio que se realizan en el municipio.

## 1.1.4. Descripción del sector El Molino

El sector El Molino se describe en los siguientes subtítulos.

### 1.1.4.1. Ubicación

Está ubicado al sureste del municipio de Tecpán, Guatemala, a 1,50 kilómetros del parque central, sobre el camino viejo que conduce a Patzún, está dividido en Molino San Antonio y Molino Xayá.



Figura 2. Ubicación sector El Molino

Fuente: www.google.com/maps/@14.7475156,-90.9855789,2700m/data=!3m1!1e3. Consulta: marzo de 2014.

### 1.1.4.2. Población actual

De acuerdo al censo realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado, se realizó el siguiente resumen, ver tabla III.

Tabla III. Población sector El Molino

Censo Poblacional  Proyecto: Diseño de abastecimiento de agua potable sector El Molino						
	Núm.	Núm. habitantes  Mayores de edad Menores de edad		de edad	Total	
Lugar	viviendas	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Por lugar
Molino San Antonio	30	39	32	39	40	150
Molino Xayá	95	121	129	108	106	464
TOTA	125	160	161	147	146	614
Promedio Hab/Viv		5		•		

Fuente: elaboración propia.

# 1.1.5. Descripción del sector Las Llanuras

A continuación se hace una breve descripción del sector Las Llanuras.

### 1.1.5.1. Ubicación

El sector Las Llanuras pertenece a la colonia Las Flores del barrio La Asunción, está ubicado al sureste del municipio de Tecpán Guatemala, a 2 kilómetros del parque central, se caracteriza por estar en el kilómetro 86 de la ruta Interamericana.

Figura 3. **Ubicación sector Las Llanuras** 



Fuente: www.google.com/maps/@14.7543397,-90.9778366,1408m/data=!3m1!1e3.

Consulta: marzo de 2014.

# 1.1.5.2. Población actual

De acuerdo al censo realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado, se realizó la siguiente tabla:

Tabla IV. Población sector Las Llanuras

Censo Poblacional						
Proyecto: Diseño de puente vehicular, Las Llanuras						
	Núm. habitantes			TOTAL		
Lugar	Núm. Viviendas	Mayores de edad Menores de edad		de edad		
	Hombres Mujeres Hombres Mujere				Mujeres	Por lugar
Las Llanuras	85	128	101	105	98	432
Promedio Hab/Viv	5					

Fuente: elaboración propia.

# 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

# 2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino, Tecpán Guatemala, Chimaltenango

En los siguientes subtítulos se realiza la descripción del diseño del proyecto.

## 2.1.1. Descripción del proyecto

El diseño del sistema de agua potable consiste en: recolectar el agua de tres nacimientos con una longitud de 322,30 metros de captación, almacenarla en un tanque de succión y por medio de una línea de conducción (bombeo) de 570 metros, llevarla a un tanque de almacenamiento para distribuirla por gravedad a 125 conexiones prediales en viviendas actuales. Con una longitud total del sistema de distribución de 2 780,56 metros. Todo el diseño tiene una longitud de 3,67 kilómetros.

Las tres fuentes de abastecimiento se reunirán mediante una caja unificadora de caudales, para luego llevarla al tanque de succión por gravedad.

#### 2.1.2. Aforo

Para este proyecto se utilizarán 3 nacimientos, uno principal y dos secundarios que se encuentran en la misma área de trabajo. En el aforo se utilizó un recipiente con una capacidad de 18,925 litros, se tomó el tiempo tres veces para tener un dato exacto. El método utilizado fue el volumétrico.

El nacimiento principal está ubicado dentro del estadio municipal de Tecpán y se realizó el aforo con el siguiente tiempo:

Aforo 1 = 28,30 segundos

Aforo 2 = 28,63 segundos

Aforo 3 = 28,12 segundos

Tiempo promedio = 28,35 segundos

$$Q_{principal} = \frac{18,925 \text{ lts}}{28,35 \text{ seg}}$$

$$Q_{principal} = 0,667 \text{ lts/seg}$$

Para los otros dos nacimientos se utilizó una caja recolectora existente, para tomar los datos del aforo:

Aforo 1 = 61,72 segundos

Aforo 2 = 60,64 segundos

Aforo 3 = 58,48 segundos

Tiempo promedio = 60,28 segundos

$$Q_{\text{secundario}} = \frac{18,925 \text{ lts}}{60,28 \text{ seg}}$$

$$Q_{secundario} = 0.314 \text{ lts/seg}$$

El caudal que proporcionan los nacimientos es:

$$Q_{total} = 0.667 + 0.314 = 0.98$$
 lts/seg

# 2.1.3. Calidad del agua

Se determina a través del análisis bacteriológico y fisicoquímico, debiendo cumplir los requerimientos mínimos establecidos por la Norma COGUANOR NGO-29001.

# 2.1.3.1. Análisis bacteriológico

De acuerdo al examen realizado en el Centro de Investigación de Ingeniería, los resultados de la investigación de coliformes (grupo coliaerogenes) son los siguientes:

Tabla V. Resultado de examen bacteriológico

Pruebas normales	Prueba presuntiva	Prueba confirmativa		
1 racoas normaies	r rueba presuntiva	Formación de gas		
Cantidad sembrada	Formación de gas -35 °C	Total	Fecal 44,5 °C	
10,00 cm <sup>3</sup>	++++	++++	++++	
01,00 cm <sup>3</sup>	++	++		
00,10 cm <sup>3</sup>		Innecesaria	Innecesaria	
Resultado: número más probable de gérmenes coliformes / 100cm <sup>3</sup>		50	23	

Fuente: elaboración propia.

La calidad bacteriológica del agua no exige más que un simple tratamiento de desinfección, según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

# 2.1.3.2. Análisis fisicoquímico

De acuerdo al examen realizado en el Centro de Investigación de Ingeniería, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla VI. Resultado de análisis fisicoquímico sanitario

Aspecto:	clara	Sabor:	
Color:	05,00 unidades	potencial de hidrógeno:	07,14 unidades
Turbiedad:	02,00 UNT	Temperatura:	35 °C
Olor:	inodora	Conductividad eléctrica:	270,00 µmhos/cm
Sustancias	mg/L	Sustancias	mg/L
Amoniaco	00,19	Hierro total	00,01
Nitritos	00,348	Dureza total	140,00
Nitratos	52,40	Sólidos totales	175,00
Cloro residual		Sólidos volátiles	24,00
Manganeso	00,040	Sólidos fijos	151,00
Cloruros	24,50	Sólidos en suspensión	5,00
Fluoruros	00,08	Sólidos disueltos	143,00
Sulfatos	16,00		

Fuente: elaboración propia.

La calidad física y química del agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

# 2.1.4. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con la ayuda de los dos siguientes estudios.

#### 2.1.4.1. Planimetría

Para este levantamiento se adoptó el método de conservación de azimut en una poligonal abierta, para lo cual se consideró el norte magnético, se midieron los diferentes ángulos horizontales para todas las estaciones y radiaciones en toda la trayectoria del sistema.

#### 2.1.4.2. Altimetría

Por medio del levantamiento de altimetría se obtienen los diferentes niveles del terreno en toda la trayectoria del sistema, con el nivel de precisión del trípode.

#### 2.1.5. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario, se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día) y está en función de algunos factores como:

- Clima
- Nivel de vida
- Actividades productivas
- Servicios comunales
- Calidad del agua
- Capacidad de la fuente de abastecimiento

De acuerdo a la Norma de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, UNEPAR y por el clima, población futura y capacidad de los nacimientos, se adoptó una dotación de 65 litros/habitantes/día.

## 2.1.6. Tasa de crecimiento poblacional

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística para el municipio de Tecpán Guatemala, se reporta una tasa de crecimiento de 3,5 % anual. La población actual es de 614 habitantes, para un total de 125 viviendas con un promedio de 5 habitantes/vivienda.

# 2.1.7. Período de diseño y población futura

El período de diseño se considera como el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño, se adoptó un período de 20 años, más un año de gestión del proyecto.

Para estimar la población futura dentro de los 21 años se aplicó el método de crecimiento geométrico, debido a que es el que se utiliza en Latinoamérica, para poblaciones en vía de desarrollo:

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

Donde

P<sub>f</sub> = población futura

P<sub>o</sub>= población actual

R = tasa de crecimiento (INE)

n = período de diseño

$$P_f = 614(1+0.035)^{21}$$

 $P_f = 1 264 \text{ habitantes}$ 

## 2.1.8. Factores de consumo y caudales

Estos factores se definen en los siguientes subtítulos

## 2.1.8.1. Caudal medio diario (Qm)

Será el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño.

$$Q_{\rm m} = \frac{\rm Dot * P_f}{86 \ 400}$$

Donde

Qm = caudal medio (l/s)

Dot = dotación (65/litros/habitante/día)

Pf = población futura

$$Q_{\rm m} = \frac{65\frac{1}{h}*1264 \text{ h}}{86400 \text{ seg}} = 0.95 \text{ l/s}$$

# 2.1.8.2. Factor y caudal máximo diario (Qmd)

Es el mayor consumo en un día al año en la línea de conducción, el factor utilizado es de 1,2 porque la población futura es mayor a 1 000 habitantes.

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

Donde

 $Q_{md}$  = caudal máximo diario

Q<sub>m</sub> = caudal medio diario

Fmd = factor día máximo

$$Q_{md} = 0.95 \text{ l/s} * 1.2 = 1.14 \text{ l/s}$$

## 2.1.8.3. Factor y caudal máximo horario (Qmh)

Es el que se produce en el día de mayor consumo durante una hora en el año, el factor utilizado es de 2,0 porque la población futura es mayor a 1 000 habitantes.

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

Donde

 $Q_{mh}$ = caudal máximo horario

 $Q_{\rm m}$  = caudal medio diario

Fmd = factor hora máxima

$$Q_{mh} = 0.95 \text{ l/s} * 2.0 = 1.90 \text{ l/s}$$

# 2.1.8.4. Caudal de bombeo (Qb)

Es el caudal de diseño para la línea de impulsión para el bombeo al tanque de almacenamiento durante las horas de funcionamiento.

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{\text{horas de bombeo}}$$

#### Donde

Q<sub>b</sub> = caudal de bombeo

Q<sub>md</sub> = caudal máximo diario

24 = horas en un día

$$Q_b = \frac{1,14 \text{ l/s} * 24}{8} = 3,42 \text{ l/s}$$

## 2.1.9. Presiones y velocidades

- Presión estática: se produce cuando el líquido en la tubería se encuentra en reposo, en líneas de conducción y distribución la máxima presión estática debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería, en la distribución la máxima presión estática no debe ser mayor de 60 metros columna de agua, ya que con mayores presiones fallan los empaques de grifería y válvulas, la presión estática es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura.
- Presión dinámica: se produce cuando hay movimiento de agua y es menor que la presión estática por la fricción que causan las paredes de la tubería.
- La menor presión dinámica en las casas debe estar comprendida entre 5
  y 15 metros columna de agua y la máxima presión dinámica es de 40
  metros columna de agua, la presión dinámica en un punto, es la diferencia
  entre la cota piezométrica y la cota del terreno.
- Velocidades: de conformidad con las norma UNEPAR para conducciones forzadas la velocidad mínima es de 0,40 m/seg y máxima de 3,0 m/seg.,

la velocidad del agua en las tuberías de distribución podrá llegar hasta 2,0 m/seg.

## 2.1.10. Componentes del sistema

Los componentes del sistema se detallan en los siguientes subtítulos.

# 2.1.10.1. Línea de conducción por bombeo

Es el conjunto de tuberías que transportan el agua desde la captación, hasta la entrada del tanque de almacenamiento, para este proyecto se trabajará con tubería PVC, con un coeficiente de fricción de C = 150.

# 2.1.10.1.1. Diseño de la línea de conducción

Los datos para el diseño son:

Caudal de bombeo:	$Q_b = 3,42 \text{ l/s}$
Cota terreno (tanque de succión):	102,00 m
Cota terreno (tanque de almacenamiento):	121,42 m
Diferencia de niveles:	19,42 m
Longitud tubo de succión:	2,00 m
Longitud de línea de conducción:	570,00 m

### Diámetro económico

Diámetro de tubería

$$\emptyset = \sqrt{\frac{1,974 * Q_b}{v}}$$

Donde

Ø = diámetro económico

 $Q_b$ = caudal de bombeo

v = velocidad (para evitar el golpe de ariete se utiliza:

0,6 m/seg <v< 2,0 m/seg

$$\phi_{\text{max}} = \sqrt{\frac{1974 * 3,42}{0,60}} = 3,35 \text{ plg}$$

$$\phi_{\min} = \sqrt{\frac{1974 * 3,42}{2,0}} = 1,84 \text{ plg}$$

Evaluar tubos de diámetro: 2" y 3"

Costo de amortización de tubería

$$A = \frac{R(R+1)^{n}}{(R+1)^{n} - 1}$$

Donde

A = costo de amortización

R = tasa de interés mensual

n = meses de amortización de tubería

$$A = \frac{0,0125 (0,0125 + 1)^{120}}{(0,0125 + 1)^{120} - 1} = 0,016$$

Número de tubos a utilizar =  $\frac{570 * 1,04}{6}$  = 98,80 tubos, usar 99 tubos

Ø (")	P.U (Q)	Núm. Tubos	Α	Costo (Q)
2	145,21	99	0,016	230
3	316,99	99	0,016	502

## Costo de bombeo

Las pérdidas por fricción:

Hf = 
$$\frac{1743,811 * l * Qb^{1,85}}{C^{1,85} * \emptyset^{4,87}}$$

Donde

Hf = pérdida de carga por fricción (m)

L = longitud total

C = coeficiente de fricción (C = 150)

Ø = diámetro tubería

$$Hf_{2"} = \frac{1743,811*(570*1,04)*3,42^{1,85}}{150^{1,85}*2^{4,87}} = 32,40 \text{ m}$$

$$Hf_{3"} = \frac{1743,811*(570*1,04)*3,42^{1,85}}{150^{1,85}*3^{4,87}} = 4,50 \text{ m}$$

La potencia:

Pot = 
$$\frac{Q_b * Hf * 0,746}{76 * e}$$

Donde

Pot = potencia (kw)

e = eficiencia (60 %)

$$Pot_{2''} = \frac{3,42 * 32,40 * 0,746}{76 * 0,60} = 1,81kw$$

$$Pot_{3''} = \frac{3,42 * 4,50 * 0,746}{76 * 0,60} = 0,25 \text{ kw}$$

El número de horas de bombeo mensual es:

Núm. Horas = 8 h/día \* 30 días/mes = 240 h/mes

Ø (")	Pot (kw)	Núm. Horas	P.U(Q)	Costo (Q)
2	1,81	240	2,03	882
3	0,25	240	2,03	122

### Costo total

Ø (")	Costo Amortización	Costo Bombeo	Costo total (Q)
2	230	882	1 112
3	502	122	624

De acuerdo al cálculo el diámetro económico a utilizar es de 3", con una presión de trabajo de 125 psi.

- Carga dinámica total
- Nivel mínimo del agua al eje de la bomba
- Longitud tubo de succión = 2,00 m
- Pérdida de carga en la línea de succión

Hfs = 
$$\frac{1.743,811 * 2 * 3,42^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} = 0,015 \text{ m}$$

• Altura del eje de la bomba a la descarga

Altura = 
$$19,42 \text{ m}$$

Pérdida de carga en línea de conducción

Hf = 
$$\frac{1.743,811 * (570 * 1,04) * 3,42^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}}$$
 = 4,50 m

## Pérdidas menores

$$Hfm = 10 \% * Hf$$

$$Hfm = 0.10 * 4.50 = 0.45 m$$

## Pérdidas por velocidad

$$v = \frac{1,974 * Q_b}{\varnothing^2}$$

$$v = \frac{1,974 * 3,42}{3^2} = 0,75 \text{ m/s}$$

$$Hfv = \frac{v^2}{2g}$$

Hfv = 
$$\frac{0.75^2}{2 * 9.81}$$
 = 0,029 m

A continuación se calcula la carga dinámica total CDT:

CDT = 
$$2,00 \text{ m} + 0,015 \text{ m} + 19,42 \text{ m} + 4,50 \text{ m} + 0,45 \text{ m} + 0,029 \text{ m}$$
  
CDT =  $26,41 \text{ m}$ 

## Golpe de ariete

Cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de agua que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una sobrepresión que se desplaza por

la tubería a una velocidad algo menor que la velocidad del sonido en el agua. Esta sobrepresión tiene dos efectos: comprime ligeramente el agua, reduciendo el volumen y dilata ligeramente la tubería, por esta razón es necesario chequear que el golpe de ariete más la carga dinámica total sea menor que el esfuerzo de trabajo de la tubería, en este caso 125 psi (87,88 m.c.a)

$$\propto = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{\emptyset_i}{e}}}$$

Donde

 $\propto$  = celeridad

K = módulo de elasticidad volumétrica del agua = 2,07 x 10<sup>4</sup> kg/cm<sup>2</sup>

E = módulo de elasticidad del material que es fabricada la tubería PVC =  $3 \times 10^4 \text{ kg/c} \text{ m}^2$ 

 $\emptyset_i$  = diámetro interno de la tubería = 3,284"

e = espesor de la pared de la tubería = 0,108"

$$\propto = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2}{3 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2} * \frac{3,284}{0,108}}} = 302,87 \text{ m}$$

$$\Delta P = \frac{\alpha * v}{g}$$

Donde

 $\Delta P$  = sobrepresión

v = velocidad

g = gravedad

$$\Delta P = \frac{302,87 \text{ m} * 0,75 \text{ m/s}}{9,81 \text{m/s}^2} = 23,15 \text{ m}$$

Se verifica que:

CDT +  $\Delta P$ < presión de trabajo de la tubería

26,41 m + 23,15 m = 49,56 m

49,56 m < 87,88 m.c.a

Si chequea

Potencia de la bomba

$$POT = \frac{CDT * Q_b}{76 * e}$$

Donde

POT = potencia de la bomba (HP)

Qb = caudal de bombeo (l/s)

CDT = carga dinámica total

e = eficiencia de la bomba (60 %)

$$POT = \frac{26,41 * 3,42}{76 * 0,60} = 2,00 \text{ HP}$$

Se utilizará una potencia de bomba de 2,50 HP.

Presión del agua a la entrada del tanque de almacenamiento

$$2.50 = \frac{\text{Carga} * 3,42}{76 * 0,60}$$

Presión de entrada = 33,33 – diferencia de niveles

Presión de entrada = 33,33 - 19,42

Presión de entrada = 13,91 m.c.a = 19,79 psi

Presión del agua a la salida del tanque de succión

Presión de salida = 33,33 + diferencia de niveles

Presión de salida = 33,33 + 19,42

Presión de salida = 52,75 m.c.a

## 2.1.10.2. Tanque de succión

Esta estructura tiene las mismas características de un tanque de distribución, pero con la diferencia que estará enterrado, se calculará con base en la relación entre el caudal de bombeo y el de la fuente.

Caudal de la fuente: 0,98 l/seg

Caudal de bombeo: 3,42 l/seg

Tabla VII. Caudal de fuente y bombeo

	Α	В	
Horas	Vol. fuente	Vol. demandado	A-B
	m³/hora	m³/hora	
1	3,53	0	0
2	3,53	0	0
3	3,53	0	0
4	3,53	0	0
5	3,53	12,31	-8,78
6	3,53	12,31	-8,78
7	3,53	12,31	-8,78
8	3,53	12,31	-8,78
9	3,53	0	0
10	3,53	0	0
11	3,53	0	0
12	3,53	0	0
13	3,53	12,31	-8,78
14	3,53	12,31	-8,78
15	3,53	12,31	-8,78
16	3,53	12,31	-8,78
17	3,53	0	0
18	3,53	0	0
19	3,53	0	0
20	3,53	0	0
21	3,53	0	0
22	3,53	0	0
23	3,53	0	0
24	3,53	0	0

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se necesita bombear 12,31 m³/hora, la bomba funcionará 8 horas diarias, si se multiplican las horas de funcionamiento por el bombeo se tiene que almacenar un volumen de 98,48 m<sup>3</sup>. Por otra parte, la fuente proporciona permanentemente 3,53 m³/hora y lo que se necesita almacenar es 8,78 m³ para que cuando la bomba necesite funcionar

siempre haya agua en el tanque.

Si se multiplica 8,78 m³ por 8 horas que debe funcionar la bomba, da como resultado 70,24 m³, es la cantidad de agua que por lo menos debe

almacenar. El tanque de succión deberá ser de 72m³ y estará enterrado.

Las dimensiones del tanque serán:

Ancho: 6,00 m

Largo: 6,00 m

Altura: 2,00 m

2.1.10.2.1. Diseño de tanque de succión

Para el diseño se empleará el método 3 de la American Concrete Institute

(ACI).

Diseño de losa

Las dimensiones de la losa a eje serán de 6,30 m x 6,30 m

m = a/b = 6,30 m / 6,30 m = 1 > 0,50 trabaja en dos sentidos

Espesor de la losa

32

$$t = \frac{perimetro}{180} = \frac{(6,30*4)}{180} = 0,14$$

Se tomará t = 0,15m

Integración de carga muerta

$$W_{losa}$$
 = (2 400 kg / m³) (0,15 m) = 360 kg / m²   
 $W_{sobrecarga}$  = 30 kg / m²   
 $W_{CM}$  = 390 kg / m²

Integración de carga viva

Por ser solo cubierta se tomará la siguiente:

$$W_{Cv} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Carga última total

Cu = 1,40 
$$W_{CM}$$
 + 1,70  $W_{Cv}$   
Cu = 1,40 (390 kg/m<sup>2</sup>) + 1,70 (100 kg/m<sup>2</sup>)  
Cu = 546 kg / m<sup>2</sup> + 170 kg/m<sup>2</sup> = 716 kg/m<sup>2</sup>

Cálculo de momentos, caso 2

Momento negativo

Ma = Ca \* Cu \* 
$$a^2$$
 = (0,045) (716) (6,30<sup>2</sup>) = 1 278,81 kg-m  
Mb = Ma = 1 278,81 kg-m

Momento positivo

$$Ma = Ca * Cvu * a^{2} + Ca * Cmu * a^{2}$$
 
$$Ma = (0,027) (170) (6.30^{2}) + (0,018) (546) (6,30^{2}) = 572,25 \text{ kg-m}$$
 
$$Mb = Ma = 572,25 \text{ kg-m}$$

Cálculo de peralte

$$d = t - r - \emptyset/2$$
 Ø  $1/2$ " = 1,27 cm  
 $d = 15 - 2,5 - 1,27 / 2 = 11,86$  cm

Cálculo del área de acero mínimo

$$As_{min} = 0.40 \left(\frac{14.1}{fy}\right) b * d$$

$$As_{min} = 0.40 \left(\frac{14.1}{2810}\right) 100 * 11.86 = 2.38 \text{ cm}^2$$

Área de acero para momento negativo

$$As = \left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0,003825*f'c}} \right] \left( 0.85 * \frac{f'c}{fy} \right)$$

$$As = \left[ (100 * 11,86) - \sqrt{(100 * 11,86)^2 - \frac{1278,81 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left( 0,85 * \frac{210}{2810} \right)$$

$$As = 4,39 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$S = (1,27 * 100) / 4,39 = 29 cm$$

Área de acero para momento positivo

As = 
$$\left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0.003825*f'c}} \right] \left( 0.85 * \frac{f'c}{fy} \right)$$

As = 
$$\left[ (100 * 11,86) - \sqrt{(100 * 11,86)^2 - \frac{572,25 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left( 0,85 * \frac{210}{2810} \right)$$

$$As = 1,94 \text{ cm}^2$$

## Espaciamiento

$$S = (1,27 * 100) / 1,94 = 65 cm$$

En resumen se utilizarán varillas Núm. 2 @ 30 cm, en ambos sentidos.

## Diseño de viga perimetral

La viga será de 0,15 m x 0,25 m

## Refuerzo longitudinal

$$As_{min} = \frac{14,1}{fy} * b * d$$

$$As_{min} = \frac{14,1}{2810} * 15 * 22,5 = 1,69 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0,50 * \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{_{0,003*2,1 \times 10^6}}{_{2 \; 810\; +0,003*2,1 \times 10^6}} * \frac{_{0,85*0,85*210}}{_{2 \; 810}} = 0,03734$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.50 * 0.03734 = 0.01867$$

$$As_{max} = 0.01867 * 15 * 22.5 = 6.30$$
cm<sup>2</sup>

Se propone utilizar un área de acero de 5,07 cm<sup>2</sup> Utilizar 4 Núm.4

## Refuerzo transversal

$$Smáx = d / 2$$

$$Smáx = 25 / 2 = 12,50 \text{ cm}$$
Utilizar estribos Núm .2 @ 12,5 cm

## Diseño del muro ciclópeo

El tanque será construido de concreto ciclópeo, es decir con piedra bola y mortero, utilizando una proporción de 1:2:3., se diseñará un tanque enterrado debido a la topografía del terreno y el caso crítico será el tanque vacío con empuje del suelo.

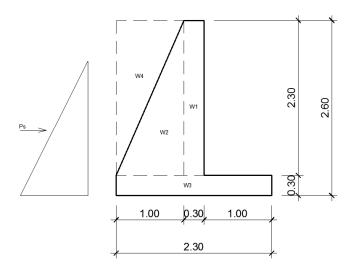
Para el cálculo se utilizarán los siguientes datos:

Tabla VIII. Bases de diseño tanque succión

Peso del concreto ciclópeo (Wciclópeo)	2 700 kg/m³
Peso del concreto armado (Wconcreto)	2 400 kg/m³
Peso específico del suelo	1 200 kg/m³
Capacidad soporte de diseño (valor soporte)	15 000 kg/m²
Ángulo de fricción	20 °
Base	2,30 m
Altura total	2,60 m

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Esquema de muro tanque de succión



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Coeficiente de Rankine

Coeficiente del empuje activo del suelo Ka

$$Ka = \frac{1-sen20^{\circ}}{1+sen20^{\circ}} = 0,49029$$

Coeficiente del empuje pasivo del suelo Kp

$$Kp = \frac{1}{Ka} = \frac{1}{0.49029} = 2$$

Empuje del suelo

$$Ps = \frac{1}{2} * s * h^2 * Kp$$

Donde

Ps = empuje del suelo (kg/m)

s = peso específico del suelo (kg/m³)

h = altura del muro que se encuentra enterrado (m)

$$Ps = \frac{1}{2} * 1200 * 1,95^2 * 2 = 4563 \text{ kg/m}$$

• Momento del empuje del suelo

Mact = Ps \* h / 
$$3 = 4563 * 1,95 / 3 = 2965 kg-m/m$$

• Cálculo del momento que produce el peso propio del muro

Tabla IX. Momento del peso del muro

Sección	b(m)	h(m)	Área (m²)	Peso Vol. (kg/m³)	Peso WE (kg)	Brazo (m)	Momento ME (kg-m)
1	0,30	2,30	0,69	2 700,00	1 863,00	1,15	2 142,45
2	1,00	2,30	1,15	2 700,00	3 105,00	0,67	2 070,00
3	2,30	0,30	0,69	2 700,00	1 863,00	1,15	2 142,45
4	1,00	2,30	1,15	1 200,00	1 380,00	0,33	460,00
				∑ Wr =	8211.00	∑ Mr =	6814.90

Fuente: elaboración propia.

Carga muerta

Sobrepeso = 90 kg / m<sup>2</sup>

Peso de la losa =  $2 400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 0,15 * 1,54 = 554,40 \text{ kg} / \text{m}^2$ 

Carga muerta =  $CM = 90 \text{ kg} / \text{m}^2 + 554,40 \text{ kg} / \text{m}^2$ 

 $CM = 644,40 \text{ kg} / \text{m}^2$ 

Carga viva

 $CV = 100 \text{ kg} / \text{m}^2$ 

• Carga última

$$Cu = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV} = (1.40 * 644.40) + (1.7 * 100) = 1.072.16 \text{ kg} / \text{m}^2$$

Área tributaria

$$A = \frac{6,15 * 3,075}{2} = 9,45 \text{ m}^2$$

• Peso sobre el muro = peso área tributaria + peso viga

$$W = \left(\frac{1.072,16 * 9,45}{6,15}\right) + (2.400 * 0,15 * 0,25) = 1.737,50 \text{ kg / m}$$

Peso como carga puntual

$$Pc = 1737,50 \text{ kg} / m * 1,00 m = 1737,50 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual

$$Mc = 1737,50 * \left(\frac{.30}{2} + 1,00\right) = 1998,13 \text{ kg-m}$$

Peso total del muro

$$Wt = W + Wr = 1737,50 \text{ kg} / m + 8211 \text{ kg} / m = 9948,50 \text{ kg} / m$$

- Revisiones
  - Estabilidad contra volteo

$$Fsv = \frac{Mr + Mc}{Mact}$$

$$Fsv = \frac{6814,90 + 1998,13}{2.965} = 2,97 > 1,50 \quad \text{ok}$$

Estabilidad contra deslizamiento

$$Fsd = \left(\frac{(Wr * 0.60) + W}{Ps}\right)$$

$$Fsd = \left(\frac{(8\,211\,*\,0,60)+1\,737,50}{4\,563}\right) = 1,50 > 1,50$$

Lo que es aceptable.

Presión máxima bajo la base del muro Pmax< Vs</li>

$$a = \frac{Mr + Mc - Mact}{Wt}$$

$$a = \frac{6814,90 + 1998,13 - 2965}{9948.0} = 0,588 \text{ m}$$

Excentricidad = 
$$ex = (1 / 2 * base) - a$$

$$ex = (1 / 2 * 2,30) - 0,588 = 0,56 m$$

Módulo de sección por metro lineal =  $Sx = \frac{1}{6} * base^2 * longitud$ 

$$Sx = \frac{1}{6} * 2,30^2 * 1,00 = 0,88 \text{ m}^3$$

Presión máxima = Pmax = 
$$\left(\frac{Wt}{A}\right) + \left(\frac{Wt * ex}{Sx}\right)$$

$$Pmax = \left(\frac{9\ 948,50}{2.30*1}\right) + \left(\frac{9\ 948,50*0,56}{0.88}\right)$$

$$Pmax = 10 565,30 \text{ kg} / \text{m}^2 < 15 000 \text{ kg} / \text{m}^2$$

Como Pmax es menor que la capacidad soporte del suelo (Vs), entonces se considera aceptable esta propuesta.

# 2.1.10.3. Tanque de almacenamiento

Este depósito es importante para el diseño del sistema de distribución de agua en el funcionamiento hidráulico y en mantener un servicio eficiente a la población, todo tanque de almacenamiento tiene los siguientes componentes:

- Caja de válvula de entrada y salida
- Tapadera para entrada
- Dispositivos de desagüe y rebalse
- Respiradero

El volumen del tanque de almacenamiento según UNEPAR, en sistemas por bombeo es del 40 % al 65 % del consumo medio diario, entre tanque de succión y de distribución. Para este proyecto se tomará 60 % del consumo medio diario.

$$Q_{m} = 0.95 \frac{l}{s} * \frac{1 m^{3}}{1000l} * \frac{86400s}{día} = 82,08 \text{ m}^{3} / día$$

El tanque de almacenamiento tendrá un volumen de 50 m³ y estará semienterrado, con las dimensiones siguientes:

Ancho: 5,00 m

Largo: 5,00 m

Altura: 2,00 m

# 2.1.10.3.1. Diseño de tanque de almacenamiento

El tanque será construido de concreto ciclópeo, es decir, con piedra bola y mortero, utilizando una proporción de 1:2:3., para el diseño se empleará el método 3 de la American Concrete Institute (ACI).

#### Diseño de losa

Las dimensiones de la losa a eje serán de 5,30 m x 5,30 m m = a / b = 5,30 m / 5,30 m = 1 > 0,50 trabaja en dos sentidos

## Espesor de la losa

$$t = \frac{perimetro}{180} = \frac{(5,30*4)}{180} = 0,117$$
 se tomará  $t = 0,12$  m

## Integración de carga muerta

$$W_{losa} = (2 \ 400 \ kg \ / \ m^3) \ (0,12 \ m) = 288 \ kg \ / \ m^2$$
 
$$W_{sobrecarga} = 30 \ kg \ / \ m^2$$
 
$$W_{CM} = 318 \ kg \ / \ m^2$$

## Integración de carga viva

Por ser solo cubierta se tomará la siguiente:

$$W_{Cv} = 100 \text{ kg} / \text{m}^2$$

# Carga última total

$$Cu = 1,40 W_{CM} + 1,70 W_{Cv}$$
 
$$Cu = 1,40 (318 kg / m^2) + 1,70 (100 kg / m^2)$$
 
$$Cu = 445,20 kg / m^2 + 170 kg / m^2 = 615,20 kg / m^2$$

## Cálculo de momentos, caso 2

Momento negativo

$$Ma = Ca * Cu * a^2 = (0,045) (615,20) (5,30^2) = 777,64 \text{ kg-m}$$
  
 $Mb = Ma = 777,64 \text{ kg-m}$ 

Momento positivo

$$Ma = (0,027) (170) (5,30^2) + (0,018) (445,20) (5,30^2) = 354,04 \text{ kg-m}$$
  
 $Mb = Ma = 354,04 \text{ kg-m}$ 

Cálculo de peralte

$$d = t - r - \emptyset/2$$
 Ø 3 / 8" = 0,95 cm

$$d = 12 - 2.5 - 0.95 / 2 = 9.03 \text{ cm}$$

Cálculo del área de acero mínimo

$$As_{\min} = 0.40 \left(\frac{14.1}{\text{fy}}\right) b * d$$

$$As_{min} = 0.40 \left(\frac{14.1}{2810}\right) 100 * 9.03 = 1.81 \text{ cm}^2$$

Área de acero para momento negativo

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

As = 
$$\left[ (100 * 9,03) - \sqrt{(100 * 9,03)^2 - \frac{777,64 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left( 0,85 * \frac{210}{2810} \right)$$

$$As = 3.51 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

3,51 cm<sup>2</sup> ----- 100 cm

$$0.71 \text{ cm}^2 - \text{S}$$
  
 $S = (0.71 * 100) / 3.51 = 20 \text{ cm}$ 

Área de acero para momento positivo

As = 
$$\left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0,003825*f'c}} \right] \left( 0.85*\frac{f'c}{fy} \right)$$

As = 
$$\left[ (100 * 9,03) - \sqrt{(100 * 9,03)^2 - \frac{354,04 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left( 0,85 * \frac{210}{2810} \right)$$

$$As = 1.57 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$S = (0.71 *100) / 1.57 = 45 cm$$

$$Smáx = 3t = 3 * 12 cm = 36 cm$$

En resumen se utilizarán varillas Núm.3@ 20 cm, en ambos sentidos.

• Diseño de viga perimetral

La viga será de 0,15 m x 0,20 m

• Refuerzo longitudinal

$$As_{\min} = \frac{14,1}{fy} * b * d$$

$$As_{min} = \frac{14.1}{2810} * 15 * 17,5 = 1,32 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.50 * \rho_{\text{b}}$$

$$\rho_b = \frac{0,003*2,1\times10^6}{2\,810 + 0,003*2,1\times10^6} * \frac{0,85*0,85*210}{2\,810} = 0,03734$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.50 * 0.03734 = 0.01867$$

$$As_{max} = 0.01867 * 15 * 17.5 = 4.90 cm^2$$

Se propone utilizar un área de acero de 2,84 cm<sup>2</sup> Utilizar 4 Núm. 3

#### Refuerzo transversal

Smáx = d/2

Smáx = 20 / 2 = 10 cm

Utilizar estribos Núm.2 @ 10 cm

## Diseño del muro ciclópeo

El tanque será construido de concreto ciclópeo, es decir, con piedra bola y mortero utilizando una proporción de 1:2:3., se diseñará uno semienterrado y el caso crítico será el tanque lleno de agua.

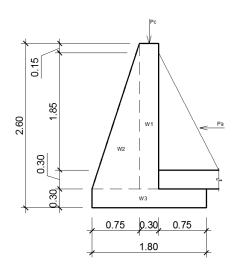
Para el cálculo se utilizarán los siguientes datos:

Tabla X. Bases de diseño tanque de almacenamiento

Peso del concreto ciclópeo (Wciclópeo)	2 700 kg / m³
Peso del concreto armado (Wconcreto)	2 400 kg / m <sup>3</sup>
Capacidad soporte del suelo (valor soporte)	10 000 kg / m <sup>2</sup>
Densidad del agua	1 000 kg / m³
Base	1,80 m
Altura total	2,60 m

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Esquema de muro tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Empuje del agua

$$Pa = s * \frac{h^2}{3}$$

## Donde

Pa = empuje del agua (kg/m) s = densidad del agua (kg/m³) h = altura del agua (m)

Pa = 
$$s * \frac{h^2}{3} = 1000 * \frac{1.85^2}{3} = 1 140,83 \text{ kg / m}$$

Momento del empuje del agua

Mact = Pa \* h / 3 = 1 140,83 \* 
$$(1,85 / 3 + 0,60) = 1388 \text{ kg-m} / \text{m}$$

Cálculo del momento que produce el peso propio del muro

Tabla XI. Momento del peso del muro

Sección	h(m)	h(m)	Áron(m²)	Peso Vol.	Peso WE	Prozo(m)	Momento ME
Seccion	b(m)	h(m)	Area(m²)	(kg/m³)	(kg)	Brazo(m)	(kg-m)
1	0,30	2,30	0,69	2 700,00	1 863,00	0,90	1 676,70
2	0,75	2,30	0,86	2 700,00	2 328,75	0,50	1 164,38
3	1,80	0,30	0,54	2 700,00	1 458,00	0,90	1 312,20
				∑ Wr =	5 649,75	∑ Mr =	4 153,28

Fuente: elaboración propia.

# Carga muerta

Sobrepeso = 72 kg /  $m^2$ Peso de la losa = 2 400 \*0,12 \* 1,30 = 374,40 kg /  $m^2$ 

Carga muerta = CM = 72 kg / 
$$m^2$$
 + 374,40 kg /  $m^2$  CM = 446,40 kg /  $m^2$ 

Carga viva

$$CV = 100 kg/m^2$$

Carga última

$$Cu = 1.4CM + 1.7CV = (1.40 * 446.40) + (1.7 * 100) = 794.96 kg / m2$$

Área tributaria

$$A = \frac{5,15 * 2,575}{2} = 6,63 \text{ m}^2$$

• Peso sobre el muro = peso área tributaria + peso viga

$$W = \left(\frac{794,96 * 6,63}{5,15}\right) + (2 400 * 0,15 * 0,20) = 1 095,41 \text{ kg / m}$$

Peso como carga puntual

$$Pc = 1.095,41 \text{ kg} / \text{m} * 1,00 \text{ m} = 1.095,41 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual

$$Mc = 1.095,41 * \left(\frac{.30}{2} + 0.75\right) = 985,87 \text{ kg-m}$$

Peso total del muro

Wt = W + Wr = 1.095,41 kg / m + 5.649,75 kg / m = 6.745.16 kg / m

- Revisiones
  - Estabilidad contra volteo

$$Fsv = \frac{Mr + Mc}{Mact}$$

$$Fsv = \frac{4153,28 + 985,87}{1388} = 3,70 > 1,50 \quad \text{ok}$$

Estabilidad contra deslizamiento

$$Fsd = \left(\frac{(Wr * 0,60) + W}{Pa}\right)$$

$$Fsd = \left(\frac{(5649,75*0,60) + 1095,41}{1140,83}\right) = 3,93 > 1,50$$
 ok

Presión máxima bajo la base del muro Pmax< Vs</li>

$$a = \frac{Mr + Mc - Mact}{Wt}$$

$$a = \frac{4153,28 + 985,87 - 1388}{6745,16} = 0,556 \text{ m}$$

Excentricidad = ex = (1 / 2 \* base) - a

$$ex = (1 / 2 * 1,80) - 0,556 = 0,344 m$$

Módulo de sección por metro lineal =  $Sx = \frac{1}{6} * base^2 * longitud$ 

$$Sx = \frac{1}{6} * 1,80^2 * 1,00 = 0,54 \text{ m}^3$$

Presión máxima = Pmax = 
$$\left(\frac{Wt}{A}\right) + \left(\frac{Wt * ex}{Sx}\right)$$

$$Pmax = \left(\frac{6745,16}{1,80*1}\right) + \left(\frac{6745,16*0,344}{0,54}\right)$$

$$Pmax = 8.044,23 \text{ kg} / m^2 < 10.000 \text{ kg} / m^2$$

Como Pmax es menor que la capacidad soporte del suelo (Vs), entonces se considera aceptable esta propuesta.

#### 2.1.10.4. Sistema de desinfección

Con base en los resultados obtenidos en el análisis del agua, solo es necesario un tratamiento simple de desinfección, para este sistema la cloración del agua será por medio de tabletas de hipoclorito de calcio al 68 % de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3", altura 1,35" y peso de 300 gramos.

El funcionamiento deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto, las dimensiones aproximadas deberán ser de 0,30 metros de diámetro y 0,90 de alto, deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución con dimensiones de 1,00 x 1,00 x 1,00 metros para proteger al clorador, la aplicación del compuesto clorado, deberá garantizar una efectiva mezcla con el agua,

asegurando un residual en el punto más lejano de la red de distribución entre 0,20 a 0,50 mg/l.

Como tratamiento preventivo contra las bacteria y virus, la Norma COGUANOR 29001, recomienda aplicar como cantidad mínima de cloro al agua 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 partes por metro cúbico de agua.

Flujo de cloro en gramos / hora:

$$FC = Q*DC$$

Donde

Q = caudal de agua conducida =  $3,42 \text{ l/s} = 205,20 \text{ l/min} = 0,2055 \text{ m}^3 \text{ / min}$ DC = demanda de cloro =  $2 \text{ gr / m}^3$ 

 $FC = 0.2055 \text{ m}^3 / \text{min} * 2 \text{ gr} / \text{m}^3 * 60 \text{ min} / \text{hr} = 24,66 \text{ gr} / \text{hr} = 10,59 \text{ litros/min}.$ 

Tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro en segundos:

$$t = 60 / FC$$

$$t = 60 / 10,59 = 5,67 \text{ seg}$$

Cantidad de tabletas que se consumirá en un mes:

Se concluye que se utilizarán 59 tabletas/mes

#### 2.1.10.5. Red de distribución

Conduce el agua desde el tanque de almacenamiento hasta el punto de consumo (conexión predial), la función principal es brindar un servicio eficiente en forma continua, en cantidad suficiente y con calidad, para el diseño se debe considerar los siguientes criterios:

- Garantizar el período de diseño para el buen funcionamiento, de acuerdo al máximo consumo horario.
- La distribución de caudales debe hacerse mediante criterios lógicos y ordenados.
- Considerar las presiones hidrostáticas y diámetros mínimos, pero eficientes para la economía del proyecto.

Para este diseño se utilizó el método de redes abiertas debido a que las casas están dispersas a lo largo del camino principal (2,50 km), se mostrará a continuación el cálculo de un tramo, luego se presentará el resumen hidráulico de la distribución completa.

Se calculará de las estaciones E-10 hacia la E-12 del Ramal 1, el número de viviendas futuras para este tramo es de 257, porque es el inicio de la distribución y por ser el primer tramo, se utilizan todas las casas, conforme se avance en la distribución, se tendrán menos casas. En este primer tramo no se harán conexiones prediales, porque la presión dinámica es mínima debido a la topografía del terreno.

## 2.1.10.5.1. Caudal de vivienda (Qv)

Es el caudal que será asignado a cada vivienda.

$$Qv = \frac{Qmh}{Núm. de viviendas}$$

Donde

Qv = caudal de vivienda (l/s)

Qmh = caudal hora máxima

$$Qv = \frac{1,90 \text{ l/s}}{257} = 0,007393 \text{ l/s}$$

# 2.1.10.5.2. Caudal requerido (Qr)

Es el caudal necesario para el tramo, depende del número de viviendas futuras del tramo.

## 2.1.10.5.3. Caudal instantáneo (Qi)

Está basado en la probabilidad de que se haga uso al mismo tiempo del servicio del caudal en un ramal, también llamado caudal de uso simultáneo.

$$Qi = k(n-1)^{\frac{1}{2}}$$

Donde

Qi = caudal instantáneo (no menor de 0,20 l/s)

k = coeficiente que varía (k = 0,15 para uso predial)

n = número de viviendas

$$Qi = 0.15(257 - 1)^{\frac{1}{2}} = 2.40 \text{ l/s}$$

## 2.1.10.5.4. Caudal de diseño (Qd)

Para establecer el caudal de diseño, se hace una comparación entre el caudal requerido y el caudal instantáneo para el tramo y se diseña con el mayor de ambos.

$$Qd = 2,40 l/s$$

#### Diámetro de la tubería

Los datos para calcular el diámetro de la tubería son los siguientes:

Longitud = 144,41 m

Cota de terreno inicial = 121,42 m

Cota de terreno final = 121,05 m

Diferencia de altura = 0,37 m

Qd = 2,40 l/s

C = 150

Tubería PVC 160 psi

$$D = \left(\frac{1743,811 * l * Q^{1,85}}{C^{1,85}*Hf}\right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = \left(\frac{1743,811 * 144,41 * 2,40^{1,85}}{150^{1,85} * 0,37}\right)^{\frac{1}{4,87}} = 3,28 \text{ pulgadas}$$

# Pérdidas por fricción

$$Hf = \frac{1743,811 * l * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \emptyset^{4,87}}$$

Hf = 
$$\frac{1.743,811 * 144,41 * 2,40^{1,85}}{150^{1,85} * 3,23^{4,87}}$$
 = 0,397 m

#### Presión estática

Es la diferencia de cota entre el nivel cero del agua y la altura, en la cual terminará el diseño.

$$PE = NE - CTf$$

Donde

PE = presión estática

NE = nivel estático

CTf = cota de terreno final

$$PE = 122,42 - 121,05 = 1,37 \text{ m}$$

# Cota piezométrica

La cota piezométrica inicial es la cota inicial de terreno y la piezométrica final es la cota piezométrica inicial menos la pérdida del tramo.

$$Cpz = NE - Hf$$

$$Cpz = 122,42 - 0,397 = 122,02 \text{ m}$$

## Presión dinámica

La presión dinámica al inicio de este tramo es uno, pero la presión dinámica al final del tramo se calcula de la siguiente manera.

$$PD = Cpz - CTf$$
  
 $PD = 122,02 - 121,05 = 0,97 m$ 

#### Cálculo de velocidad

La velocidad del agua en las tuberías de distribución, podrá llegar hasta 2,0 m/seg.

$$v = \frac{1,974 * Q}{\emptyset^2}$$

$$v = \frac{1,974 * 2,40}{3,23^2} = 0,45 \text{ m/s}$$

## 2.1.10.6. Obras de arte

Estas se detallan en los siguientes subtítulos.

## 2.1.10.6.1. Captación de la fuente

La captación de cada una de las fuentes se debe realizar por medio de cajas de captación de brote definido, las cuales están compuestas de muros de concreto ciclópeo y sello sanitario de concreto, impermeabilizándolas con mortero 1:2 en las caras exteriores, está integrada por una galería de infiltración

de piedra graduada con el respectivo rebalse y drenaje, la tubería utilizada y detalles de captación están indicados en los planos.

## 2.1.10.6.2. Caja unificadora

Está integrada por una caja de 1 m x 1 m x 1 m, la que recibirá el caudal proveniente de las cajas de captación, cuenta con desagüe y rebalse, pichacha para tubería de salida y la caja de válvula de compuerta para la salida, las paredes será de concreto ciclópeo, la tapadera de concreto reforzado y con alisado interior e impermeabilizado en las caras exteriores. Ver planos.

# 2.1.10.6.3. Caja para válvulas

Servirán de protección para las válvulas en las cajas de captación y tanques, se construirá con paredes de mampostería de piedra, tapadera de concreto reforzado y con alisado interior e impermeabilizado en las caras exteriores. Ver planos.

## 2.1.10.6.4. Válvulas de limpieza

Se usan para extraer los sedimentos que se pueden depositar en las partes bajas de la tubería.

Es importante mencionar que en la red se colocarán puntos o ramales muertos, que quedarán previstos para futuras conexiones, ya que el agua permanecerá estancada por largo tiempo, estas válvulas están compuestas por una tee a la que se conecta lateralmente un niple y una válvula de compuerta que se puede abrir para que por medio del agua, se expulsen de la tubería los sólidos depositados. Para conducciones menores de 51 mm (2") el diámetro de

la purga será igual al de la conducción y para conducciones mayores de 51 mm (2"), el diámetro de la purga será de 2".

#### 2.1.10.6.5. Válvulas de aire

Se definen como los aparatos mecánicos con los que se puede iniciar, detener o regular la circulación del paso de líquidos, mediante una pieza movible que abre, cierra y que obstruye en forma parcial uno o más orificios-Tienen la función de permitir el escape de aire que se acumula en las tuberías, el diámetro nominal será el 12 % del diámetro de la conducción, si este valor es menor que el mínimo comercial adquirible, se utilizará este último.

#### 2.1.10.6.6. Conexión domiciliar

En la línea central de la tubería de distribución se debe colocar una tee del diámetro correspondiente a dicha tubería, también se deberá colocar un reducidor de la línea central a tubería de ½", luego se colocará la de ½" que conectará a la vivienda con la línea central de distribución para llegar a la llave de paso, la cual se utiliza para bloquear la entrada del agua y realizar cualquier tipo de reparación, luego estará la caja para el contador de agua y llave de compuerta.

## 2.1.11. Elaboración de planos

Se elaboró un juego de planos constructivos, en ellos se contemplan planta, perfiles, detalles constructivos y las especificaciones correspondientes. Fueron elaborados con programa AutoCAD y Civil Land, se dibujaron en hojas formato A1 y se redujeron a formatos doble carta para la inclusión en el apéndice del presente trabajo de graduación.

## 2.1.12. Elaboración de presupuesto

Está conformado por el costo unitario de cada renglón, integrado por el costo directo y costo indirecto. Los precios de materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal, para los salarios de mano de obra calificada y no calificada, se utilizó con base en los que la Municipalidad tiene para casos similares.

- Costo directo: integrado por los precios de los materiales y de la mano de obra calificada y no calificada.
- Costo indirecto: conformado por un porcentaje del costo directo, que incluye gastos administrativos, dirección técnica, imprevistos y utilidad. El porcentaje que se utilizó para este proyecto es del 35 % del costo directo. Ver presupuesto.

# Tabla XII. Resumen de costos unitarios del sistema de agua potable

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
LONGITUD: 3.67 km
UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO
MUNICIPIO: TECPÁN GUATEMALA
DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
FECHA: SEPTIEMBRE, 2014

## **RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS**

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	SUBTOTAL
1	CAPTACIÓN Y CAJA UNIFICADORA	1.00	Global	Q61,354.09	Q61,354.09
2	TANQUE DE SUCCIÓN	72.00	m³	Q1,766.68	Q127,200.85
3	LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO	569.79	ml	Q129.85	Q73,985.50
4	CASETA DE BOMBEO	1.00	Global	Q23,470.08	Q23,470.08
5	TANQUE DE ALMACENAMIENTO E HIPOCLORADOR	50.00	m³	Q2,014.83	Q100,741.60
6	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	2,780.56	ml	Q58.12	Q161,601.44
7	VÁLVULA DE LIMPIEZA	5.00	Unidad	Q2,046.51	Q10,232.55
8	VÁLVULA DE AIRE	2.00	Unidad	Q1,990.59	Q3,981.17
9	CONEXIÓN DOMICILIAR	125.00	Unidad	Q1,144.90	Q143,112.05
	COSTO TOTAL DE	L PROYE	СТО		Q705,679.35

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Resumen general del sistema de agua potable

RESUMEN GENERAL	
Materiales	Q321,757.87
Mano de obra no calificada	Q77,160.15
Mano de obra calificada	Q123,807.43
COSTO DIRECTO	Q522,725.44
COSTO INDIRECTO	Q182,953.90
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q705,679.35

Fuente: elaboración propia.

# 2.1.13. Cronograma físico y financiero

En la siguiente tabla se detalla el cronograma correspondiente del proyecto.

Tabla XIV. Cronograma del sistema de agua potable

Sector P. S.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Sector El Molino, Tecpán Guatemala EPS Municipalidad de Tecpán Guatemala	CIMIENTO D la temala	E AGUA P	OTABLE																		
	CR	CRONOGRAMA FÍSICO Y FINANCIERO	SAMA F	ÍSICO	Y FINAN	CIERO																
╽┞			MFS 4	2.5			ME	MFS 2			MFS 3	67			MFS 4	-			MFS 5		8	ACT OF CASA
ė.	Concepto	S.1	\$2	83	5.4	S.1	\$2	\$3	S 4	S.1	\$2	S 3	S 4	S 1	\$ 2	S 3	S 4	S 1	\$ 2	S 3	5.4	RENGLON
+	CAPT ACIÓN Y CAJA UNIFICADORA	28.07.2210 S8.07.2210 S8.07.2210.82	Q12,270.82	Q12,270,82	Q12,270.82	28,072,210															0	061,354.09
64	TANQUE DE SUCCIÓN				025,440.17	71,04,017 025,440,17 025,440,17 025,440,17	025,440.17	025,440.17	025,440.17												ö	0127,200.85
	LÍNBA DE CONDUCCIÓN Y BOUPO DE BOMBEO								024,881.83 024,881.83 024,881.83	024,661.83	024,681.83										a	073,985.50
7	CA SETA DE BOMBBO										40,357,110	Q11,735.04									a	023,470.08
ω	TANQUE DE ALMAC BIAMIBITO E HIPOCLORADOR										020,148.32	020,148.32	CI20,148.32	GZ0,148.32 Q	020,148,32						ò	0100,741.60
0	LÍNGA DEDISTRIBUCIÓN												Q20,200.18 Q20,200.18 Q20,200.18 Q20,200.18 Q20,200.18 Q20,200.18 Q20,200.18	20,200.18	20,200.18	20,200.18	20,200.18	20,200.18	20,200.18	20,200.18	ä	0161,601.44
^	VÁLVULA DEL IMPIEZA																	O	05,116.28 05,116.28	5,116.28	o	010,232.55
00	VÁLVULA DEAIRE																	0	Q1,990,59 Q1,990,59	1,990.59		03,981.17
0	CONEXIÓN DOMICILIAR													0	20,444.58	20,444.58 Q	20,444.58 Q	20,444.58	20,444.58	OZD, 444, 58	0,444.58 0.	143,112.05
Г	INVERSION MENSUAL		074.5	074.523.45			0.138	0.138,693.34			0.153.438.89	38.89	Ī		0182.431.10	1.10			0156.592.58	.58	Ö	9705,679,35

Fuente: elaboración propia.

## 2.1.14. Programa de mantenimiento

Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado para garantiza el buen funcionamiento y así evitar daños al equipo de bombeo y accesorios que lo componen.

- Mantenimiento preventivo: consiste en una serie de acciones de conservación que se realizan con una frecuencia determinada en las instalaciones y equipos para evitar:
  - o Daños que pueden ser de difícil y costosa reparación
  - Disminuir los efectos dañinos
  - Asegurar la continuidad del servicio de agua potable
- Mantenimiento correctivo: son los trabajos que se realizan para reparar daños que no se han podido evitar con el mantenimiento preventivo y que pueden suceder por:
  - Accidente naturales (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
  - Deterioro de los diferentes componentes
  - Desgaste (daño de accesorios)
- Mantenimiento del área de captación
  - Alrededor del área de captación
     Cada quince días:
    - Verificar si hay fuentes de contaminación, como aguas negras, animales muertos, basura.
    - Observar si hay deforestación (tala de árboles): limpiar el área de plantas, árboles y piedras.

#### Cada dos meses:

- Revisar el cerco de protección y repararlo de ser necesario.
- Lecho filtrante

## Cada quince días:

- o Revisar la capa del sello para verificar si no hay taponamiento
- Verificar si las raíces de árboles no se han introducido al sello sanitario.
- Muro y caja de unificación

#### Cada cuatro meses:

- Revisar las estructuras para verificar si hay grietas o roturas
- Observar si hay agua estancada o derrumbes
- o Reparar las partes dañadas, retirar derrumbes y agua estancada.
- Mantenimiento de válvulas: en un sistema de agua potable se requiere una buena operación de los diferentes mecanismos y accesorios que forman parte del acueducto, por eso cada tres meses:
  - Revisar si hay fugas o faltan piezas
  - Verificar el buen funcionamiento abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.
  - o En ambos casos se deben reparar o cambiar la válvula defectuosa
- Válvula de chorro: debe funcionar sin goteo, para evitar desperdicios de agua. Para reparar una válvula de chorro se debe:
  - Cerrar el flujo con llave de paso
  - Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo
  - Revisar el empaque al final del vástago
  - Si está gastado o roto proceder a cambiarlo

- Instalar el nuevo empaque
- Colocar y ajustar la corona con el vástago
- Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso
- Verificar que no exista ningún goteo en alguna conexión o empaque
- Caja de válvulas: cada tres meses
  - Revisar las paredes de la caja
  - Revisar las tapaderas
  - Revisar aldabones para candados
  - Revisar candados
  - o Revisar si hay agua empozada
  - Limpiar el piso y drenar el agua empozada
  - Reparar las fugas
  - Limpiar los candados con gas y engrasarlos
- Mantenimiento del tanque de distribución: cada tres meses
  - Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó
  - Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:
    - Cerrar la válvula del hipoclorador
    - Abrir válvula de desagüe
    - Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico
    - Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo
    - Cerrar válvula de desagüe
    - Abrir válvula del hipoclorador
    - Abrir válvula de salida
- Mantenimiento del hipoclorador: cada tres días
  - Preparar la dosificación correspondiente

- Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador
- Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0,20 miligramos por litro, en la parte más lejana del proyecto.

## Cada semana:

- Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.
- Verificar que no existan fugas
- Verificar el nivel de la solución en el depósito

## Cada mes:

- Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación.
- Verificar la concertación de cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que tenga la concertación de cloro libre residual no menor de 0,20 miligramos por litro en el punto más lejano de la red de distribución.
- Mantenimiento de la línea de bombeo y distribución: cada mes, revisar el recorrido completamente de la línea, para:
  - Verificar si hay fugas
  - Verificar el estado de la tubería
  - Proceder a reparar las fugas en la tubería
- Para reparar da
   ños en tubos de PVC, se necesita lo siguiente:
  - Sierra
  - Niple PVC
  - Solvente o pegamento

## Se procede de la siguiente forma:

- Descubrir el tubo un metro en ambos lados de la fuga
- Cortar un pedazo de treinta centímetros aproximadamente
- Hacer una campana con calor en ambos extremos
- Empalme de tubería: habiendo preparado el niple con la campana, se procede de la siguiente forma:
  - Eliminar rebabas de los cortes
  - Limpiar los extremos con un trapo
  - Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería y
  - SIvente dentro de la campana
  - Mantener la presión y dejar secar

## 2.1.15. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable sea sostenible y este en buen funcionamiento durante el período para el cual se diseña, se requiere de un fondo para operar el sistema y darle mantenimiento, para obtener este recurso se debe establecer el pago mensual de una tarifa por usuario.

Se calculará la tarifa de acuerdo a los siguientes gastos y costos:

## Energía eléctrica

El costo de energía eléctrica de la bomba se calcula de la siguiente forma: El motor a utilizar es de 2,5 Hp, lo que equivale a 1 865 Watts.

$$(1,865 \text{ Kw}) * (2,03 \frac{Q}{\text{kwh}}) * (8\text{h}) = 36,34 \text{ Q/día} = Q 1 090,20 / \text{mes}$$

## Hipoclorito de calcio

La cloración del agua será por medio de tabletas de hipoclorito de calcio al 68 % de ingrediente con un peso de 300 gr por tableta, por lo cual se tiene:

Costo de 100 libras de hipoclorito de calcio Ca (CIO)<sub>2</sub> = Q 1 500,00

Costo mensual de la cloración = 39 libras \* Q 15 / libra = Q 585,00 / mes

## Costo de operación

Contempla el pago mensual de un fontanero para efectuar revisiones constantes al sistema y operar el sistema de cloración.

$$Co = \left(\frac{L}{3} + \frac{Nc}{20}\right) * Pf * 1,43$$

Donde

Co = costo de operación

L = longitud de la tubería en kilómetros

Nc = número de conexiones

Pf = pago de fontanero

1,43 = factor de prestaciones

$$Co = \left(\frac{3,67}{3} + \frac{125}{20}\right) * 100 * 1,43 = Q 1 069/mes$$

#### Costo de mantenimiento

Se estima el quince por millar del costo del proyecto presupuestado, este fondo será utilizado para la compra de materiales cuando haya necesidad de reparar averías o hacer mejoras en la red.

$$Cm = 0.015 * \frac{C}{P}$$

Donde

Cm = costo de mantenimiento

0,015 = quince por millar

C = costo total del proyecto

P = período de diseño en años

$$Cm = 0.015 * \frac{70.679,35}{21} = Q.504,06/mes$$

## • Tarifa por vivienda mensual

Para encontrar la tarifa mensual que pagará cada usuario, se suman todas las anteriores y se divide entre el número de usuarios.

Costo de energía eléctrica	Q 1	090,20
Costo de hipoclorito de calcio	Q	585,00
Costo de operación	Q 1	069,00
Costo de mantenimiento	Q	504,06

Total Q 3 248,26

Dividiendo el total de Q 3 248,26 entre 125 servicios da Q 26,00, este valor se puede redondear a Q 30,00, tomando en cuenta la inflación.

Tarifa = 
$$Q 30,00 / mes$$

#### 2.1.16. Evaluación socioeconómica

Tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para elaborar indicadores de la rentabilidad social, a través del análisis de costo beneficio. Los beneficios se verifican a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta la utilización para el período de diseño.

Con relación a los costos se distinguen básicamente en

- Costos de inversión: son en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir, los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto.
- Costos de mantenimiento: son los que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante la vida útil.
- Costos de operación: son los que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que este siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

### 2.1.16.1. Valor Presente Neto

Se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo), menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo), es la suma algebraica de los flujos de efectivo futuros (positivos y negativos) al valor presente, incluyendo en esta suma el egreso inicial de la inversión, este método es utilizado para determinar el valor actual de futuros ingresos y egresos.

Para el presente proyecto el cálculo del VPN se hará de la siguiente manera: la inversión total del proyecto es de Q 705 679,35, el costo de funcionamiento mensual es de Q 1 675,20 que es la suma de energía eléctrica y costo de tratamiento, el costo de operación Q 1 069,00 y el costo de mantenimiento Q 504,06, por la instalación de cada servicio de agua se cobrará Q 800,00, la tarifa mensual será de Q 30,00. La vida útil del proyecto es de 20 años, con una tasa de interés 6 % anual.

Tabla XV. Valor Presente Neto (VPN)

Descripción	Operación	Resultado
Costo inicial		Q 705 679,35
Ingreso inicial	(Q 800 / viv) x (125 viv)	Q 100 000,00
Costo anual	(Q 1 675,20 + Q 1 069 + Q504,06 /mes) x (12 meses)	Q 38 979,12
Ingreso anual	(Q 30 / viv) x (125 viv) x (12 meses)	Q 45 000,00
Vida útil		20 años
Interés		6 %

Fuente: elaboración propia.

Se utiliza signo negativo para los egresos y signo positivo para los ingresos, entonces se tiene:

$$VPN = -Q 605 679,35 + Q 6 020,88 (P/A, 6 %,20)$$

VPN = -Q 605 679,35 + Q 6 020,88 
$$\left[ \frac{(1+0.06)^{20}-1}{0.06(1+0.06)^{20}} \right]$$

En conclusión se tienen pérdidas para el desarrollo del proyecto de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino Tecpán, Guatemala, al realizar el estudio del Valor Presente Neto, pero tiene justificación al ser un proyecto de beneficio social para la comunidad.

## 2.1.16.2. Tasa Interna de Retorno

Es igual a la suma de los ingresos con la suma de los egresos actualizados, igualando al egreso inicial, también se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

El proyecto es rentable cuando la TIR es mayor que la tasa de costo de capital, dado que se ganará más ejecutando el proyecto, que efectuando otro tipo de inversión.

Para el presente proyecto se tiene una inversión total de Q 705 679,35 un ingreso inicial de Q 100 000,00, un costo anual de Q 38 979,12 y un ingreso anual de Q 45 000,00, con una vida útil de servicio de 20 años.

Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Se utiliza una tasa de interés de -11 %

$$VPN = -Q 605 679,35 + Q 6 020,88 (P/A,-11 %, 20)$$

VPN = -Q 605 679,35 + Q 6 020,88 
$$\left[ \frac{(1-0.11)^{20}-1}{-0.11(1-0.11)^{20}} \right]$$

Se utiliza una tasa de interés de -13 %

$$VPN = -Q 605 679,35 + Q 6 020,88 (P/A,-13 % 20)$$

VPN = -Q 605 679,35 + Q 6 020,88 
$$\left[ \frac{(1-0.13)^{20}-1}{-0.13(1-0.13)^{20}} \right]$$

Se determina el valor de i

TIR = 
$$-0.13 + \frac{0.02(98472.80)}{195941.11} = -0.1199$$

La Tasa Interna de Retorno es negativa, como ya se mencionó antes el proyecto de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino Tecpán Guatemala, es de carácter social, porque con ninguna tasa de interés, se pueden tener ganancias.

## 2.1.17. Evaluación de Impacto Ambiental

Un impacto ambiental es cualquier alteración a las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Para los proyectos de infraestructura en el sector de agua potable no se presentan impactos ambientales adversos de gran magnitud que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o del medio ambiente, sino al contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad a la población de la comunidad.

En la etapa de construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario preparar los terrenos donde se instalará la fuente de agua. El tanque de almacenamiento que no debiera generar impactos significativos en el medio ambiente, como la tubería de la red de distribución y de este, a las conexiones a las viviendas con la instalación de tubería de muy poca envergadura y que no afecta el desplazamiento de la población o fauna del lugar, Sin embargo, buenas medidas constructivas y de mitigación hacen poco probable la generación de impactos.

- Descripción del ambiente físico: constituyen los elementos del entorno del medio ambiente que es todo aquello que rodea al proyecto del abastecimiento de agua potable. Este ambiente está constituido desde la captación que afectará el manantial, tanque de almacenamiento, red de distribución y conexiones domiciliares, todo el entorno del proyecto, el ambiente físico se debe cuidar para mantener limpio el lugar del proyecto.
- Identificación de riesgos y amenazas: al identificar y evaluar las amenazas que inciden sobre el área del sistema del diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son:
  - El agua: debido a que existe un río y fuentes superficiales pequeñas que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.
  - El suelo: si impactará negativamente el mismo sino se verifica la etapa del zanjeo, aunque será solamente en la etapa de construcción y los efectos son fácilmente prevenibles.
  - Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción, que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto.
- Impactos negativos: se dan solo en la etapa de construcción del proyecto, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y este a la vez, provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento.

- Vulnerabilidad: de un sistema de agua potable puede ser física, operativa u organizativa, depende de las características estructurales, recursos con los que se cuenta para el manejo de los sistemas en caso de desastre, capacitación del personal y métodos operativos, el objeto de tal estimación, a partir de la evaluación de los posibles efectos de la amenaza, es el de contar con la identificación de ciertas medidas de mitigación que puedan adoptarse.
- Medidas de mitigación: consideradas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar, para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos, son las siguientes:
  - Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán efectuarse en el tiempo más corto posible, compactándose adecuadamente las mismas para evitar el arrastre de partículas por el viento.
  - Que las obras no perjudiquen ni entorpezcan el aprovechamiento de agua para otros fines, como el riego o la recreación.
  - Recuperar el espacio público afectado una vez finalizada la actividad, retirando todos los materiales y residuos que se provocaron, reutilizando la mayor cantidad de residuos de excavaciones.
  - Deberá de capacitarse al o a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las fugas que puedan existir y reparaciones menores.
  - Se deben realizar reuniones con los trabajadores al inicio de la construcción de la obra y reforzar con charlas breves al inicio de la

- jornada en cada uno de los frentes de trabajo acerca de buenas prácticas ambientales.
- Reforestación del área de la cuenca y alrededor de ella
- Circular el área de la captación para evitar el ingreso de animales y de personas ajenas al proyecto.
- Potabilizar el agua de manera que sea apta para el consumo humano.
- Manejo y disposición final de desechos: durante la etapa de construcción se generarán desechos sólidos originados en las tareas de preparación de concreto y en la limpieza del área, también basura de tipo domiciliar generada por los trabajadores en la preparación de los alimentos, también material de desperdicio en la excavación para la instalación de tuberías y la construcción de cajas de concreto para las válvulas de aire y limpieza, este tipo de basura y desechos serán transportados al basurero municipal de la localidad.

# 2.2. Diseño de puente vehicular Las Llanuras, kilómetro 86, ruta Interamericana, Tecpán Guatemala, Chimaltenango

En los siguientes subtítulos se realiza la descripción del diseño del puente vehicular.

## 2.2.1. Descripción del proyecto

Tiene como finalidad cruzar el río La Giralda, logrando una vía de comunicación directa entre la cabecera municipal de Tecpán Guatemala y las aldeas de Panimacoc, Panabajal, Xetonox y Asunción Manzanales en cualquier época del año, beneficiando así a los habitantes del sector Las Llanuras.

El diseño consiste en un puente vehicular de concreto bajo las normas de carga viva de AASHTO HS 15-44, con una luz total de 14 metros con 13,20 de luz libre y ancho total de 5 metros con un ancho útil de rodadura de 3,50 metros, compuesto por elementos estructurales divididos en superestructura y subestructura.

La superestructura está compuesta por una losa de 0,20 metros de espesor, acera peatonal con los respectivos barandales, dos vigas simplemente apoyadas con una sección de 0,40 x 1,00 metro, cuenta con tres diafragmas, dos externos y un interno, todos los elementos descritos de concreto reforzado.

La subestructura estará compuesta de estribos y aletones de concreto ciclópeo, vigas de apoyo y cortinas de concreto armado en los extremos.

# 2.2.2. Criterios y especificaciones para el diseño de puentes de concreto de sección en viga y losa

Son recomendaciones necesarias para obtener un adecuado análisis y diseño, basado en códigos de construcción (AASHTO, ACI 318-05), siendo los siguientes:

- Carga viva: se utilizó una carga viva de diseño HS15-44 (AASHTO)
   equivalente a 12 000 libras en el eje más pesado.
- Recubrimientos: en vigas principales, de apoyo, diafragmas y cortina, el recubrimiento será de 5 cm., en losa, banqueta y postes de baranda, el recubrimiento será de 2,5 cm. AASTHO 5.12.3, ACI capítulo 7.7.1

- Empalmes: los empalmes por traslape de las barras individuales del paquete no deben sobreponerse, tampoco empalmarse por traslapo paquetes enteros, las barras en un manojo deben terminar en puntos diferentes, los empalmes de traslape y las barras, deben colocarse en contacto entre si y amarrarse con alambre, en elementos sometidos a flexión las barras empalmadas por traslapo que no quedan en contacto entre si, no deben separarse transversalmente a la menor de 1/5 de la longitud de empalme por traslapo requerida o 15 cm. AASTHO 5.11.5.2.1, ACI capítulo 12.14
- Ganchos: los dobleces deberán ser hechos en frío, dobles de 180° más una extensión de 4 diámetros de la varilla, pero no menor a 6,5 cm., dobles de 90° más una extensión de 12 diámetros de la varilla, estribos de 135° más extensión de 6 diámetros de la varilla en el extremo libre de la varilla. AASTHO 5.11.2.4-1, ACI capítulo 7.1
- Longitud de desarrollo: la armadura se deberá prolongar más allá del punto en el cual ya no se requiere para resistir flexión en una distancia no menor que la profundidad efectiva del elemento, 15 veces el diámetro nominal de la barra o 1/20 de la luz libre del tramo. AASTHO 5.11.1.2.1, ACI capítulo 12.2

Para la superestructura se debe tomar en cuenta que:

- La acera y el barandal se deben construir posteriormente a que las vigas se hayan deflectado libremente.
- Se debe colocar una capa de concreto de 5 centímetros para que la superficie de rodadura sea la adecuada y eliminar irregularidades en la superficie de la losa.

 Todos los elementos de acero estructural no embebidos en el concreto del puente, deberán cubrirse con dos capas de pintura anticorrosivas de diferente color, exceptuando los pernos, que deberán dejarse correctamente engrasados.

Para la subestructura se debe tomar en cuenta que:

- Los estribos deben ser diseñados para la capacidad soporte establecida en el estudio de suelo.
- Deberá evitarse la explotación de los bancos de materiales circundantes a las riberas del río, para evitar posibles socavaciones en el futuro.
- No se debe permitir la destrucción de los bancos de materiales, de manera que las excavaciones sean del tamaño estrictamente necesario para acomodar los estribos.
- Deberá proporcionarse adecuado drenaje a los estribos para evitar presiones nocivas a la estructura.

# 2.2.3. Estudios preliminares para el diseño del puente vehicular

Los estudios realizados para el diseño del puente son los siguientes:

## 2.2.3.1. Levantamiento topográfico

La base para cualquier proyecto de la ingeniería civil es el levantamiento topográfico, por lo tanto, la importancia de la realización del mismo para efectuar el diseño del puente vehicular, el levantamiento sirve para visualizar gráficamente los posibles puntos de ubicación de la obra y la geometría del

lugar en estudio; en este proyecto se utilizó el método de conservación de azimut para planimetría y taquimetría para altimetría.

Con los datos obtenidos en campo se procedió a dibujar, creando el polígono y curvas de nivel del terreno, se dibujó el perfil general del terreno con el puente, las secciones transversales por medio del eje central del río.

#### 2.2.3.1.1. Planimetría

Tiene como finalidad definir la proyección horizontal del puente, es decir, localizarlo dentro de la sección del río, con el propósito de ubicarlo en posición óptima.

#### 2.2.3.1.2. Altimetría

Se trazó un eje central, tomando como referencia 100 metros río arriba y 100 metros río abajo, luego se trazaron secciones transversales a cada 20 metros debido a la pendiente topográfica del río.

# 2.2.3.1.3. Secciones transversales y curvas de nivel

Las secciones transversales aguas arriba y abajo sobre el eje central del río, visualizan la forma del terreno que puede afectar directamente el diseño del puente y las curvas de nivel, representan el relieve que unen los puntos que comprenden la superficie que está directamente relacionada con la localización del puente.

## 2.2.3.2. Estudio hidrológico

En el diseño de puentes el dato más útil en el perfil transversal del cauce, es el que corresponde al tirante de agua para calcular la luz y altura del puente, que también se utiliza para el cálculo del caudal. A continuación se definen estos dos elementos indispensables para el diseño del puente vehicular.

#### 2.2.3.2.1. Crecientes

El estudio hidrológico para el control de aguas está relacionado con la mitigación de los efectos adversos causados por caudales altos o crecientes, se considera que una creciente es cualquier caudal alto que desborde los terraplenes, ya sean artificiales o naturales a lo largo de la corriente.

Las crecientes en un río pueden dividirse en tres tipos, las cuales se muestran a continuación:

- Crecida normal: la que mantiene el río y varía muy poco
- Crecida máxima: es la que ocurre casi anualmente en invierno
- Crecida máxima extraordinaria: es la que ocurre cuando se da un fenómeno natural (Iluvias muy intensas).

El método utilizado en el proyecto será el de sección pendiente, ya que, no se contó con algún tipo de aforo, para la aplicación se requiere contar con la topografía del lugar y las marcas de nivel máximo del agua durante el paso de una avenida, la elevación máxima del río que se informó fue de 1,75 metros sobre el lecho del río.

### 2.2.3.2.2. Caudal máximo

El caudal de diseño constituye otro de los parámetros de gran importancia, conjuntamente con el estudio topográfico, para la determinación de la geometría de los elementos de la superestructura y la subestructura.

Método sección pendiente:

Surgió de la necesidad de estimar crecidas de ríos, donde prácticamente no se tienen datos suficientes para efectuar un cálculo de confianza y donde se puede aplicar un buen margen de seguridad.

Para la determinación de crecidas por este método, se necesita determinar la máxima altura de agua alcanzada por una corriente en el pasado, la cual se mencionó anteriormente y es de 1,75 metros.

Una vez determinada la altura máxima, se obtiene el valor del área de la sección de la corriente, en la misma forma como se hace en los aforos, para obtener el caudal máximo, se utiliza la fórmula Q= V x A, el valor de la velocidad V de la corriente se obtiene por medio de la fórmula de Manning, lo que se muestra a continuación:

$$Q = V * A$$

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde

V = velocidad (m/s)

R = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad

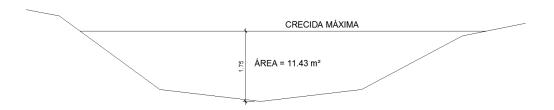
S = pendiente

A = área de la sección de la corriente.

Pendiente: es el promedio de las tres pendientes que sobresalen en el perfil del lecho del río. Ver plano de altimetría. S = 1,93 %

Área: se calcula a partir de la sección transversal donde se construirá el puente, que es obtenida del levantamiento topográfico, la crecida máxima es de 1,75 m, se determinó por medio de los rastros naturales y por comentarios de personas del lugar, se obtiene A = 11,43 m<sup>2</sup>

Figura 6. Sección transversal del río



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Perímetro mojado = 10,93 m

Coeficiente de rugosidad = 0,045

Radio hidráulico = 
$$\frac{A}{Pm} = \frac{11,43}{10.93} = 1,04 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{0.045} * 1.04^{\frac{2}{3}} * 0.0193^{\frac{1}{2}} = 3.17 \text{ m/s}$$

Qcrecidamáxima =3,17 m/s \* 11,43m<sup>2</sup> = 36,23 
$$\frac{m^3}{s}$$

La altura máxima de las crecidas será de 1,75 metros, entonces se considerará una altura libre sobre el nivel del agua de 2,00 metros para el puente, con una altura total desde el lecho del río de 3,75 metros.

#### 2.2.3.3. Estudio del suelo

Se realizó un pozo a cielo abierto a una profundidad de 2,50 metros para obtener una muestra inalterada del suelo de 1 pie cúbico, a la cual se le realizan pruebas de laboratorio para saber las características físicas y mecánicas, la prueba que se llevó a cabo en el laboratorio es el ensayo de compresión triaxial, el cual es el no consolidado y no drenado.

## 2.2.3.3.1. Valor soporte del suelo

Datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial:

Descripción del suelo: Arena limo arcillosa color café oscuro

Ángulo de fricción interna ( $\varnothing$ ): 18,06°

Cohesión (Cu):  $3,19 \frac{T}{m^2}$ 

Densidad seca ( $\gamma$ s): 1,14  $\frac{T}{m^3}$ 

Base (B): 2,50 m

Desplante (Df): 2,50 m

Factor de Seguridad (FS): 3

- Factores de capacidad de carga:
  - Factor de flujo de carga (Nq):

Nq = 
$$\tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right) e^{\pi \tan \emptyset}$$

85

Nq =tan<sup>2</sup> 
$$\left(45 + \frac{18,06}{2}\right) e^{\pi tan 18,06} = 5,29$$

• Factor de flujo de carga última (Nc):

$$Nc=(Nq-1) \cot \emptyset$$

$$Nc=(5,29-1)\cot 18,06 = 13,16$$

• Factor de flujo de  $\gamma$  (N $\gamma$ ):

$$Ny=2(Nq+1) \tan \emptyset$$

$$N\gamma = 2(5,29 + 1) \tan 18,06 = 4,10$$

Factores de profundidad:

Fcd =1 + 0,4 
$$\left(\frac{Df}{R}\right)$$

Fcd = 
$$1 + 0.4 \left(\frac{2.5}{2.5}\right) = 1.40$$

$$\mathsf{Fqd} = 1 + 2 \tan \emptyset (1 - \sec \emptyset)^2 * \frac{\mathsf{Df}}{\mathsf{B}} ;$$

Fqd = 1 + 2 tan 18,06 
$$(1 - \text{sen}18,06)^2 * \frac{2,5}{2,5} = 1,31$$

$$F\gamma d = 1$$

Factores de forma:

Fcs = 1 + 
$$\left(\frac{B}{L}\right)\left(\frac{Nq}{Nc}\right)$$
; Fcs = 1 +  $\left(\frac{2,5}{5}\right)\left(\frac{5,29}{13.16}\right)$ = 1,20

Fqs = 1 + 
$$\left(\frac{B}{L}\right)$$
 (tan  $\emptyset$ ); Fqs = 1 +  $\left(\frac{2.5}{5}\right)$  (tan 18,06) = 1,16

$$F\gamma s = 1 - 0.40 \left(\frac{B}{L}\right); \quad F\gamma s = 1 - 0.40 \left(\frac{2.5}{5}\right) = 0.80$$

Presión del suelo:

$$qo = \gamma s * h$$

$$qo = 1.14 \frac{T}{m^3} * 2.5m = 2.85 \frac{T}{m^2}$$

## Valor soporte:

Qadm = 
$$\frac{qh}{FS}$$
 + qo  
Qh = C Nc Fcs Fcd Fcy + qoNqFqsFqdFqi + 1/2 ys B Fys Ny Fyd Fyi

C Nc Fcs Fcd Fc
$$\gamma$$
 = (3,19) (13,16) (1,20) (1,40) =  $70.53\frac{T}{m^2}$   
qoNqFqsFqdFqi = (2,85) (5,29) (1,16) (1,31) =  $22.91\frac{T}{m^2}$   
1/2  $\gamma$ s B F $\gamma$ s N $\gamma$  F $\gamma$ d F $\gamma$ i = (1/2) (1,14) (2,50) (0,80) (4,10) (1) = 4,67  $\frac{T}{m^2}$   
Qh =  $70.53 + 22.91 + 4.67 = 98.11\frac{T}{m^2}$ 

El valor soporte del suelo es de 35,55  $\frac{T}{m^2}$ 

El esfuerzo cortante es la máxima resistencia que un suelo puede resistir ante una falla al deslizamiento, el diagrama de Mohr que resultó del ensayo triaxial representa el esfuerzo cortante sobre el plano de falla como una función lineal del esfuerzo normal, son importantes el valor del ángulo de fricción interna y la cohesión, a mayor ángulo aumenta el esfuerzo cortante y en consecuencia el valor soporte del suelo incrementaría.

El valor soporte está directamente relacionado con el tipo de suelo donde será construido el puente vehicular, siendo denominado como arena limo arcillosa color café oscuro.

Según la AASHTO es un suelo clasificado como A-4: material limoso sin grava ni arena gruesa, contiene algo de arena fina y mediana, el contenido de arcilla no es elevado, según SUCS está dentro del grupo denominado SC-SM: arena con finos, mezcla de arena limo y arcilla con menos del 15 % de grava. El

valor soporte calculado equivale a 3,30 Ton/pie², que también es clasificado como una arena fina movediza drenada.

Tabla XVI. Valor soporte permisible según tipo de suelo

MATERIAL DEL SUELO	T/M²	OBSERVACIONES
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada y porosa	22-86	
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 193.

## 2.2.4. Diseño del puente vehicular

En los siguientes subtítulos se detalla el diseño del puente vehicular para la comunidad.

## 2.2.4.1. Datos y especificaciones

El proyecto del puente vehicular estará constituido por una vía, con los siguientes datos para el diseño:

Tabla XVII. Bases de diseño puente vehicular

Luz total	14,00 m
Luz libre	13,20 m
Ancho total	5,00 m
Ancho de rodadura	3,50 m
Peso del concreto ciclópeo (Wciclópeo)	2 700 kg/m³
Peso del concreto armado (Wconcreto)	2 400 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del suelo	1 140 kg/m³
Capacidad soporte de diseño	35 550 kg/m <sup>2</sup>
Esfuerzo máximo del concreto f´c (3,000 psi)	210 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de influencia del acero F´y (40,000psi)	2 810 kg/cm <sup>2</sup>
Sobrecarga	HS 15-44

Fuente: elaboración propia.

Para el diseño de las vigas principales se tomará esfuerzo máximo del concreto f´c de 280 kg/cm² (4 000 PSI) y el esfuerzo de fluencia del acero F´y de 2 810 kg/cm² (40,000 PSI), el diseño del puente vehicular se basa en las Normas AASHTO y para los elementos de concreto con el ACI.

#### 2.2.4.2. Líneas de influencia

Las cargas vivas no son las mismas para todos los componentes de la estructura, ya que existen determinados puntos críticos donde la carga viva es mayor porque la misma no es estacionaria, sino que se mantiene en movimiento de un lado a otro.

Una de las técnicas utilizadas para determinar dónde se encuentran estas fuerzas críticas, es por medio del uso de determinados diagramas como lo son las líneas de influencia.

- Función de influencia: se define como el efecto en un punto como función de la posición de la carga unitaria.
- Línea de influencia: es el ploteo de todas las funciones de influencia unidos entre sí por una línea continua, es un efecto estructural tal como fuerza interna, reacción o deflexión, ploteado como función de la carga unitaria que la causa.
- Líneas de influencia por cuerpo libre: constituye el análisis básico, consiste en considerar el equilibrio de los cuerpos libres sobre los cuales la carga unitaria se está aplicando en diferentes puntos, es usual definirla en función de las diferentes x.

## 2.2.4.3. Diseño de la superestructura

Las características de diseño se detallan en los siguientes subtítulos.

### 2.2.4.3.1. Diseño de losa

 Cálculo de peralte: la tabla 8.9.2 de AASHTO: espesor de losa, define que para losas continuas con refuerzo principal perpendicular a la dirección del tránsito.

$$t = 1.2 \, \left( \frac{S + 3.05}{30} \right) \ge 0.174 \, \text{m}$$

Donde

t = espesor de losa (m)

S= distancia libre entre vigas (m); asumir 1,90 m

$$t = 1.2 \left( \frac{1.90 + 3.05}{30} \right) = 0.198 \text{ m}$$

Se propone utilizar 0,20 m

 Peralte efectivo: es el espesor de la losa desde el centro de la varilla de refuerzo de la cama inferior hasta la orilla superior de la losa.

$$d = t - recubrimiento - \emptyset / 2$$

Donde

t = espesor de losa (m)

Ø = diámetro de varilla Núm.4

$$d = 0.20 - 0.025 - 0.0127/2$$

$$d = 0,16865 \text{ m}$$

- Cálculo de momentos: las cargas para el análisis de los momentos son: carga muerta, viva y de impacto, estos valores se tomarán para una franja de un metro.
- Carga muerta = Wm

W carpeta de rodadura =  $(0,05m) \times (2 400 \text{ kg/m}^3) \times (1m) = 120 \text{ kg/m}$ 

W losa =  $(0,20\text{m}) \times (2400 \text{ kg/m}^3) \times (1\text{m}) = 480 \text{ kg/m}$ 

W barandal = 40 kg/m

Wm = 640 kg/m

Para el cálculo de momentos por carga muerta, se utilizan las siguientes fórmulas, con el modelo en voladizo:

$$Mcm = \frac{Wcm*S^2}{10} \quad ; \quad Mcm = \frac{Wcm*L^2}{2}$$

Donde

Wcm = 640 kg/m

S = distancia entre vigas a ejes (m) = 2,30 m

L = longitud del voladizo (m) = 1,35 m

$$Mcm = \frac{640 * 2,30^{2}}{10} = 338,56 \text{ kg-m}$$

$$Mcm = \frac{640*1,35^2}{2} = 583,20 \text{ kg-m}$$

Se toma el mayor, Mcm = 583,20 kg-m

 Carga viva = Wv: la carga viva se toma como puntual y corresponde a la carga HS 15-44, P = 12 000.00 lb.

Según especificaciones de la norma AASTHO 3.24.3.1

$$Mcv = \left(\frac{0,80 \text{ (S+2)}}{32}\right) * P$$

Donde

Mcv = momento por carga viva

S = luz libre entre vigas (pies)

P = peso del eje más pesado (lb)

$$Mcv = \left(\frac{0.80 (6.232+2)}{32}\right) * 12 000 = 2 469,60 lb-pie$$

Mcv= 2 469,60 lb-pie

Mcv= 341,43 kg-m

## Momento debido al impacto:

Está especificado como un porcentaje de la carga viva y debe ser menor o igual al 30 %, según la AASHTO 3.8.2.1

$$I = \left(\frac{15,24}{S+38}\right)$$

Donde

I = fracción de impacto

S = distancia entre vigas (m) = 1,90m

$$I = \left(\frac{15,24}{1.90+38}\right) = 0.38$$

Como la fracción de impacto es del 38 %, entonces se usara el 30 %.

$$Mi = (0,30) \times (341,43 \text{ kg-m}) = 102,43 \text{ kg-m}$$

#### Momento último

Según la AASHTO 1.2.22, la ecuación que integra los momentos para darel momento último es:

$$Mu = 1.30 \left(Mcm + \frac{5}{3}(Mcv + Mi)\right)$$

Donde

Mcm = momento por carga muerta = 583,20 kg-m

Mcv = momento por carga viva = 341,43 kg-m

Mi = momento debido al impacto = 102,43 kg-m

Mu = 1,30 
$$\left(583,20 + \frac{5}{3}(341,43 + 102,43)\right)$$
  
Mu = 1,719,86 kg-m

Cálculo de refuerzo

Refuerzo transversal cama inferior

Está colocado en forma perpendicular a la dirección del tráfico.

As = 
$$\left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0.003825*f'c}} \right] * \frac{0.85*f'c}{F'y}$$

Donde

As = área de acero (cm²)

Mu = momento último (kg-m)

b = base de 100 cm

f'c = resistencia del concreto (kg/cm²)

F'y = fluencia del acero (kg/cm²)

d = peralte efectivo (cm)

As = 
$$\left[ (100 * 16,865) - \sqrt{(100 * 16,865)^2 - \frac{1719,86*100}{0,003825*210}} \right] * \frac{0,85*210}{2810}$$

$$As = 4,1112 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima según ACI 318S-05 sección 10.5.1

As min = 
$$\frac{14,1}{F'y} * b * d$$
  
As min =  $\frac{14,1}{2810} * 100 * 16865$   
As min = 8,46 cm<sup>2</sup>

Área de acero máxima en zona sísmica

$$\begin{split} &\text{As m\'ax} = 0.50*\rho_{bal}*b*d\\ &\rho_{bal} = \left(\frac{0.85*\beta_1*f'c}{F'y}\right)*\left(\frac{6\,090}{6\,090+F'y}\right)\\ &\rho_{bal} = \left(\frac{0.85*0.85*210}{2\,810}\right)*\left(\frac{6\,090}{6\,090+2\,810}\right)\\ &\rho_{bal} = 0.037\\ &\text{As m\'ax} = 0.50*0.037*100*16,865\\ &\text{As m\'ax} = 31,20\ cm^2 \end{split}$$

Como As es menor a As min, entonces se usará As min.

Se utilizarán varillas Núm.4 con una separación de acuerdo a lo siguiente:

Se = 
$$\frac{A_{var} * 100}{Asmin}$$
 =  $\frac{1,27 * 100}{8,46}$  = 15,01

Usar varillas Núm. 4 @ 0,15 m en la cama inferior.

Refuerzo transversal cama superior

Se calcula el acero por temperatura según la Norma AASHTO 8.20.1 y ACI 318S-05 sección 7.12.2.1

$$As_{temp} = 0.002 \text{ b} \text{ t}$$

Donde

b = base (cm)

t = espesor de losa (cm)

$$As_{temp} = 0.002 * 100 * 20$$

$$As_{temp} = 4 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento

Se = 
$$\frac{A_{var} * 100}{Astemp}$$
 =  $\frac{1,27 * 100}{4}$  = 31,75 cm

Usar varillas Núm. 4 @ 0,30m en la cama superior.

Refuerzo longitudinal en cama superior e inferior

Para encontrar el área de acero (As), según la AASHTO 3.24.10.2, se calcule mediante la siguiente ecuación:

$$FL = \frac{220}{\sqrt{S}} < 67 \%$$

Donde

FL = factor longitudinal

S = separación entre vigas (pies)

$$FL = \frac{220}{\sqrt{6,232}} = 88,13 \%$$

Como el factor longitudinal es mayor al permitido, entonces se utilizará 67 %:

$$As = 0.67 * As_{transinf}$$

$$As = 0.67 * 8.46$$

$$As = 5,67 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento

Se = 
$$\frac{A_{\text{var}} * 100}{As}$$
 =  $\frac{1,27 * 100}{5,67}$  = 22,40 cm

Usar varillas Núm. 4 @ 0,20 m en la cama superior e inferior

## 2.2.4.3.2. Diseño de vigas

## Cálculo de peralte y base

La altura de la viga principal se determina, según la tabla 9.5(a) de la ACI-318-8, para vigas simplemente apoyadas.

$$H = \frac{L}{16} = \frac{14}{16} = 0.875 \text{ m}$$
 se propone utilizar 1,00 m

$$b = \frac{2}{5}H = \frac{2}{5} * 0,875 = 0,35 \text{ m}$$
 se propone utilizar 0,40 m

- Cálculo de momentos
- Carga muerta

W carpeta de rodadura = 
$$(0.05 \text{ m}) \times (2 400 \text{ kg/m}^3) \times (5/2) = 300 \text{ kg/m}$$
  
W losa =  $(0.20 \text{m}) \times (2 400 \text{ kg/m}^3) \times (5/2) = 1 200 \text{ kg/m}$   
W barandal =  $40 \text{ kg/m}$   
W viga =  $(2 400 \text{ kg/m}^3) \times (1.00) \times (0.40) = 864 \text{ kg/m}$   
Wm =  $2 404 \text{ kg/m}$ 

Otras cargas que se toman en cuenta son las cargas puntuales que producen el diafragma interior y diafragma exterior, la sección de los diafragmas se calcula más adelante.

P diafint = 
$$(2\ 400\ kg/m^3)\ x\ (0,75)\ x\ (0,30)\ x\ (2,70/2) = 729\ kg$$
  
P diafext =  $(2\ 400\ kg/m^3)\ x\ (0,50)\ x\ (0,30)\ x\ (2,70/2) = 486\ kg$   
Pdiaf total =  $P_{\rm diafint} + 2P_{\rm diafext}$   
Pdiaf total =  $729 + (2*486)$   
Pdiaf total = 1 701,00 kg

Momento por carga muerta

La viga se considera como simplemente apoyada.

$$Mcm max = \left(\frac{Wm*L^2}{8}\right) + (P*a)$$

Donde

Wm = carga muerta total
L = longitud de la viga principal (m)

P = carga de diafragmas

a = distancia al centro crítico de la viga (m)

Mcm max = 
$$\left(\frac{2404*14^2}{8}\right) + (1701*7)$$

Mcm max = 
$$70 \ 805 \ \text{kg-m}$$

## Momento por carga viva o sobrecarga

Según las especificaciones ASSHTO el momento máximo por sobrecarga se presenta cuando el camión está ubicado en el punto crítico del puente, esto ocurre cuando la carga más cerca al centro de gravedad del camión se encuentra a la misma distancia de los apoyos.

R1 P2 P3 R2 \( \text{A} \)
A X A A \( \text{A} \)
14.00

Figura 7. **Diagrama de carga viva sobre viga** 

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Para encontrar los valores de A y X se hace sumatoria de momentos con respecto al Cg.

$$\sum M_{cg} = 0 + \longrightarrow$$
-P1 \* (4,27 + X) - P2 \* (X) + P3 \* (4,27 - X) = 0
-1 400 \* (4,27 + X) - 5 500 \* (X) + 5 500 \* (4,27 - X) = 0
X = 1,41 m
$$2 * A + X = 14,00$$
A = (14-1,41) / 2 = 6,295 m

Para encontrar la reacción R2 se debe hacer la sumatoria de momentos respecto a R1.

$$\sum M_{R1} = 0 + \longrightarrow$$
P1 \* (6 295 - 4,27) + P2 \* 6,295 + P3 \* (6,295 + 4,27) - R2 \* 14 = 0
1 400 \* (6,295-4,27) + 5 500 \* 6,295 + 5 500 \* (6,295 + 4,27) - R2 \* 14 = 0
R2 = 6 826,07 kg
$$\sum F_y = 0 + \uparrow$$
R1 - P1 - P2 - P3 + R2 = 0
R1 - 1 400 - 5 500 - 5 500 + 6 826,07 = 0
R1 = 5 573,93 kg

Mmáx = R1 \* A - P1 \* 4,27

## Factor de impacto

Según AASHTO 3.8.2.1 está especificado como un porcentaje de la carga viva y debe ser menor o igual al 30 %.

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

Donde

I = fracción de impacto

L = longitud del puente (m)

$$I = \left(\frac{15,24}{14+38}\right) = 0,29$$

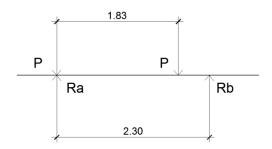
Se utilizará I = 29 %

#### Factor de distribución

Se interpreta como la proporción de la carga viva, que es absorbida por cada viga principal del puente.

$$\sum M_{Rb} = 0 + \longrightarrow$$
 $(2,30 * Ra) - P * 2,30 - P * (2,30 - 1,83) = 0$ 
 $(2,30 * Ra) - P * 2,30 - P * (2,30 - 1,83) = 0$ 
 $Ra = 1,20P$ 
 $Fd = 1,20$ 

Figura 8. Distribución de la carga viva



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

#### Momento último

Se utiliza la siguiente ecuación integrando los valores obtenidos anteriormente:

$$Mu = 1,30 \left( Mcm + \frac{5}{3} (Mcv * I * Fd) \right)$$

Donde

Mu = momento último (kg-m)

Mcm = momento por carga muerta (kg-m)

Mcv = momento por carga viva (kg-m)

I = fracción de impacto

Fd = factor de distribución

$$Mu = 1,30 \left(70 805 + \frac{5}{3} (29 109,89 * 1,29 * 1,20)\right)$$

$$Mu = 189 681,07 \text{ kg-m}$$

#### Cálculo de refuerzo

Para el diseño de las vigas principales se tomará esfuerzo máximo del concreto f´c de 280 kg/cm² (4 000 PSI) y el esfuerzo de fluencia del acero F´y de 2 810 kg/cm² (40 000 PSI).

As = 
$$\left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0.003825*f'c}} \right] * \frac{0.85*f'c}{F'y}$$

Donde

As = área de acero (cm²)

Mu = momento último (kg-m)

b = base (cm)

d = peralte efectivo (cm)

f'c = resistencia del concreto (kg/cm²)

F'y = fluencia del acero (kg/cm²)

$$d = h - recubrimiento - \emptyset / 2$$

Donde

h = altura de viga (m)

Ø = diámetro de varilla 8

$$d = 100 - 5 - 2.54 / 2 = 93.73$$
 cm

As = 
$$\left[ (40 * 93,73) - \sqrt{(40 * 93,73)^2 - \frac{189681,07 * 40}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2810}$$

 $As = 93,11 \text{ cm}^2$ 

Área de acero mínima según ACI 318S-05 sección 10.5.1

As min = 
$$\frac{14.1}{F'y} * b * d$$

As min = 
$$\frac{14,1}{2810} * 40 * 93,73$$

As  $min = 18,81 cm^2$ 

Área de acero máxima en zona sísmica

As 
$$máx = 0.50 * \rho_{hal} * b * d$$

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0.85 * \beta_1 * f'c}{F'y}\right) * \left(\frac{6090}{6090 + F'y}\right)$$

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0.85 * 0.85 * 280}{2810}\right) * \left(\frac{6090}{6090 + 2810}\right)$$

$$\rho_{bal} = 0.0493$$

As 
$$máx = 0.50 * 0.0493 * 40 * 93.73$$

As  $máx = 92,42 \text{ cm}^2$ 

Como el As es mayor al As máx, entonces se usará Asmáx.

• Refuerzo cama superior a compresión

El área de acero corrida en la cama superior es el 33 % del área de acero generada por el momento último.

$$As = (0,33) * (92,42)$$

$$As = 30,49 \text{ cm}^2$$

Usar 6 varillas 8 corridos = 30,42 cm<sup>2</sup>

Refuerzo cama inferior a tensión

El área de acero corrida en la cama inferior es el 50 % del área de acero generada por el momento último.

As = 
$$50 \%$$
 \* Asreq  
As =  $(0,50)$  \*  $(92,42)$   
As =  $46,21 \text{ cm}^2$   
Usar 6 varillas 8 + 4 Núm. 7 corridos =  $45,95 \text{ cm}^2$ 

#### Bastones

$$As_{faltante} = As - As_{corrido}$$

$$As_{faltante} = 92,42 - 45,95 = 46,47 \text{ cm}^2$$

Usar 4 varillas 8 + 6 Núm. 7 como bastones = 43,55 cm<sup>2</sup>

#### Refuerzo adicional

Se recomienda utilizar un refuerzo extra de 0,25 pulgadas cuadradas (plg²) por pie de alto, lo que es igual a 5,29 cm² por metro de alto, va colocado a la mitad de la viga.

$$As_{adicional} = 5,29 * 1,00 = 5,29 cm^2$$
  
Usar 4 Núm.5

- Cálculo de esfuerzo cortante
- Corte máximo por carga muerta

$$Vcm = \frac{W_{cm}*L}{2} + \frac{P}{2}$$

Donde

Wcm = carga muerta total

L = longitud de la viga

P = carga del diafragma

$$Vcm = \frac{2404*14}{2} + \frac{1555,20}{2}$$

$$Vcm = 17 605,60 kg$$

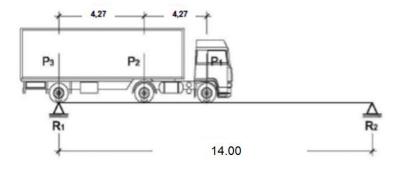
Impacto

$$I = \left(\frac{15,24}{14+38}\right) = 0,29$$

Se utilizará I = 1,29

Corte máximo por carga viva

Figura 9. **Diagrama de cargas para corte máximo** 



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Para encontrar Vcv se hace la sumatoria de momentos en R2.

$$\sum M_{R2} = 0 + \longrightarrow$$
R1 \* 14 - (P3 \* 14) - (P2 \* 9,73) - (P1 \* 5,46) = 0
R1 \* 14 - (5 500 \* 14) - (5 500 \* 9,73) - (1 400 \* 5,46) = 0
R1 = Vcv = 9 868 50 kg

Corte último

$$Vu = 1.30 \left[ Vcm + \frac{5}{3} (Vcv * I) \right]$$

Donde

Vu = corte último (kg)

Vcm = cortante por carga muerta (kg)

Vcv = cortante por carga viva (kg)

I = impacto

$$Vu = 1,30 \left[ 17605,60 + \frac{5}{3} (9868,50 * 1,29) \right]$$

$$Vu = 50 469,74 kg$$

Refuerzo para corte

$$Vr = \phi \ 0.53 \left( \sqrt{f'c} \right) bd$$

Donde

Vr = corte resistente (kg)  $\phi$  = 0,75 según ACI 318 S-05 sección 9.3.2.3 b = base (cm)

d = peralte efectivo (cm)

f'c = resistencia del concreto (kg/cm²)

$$Vr = (0,75)(0,53)(\sqrt{280})(40)(93,73)$$

$$Vr = 24 937,61 kg$$

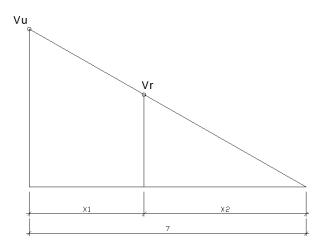
Vr<Vu entonces reforzar a corte.

$$Vs = Vu - Vr$$

$$Vs = 50 469,74 \text{ kg} - 24 937,61 \text{ kg}$$

$$Vs = 25 532,13 \text{ kg}$$

Figura 10. Triángulo de cargas de corte



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Donde

X1 = distancia a reforzar por corte

X2 = distancia donde colocar refuerzo mínimo

$$\frac{7}{50\,469,74} = \frac{X2}{24\,937,61}$$

X2 = 3,45 m

X1 = 3,55 m zona de confinamiento

• Cálculo del espaciamiento en la zona X = 3,55

$$S = \frac{2*Av*F'y*d}{Vs}$$

Donde

S = espaciamiento (cm)

Av = área de la varilla (Núm. 4)

F'y = fluencia del acero (kg/cm²)

d = peralte efectivo (cm)

Vs = corte en la zona de análisis

$$S = \frac{2 * 1,27 * 2810 * 93,73}{25532,13}$$

$$S = 26,20 \text{ cm}$$

Según el ACI 318S-05 sección 21.3.4.2 colocar estribos a una distancia máxima de d/4 en la zona confinada.

d/4 = 93,73/4

d/4 = 23,43

Usar Núm.4 @ 20 cm en el área de confinamiento

Cálculo del espaciamiento máximo

 $d/2 \le 30$  cm

93,73/2 = 46,87.

Usar Núm. 4 @ 30 cm en el resto de la viga

#### 2.2.4.3.3. Diseño de diafragmas

Según AASHTO 8.12.1: expresa que la principal función de las vigas diafragmas, es dar rigidez torsional a la sección transversal del puente, ayuda a distribuir las cargas transversales y mantener la geometría de la sección. Los diafragmas se deben reforzar con el área de acero mínima, ya que no se diseñan para soportar carga proveniente de la losa, se usan al centro y también en los tercios cuando tienen una superestructura mayor de 40 pies (queda a criterio del diseñador), usualmente tienen 30 centímetros de ancho.

Para este diseño se cuenta con tres diafragmas divididos en uno interior ubicado a la mitad de la luz del puente que transmitirán la carga a las vigas, como cargas puntuales en forma proporcional, mientras que se tendrán dos exteriores ubicados en la orilla del puente, que transmiten el peso como carga puntual a los apoyos del puente.

#### Diafragma interior

Al dimensionar la altura del diafragma interior se utiliza ¾ de la altura de las vigas principales, además se usarán los 30 centímetros de ancho que es 2/5 de la altura, el refuerzo que se colocará es el acero mínimo, porque no soportarán cargas de la losa en el diseño.

h = (3/4) \* 1 = 0.75

b = 0.30 m

#### Refuerzo mínimo

As min = 
$$\frac{14.1}{F'y} * b * h$$
  
As min =  $\frac{14.1}{2810} * 30 * 70$   
As min =  $10.53 \text{ cm}^2$   
Usar 2 Núm.7 + 1 Núm. 6 =  $10.61 \text{ cm}^2$  (en ambas camas)

#### Refuerzo adicional

$$As_{adicional} = 5,29 \text{ cm}^2/\text{m} * 0,75 = 3,98 \text{ cm}^2$$
  
Usar 2 Núm. 5 = 3,96 cm<sup>2</sup>

#### Refuerzo transversal

$$S = d/2 \le 30 \text{cm}$$
  
 $S = 70/2 = 35 \text{ cm}$   
Usar estribos Núm. 3 @ 30 cm + eslabón Núm. 3 @ 30 cm

# Diafragma exterior

Dimensionando la altura del diafragma exterior se utiliza ½ de la altura de las vigas principales, además 30 centímetros de ancho y el refuerzo que se colocará es el acero mínimo.

# • Refuerzo mínimo

As min = 
$$\frac{14,1}{F'y} * b * h$$

As min = 
$$\frac{14,1}{2810} * 30 * 45$$

As  $min = 6,77 cm^2$ 

Usar 2 Núm. 7 = 7,76 cm<sup>2</sup> (en ambas camas)

#### Refuerzo adicional

$$As_{adicional} = 5,29 \text{ cm}^2/\text{m} * 0,50 = 2,65 \text{ cm}^2$$
  
Usar 2 Núm. 5 = 3,96 cm<sup>2</sup>

Refuerzo transversal

$$S = d/2 \leq 30 \text{ cm}$$

$$S = 45/2 = 22,5 \text{ cm}$$

Usar estribos Núm. 3 @ 20 cm + eslabón Núm. 3 @ 20 cm

#### 2.2.4.4. Diseño de la subestructura

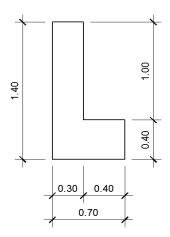
El diseño se realizó considerando las características que se detallan en los siguientes subtítulos.

#### 2.2.4.4.1. Diseño de la cortina

Se asume que la cortina esta empotrada sobre la viga de apoyo, entre las fuerzas que intervienen se encuentran: el empuje de tierra (E), fuerza longitudinal (LF) y fuerza de sismo (S).

$$h = Hviga = 1.00 m$$

Figura 11. Dimensiones de cortina con viga de apoyo



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

## • Empuje (E)

Según la AASHTO 3.20 se incrementa la altura de relleno en 2 pies (0,61m), la estructura no debe diseñarse para menor de un equivalente líquido igual a 480 kg/m³.

E sob = carga aplicada a h/2 de la cortina

Es = carga aplicada a h/3 de la cortina

Sobrecarga =  $(480 \text{ kg/m}^3)(0.61) = 292.80 \text{ kg/m}^2$ 

Esob = sobrecarga \* h

Esob =  $(292,80 \text{ kg/m}^2)(1\text{m}) = 292,80 \text{ kg/m}$ 

E suelo =  $(480 \text{ kg/m}^3 \text{ *h})(h/2)$ 

 $E s = (480 \text{ kg/m}^3 * 1) (1/2) = 240 \text{ kg/m}$ 

E = Esob + Es

$$E = 292.80 + 240$$

$$E = 532,80 \text{ kg/m}$$

# Fuerza de sismo (S)

Se utilizará un coeficiente sísmico del 12 % siguiendo las especificaciones de la AASHTO 3.21, la fuerza se localizará en el centro de la cortina, actuando de forma horizontal.

$$S = 0.12W$$

Donde

S = fuerza de sismo

W = peso de la cortina (para 1 metro de ancho)

$$S = (0.12) (2 400 \text{ kg/m}^3 * 0.30 * 1 * 1)$$

S = 86,40 kg

Brazo al centro de gravedad

Brazo = 
$$h/2 = 1m/2 = 0,50 \text{ m}$$

# • Fuerza de longitud (FL)

Según la AASHTO 3.9 esta fuerza actúa sobre la capa de rodadura, con un centro de gravedad a 1,83 m (6 pies), debe ser el 5 % de la carga viva.

$$FL = 0.05 * \frac{P}{2*h}$$

Donde

$$FL = 0.05 * \frac{11\,000}{2*1}$$

$$FL = 275 \text{ kg/m}$$

Brazo = 
$$1,83 + h$$

Brazo = 
$$1,83 + 1 = 2,83 \text{ m}$$

#### Cálculo de momentos

$$M_{Esob}$$
 = Esob \* centroide de la figura

$$M_{Esob} = 292,80 * 1/2 = 146,40 \text{ kg-m}$$

$$M_{Es}$$
 = Es \* centroide de la figura

$$M_{Es} = 240 * 1/3 = 80 \text{ kg-m}$$

$$M_{Sismo} = S * brazo$$

$$M_{Sismo} = 86,40 * 0,50 = 43,20 \text{ kg-m}$$

$$M_{FL} = FL * brazo$$

$$M_{FL} = 275 * 2,83 = 778,25 \text{ kg-m}$$

# Combinación de cargas para momento

Según AASHTO 3.22.1

Grupo III = 1,3 
$$(M_{Esob}+M_{Es}+M_{FL})$$

Grupo VII = 1,3 
$$(M_{Esob}+M_{Es}+M_{Sismo})$$

Grupo III = 
$$1,3 (146,40 + 80 + 778,25)$$

Grupo VII = 
$$1.3 (146.40 + 80 + 43.20)$$
  
Grupo VII =  $350.48 \text{ kg-m}$ 

$$Mu = 1 306,04 \text{ kg-m}$$

## Refuerzo por flexión

As = 
$$\left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0,003825*f'c}} \right] * \frac{0,85*f'c}{F'y}$$

Donde

As = área de acero (cm²)

Mu = momento último (kg-m)

b = base (cm)

f'c = resistencia del concreto (kg/cm²)

F'y = fluencia del acero (kg/cm²)

d = peralte (cm)

As = 
$$\left[ (100 * 25) - \sqrt{(100 * 25)^2 - \frac{1306,04 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2810}$$

$$As = 2,06cm^2$$

As min = 
$$\frac{14,1}{F'y} * b * d$$

As min = 
$$\frac{14,1}{2810} * 100 * 25$$

As  $min = 12,54 \text{ cm}^2$ 

Como As < As min, se utilizará As min.

Distribuir 8 Núm.5

# Combinación de cargas para corte

Según AASHTO 3.22.1

Grupo III = 1,3 (E + FL)

Grupo VII = 1,3 (E + S)

Donde

E = empuje

FL = fuerza longitudinal

S = fuerza de sismo

Grupo III = 1,3 (532,80 + 375)

Grupo III = 1 180,14 kg

Grupo VII = 1,3 (532,80 + 86,40)

Grupo VII = 804,96 kg

Vu = 1 180,14 kg

# • Refuerzo por flexión

Corte que resiste el concreto:

$$Vr = \phi 0.53 (\sqrt{f'c})bd$$

Donde

Vr = corte resistente (kg)

 $\phi$  = 0,75 según ACI 318S-05 sección 9.3.2.3

b = base (cm)

d = peralte (cm)

f'c = resistencia del concreto (kg/cm²)

$$Vr = 0.75 * 0.53 (\sqrt{280})100 * 25$$

$$Vr = 16628,62 \text{ kg}$$

Vr>Vu, entonces solo necesita refuerzo mínimo.

$$S = d/2 = 25/2 = 12.5$$

Usar estribos Núm.4 y eslabones Núm.3 @ 12 cm

# 2.2.4.4.2. Diseño de la viga de apoyo

Está irá apoyada a todo lo largo del estribo, se colocará acero mínimo.

b min = 2 cm/m \* longitud de puente

b min = 2 \* 14 = 28 cm

Se propone utilizar 0,40 m

B = 40 + ancho de cortina

B = 40 + 30

B = 70 cm

H min  $\geq$  0,40 m

Se propone utilizar 0,40 m = H

Refuerzo mínimo

As min = 
$$\frac{14.1}{F'y} * b * d$$

As min = 
$$\frac{1.1}{2810} * 70 * 35$$

As 
$$min = 12,29 cm^2$$

Usar 8 Núm. 5

Estribos a d/2

$$S = 35/2 = 17.5 \text{ cm}$$

Usar estribos Núm. 4 y eslabones Núm. 3 @ 15 cm

# 2.2.4.4.3. Diseño de estribo de concreto ciclópeo

Los muros de gravedad son elementos de contención, cuyas dimensiones son suficientemente grandes como para equilibrar los empujes, únicamente por el peso, sin que se produzcan tracciones en la fábrica u hormigón o siendo estas despreciables.

#### Predimensionamiento:

H = 4,50 m (considerando la excavación de la muestra de suelo y la altura del puente)

$$B = 0.75 H = 0.75 * 4.50 = 3.375$$

$$B = 3,50$$

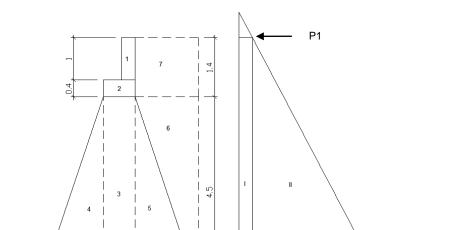


Figura 12. Geometría de estribo

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

1.4

Para el análisis de los estribos se debe verificar como mínimo, estas tres condiciones:

- Estabilidad de la estructura al volteo
- Estabilidad de la estructura al deslizamiento
- Esfuerzos menores o iguales que los esfuerzos admisibles del terreno

Estas condiciones se deben chequear para tres tipos de cargas:

- Carga producida solo por el estribo
- Carga producida por el estribo, superestructura y carga viva
- Carga producida por los efectos del sismo

Tabla XVIII. Bases de diseño estribo

Peso del concreto ciclópeo (Wciclópeo)	2 700 kg/m <sup>3</sup>
Peso del concreto armado (Wconcreto)	2 400 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del suelo	1 140 kg/m³
Capacidad soporte de diseño (valor soporte)	35 550 kg/m <sup>2</sup>
Base	3,50 m
Altura total	5,90 m
Equivalente líquido	480 kg/m³.
Altura de equivalente líquido	0,61 m

Fuente: elaboración propia.

#### Momento de volteo

Son producidas por las fuerzas que tienden a voltear el muro. la presión que se produce a un profundidad de 0,61 m (equivalente líquido).

$$P1 = 480 \text{ kg/m}^3 * 0,61 \text{ m} = 292,80 \text{ kg/m}^2$$

La presión que se produce a una profundidad de 5,90 m (hasta la base de estribo).

$$P2 = 480 \text{ kg/m}^3 * 5,90 \text{ m} = 2 832 \text{ kg/m}^2$$

#### Momento de sección I

Altura = 
$$4,50 \text{ m} + 1,40 \text{ m} = 5,90 \text{ m}$$

Presión = P1 = 292,80 kg/m
$$^{2}$$

Empuje = presión \* altura  
Empuje = 
$$(292,80 \text{ kg/m}^2)$$
 \*  $(5,90 \text{ m})$  = 1 727,52 kg/m  
Brazo =  $5.90\text{m}^*1/2 = 2.95\text{m}$ 

- Momento I = empuje \* brazo
   Momento I = 1 727,52 \* 2,95 = 5 096,18 kg-m
- Momento de sección II

Altura = 5,90 m/2 = 2,95 m  
Presión = P2 = 2 832 kg/m²  
Empuje = presión \* altura  
Empuje = 
$$(2 832 \text{ kg/m}^2)$$
 \*  $(2,95 \text{ m})$  = 8 354,40 kg/m  
Brazo = 5,90 m\*1/3 = 1,97 m

Momento de volteo = 
$$5 096,18 \text{ kg-m} + 1 458,17 \text{ kg-m}$$
  
MV =  $21 554,35 \text{ kg-m}$ 

#### Momento estabilizante

Tabla XIX. Momento estabilizante

# Respecto al punto A

Soción	án h (m)	h(m)	Área	Peso Vol.	Peso WE	Brazo	Momento ME
Sección b (r	b (m)		(m²)	(kg/m³)	(kg)	(m)	(kg-m)
1	0,30	1,00	0,30	2 400,00	720,.00	1,95	1 404,00
2	0,70	0,40	0,28	2 400,00	672,00	1,75	1 176,00
3	0,70	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	1,75	14 883,75
4	1,40	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	0,93	7 938,00
5	1,40	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	2,57	21 829,50
6	1,40	4,50	3,15	1 140,00	3 591,00	3,03	10 892,70
7	1,40	1,40	1,96	1 140,00	2 234,40	2,80	6 256,32
					32		
				$\sum WE_1 =$	732,40	$\sum ME_1 =$	64 380,27

Fuente: elaboración propia.

Peso WE = área \* peso volumétrico \* 1m Momento ME = WE \* brazo

- Análisis por carga producida solo por el estribo
- Volteo

$$\frac{\sum ME}{\sum MV} > 1,50$$

Donde

ME = momento estabilizante (fuerzas que tienden a resistir el volteo)

MV = momento de volteo (fuerzas que tienden a voltear el muro)

$$V = \frac{64380,27}{21554,35} = 2,99 > 1,50$$
 chequea

Deslizamiento

$$0.50 \left( \frac{\sum WE}{\sum E} \right) > 1.50$$

Donde

WE = peso de cada sección

E = empuje total (fuerza resistente)

$$D = 0.50 \left( \frac{32732,40}{10.081.92} \right) = 1.62 > 1.50$$
 chequea

Presiones

$$a = \frac{\sum ME - \sum MV}{\sum WE}$$

Donde

ME = momento estabilizante (fuerzas que tienden a resistir el volteo)

MV = momento de volteo (fuerzas que tienden a voltear el muro)

WE = peso de cada sección

Vs = valor soporte del suelo

e = excentricidad

b = base de estribo

$$a = \frac{64380,27-21554,35}{32732,40} = 1,31m$$

3a > base de muro

no se tienen presiones negativas

$$e = \frac{b}{2} - a$$

$$e = \frac{3,50}{2} - 1,31 = 0,44 \text{ m}$$

$$P = \frac{\sum WE}{h} \left(1 \pm \frac{6e}{h}\right) < Vs$$

$$P_{max} = \frac{32732,40}{3,50} \left(1 + \frac{6*0,44}{3,50}\right) = 16406,28 \text{ kg/m}^2 < 35550 \text{ kg/m}^2$$
 chequea

$$P_{\min} = \frac{32732,40}{3,50} \left(1 - \frac{6*0,44}{3,50}\right) = 2297,95 \text{ kg/m}^2 > 0$$
 no hay presión negativa

Análisis por carga producida por el estribo, superestructura y carga viva

Es la reacción que se produce cuando el eje trasero de la sobrecarga, se encuentra en uno de los apoyos, la carga muerta se convierte en carga viva, distribuida en toda la mitad de la longitud del puente.

Donde

Ancho de puente = 5,00 m

Longitud de puente = 14,00 m

Dimensiones de viga = 0,40 m \* 1,00m

Dimensiones de diafragma interno = 0,30 m \* 0,75m

Dimensiones de diafragma externo = 0,30 m \* 0,50 m

Peralte de losa = 0,20 m

Nota: para este análisis se le quita los 20 cm de la losa a la viga y a diafragmas.

$$\begin{aligned} \text{Peso}_{\text{losa}} &= (2\ 400\ \text{kg/m}^3)\ (5\text{m})\ (0,20\text{m})\ (14\ \text{m/2}) = 16\ 800,00\ \text{kg} \\ \text{Peso}_{\text{viga}} &= (2\ 400\ \text{kg/m}^3)\ (0,40\text{m})\ (0,80\text{m})\ (14\text{m/2})\ (2) = 10\ 752,00\ \text{kg} \\ \text{Peso}_{\text{diafint}} &= (2\ 400\ \text{kg/m}^3)\ (0,30\ \text{m})\ (0,55\ \text{m})\ (1,90\ \text{m}) = 752,40\ \text{kg} \\ \text{Peso}_{\text{diafext}} &= (2\ 400\ \text{kg/m}^3)\ (0,30\ \text{m})\ (0,30\text{m})\ (1,90\ \text{m}) = 410,40\ \text{kg} \\ \text{Peso}_{\text{cortina}} &= (2\ 400\ \text{kg/m}^3)\ (1\text{m})\ (0,30\ \text{m})\ (5\ \text{m}) = 3\ 600,00\ \text{kg} \\ \text{Peso}_{\text{vigaapoyo}} &= (2\ 400\ \text{kg/m}^3)\ (0,70\ \text{m})\ (0,40\ \text{m})\ (5\ \text{m}) = 3\ 360,00\ \text{kg} \\ \text{Peso}_{\text{total}} &= 35\ 674,80\ \text{kg} \end{aligned}$$

Wcm distribuida = 35 674,80 kg/5,00 m

Wcm = 7 134,96 kg/m

Wtotal = Wcm + corte máximo por carga viva

Wtotal = 7 134,96 + 9 868,50 kg

Wtotal = 17 003,46 kg

#### Momento estabilizante

 $ME_2$  = Wtotal \* b/2  $ME_2$  = 17 003,46 kg \* 3,50 m/2  $ME_2$  = 29 756,05 kg-m

ME total =  $ME_1 + ME_2$ ME total = 64 380,27 kg-m + 29 756,05 kg-m ME total = 94 136,32 kg-m

WE total = Wtotal +  $\sum$  WE<sub>1</sub> WE total = 17 003,46kg + 32 732,40 kg WE total = 49 735,86 kg Volteo

$$\frac{\sum MEtotal}{\sum MV} > 1,50$$

$$V = \frac{94\ 136,32}{21\ 554,35} = 4,36 > 1,50$$
 Chequea

Deslizamiento

$$0.50 \left( \frac{\sum WEtotal}{\sum E} \right) > 1.50$$

D = 
$$0.50 \left( \frac{49735,86}{10081,92} \right) = 2.47 > 1.50 \text{ chequea}$$

Presiones

$$a = \frac{\sum MEtotal - \sum MV}{\sum WEtotal}$$

$$a = \frac{94\,136,32-21\,554,35}{49\,735,86} = 1,46$$
m

3a > base de muro

no se tienen presiones negativas

$$e = \frac{b}{2} - a$$

$$e = \frac{3,50}{2} - 1,46 = 0,29 \text{ m}$$

$$P = \frac{\sum WEtotal}{b} \left(1 \pm \frac{6e}{b}\right) < Vs$$

$$P_{max} = \frac{49735,86}{3,50} \left( 1 + \frac{6*0,29}{3,50} \right) = 21\ 274,77\ kg/m^2 < 35\ 550\ kg/m^2$$
 chequea

$$P_{min} = \frac{49735,86}{3,50} \left(1 - \frac{6*0,29}{3,50}\right) = 7 145,72 \text{ kg/m}^2 > 0$$
 no hay presión negativa

Análisis por carga producida por los efectos del sismo

Momento estabilizante

Tabla XX. Momento estabilizante para efectos del sismo

Sección b (m)	h(m)	Área	Peso Vol.	Peso WE	Brazo	Momento ME	
		(m²)	(kg/m³)	(kg)	(m)	(kg-m)	
1	0,30	1,00	0,30	2 400,00	720,00	5,40	3 888,00
2	0,70	0,40	0,28	2 400,00	672,00	4,70	3 158,40
3	0,70	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	2,25	19 136,25
4	1,40	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	1,50	12 757,50
5	1,40	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	1,50	12 757,50
6	1,40	4,50	3,15	1 140,00	3 591,00	3,00	10 773,00
7	1,40	1,40	1,96	1 140,00	2 234,40	5,20	11 618,88
	•			∑ ME =	32 732,40	$\sum ME_3 =$	74 089,53

Fuente: elaboración propia.

 $MEQ = (0.08) \sum ME_3$ 

MEQ = (0.08) (74 089.53 kg-m)

MEQ = 5927,16 kg-m

$$h' = H - hcortina = 5,90 m - 1,00 m = 4,90 m$$
 $MV_2 = (1,08 * MV) + (0,08 * Wcm * h') + MEQ$ 
 $MV_2 = (1,08 * 21,554,35) + (0,08 * 7 134,96 * 4,90) + 5,927,16$ 
 $MV_2 = 32 002,76 kg-m$ 

$$W_2 = \sum WE + Wcm$$
  
 $W_2 = 32 732,40 \text{ kg} + 7 134,96 \text{ kg}$   
 $W_2 = 39 867,36 \text{ kg}$ 

$$ME_4 = \sum ME_3 + \left(Wcm * \frac{b}{2}\right)$$

$$ME_4 = 74\ 089,53 + 7\ 134,96 * \frac{3,50}{2}$$

$$ME_4 = 86\ 575,71\ kg-m$$

Fuerza horizontal

FH = 
$$(1,08 * \Sigma E) + (0,08 * W_2)$$
  
FH =  $(1,08 * 10 081,92) + (0,08 * 39 867,36)$   
FH = 13 989,38 kg

Volteo

$$\frac{ME_4}{MV_2} > 1,50$$

$$V = \frac{86575,71}{32002,76} = 2,71 > 1,50$$
 chequea

Deslizamiento

$$0.50 \left(\frac{W_2}{FH}\right) > 1.50$$

D = 
$$0.50 \left( \frac{39867,36}{13989,38} \right) = 1,51 > 1,50$$
 Chequea

Presiones

$$a = \frac{ME_4 - MV_2}{W_2}$$

$$a = \frac{86575,71 - 32002,76}{39867,36} = 1,37m$$

3a > base de muro

3 \* 1,37 = 4,11 > 3,50

no se tienen presiones negativas

$$e = \frac{b}{2} - a$$
 $e = \frac{3,50}{2} - 1,37 = 0,38 \text{ m}$ 

$$P = \frac{W_2}{h} \left( 1 \pm \frac{6e}{h} \right) < Vs$$

$$P_{max} = \frac{39867,36}{3,50} \left(1 + \frac{6*0,38}{3,50}\right) = 18810,88 \text{ kg/m}^2 < 35550 \text{ kg/m}^2$$
 chequea

$$P_{min} = \frac{39\,867,36}{3,50} \Big( 1 - \frac{6*0,38}{3,50} \Big) = 3\,970,46 \text{ kg/m}^2 > 0 \text{ no hay presión negativa}$$

Con los resultados se determina que las dimensiones del estribo, son correctas.

## 2.2.4.5. Diseño de apoyos elastoméricos

Una de las funciones del apoyo elastomérico (neopreno) es amortiguar o disipar los esfuerzos de impacto, además sirve para que el puente quede apoyado. La propiedad más importante del elastómero es el módulo de cortante, el cual puede definirse como la fuerza por pulgada cuadrada del área de contacto, necesaria para deformar una cantidad igual al espesor.

$$Ap = \frac{2P}{\emptyset f'c}$$

Donde

 $Ap = \text{área de contacto (cm}^2)$ 

P = carga (kg) (cortante en vigas)

 $\emptyset$  = 0,70 para compresión

f'c = resistencia del concreto (kg/cm²)

$$Ap = \frac{2 * 50 469,74}{0,70 * 280}$$

$$Ap = 515,00 \text{ cm}^2$$

$$B = \sqrt{515} = 22,69 \text{ cm}$$

Usar un área de contacto de 28 x 28 cm. Se utilizará una dureza *Shore* A 60 (espesor de 1,30 cm).

Según AASHTO en el capítulo 14 se debe realizar los siguientes chequeos:

#### Donde

a,b = dimensiones del apoyo (cm)

 $\sigma_f$  = esfuerzo admisible del acero (kg/cm<sup>2</sup>)

t = espesor de lámina (1,3 cm)

T = espesor total del elastómero (3,3 cm)

L = longitud del puente (cm)

Deformación total por esfuerzo:

$$\Delta et = \frac{\sigma_f}{E} * L$$

$$\Delta et = \frac{1700}{2 \times 10^6} * 1400 = 1,19 \text{ cm}$$

Deformación por contracción de fraguado y contracción diferida

$$\Delta c = 0.000165 * L$$

$$\Delta c = 0.000165 * 1400 = 0.231 \text{ cm}$$

Deformación por temperatura

$$\Delta t = 0.00011 * L$$

$$\Delta t = 0.00011 * 1400 = 0.154 \text{ cm}$$

Máximo desplazamiento horizontal por dilatación

$$\Delta L = (\Delta et + \Delta t) - \Delta c$$

$$\Delta L = (1.19 + 0.154) - 0.231 = 1.113$$
 cm

Para obtener el espesor en apoyos móviles y para tramos libremente apoyados, debe cumplirse la relación:

$$\frac{\Delta L}{3,30} \le 0,50$$

$$\frac{1,113}{3.30} \le 0,50$$

 $0,337 \le 0,50$  Si cumple con el espesor propuesto.

#### Esfuerzo máximo actuante

AASHTO recomienda  $\sigma r < 100 \text{ kg/cm}^2$  para evitar presiones excesivas en el contacto en el concreto.

$$\sigma_r = \frac{V}{a*b}$$

$$\sigma_{\rm r} = \frac{50\,469,74}{28*28} = 64,37 \text{ kg/cm}^2$$
 si chequea

Esfuerzo máximo permisible

$$\sigma_{p} = \frac{8 * a * b}{t(a+b)}$$

$$\sigma_{\rm p} = \frac{8 * 28 * 28}{1,30 (28 + 28)} = 86,15 \text{ kg/cm}^2$$

Como el permisible es mayor al actuante, entonces chequea

#### Fuerza horizontal

$$H = \frac{\Delta L * a * b * G}{T}$$

$$H = \frac{1,113 * 28 * 28 * 0,01}{3,30} = 2,64 \text{ kg}$$

$$t_{H} = \frac{H}{a * b}$$

$$t_{\rm H} = \frac{2.64}{28 * 28} = 0.00337 \text{ kg/cm}^2$$

Cumplir con la condición  $t_{\rm H} < 5G$  0,00337 < 0,05

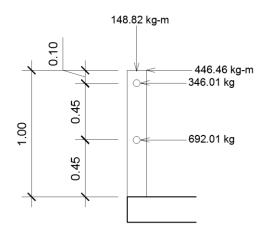
Se usarán dos placas de elastómero dureza *Shore* A 60 con un área de contacto de 11 x 11 plg y espesor de 1/2 plg cada una + dos placas de acero de 2 mm + una placa de acero de 3 mm., el espesor total del apoyo es de 3,30 cm.

#### 2.2.4.6. Diseño de barandal

La Norma AASHTO recomienda aplicar una carga vertical de 100 libras sobre pie y una carga horizontal de 300 libras sobre pie (carga peatonal) para el diseño, la función primordial es la protección de los peatones, los que serán

postes de concreto reforzado, la altura mínima recomendada para los postes de los pasamanos es de 42 pulgadas (1,07 m).

Figura 13. **Esquema de barandal** 



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Se calcula el momento debido a las cargas con respecto a la base.

$$\sum M = 0 + \longleftarrow$$

$$\sum M = (446,46 * 1) + (346,01 * 0,90) + (692,01 * 0,45) - (148,82 * 0,10)$$

$$\sum M = 1 054,39 \text{ kg-m}$$

### Refuerzo

As = 
$$\left[ (b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{Mu*b}{0.003825*f'c}} \right] * \frac{0.85*f'c}{F'y}$$

Donde

As = área de acero  $(cm^2)$ 

Mu = momento último (kg-m)

b = base de 15 cm

f'c = resistencia del concreto (kg/cm²)

F'y = fluencia del acero (kg/cm²)

d = peralte de 12,5 cm

As = 
$$\left[ (15 * 12,5) - \sqrt{(15 * 12,5)^2 - \frac{1054,39 * 15}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$As = 4.01 \text{ cm}^2$$

Usar 4 Núm.4 + estribos Núm. 2 @ 15 cm.

### 2.2.5. Elaboración de planos

Se elaboró un juego de planos constructivos, donde se contemplan planta, secciones, detalles constructivos y las especificaciones correspondientes, en programa AutoCAD y Civil Land, se dibujaron en hojas formato A1 y se redujeron a formatos doble carta para la inclusión en el apéndice del presente trabajo de graduación.

### 2.2.6. Elaboración de presupuesto

El presupuesto está conformado por el costo unitario de cada renglón, integrado por el costo directo e indirecto, los precios de materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal.

Para los salarios de mano de obra calificada y no calificada, se utilizó los que la Municipalidad tiene para casos similares.

- Costo directo: integrado por los precios de los materiales y de la mano de obra calificada y no calificada.
- Costo indirecto: conformado por un porcentaje del costo directo, que incluye gastos administrativos, dirección técnica, imprevistos y utilidad. El porcentaje que se utilizó para este proyecto es del 35 % del costo directo.

Ver presupuesto detallado en el anexo del presente trabajo de graduación.

Tabla XXI. Resumen de costos unitarios del puente vehicular

PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR

LONGITUD: 14 ML

ANCHO: 5 ML

ÁREA: 70 M2

UBICACIÓN: LAS LLANURAS

MUNICIPIO: TECPÁN GUATEMALA

DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO

FECHA: SEPTIEMBRE, 2014

	RESUMEN DE	COST	os un	ITARIOS	
No.	Rengion	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	70.00	m²	109.33	Q7,653.15
2	ESTRIBOS (MURO CICLÓPEO)	180.00	m³	1040.91	Q187,363.95
3	VIGA DE APOYO Y CORTINA	10.00	ml	3612.27	Q36,122.72
4	VIGAS PRINCIPALES	28.00	ml	2727.69	Q76,375.35
5	DIAFRAGMA EXTERIOR	5.40	ml	999.31	Q5,396.25
6	DIAFRAGMA INTERIOR	2.70	ml	1127.41	Q3,044.00
7	LOSA + BANQUETA	70.00	m²	1179.65	Q82,575.28
8	BARANDA + PASAMANOS	18.00	unidad	452.18	Q8,139.20
9	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN Y ANCLAJE	1.00	GLOBAL	21811.75	Q21,811.75
	COSTO TOTAL D	EL PROY	ЕСТО		Q428.481.64

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Resumen general del puente vehicular

RESUMEN GENERAL	
Materiales	Q187,787.33
Mano de obra	Q129,606.48
COSTO DIRECTO	Q317,393.81
COSTO INDIRECTO	Q111,087.83
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q428,481.64

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.7. Cronograma físico y financiero

El respectivo se detalla en la siguiente tabla.

Tabla XXIII. Cronograma del puente vehicular

OYECTO:								(												
SEÑO DE PUENTE VEHICULAR LAS ómetro 86, ruta interamericana Ter S-Municipalidad de Tecpán Guater	Cpán Guatemala	S emala																		
CR	ONOGE	AMAF	ísico y	FINAN	CIERO															
		×	123			ME	3.2			MES	33			MES	4			MES	2	
	S 1	82	83	84	81	\$2	83	S 4	81	\$2	83	S 4	81	\$2	83	S 4	S 1	82	83	_
TRABAJOS PRELIMINARES	03,826.58	03,826.58																		
ESTRIBOS (MURO CICLÓPEO)			037,472.79	Q37,472.79	037,472.79	037,472.79	Q37,472.79													
3 VIGA DE APOYO Y CORTINA							0	12,040.91	012,040.91	212,040.91										
VIGAS PRINCIPALES											219,093.84	219,093.84	219,093.84 G	19,093.84						
DIAFRAGMA EXTERIOR													O2,698.13 G	12,698.13						
6 DIAFRAGMA INTERIOR													3	33,044.00						
LOSA + BANQUETA													ď	16,515,06 Q	16,515.06 Q1	6,515.06 Q	16,515.06 C	16,515.06		
8 BARANDA + PASAMANOS																		24,069.60	04,069.60	
9 JUNTA DE CONSTRUCCIÓN Y ANCLAJE																		O	10,905.87	Ö
INVERSION MENSUAL		Q82,	598.73			Q124,4	59.28			Q62,26	39.49			Q96,173	3.09			Q62,98	1.06	
7 - 2 E 4 9 6 7 8 6	RROYECTO:  SIASHO DE PUENTE VEHCULAR LAS SIASHO DE PUENTE VEHCULAR COURT LAS SIASHO DE LAS SIA	NOVECTO:  SEND DE PUNTE VEHCULAR  SHAnnicipalidad de Tecpan O  Concepto  Concepto  TRUBALOS PREL MINARES  ESTREGOS (MURO CICLOFES)  VIGA DE APOYO V CORTINA  VIGAS PRINCIPALES  DATRACIAN ENTEROR  DATRACIAN ANTEROR  BRANDA PASSARANOS  JUNTA DE CONSTRUCCIÓN Y NOC.  INVERSION MENSUAL.	PROYECTO:  Solid Control of Contr	URAS Gueremals DGRAMA FÍ ME 182 00,800,800 00,800,800	Outermals OGRAMA FI  ME  SS COLORES  OGRES	Outermals OGRAMA FI  ME  SS COLORES  OGRES	Outermals OGRAMA FI  ME  SS COLORES  OGRES	Constitution   Cons	Constitution   Cons	Constitution   Cons	Company   Comp	Company   Comp	Company   Comp	URAS	URAS	URAS	URAS	Contampolar   Contampolar	URAS	Constraina   Con

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.8. Evaluación de Impacto Ambiental

En los proyectos de infraestructura como el del puente vehicular, se tienen impactos ambientales desfavorables para el área de influencia inmediata, como lo son las áreas adyacentes y próximas al proyecto.

Durante la construcción los posibles impactos podrían ser la liberación de sedimentos contaminados al agua por derrame de líquidos o desechos sólidos y alteraciones de los procesos del medio ambiente, mientras que durante la etapa de operación los potenciales impactos podrían incluir los desechos y vertidos producidos por las actividades de mantenimiento y del tránsito vehicular.

### Descripción del ambiente físico

Estos constituyen los elementos del entorno del medio ambiente, que es todo aquello que rodea al proyecto del puente vehicular, está constituido desde la excavación que afectará el borde del rio, subestructura, superestructura y funcionamiento, todo el entorno del proyecto, el ambiente físico se debe cuidar para mantener limpio el lugar del proyecto.

### • Identificación de riesgos

Al identificar las actividades que producirán un cambio ambiental durante la construcción del proyecto, se determinaron las siguientes:

- Trazo
- Limpieza general
- Construcción de bodega
- Excavación de zanjas para la cimentación

- Acarreo de materiales de construcción
- Acarreo de material de desecho
- Construcción de la subestructura
- Construcción de la superestructura
- Acarreo de material de relleno
- Conformación y nivelación de aproches
- Limpieza de material sobrante
- Señalización

### Impactos negativos

En la construcción del proyecto del puente vehicular, solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación el cual a la vez, provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento y la evaporación.

### Vulnerabilidad

En la construcción del puente vehicular depende de las características estructurales, recursos con los que se cuenta para el manejo de los sistemas en caso de desastre, capacitación del personal y métodos operativos, el objeto de tal estimación, a partir de la evaluación de los posibles efectos de la amenaza, es el de contar con la identificación de ciertas medidas de mitigación que puedan adoptarse.

### Medidas de mitigación

Consideradas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar, para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos, son las siguientes:

- Educar e informar al personal al inicio de la construcción de la obra, sobre las normas elementales para proteger el medio ambiente, para evitar daños al mismo.
- Remover el mínimo de vegetación para la construcción de los estribos del puente, es conveniente darle vegetación a los taludes que presenten signos de erosión dentro del margen del cauce del río.
- Evitar alteraciones significativas a la calidad del agua, independientemente del método constructivo del puente, evitando modificar la dirección normal del flujo de agua, ya que puede provocar socavación por el arrastre de sedimentos.
- Evitar transitar y lavar maquinaria sobre el lecho para verificar que por lo menos, se mantengan las condiciones esenciales para el uso y la vida dentro de esta aqua.
- Tomar las medidas de precaución necesarias en el transporte de concreto, desde el sitio de elaboración, hasta la zona de trabajo para evitar vertimientos accidentales sobre el cauce del río, vegetación o sobre el suelo.
- Restaurar el espacio público afectado con especies establecidas de rápido crecimiento en el lugar al finalizar la obra, retirando todos los materiales y residuos de las actividades constructivas.

### Manejo y disposición final de desechos

Durante la etapa de construcción se generarán desechos sólidos originados en las tareas de preparación de concreto y en la limpieza del área. Así como, basura de tipo domiciliar generada por los trabajadores en la preparación de los alimentos. La acumulación descontrolada de esta clase de desecho podrá causar foco de contaminación, trayendo consigo plagas; tales como cucarachas, moscas y roedores, para evitar esto la basura y desechos serán transportados al basurero municipal de la localidad.

### **CONCLUSIONES**

- 1. En el diseño de sistema de agua potable y puente vehicular, se deben considerar criterios de funcionalidad, seguridad y economía, para garantizar a la población que hará uso de estos beneficios.
- 2. La construcción del proyecto de agua potable en el sector El Molino, beneficiará a 614 habitantes actuales y aproximadamente a 1 264 habitantes al final del período de diseño, que es de 20 años. Además ayudará a reducir el riesgo de contraer enfermedades por falta de higiene.
- 3. El cobro de una tarifa mensual de Q 30,00 ayudará a que el proyecto sea autosostenible, sin embargo, hay que hacer evaluación cada año, debido a la inflación para un aumento a la tarifa y así pueda alcanzar el período de diseño.
- 4. El costo total del proyecto de agua potable es de setecientos cinco mil seiscientos setenta y nueve con treinta y cinco centavos (Q 705 679,35), siendo el costo por metro lineal de doscientos diez con sesenta y dos centavos (Q 210,62).
- 5. La construcción del puente vehicular en Las Llanuras, contribuirá a mejorar la vía de comunicación entre la cabecera municipal y las aldeas del sureste de Tecpán y por consiguiente al desarrollo económico y social de este municipio.

- 6. El costo total del proyecto del puente vehicular es de cuatrocientos veintiocho mil cuatrocientos ochenta y uno con sesenta y cuatro centavos (Q 428 481,64), siendo el costo por metro lineal de treinta mil seiscientos cinco con ochenta y tres centavos (Q 30 605,83).
- 7. La planificación de estos dos proyectos a través del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cumple con la labor de proyección social, al realizar estos diseños sin ningún costo a las entidades municipales.

### **RECOMENDACIONES**

- Garantizar la supervisión técnica profesional, cuando se ejecuten los proyectos y así cumplir con las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos o así a la entidad ejecutora del proyecto.
- Tener un control de calidad de los materiales que serán utilizados para la construcción de los proyectos, para cumplir las especificaciones de diseño.
- 3. En necesario garantizar la cloración del sistema de agua potable y darle el mantenimiento requerido para evitar mal funcionamiento.
- 4. Hacer conciencia a la población beneficiada con respecto al uso racional y adecuado del servicio de agua potable, para garantizar la dotación adecuada a todas las conexiones prediales.
- 5. Realizar aforos cada año para saber si el caudal aumenta o disminuye y con base en eso tomar las medidas precautorias.
- 6. Supervisar cada seis meses las condiciones de la estructura del puente vehicular y la buena funcionalidad del comité, que estará a cargo del mantenimiento del sistema de agua potable.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- AGUILAR RUIZ, Pedro. Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria
   1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 67 p.
- American Association of Highways and Transportation Officials.
   Especificaciones estándar AASHTO para el diseño de puentes.
   16a ed. Estados Unidos:AASHTO, 1996. 16 p.
- 3. American Concrete Institute. Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08) y comentario (versión en español y en sistema métrico). Estados Unidos: ACI, 2008. 326 p.
- 4. CHARCHALAC, William Alejandro Elías. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío Xibalbay y puente vehicular para barrio el Carmen, municipio de Sololá, Sololá. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 120 p.
- 5. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* 4a ed. México: Limusa, 1999. 193 p.
- 6. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. Alonzo, José de la Cera (traductor). 4a ed. México: International Thomson editores, 2001. ISBN: 970-686-035-5. 334 p.

- 7. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Ministerio De Desarrollo Económico. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Colombia, 2000. 131 p.
- 8. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones.

  Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y puentes. Guatemala, 2000. 552 p.
- 9. ESCOBAR GARCÍA, José Octavio. Diseño del puente vehicular del caserío las Brisas y diseño del edificio del cuerpo de bomberos voluntario, municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 116 p.
- Instituto de Fomento Municipal. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala: INFOM, 1997. 21 p.
- 11. RAMOS GARCÍA, Héctor Kelinton. Manual práctico para el predimensionamiento de puentes en acero y concreto, para una luz menor a 15 metros. Trabajo de graduación de Ing. Civil Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 105 p.

## **APÉNDICES**

١	-	-		I													
Ē	LINEA DE CAPTACION	APTACIC	z						SCOOL STATE OF STATE	0.0000000000000000000000000000000000000	CHOSCH CHARGOS	0.0000000000000000000000000000000000000	STORY CONTRACTOR	STREET, STREET			200000000000000000000000000000000000000
8		COTAS	生	O	HF C LONGITUD Q d max TEORICO DIAMETRO DIAMETRO PHEZOMETRICA PRESION NO	Qdmax	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO	H A	PIEZOM	ETRICA	PRESION No.	No.	Tipo de Tuberia	DESCRIPCION	AFORO
	INICIAL	FINAL			Ē.	(S/I)	<u>R</u>	comercial	OLIA	4	INICIAL	FINAL	DINAMICA	5000	PVC		(8/1)
E-1.1 E-0.1	108.33	102.5 5.83 150	5.83	150	268.35	080	1.39	11/2	1.754 1.89 108.33 106.44	1.89	108.33	106.44	3.94	45	160 psi	160 psi NACIMIENTO 1 A CAJA	199'0
E-0.3 E-0.1	106.49	102.5 3.99 150	3.99	150	22.88	0.19	0.52	3/4	0.926	0.25	106.49	106.24	3.74	4	250 psi	NACIMIENTO 2 A CAJA	0.157
E-0.2 E-0.1	107.24	102.5 4.74 150	4.74	150	25.21	0.19	0.52	3/4	0.926	0.27	107.24	106.97	4.47	4	250 psi	NACIMIENTO 3 A CAJA	0.157
E-0	E-0.1 E-0 102.5 102 0.5 150	102	9.0	150	21.98	1.18	1.60	2	2.193	0.11	0.11 102.5 102.39	102.39	0.39	4	160 psi	CAJA A TANQUE	

# Distribución de caudales para el diseño hidraulico de la red de distribución

actuales	•	Población futura	crecimiento Población futura
12		1264	3.50% 1264

					Candal	Caudal	Candal de	
EST	0	Tramo	Viviendas actuales	Viviendas futuras	Requerido (I/s)	instantáneo (l/s)	diseño (l/s)	Longitud de tramo (m)
E-10	E-15	Ramal 1	125	257	1.90	2.4	2.4	360.91
E-15	E-16	Ramal 2	19	39	0.29	0.93	0.93	111.46
E-16	E-20	Ramal 2	14	29	0.21	0.79	0.79	297.57
E-20	E-20.1	Ramal 2	4	&	90.0	0.40	0.40	37.05
E-15	E-25	Ramal 3	106	218	1.61	2.21	2.21	367.45
E-25	E-27	Ramal 3	93	192	1.42	2.07	2.07	244.29
E-27	E-29	Ramal 3	80	165	1.22	1.92	1.92	219.47
E-29	E-31	Ramal 3	70	144	1.07	1.79	1.79	291.63
E-31	E-32	Ramal 3	53	109	0.81	1.56	1.56	202.96
E-32	E-33	Ramal 3	39	80	0.59	1.34	1.34	209.99
E-33	E-35	Ramal 4	10	21	0.15	99.0	99.0	167.65
E-33	E-36	Ramal 5	16	33	0.24	0.85	0.85	154.30
E-36	E-37	Ramal 5	2	10	90.0	0.46	0.46	80.30
E-37	E-37.1	Ramal 5	2	4	0.03	0.26	0.26	35.53
		Chequeos*	125	257	1.90	1	Total	2780.56

<sup>\*</sup> Los chequeos solo consideran el Ramal 2 (E-15 a E-16) y 3 (E-15 a E-25), porque son los que abastecen a los demas.

# Importante:

En el Ramal 1 no habran conexiones prediales debido a las condiciones topográficas del terreno y porque actualmente en este tramo no existe ninguna vivienda fisicamente.

L				Diseño	hidráulic	o del	sistema	de ab	stecimie	nto de a	gua potal	ole para	Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino, Tecpán Guatemala	I Molino,	Tecpár	Guater	nala			
		RED DI	RED DE DISTRIB	RIBUCION																
EST	Od .	Cotat	Cota terreno	JH.	Longitud	O	Tipo de tuberia	Total	Caudal de diseño	Diámetro	Diámetro	Diámetro	HF con	Velocidad	Cota Piezométrica	ométrica	Presión Dinámica	inámica	Presión estática	stática
		INICIAL	FINAL	disponible	Œ)		PVC	sogn	(1/s)	(IN)	(IN)	(IN)	diseño	(s/m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
			RAMAL 1																	
E-10	E-12	121.42	121.05	0.37	144.41	150	160 psi	25	2.40	3.28	3	3.23	0.397	0.45	122.42	122.02	-	76.0	-	1.37
E-12	E-14	121.05	120.67	0.38	147.11	150	160 psi	56	2.40	3.27	3	3.23	0.405	0.45	122.02	121.62	0.97	0.95	1.37	0.38
E-14	F-15	120.67	114.77	5.9	69.39	150	160 psi	12	2.40	1.60	2 1/2	2.655	0.496	0.67	121.62	121.12	0.95	6.35	0.38	5.9
			RAMAL 2																	
E-15	E-15 E-16	114.77	112.62	2.15	111.46	150	160 psi	20	0.93	1.51	1 1/2	1.754	1.030	0.59	121.12	120.09	6.35	7.47	5.9	2.15
E-16	E-16 E-18	112.62	110.77	1.85	134.20	150	160 psi	23	0.79	1.52	1 1/2	1.754	0.927	0.51	120.09	119.17	7.47	8.40	2.15	1.85
E-18	E-18 E-19	110.77	105.43	5.34	93.58	150	160 psi	16	0.79	1.14	1 1/4	1.532	1.249	0.67	119.17	117.92	8.40	12.49	1.85	5.34
E-19	E-20	105.43	102.3	3.13	69.79	150	160 psi	12	0.79	1.19	1 1/4	1.532	0.932	0.67	117.92	116.98	12.49	14.68	5.34	3.13
E-20	E-20 E-20.1	102.3	102.37	-0.07	37.05	150	160 psi	9	0.40	1.77	1 1/4	1.532	0.142	0.34	116.98	116.84	14.68	14.47	3.13	0.07
	100000000000000000000000000000000000000		RAMAL 3																	
E-15	E-15 E-23	114.77	89.01	25.76	185.03	150	160 psi	32	2.21	1.40	1 1/2	1.754	8.553	1.42	121.12	112.57	6.35	23.56	5.9	25.76
E-23	8 E-25		75.21	13.8	182.42	150	160 psi	32	2.21	1.59	1 1/2	1.754	8.432	1.42	112.57	104.14	23.56	28.93	25.76	13.8
E-25	5 E-27	75.21	65.86	9.35	244.29	150	160 psi	43	2.07	1.78	1 1/2	1.754	9.999	1.33	104.14	94.14	28.93	28.28	13.8	9.35
E-27	F-29	65.86	60.00	5.86	219.47	150	160 psi	38	1.92	1.86	1 1/2	1.754	7.809	1.23	94.14	86.33	28.28	26.33	9.35	5.86
E-29	E-29 E-31	90.00	50.72	9.28	291.63	150	160 psi	51	1.79	1.75	1 1/2	1.754	9.163	1.15	86.33	71.17	26.33	26.45	5.86	9.28
E-31	E-31 E-32	50.72	47.10	3.62	202.96	150	160 psi	36	1.56	1.87	1 1/2	1.754	4.920	1.00	77.17	72.25	26.45	25.15	9.28	3.62
E-32	E-32 E-33	47.10	45.13	1.97	209.99	150	160 psi	37	1.34	2.01	11/2	1.754	3.821	98.0	72.25	68.43	25.15	23.30	3.62	1.97
			RAMAL 4																	
E-33	3 E-35	45.13	38.25	6.88	167.65	150	160 psi	59	99.0	1.14	-	1.195	5.424	0.92	68.43	63.00	23.30	24.75	1.97	6.88
			RAMAL 5																	
E-33	E-33 E-36	45.13	43.68	1.45	154.30	150	160 psi	27	0.85	1.69	1 1/4	1.532	2.340	0.71	68.43	60.99	23.30	22.41	1.97	1.45
E-36	E-36 E-37	43.68	43.97	-0.29	80.30	150	160 psi	14	0.46	1.63	1 1/4	1.532	0.389	0.38	60.99	65.70	22.41	21.73	1.45	0.29
E-37	E-37 E-37.1	43.97	43.23	0.74	35.53	150	160 psi	9	0.26	0.92	1	1.195	0.210	0.37	65.70	65.49	21.73	22.26	0.29	0.74

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

LONGITUD: 3.67 km

UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO

MUNICIPIO: TECPÁN GUATEMALA

DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO





### INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS

RENGLON: CAPTACIÓN Y CAJA UNIFICADORA	PRESUF	PUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE AGUA		
3 captaciones y una caja de 1m²			UBICACIÓN: SECTOR EL	MOLINO,	TECPÁN G.
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	T	TOTAL
MATERIALES			ONITARIO		
Tubería y accesorios			p		
Tubo PVC 1 1/2" 160 psi	45.00	Unidad		00 Q.	4,095.0
Tubo PVC 3/4" 250 psi	8.00	Unidad		00 Q.	248.0
Tubo PVC 2" 160 psi	8.00	Unidad	Q. 124		992.0
Tubo HG 3"	1.00	Unidad	Q. 557		557.0
Pichacha con rejilla y copla 2" de bronce	4.00	Unidad	Q. 325		1,300.0
Valvula de compuerta Ø 2" de bronce	5.00	Unidad	Q. 402		2,010.5
Valvula de compuerta Ø 1 1/2" de bronce	1.00	Unidad	Q. 314		314.0
Valvula de compuerta Ø 3/4" de bronce	2.00	Unidad		70 Q.	199.4
Adaptador macho 2"	10.00	Unidad		10 Q.	81.0
Adaptador macho 1 1/2"	2.00	Unidad		60 Q.	11.2
Adaptador macho 3/4"	4.00	Unidad		.00 Q.	8.0
Reducidor 2" a 1 1/2"	1.00	Unidad		80 Q.	8.8
Reducidor 2" a 3/4"	2.00	Unidad		.80 Q.	17.6
Tee PVC 2"	4.00	Unidad		.80 Q.	63.2
Codo PVC 2"	6.00	Unidad		.80 Q.	70.8
Codo PVC 1 1/2"	1.00	Unidad		60 Q.	7.6
Codo PVC 3/4"	2.00	Unidad		30 Q.	4.6
Cemento solvente 1/4 galon	1.00	Unidad	Q. 117		117.5
			Sub-total	Q.	10,106.2
Materiales de contrucción					
Cemento gris UGC 4000 psi	97	sacos		.00 Q.	6,854.1
Arena de Río	5	m³	Q. 150		812.6
Piedrin 1/2"	5	m³	Q. 195		1,056.5
Piedra bola 6", 8" y 10"	13	m³	Q. 130		1,676.5
Grava de 1/2"	7.00	m³	Q. 165		1,155.0
Grava de 3"	7.00	m³	Q. 145 Q. 27	_	1,015.0
Hierro No.3 legítimo Grado 40		varilla			2,282.3
Hierro No.2	240	varilla		.16 Q. .50 Q.	1.080.0
Tablas de 1" x 12" x 12' Parales de 2" X 3" X 12'	192	pie-tabla pie-tabla		50 Q.	
Clavos de 3"	20	lb		00 Q.	100.0
Alambre de amarre	27	lb		00 Q.	159.0
Candado con cadena 60 mm	4	unidad	Q. 130		520.0
Candado con cadena do min		uniuau	Sub-total	Q.	17,656.9
			Total Materiales	Q.	27,763.1
			Total materiales	14.	27,700.1
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
Limpieza y chapeo	50.00	m²	Q. 8	00 Q.	400.0
Excavación de 3 captaciones	7.00	m³	Q. 75	00 Q.	525.0
Excavación y relleno para tuberia	322.30	ml	Q. 8	00 Q.	2,578.4
Ayudante	60.00	Jornal	Q. 50	00 Q.	3,000.0
			Total Mano de Obra	Q.	6,503.4

		COSTO IN	IDIRECTO (3	5%)	Q.	15,906.62
		COSTO D	IRECTO (Mat	eriales + M.O.)	Q.	45,447.48
			Total Mano	de Obra	Q.	11,180.95
Instalación de tuberia	322.30	ml	Q.	10.00	Q.	3,223.00
Replanteo y trazo	322.30	ml	Q.	2.50	Q.	805.75
Instalación de accesorios	1.00	global	Q.	250.00	Q.	250.00
Construcción de tapadera	9.00	unidad	Q.	50.00	Q.	450.00
Construcción de caja	6.00	unidad	Q.	200.00	Q.	1,200.00
Formaleteado y fundición de sello sanit	3.7	m³	Q.	500.00	Q.	1,833.20
Armado de hierro No.2	50.00	unidad	Q.	2.00	Q.	100.00
Armado de hierro No.3	68	m²	Q.	25.00	Q.	1,700.00
Formaleteado y fundición de muro	6.5	m³	Q.	250.00	Q.	1,619.00
MANO DE OBRA CALIFICADA						

RENGLON: TANQUE DE SUCCIÓN	PRESU	PUESTO	PROYECT	O: SISTEMA DE DE AGUA PO		
72 m²			UBICACIÓN	: SECTOR EL MO	LINO,	TECPÁN G.
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD		оѕто	Γ	TOTAL
MATERIALES	SALITION D	GIGIDAD	UN	IITARIO		TOTAL
Tubería y accesorios						
Tubo PVC 3" 125 psi	5.00	Unidad	Q.	220.00	Q.	1,100.0
Niple HG 3" x 15 cm	2.00	Unidad	Q.	25.00	Q.	50.0
Niple HG 3" x 30 cm	2.00	Unidad	Q.	50.00	Q.	100.0
Codo HG 2"	2.00	Unidad	Q.	75.00	Q.	150.0
Niple HG 3" x 1 metro	2.00	Unidad	Q.	130.00	Q.	260.0
Pichacha con rejilla y copla 3" de bronce	1.00	Unidad	Q.	1,500.00	Q.	1,500.0
Valvula de compuerta Ø 3" de bronce	2.00	Unidad	Q.	1,011.20	Q.	2,022.4
Adaptador macho 3"	4.00	Unidad	Q.	30.30	Q.	121.2
Tee PVC 3"	2.00	Unidad	Q.	67.40	Q.	134.8
Codo PVC 3"	5.00	Unidad	Q.	61.70	Q.	308.5
Codo PVC 2" con rosca	2.00	Unidad	Q.	40.50	Q.	81.0
Codo HG 3"	4.00	Unidad	Q.	105.00	Q.	420.0
Flote	1.00	Unidad	Q.	200.00	Q.	200.0
Abrazadera	4.00	Unidad	Q.	6.00	Q.	24.0
			Sub-total		Q.	6,471.9
Materiales de contrucción Cemento gris UGC 4000 psi	310	sacos	Q.	71.00	-	
Arena de Río					Q.	22,031.5
Piedrin 1/2"	17	m³ m³	Q.	150.00 195.00	Q.	2,612.2
Piedra bola 6", 8" y 10"	50	m³	Q.	130.00	Q.	3,395.9
Hierro No.4 legítimo Grado 40	69	varilla	Q.	49.49	Q.	6,544.0
Hierro No.3 legítimo Grado 40	6	varilla	Q.	27.89	Q.	3,395.0 169.6
Hierro No.2	27	varilla	Q.	8.16	Q.	217.6
Tablas de 1" x 12" x 10'	650	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	2,925.00
Parales de 2" X 3" X 10'	683	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	3.071.25
Clavos de 3"	65	lb lb	Q.	5.00	Q.	325.00
Alambre de amarre	45	lb	Q.	6.00	Q.	267.7
Candado con cadena 60 mm	3	unidad	Q.	130.00	Q.	390.0
Cedazo para respiradero	1	Yarda	Q.	20.00	Q.	20.0
			Sub-total	in the second second	Q.	45,364.9
			Total Mater	iales	Q.	51,836.80
WANG DE COR. 112 CHI 1-1-1-1	Oraco M					
MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación	445.00		T-			
	115.00	m³	Q.	75.00	Q.	8,625.00
Desencofrado Ayudante	84.00 60.00	m² Jornal	Q.	10.00 50.00	Q.	840.00
Tyddante	00.00	Juliai	Total Mano		Q.	3,000.00 <b>12,465.0</b> 0
	124092		Total Mallo	ue Obia	ų.	12,405.00
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Formaleteado y fundición concreto ciclopeo	73.7	m³	Q.	250.00	Q.	18,435.00
Armado de hierro No.4 losa	36.0	m²	Q.	60.00	Q.	2,160.00
	26.4	ml	Q.	40.00	Q.	1,056.00
		ml	Q.	30.00	Q.	120.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera	4				Q.	300.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2	200	unidad	Q.	1.50	_	
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa	200 5.4	unidad m³	Q.	500.00	Q.	
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de viga	200 5.4 1.0	unidad m³ m³	Q. Q.	500.00 500.00	Q. Q.	500.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de viga Construcción de caja	200 5.4 1.0 2.00	unidad m³ m³ unidad	Q. Q. Q.	500.00 500.00 200.00	Q. Q. Q.	500.00 400.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de viga Construcción de caja Construcción de tapadera	200 5.4 1.0 2.00 3.00	unidad m³ m³ unidad unidad	Q. Q. Q. Q.	500.00 500.00 200.00 50.00	Q. Q. Q.	500.00 400.00 150.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de viga Construcción de caja Construcción de tapadera Instalación de tuberia y accesorios	200 5.4 1.0 2.00 3.00 1.00	unidad m³ m³ unidad unidad global	Q. Q. Q. Q.	500.00 500.00 200.00 50.00	Q. Q. Q. Q.	500.00 400.00 150.00 500.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de viga Construcción de caja Construcción de tapadera Instalación de tuberia y accesorios	200 5.4 1.0 2.00 3.00	unidad m³ m³ unidad unidad	Q. Q. Q. Q. Q.	500.00 500.00 200.00 50.00 500.00 30.00	Q. Q. Q. Q. Q.	500.00 400.00 150.00 500.00 3,600.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de viga Construcción de caja Construcción de tapadera Instalación de tuberia y accesorios	200 5.4 1.0 2.00 3.00 1.00	unidad m³ m³ unidad unidad global	Q. Q. Q. Q.	500.00 500.00 200.00 50.00 500.00 30.00	Q. Q. Q. Q.	500.00 400.00 150.00 500.00 3,600.00
Armado de hierro No.4 viga perimetro Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de viga Construcción de caja Construcción de tapadera Instalación de tuberia y accesorios Repello + Cernido	200 5.4 1.0 2.00 3.00 1.00	unidad m³ m³ unidad unidad global m²	Q. Q. Q. Q. Q. Q. Total Mano	500.00 500.00 200.00 50.00 500.00 30.00 de Obra	Q. Q. Q. Q. Q.	2,700.00 500.00 400.00 150.00 500.00 3,600.00 29,921.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera Armado de estribos No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de viga Construcción de caja Construcción de tapadera Instalación de tuberia y accesorios	200 5.4 1.0 2.00 3.00 1.00	unidad m³ m³ unidad unidad global m²	Q. Q. Q. Q. Q. Q. Total Mano	500.00 500.00 200.00 50.00 500.00 30.00 de Obra	Q. Q. Q. Q. Q.	500.00 400.00 150.00 500.00 3,600.00

RENGLON: LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO	PRESUF	PUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE DE AGUA PO	TABLE	
569.79 ml			UBICACIÓN: SECTOR EL MO	DLINO, T	ECPÁN G.
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	T	TOTAL
MATERIALES			ONTARO		
Tubo PVC 3" 125 psi	99.00	Unidad	Q. 263.00	Q.	26,037.0
Codo 90° PVC 3"	7.00	Unidad	Q. 501.60	Q.	3,511.2
Codo 45° PVC 3"	3.00	Unidad	Q. 404.50	Q.	1,213.5
Bomba eje horizontal 2.5 hp	1.00	Unidad	Q. 4,500.00	Q.	4,500.0
Accesorios de plomeria	1.00	Global	Q. 500.00	Q.	500.0
Accesorios eléctricos	1.00	Global	Q. 750.00	Q.	750.0
			Total Materiales	Q.	36,511.7
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
Excavación y relleno para tubería	569.79	ml	Q. 10.00	Q.	5,697.9
Ayudante	45.00	Jornal	Q. 50.00	Q.	2,250.0
			Total Mano de Obra	Q.	7,947.9
MANO DE OBRA CALIFICADA					
Replanteo y trazo	569.79	ml	Q. 2.50	Q.	1,424.4
Instalación de tubería y accesorios	99.00	unidad	Q. 80.00	Q.	7,920.0
Instalación de bomba y conexión	1.0	Global	Q. 1,000.00	Q.	1,000.0
			Total Mano de Obra	Q.	10,344.4
	19	COSTO	RECTO (Materiales + M.O.)	Q.	54,804.0
		003100			
			DIRECTO (35%)	Q.	19,181.4

CASETA DE BOMBEO	PRESUF	PUESTO	PROYECTO	DE AGUA POT	and the second second	TECIMIENT
			UBICACIÓN:	SECTOR EL MOI	LINO, T	ECPÁN G.
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD		OSTO TARIO		TOTAL
MATERIALES						
Block de .15x.20x.40	264	Unidad	Q.	2.80	Q.	739.
Cemento gris UGC 4000 psi	29	sacos	Q.	71.00	Q.	2,087.
Arena de Río	1.7	m³	Q.	150.00	Q.	247.
Piedrin 1/2"	1.7	m <sup>s</sup>	Q.	195.00	Q.	321.
Hierro No.4 legítimo Grado 40	3.0	varilla	Q.	49.49	Q.	148.
Hierro No.3 legítimo Grado 40	56	varilla	Q.	27.89	Q.	1,561.
Hierro No.2	27	varilla	Q.	8.16	Q.	217.
Tablas de 1" x 12" x 10'	160	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	720.
Parales de 2" X 3" X 10'	184	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	828.
Clavos de 3"	16	lb	Q.	5.00	Q.	80.
Alambre de amarre	21	lb	Q.	6.00	Q.	124.
Tubo PVC 3"	2	Unidad	Q.	117.00	Q.	234.
Puerta metálica con barrotes	1	Unidad	Q.	975.00	Q.	975.
Alambre calibre 12	20	metro	Q.	7.50	Q.	150.
Bombilla de 60w	1	Unidad	Q.	7.25	Q.	7.
Plafonera	1	Unidad	Q.	6.50	Q.	6.
Caja octogonal	1	Unidad	Q.	5.60	Q.	5.
Caja rectangular	3	Unidad	Q.	4.70	Q.	14.
Interruptor rectangular	1	Unidad	Q.	4.50	Q.	4.
Tomacorriente rectangular	2	Unidad	Q.	5.50	Q.	11.
Contador	1	Unidad	Q.	450.00	Q.	450.
Tablero de flipones	1	Unidad	Q.	125.00	Q.	125.
Niple HG 3/4" x 1 m	1	Unidad	Q.	130.00	Q.	130.
Codo 90° 3/4" HG	1	Unidad	Q.	19.00	Q.	19.
					Q.	
	1	rollo	Q.	70.00	Q.	
Poliducto 3/4"		rollo	Q. Total Materi	70.00		
		rollo		70.00	Q.	
Poliducto 3/4"		rollo m³		70.00	Q.	9,278.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA	1		Total Materi	70.00 ales	Q.	<b>9,278</b> .
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación	1.80	m³	Q. Q. Q.	70.00 ales 75.00 10.00 50.00	Q. <b>Q</b> .	9,278. 135. 150. 750.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación  Desencofrado	1.80 15.00	m³ m²	Q. Q.	70.00 ales 75.00 10.00 50.00	Q. Q. Q.	9,278. 135. 150. 750.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación  Desencofrado	1.80 15.00 15.00	m³ m²	Q. Q. Q. Total Mano	75.00 10.00 50.00 de Obra	Q. Q. Q. Q. Q.	9,278. 135. 150. 750. 1,035.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación  Desencofrado  Ayudante	1.80 15.00 15.00	m³ m² Jornal	Q. Q. Q. Total Mano	70.00 iales  75.00 10.00 50.00 de Obra	Q. Q. Q. Q. Q.	9,278.  135. 150. 750. 1,035.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA	1.80 15.00 15.00 24.0 8.7	m³ m² Jornal	Q. Q. Q. Total Mano	75.00 10.00 50.00 de Obra	Q. Q. Q. Q. Q.	9,278.  135. 150. 750. 1,035.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro  Armado de hierro No.3 losa	1.80 15.00 15.00	m³ m² Jornal	Q. Q. Q. Total Mano	70.00 iales  75.00 10.00 50.00 de Obra	Q. Q. Q. Q. Q.	9,278.  135. 150. 750. 1,035.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro  Armado de hierro No.3 losa  Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna	1.80 15.00 15.00 15.00	m³ m² Jornal  m² m² m² m² m² m² ml Unidad	Q. Q. Q. Total Mano  Q. Q. Q. Q. Q. Q. Q. Q.	70.00 ales  75.00 10.00 50.00 40.00 50.00 30.00 1.50	Q. Q. Q. Q. Q. Q. Q. Q. Q.	9,278.  135. 150. 750. 1,035.  960. 435. 1,866. 363.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro  Armado de hierro No.3 losa  Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna	1.80 15.00 15.00 15.00	m³ m² Jornal  m² m² m²	Q. Q. Total Mano  Q.	70.00 ales  75.00 10.00 50.00 de Obra  40.00 50.00 30.00	Q.	9,278.  135. 150. 750. 1,035.  960. 435. 1,866. 363.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación  Desencofrado  Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro  Armado de hierro No.3 losa  Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna  Armado de estabones No.2  Formaleteado y fundición de losa	1.80 15.00 15.00 24.0 8.7 62.2 24.2 146 0.9	m³ m² Jornal  m² m² m² m² m² m² ml Unidad	Q. Q. Total Mano  Q.	70.00 ales  75.00 10.00 50.00 40.00 50.00 30.00 1.50 1.25 500.00	Q.	9,278.  135. 150. 750. 1,035.  960. 435. 1,866. 363. 182. 435.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación  Desencofrado  Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro  Armado de hierro No.3 losa  Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna  Armado de estabones No.2  Formaleteado y fundición de losa	1.80 15.00 15.00 24.0 8.7 62.2 242 146 0.9 1.6	m³ m² Jomal  m² m² m² m² m² m² unidad unidad m³ m³	Q. Q	70.00 ales  75.00 10.00 50.00 40.00 50.00 30.00 1.50 1.25	Q. Q	9,278. 135. 150. 750. 1,035. 960. 435. 1,866. 363. 435. 794.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro Armado de hierro No.3 losa  Armado de hierro No.3 cimiento, solera y columna  Armado de estribos No.2  Armado de estribos No.2  Armado de eslabones No.2  Formaleteado y fundición de losa  Encofrado y fundición de cimiento, solera y columna	1.80 15.00 15.00 24.0 8.7 62.2 24.2 146 0.9	m³ m² Jornal  m² m² m² m² m² uloidad Unidad m³	Q. Q. Total Mano  Q.	70.00 ales  75.00 10.00 50.00 40.00 50.00 30.00 1.50 1.25 500.00	Q.	9,278. 135. 150. 750. 1,035. 960. 435. 1,866. 363. 435. 794.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro Armado de hierro No.3 losa Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna Armado de estribos No.2  Armado de estribos No.2  Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de losa Encofrado y fundición de cimiento,solera y columna Fundición de banqueta y piso interior Instalación eléctrica	1.80 15.00 15.00 15.00 24.0 8.7 62.2 242 146 0.9 1.6 0.43	m³ m² Jomal  m² m² m² m² m² m² unidad unidad m³ m³	Q. Q. Q. Total Mano  Q.	75.00 10.00 10.00 50.00 40.00 50.00 30.00 1.50 1.25 500.00 500.00 1,500.00 1,500.00	Q. Q	9,278.  135. 150. 750. 1,035.  960. 435. 1,866. 363. 182. 435. 794.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro Armado de hierro No.3 losa Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna Armado de estribos No.2 Armado de estabones No.2 Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de cimiento,solera y columna Fundición de banqueta y piso interior	1.80 15.00 15.00 24.0 8.7 62.2 242 146 0.9 1.6	m² m² Jornal m² m² m² m² m² m² ml Unidad Unidad m³ m³ m²	Q. Q	75.00 10.00 10.00 50.00 40.00 50.00 30.00 1.50 1.25 500.00 500.00 1,500.00 1,500.00 1,500.00	Q. Q	9,278.  135. 150. 750. 1,035.  960. 435. 1,866. 363. 182. 435. 794. 215. 1,500. 321.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro Armado de hierro No.3 losa Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna Armado de estribos No.2  Armado de estribos No.2  Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de losa Encofrado y fundición de cimiento,solera y columna Fundición de banqueta y piso interior Instalación eléctrica	1.80 15.00 15.00 15.00 24.0 8.7 62.2 242 146 0.9 1.6 0.43	m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> Jornal  m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> ml Unidad Unidad m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> global	Q. Q. Q. Total Mano  Q.	75.00 10.00 10.00 50.00 40.00 50.00 30.00 1.50 1.25 500.00 500.00 1,500.00 1,500.00 1,500.00	Q. Q	9,278.  135. 150. 750. 1,035.  960. 435. 1,866. 363. 182. 435. 794. 215. 1,500. 321.
Poliducto 3/4"  MANO DE OBRA NO CALIFICADA  Excavación Desencofrado Ayudante  MANO DE OBRA CALIFICADA  Levantado de muro Armado de hierro No.3 losa Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna Armado de estribos No.2  Armado de estribos No.2  Formaleteado y fundición de losa Encofrado y fundición de losa Encofrado y fundición de cimiento,solera y columna Fundición de banqueta y piso interior Instalación eléctrica	1.80 15.00 15.00 15.00 24.0 8.7 62.2 242 146 0.9 1.6 0.43	m² m² Jornal m² m² m² m² m² m² ml Unidad Unidad m² m³ m² global m² COSTO Di	Q. Q	70.00 ales  75.00 10.00 50.00 40.00 50.00 30.00 1.50 1.25 500.00 500.00 15.00.00 15.00 de Obra	Q. Q	70. 9,278. 135. 150. 750. 1,035. 960. 435. 1,866. 363. 182. 435. 794. 215. 1,500. 321. 7,072.

RENGLON: HIPOCLORADOR Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO	PRESUF	PUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE				
50 m²				UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO			TOTAL	
MATERIALES		V00400.000110010	UNITA	NIO			
Tubería y accesorios							
Tubo PVC 3" 125 psi	6.00	Unidad	Q.	220.00	Q.	1,320.0	
Tubo PVC 2 1/2" 160 psi	1.00	Unidad	Q.	183.00	Q.	183.0	
Pichacha con rejilla y copla 2 1/2" de bronce	1.00	Unidad	Q.	1,200.00	Q.	1,200.0	
Valvula de compuerta Ø 2 1/2" de bronce	1.00	Unidad	Q.	758.70	Q.	758.7	
Valvula de compuerta Ø 3" de bronce	1.00	Unidad	Q.	1,011.20	Q.	1,011.2	
Adaptador macho 2 1/2"	2.00	Unidad	Q.	21.20	Q.	42.4	
Adaptador macho 3"	2.00	Unidad	Q.	30.30	Q.	60.6	
Niple HG 3" x 15 cm	1.00	Unidad	Q.	40.00	Q.	40.0	
Niple HG 3" x 30 cm	1.00	Unidad	Q.	75.00	Q.	75.0	
Niple HG 3" x 1 metro	2.00	Unidad	Q.	195.00	Q.	390.0	
Tee PVC 3"	2.00	Unidad	Q.	67.40	Q.	134.8	
Codo PVC 3"	5.00	Unidad	Q.	61.70	Q.	308.5	
Codo PVC 3" con rosca	1.00	Unidad	Q.	113.10	Q.	113.1	
Codo HG 3"	3.00	Unidad	Q.	105.00	Q.	315.0	
Flote	1.00	Unidad	Q.	200.00	Q.	200.0	
Abrazadera	2.00	Unidad	Q.	6.00	Q.	12.0	
Dosificador automático de cloro	1.00	Unidad	Q.	850.00	Q.	850.0	
Cubeta de 40 tabletas tricloro	2.00	Unidad	Q.	450.00	Q.	900.0	
			Sub-total		Q.	7,914.3	
Materiales de contrucción			·				
Cemento gris UGC 4000 psi	244	sacos	Q.	71.00	Q.	17,288.5	
Arena de Río	14	m³	Q.	150.00	Q.	2,045.2	
Piedrin 1/2"	14	m³	Q.	195.00	Q.	2,658.8	
Piedra bola 6", 8" y 10"	42	m <sup>a</sup>	Q.	130.00	Q.	5,408.9	
Hierro No.3 legítimo Grado 40	76	varilla	Q.	27.89	Q.	2,129.4	
Hierro No.2	24	varilla	Q.	8.16	Q.	195.8	
Tablas de 1" x 12" x 10'	500	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	2,250.0	
Parales de 2" X 3" X 10'	525	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	2,362.5	
Clavos de 3"	50	lb	Q.	5.00	Q.	250.0	
Alambre de amarre	26	lb	Q.	6.00	Q.	156.4	
Candado con cadena 60 mm	4	unidad	Q.	130.00	Q.	520.0	
Cedazo para respiradero	1	Yarda	Q.	20.00	Q.	20.0	
			Sub-total		Q.	35,285.8	
			Total Materiale	5	Q.	43,200.1	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA							
Excavación	50.41	m³	Q.	75.00	Q.	3,780.7	
Desencofrado	65.00	m²	Q.	10.00	Q.	650.0	
Ayudante	60.00	Jornal	Q.	50.00	Q.	3,000.0	
			Total Mano de	Ohra	Q.	7,430.7	

		COSTO IN	IDIRECTO (3	5%)	Q.	26,118.19
				teriales + M.O.)	Q.	74,623.41
			Total Man	de Obra	Q.	23,992.50
Instalación de dosificador de cloro	1.00	global	Q.	750.00	Q.	750.00
Repello + Cernido	90.00	m²	Q.	30.00	Q.	2,700.00
Instalación de tuberia y accesorios	1.00	global	Q.	500.00	Q.	500.00
Construcción de tapadera	4.00	unidad	Q.	50.00	Q.	200.00
Construcción de caja	3.00	unidad	Q.	200.00	Q.	600.00
Encofrado y fundición de viga	0.7	m <sup>a</sup>	Q.	500.00	Q.	350.00
Formaleteado y fundición de losa	3.0	m³	Q.	500.00	Q.	1,500.00
Armado de estribos No.2	240	unidad	Q.	1.50	Q.	360.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera	4	ml	Q.	30.00	Q.	120.00
Armado de hierro No.3 viga perimetro	22.4	ml	Q.	30.00	Q.	672.00
Armado de hierro No.3 losa	25.0	m²	Q.	50.00	Q.	1,250.00
Formaleteado y fundición concreto ciclopeo	59.96	m <sup>a</sup>	Q.	250.00	Q.	14,990.50
MANO DE OBRA CALIFICADA						

RENGLON: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	PRESUF	PUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.				
2780.56 m							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO			TOTAL	
MATERIALES				ITARIO			
Tubería y accesorios							
Tubo PVC 3" 160 psi	51.00	Unidad	Q.	272.00	Q.	13,872.00	
Tubo PVC 2 1/2" 160 psi	12.00	Unidad	Q.	183.00	Q.	2,196.00	
Tubo PVC 1 1/2" 160 psi	312.00	Unidad	Q.	91.00	Q.	28,392.00	
Tubo PVC 1 1/4" 160 psi	75.00	Unidad	Q.	61.00	Q.	4,575.00	
Tubo PVC 1" 160 psi	35.00	Unidad	Q.	50.00	Q.	1,750.00	
Copla PVC 3"	8.00	Unidad	Q.	40.30	Q.	322.40	
Copla PVC 2 1/2"	2.00	Unidad	Q.	39.40	Q.	78.80	
Copla PVC 1 1/2"	24.00	Unidad	Q.	5.10	Q.	122.40	
Copia PVC 1 1/4"	12.00	Unidad	Q.	4.10	Q.	49.20	
Copla PVC 1"	5.00	Unidad	Q.	3.00	Q.	15.00	
Codo 90° PVC 2 1/2"	2.00	Unidad	Q.	57.10	Q.	114.20	
Codo 90° PVC 1 1/2"	4.00	Unidad	Q.	7.60	Q.	30.40	
Codo 90° PVC 1 1/4"	2.00	Unidad	Q.	6.90	Q.	13.80	
Codo 45° PVC 2 1/2"	3.00	Unidad	Q.	54.70	Q.	164.10	
Codo 45° PVC 1 1/2"	7.00	Unidad	Q.	10.80	Q.	75.60	
Codo 45° PVC 1 1/4"	4.00	Unidad	Q.	8.50	Q.	34.00	
Codo 45° PVC 1"	2.00	Unidad	Q.	6.50	Q.	13.00	
Tee PVC 2 1/2"	2.00	Unidad	Q.	53.00	Q.	106.00	
Tee PVC 1 1/2"	2.00	Unidad	Q.	14.40	Q.	28.80	
Reducidor 3" a 2 1/2"	1.00	Unidad	Q.	40.90	Q.	40.90	
Reducidor 2 1/2" a 1 1/2"	2.00	Unidad	Q.	26.00	Q.	52.00	
Reducidor 1 1/2" a 1 1/4"	2.00	Unidad	Q.	5.20	Q.	10.40	
Reducidor 1 1/2" a 1"	1.00	Unidad	Q.	5.20	Q.	5.20	
Reducidor 1 1/4" a 1"	1.00	Unidad	Q.	5.10	Q.	5.10	
Tapon hembra PVC 1 1/4"	2.00	Unidad	Q.	4.80	Q.	9.60	
Tapon hembra PVC 1"	1.00	Unidad	Q.	3.10	Q.	3.10	
Valvula de compuerta Ø 1 1/2" de bronce	3.00	Unidad	Q.	314.00	Q.	942.00	
Valvula de compuerta Ø 1 " de bronce	1.00	Unidad	Q.	163.00	Q.	163.00	
Valvula de compuerta Ø 1 1/4 " de bronce	1.00	Unidad	Q.	223.70	Q.	223.70	
Adaptador macho 1 1/2"	6.00	Unidad	Q.	5.60	Q.	33.60	

Adaptador macho 1"	2.00	Unidad	Q.	4.10	Q.	8.20
Adaptador macho 1 1/4"	2.00	Unidad	Q.	4.10	Q.	8.20
Cemento solvente 1 galon	1.00	Unidad	Q.	462.10	Q.	462.1
			Sub-total		Q.	53,919.8
Materiales de contrucción						
Cemento gris UGC 4000 psi	18	sacos	Q.	71.00	Q.	1,251.3
Arena de Río	1	m³	Q.	150.00	Q.	148.3
Piedrin 1/2"	1	m <sup>s</sup>	Q.	195.00	Q.	192.8
Piedra bola 6", 8" y 10"	2.33	m³	Q.	130.00	Q.	303.1
Hierro No.3 legítimo Grado 40	20	varilla	Q.	27.89	Q.	550.8
Alambre de amarre	6	lb	Q.	6.00	Q.	36.4
Candado con cadena 60 mm	5	Unidad	Q.	130.00	Q.	650.0
			Sub-total		Q.	3,132.9
			<b>Total Material</b>	es	Q.	57,052.7
MANO DE OBRA NO CALIFICADA						
Excavación y relleno para tubería	2780.56	ml	Q.	10.00	Q.	27,805.6
Ayudante	120.00	Jornal	Q.	50.00	Q.	6,000.0
			Total Mano de	Obra	Q.	33,805.60
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Replanteo y trazo	2780.56	ml	Q.	2.50	Q.	6,951.4
Instalación de tubería PVC 3"	51.00	unidad	Q.	70.00	Q.	3,570.0
Instalación de tubería PVC 2 1/2"	12.00	unidad	Q.	60.00	Q.	720.0
Instalación de tubería PVC 1 1/2"	312.00	unidad	Q.	40.00	Q.	12,480.0
Instalación de tubería PVC 1 1/4"	75.00	unidad	Q.	30.00	Q.	2,250.00
Instalación de tubería PVC 1"	35.00	unidad	Q.	25.00	Q.	875.00
Construcción de caja	5.00	unidad	Q.	200.00	Q.	1,000.0
Construcción de tapadera	5.00	unidad	Q.	50.00	Q.	250.0
Instalación de accesorios	1.00	global	Q.	750.00	Q.	750.0
			Total Mano de	Obra	Q.	28,846.4
		COSTO D	IRECTO (Materia	ales + M.O.)	Q.	119,704.7
		COSTO IN	IDIRECTO (35%)		Q.	41,896.6
COSTO TOT	AL DEL DEL	ICLON			-	404 001 1
COSTO TO	AL DEL KEN	IGLUN			Q.	161,601.4

RENGLON: VÁLVULA DE LIMPIEZA	PRESUF	PUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE DE AGUA PO		
5 unidades			UBICACIÓN: SECTOR EL MO	DLINO, T	ECPÁN G.
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO		TOTAL
MATERIALES			Giarrano		
Tubería y accesorios					
Valvula de compuerta Ø 1 1/2" de bronce	2.00	Unidad	Q. 314.00	Q.	628.00
Valvula de compuerta Ø 1 " de bronce	1.00	Unidad	Q. 163.00	Q.	163.00
Valvula de compuerta Ø 1 1/4 " de bronce	2.00	Unidad	Q. 223.70	Q.	447.40
Tee PVC 1 1/2"	2.00	Unidad	Q. 14.40	Q.	28.80
Tee PVC 1"	1.00	Unidad	Q. 5.10	Q.	5.10
Tee PVC 1 1/4"	2.00	Unidad	Q. 8.20	Q.	16.40
Adaptador macho 1 1/2"	4.00	Unidad	Q. 5.60	Q.	22.40
Adaptador macho 1"	2.00	Unidad	Q. 4.10	Q.	8.20
Adaptador macho 1 1/4"	4.00	Unidad	Q. 4.10	Q.	16.40
Cemento solvente 1/8 galon	1.00	Unidad	Q. 86.00	Q.	86.00
			Sub-total	Q.	1,421.70
Materiales de contrucción					
Cemento gris UGC 4000 psi	18	sacos	Q. 71.00	Q.	1,251.33
Arena de Río	1	m <sup>s</sup>	Q. 150.00	Q.	148.37
Piedrin 1/2"	1	m <sup>s</sup>	Q. 195.00	Q.	192.88
Piedra bola 6", 8" y 10"	2	m³	Q. 130.00	Q.	303.11
Hierro No.3 legítimo Grado 40	20	varilla	Q. 27.89	Q.	550.83
Alambre de amarre	6	lb	Q. 6.00	Q.	36.46
Candado con cadena 60 mm	5	unidad	Q. 130.00	Q.	650.00
			Sub-total	Q.	3,132.97
			Total Materiales	Q.	4,554.67
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
Excavación	7.00	m <sup>s</sup>	Q. 75.00	Q.	525.00
Ayudante	15.00	Jornal	Q. 50.00	Q.	750.00
			Total Mano de Obra	Q.	1,275.00
MANO DE OBRA CALIFICADA					
Construcción de caja	5.00	unidad	Q. 200.00	Q.	1,000.00
Construcción de tapadera	5.00	unidad	Q. 50.00	Q.	250.00
Instalación de válvulas y accesorios	5.00	unidad	Q. 100.00	Q.	500.00
			Total Mano de Obra	Q.	1,750.00
	8	COSTO D	RECTO (Materiales + M.O.)	Q.	7,579.67
		COSTO IN	DIRECTO (35%)	Q.	2,652.88

RENGLON: VÁLVULA DE AIRE	PRESUP	UESTO	PROYECTO:	SISTEMA DE . DE AGUA POT		ECIMIENTO
2 unidades			UBICACIÓN: S	ECTOR EL MOL	INO, TE	CPÁN G.
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COS	Table 1	TOTAL	
MATERIALES			Olinz	uuo		
Tubería y accesorios						
Válvula de aire italiana 1/2"	2.00	Unidad	Q.	145.00	Q.	290.00
Reducidor 2 1/2" a 1/2"	1.00	Unidad	Q.	26.00	Q.	26.00
Reducidor 1 1/2" a 1/2"	1.00	Unidad	Q.	5.20	Q.	5.20
Tee PVC 2 1/2"	1.00	Unidad	Q.	53.00	Q.	53.00
Tee PVC 1 1/2"	1.00	Unidad	Q.	14.40	Q.	14.40
Cemento solvente 1/16 galon	1.00	Unidad	Q.	60.00	ġ.	60.00
			Sub-total		ġ	448.6
Materiales de contrucción						
Cemento gris UGC 4000 psi	7	sacos	Q.	71.00	Q.	500.5
Arena de Río	0.50	m³	Q.	150.00	Q.	75.53
Piedrin 1/2"	0.50	m³	Q.	195.00	Q.	98.19
Piedra bola 6", 8" y 10"	1	m³	Q.	130.00	Q.	121.24
Hierro No.3 legítimo Grado 40	8	varilla	Q.	27.89	Q.	220.3
Alambre de amarre	2	lb	Q.	6.00	Q.	14.5
Candado con cadena 60 mm	2	unidad	Q.	130.00	Q.	260.0
			Sub-total		Q.	1,290.4
			Total Material	98	Q.	1,739.0
MANO DE OBRA NO CALIFICADA						
Excavación	2.80	m³	Q.	75.00	Q.	210.00
Ayudante	6.00	Jornal	Q.	50.00	Q.	300.00
			Total Mano de	Obra	Q.	510.00
MANO DE OBRA CALIFICADA			William Committee Committe			
Construcción de caja	2.00	unidad	Q.	200.00	Q.	400.00
Construcción de tapadera	2.00	unidad	Q.	50.00	Q.	100.00
Instalación de válvulas y accesorios	2.00	unidad	Q.	100.00	Q.	200.00
			Total Mano de	Obra	Q.	700.00
		COSTO D	RECTO (Materia	les + M.O.)	Q.	2,949.0
		Market Company of the Company of	DIRECTO (35%)		Q.	1,032.16

RENGLON: CONEXIÓN DOMICILIAR	PRESUP	UESTO	PROYECTO: SISTEMA DE DE AGUA PO	TABLE	
125 viviendas			UBICACIÓN: SECTOR EL MO	LINO, T	ECPÁN G.
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO		TOTAL
MATERIALES			OMITATO	<u> </u>	
Tubería y accesorios				-	
Tee PVC 1 1/2"	85.00	Unidad	Q. 14.40	Q.	1,224.0
Tee PVC 1 1/4"	30.00	Unidad	Q. 8.20	Q.	246.0
Tee PVC 1"	10.00	Unidad	Q. 5.10	Q.	51.0
Reducidor 1 1/2" a 1/2"	85.00	Unidad	Q. 5.20	Q.	442.0
Reducidor 1 1/4" a 1/2"	30.00	Unidad	Q. 5.10	Q.	153.0
Reducidor 1" a 1/2"	10.00	Unidad	Q. 3.10	Q.	31.0
Tubo PVC 1/2" 315 psi	250.00	Unidad	Q. 30.00	Q.	7,500.0
Llave de paso 1/2" bronce	125.00	Unidad	Q. 45.00	Q.	5,625.0
Llave de compuerta 1/2" bronce	125.00	Unidad	Q. 72.50	Q.	9,062.5
Contador domiciliar de 1/2"	125.00	Unidad	Q. 225.00	Q.	28,125.0
Adaptador macho 1/2"	500.00	Unidad	Q. 1.20	Q.	600.0
Adaptador hembra 1/2"	250.00	Unidad	Q. 2.00	Q.	500.0
Codo 90° PVC 1/2" con rosca	125.00	Unidad	Q. 2.30	Q.	287.5
Niple HG 1/2" x 1.50 m	125.00	Unidad	Q. 65.00	Q.	8,125.0
Niple HG 1/2" x 30 cm	125.00	Unidad	Q. 25.00	Q.	3,125.0
Codo 90° HG 1/2"	125.00	Unidad	Q. 11.00	Q.	1,375.0
Llave de chorro 1/2" bronce	125.00	Unidad	Q. 32.20	Q.	4,025.0
Teflon	13	Unidad	Q. 8.00	Q.	100.0
Cemento solvente 1 galon	1.00	Unidad	Q. 462.10	Q.	462.1
Tubo de cemento Ø 6" x 1 m	125.00	Unidad	Q. 45.00	Q.	5,625.0
Caja para contador domiciliar	125.00	Unidad	Q. 90.00	Q.	11,250.0
Caja para contacor acimenta			Sub-total	Q.	87,934.1
Materiales de contrucción					
Cemento gris UGC 4000 psi	21	sacos	Q. 71.00	Q.	1,482.9
Arena de Río	1	m³	Q. 150.00	Q.	175.8
Piedrin 1/2"	1	m³	Q. 195.00	Q.	228.5
			Sub-total	Q.	1,887.3
			Total Materiales	Q.	89,821.4
MANO DE OBRA NO CALIFICADA			<del>,</del>		
Excavación y relleno para tuberia	62.50	m³	Q. 75.00	Q.	4,687.5
Avudante	30.00	Jornal	Q. 50.00	Q.	1,500.0
Ayudante	30.00	Joinal	Total Mano de Obra	Q.	6,187.5
MANO DE OBRA CALIFICADA			F2	T	
Elaboración de anclajes y tapaderas	125.00	unidad	Q. 20.00	Q.	2,500.0
Instalación de tubería por conexión	125.00	unidad	Q. 30.00	Q.	3,750.0
Colocación caja contador, tubo cemento y accesorios	125.00	unidad	Q. 30.00	Q.	3,750.0
			Total Mano de Obra	Q.	10,000.0
		COSTO D	IRECTO (Materiales + M.O.)	Q.	106,008.9
			IRECTO (Materiales + M.O.) IDIRECTO (35%)	Q. Q.	106,008.9 37,103.1

COSTO TOTAL	Q.	705,679.35

PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR
LONGITUD: 14 ML
ANCHO: 5 ML
ÁREA: 70 M2
UBICACIÓN: LAS LLANURAS
MUNICIPIO: TECPÁN GUATEMALA
DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
FECHA: SEPTIEMBRE, 2014



### INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS

RENGLON: TRABAJOS PRELIMINARES 70 m²	PRESUPUESTO		PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULA UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	UNIDAD COSTO UNITARIO			TOTAL	
MATERIALES							
Cal Hidratada	2.00	sacos	Q.	16.00	Q.	32.00	
Parales de 2" X 3" X 12'	36.00	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	162.00	
Clavos de 3"	3.00	lb	Q.	5.00	Q.	15.00	
			Total ma	iteriales	Q.	209.00	
MANO DE OBRA							
Limpieza y chapeo	70.00	m²	Q.	8.00	Q.	560.00	
Trazo y nivelacion	70.00	m²	Q.	20.00	Q.	1,400.00	
Replanteo topográfico	1.00	Global	Q.	3,500.00	Q.	3,500.00	
			Total Ma	no de Obra	Q.	5,460.00	
	1	COSTO D	RECTO (N	lateriales + M.O.)	Q.	5,669.00	
		COSTO IN	DIRECTO	(35%)	Q.	1,984.15	
COST	O TOTAL DEL	RENGLO	ON		Q.	7,653,15	

RENGLON: ESTRIBOS (MURO CICLÓPEO) 180m³	PRESUF	PUESTO	PROYECTO: DISEÑO DE PU UBICACIÓN: LAS LLANURA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO UNITARIO		TOTAL		
MATERIALES			UNITARIO					
Cemento gris UGC 4000 psi	498	sacos	Q.	71.00	Q.	35,337.59		
Arena de Río	28	m³	Q.	150.00	Q.	4,177.23		
Piedrin 1/2"	42	m³	Q.	195.00	Q.	8,203.37		
Piedra bola 6", 8" y 10"	120	m³	Q.	130.00	Q.	15,638.81		
Tablas de 1" x 12" x 12'	740	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	3,330.00		
Clavos 3"	20.00	lb	Q.	5.00	Q.	100.00		
Tubo PVC 4"	12	Unidad	Q.	95.00	Q.	1,108.33		
			Total ma	teriales	Q.	67,895.33		
MANO DE OBRA								
Excavación	194	m³	Q.	90.00		17,498.88		
Retiro de material	146	m³	Q.	35.00		5,103.84		
Formaleteado y fundición de muro	180	m³	Q.	250.00		44,887.50		
Relleno y compactación	49	m³	Q.	70.00		3,402.56		
			Total ma	no de obra	Q.	70,892.78		
	- 1	COSTO D	IRECTO (M	ateriales + M.O.)	Q.	138,788.11		
		COSTO IN	IDIRECTO	(35%)	Q.	48,575.84		
COSTO	TOTAL DEL	RENGL	ON		Q.	187,363,95		

RENGLON: VIGA DE APOYO Y CORTINA	PRESUP	UESTO		ro: DISEÑO DE PU N: LAS LLANURAS			
10 ML			UBICACIO	N. LAS ELANOTOR			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	1	COSTO UNITARIO		TOTAL	
MATERIALES				71.00		4,653.34	
Cemento gris UGC 4000 psi	66	sacos	Q.	71.00	Q.	417.60	
Arena de Río	3	m³	Q.	150.00	Q.	723.84	
Piedrin 3/4"	4	m <sup>s</sup>	Q.	195.00	Q.	696.49	
Hierro No.3 legítimo Grado 40	25	varilla	Q.	27.89	Q.	3,208,74	
Hierro No.4 legítimo Grado 40	65	varilla	Q.	49.49		2,200,43	
Hierro No.5 legítimo Grado 40	28	varilla	Q.	77.29	Q.	405.05	
Alambre de amarre	68	lb	Q.	6.00	Q.	843.75	
Parales de 2" X 3" X 10'	188	pie-tabla	Q.	4.50	Q.		
Tablas de 1" x 12" x 10'	150	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	675.00 75.00	
Clavos de 3"	15	lb	Q.	5.00	Q.	75.00	
Clavos de 4"	15	lb	Q.	5.00	Q.	75.00	
Neopreno de 1.30 cm dureza shore real 60	4.00	unidad	Q.	1,800.00	Q.	7,200.00	
			Total ma	teriales	Q.	21,174.24	
MANO DE OBRA							
Encofrado	10.00	ml	Q.	25.00	Q.	250.0	
Armado de eslabones No.3	317	unidad	Q.	2.00	Q.	633.3	
Armado de estribos No.4	150	unidad	Q.	5.00	Q.	750.0	
Armado de acero No.5	10.00	ml	Q.	50.00	Q.	500.0	
Preparación y fundición de concreto	6	m <sup>3</sup>	Q.	500.00	Q.	2,900.0	
Desencofrado	10.00	ml	Q.	15.00	Q.	150.0	
Instalacion de plancha de Neopreno	4.00	unidad	Q.	100.00	Q.	400.0	
			Total Ma	ano de Obra	Q.	5,583.3	
		COSTO	DIRECTO (N	Materiales + M.O.)	Q.	26,757.5	
			NDIRECTO		Q.	9,365.1	
	TOTAL DE		AN .		Q.	36,122.7	

RENGLON: VIGAS PRINCIPALES	PRESUF	PUESTO	PROYECTO: DISEÑO DE I	PUENTE	VEHICULAR		
28 ML			UBICACIÓN: LAS LLANUR	AS, TECPÁN G.			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO		TOTAL		
MATERIALES				Q.			
Cemento gris UGC 4000 psi	127	sacos	acos Q. 71.00		8,985.7		
Arena de Río	5	m³	Q. 150.00		806.4		
Piedrin 3/4"	7	m³	Q. 195.00		1,397.7		
Hierro No.4 legítimo Grado 40	76	varilla	Q. 49.49		3,757.1		
Hierro No.5 legítimo Grado 40	20	varilla	Q. 77.29	_	1,540.3		
Hierro No.7 legítimo Grado 40	39	varilla	Q. 151.53	_	5,949.3		
Hierro No.8 legítimo Grado 40	76	varilla	Q. 197.81		14,991.9		
Alambre de amarre	289	lb	Q. 6.00	_	1,736.5		
Parales de 2" X 3" X 10'	408	pie-tabla	Q. 4.50	_	1,837.5		
Tablas de 1" x 12" x 10'	327	pie-tabla	Q. 4.50		1,470.0		
Clavos de 3"	33	lb	Q. 5.00		163.3		
Clavos de 4"	33	lb	Q. 5.00	) Q.	163.3		
			Total materiales	Q.	42,799.3		
MANO DE OBRA							
Encofrado	28.00	ml	Q. 25.00	Q.	700.0		
Armado de eslabones No.4	290	unidad	Q. 3.00	Q.	870.0		
Armado de estribos No.4	117	unidad	Q. 5.00	Q.	585.0		
Armado de acero longitudinal	28.00	ml	Q. 200.00	) Q.	5,600.0		
Preparación y fundición de concreto	11	mª	Q. 500.00		5,600.0		
Desencofrado	28.00	ml	Q. 15.00	Q.	420.0		
			Total Mano de Obra	Q.	13,775.0		
		COSTO D	IRECTO (Materiales + M.O.)	Q.	56,574.3		
		COSTO IN	IDIRECTO (35%)	Q.	19,801.0		
COSTO	TOTAL DEL	DENCL	an an	To.	76,375.3		

RENGLON: DIAFRAGMA EXTERIOR	PRESUPUESTO		PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
5.40 ML						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO		TOTAL	
MATERIALES						
Cemento gris UGC 4000 psi	10	sacos	Q.	71.00	Q.	695.80
Arena de Río	1	m³	Q.	150.00	Q.	82.50
Piedrin 3/4"	1	m³	Q.	195.00	Q.	107.25
Hierro No.3 legítimo Grado 40	8	varilla	Q.	27.89	Q.	224.67
Hierro No.5 legítimo Grado 40	2	varilla	Q.	77.29	Q.	148.53
Hierro No.7 legítimo Grado 40	4	varilla	Q.	151.53	Q.	603.88
Alambre de amarre	12	lb	Q.	6.00	Q.	71.92
Parales de 2" X 3" X 10'	63	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	285.00
Tablas de 1" x 12" x 10'	51	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	228.00
Clavos de 3"	5	lb	Q.	5.00	Q.	25.33
Clavos de 4"	5	lb	Q.	5.00	Q.	25.33
			Total mate	riales	Q.	2,498.22
MANO DE OBRA						
Encofrado	5.40	ml	Q.	25.00	Q.	135.00
Armado de eslabones No.3	27	unidad	Q.	2.00	Q.	54.00
Armado de estribos No.3	27	unidad	Q.	3.00	Q.	81.00
Armado de acero longitudinal	5.40	mi	Q.	120.00	Q.	648.00
Preparación y fundición de concreto	1	m³	Q.	500.00	Q.	500.00
Desencofrado	5.40	ml	Q.	15.00	Q.	81.00
			Total Mand	o de Obra	Q.	1,499.00
		COSTO D	IRECTO (Mat	teriales + M.O.)	Q.	3,997.2
		COSTO II	NDIRECTO (3	5%)	Q.	1,399.0
COSTO	TOTAL DE	DENO	ON		Q.	5.396.20

RENGLON: DIAFRAGMA INTERIOR	PRESUPUESTO		PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR			
2.70 ML			UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	1	TOTAL	
MATERIALES				_		
Cemento gris UGC 4000 psi	5	sacos	Q. 71.0		347.90	
Arena de Río	0.5	m³	Q. 150.0	_	75.00	
Piedrin 3/4"	0.5	m³	Q. 195.0		97.50	
Hierro No.3 legítimo Grado 40	3	varilla	Q. 27.8	-	95.4	
Hierro No.5 legítimo Grado 40	1	varilla	Q. 77.2		74.20	
Hierro No.6 legítimo Grado 40	1	varilla	Q. 111.3		109.10	
Hierro No.7 legítimo Grado 40	2	varilla	Q. 151.5	-	301.9	
Alambre de amarre	7	lb	Q. 6.0		42.6	
Parales de 2" X 3" X 10'	40	pie-tabla	Q. 4.5		178.1	
Tablas de 1" x 12" x 10'	32	pie-tabla	Q. 4.5		142.50	
Clavos de 3"	6	lb	Q. 5.0	-	31.6	
Clavos de 4"	6	lb	Q. 5.0		31.6	
			Total materiales	Q.	1,527.8	
MANO DE OBRA						
Encofrado	2.70	ml	Q. 25.0	_	67.5	
Armado de eslabones No.3	9	unidad	Q. 2.0	0 Q.	18.0	
Armado de estribos No.3	9	unidad	Q. 3.0	0 Q.	27.0	
Armado de acero longitudinal	2.70	ml	Q. 120.0		324.0	
Preparación y fundición de concreto	0.5	m³	Q. 500.0	0 Q.	250.0	
Desencofrado	2.70	ml	Q. 15.0	-	40.5	
			Total Mano de Obra	Q.	727.0	
		COSTO D	IRECTO (Materiales + M.O.)	Q.	2,254.8	
		COSTO II	NDIRECTO (35%)	Q.	789.1	
COSTO	TOTAL DEL	DENGL	ON	To.	3.044.0	

RENGLON: LOSA + BANQUETA 70m²	PRESUPUESTO PROYECTO: DISEÑO DE UBICACIÓN: LAS LLANU						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL		
MATERIALES	455		Q.	71.00	Q.	11,007.56	
Cemento gris UGC 4000 psi	155	sacos m³	Q.	150.00	Q.	1.350.15	
Arena de Río	9.0	m³	Q.	195.00	Q.	1,755.20	
Piedrin 1/2"	9.0		Q.	49.49	Q.	11,867.33	
Hierro No.4 legítimo Grado 40	240	varilla	Q.	6.00	Q.	822.15	
Alambre de amarre	137	lb		4.50	Q.	3.937.50	
Parales de 2" X 3" X 10'	875	pie-tabla	Q.	4.50			
Tablas de 1" x 12" x 10'	700	pie-tabla	Q.		Q.	3,150.00	
Clavos de 3"	70	lb	Q.	5.00	Q.	350.00	
Clavos de 4"	70	lb	Q.	5.00	Q.	350.00	
Tubo HG de 3". (BAP)	1	unidad	Q.	557.00	Q.	557.00	
			Total mate	riales	Q.	35,146.87	
MANO DE OBRA							
Entarimado	63.00	m²	Q.	80.00	Q.	5,040.00	
Armado de cama inferior	70.00	m²	Q.	75.00	Q.	5,250.00	
Armado de cama superior	70.00	m²	Q.	75.00	Q.	5,250.00	
Preparación y fundición de concreto	16	m³	Q.	500.00	Q.	7,910.00	
Desencofrado	63.00	m²	Q.	40.00	Q.	2,520.00	
Instalacion de tubo HG de 3" (BAP)	10.00	unidad	Q.	5.00	Q.	50.00	
			Total Mand	de Obra	Q.	26,020.00	
		совто п	IRECTO (Mat	teriales + M.O.)	Q.	61,166.8	
1			NDIRECTO (3		Q.	21,408.4	
COSTO	TOTAL DE	DENGI	ON		Q.	82,575.2	

RENGLON: BARANDA + PASAMANOS 18 Unidades			PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD 5	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
MATERIALES						
Cemento gris UGC 4000 psi			Q. 71.	00 Q.	320.07	
Arena de Río	0.5	m³	Q. 150	00 Q.	75.45	
Piedrin 1/2"	0.5	m³	Q. 195	00 Q.	98.09	
Hierro No.4 legítimo Grado 40	16	varilla	Q. 49	49 Q.	801.43	
Hierro No.3 legítimo Grado 40	13	varilla	Q. 27	89 Q.	368.70	
Alambre de amarre	13	lb	Q. 6	00 Q.	79.93	
Tablas de 1" x 12" x 10'	60	pie-tabla	Q. 4	50 Q.	270.00	
Clavos de 3"	6	lb	Q. 5	00 Q.	30.00	
Tubo HG de 2"	5	unidad	Q. 339	75 Q.	1,567.38	
			Total materiales	Q.	3,611.04	
MANO DE OBRA						
Encofrado	18.00	ml	Q. 20	00 Q.	360.00	
Armado de estribos No.3	144	unidad	Q. 2	00 Q.	288.00	
Armado de acero No.4	18.00	mi	Q. 40	00 Q.	720.00	
Preparación y fundición de concreto	0.5	m³	Q. 500	00 Q.	230.00	
Desencofrado	18.00	ml	Q. 10	00 Q.	180.00	
Instalacion de tubo HG 3"	16.00	unidad	Q. 40	00 Q.	640.00	
	-		Total Mano de Obra	Q.	2,418.00	
		COSTO D	IRECTO (Materiales + M.O	) Q.	6,029.04	
COSTO INDIRECTO (35%)				Q.	2,110.16	
COSTO	TOTAL DEL	RENGLO	ON	Q.	8,139.20	

RENGLON: JUNTA DE CONSTRUCCIÓN Y ANCLAJE	PRESUPUESTO			PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO		TOTAL	
MATERIALES							
Platina de 6"x1/2"x1.75m	8	unidad	Q.	886.00	Q.	7,088.00	
Angular de 3"x3"x3/8"x1.75m	4	unidad	Q.	805.00	Q.	3,220.00	
Hierro No.4 legítimo Grado 40	2	varillas	Q.	49.49	Q.	98.98	
Placa angular de 6"x8 1/2"x1/2"x.30m	0.50	unidad	Q.	1,837.00	Q.	918.50	
Perno Ø1" + Roldana + Tuerca	8	Global	Q.	200.00	Q.	1,600.00	
			Total	materiales	Q.	12,925.48	
MANO DE OBRA							
Instalación junta de construcción	1	Global	Q.	2,601.75	Q.	2,601.75	
Instalación de anclaje	1	Global	Q.	629.63	Q.	629.63	
•			Total	Mano de Obra	Q,	3,231.37	
		COSTO D	IRECTO	(Materiales + M.O.)	Q.	16,156.85	
		COSTO IN	IDIREC	TO (35%)	Q.	5,654.90	
COSTO	TOTAL DEL	RENGL	ON		Q.	21,811.75	

COSTO TOTAL	Q. 428,481.64
-------------	---------------



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



O.T. No. 30 150	EXAMEN BAC	TERIOLOGICO	INF. No. A – 313 505	
	VID COJTI AJTZAC 1715009)	PROYECTO: EPS "DISEÑO DEL SISTEM AGUA POTABLE PARA EL GUATEMALA, CHIMALTEN	SECTOR MOLINO, TECPÁN	
MUESTRA RECOLECTADA I	POR interesado	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGEN	IERÍA/USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN I LA MUESTRA: FUENTE:	DE <u>ESTADIO MUNICIPAL</u> TECPÂN GUATEMALA Nacimiento	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2012-07-18;10 h 30 hrs. 2012-07-18; 15 h00 min.	
MUNICIPIO:	Tecpán	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración	
DEPARTAMENTO: SABOR:	Chimaltenango	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN		
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL	Lig.cantidad	
OLOR:	Inodora	ODORO RESIDUAD		
INVESTIC	GACION DE COLIFORM	ES (GRUPO COLI – AEROGEN	VES)	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIV		
PROEDAS NORMALES	FROEBA FRESUNTIVA	FORMACION DE	EGAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C	
10,00 cm <sup>3</sup>	++++	++++	++++	
01,00 cm <sup>3</sup>	++	++		
00,10 cm <sup>3</sup>		Innecesaria	Innecesaria	
RESULTADO: NÚMERO MAS COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>	S PROBABLE DE GÉRMENES	50	23	
– W.E.F. 21 <sup>ST</sup> NORMA COGI OBSERVACIONES: Bacteriológ	JANOR NGO 4 010. SISTEMA icamente el agua se enmarca en la 1 n. Según normas internacionales de n. Según normas internacionales de CENTRO DE INVESTIGACIONES ANO MORALES DE MOSEMERIA	TION OF WATER AND WASTEWAT INTERNACIONAL DE UNIDADES (S CLASIFICACIÓN I, calidad bacteriológica la Organización Mundial de la Salud para F  Zenon Much Salud Ing. Cultroco Col. No. 4/ M. Sc. en Ingeniería Sanit Jefe Técnico Laboratorio	GI), GUATEMALA.  que no exige más que un uentes de Agua.    GACIONES   DE INCES   DE INC	

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC— Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt



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



O.T. No. 30 150		ANALISIS FISICO	O QUIMICO SANITAI	RIO	-	INF. No. 24 923	
ESDRAS DA INTERESADO: (Carné No. 20	VID COJTI AJTZ 00715009)	AC	PROYECTO:	DE AG	ISEÑO DEL SISTEMA DE UA POTABLE PARA EL N GUATEMALA, CHIMAI	SECTOR MOLIN	
RECOLECTADA POR:	Interesado		DEPENDENCIA:		FACULTAD DE INGEN		
LUGAR DE RECOLECCIÓN: Interesado  ESTADIO MUNICIPAL, TECPÁN GUATEMALA		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2012-07-18; 10 h 30 min.					
FUENTE:	Nacimient	0	FECHA Y HORA DE	LLEGADA AL LAB.:	2012-07-18; 15 h 00 mi	n.	
	-		CONDICIÓN DEL TR	ANSPORTE:			
MUNICIPIO:	Tecpán			Con refrigeración			
DEPARTAMENTO:	Chimaltena						
		RESUL	TADOS	La mountain and			
I. ASPECTO: Clara		4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATUR (En el momento de recoles			
2. COLOR: 05,00	Unidades	5. SABOR:		8 CONDUCTIVII	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 270,00 μmhos/cm		
3. TURBIEDAD: 02,00	UNT	6.potencial de Hidrógeno ( pH) :	07,14 unidades				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SU	USTANCIAS	mg/L	
I. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,19	6. CLORUROS (CI')	24,50	11. SOLIDOS TO	TALES	175,00	
2. NITRITOS (NO2')	00,348	7. FLUORUROS ( F )	80,00	12. SOLIDOS VO	12. SOLIDOS VOLÁTILES		
3. NITRATOS (NO3')	52,40	8. SULFATOS (SO <sup>-2</sup> <sub>4</sub> )	16,00	13. SOLIDOS FIJO	os	151,00	
4. CLORO RESIDUAL		9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN	SUSPENSIÓN	5,00	
5. MANGANESO (Mn)	00.040	10. DUREZA TOTAL	140,00	15. SOLIDOS DIS	UELTOS	143,00	
		ALCALINIDA	D (CLASIFICACIÓN)	1			
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00.00			90,00		90,00		
OTRAS DETERMINACIONES					7.5100		
OBSERVACIONES: Desde el	punto de vista de	la calidad física y química el a	agua cumple con las r	ormas internacionales	de la Organización Mune	dial de la Salud pa	
TÉCNICA "STANDARD METHODS FO	OR THE EXAMINATIO 001 (AGUA POTABLE	N OF WATER AND WASTEWATER Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.	" DE LA A.P.H.A. – A.W.V	V.A W.E.F. 21 <sup>ST</sup> EDITION	2 005, NORMAS COGUANOR	R NGO 4 010 ( SISTEM	
Guatemala, 2012-08-08	market in the state of the stat	SAN CARLOS OF			HY.		
	TERSIDAD Y	OF GUATER		101 Lud	A CC	UNIFICADO DE MO	
$\triangleleft$	13	11/4		DUME	5 E	SANITARÍA	
-	CO CENTRO	DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA	Ze	Much (S)	antos 3	TABARINI MOUINA.	
Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano DIRECTORA CA//US	Morales DI	RECCION	M. Se	en Ingenieria	Sanitaria	PUATEWALA	
Singer out Caros		FACULTAD DE ING	ENIERÍA —USAC-	-			
\	Teléfono directo	Edificio T-5, Ciudad 9: 2418-9115, Planta: 2418-	Universitaria zona 1	2 86221 Fax: 2418-9	121		



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



### ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.:

0258 S.S.

O.T.:

30.151

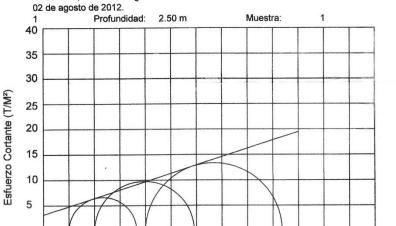
INTERESADO: Esdras David Cojtí Ajtzac

PROYECTO:

EPS-"Diseño de puente vehicular Las Llanuras, Kilómetro 86 ruta Interamericana, Tecpán,

Guatemala, Chimaltenango"

Fecha: pozo:



30 35

Esfuerzo Normal (T/M²)

40 45

50

#### DADAMETROS DE CORTE

0 5

PARAMETROS DE CORTE:	
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : Ø = 18.06°	COHESIÓN: Cu = 3.19 T/m <sup>2</sup>

TIPO DE ENSAYO:

No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Arena limo arcillosa color café oscuro. 2.5" X 5.0"

10 15 20

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA:
OBSERVACIONES:
Muestra t

OBSERVACIONES. Widestra tome	da por el litteresado.		
PROBETA No.	1	1	111
PRESION LATERAL (T/m²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m²)	13.28	19.55	26.75
PRESION INTERSTICIAL u(T/m²)	×	X	×
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.5	5.0	7.5
DENSIDAD SECA (T/m3)	1.14	1.14	1.14
DENSIDAD HUMEDA (T/m³)	1.52	1.52	1.52
HUMEDAD (%H)	33.9	33.9	33.9

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maridela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mende Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA -USACedificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 ono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt

