



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE CARRETERA HACIA
LA ALDEA LOS MALDONADO DEL MUNICIPIO DE
MALACATANCITO, HUEHUETENANGO**

Edwin Noé Gómez Gómez

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, febrero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA
POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE
CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS MALDONADO DEL
MUNICIPIO DE MALACATANCITO, HUEHUETENANGO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

EDWIN NOÉ GÓMEZ GÓMEZ

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V:	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR:	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR:	Inga. Mayra García Soria de Sierra
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS MALDONADO DEL MUNICIPIO DE MALACATANCITO, HUEHUETENANGO,”

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 27 de octubre de 2006.



EDWIN NOÉ GÓMEZ GÓMEZ



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 12 de octubre de 2009.
Ref.EPS.DOC.1449.10.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edwin Noé Gómez Gómez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200113264**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS MALDONADO DEL MUNICIPIO DE MALACATANCITO HUEHUETENANGO”**.

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

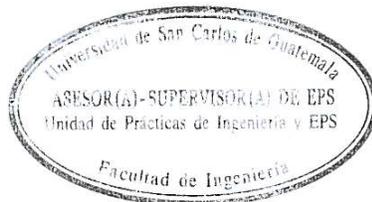
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todas”

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
SJRS/ra





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 12 de octubre de 2009.
Ref.EPS.D.702.10.09

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

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS MALDONADO DEL MUNICIPIO DE MALACATANCITO HUEHUETENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edwin Noé Gómez Gómez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



NISZ/ra



Guatemala,
20 de enero de 2010

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS MALDONADO DEL MUNICIPIO DE MALACATANCITO HUEHUETENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edwin Noé Gómez Gómez, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
Coordinador del Área de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
20 de enero de 2010

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS MALDONADO DEL MUNICIPIO DE MALACATANCITO HUEHUETENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edwin Noé Gómez Gómez, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Edwin Noé Gómez Gómez, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS MALDONADO DEL MUNICIPIO DE MALACATANCITO, HUEHUETENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



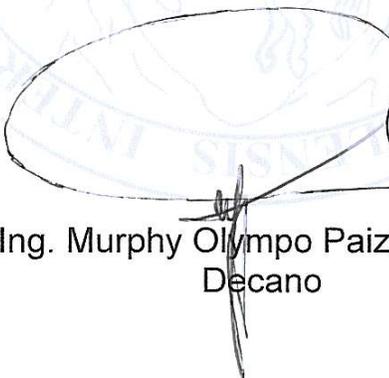
Guatemala, febrero de 2010

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO Y DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS MALDONADO DEL MUNICIPIO DE MALACANTANCITO, HUEHUETENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Noé Gómez Gómez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, febrero de 2010

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por ser el pilar fundamental en mi vida
“Porque tú eres mi roca y mi castillo. Por
causa de tu nombre guíame y encamíname”
(Sal.18:2)

Mis padres

Antonio Gómez y Dominga Gómez, que en
vida me brindaron su amor, confianza,
sinceridad, ejemplo, sabiduría y ser la guía
más importante en el desarrollo de mi vida.

Mis hermanos

Por estar siempre conmigo, por ayudarme,
apoyarme en todo y demostrarme lo que es la
unidad.

Mi novia

Por tanto amor y comprensión en mi vida.

Mi familia

Por todo el apoyo que me han dado.

Mis compañeros y amigos

Por apoyarme durante el desarrollo de mi vida.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Porque de él viene la sabiduría.

Mis padres

Antonio Gómez García

Dominga Gómez de Gómez

En memoria de ellos.

**A la Universidad de
San Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de realizar mis
estudios en esta prestigiosa institución.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII

1. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

Monografía del municipio de Malacatancito, Huehuetenango	1
1.1.1. Aspectos históricos de las comunida	1
1.1.2. Aspectos físicos	1
1.1.3. Ubicación y localización	1
1.1.4. Población actual	3
1.1.5. Topografía	3
1.1.5. Clima	3
1.2. Aspectos de infraestructura	
1.2.1. Vías de acceso	4
1.2.2. Tipología de las viviendas	4
1.2.3. Servicios públicos	4
1.2.4. Centros de salud	5
1.2.5. Disposición de aguas servidas	5
1.3. Aspectos socioeconómicos	
1.3.1. Origen de la comunidad	6
1.3.2. Actividad económica	6
1.3.3. Etnia, religión y costumbres	7

1.3.4.	Alfabetismo	7
1.3.5.	Organización comunitaria	7
1.4.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio.	
	Análisis de resultados de la encuesta	8
1.4.1.	Descripción de las necesidades	8
1.4.2.	Priorización de las necesidades	8

2. SERVICIOS PROFESIONALES

2.1 Diseño del sistema de distribución de agua potable del Casco urbano de Municipio de Malacatancito, Huehuetenango.

2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Fuentes de agua	9
2.1.2.1.	Selección de la fuente	9
2.1.2.2 .	Aforo de las fuentes de agua	9
2.1.3.	Calidad de agua	10
2.1.3.1.	Examen bacteriológico	10
2.1.3.2.	Examen físico-químico	11
2.1.4.	Levantamiento topográfico	13
2.1.4.1.	Planimetría	13
2.1.4.2.	Altimetría	13

2.1.5. Cálculo de la población futura	14
2.1.5.1. Población actual y tasa de crecimiento	14
2.1.5.2. Período de diseño	14
2.1.5.3. Población futura	14
2.1.6. Criterios de diseño	15
2.1.6.1. Dotación de agua	15
2.1.6.2. Factores de consumo	17
2.1.6.2.1. Factor día máximo	17
2.1.6.2.2. Factor hora máxima	17
2.1.6.3. Caudales de diseño	18
2.1.6.3.1. Caudal medio diario	18
2.1.6.3.2. Caudal máximo diario	18
2.1.6.3.3. Caudal máximo horario	19
2.1.6.3.4. Velocidades máximas y mínimas	19
2.1.6.3.5. Presión máxima y mínima	19
2.1.7. Diseño hidráulico del sistema de agua potable	20
2.1.7.1. Generalidades básicas	20
2.1.7.2. Tipos de tubería	21
2.1.7.2.1. Tubería de PVC	21
2.1.7.2.2. Tubería de hierro galvanizado	22
2.1.8. Diseño de componentes del sistema	23
2.1.8.1. Red de conducción	23
2.1.8.2. Diseño hidráulico de la línea de conducción	25
2.1.8.3. Sistema de desinfección	36
2.1.9. Estudio de impacto ambiental	38

2.1.10.	Elaboración de planos	42
2.1.11.	Presupuesto del sistema de agua potable	43
2.1.12.	Operación y mantenimiento	47
2.1.13.	Docencia	52
2.1.14.	Evaluación socio-económico	53
2.1.14.1.	Valor presente neto	53
2.1.14.2.	Tasa interna de retorno	54

2.2. Diseño apertura de carretera hacia la aldea Los Maldonado del Municipio de Malacatancito, Huehuetenango.

2.2.1.	Monografía del lugar	55
2.2.1.1.	Ubicación	55
2.2.1.2.	Calidad del suelo	55
2.2.1.3.	Vías de acceso	56
2.2.1.4.	Aspectos demográficos	56
2.2.1.5.	Aspectos climatológicos	56
2.2.1.6.	Actividades productivas	56
2.2.1.7.	Saneamiento ambiental	57
2.2.1.8.	Aspectos socioculturales	57
2.2.1.9.	Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas	57
2.2.2.	Diseño de apertura de camino vecinal	58
2.2.2.1.	Descripción del proyecto	58
2.2.2.2.	Levantamiento topográfico	60
2.2.2.2.1.	Creación de planos	62
2.2.2.3.	Vías actuales de comunicación de los habitantes	64

2.2.2.4. Período de diseño	65
2.2.2.5. Diseño de camino vecinal	65
2.2.2.5.1. Cálculo de movimiento de tierras	78
2.2.2.5.2. Diseño de cunetas laterales para evacuación de aguas pluviales	79
2.2.2.5.3. Estudio y diseño de compactación	83
2.2.3. Cuantificación y presupuesto	89
2.2.3.1. Presupuesto de mano de obra	89
2.2.3.2. Integración de precios unitarios y materiales	95
2.2.4. Estudio de impacto ambiental	
2.2.4.1. Análisis de medio ambiente y su conservación	99
2.2.4.2. Estudio de impacto ambiental de construcción	100
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	107
APÉNDICE	109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Elementos de curva circular simple	66
2. Sección de una curva vertical	70
3. Representación de información granulométrica	84

TABLAS

I. Resumen de resultados del cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Malacatancito	26
II. Cálculos de momentos al pie del muro	34
III. Resumen de precios unitarios del presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Malacatancito, Huehuetenango	44
IV. Resumen de integración de precios del presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Malacatancito, Huehuetenango	46
V. Cronograma de ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Malacatancito, Huehuetenango	47
VI. Velocidad de diseño, según tipo de sección	58
VII. Valores máximos de curvatura para cada velocidad	68
VIII. Valores de k, según velocidad de diseño	72
IX. Resumen de precios unitarios del presupuesto del diseño de la carretera hacia la aldea Los Maldonado del municipio de Malacatancito	95

X.	Resumen de la integración de precios del presupuesto del diseño de la carretera hacia la aldea Los Maldonado del municipio de Malacatancito	97
XI.	Cronograma de ejecución del diseño de la carretera hacia la aldea Los Maldonado del municipio de Malacatancito	98

LISTA DE ABREVIATURAS

As	Área de acero
A°	Delta de la curva horizontal
AZ	Azimut
C	Coefficiente de rugosidad de la tubería
Cm	Centímetros
CS	Punto de cambio de círculo a espiral
d	Distancia entre la fibra extrema de compresión y el centroide del elemento
DGC	Dirección General de Caminos
DGA	Departamento de Gestión Ambiental de la Dirección General de Caminos
DH	Distancia horizontal [m].
e	Excentricidad
Sa máx.	Sobre ancho máximo
e máx.	Peralte máximo
ELV	Elevación
Est i	Estación a calcular
f'c	Resistencia del concreto
fy	Resistencia especificada a la fluencia del acero de refuerzo
Fs	Factor de seguridad
gr	Gramos
Hf	Pérdida de carga por fricción [mca.]
HG	Hierro galvanizado
hi	Altura del instrumento [m].
hm	Hilo medio [m].
Ka	Coefficiente del empuje activo de suelos
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado

Kg/m	Kilogramo por metro
Kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
Kg-m/m	Kilogramo-metro por metro
Kp	Coefficiente del empuje pasivo de suelos
K.P.H.	Kilómetros por hora
Km	Kilómetro
L	Longitud [m]
L/hab/día	Litros habitante por día
L/s	Litros por segundo (caudal)
Lb	Libra
Lb/pie	Libra por pie
Lb/pie²	Libra por pie cuadrado
Lb/pie³	Libra por pie cúbico
M	Momento
m	Metro lineal
m/s	Metros por segundo
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m.c.a.	Metro columna de agua
Mú	Momento último
n	Período de diseño [años]
O M	Ordenada media
P C	Punto en donde comienza la curva circular simple
P T	Punto en donde termina la curva circular simple
Po	Población inicial [Hab]
Pf	Población futura proyectada [Hab]
P.O.	Punto observado

PIV	Punto de intersección vertical
PVC	Material fabricado a partir de cloruro de polivinilo
Psi	Libras por pulgada cuadrada
P U	Precio unitario
Pulg	Pulgadas
q	Capacidad soporte
Q	Caudal
r	Tasa de crecimiento de la población, expresado en %
S	Espaciamiento
ST	Punto de espiral a tangente
t	Espesor de losa [cm]
Tang	Tangente
Ton/m²	Tonelada por metro cuadrado
W	Carga
γ	Peso específico del material
β	Ángulo vertical en grados, minutos y segundos [° ' "]
≡	Altura de instrumento

GLOSARIO

AASHTO	Siglas de la <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> (Asociación Americana de Autopistas Estatales y Oficiales de Transporte).
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Aforo	Medir el volumen de agua en una unidad de tiempo.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Alcantarilla	Son conductos que se construyen debajo de la subrasante de una carretera u obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas.
ASTM	American Society for Testing and Materials
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.
Banco de marca	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.

Cabezales	Muro central de entrada y salida de las tuberías diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.
Caudal	Cantidad o volumen de agua por unidad de tiempo.
Carretera	Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía.
Compactación	Es la técnica por la cual los materiales reducen sus vacíos y por ende aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
Contracuneta	Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.
Consumo	Cantidad de agua, que realmente es usada por una persona.
Corona	Superficie final de la carretera, comprendida entre sus hombros.
Corte	Es el material no clasificado que se excava dentro de los límites de construcción de terraplenes.
Cota piezométrica	Es la altura de presión del agua que se tiene en un punto dado.

Cota de terreno	Elevación del terreno sobre un nivel de referencia.
Curvas de nivel	Es la representación gráfica de los niveles del terreno.
Demanda	Cantidad de agua deseada por el usuario.
Dotación	Cantidad de agua que se asigna a una persona por día.
Drenajes	Son los medios utilizados para controlar las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejorar las condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos.
Excavación	Es la operación de extraer y remover cualquier clase de material dentro de los límites de construcción, para incorporarlo al camino.
Grado de curvatura	De acuerdo con el tipo de carretera, se fija un grado máximo de curva por usarse que llene las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño.
Obras de arte	Con este nombre se incluyen aquellas obras indispensables para el buen funcionamiento, protección y durabilidad del sistema de agua potable, como por ejemplo: captación, caja reunidora de

caudales, caja rompe-presión, válvulas de limpieza, válvulas de compuerta, etc.

Pendiente	Relación entre la diferencia de cotas y la distancia horizontal contemplada entre dos puntos.
P.E.A.	Población Económicamente Activa
Presión	Carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.
Pérdida de carga	Disminución de la presión dinámica debida a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
Rasante	Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.
Sección típica	Es la sección seleccionada en diseño que permanece uniforme, la mayoría de veces en toda la extensión de una carretera.
Sección transversal	Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.
Talud	Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes.

Tangente horizontal Tramo recto del alineamiento horizontal de una carretera.

Tangente vertical Tramo recto del alineamiento vertical de una carretera.

RESUMEN

Este trabajo de graduación trata de la planificación y diseño de un sistema de agua potable del municipio de Malacatancito, y un diseño de carretera que conduce del municipio de Malacatancito a la aldea Los Maldonado, este consta de dos fases.

La primera fase de investigación, que trata de la investigación monográfica específica de del municipio de Malacatancito del departamento de Huehuetenango; aquí podemos encontrar información sobre aspectos generales de la comunidad, ubicación y acceso, situación demográfica, topografía e hidrografía, aspectos climáticos, aspectos económicos y actividad productiva, servicios básicos de cada comunidad. También una investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura, teniendo en cuenta la descripción de las necesidades y la priorización de las necesidades.

La segunda fase de servicio profesional, que consta de todo el proceso para el diseño y la planificación, tomando en cuenta todos los criterios técnicos y requerimientos para ambos proyectos, dejando constancia de todos los cálculos y soluciones propuestas a los problemas planteados. También se incluyen planos constructivos, presupuestos, cronogramas y especificaciones técnicas.

OBJETIVOS

General:

- Diseñar el sistema de distribución de agua potable para el casco urbano del municipio de Malacatancito y de la carretera que conduce hacia la aldea Los Maldonado del mismo municipio.

Específicos:

1. Diagnosticar y analizar necesidades de infraestructura no satisfechas para la selección de los proyectos a realizar.
2. Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua, para el municipio de Malacatancito.
3. Mejorar la libre locomoción de los habitantes de la aldea Los Maldonado.
4. Facilitar el acceso vehicular y peatonal.
5. Incrementar el desarrollo económico y social al mejorar las vías de acceso a la aldea Los Maldonado.

INTRODUCCIÓN

Como proyección, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacia la sociedad guatemalteca, el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) tiene como objetivo brindar apoyo técnico a diferentes entidades para diagnosticar y planificar proyectos de infraestructura de beneficio común.

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en la Oficina Municipal de Planificación del municipio de Malacatancito, departamento de Huehuetenango. Tomando en cuenta la información proporcionada por la Oficina Municipal de Planificación, sobre las necesidades y prioridades existentes en este municipio de acuerdo a los aspectos sociales, culturales y económicos. Por tal razón se proponen dos proyectos: un sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Malacatancito, ya que un sector no cuenta con este servicio básico, lo cual provoca deterioro en la salud de esta comunidad.

El otro proyecto es el diseño una carretera para la aldea Los Maldonados, ya que actualmente no se cuenta con un paso adecuado, según las necesidades existentes de crecimiento económico, el cual contribuirá al desarrollo de las comunidades del municipio.

1. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

Monografía del municipio de Malacatancito, Huehuetenango.

1.1.1 Aspectos históricos de las comunidades

Malacatancito, nombre oficial de este municipio de Huehuetenango, es un diminutivo españolizado de Malacatán, con el que durante mucho tiempo se conoció a esta localidad. Sin embargo, a principios de este siglo se dispuso cambiarle de nombre para diferenciarlo del municipio de Malacatán, del departamento de San Marcos. En lengua Nahuatl "Malacatán" significa "junto a los malacates o husos para hilar".

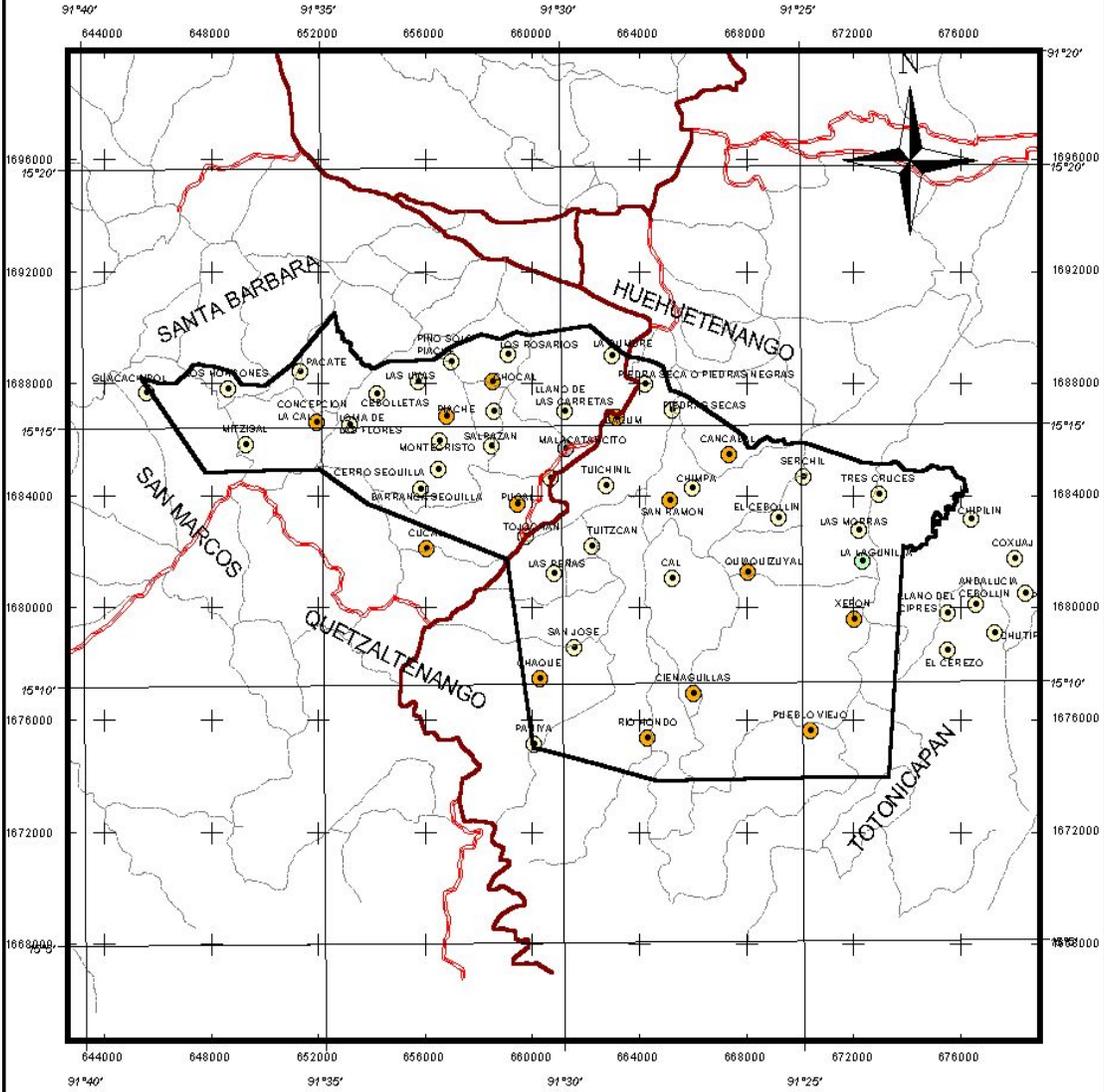
1.1.2 Aspectos físicos

Según el Instituto Nacional de Bosques INAB, las condiciones geofísicas del municipio de Malacatancito corresponden a las tierras metamórficas y tierras altas volcánicas.

1.1.3 Ubicación y localización

Malacatancito se localiza en el extremo sur del departamento de Huehuetenango, la distancia desde la cabecera departamental es de 17,5 kilómetros y desde la ciudad capital 248 kilómetros.

MUNICIPIO DE MALACATANCITO, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO



4000 0 4000 Meters

1:250000

Altitud: 1750 MSNM
 Area Total: (Aproximada)
25826.117 Hectáreas



PROYECCION TRANSVERSAL DE MERCATOR
 Zona 15 esteroide de clake de 1866
 Datum Vertical: Nivel del Mar en el Puerto de San José en 1950.
 Datum Horizontal: Datum Norteamericano de 1927.

FUENTE:
 Ministerio de Agricultura,
 Ganadería y Alimentación (MAGA).
 Unidad de Sistema de Información Geográfica (USIGHUE).

Legenda	
	Carréteras
	Asfaltado
	No Asfaltado
	Veredas
	Centros Poblados
	CASERIO
	PARAJE
	PUEBLO
	Li mite Municipal (Aproximado)

UNIDAD DE SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DE HUEHUETENANGO

Se solicita a los usuarios que tengan correcciones Adiciones y/o comentarios, notificarlos a:

Unidad de Sistema de Información Geográfica de Huehuetenango - USIG HUE.
 Edificio de Gobernación Departamental Huehuetenango

Preparado y Publicado por USIG HUE
 Agosto 2.002 (Edson Sosa, Carlos Saucedo).

1.1.4 Población actual

Sexo		
H	M	Total
7735	7788	15522

Cuenta con un total de habitantes de 15522 de distintas edades.

1.1.5 Topografía

Malacatancito cuenta con una topografía quebrada, ondulada y plana.

1.1.6 Clima

La estación meteorológica más cercana según datos obtenidos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, es la estación de Huehuetenango, ubicada a 15°14'40" de latitud y 91°29'56" de longitud, a 1,709.34 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo al Mapa Climatológico de la República de Guatemala, según el Sistema Thornhnwaite, en el área prevalece un clima templado en toda el área de la zona. Sus altitudes varían desde 1,500 a 2,500 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 20° centígrados y una precipitación media anual de 1,075 mm. Los meses en que el clima se torna frío es de noviembre a enero, los meses más calurosos son marzo y abril.

1.2 Aspectos de infraestructura

1.2.1 Vías de acceso

Posee tres entradas principales sobre la carretera CA-1; la primera se encuentra aproximadamente en el kilómetro 245.8 y dista del centro de la población 1.2 kilómetros, con un total de 247 kilómetros hasta el parque de la ciudad, la segunda se encuentra aproximadamente en el kilómetro 247.7 y dista del centro de la población 1.2 kilómetros, lo cual suma 248.9 hasta el parque de la ciudad, la tercera se ubica en el kilómetro 248.2, y dista del centro del pueblo 1.65 kilómetros, lo que alcanza 249.85 kilómetros; las tres entradas se ubican de este a oeste sobre el lado izquierdo de la carretera panamericana, la cual está asfaltada.

1.2.2 Tipología de las viviendas

En el municipio el 66% es de tipo rancho tradicional, hechas de madera o adobe, con techo de paja o teja, con piso de tierra y con poca o ninguna división interna, el restante 44% del total de las poblaciones es de tipo moderno hechas a base de ladrillo o block, hechas de lámina, con piso mosaico y con sus respectivas divisiones internas, también del total de viviendas el 97% son dueños de su vivienda y el otro 3% las reciben en usufructo o las alquilan.

1.2.3 Servicios públicos

Educación: En la cabecera municipal funciona un instituto nacional de nivel medio, una escuela de educación primaria, una de educación pre-primaria, dos colegios privados de educación básica y una academia particular de mecanografía, además de contar con un centro cultural, el cual imparte clases

de computación, música y baile y que también presta los servicios de biblioteca y talleres de lectura infantil.

Agua: la municipalidad presta los servicios de desarrollo municipal civil, dentro de los cuales cuenta con servicio de agua potable, del cual el 90% de la población urbana tiene acceso a él y el 10% no lo posee, estos últimos se abastecen por medio de agua de pozo.

Energía eléctrica domiciliar: la cobertura de servicio de energía eléctrica es de 62% para el área urbana y 38% para el área rural.

Alumbrado público: Malacatancito cuenta con un sistema de alumbrado público en toda la cabecera municipal; éste servicio es cobrado a través de recibos de la energía eléctrica domiciliar.

Sistema de recolección de basura: solo 70% de viviendas cuenta con el mismo, el resto de la población utiliza terrenos baldíos y la ribera de los ríos para deshacerse de los desechos.

1.2.4 Centros de Salud

Los servicios médicos son prestados por un centro de salud, el cual cuenta con médicos de planta, además se cuenta con una clínica dental dentro del centro de salud.

1.2.5 Disposición de aguas servidas.

Únicamente el 70% de la población de la cabecera municipal cuenta con éste servicio, el resto posee fosas sépticas.

1.3 Aspectos socioeconómicos

1.3.1 Origen de la comunidad

En el territorio que actualmente abarca el municipio de Malacatancito, de acuerdo con las investigaciones arqueológicas, hay evidencia de que estuvo habitado por lo menos desde el periodo llamado protohistórico (entre 1200 y 1524 de la era cristiana).

1.3.2 Actividad económica

AGRÍCOLA: La producción agrícola se dedica mayoritariamente al autoconsumo, particularmente el maíz, frijol, frutas y hortalizas. Datos proporcionados por representantes de 54 comités promejoramiento (100%) así lo indican. En 38 comunidades (70%), expresaron dedicar parte de su producción al comercio, tanto local como fuera de la jurisdicción. En ese orden, solamente 16 (30%) lo hacen en la cabecera municipal y 29 (54%) efectúan sus ventas fuera del municipio.

PECUARIA: en 13 aldeas y caseríos (24%) expresaron explotar ganado menor. En especial cerdos. Muchas familias también explotan otras especies menores; sin embargo lo hacen con orientación al consumo directo. Lo mismo sucede con las aves de corral, mencionadas con relativa importancia en 40 centros poblados (74%).

Población económicamente activa (PEA).

La fuerza laboral representa el 40.92 % de la población en edad de trabajar. Es decir la comprendida entre los 7 años y más de edad. De esta el 44

% son actividades agrícolas, un 19 % en la construcción, un 17 % servicios y el 9 % en la industria y el 8 % restante en actividades comerciales.

De la PEA un 80.25 % son hombres y el 19.75 % son mujeres.

1.3.3 Etnia, religión y costumbres

Religión: En el Municipio, al igual que en cualquier parte del país, existe libertad de culto, pero básicamente predominan las religiones católica y evangélica.

Fiesta titular: La fiesta titular de Malacatancito se celebra del 23 al 26 de julio, en homenaje a Santa Ana, patrona del pueblo. El día principal es el 26, fecha en la que la Iglesia Católica conmemora a la Señora Santa Ana, madre de la virgen María.

1.3.4 Alfabetismo

Población alfabetada y analfabetada

Alfabetada	Analfabetada
8234	3854

1.3.5 Organización comunitaria.

El municipio de Malacatancito está sectorizado y en cada uno de ellos existe una organización comunitaria o podría decirse que hay COCODE para representar a cada aldea del sector.

1.4 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio.

Análisis de resultados de la encuesta

1.4.1 Descripción de las necesidades

El municipio de Malacatancito requiere que le sean satisfechas necesidades de diversa índole, para nuestro caso mencionamos sólo las necesidades de infraestructura y servicios básicos.

Se requiere la construcción de un servicio de agua potable que permita el sustento necesario para la comunidad y una vía de acceso que pueda comunicar a la aldea los Maldonado con el departamento de Malacatancito.

1.4.2 Priorización de las necesidades

Tomando en cuenta que la vía de acceso es un pilar fundamental para el desarrollo de cualquier conglomerado social y que la función primordial de la municipalidad local es promover el desarrollo de la comunidad a la cual representa, se hace fácil detectar la prioridad que tiene el diseño la carretera así como también la construcción del sistema de agua potable.

2.SERVICIOS PROFESIONALES

2.1 Diseño del sistema de conducción de agua potable del casco urbano de municipio de Malacatancito, Huehuetenango.

2.1.1 Descripción del proyecto

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado se hará el diseño del sistema de conducción de agua potable del casco urbano del municipio de Malacatancito departamento de Huehuetenango.

2.1.2 Fuentes de agua

2.1.2.1 Selección de la fuente

Existen una fuente para abastecer a un sector del municipio; el manantial es de ladera y el agua que brota, es de muy buena apariencia porque posee la característica de ser incolora, inodora y sinsabor, por lo que solamente basta con hacerle sus exámenes químicos-bacteriológicos y desinfectarla con cloro líquido, por ser menos peligroso su manejo

Además de hacer una selección lógica de la fuente, también se tomó en cuenta la posesión del derecho de uso de parte de los interesados.

2.1.2.2 Aforo de las fuentes de agua

Se puede observar el resultado obtenido del aforo realizados por el método volumétrico. El procedimiento es el siguiente: utilizando una cubeta de 20 litros de volumen, se recibió la mayor parte posible de corriente del

manantial por medio de un canal, tomando el tiempo de llenado por medio de un cronómetro; realizando 5 medidas se promediaron y se obtuvieron los siguientes resultados:

NACIMIENTO	OPERADOR	DISTANCIA	CAUDAL
1	Noé Gómez	2700.2 M.	0.25 Lts.

2.1.3 Calidad de agua

En este estudio de agua se hace con la finalidad de conocer su calidad, es decir, se establece su potabilidad y grado de pureza; para determinar el tratamiento necesario a seguir.

2.1.3.1 Examen bacteriológico

Examen de laboratorio que determina la presencia de bacterias presentes en el agua = NMP (número más probable).

Al aplicar esta prueba al agua de la fuente que abastecerá la aldea, se obtuvieron los siguientes resultados:

Número de bacterias por cm ³	= 45.0
Número probable de gérmenes	= Total a 35 °C = 95.0
Coliformes / 100 cm ³	= Total a 44.5 °C = 4.0

2.1.3.2 Examen físico-químico

Análisis físico

El agua a estudiar debe obtenerse primordialmente durante el aforo, en recipientes estériles para su mejor resultado.

Este estudio y sus características se obtienen por los sentidos (olfato, vista y gusto). Si el agua ofende a cualquiera de los sentidos se desconfiará de ella y se limitará su uso.

Los factores que se toman en cuenta en este examen son los siguientes:

La temperatura es un factor que se obtiene en el campo, en el momento de su obtención; los demás factores se obtienen en el laboratorio.

El resultado del análisis físico del agua de la fuente que abastecerá al lugar en estudio es el siguiente:

Temperatura = 18.5 grados centígrados

Aspecto = Claro

Sabor = Ninguno

Olor = Inodora

Análisis químico

Este examen determina la cantidad de compuestos químicos presentes en el agua.

Cuando el agua a analizar se utilizará para el consumo humano; incluye en su estudio la dureza, el PH, hierro, magnesio, amoniaco, fluoruros, nitritos, sulfatos y total de sólidos en suspensión.

La medida de dureza debe estar como máximo de 150 mg/et.

El PH, para consumo humano debe encontrarse dentro de un rango de 7.0 a 8.5.

La presencia de más de 0.3 mg/et de hierro y 0.05 mg/et de manganeso, causa manchas en la ropa y las tuberías.

Al aplicar esta prueba al agua de la fuente que abastecerá al municipio de Malacatancito, se obtuvieron los siguientes resultados:

Color	= 3.0 unidades
Turbiedad	= 1.0 UTN
PH	= 7.2
Alcalinidad	= 94.0

El presente estudio realizado para comprobar la potabilidad del agua, presenta las siguientes características:

- La obtención de la muestra del agua se realizó durante el aforo.
- El examen bacteriológico dio el siguiente resultado; el agua es potable según norma COGUANOR NGO 29001.
- El resultado del examen químico dio el siguiente resultado; desde el punto de vista físico químico sanitario, el análisis de agua se encuentra

dentro de los límites máximos aceptables de normalidad, según norma COGUANOR NGO 29001.

2.1.4 Levantamiento topográfico

2.1.4.1 Planimetría

El levantamiento de la línea de conducción, se realizó con un teodolito marca Wild, por el método de las dobles deflexiones; por ser el más favorable en levantamientos de poligonales abiertas, pues con este método se va compensando el error de colimación que se obtenga. Para poder dibujar la línea de conducción es necesario convertir las deflexiones a rumbos, con los cuales calcular las coordenadas totales de cada estación y, así, finalmente dibujarla en papel.

2.1.4.2 Altimetría

La nivelación se llevó a cabo con un nivel de precisión marca Wild, por el método de doble trompo y éste consiste en ir cerrando la nivelación con un punto de vuelta vista adelante y, seguidamente al trasladar el aparato, con un punto de vuelta vista atrás y se revisa si el error esta dentro de lo permisible, dependiendo del orden de la nivelación y, así se evita regresar de nuevo al punto de partida.

Las escalas utilizadas para dibujar la planta y perfil de las líneas fue: escala horizontal 1: 2000 y la escala vertical 1: 500 con la finalidad de observar mejor los accidentes topográficos.

2.1.5 Cálculo de la población futura

2.1.5.1 Población actual y tasa de crecimiento

Para el cálculo de la población se tomó en cuenta el censo efectuado para tal efecto, dando como resultado una población de 155 habitantes, distribuidos en 31 casas, lo que da como resultado una densidad de población de 5 hab./casa, que fue el dato utilizado para el cálculo de la red de conducción. La tasa de crecimiento se toma la del municipio de Malacatancito establecida por el INE.

2.1.5.2 Período de diseño

Se entenderá por período de diseño, al tiempo durante el cual el proyecto debe funcionar en óptimas condiciones.

El período de diseño se establece en base al tiempo máximo de duración de las instalaciones y del equipo de abastecimiento, normalmente se estima en 20 años.

En este caso se adoptó un período de diseño de 10 años, por ser una población pequeña y tener una tasa de crecimiento baja y por acuerdo de los beneficiados.

2.1.5.3 Población futura

Para saber el crecimiento de la población en un período de 10 años, se usó el método geométrico, este método es muy usado, por las características

de su curva gráfica, muy similar a la forma de crecimiento poblacional de las comunidades.

Datos:	Población actual (Pa)	155 habitantes
	Tasa de crecimiento (r)	2.4 %
	Período de diseño (n)	10 años

Cálculos: $Pf = Pa * (1 + r/100)^n$
 $Pf = 155 \text{ han.} * (1 + 2.4/100)^{10}$
 $Pf = 197 \text{ hab.}$

Por lo tanto, la población futura (Pf) para el año 2019 es de 197 habitantes.

2.1.6 Criterios de diseño

Por la altura a la que se encuentra la fuente en el municipio de Malacatancito, el agua puede llegar fácilmente con su propio peso, por lo que el sistema se diseñó por gravedad. El tiempo mínimo que debe funcionar la obra es de 10 años; a partir de la fecha de diseño, garantizando que cada una de las partes de las que consta, prestará adecuadamente sus servicios a la población

2.1.6.1 Dotación de agua

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (Lts./hab./día). Para poder determinarla se consideran los siguientes factores: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presiones del sistema.

De acuerdo a la encuesta realizada, se recopilaron los siguientes datos de consumo por vivienda por día, en promedio.

Preparación de comida	35 Lts./día
Lavado de cocina	30 Lts./día
Lavado de ropa	100 Lts./día
Limpieza de personas	150 Lts./día
Limpieza de casa	<u>12 Lts./día</u>
	327 Lts./día

Tomando en cuenta que en el futuro existirán 197 habitantes, considerando 5 habitantes por casa, se tendría 40 casas para el año 2019 por lo que el consumo diario de la comunidad es:

$$\text{Consumo total} = 327 \text{ Lts./viv./día} * 40 = 13080 \text{ Lts./día}$$

Al dividirlo entre el número de habitantes se obtiene la dotación de agua requerida por cada habitante sólo para consumo humano, así:

$$\text{Dotación} = 13080 \text{ Lts./día} / 197 \text{ hab.} = 66.4 \text{ Lts./día/hab.}$$

A este resultado hay que adicionarle el consumo para animales y otros como riego, tomando en cuenta que el caudal del nacimiento es lo suficientemente adecuado para la población, se permite aplicar una dotación más alta, con base a lo expuesto, se adopta una dotación de 70 Lts./día/hab para los habitantes de Malacatancito.

2.1.6.2 Factores de consumo

2.1.6.2.1 Factor día máximo

El caudal máximo diario se utiliza para diseñar la línea de conducción de un proyecto. Es el máximo consumo de agua durante 24 horas, observando en el período de un año. Cuando no se tiene datos de consumo diarios, el caudal máximo diario se obtiene incrementado del 20 al 50 % el caudal máximo diario. Este factor de incremento se denomina “factor de día máximo”.

El factor de día máximo está en función del tamaño de la población, se aplica de la siguiente manera:

Poblaciones mayores de 1000 habitantes = se usa 1.5

Poblaciones menores de 1000 habitantes = se usa 1.2

Para este diseño se utilizará un factor de día máximo de 1.2

2.1.6.2.2 Factor hora máxima

El caudal máximo horario se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día, en el período de un año. Cuando no se tiene registros, el caudal máximo horario se obtiene multiplicando el caudal medio diario por un factor que varía de 1.4 a 3.0 este factor se denomina “factor de hora máxima”.

Al igual que el factor de día máximo, este valor está en función del tamaño de la población, aplicándose de la forma siguiente:

Poblaciones mayores de 1000 habitantes = se usa 1.4

Poblaciones menores de 1000 habitantes = se usa 3.0

Esto se debe en comunidades pequeñas, las actividades de la población son casi realizadas a la misma hora, haciendo que la demanda de agua suba y por lo tanto se necesita un factor de hora máximo mayor.

2.1.6.3 Caudales de diseño

2.1.6.3.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se tiene registro de consumos diarios, para calcular dicho promedio, se puede calcular el caudal medio diario como el resultado de multiplicar la dotación por el número de habitantes proyectados hasta el final del periodo de diseño.

$$QM = (\text{dotación} * \text{población futura}) / 86400$$

$$QM = (70 \text{ Lts./día/hab} * 197 \text{ hab.}) / 86400 \text{ seg./día}$$

$$QM = 0.16 \text{ Lts./seg.}$$

2.1.6.3.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario será:

$$Qmd = \text{factor día máximo} * QM$$

$$Qmd = 1.2 * 0.16 \text{ Lts./seg.}$$

$$Qmd = 0.19 \text{ Lts./seg.}$$

2.1.6.3.3 Caudal máximo horario

Para este diseño se utilizará un factor de hora máxima de 1.4. El caudal máximo horario será entonces:

$$Q_{mh} = \text{factor de hora máxima} * Q_m$$

$$Q_{mh} = 1.4 * 0.16 \text{ Lts./seg.}$$

$$Q_{mh} = 0.22 \text{ Lts./seg.}$$

2.1.6.3.4 Velocidades máximas y mínima

La velocidad mínima es de 0.3 [m/seg.] pero debido a que el caudal no contiene sedimentos, este valor puede ser menor. La velocidad máxima será de 3 [m/seg.], en conducción.

2.1.6.3.5 Presión máxima y mínima

Las líneas de conducción son ductos que siguen la topografía del terreno y trabajan a presión.

Al diseñar una línea de conducción por gravedad, uno debe tener muy en cuenta el cálculo de la piesométrica (línea de energía) y la línea de gradiente hidráulico (presión + elevación). Pues se debe cuidar que la línea de gradiente hidráulico se encuentre siempre sobre el eje de la tubería, evitando así presiones negativas en la línea.

Otro factor muy importante a tomarse en cuenta en la selección de la tubería para la línea de conducción, esta debe soportar la presión más alta que pueda presentarse en la línea de conducción. Generalmente la presión más alta

no se presenta cuando el sistema está en operación si no cuando la válvula de salida se encuentra cerrada y se desarrollan presiones hidrostáticas. También las presiones pueden elevarse mucho cuando se presenta un golpe de ariete (por cierre súbito de una válvula o cuando una bomba deja de funcionar) que genera una sobre presión.

2.1.7 Diseño hidráulico del sistema de agua potable

2.1.7.1 Generalidades básicas

Tipo de sistema a usar	por gravedad
Período de diseño	10 años
Población actual	155 habitantes
Población futura (2018)	197 habitantes
Dotación	70 Lts./hab./día
Caudal medio diario	0.16 Lts./seg.
Caudal máximo diario	0.19 Lts./seg.
Caudal máximo hora	0.22 Lts./seg.
Viviendas actuales	31
Densidad de población	5 hab./casa
Tasa de crecimiento	2.4 %
Viviendas futuras	40
Coeficiente de Hazen Williams	150 para tubería PVC

2.1.7.2 Tipos de tubería

2.1.7.2.1 Tubería de PVC

Qué es el PVC.

El poli cloruró de vinilo (PVC) es un material termoplástico que se presenta en su forma original como un polvo de color blanco, se fabrica mediante la polimerización del cloruro de vinilo monómero, que a su vez, se obtiene de la sal común y del petróleo.

PVC, un material versátil. La versatilidad del PVC, debida a su capacidad de aditivación y tratamiento, permite obtener distintos tipos de compuestos destinados a la fabricación de productos rígidos y flexibles, transparentes u opacos, compactos o espumados. El PVC se adapta con facilidad a las necesidades de la vida moderna y contribuye al progreso.

Ventajas de las tuberías de PVC.

Hidráulicas:

- Menor pérdida de carga, debido a la lisura de su superficie interior.
- Inexistencia de depósitos e incrustaciones en la sección interior.
- Mayor caudal para el mismo valor de diámetro exterior.

Físicas:

- Elevadas tensiones de diseño, haciendo posible un espesor menor.

- Ligereza que facilita transporte, manipulación e instalación, disminuyendo su costo.
- Uniformidad del sistema completo (tubos y accesorios) en un mismo material.

Mecánicas:

- Mejor comportamiento frente al golpe de ariete, debido a su baja celeridad.
- Resistencia a altas presiones internas, hasta PN 25 bar.
- Excelente comportamiento frente a las cargas de aplastamiento.

Químicas:

- Inertes e inicas, que permiten la conservación de las propiedades organolépticas del agua de consumo humano.
- Estabilidad química del material que impide su composición .
- Ausencia de oxidación y corrosión.
- Alta resistencia al fuego. Autoextinguibles. No se funden formando gotas de material en combustión.

2.1.7.2.2 Tubería de hierro galvanizado

Tubería de hierro fundida recubierta con zinc (principalmente el propósito de este recubrimiento es para disminuir la corrosión).

Diámetros comerciales: de 1" y 4" incrementos de 2" hasta 20" e incrementos de 6" hasta 48".

Largos comerciales: El largo estándar es de 20 pies (6 mts.) y 12 pies (4 mts.)

Presión: Puede soportar presiones hasta de 350 PSI.

Una tubería de HG puede durar más de 100 años en servicio bajo condiciones normales de operación (previniendo corrosión). La corrosión externa no es problema, generalmente, debido a los espesores de pared relativamente grandes que se manejan, aun así la tubería se puede encamisar con polietileno para protegerla de ambientes desfavorables.

2.1.8 Diseño de componentes del sistema

2.1.8.1 Red de conducción

2.1.8.1.1 Captación

La captación será construida en la estación E=0, con una cota de terreno 1000.00 y una cota de rebalse de 1001.00. el nacimiento será captado por medio de un muro de retención de concreto ciclópeo, dejando protegido el nacimiento con su respectivo sello sanitario y cubriéndola con una losa de concreto reforzado; el caudal será encausado hacia una caja de 1.00 M3 que funcionará como desarenado, también de concreto ciclópeo la cual poseerá su rebalse y desagüe, complementada con su caja de válvula. Sus detalles se encuentran en el plano respectivo.

2.1.8.1.2 Línea de conducción

El sistema de abastecimiento de agua potable trabaja por medio de la presión del agua. La cual se logra por la posición topográfica de la fuente respecto del área de la comunidad, es decir, que la presión se logra por medio del agua misma.

A través de los años se han desarrollado muchas fórmulas empíricas para dar solución al flujo de agua en tuberías. Hoy en día la fórmula más utilizada en el medio, para expresar las relaciones de flujo en conductos a presión, es la de Hazen Williams, la cual se utilizará en el cálculo hidráulico.

Partiendo de la fórmula

$$D = \left(\frac{1743.811 * L * (Q^{1.85})}{H * (C^{1.85})} \right)^{0.218}$$

En donde:

D = diámetro en pulgadas

L = longitud en metros

Q = caudal

H = diferencia de altura en metros

C = coeficiente que depende del tipo de material

Se obtiene el diámetro teórico, y en base a éste se define el diámetro comercial apropiado.

Despejando H de la fórmula anterior se obtiene la pérdida de carga que se produce con el diámetro comercial.

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{D^{4.85} * C^{1.85}}$$

2.1.8.2 Diseño hidráulico de la línea de conducción

DE E = 1 A E – 2

Se trató de salir con una cota piezométrica bajo, porque el caudal medio es pequeño, de tal modo que, no se nos enterrara en ciertos niveles elevados, por lo que se utilizó una tubería de diámetro considerable.

$$C = 150$$

$$D = 1''$$

$$L = 20 \text{ MTS.}$$

$$Q = 0.19 \text{ L/S}$$

$$H_f = (1743.811 * L * Q^{1.85}) / (D^{4.85} * C^{1.85})$$

$$H_f = (1743.811 * 20 * 0.19^{1.85}) / (1^{4.85} * 150^{1.85})$$

$$H_f = 0.1522 \text{ m}$$

DE E = 2 A E – 3

$$C = 150$$

$$D = 1''$$

$$L = 25 \text{ MTS.}$$

$$Q = 0.19 \text{ L/S}$$

$$H_f = (1743.811 * L * Q^{1.85}) / (D^{4.85} * C^{1.85})$$

$$H_f = (1743.811 * 25 * 0.19^{1.85}) / (1^{4.85} * 150^{1.85})$$

$$H_f = 0.19 \text{ m}$$

En el cuadro se muestran los resultados obtenidos del cálculo hidráulico.

Tabla I. Resumen de resultados del cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, para el municipio de Malacatancito.

TRAMO	COTA DE TERRENO		LONGITUD	CAUDAL	C	□	Hf	COTA PIEZOMETRICA		PRESION	VELOCIDAD	No.	OBS
	inicio (m)	final (m)						inicio (m)	final (m)				
LINEA DE CONDUCCION													
0-6	1000	992	130	0,25	150	1	0,69	1000	999,31	7,31	0,49	22	
6-8	992	991	17	0,25	100	1	0,19	999,31	999,12	8,12	0,49	3	HG
8-13	991	990	224,3	0,25	150	1	1,19	999,12	997,93	7,93	0,49	37	
13-15	990	991	21,7	0,25	100	1	0,24	997,93	997,69	6,69	0,49	4	HG
15-20	991	993	186,7	0,25	150	1	0,99	997,69	996,7	3,7	0,49	31	
20-24	993	995	71,9	0,25	150	1	0,38	996,7	996,32	1,32	0,49	12	
24-38	995	980	460,9	0,25	150	1	2,45	996,32	993,87	13,87	0,49	77	
38-39	980	960	107	0,25	150	1	0,57	993,87	993,3	33,3	0,49	18	
39-41	960	954	32	0,25	100	1	0,36	993,3	992,94	38,94	0,49	5	HG
41-44	954	930	111	0,25	150	1	0,59	992,94	992,35	62,35	0,49	19	CRP
44-49	930	888	437	0,25	150	1	2,32	930	927,68	39,68	0,49	73	
49-55	888	838	385,6	0,25	150	1	2,05	927,68	925,63	87,63	0,49	64	
55-64	838	913	470,7	0,25	150	1	2,5	925,63	923,13	10,13	0,49	78	TANQUE
LINEA DE DISTRIBUCION													
1-10	913	887	584,2	0,22	150	1	5,83	913	907,17	20,17	0,43	97	CASAS
10-19	887	833	396,5	0,11	150	1	1,09	907,17	906,08	73,08	0,43	66	CASAS

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Este elemento tiene la función de compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población, para poder cubrir la demanda cuando hay interrupción del servicio en la línea de conducción, así como proporcionar presiones adecuadas en la red de distribución.

El volumen del tanque de distribución se determina integrando tres volúmenes como lo son: el compensador de variaciones horarias, reserva de demanda y reserva de incendio. Para proyectos de abastecimiento de agua en el área rural, no se considera el volumen por incendio, pues es poco probable que ocurra un incendio de grandes magnitudes, ya que por lo regular las casas están muy separadas unas de otras.

El volumen para este proyecto se puede calcular con un parámetro comprendido entre un 30 a 40 % del caudal medio horario. Por lo tanto se utilizará un 35 %.

VOLUMEN DEL TANQUE:

$$\text{Vol. T.D.} = 35 \% * Q_m$$

$$Q_m = \frac{(0.16 \text{ lt/seg.} * 86400 \text{ seg.} * 1000 \text{ cm}^3 * 1 \text{ mt}^3)}{(1 \text{ día} * 1 \text{ lt} * (100 \text{ cm})^3)} = 13.82 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol. T.D.} = 0.35 * 13.82 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol. T.D.} = 5.53 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol. T.D.} = 15.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

El volumen de almacenamiento del tanque de distribución tendrá las siguientes dimensiones: 3.00 metros de ancho, 3.50 metros de largo y 1.50 metros de alto.

Diseño de la losa del tanque

La losa del tanque se diseño según el método 3 del AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI), calculo que se muestra a continuación:

Funcionamiento de las losas:

Funcionamiento = A / B

Donde: A = lado de menor longitud

 B = lado de mayor longitud

Si el cociente A / B es mayor de 0.5 es de doble sentido.

Si el cociente A / B es menor de 0.5 es de un sentido.

$M = A / B = 3 / 3.5 = 0.86$ entonces es de doble sentido.

Determinación de espesor:

Para losas de dos sentidos, el espesor se determina como el perímetro / 180.

Para este caso se tiene:

$$\text{Espesor} = ((2 * 3.0) + (2 * 3.5)) / 180 = 0.072$$

Sin embargo, según el ACI, el mínimo recomendado es de 9.00 cm, pero por seguridad se adopta un espesor de 10.00 cm.

Integración de cargas:

$$\begin{aligned} \text{Peso propio de la losa} &= \text{peso específico} * \text{espesor} \\ &= 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Sobre carga} = \underline{90 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Total carga muerta} = 330 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Carga muerta última} &= 1.4 * CM = 1.4 * 330 \text{ kg/m}^2 \\ &= 462 \text{ Kg./m}^2 \end{aligned}$$

Utilizando una carga viva de 100 kg/m^2

$$\text{Carga viva última} = 1.7 * CV = 1.7 * 100 \text{ kg/m}^2 = 170 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 462 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ Kg./m}^2 = 632 \text{ kg/m}^2 = W$$

Determinación de momentos:

Según fórmulas y tablas de diseño del método 3

$$MA- = CA - * W * A^2$$

$$MB- = CB - * W * B^2$$

$$MA+ = CA + * W * A^2 + CA + * WV * A^2$$

$$MB+ = CB + * W * B^2 + CB + * WV * B^2$$

Donde:

MA y MB = momentos con respecto A y B

CA y CB = coeficientes según sea el caso y tablas de método 3

W = carga muerta total más carga viva

WM = carga muerta

WV = carga viva

A = lado menor

B = lado mayor

$$MA- = 0 \cdot 632 \cdot 3.0^2 = 0$$

$$MB- = 0 \cdot 632 \cdot 3.50^2 = 0$$

$$MA+ = (0.045 \cdot 462 \cdot 3.0^2) + (0.045 \cdot 170 \cdot 3.0^2) = 255.96 \text{ Kg-m}$$

$$MB+ = (0.029 \cdot 462 \cdot 3.5^2) + (0.029 \cdot 170 \cdot 3.5^2) = 224.52 \text{ Kg-m}$$

Por ser $MA- = 0$ entonces decimos que $MA+/3 = MA-$, es decir

$$MA- = 255.96/3 = 85.32 \text{ Kg-m}$$

$$MB- = 224.52/3 = 74.84 \text{ Kg-m}$$

Cálculo del refuerzo:

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$\text{espesor} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte} = d = \text{espesor} - 2 - (\text{diámetro} / 2)$$

$$= 10 - 2 - .95/2$$

$$= 7.52 \text{ cm}$$

Cálculo del acero mínimo y máximo

$$As \text{ mín} = (14.1/2810) \cdot 100 \cdot 7.52 \cdot 0.4 = 1.49 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ máx} = 0.5 \cdot 0.85^2 \cdot (210/2810) \cdot ((6000)/(6000+2810)) \cdot 100 \cdot$$

$$7.52$$

$$= 13.83 \text{ cm}^2$$

Especificaciones para As mín

$$\begin{aligned} S &= (1 \text{ m} * As) / As_{\text{min}} \\ &= 1 * 0.71 / 1.51 \\ &= 0.47 > 3 \text{ t} = 0.30 \text{ entonces usar } \# 3 @ 0.30\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} As_{\text{min}} &= 1 \text{ m} * As / S \\ &= 1 * 0.71 / 0.3 \\ &= 2.36 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Ahora se calcula el momento que el As mín es capaz de resistir:

$$\begin{aligned} Mas_{\text{min}} &= 0.9 (2.36 * 2810 * (7.52 - ((2.36 * 2810) / 1.70 * 210 * 100))) \\ &= 437.74 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

Cálculo del As temp.

$$\begin{aligned} As_{\text{temp}} &= 0.002 bt = 0.002 * 100 * 10 = 2 \text{ cm}^2 \\ S &= 1 * 0.71 / 2 = 0.35 \text{ cm}^2 > 3 \text{ t} \quad \text{entonces usar } \# 3 @ 0.3 \text{ m.} \end{aligned}$$

La colocación de acero será de 0.30 m en el lado largo y 0.30 m en el lado corto.

Diseño del muro:

Se puede construir de mampostería reforzada, concreto ciclópeo, acero, etc. Para este caso se optó por utilizar el material local predominante, como lo es la piedra, por lo que será construido de concreto ciclópeo (paredes y piso) y concreto reforzado (techo).

El tanque será semienterrado, esto de acuerdo a que el suelo donde se tiene planificado la construcción es material rocoso. Al ser un tanque semienterrado la condición crítica de diseño es cuando el tanque se encuentra completamente lleno.

El diseño del tanque consiste en verificar las presiones que se ejercen sobre las paredes del tanque y sobre el suelo.

El muro tendrá una altura de 2.00 m, considerando una altura de nivel de agua de 1.5 m.

DATOS:

$$\delta \text{ suelo} = 1700 \text{ Kg/m}^3$$

$$\delta \text{ concreto} = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\delta \text{ agua} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\Phi = 30^\circ \text{ (ángulo de fricción interna)}$$

$$V.S = 16000 \text{ Kg/m}^3 \text{ (valor soporte del suelo)}$$

$$U = \text{tg} (2 \Phi/3) = 0.40 \text{ (factor de deslizamiento)}$$

Cálculo de sobrecarga

$$T = \text{espesor de la losa} = 0.10\text{m}$$

$$\text{Carga muerta} = 2400 * t = 2400 * 0.10 = 240 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Pañuelos y acabados (PA)} = \underline{60 \text{ Kg/m}^2}$$

$$\text{Carga muerta} = 300 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio viga lateral} = 2400 \text{ Kg/m}^3 * 0.2 \text{ m} * 0.20 \text{ m} = 96$$

Kg/m

$$\text{Carga viva} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$W = WM + PA + WV \quad \begin{array}{l} WM = \text{carga muerta} \\ WV = \text{carga viva} \\ PA = \text{pañuelos} \end{array}$$

$$W = 300 + 60 + 100 = 460 \text{ Kg/m}^2$$

$$W1 = 460 \text{ Kg/m}^2 * 1 \text{ m} + 96 \text{ Kg/m} = 556 \text{ Kg/m}$$

Los coeficientes de empuje activo y pasivo serán:

$$K_a = (1 - \text{sen } 30) / (1 + \text{sen } 30) = 1/3$$

$$K_p = (1 + \text{sen } 30) / (1 - \text{sen } 30) = 3$$

Presiones de las cargas totales de los diagramas de presión, se calculan como el área del diagrama de presiones actuantes en su centroide:

$$P_{p\delta} = \frac{1}{2} * K_p * \delta_{\text{suelo}} * h^2 = \frac{1}{2} * 3 * 1700 * 0.60^2 = 918 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{a\delta} = \frac{1}{2} * K_a * \delta_{\text{agua}} * H^2 = \frac{1}{2} * 1/3 * 1000 * 2.00^2 = 666.67 \text{ Kg./m}^2$$

Momento al pie del muro:

$$M_{p\delta} = P_{p\delta} * h/3 = 918 * 0.6/3 = 183.60 \text{ Kg-m/m}$$

$$M_{a\delta} = P_{a\delta} * H/3 = 666.67 * 2.00/3 = 444.45 \text{ Kg-m/m}$$

Se divide geoméricamente la sección transversal del muro, se calcula el peso por unidad lineal en el sentido longitudinal y el momento total que produce el peso, respeto a un punto.

Tabla II Cálculos de momentos al pie del muro

figura	Área (m ²)	Concreto (Kg/m ³)	W (Kg/m)	Brazo (m)	Momento (Kg- m/m)
1	0.70	2400	1680	0.47	789.60
2	0.60	2400	1440	0.85	1224
3	0.30	2400	720	0.50	375
W1			556	0.85	472.60
				∑W=4396	∑M=2861.2

Chequeo de estabilidad contra volteo

$$F_{sv} = \sum MR / \sum M_{act} = (M_{pd} + M_w) / (M_{ad})$$

F_{sv} debe ser mayor que 1.50 que es el factor de seguridad de volteo.

$$F_{sv} = (183.6 + 2861.2) / (444.45) = 6,85$$

F_{sv} = 6.85 > 1.50, el factor de seguridad de volteo si chequeo.

Chequeo de estabilidad contra deslizamiento:

$$F_{s\delta} = \sum Fr / \sum M_{act} = (P p_{\delta} + u * W) / (P a_{\delta})$$

$$F_{s\delta} = (918 + 0.40 * 4396) / 666.67$$

F_{sδ} debe ser mayor que 1.50 que es el factor de seguridad de deslizamiento

F_{sδ} = 4.01 > 1.50 el factor de seguridad contra deslizamiento si chequea.

Chequeo de presión máxima bajo la base del muro

donde la excentricidad e = L/2 – a

$$a = \sum Mo / W$$

$$a = (M a\delta + Mw - As\delta) / W$$

$$a = (444.45 + 2861.2 - 675.95) / 4396$$

$$a = 0.54; 3a > L \text{ entonces } 3 * 0.54 = 1.62 > 1.00$$

Entonces no existen presiones negativas.

$$\text{Excentricidad} = e = L/2 - a, e = -0.04$$

Presiones en el terreno:

$$Q = (w / (1 * B)) \pm (p * e) / (1 * B^{(2/3)})$$

$$Q = 4396 \pm (-175.84)$$

$$Q_{\max} = 4220.16 \text{ Kg/m}^2 < V.S = 16000 \text{ Kg/m}^2$$

$$Q_{\min} = 4571.84 \text{ Kg/m}^2 > 0, \text{ para que no existan presiones negativas.}$$

OBRAS HIDRÁULICAS

Caja rompe-presión

Las cajas rompe-presión pueden ser necesarias tanto en la conducción como en la distribución. La caja puede ser hecha de concreto armado, de block reforzado, de ladrillo tayuyo y de mampostería. Las cajas rompe-presión son dispositivos que se utilizan para reducir la presión del agua y evitar así el rompimiento de la tubería.

En la red de conducción y distribución del Municipio de Malacatancito, según el diseño las presiones son altas, por lo tanto sí es necesario colocar cajas rompe-presión.

Válvulas de compuerta para limpieza

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería arena, hojas o cualquier otro cuerpo que haya ingresado en la misma, lo cual tiende a depositarse en los puntos bajos del perfil.

Válvulas de aire

El aire disuelto en el agua o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que puede acumularse reduce la sección de la tubería y por ende, su capacidad de conducción. La cantidad de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua. La eliminación de aire se obtiene con el empleo de una válvula automática de aire.

2.1.8.3 Sistema de desinfección

El proceso de desinfección adoptado, consiste en un depósito construido de concreto armado con flotador hecho con accesorios y tubo pvc que soporta un elemento de toma para la captación de la solución; seguidamente mediante un elemento flexible, dotado de un dispositivo de control, se entrega el hipoclorito en solución, gota a gota al tanque de distribución. El sistema funciona de la siguiente manera y contiene los elementos:

Mezcla y alimentación de la solución

Consiste en un estanque cúbico, generalmente de 1000 litros de capacidad, cuya función es mezclar y almacenar la solución para un período máximo de tres días. Para evitar interferencias por sedimento, se coloca una

lámina de asbesto cemento en posición vertical dentro del tanque, lo que evitará que el sedimento, producto de la mezcla, obstruya los orificios de toma y demás elementos del sistema.

Dosificador

Está integrado por un niple corredizo y deslizante de PVC de ½", con un orificio perforado de recolección.

Flotador

Este elemento puede construirse de corcho, madera, duroport, acrílico, etc. El más recomendado es el flotador de PVC.

Lavado

Para el desalojo del material sedimentado, se coloca una llave de compuerta de PVC de 1/2", en la parte inferior de la pared del tanque de la zona de mezcla de la solución.

Aplicación

Preparación del concentrado. En una cubeta grande de plástico, se vierte el hipoclorito en la cantidad indicada al operador de cada sistema; para hacer una solución concentrada, se agrega esta primera vez el agua necesaria para formar una pasta, luego se agrega más agua, hasta completar más de la mitad de la cubeta y se agita. El procedimiento anterior se repite una vez más, desechando finalmente el sedimento que queda por considerarse que no tiene ya ninguna cantidad apreciable de cloro. El dosificador se termina de llenar hasta la marca; luego, mediante una conexión directa a la fuente, se distribuye

con lo que queda listo para funcionar. En el detalle de hipoclorador indica la solución requerida para el caudal que ingresa al tanque de distribución.

2.1.9 Estudio de impacto ambiental

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

Podría definirse el impacto ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y a que parte esta afectando.

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

El agua

Debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, quebrada de Las Balas que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

El suelo

Si impactaran negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrán movimientos de tierra por el mismo solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenible.

El aire

Si no se verifican las fugas de agua rápidamente hay peligro en el ambiente con malos olores.

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 el impacto positivo.

Impactos negativos

Los impactos negativos del proyecto se dan solo en las etapas de construcción y operación del proyecto y la mayoría se da en la fase de construcción los elementos más impactado negativamente son:

- Al suelo
- Al agua
- Las partículas en suspensión.

Medidas de mitigación:

Para evitar el polvo, fue necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, estas deberán llenarse en el tiempo mas corto posible, compactándose, adecuadamente las mismas, para evitar el arrastre de partículas por el viento.

Deberá de capacitarse al o las personas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas, revisión de válvulas y reparaciones menores.

Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

Plan de contingencia

- En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros

materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar las obras hidráulicas del proyecto.

- En las obras hidráulicas, al introducirle cuerpos extraños, metales, plásticos y maderables pudiera sufrir desperfectos. Por ello, es necesario que se genere un reglamento de uso adecuado del sistema y que el mismo se dé a conocer mediante sesiones de capacitación con los comunitarios, para que familiarmente se le dé el mantenimiento necesario a las conexiones prediales y obras hidráulicas.
- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, asolvamiento en la comunidad beneficiada y además deben velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo mas despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar al (o a los) trabajadores que se encargará de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de cajas de válvulas.
- Se debe velar porque los comunitarios no depositen su basura en las obras hidráulicas para evitar taponamientos en la tubería y puedan provocar daños al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos y dispuestos además de asegurarlos para evitar su robo.

- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, así evitarnos la creación de basureros clandestinos.

2.1.10 Elaboración de planos

Los planos constructivos del sistema de abastecimiento de agua potable es el producto final del proceso de campo y de cálculo descrito anteriormente, además, se toma en cuenta para su elaboración escalas adecuadas, redacción clara y concisa para que el constructor y el supervisor tengan una guía clara del proyecto y como debe construirse para que tenga un el funcionamiento según la necesidad que el proyectista planificó.

El juego de planos del sistema de abastecimiento de agua potable contiene los siguientes planos:

- Planta general topográfica de conducción.
- Planta general topográfica de distribución.
- Plano de densidad de vivienda.
- Planta – perfil de línea de conducción.
- Planta – perfil de distribución ramales abiertos.
- Detalles de obras de arte:
 - Obra de captación
 - Tanque de distribución
 - Caja para válvula y conexiones de válvulas de aire, limpieza y compuerta
 - Caja rompe – presión

(ver apéndice planos constructivos)

2.1.11 Presupuesto del sistema de agua potable

El presupuesto se compone de:

- **Costos directos**

Los costos directos son los que van directamente a la obra; y están compuestos por materiales y mano de obra.

- **Costos indirectos**

Éstos se componen de gastos generales, gastos legales, supervisión técnica y utilidades. Son determinados a través de porcentajes entre el 25% y 35% de los costos directos. Los precios de materiales y de mano de obra se establecieron de acuerdo a cotizaciones realizadas en el casco urbano de Malacatancito.

A continuación se muestra un resumen del presupuesto por renglones generales.

Tabla III. Resumen de precios unitarios del presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable, para el municipio de Malacatancito, Huehuetenango

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU	COSTO TOTAL
1,0	CAPTACIÓN				
	Materiales				
1,1	Cemento	60	saco	Q65,00	Q 3.900,00
1,2	Arena de rio	9	m3	Q200,00	Q 1.800,00
1,3	Piedrín	8	m3	Q225,00	Q 1.800,00
1,4	Piedra	17	m3	Q200,00	Q 3.400,00
1,5	HG 2", (rebalse muro)	1	tubo	Q125,00	Q 125,00
1,6	PVC 1", 160PSI	2	tubo	Q55,00	Q 110,00
1,7	Solvente PVC	0,5	1/4 galon	Q80,00	Q 40,00
1,8	Madera de pino	12	Pt	Q8,00	Q 96,00
1,9	Clavo de 3 1/2"	20	Lbs	Q5,00	Q 100,00
1,10	Hierro de 1/2"	1	qq	Q250,00	Q 250,00
1,11	Alambre de amarre	20	Lbs	Q5,00	Q 100,00
1,12	Alambre espigado	200	Mts	Q4,00	Q 800,00
1,13	Grampa	40	Lbs	Q5,00	Q 200,00
1,15	Válvula compuerta de 1"	1	U	Q55,00	Q 55,00
1,16	Tee PVC 1"	1	U	Q18,00	Q 18,00
1,17	Adaptador macho 1"	2	U	Q10,00	Q 20,00
1,19	Codo PVC 90 * 1"	2	U	Q14,00	Q 28,00
1,20	Codo PVC 45 * 1"	1	U	Q8,00	Q 8,00
1,21	Candado	2	U	Q60,00	Q 120,00
1,22	Pinchada 2"	1	U	Q30,00	Q 30,00
1,23	Pinchada 1"	1	U	Q20,00	Q 20,00
1,24	Mano de obra				
	Construcción de captaciones	1	U	Q6.000,00	Q 6.000,00
	sub-total				Q 19.020,00

2	CAJA ROMPE-PRESIÓN				
	Materiales				
2,1	Cemento	5	sacos	Q65,00	Q 325,00
2,2	Arena de rio	1	m3	Q200,00	Q 200,00
2,3	Piedrín	0,5	m3	Q225,00	Q 112,50
2,4	Madera de pino	2	pt	Q8,00	Q 16,00
2,5	Clavo de 3 1/2"	5	Lbs	Q5,00	Q 25,00
2,6	Hierro de 3"	0,5	qq	Q250,00	Q 125,00
2,7	Alambre de amarre	2	Lbs	Q5,00	Q 10,00
2,8	Candado	1	U	Q60,00	Q 60,00
2,9	Mano de obra				
	Construcción cajas para válvulas	1	U	Q1.500,00	Q 1.500,00
	sub-total				Q 2.373,50

3	CONEXIONES DOMICILIARES				
	Materiales				
3,1	Tubo PVC 1/2"	35	U	Q18,00	Q 630,00
3,2	Grifos de 1/2"	25	U	Q40,00	Q 1.000,00
3,3	Codos de 1/2" PVC	30	U	Q6,00	Q 180,00
3,4	Pegamento PVC	0,5	Galón	Q450,00	Q 225,00
3,5	Válvulas de paso	25	U	Q35,00	Q 875,00
3,6	Mano de Obra				
	Conexiones domiciliars	1	ml	Q100,00	Q 100,00
	Sub-total				Q 3.010,00

4	CAJAS PARA VALVULAS				
	Materiales				
4,1	Cemento	5	sacos	Q65,00	Q 325,00
4,2	Arena de rio	1	m3	Q200,00	Q 200,00
4,3	Piedrín	0,5	m3	Q225,00	Q 112,50
4,4	Madera de pino	2	pt	Q8,00	Q 16,00
4,5	Clavo de 3 1/2"	5	Lbs	Q5,00	Q 25,00
4,6	Hierro de 3"	0,5	qq	Q250,00	Q 125,00
4,7	Alambre de Amarre	2	Lbs	Q5,00	Q 10,00
4,8	Candado	1	U	Q60,00	Q 60,00
4,9	Mano de obra				
	Construcción cajas para válvulas	1	U	Q800,00	Q 800,00
	Sub-Total				Q 1.673,50

5	TANQUE DE DISTRIBUCION 15 M3				
	Materiales				
5,1	Cemento	210	saco	Q65,00	Q 13.650,00
5,2	Piedra bola	35	m3	Q200,00	Q 7.000,00
5,3	Materiales varios	1	Global	Q12.000,00	Q 12.000,00
5,4	Arena de rio	26	m3	Q200,00	Q 5.200,00
5,5	Piedrín	21	m3	Q225,00	Q 4.725,00
5,6	Hierro de 1/2"	14	qq	Q250,00	Q 3.500,00
5,7	Hierro de 3/8"	7	qq	Q250,00	Q 1.750,00
5,8	Hierro de 1/4"	3,5	qq	Q250,00	Q 875,00
5,9	Alambre de Amarre	45	Lbs	Q5,00	Q 225,00
5,10	Madera de 1"*12"*9"	4	docenas	Q280,00	Q 1.120,00
5,1	Clavo de 3"	30	Lbs	Q5,00	Q 150,00
5,12	Candado	2	U	Q60,00	Q 120,00
5,13	Mano de obra				
	Construcción de tanque de distribución	15	m3	Q700,00	Q 10.500,00
	sub-total				Q 60.815,00

Tabla IV. Resumen de integración de precios del presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable, para el municipio de Malacatancito, Huehuetenango

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
	Replanteo topográfico	3666,1	km	Q1,00	Q3.666,10	\$458,26
	Limpieza, chapeo y destronque	3666,1	km	Q0,50	Q1.833,05	\$229,13
	Trazo y estaqueo	3666,1	km	Q0,50	Q1.833,05	\$229,13
2	CAPTACCIÓN					
	Captación	1	unidad	Q19.020,00	Q19.020,00	\$2.377,50
3	LÍNEA DE CONDUCCION					
	Tubería HG liviana de 1"	12	tubos	Q450,00	Q5.400,00	\$675,00
	Tubería PVC de 1" 160 PSI	515	tubos	Q140,00	Q72.100,00	\$9.012,50
	Cajas para válvulas	5	unidad	Q1.673,50	Q8.367,50	\$1.045,94
	Mano de obra	165	ml	Q25,00	Q4.125,00	\$515,63
4	LÍNEA DE DISTRIBUCION					
	Tubería PVC de 1" 160 PSI	164	tubos	Q140,00	Q22.960,00	\$2.870,00
	Mano de obra	980,7	ml	Q25,00	Q24.517,50	\$3.064,69
	Conexiones domiciliars	31	casas	Q3.010,00	Q93.310,00	\$11.663,75
	Caja rompe presión	1	unidad	Q2.373,50	Q2.373,50	\$296,69
	Tanque de distribución 15 m3	1	unidades	Q60.815,00	Q60.815,00	\$7.601,88
	Transporte de materiales	1	global	Q5.000,00	Q5.000,00	\$625,00
	COSTOS DIRECTOS				Q325.320,70	\$40.665,09
5	GASTOS ADMINISTRATIVOS					
	Administración	1	5%	Q16.266,04	Q16.266,04	\$2.033,25
	Supervisión técnica	1	5%	Q16.266,04	Q16.266,04	\$2.033,25
	Imprevistos	1	5%	Q16.266,04	Q16.266,04	\$2.033,25
	COSTOS INDIRECTOS				Q48.798,11	\$6.099,76
	TOTAL				Q374.118,81	\$46.764,85

Cronograma de ejecución

Es la secuencia lógica de las actividades de ejecución del proyecto, se muestra en forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla V. Cronograma de ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable, para el municipio de Malacatancito, Huehuetenango

No.	Actividad	MESES										Avance físico	Avance acumulado	Desembolso	
		1			2				3						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Construcción de captación	■	■									15,00%	15,00%	Q	56.117,82
2	Línea general de conducción			■	■	■	■	■	■			35,00%	50,00%	Q	130.941,58
3	Conexiones domiciliarias											15,00%	65,00%	Q	56.117,82
4	Const. Tanque de distribución					■	■	■	■	■		30,00%	95,00%	Q	112.235,64
5	Cajas para Válvulas										■	5,00%	100,00%	Q	18.705,94
	Totales											100,00%		Q	374.118,81

2.1.12 Operación y mantenimiento

Programa de operación y mantenimiento

Se tiene que contemplar correctamente un programa de operación y mantenimiento tanto para los equipos como para la infraestructura, situación que va a determinar la vida útil del proyecto.

- **Operación**

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

- **Mantenimiento**

Se refiere a las acciones internas que se ejecutan a las instalaciones o equipos y que de algún modo alteran su naturaleza o partes constitutivas del sistema. Estas acciones internas tienen por objeto la prevención o la reparación de daños. Es importante enfatizar que ningún sistema de agua potable funcionará adecuadamente sin la supervisión del elemento humano; de lo contrario, el sistema tendrá dificultades en su funcionamiento y esto repercute en molestias de la población a servir.

Hay dos clases de mantenimiento: correctivo y preventivo.

1. Mantenimiento correctivo

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

2. Mantenimiento preventivo

Consiste en la ejecución de un conjunto de acciones internas en las instalaciones o el equipo para evitar, dentro de lo posible, que se produzcan daños. Todas las intervenciones en las instalaciones o equipos deben programarse usando un calendario, con intervalos periódicos basados en otras experiencias de sistemas similares y ajustarlos a las necesidades propias del acueducto correspondiente. Es importante tomar en cuenta, además, los

informes sobre las características y el comportamiento operacional de los equipos o instalaciones que provienen de los lugares de fabricación.

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

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

Costos de operación y mantenimiento

En un sistema de agua potable no es únicamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y mantenimiento adecuado para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con los recursos suficiente para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo, y cuando sea necesario mantenimiento correctivo. Dichos recursos solo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa por el usuario, la cual se calcula con un horizonte no mayor de 5 años, debido a que en el área rural difícilmente los habitantes aceptan incrementos constantes.

Para el proyecto en estudio se calculará la tarifa contemplando los siguientes costos:

Costo de operación

Contempla pago a un fontanero por efectuar revisiones periódicas al sistema, en obras de arte, tanque de distribución y operación del sistema de cloración. Se estima que el fontanero trabaja 10 días al mes, se toma relación con las veces que tiene que preparar la solución para la cloración del agua, además, en este tiempo tendrá que realizar las revisiones que están dadas en el programa de operación y mantenimiento, según se programe por el comité de agua. El cálculo de salario se hace con base a las leyes laborales vigentes en el país, y se recomienda respetar este salario.

Salario por día Q. 65.00 [diario], por lo tanto el fontanero en 10 días proyectados devengará **Q. 650.00**

Costo de operación Q. 650.00/mes

Costo de mantenimiento

Este costo consiste en la compra de materiales para remplazarlos cuando se requiera, además, de herramienta que será utilizada por el fontanero, en el renglón operación. Se estima el cuarto por millar del costo total del proyecto presupuestado para el período de diseño.

Costo total del proyecto	Q. 374,118.81
4 por millar	Q. 1,496.47
Costo de mantenimiento	Q. 1,496.47/10
Costo de mantenimiento	Q. 149.65/mes

Costo de tratamiento

Este costo consiste específicamente en la compra de hipoclorito de calcio al 65%, no se incluye la aplicación, ya que va incluida en la operación; se calcula de la siguiente forma:

Costo de hipoclorito de calcio	Q. 1100.00 [tambo de 100 libras]
Costo de transporte	Q. 130.00 [hasta la aldea]
Costo total de hipoclorito	Q. 1230.00
Costo por libra	Q. 12.30

Aplicación de hipoclorito cada 3 días es de 1 libra + 5 onzas

El tambo de 100 libras alcanza para 7 meses y 18 días.

En un mes se utilizarán 13.125 libras

Costo de tratamiento Q. 161.44/mes

Gastos administrativos

Estos servirán para mantener un fondo para gastos de útiles de oficina, viáticos, u otros gastos que puedan surgir durante el funcionamiento del sistema, se puede estimar un 10% de la suma de operación, mantenimiento y el tratamiento.

Costo de mantenimiento	Q. 149.65/mes
Costo de tratamiento	Q. 161.44/mes
Costo de operación	Q. 650.00/mes
Costo total	Q. 961.09/mes
Gasto administrativo 10%	Q. 96.10/mes

Puesto que el comité tiene a su cargo la administración del sistema, debe efectuar el cobro de la tarifa mensual. Además tiene a su cargo llevar el registro de cuántos usuarios están conectados al sistema y de otorgar nuevos derechos de conexión sin sobrepasar la capacidad del sistema; para ello el comité debe elaborar un reglamento interno para la comunidad, esta actividad se recomienda que sea supervisada por la municipalidad de Malacatancito.

Para que la administración sea funcional, la comunidad tiene que estar en completo acuerdo con los diferentes elementos que intervienen en la misma, por lo que la elección del comité, la propuesta de tarifa y los reglamentos sobre el uso del agua deben determinarse o avalarse en asamblea comunitaria.

2.1.13 Docencia

Se organizaran seminarios para los operadores y miembros del comité de cada una de las comunidades, por medio de los cuales, con un enfoque técnico y práctico, se dará capacitación sobre todos los aspectos que conducen a una adecuada operación y al mantenimiento requerido, tanto necesario como preventivo.

Realizar un cursillo con una duración de 4 horas

Visitar proyectos similares

Hacer algunas prácticas de campo

2.1.14 Evaluación socio-económico

2.1.14.1 Valor presente neto

Este proyecto por tratarse de parte de un saneamiento básico rural forma parte de proyectos sociales, que son necesidad básica para la sobrevivencia del ser humano. Por lo que la inversión será gubernamental y esta nunca recuperará su inversión inicial, el beneficio se reflejará en la calidad de vida de los habitantes. El valor presente se interpretará de la siguiente forma:

Inversión inicial (costo total del proyecto) Q. 374,118.81

Esta inversión será el beneficio que tendrá la población.

Costos de operación y mantenimiento

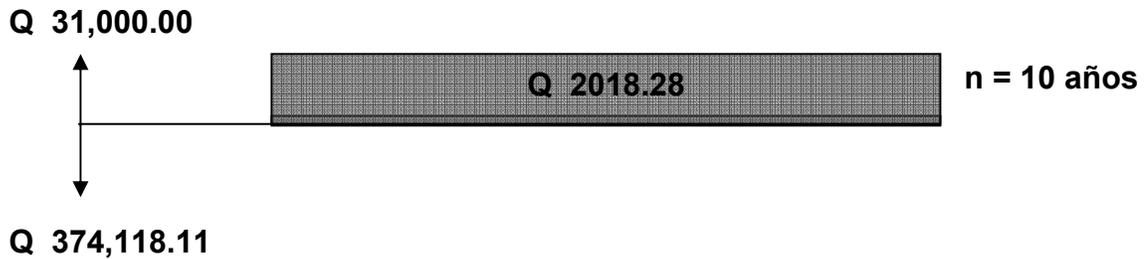
Costo de mantenimiento	Q. 149.65/mes
Costo de tratamiento	Q. 161.44/mes
Costo de operación	Q. 650.00/mes
Costo total	Q. 961.09/mes
Gasto Administrativo 10%	Q. 96.10/mes

Costos de operación y mantenimiento Q. 2018.28/anual

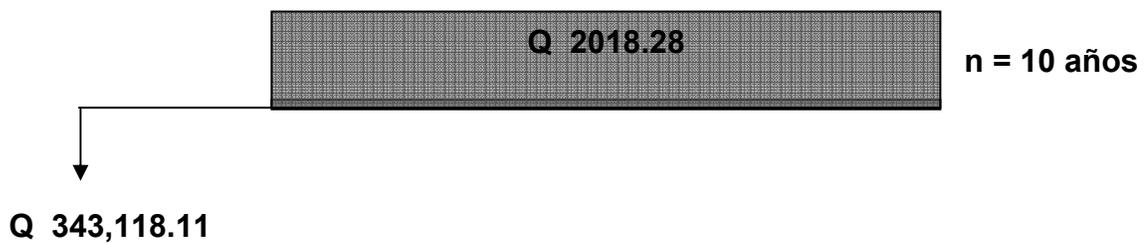
Estos costos tendrán que erogar la población anualmente durante 10 años

Se calculara

La gráfica del problema es la siguiente:



La gráfica podría simplificarse a:



a) Si se utiliza una tasa de interés de 10 %

$$b) \text{VPN} = - 343,118.11 + 2018.28 \times \frac{1}{(1 + (0.10))^{10}} =$$

$$\text{VPN} = - \text{Q. } 342,339.98$$

2.1.14.2 Tasa interna de retorno

Si utiliza una tasa de interés de -41 %

$$\text{VPN} = - 343,118.11 + 2018.28 \times \frac{1}{(1 + (-0.41))^{10}} =$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 51758.40$$

Se interpreta como tasa interna de retorno la tasa mínima que tiene un proyecto para recuperar la inversión sin tener ganancias. En este caso por ser un proyecto social donde no se recuperará la inversión inicial no tiene tasa interna de retorno.

2.2 Diseño apertura de carretera hacia la aldea Los Maldonado del Municipio de Malacatancito, Huehuetenango.

2.2.1 Monografía del lugar

2.2.1.1 Ubicación

La aldea los Maldonado se localiza hacia extremo sur-este del departamento de Huehuetenango, la distancia desde la cabecera municipal es de 3 kilómetros y de la ciudad capital 233.5 kilómetros, posee una entrada principal que se conecta con la carretera CA-1 aproximadamente en el kilómetro 247.7, la entrada se ubica al lado derecho de la carretera panamericana, la cual está asfaltada.

2.2.1.2 Calidad del suelo

Es necesario conocer el tipo de suelo con que se cuenta en el área de trabajo donde se construirá la estructura de terracería. Así, en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo, es necesario colocar una capa de transición sobre la cual se construirá la superficie de rodadura.

2.2.1.3 Vías de acceso

Las principales vías de acceso a la aldea Los Maldonado y el municipio son:

- Caminos vecinales
- Caminos de herradura
- Veredas

2.2.1.4 Aspectos demográficos

La población es de 529 habitantes (49% hombres y 51% mujeres), 75 viviendas, según información del XI censo de población y VI de habitación, del Instituto Nacional de Estadística (INE), 2002.

2.2.1.5 Aspectos climatológicos

El clima predominante es templado, con una precipitación media anual de 1074.4 milímetros distribuido en 121 días de lluvia; una temperatura media anual de 20.2 grados centígrados, con temperaturas mínima de 4.67 y máxima de 28.45 grados centígrados, con humedad promedio anual del 70%.

2.2.1.6 Actividades productivas

La producción mayoritaria la constituye el cultivo de maíz y el frijol.

2.2.1.7 Saneamiento ambiental

Únicamente en la cabecera municipal de Malacatancito, existe un puesto de salud. La mayoría de habitantes de la aldea son indígenas y utilizan curanderos para combatir las enfermedades con medicina natural.

2.2.1.8 Aspectos socioculturales

Al igual que el municipio de Malacatancito la aldea Los Maldonado su cultura es la misma y sus creencias, tanto en su religión como en su ámbito de vida.

2.2.1.9 Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas.

Descripción de las necesidades:

Los pobladores de la aldea Los Maldonado han manifestado su inquietud para que les sea satisfecha su demanda, la cual básicamente es:

Acceso que comunique hacia el municipio de Malacatancito, ya que es difícil transitar con sus productos hacia el mismo.

Priorización de las necesidades:

Con el aporte de la comunidad y la municipalidad se construirá una carretera que comunique a dicha aldea.

2.2.2 Diseño de apertura de camino vecinal

2.2.2.1 Descripción del proyecto

Para el presente proyecto se tomó el diseño propuesto en la Dirección General de Caminos, donde existen especificaciones para diferentes tipos de carreteras, habiéndose utilizado para este caso las normas correspondientes a una carretera tipo F montañosa.

Tabla VI . Velocidad de diseño, según tipo de sección

T.P.D.A	Carretera	velocidad de diseño	Radio minimo	Pendiente maxima	Ancho de calzada
	TIPO "A"				2*7.20
3000	Llanas	100	375	3	
A	Onduladas	800	225	4	
5000	Montañosa	60	110	5	
	TIPO "B"				7.20
1500	Llanas	80	225	6	
A	Onduladas	60	110	7	
3000	Montañosa	40	47	8	
	TIPO "C"				6.50
900	Llanas	80	225	6	
A	Onduladas	60	110	7	
1500	Montañosa	40	47	8	
	TIPO "D"				6.00
500	Llanas	80	225	6	
A	Onduladas	60	110	7	
900	Montañosa	40	47	8	
	TIPO "E"				5.50
100	Llanas	50	75	8	
A	Onduladas	40	47	9	
500	Montañosa	30	30	10	
	TIPO "F"				5.50
10	Llanas	40	47	10	
A	Onduladas	30	30	12	
100	Montañosa	20	18	14	

Los parámetros que caracterizan a este tipo de carretera son los siguientes:

- Tráfico Promedio Diario (T.P.D.) de 10 á 100.
- Velocidad de Diseño: la velocidad de diseño disminuye conforme el terreno cambia de plano a ondulado y montañoso. Así, se ha seleccionado la velocidad de 20 k.p.h.
- Ancho de calzada 5.00 metros.
- Pendiente: La pendiente máxima, para una velocidad de diseño de 20 k.p.h., es de 14%. La pendiente máxima permisible, debe aplicarse únicamente en tramos cortos. Es recomendable que esos pequeños tramos no sean mayores de 100 metros, a menos que no haya otra solución. En este caso, debe empedrarse la superficie de rodamiento, a fin de evitar que los vehículos resbalen, sobre todo cuando la capa se encuentra húmeda y se trate de una zona en general lluviosa.
- Curvatura: El grado de curvatura tiene un valor de carácter limitativo y por tanto su utilización no es rutinaria, porque conduciría a proyectos de baja calidad. Si se tienen varias alternativas de trazo, se elige aquella que sin elevar los costos de construcción, permita aplicar menores grados de curvatura.
- Bombeo: El bombeo es la pendiente dada a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación de agua sobre la superficie de rodamiento. El bombeo apropiado es aquel que permite un drenaje suficiente de la corona con la mínima pendiente; para ello, es necesaria una pendiente transversal de 3% como mínimo hacia ambos lados del eje en tangente y en un solo sentido en las curvas.
- Sobre elevación: La sobre elevación máxima en las curvas horizontales es del 10%.

- **Curvas Verticales:** La longitud mínima de curvas verticales es de dos estaciones de 20 metros. Sin embargo, los caminos rurales poseen una curvatura vertical en cresta, que está dada en función de la visibilidad, distancia de frenado, etc., la aplicación de normas rígidas podría encarecer el costo de los caminos, por lo que para el proyecto de curvas verticales, se debe tener en cuenta la razonable seguridad.
- **Tránsito Promedio Diario:** las especificaciones son dadas para un tránsito de hasta 100 vehículos diarios. Este camino por lo tanto estará en su capacidad, ya que tiene un tránsito menor, según lo indicaron los representantes del COCODE de la aldea.

2.2.2.2 Levantamiento topográfico

Es el levantamiento de la línea preliminar trazada en la fase de la selección de ruta, este levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, donde se deberá establecer lo siguiente:

- **Punto de partida**
- **Azimut o rumbo de salida**
- **Kilometraje de salida**
- **Cota de salida del terreno**

Al realizar este levantamiento se debe tener cuidado, para obtener un grado de precisión razonable, y para marcar algunos accidentes que pudieran afectar la localización final de la carretera.

Para cada levantamiento preliminar se debe tomar en el campo: tránsito preliminar, niveles de preliminar, secciones transversales de preliminar, radiaciones y referencias.

Planimetría

Son mediciones topográficas, con las que obtenemos la representación gráfica de un terreno proyectado en un plano horizontal. Para el levantamiento topográfico, se utilizó el método de conservación de azimut.

Altimetría

Son mediciones topográficas, con las que obtenemos la representación gráfica del terreno, generalmente se le llama trabajo de nivelación. Se utilizó en el proyecto el método de nivelación diferencial. La unión de trabajos de planimetría y altimetría proyecta en un plano toda la información requerida del terreno para luego tomarlos como base para el diseño del sistema a ejecutar posteriormente.

Secciones transversales

Se obtienen conjuntamente con las mediciones topográficas de altimetría en donde se obtiene la información midiendo hacia ambos lados del centro de la línea preliminar de la carretera, para poder generar la gráfica de curvas de nivel del tramo carretero y sus secciones.

2.2.2.2.1 Creación de planos

Con la información recabada por las mediciones topográficas y cálculos realizados se puede dibujar.

Dibujo planimétrico

Se dibuja la planta del tramo carretero por medio del programa de autocad, se tiene opciones de cometer menos errores de trazo y permite generar el dibujo necesitando los datos siguientes:

- a) Las distancias de estaciones a estaciones o a la estación desde la cual se realiza la radiación.
- b) El azimut o rumbo de la estación que se desea dibujar
- c) También se puede realizar por medio de las coordenadas totales de la poligonal abierta

Teniendo los datos anteriores se ingresan al programa de auto cad, primero se coloca la distancia, después el azimut. En una sola operación se genera la línea de la estación al punto observado. Con la poligonal abierta dibujada se puede hacer el trazo de la línea de localización, después de dibujada se puede hacer las curvas horizontales en las que se necesita determinar el radio de cada curva.

Dibujo altimétrico

Se dibuja el perfil del tramo carretero por medio del programa de autocad, se tiene opciones de cometer menos errores de trazo y el nos permite generar el dibujo el cual necesita los datos siguientes:

- a) Las distancias que hay entre estaciones
- b) Las cotas de cada estación

Teniendo los datos anteriores se ingresan al programa en la hoja cuadrículada donde se colocara primero la distancia en la escala horizontal requerida y segundo la distancia de la estación para poder saber la altura se realiza una resta entre la cota de inicio menos la cota requerida en donde el resultado es la altura la que se indica con la escala vertical requerida. Teniendo las alturas y distancias entre estaciones se unen todas las cotas por medio de una línea la que representa el perfil del terreno en el tramo carretero. Se realizan los trazos de la sub.-rasante para ver cual es el trazo que se acomoda mejor según las normas de diseño y poder dibujar por ultimo las curvas verticales que correspondan al trazo propuesto.

Curvas de nivel

Con la poligonal abierta del tramo carretero dibujada en el programa de autocad se requieren los datos siguientes:

- a) Las cotas y distancias del perfil
- b) Las cotas y distancias que se tienen de ambos lados de las estaciones
- c) Las distancias a las cuales se encuentran las cotas exactas entre las cotas de las estaciones y las cotas que se tienen ambos lados de la estaciones

Teniendo todo lo anterior en el programa de auto cad se procede a ubicarse en la cota que se selecciona para poder darle la distancia a la línea donde se encuentra la cota exacta del terreno. El procedimiento es el mismo

para tener todas las cotas. Dibujada todas las líneas se unen por medio de una línea para ir dando forma a la curvas del terreno.

Secciones transversales

Para dibujar las secciones en el programa de auto cad se necesitan los datos siguientes:

- a) La cota central que es la del perfil o de la línea de localización
- b) Las cotas y las distancias de ambos lados de la secciones transversales de la carretera.
- c) Las cotas de la sub.-rasante ya corregida

Para dibujar las secciones en el programa se toma en un punto deseado la cota central para luego con las distancias que se tienen de ambos lados poder colocar las cotas, las cuales se obtienen de la resta de la cota central menos la cota de un lado la cual da como resultado una altura la que interesa para graficar y por último se realizan los trazos con una línea partiendo del punto donde se ubico la cota central hacia ambos lados donde termina la línea de la altura para general la línea de la sección.

2.2.2.3 Vías actuales de comunicación de los habitantes

Las principales vías de acceso a la aldea los Maldonado y el municipio son:

- Caminos vecinales
- Caminos de herradura
- Veredas

2.2.2.4 Período de diseño

Es el número de años durante el cual el sistema que se proponga será adecuado para satisfacer las necesidades de la población, se encuentra en función de la vida económica del proyecto. Normalmente es menor que la vida útil del proyecto. Se toman en consideración para determinar el período de diseño el tipo de estructuras y materiales que se utilizarán, desarrollo de la comunidad en industria y comercio, operación y mantenimiento, entre otras.

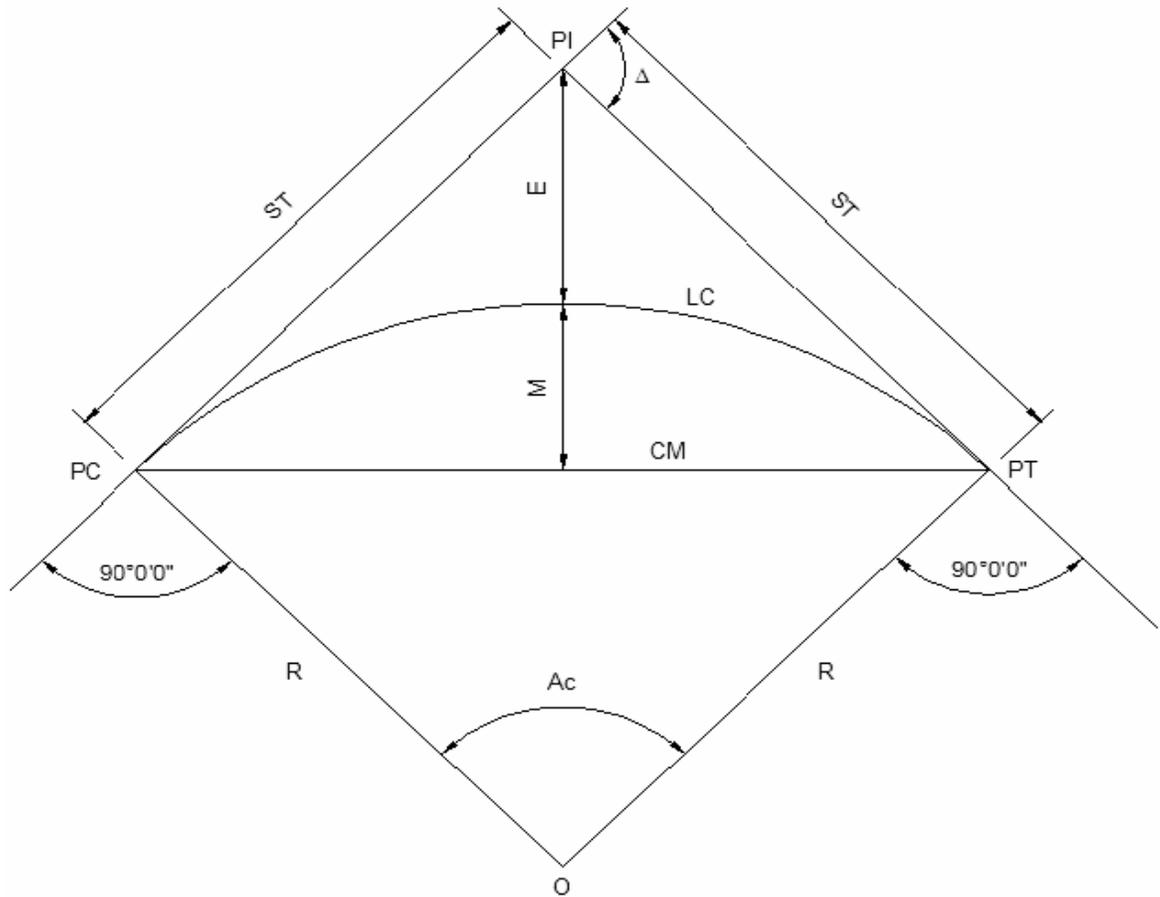
Para el proyecto se adoptó **20 años** que es la proyección que normalmente se utiliza para la apertura de carretera.

2.2.2.5 Diseño de camino vecinal

Cálculo de elementos de curvas horizontales

Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes; luego de calcular los puntos de intersección, las distancias y los azimut, se procede al cálculo de las partes de la curva, que servirán para el trazo de la carretera.

Figura 1. Elementos de curva circular simple



Donde:

- PC Punto donde comienza la curva circular simple
- PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- PT Principio de tangente
- O Centro de la curva circular
- Δ Ángulo de deflexión de la tangente
- Ac Ángulo central de la curva circular
- G Grado de curvatura

R	Radio
ST	Subtangente
E	External
Om	Ordenada media
C	Cuerda
CM	Cuerda máxima
LC	Longitud de curva

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas (Δ) y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador. Con el grado (G) y el delta (Δ) se calculan los elementos de la curva.

El radio de las curvas por usar, se determina por condiciones o elementos de diseño para que los vehículos puedan transitarlas sin peligro de colisión, con seguridad, tratando que la maniobra de cambio de dirección se efectúe sin esfuerzos demasiado bruscos.

Cálculo de delta (Δ)

Entre dos líneas o azimut existe una diferencia angular, denominada delta (Δ), la forma de establecerlo es mediante la diferencia entre el azimut 2 y del azimut 1. El delta nos sirve para definir el tipo de curva que se utilizará, mientras mayor sea, se utilizará una curvatura mayor. Las anteriores se encuentran definidas en el manual de especificaciones de la dirección general de caminos.

Grado máximo de curvatura

El valor máximo del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{\max} = 14600 * \frac{\mu + S_{\max}}{v^2}$$

En donde:

- Gmax = Grado máximo de curvatura
- μ = Coeficiente de fricción lateral
- Smax = Sobre elevación máxima de la curva en m/m
- V = Velocidad de proyecto en Km/h

En la siguiente tabla se indican los valores máximos de curvatura para cada velocidad de proyecto.

Tabla VII. Valores máximos de curvatura para cada velocidad

Velocidad de Proyecto (km/h)	Coeficiente de fricción lateral	Sobre elevación máxima (m/m)	Grado máximo de curvatura calculado (grados)	Grado máximo de curvatura para proyecto (grados)
20	0.350	0.10	164.250	60
30	0.280	0.10	61.6444	60
40	0.230	0.10	30.1125	30
50	0.190	0.10	16.9360	17
60	0.165	0.10	10.7472	11
70	0.150	0.10	7.4489	7.5
80	0.140	0.10	5.4750	5.5
90	0.135	0.10	4.2358	4.25
100	0.130	0.10	3.3580	3.25
110	0.125	0.10	2.7149	2.75

Longitud de curva (LC)

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (PC) y el principio de tangente (PT); según gráfica que antecede se define como:

$$LC = 20 * \Delta / G^{\circ}$$

Subtangente (ST)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI), cuando la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangente (PT) es igual.

$$ST = R * \tan (\Delta/2)$$

Cuerda máxima (Cmax)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva (PC) al principio de tangencia (PT).

$$C \text{ max} = 2 * R \text{ sen}(\Delta/2)$$

External (E)

Es la distancia desde el Punto de Intersección (PI) al punto medio de la curva.

$$E = R * \sec(\Delta/2)$$

Ordenada media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

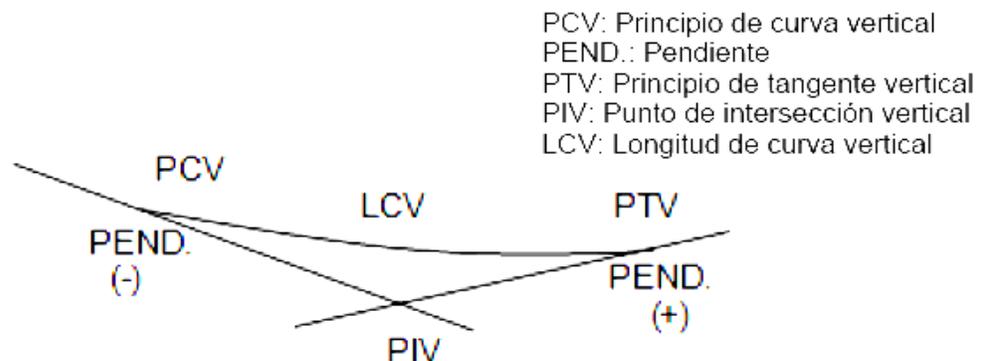
$$Om = R + (1 - \cos (\Delta/2))$$

Alineamiento vertical

En el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales. Aparte de la topografía del terreno, también la determinan las características del alineamiento horizontal, la seguridad, visibilidad, velocidad de diseño del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes.

Un alineamiento está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente que sirve para delimitar el diseño de la subrasante.

Figura 2. Sección de una curva vertical



Diseño de curvas verticales

El diseño de curvas verticales es una etapa importante desde la perspectiva de funcionalidad de la carretera. Las curvas verticales deben cumplir ciertos requisitos de servicio, tales como los de un trazo tal que el cambio de pendiente sea gradual y no produzca molestias al conductor del vehículo, permitiendo un cambio suave entre pendientes diferentes.

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra; estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc. En el departamento de carreteras de la Dirección General de Caminos se utiliza la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación. Las especificaciones de la Dirección General de Caminos tienen tabulados valores para longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la velocidad de diseño. Al momento del diseño se consideraron las longitudes mínimas permisibles de curvas verticales.

Visibilidad de parada:

La longitud mínima de las curvas verticales, se calcula con la expresión siguiente:

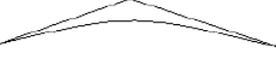
$$L = k * a$$

L = longitud mínima de curva vertical (cóncava o convexa para la visibilidad).

k = constante que depende de la velocidad de diseño.

a = diferencia algebraica de pendientes de las tangentes verticales, en %.

Tabla VIII. Valores de k, según velocidad de diseño

Vel. De Diseño K.P.H.	Valor de "K" según tipo de curva	
	CÓNCAVA 	CONVEXA 
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Trazo de curvas verticales

Una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical; la curva vertical puede ser cóncava o convexa. La curva vertical en columpio es aquella cuya concavidad queda hacia arriba, y la curva vertical en cresta, la que presenta su concavidad hacia abajo.

Visibilidad

a.- Curvas verticales en cresta.

Para que las curvas verticales en cresta cumplan con la distancia de visibilidad necesaria, su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$$K = \frac{D^2}{2(H^{1/2} + h^{1/2})^2}$$

Donde:

D = distancia de visibilidad, en metros

H = altura al ojo del conductor (1.14m)

h = altura del objeto (0.15 m)

b.- Curvas verticales en columpio.

Para que las curvas verticales en columpio cumplan con la distancia de visibilidad necesaria, su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$$K = \frac{D^2}{2(TD + H)}$$

Donde:

D = distancia de visibilidad, en metros

T = pendiente del haz luminoso de los faros (0.0175)

H = altura de los faros (0.64 m)

Cálculo de curvas verticales

Para el cálculo y trazo de las curvas verticales, es necesario contar con un perfil del terreno, así como las longitudes y pendientes de cada segmento del camino. Es necesario también respetar las condiciones de longitud mínima de las curvas verticales en cresta y columpio.

Las fórmulas de trazo de curvas verticales se muestran a continuación:

$$L = P_o - P_i$$

$$K = \frac{(P_o - P_i)}{10 L}$$

Donde:

- P_o = pendiente de entrada
- P_i = pendiente de salida
- L = número total de estaciones

Tangentes

Las tangentes verticales estarán definidas por su pendiente y su longitud.

- Pendiente gobernadora
- Pendiente máxima
- Pendiente mínima.- La pendiente mínima en zonas de sección en
- corte no deberá ser menor del cero punto cinco por ciento (0.5%) y en
- zonas con sección de terraplén, la pendiente podrá ser nula.

Cálculo de subrasante

La subrasante es la línea trazada en perfil que define las cotas de corte o relleno que conformarán las pendientes del terreno, a lo largo de su trayectoria; la subrasante está ubicada por debajo de la base y la capa de rodadura en proyectos de pavimentos y debajo del balasto en proyectos de terracería.

La subrasante es la que define el volumen de movimientos de tierra, el que a su vez se puede convertir en el renglón más caro en la ejecución. Un buen criterio para diseñarla es buscar la más económica.

Para calcular la rasante, es necesario disponer de los siguientes datos:

- La sección típica que se utilizará.
- El alineamiento horizontal del tramo.
- El perfil longitudinal del mismo.
- Las especificaciones o criterios que regirán el diseño.
- Datos de la clase de material del terreno.

Ancho de sección típica

Se seleccionó la sección típica F de la Dirección General de Caminos. Con este ancho, según las tablas, se pueden observar en las secciones los cortes y rellenos que genera el movimiento de tierras y permitirá ver si en alguna sección, los taludes no se pueden hacer debido a viviendas, rocas, monumentos, postes, etc. El tramo objeto de diseño, contiene el factor determinante de confinamientos de viviendas a ambos lados.

Alineamiento horizontal

Su importancia radica en que a partir del mismo, se dibuja el perfil actual de la carretera. En el alineamiento horizontal se indican el azimut, distancias, curvas horizontales, principios de curvas, principios de tangente, longitudes de curva, etc., que son los que definen el caminamiento de la carretera.

Puntos obligatorios

En el alineamiento horizontal como en el vertical, existen puntos obligatorios y se definen por las elevaciones necesarias que debe tener un estacionamiento, como en el caso de un puente existente, en el que la rasante deberá pasar por este punto; debido a que el puente no puede variar su posición; otros puntos obligatorios son nacimientos de agua (para los cuales se deben construir las obras de protección necesarias), terreno rocoso, crecientes de ríos (determinando su creciente máxima) y la altura final del puente para definir la rasante, casas a la orilla de la carretera, etc.

Pendiente máxima

Cuando una pendiente que es grande se presenta en un tramo, es recomendable que se deje la máxima al principio para tratar de suavizarla en el final, a fin de evitar que los vehículos pesados pierdan velocidad. Si la pendiente es larga se recomienda hacer un descanso en medio de tangentes, para lograr avance, o sea, la recuperación del vehículo.

Pendiente mínima

En tramos de relleno no hay una pendiente mínima, pues el agua se drena por el bombeo de la carretera; cuando la sección transversal sea de corte se recomienda una pendiente mínima de 0.5%, para que el agua que cae en la cuneta pueda ser drenada hasta el cabezal de descarga.

Datos de tipo de suelo

Para resolver los problemas que se presentan en puntos específicos de la carretera, es importante conocer el tipo de suelo y darle la solución necesaria, como en el caso de material rocoso, material arcilloso, pantanos, arenas, etc.

Condiciones topográficas

Para el diseño de la rasante según los distintos tipos de terreno, la Dirección General de Caminos, establece 3 tipos de terreno de acuerdo con la topografía:

- a. **Terrenos ondulados:** son aquellos que poseen pendientes que oscilan entre el 5% y el 12%. La subrasante en estos terrenos se debe diseñar buscando cámaras balanceadas en tramos no mayores a los 500 metros de longitud, debido al acarreo. También se debe tener presente no exceder las pendientes mínimas y máximas permitidas por las especificaciones.
- b. **Terrenos llanos:** son aquellos cuyo perfil tiene pendientes longitudinales menores del 5% y uniformes a la par de pendientes transversales pequeñas. En este tipo de terreno la subrasante se debe diseñar en

relleno, con pendientes paralelas al terreno natural, con una elevación suficiente para dar cabida a las estructuras del drenaje transversal.

- c. **Terrenos montañosos:** su perfil obliga a grandes movimientos de tierras, la pendiente generalmente es máxima, la cual es permitida por las especificaciones.

Cálculo de áreas de secciones transversales

Para el cálculo de las áreas se deben tener dibujadas las secciones transversales de la línea de localización, en estaciones a cada 20 metros; y sobreponerle la sección típica que fue seleccionada; ya que con sus taludes se delimitan las áreas de corte y relleno. El procedimiento más común es el gráfico, permitiendo medir las áreas, por medio de un planímetro graduado. Para la medición de las secciones, éstas deben estar dibujadas en papel milimetrado.

Para la ejecución de lo anterior se debe proceder a marcar las áreas para delinearlas con el planímetro, teniendo un punto de partida y retornando al mismo al recorrer el contorno en dirección de las agujas del reloj, dando como resultado el área en metros cuadrados.

Otro procedimiento es a través de las coordenadas que delimitan a la sección de corte y relleno, establecidas por determinantes.

2.2.2.5.1 Cálculo de movimiento de tierras

El cálculo se realiza entre estaciones, regularmente cada 20 metros, si las dos secciones donde se desea obtener el volumen, se encuentran en corte o en relleno, es posible hacerlo con el volumen de un prisma irregular, que es el

resultado de la semisuma de las áreas externas por la distancia entre las estaciones.

$$V = \frac{A1 + A2}{2} * d$$

V = volumen (corte o relleno)

A1 = área estación 1

A2 = área estación 2

d = distancia entre estaciones (20 mts)

Cuando las secciones a tratar contemplan áreas de corte y relleno, deben de calcularse las distancias de paso, que corresponden al punto donde el área de la sección cambia de corte a relleno o viceversa.

Para determinar la distancia de paso, se realiza una relación de triángulos, con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

$$\frac{C + R}{D} = \frac{R}{D1} \Rightarrow D1 = \frac{R + D}{C + R}$$

2.2.2.5.2 Diseño de cunetas laterales para evacuación de aguas pluviales

La vida útil de la carretera dependerá mucho de los drenajes; éstos evitan derrumbes o deslizamientos y para que funcionen eficientemente, deben de tener mantenimiento constante. En las carreteras existen los drenajes transversales (tuberías, bóvedas, puentes, badenes, etc.) y longitudinales (cunetas y contra cunetas), además de subdrenajes.

Drenaje pluvial

El objetivo fundamental del drenaje en un camino, es reducir al máximo la cantidad de agua que de una u otra forma llega al mismo y pueda perjudicarlo.

Para que un camino tenga buen drenaje, debe evitarse que el agua circule en cantidades grandes por el mismo, destruyendo los pavimentos y formando baches; así también evitar que se estanque en las cunetas y reblandezca la terracería, lo que provocaría pérdida de estabilidad.

El drenaje, denominado también como obra de arte, puede clasificarse en:

- Transversal
- Longitudinal
- Subdrenaje

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal, que el espesor del relleno evite el daño a los conductos ocasionado por las cargas vivas y de impacto, debiendo respetar las profundidades mínimas establecidas. Esta profundidad se mide a partir de la superficie de la subrasante, hasta la parte superior del tubo, determinada de siguiente manera:

Tráfico normal = 1.00 metros

Tráfico pesado = 1.20 metros

Datos usados en el diseño

Cunetas

En concepto, son canales abiertos que se pueden diseñar por varios métodos, (uno de ellos, el método de Manning), se colocan paralelamente a lo largo del camino y sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera. Cuando las pendientes son muy fuertes, deben de protegerse de la erosión y de la acción destructiva del agua por medio de estructuras escalonadas (disipadores de energía) o recubrimiento total de la sección.

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el fin de conducir el agua que escurre desde la parte central de éste, o en todo el camino, en el caso que existan curvas. Cuando las cunetas pasan de corte a relleno, se prolongan a lo largo del pie del relleno: dejando una berma entre dicho pie y el borde de la cuneta, para evitar que se moje el relleno y origine asentamientos.

El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos y se pueden construir de forma trapezoidal o triangular. El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud, medida que determinará el área de carretera que drenará, o del terreno aledaño, si es necesario.

Las cunetas deben protegerse en pendientes fuertes (arriba de un 10%) cuando su longitud sea mayor de 50 metros, por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio; debido a que mientras más largas sean, más agua llevará, por lo que se erosionarán más y resultaría antieconómica la conservación.

Contra cunetas

Son zanjas que se hacen en lugares convenientes, para evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada.

Las contra cunetas se construyen transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos. Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno, no se deben construir contra cunetas.

Drenaje transversal

El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse de otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro del camino. En estas obras de drenaje transversal están comprendidos los puentes y las alcantarillas.

En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas cada 200 metros como máximo, y necesariamente en las curvas verticales cóncavas, utilizando diámetros de 30" como mínimo. Como obras de protección pueden citarse: muros, revestimientos, desarenadores y disipadores de energía. A las tuberías se les construirán muros cabezales en la entrada y salida, y tragantes en la entrada, cuando se trate de alcantarillas que servirán para aliviar cunetas o de corrientes muy pequeñas. Cuando se trate de corrientes cuya área de descarga no pase de 2 metros cuadrados se les construirán muros cabezales y en lugar de tragante de entrada se instalarán aletones rectos, a 45° o en "L".

El colchón mínimo para protección de los tubos, deberá ser de 1.00 ó 1.20 metros (dependiendo si es tráfico normal o pesado) para que la carga viva se considere uniformemente distribuida.

2.2.2.5.3 Estudio y diseño de compactación

Es necesario conocer el tipo de suelo con que se cuenta en el área de trabajo donde se construirá la estructura de terracería. Así, en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo, es necesario colocar una capa de transición sobre la cual se construirá la superficie de rodadura.

Los ensayos de suelos deben ejecutarse para:

- la clasificación del tipo de suelo
- el control de la construcción
- determinar la resistencia del suelo

Ensayos para la clasificación del suelo

Son los ensayos para clasificar el tipo de suelo existente en el área de trabajo; son de mucha importancia y deben ser descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de estos ensayos, los principales son: el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

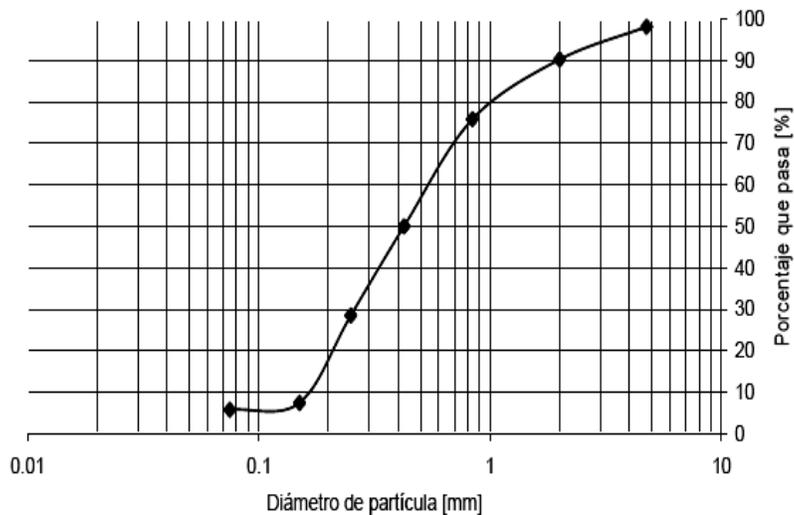
Ensayo de la granulometría

El análisis granulométrico consiste en determinar la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de granos presentes en una muestra de suelo. En la práctica, se trabaja con rangos de tamaños.

El análisis granulométrico permitió obtener la cantidad de suelo que pasa en una serie de mallas o tamices normalizados. La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, graficando los diámetros de partículas en función del porcentaje que pasa (en peso) o también llamado porcentaje más fino.

Dado que por lo general una masa de suelos contiene una gran variedad de tamaños, es conveniente recurrir a una representación logarítmica para los tamaños de partículas.

Figura 3 . Representación de información granulométrica



Fuente: Elaboración propia.

A partir de la curva de distribución granulométrica, se pueden obtener diámetros característicos tales como el D10, D85, D60. El diámetro D se refiere al tamaño del grano o diámetro aparente de una partícula de suelo y el sub-índice denota el porcentaje de material más fino. Por ejemplo D10 = 0.15 mm significa que el 10 % de los granos de la muestra son menores en diámetro que 0.15 mm. El diámetro D10 es también llamado tamaño efectivo de un suelo.

El sistema internacional USCS (Unified Soil Classification System) nos permite clasificar el suelo de acuerdo a los parámetros determinados en el análisis granulométrico.

Los resultados obtenidos en las graficas de los dos ensayos definen una gran diferencia, conteniendo mayores partículas finas en el inicio del tramo y al final se encuentran diversos tamaños de partículas.

Ensayo del proctor modificado

Actualmente existen muchos métodos para reproducir, al menos teóricamente, en laboratorio las condiciones dadas de compactación en terreno. Históricamente, el primer método, respecto a la técnica que se utiliza actualmente, es el debido R.R. Proctor y que es conocido como Prueba Proctor estándar. El mas empleado, actualmente, es denominado prueba Proctor modificado en el que se aplica mayor energía de compactación que el estándar siendo el que esta más de acuerdo con las sollicitaciones que las modernas estructuras imponen al suelo.

También para algunas condiciones se utiliza el que se conoce como Proctor de 15 golpes.

Con este procedimiento de compactación, Proctor estudió la influencia que ejercía en el proceso el contenido inicial de agua de suelo. Observó que a contenidos de humedad crecientes, a partir de valores bajos, se obtenían más altos pesos específicos secos y, por lo tanto, mejores compactaciones de suelo, pero que esa tendencia no se mantenía indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuían, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, que existe una humedad inicial denominada humedad óptima, que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación y, por consiguiente, la mejor compactación del suelo.

Los resultados de las pruebas de compactación se grafican en curvas que relacionan el peso unitario específico seco versus el contenido de agua. El ensayo realizado al inicio da una densidad menor con respecto al del final y al inicio la humedad óptima es mayor con respecto del final.

Ensayo de razón de soporte de suelos compactados “C.B.R.”

El ensayo de C.B.R. mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como “Relación de soporte” y esta normado con el número ASTM D 1883-73. Se aplica para evaluación de la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de sub-bases y bases granulares, que contengan solamente una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 mm, y que es retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que la fracción no exceda del 20%. Este ensayo puede realizarse tanto en laboratorio como en terreno, aunque este último no es muy practicado. Ensayo de C.B.R. (Valor Soporte California): El número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria en Kilos/cm² (libras por pulgadas cuadrada, (PSI)) necesaria para

lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (con un área de 19.4 centímetros cuadrados) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado, en ecuación, esto se expresa:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo} \times 100}{\text{Carga unitaria patrón}}$$

Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo, determinando el ensayo a utilizar en la compactación estándar. El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y sub rasantes bajo el pavimento de carreteras y aéreo pistas.

En base a los resultados anteriormente indicados en los ensayos de laboratorio notamos la diferencia del porcentaje del CBR más alto al inicio del proyecto, teniendo relación con la humedad óptima del suelo compactado. Al final del tramo carretero se obtuvo un porcentaje del CBR mas bajo estando relacionado con la humedad óptima del suelo. Dando un mejor valor soporte al inicio del tramo.

Ensayo de límites de Atteberg

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria ya que la muestra de suelo al ser

ensayada se encuentra con su estructura original destruida por la acción de remoldeo.

Contenido de humedad (w): Razón entre peso del agua y peso del suelo seco de una muestra. Se expresa en porcentaje:

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W_w = peso agua

W_s = peso suelo seco

Límite Líquido (w_L o LL): contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.

Límite Plástico (w_p o LP): es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólidos y plástico.

Índice de Plasticidad (IP): es la diferencia entre los límites líquido y plástico:

$$IP = w_L - w_P$$

Concluyendo que el índice plástico casi se mantienen constantes, según los resultados realizados al inicio y al final del tramo carretero. Teniendo resultados diferentes en el límite líquido y límite plástico.

Análisis de resultados

De los ensayos realizados, se obtuvo que el suelo estudiado tenga las siguientes características:

Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-4 Arena limosa color gris

Límite Líquido: No plástico

Índice Plástico: No plástico

Densidad seca máxima γ_d : 1,730 t/m³

Humedad óptima = 17.5%

CBR al 95% de compactación es de 68 % aproximadamente.

Como puede apreciarse, este material es buena sub-rasante, dado que el CBR al 95% es un valor alto. (Ver hojas adjuntas del laboratorio de suelos).

2.2.3 Cuantificación y presupuesto

2.2.3.1 Cuantificación de materiales y mano de obra

Área del proyecto

Ubicación geográfica

Aldea: **Los Maldonados**

Municipio: **Malacatancito**

Departamento: **Huehuetenango**

- Superficie de rodadura: **5.00 mts.**

- Ancho de calzada: **5.50 mts.**

- Bombeo de **3%** mínimo y **5%** máximo

- Cunetas de **0.50** metros de ancho y **0.25** de profundidad

- Pendiente máxima: **14.00 %**
- Pendiente mínima: **0.05 %**
- Tránsito no mayor de 100 vehículos por día.
- Velocidad de diseño 20 Kilómetros por hora.
- Cunetas naturales: **6,540.00 mts.**
- Cunetas revestidas: **575.00 mts.**
- Longitud del estudio topográfico: **2635.65 Km.**
- Longitud de diseño: **2635.65 Km.**

Especificaciones técnicas

Replanteo topográfico

El Contratista debe suministrar cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de ejecutar el trabajo en tiempo y con la exactitud requerida. Siempre que se estén realizando trabajos topográficos de replanteo, deberá estar presente en el proyecto un supervisor calificado para la cuadrilla.

Este trabajo consiste en el suministro de personal calificado, del equipo necesario y del material para efectuar levantamientos y replanteos topográficos, cálculos y registros de datos para el control del trabajo.

Limpia, chapeo y destronque

Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros. Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo. El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que se deba conservar,

a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la carretera o a cualquier propiedad.

Corte

Es el material no clasificado que se excava dentro de los límites de construcción, para utilizarlo en la construcción de terraplenes. La excavación se debe efectuar de conformidad con la alineación, pendientes, dimensiones y detalles mostrados en los planos. Ningún material excavado de cualquier ampliación, debe ser dispuesto de manera inadecuada a fin de que no obstaculice el drenaje de la carretera.

Terraplén o relleno

Es la estructura que se construye con los materiales que se especifican en esta Sección y en capas sucesivas hasta la elevación indicada en los planos. El relleno debe ser construido en capas sucesivas horizontales y de tal espesor que permita la compactación especificada en esta Sección. En los rellenos, cada capa se debe compactar como mínimo al 90% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T 180; y los 300 milímetros superiores deben compactarse como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método citado.

Estabilización de la subrasante

Es la operación que consiste en escarificar, incorporar materiales estabilizadores (si se requieren), homogeneizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la mezcla de la sub-rasante con materiales estabilizadores (dependiendo del tipo de suelo y del CBR obtenido), para

mejorar sus características mecánicas, adecuando su superficie a la sección típica y elevaciones de subrasante establecidas en los planos u ordenadas por el Delegado Residente, efectuando cortes y rellenos con un espesor no mayor de 200 milímetros.

Colocación de la capa de balasto

Es la capa de balasto destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito hacia la subrasante, de tal manera que las pueda soportar, tiene un espesor mínimo de 0.15m. Es un material clasificado que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura. Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación del material con la humedad requerida; conformación y compactación de la capa de balasto, de acuerdo con el espesor total mostrado en los planos y lo descrito en la Especificaciones. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg./metro³ (90 lb./pie³) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser removido y dispuesto adecuadamente para que no obstaculice el drenaje.

Drenajes transversales

Este trabajo consiste en suministrar, acarrear y colocar las alcantarillas de los diámetros, medidas y clases requeridas en los planos; debiendo colocarse sobre una cama adecuadamente preparada, de acuerdo con los planos. La tubería de metal corrugado tendrá un diámetro de 30", con una

longitud de 6 m y un ángulo de desviación de 5° para no interrumpir el flujo del agua.

Cajas y cabezales

Son las estructuras de concreto ciclópeo, concreto Clase 17.5 MPa (2500 psi), colocadas en los extremos de las alcantarillas (entrada y salida), para encauzar el agua y protección de la carretera. Las cajas tendrán 1.00x1.00x1.00 a rostros interiores y un espesor de pared de 0.20 m. Los cabezales deben ser de los tipos y dimensiones, indicados en detalles en planos (anexo).

Cunetas revestidas

Son los canales, situados a ambos lados de la línea central de la carretera, hechas de concreto simple fundido en sitio y NO DE CONCRETO CICLOPEO, que sirven para conducir hacia el desfogue, el agua de lluvia que cae sobre la corona y los taludes. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las Cunetas Revestidas, deben ser las indicadas en los planos. (Ver detalles adjuntos). Antes de construir cualquiera de los trabajos mencionados anteriormente, se debe conformar y compactar la superficie de las cunetas y retirar cualquier materia extraña o suelta que se encuentre entre las mismas.

Proyección horizontal

Radio según velocidad de diseño (20 y 40 km/hora)

Bombeo 3 % mínimo, 5% máximo.

Revestimiento de material balasto con un espesor de 0.15 metros

Proyección vertical o rasante

Apariencia

Recíproco de la Variación de Pendientes por unidad de longitud mayor igual a 30

Comodidad

Recíproco de la variación de pendientes por unidad de longitud mayor igual a la velocidad al cuadrado dividido 395

Drenaje

Recíproco de la variación de pendientes por unidad de longitud mayor igual a 33

Taludes

Corte: $1/3$: 1 de 7 m. en adelante.
 $1/2$: 1 de 3 a 7 m.
 1: 1 de 0 a 3 m.

Relleno: 2 : 1 de 0 a 3 m.
 $1 \frac{1}{2}$: 1 de 3 m. En adelante.

Acabados para los cabezales

Además de cumplir con todos los detalles de construcción especificados anteriormente, la alcantarilla completa debe mostrar un acabado cuidadoso en

todos los aspectos. Se rechazarán las alcantarillas en las cuales la apariencia de los cabezales no sea la adecuada, para eso será necesario de repellar y darle un acabado uniforme. Como tal, puede ser causa de rechazo, de no corregirse, la alcantarilla que tenga, entre otros, los siguientes defectos:

- (1) forma defectuosa.
- (2) variación de la línea recta central.
- (3) bordes dañados.
- (4) cabezales sin desfogue y/o mal acabado.

2.2.3.2 Integración de precios unitarios

Tabla IX. Resumen de precios unitarios del presupuesto del diseño de la carretera hacia la aldea Los Maldonado del municipio de Malacatancito.

1,0	REPLANTAMIENTO TOPOGRÁFICO				
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Materiales				
1,1	Replanteo topográfico	2635,65	m	Q 15,00	Q 39.534,75
1,2	Limpieza, chapeo y destronque	2635,65	m	Q 5,00	Q 13.178,25
	Sub-total				Q 52.713,00
	Precio unitario				Q 20,00

2	CORTE Y ACARREO				
	DESCRIPCION	CANTIDAD m3	RENDIMIENTO M3/hr	ARRENDAMIENTO Q/hr	TOTAL
2,1	Tractor	5345,29	75	650	Q 46.325,85
2,2	Combustible tractor (diesel)	5345,29	75	130	Q 9.265,17
2,3	Excavadora	5345,29	75	325	Q 23.162,92
2,4	Combustible excavadora (diesel)	5345,29	75	130	Q 9.265,17
2,5	Camión de volteo 12 m3				Q 15.000,00
	Sub-total				Q 103.019,11
	Precio unitario				Q 19,27

3	RELLENO				
	DESCRIPCION	CANTIDAD m3	RENDIMIENTO M3/hr	ARRENDAMIENTO Q/hr	TOTAL
3,1	Moto niveladora 125 HP	10455,89	60	487,5	Q 84.954,11
3,2	Combustible moto niveladora	10455,89	60	130	Q 22.654,43
3,3	Compactadora tambor liso	10455,89	60	357,7	Q 62.334,53
3,4	Combustible compactadora	10455,89	60	130	Q 22.654,43
3,5	Pipa regadora de 2000 galones				Q 15.000,00

	Sub-total				Q 207.597,49
	Precio unitario				Q 19,85

4	DRENAJES TRANSVERSALES				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
4,1	Drenaje transversal con tubería de corrugado □ 30"	4	unidad	8500	Q 34.000,00
	Sub-Total				Q 34.000,00
	Precio unitario				Q 8.500,00

5	ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	RENDIMIENTO	ARRENDAMIENTO	TOTAL
		m2	M3/hr	Q/hr	
3,1	Moto niveladora 125 HP	13178,25	500	487,5	Q 12.848,79
3,2	Combustible moto niveladora	13178,25	500	130	Q 3.426,35
3,3	Compactadora tambor liso	13178,25	500	357,7	Q 9.427,72
3,4	Combustible compactadora	13178,25	500	130	Q 3.426,35
3,5	Pipa regadora de 2000 galones				Q 15.000,00
	Sub-total				Q 44.129,20
	Precio unitario				Q 3,35

6	COLOCACION DE BALASTO				
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
6,1	Material balasto en banco	1976,74	m3	10	Q 19.767,40
6,2	Corte de material en banco	1976,74	m3	15	Q 29.651,10
6,3	Acarreo de material balasto	1976,74	m3	18	Q 35.581,32
6,4	Tendido de material balasto	1976,74	m3	15	Q 29.651,10
6,5	Compactación de material	1976,74	m3	11	Q 21.744,14
	Sub-total				Q 136.395,06
	Precio unitario				Q 69,00

9	CUNETAS DE CONCRETO (1 ML)				
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
9,1	Cemento 4000 psi	0,4	saco	65	Q 26,00
9,2	Arena de rio	0,1	m3	200	Q 20,00
9,3	Piedrín triturado	0,08	m3	250	Q 20,00
9,4	Madera para formaleta	1	pt	5	Q 5,00
9,5	Mano de obra	1	global	30	Q 30,00
	Sub-total				Q 101,00
	Precio unitario				Q 101,00

Tabla X. Resumen de la integración de precios del presupuesto del diseño de la carretera hacia la aldea Los Maldonado del municipio de Malacatancito.

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	TOTAL	TOTAL
1	Replanteo topográfico	2635,65	m	Q20,00	Q52.713,00	\$6.589,13
2	Corte y acarreo	5345,29	m3	Q19,27	Q103.019,11	\$12.877,39
3	Relleno	10455,89	m3	Q19,85	Q207.597,49	\$25.949,69
4	Drenaje transversales	4	unidades	Q8.500,00	Q34.000,00	\$4.250,00
5	Estabilización de la sub rasante	13178,25	m2	Q3,35	Q44.129,20	\$5.516,15
6	Colocación de la capa de balasto	1976,74	m3	Q69,00	Q136.395,06	\$17.049,38
7	Transporte de maquinaria	8	flete	Q4.500,00	Q36.000,00	\$4.500,00
8	Cunetas naturales	6540	ml	Q1,69	Q11.052,60	\$1.381,58
9	Cunetas de concreto	575	ml	Q101,00	Q58.075,00	\$7.259,38
	COSTO DIRECTO				Q682.981,47	\$85.372,68
10	Gastos administrativos	1	5%	Q34.149,07	Q34.149,07	\$4.268,63
11	Supervisión técnica	1	5%	Q34.149,07	Q34.149,07	\$4.268,63
12	Imprevistos	1	5%	Q34.149,07	Q34.149,07	\$4.268,63
	COSTOS INDIRECTOS				Q102.447,22	\$12.805,90
	TOTAL				Q785.428,69	\$98.178,59
	COSTO X	KM			Q298.001,89	\$37.250,24

Cronograma de ejecución

Es la secuencia lógica de las actividades de ejecución del proyecto, se muestra en forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla XI. Cronograma de ejecución del diseño de la carretera hacia la aldea Los Maldonado del municipio de Malacatancito.

No.	Actividad	cantidad	unidad	MESES															
				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	replanteo topografico, limpieza, chapeo y destronque	2635,65	ml	■															
2	corte y acarreo	5.345,29	m3	■	■	■	■	■											
3	relleno en capas no mayores de 0.30 m	10.455,89	m3		■	■	■	■	■										
4	drenaje transversal	5	unidad			■	■	■	■	■									
5	estabilizacion de la sub rasante	13.178,25	m2								■	■	■	■	■				
6	colocacion de capa balasto	1976,74	m2												■	■	■		
7	transporte de maquinaria	1	flete	■													■		
8	cunetas naturales	6540	ml														■		
9	cunetas de concreto	575	ml														■		

2.2.4 Estudio de impacto ambiental

Es una herramienta que permite llevar a cabo un seguimiento planificado y ordenado de las actividades ambientales por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN, el departamento de Gestión Ambiental DGA, de la Dirección General de Caminos.

2.2.4.1 Análisis de medio ambiente y su conservación

Efectos y contaminación en el aire y ruido

Por la utilización de combustibles fósiles como fuente de energía motriz, la circulación de vehículos produce un cambio físico químico a la biosfera, indicando que este impacto es de carácter temporal.

Las medidas de mitigación, ha tomar son que los trabajadores desarrollen su horario diurno, utilizar maquinaria en buen estado, generando lo mínimo de ruido y emisiones atmosféricas. Si el proyecto se llegara a realizar en época seca, se deberá de mantener un riego constante en las áreas de trabajo.

Efectos y contaminación del agua

Las fuentes de contaminación del agua que se deben evitar para la construcción de la carretera son:

- Residuos sólidos, hidrocarburos, en transversales de la carretera, donde fluye el agua.
- Instalaciones a lo largo de la carretera con derrames de aguas residuales, grasas, etc.

Para mitigar estas fuentes contaminantes, se debe de tener un control en el tratamiento de sólidos y tubería instalada.

2.2.4.2 Estudio de impacto ambiental de construcción

En el monitoreo se implementará la prevención de impactos potenciales, como los siguientes:

- Calidad del agua e hidrológica
- Estabilidad de suelos y riesgos de erosión
- Vegetación y vida silvestre
- Impacto visual
- Explotación de bancos de materiales
- Aspectos ambientales vinculados al movimiento de equipos y materiales.

Movimiento de tierras y material de desperdicios

Se debe de tomar en cuenta que al realizar la explotación de materiales estas no perjudiquen las condiciones naturales existentes. En donde se corte y formen taludes tratar de estabilizar el suelo con árboles, grama, etc.

Vibraciones

El rodaje de un vehículo genera vibraciones, que son transmitidas al aire y al suelo, se generan por las irregularidades del pavimento, o el mal estado del vehículo por el funcionamiento del motor, como medidas de mitigación se puede indicar que pavimentos asfálticos bien conservados, generan menores vibraciones.

Seguridad vial

Es un aspecto prioritario por razones humanitarias, salud pública y económica la inseguridad vial representa en general la principal causa de mortandad en los accidentes viales.

Para implementar mejoras en la seguridad vial de la carretera, se debe de realizar una participación conjunta de organizaciones privadas y gubernamentales. En caso de los peatones se debe de tomar en consideración, frecuencia de travesía y flujo del tráfico composición y velocidad.

CONCLUSIONES

1. El sistema de abastecimiento de agua potable del casco urbano de Malacatancito, cuenta con una longitud en la línea de conducción de 2,685.4 metros con tubería PVC de diámetro de 1" con presión de 160 PSI y en la línea de distribución de 980.7 metros con dicha tubería que beneficiará a 155 habitantes.
2. El costo unitario directo del sistema de agua potable es de Q. 88.70 por metro lineal y un costo unitario indirecto de Q. 13.31 por metro, estos costos pueden variar según el tiempo de ejecución del proyecto.
3. El diseño del tramo carretero cuenta con una longitud de 2635.65 metros con un espesor de 0.15 metros de balasto y cuatro cunetas laterales, este proyecto impulsará al desarrollo de la comunidad de la aldea Los Maldonado.
4. El costo unitario del tramo carretero será de Q. 298,001.89 por kilómetro, el cual contempla cunetas naturales, cunetas recubiertas y drenajes transversales para su vida útil de dicho proyecto.
5. Es importante la evaluación de impacto ambiental, para conocer los efectos que perjudican el tramo carretero como las vibraciones, el ruido, el polvo, antes de ejecutar los proyectos; para eso se mencionan las medidas de mitigación para reducir las la problemática del medio ambiente.

6. De acuerdo al análisis socio económico se puede observar que el valor presente neto negativo (- Q. 342,339.98) y una tasa interna de retorno alta (41 %), estos proyectos por ser de carácter social, y su finalidad principal es proveer servicios a la comunidad deberán ejecutarse

RECOMENDACIONES

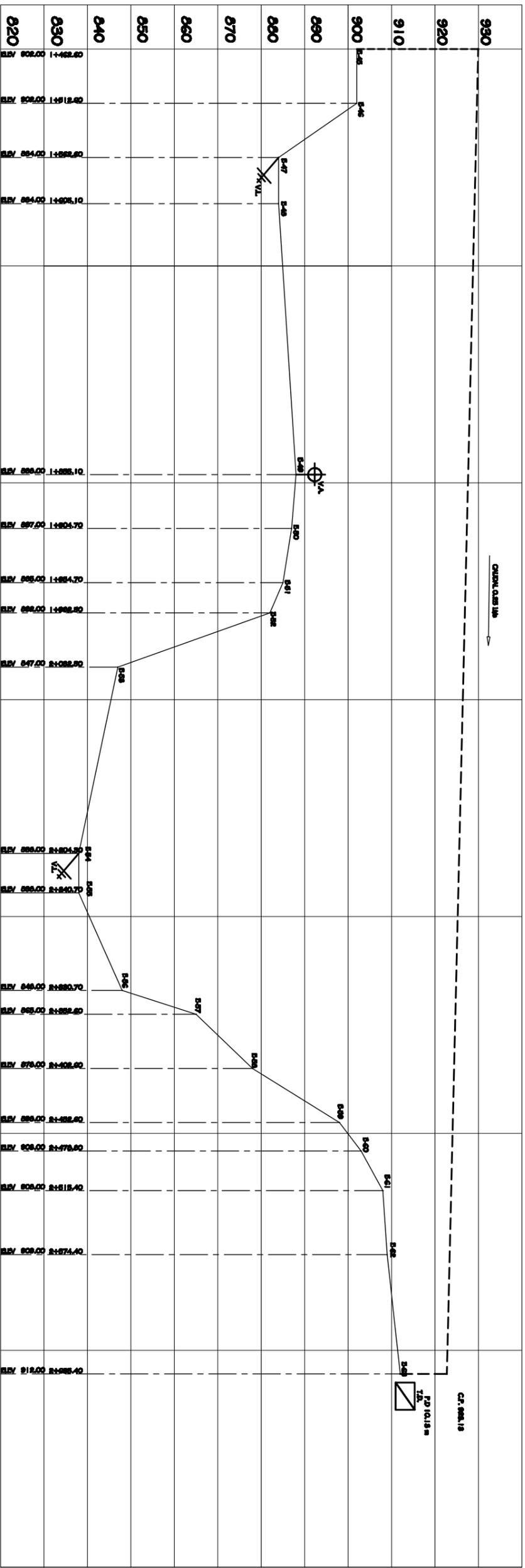
1. Durante la construcción de la carretera se debe respetar los espesores y calidad de materiales indicados en el respectivo diseño, para garantizar que la estructura cumpla satisfactoriamente su función durante el periodo para el cual fue diseñado.
2. Durante las ejecuciones de los proyectos se debe contar con supervisión profesional adecuada, para velar y cumplir con las especificaciones expuestas en el sistema de agua potable como en la apertura de la carretera, con el fin de optimizar los recursos y maximizar los beneficios del mismo.
3. Se recomienda que para la vida útil del proyecto de la carretera, se programe cuadrillas permanentes de mantenimiento cada tres meses o cuando se requiera en cunetas y drenajes transversales, para que evacue el agua que se rezague en la base y un fontanero en el sistema de agua potable para revisar tuberías y cajas de registros para su buen funcionamiento.
4. El costo de los proyectos puede variar con el paso del tiempo; por ello se recomienda su ejecución inmediata o revisar los costos unitarios en el futuro, para modificar el presupuesto y no obtener variaciones monetarias que puedan dificultar la construcción del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, República de Guatemala. Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes. Guatemala: 2001.
2. Merrit, Frederick S. Manual del Ingeniero Civil. México: Editorial McGraw Hill, tercera edición, 1992.
3. Palma Hernández, Joel Estuardo. Estudio y diseño de la ampliación y mejoramiento del tramo carretero, que une la aldea Las Victorias y finca las Conchas, en el municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. Guatemala: Trabajo de graduación Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.
4. Paxtor García, Juan Mauro. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nanhuitz aldea Yulhuitz 2, San Juan Ixcoy Huehuetenango. Trabajo de graduación Ing. civil. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 57 pp.
5. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR). Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales, Guatemala, junio de 1997.

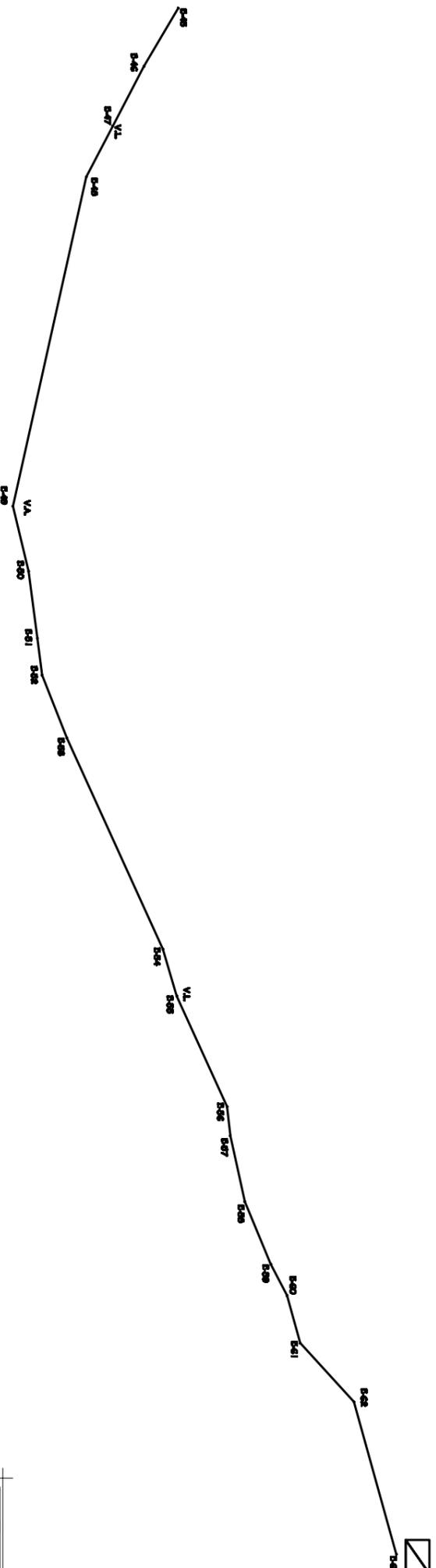
APÉNDICE

- ✓ Planos de sistema de agua potable
- ✓ Boleta de calidad de agua
- ✓ Planos de apertura de carretera
- ✓ Tabla de cálculos de curvas horizontales
- ✓ Tabla de cálculos de curvas verticales
- ✓ Informes de laboratorios de suelos



1243.8 m = 204 tubos de pvc de ϕ 1" de 160 FSI

PERFIL DE CONDUCCION
ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 500



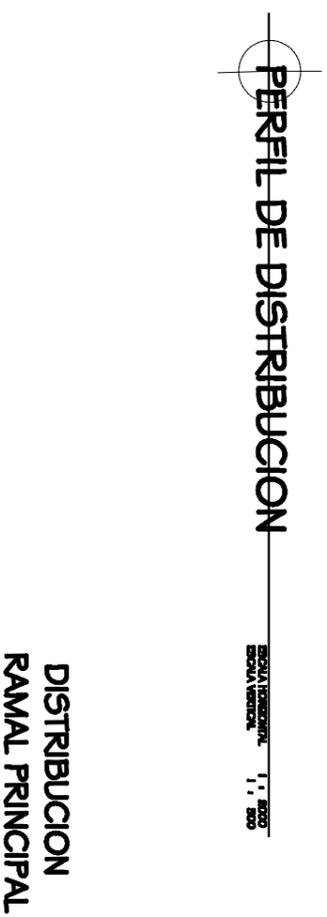
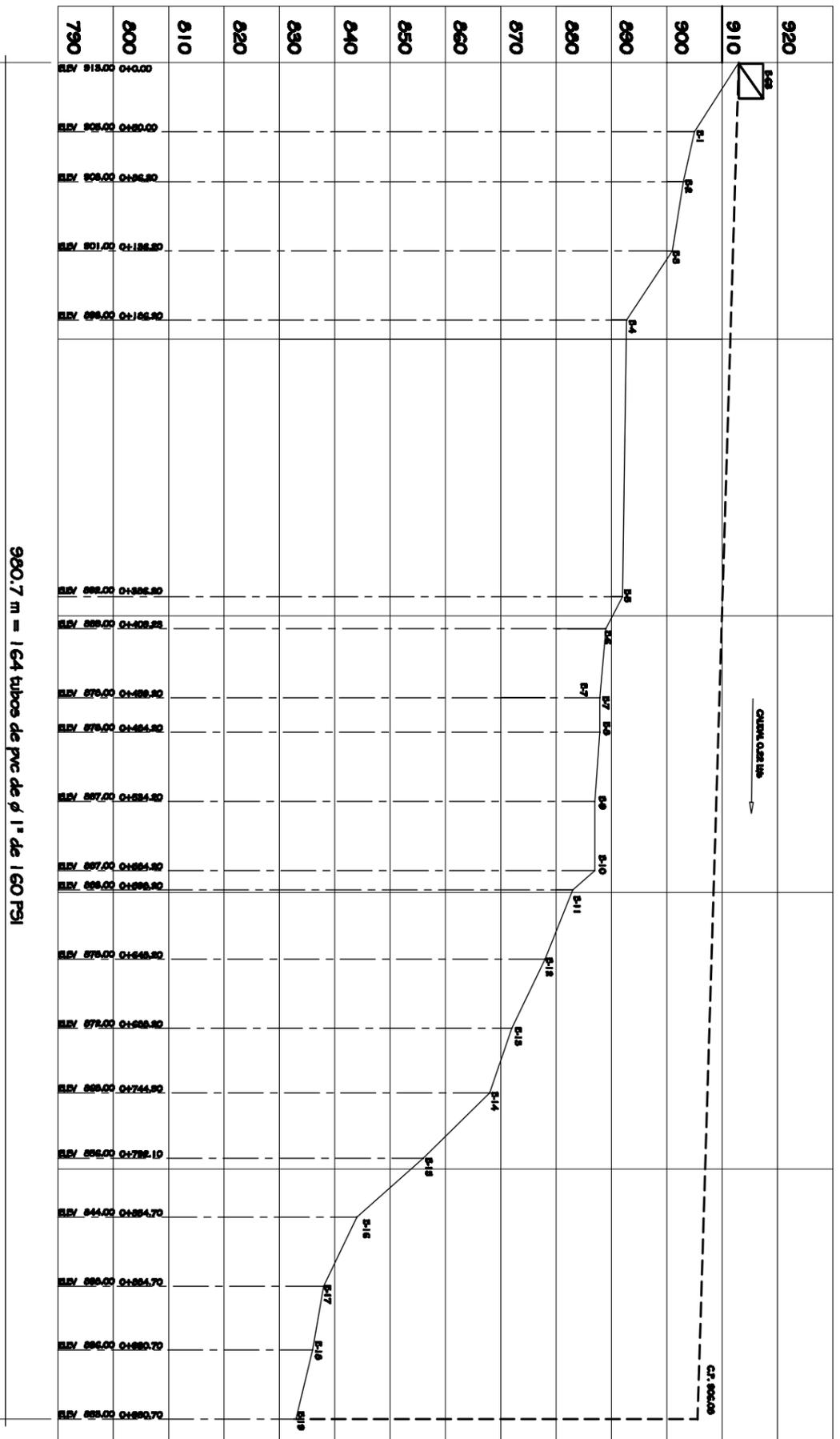
PLANTA DE CONDUCCION
ESCALA 1 : 5000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
MUNICIPALIDAD DE MALACATZ'UNTO, HEBERLEWANGO

Proyecto: SISTEMA DE ADJUSTAMIENTO DE AGUA POTABLE
Ubicación: MALACATZ'UNTO, HEBERLEWANGO

Topografía: NOE GOMEZ	Contiene:	PLANTA + PERFIL DE E-48 A E-68
Diseño: NOE GOMEZ	Fecha:	JUL / 09
Dibujo: NOE GOMEZ	Hoja:	3 / 7
Revisó: MR. GILBO ROMANIZ		
Va. Ba.		



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ENGENNERIA CIVIL
MANCIPALIDAD DE MALACATZAN, HEBERLEWANO

Proyecto: **SISTEMA DE ADJUSTAMIENTO DE AGUA POTABLE**
 Ubicación: **MALACATZAN, HEBERLEWANO**
 Topografía: **NOE GOMEZ**
 Diseñó: **NOE GOMEZ**
 Dibujó: **NOE GOMEZ**
 Revisó: **MR. GUINO ROMANIZ**
 Vó. Ba.

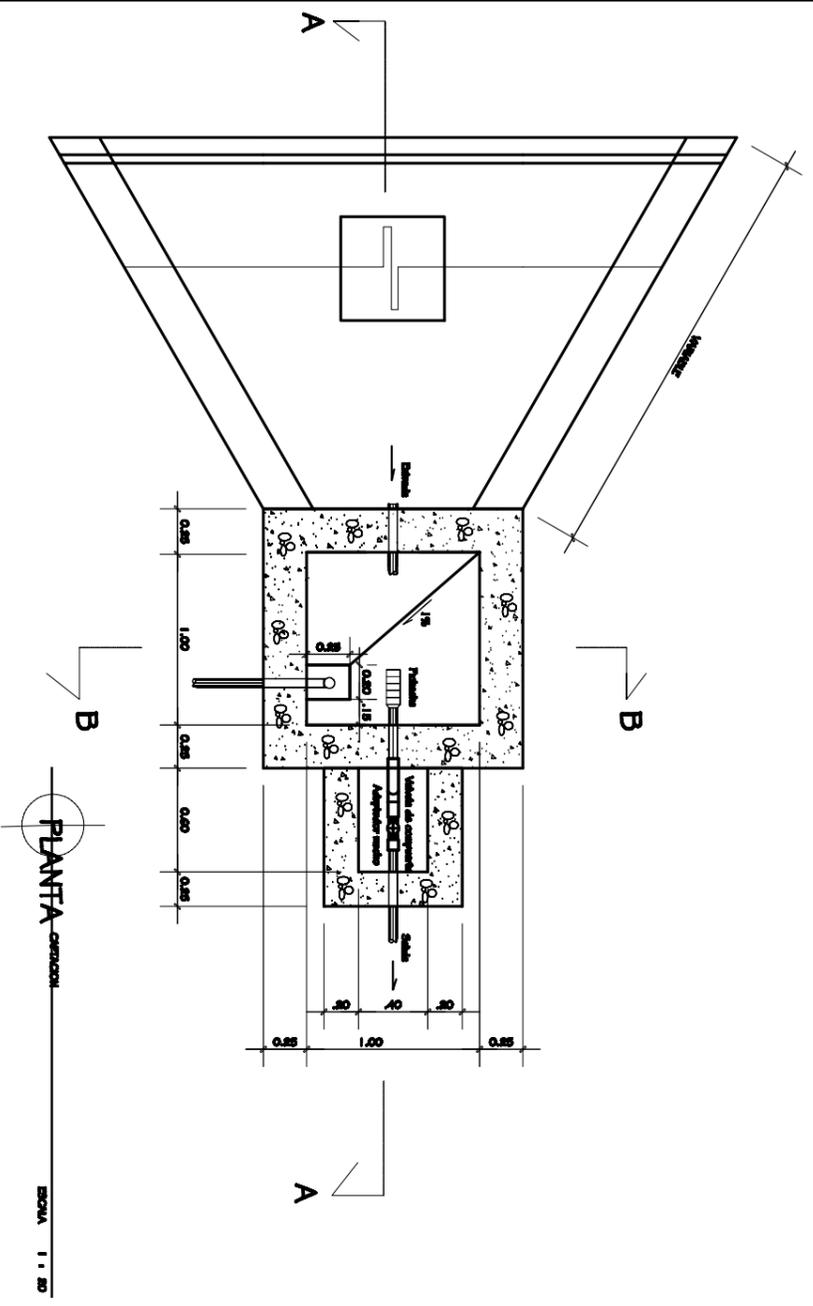
Contiene:
PLANTA + PERFIL DE E-0 A E-19

Escala: INDICADA

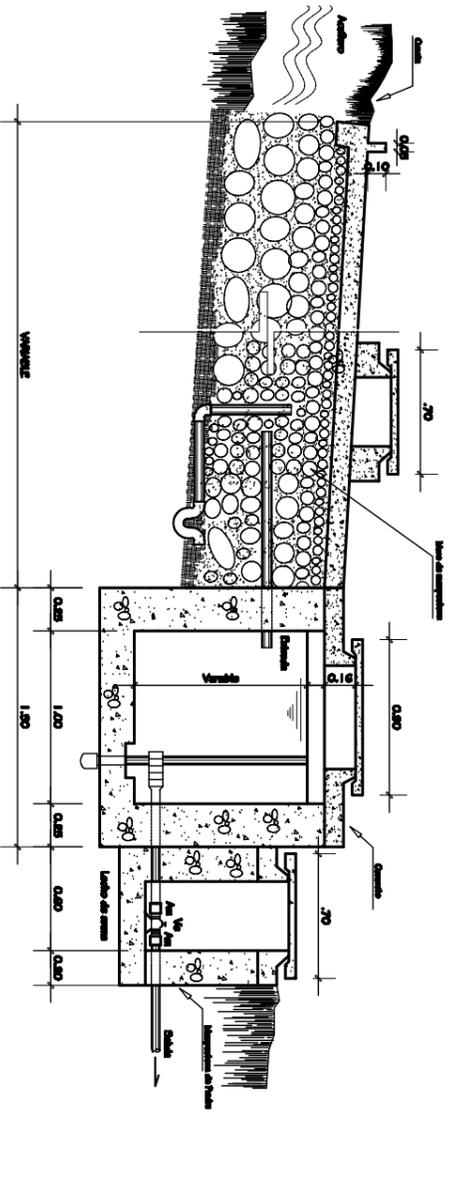
Fecha: JUL /09

Hoja: 4 / 7

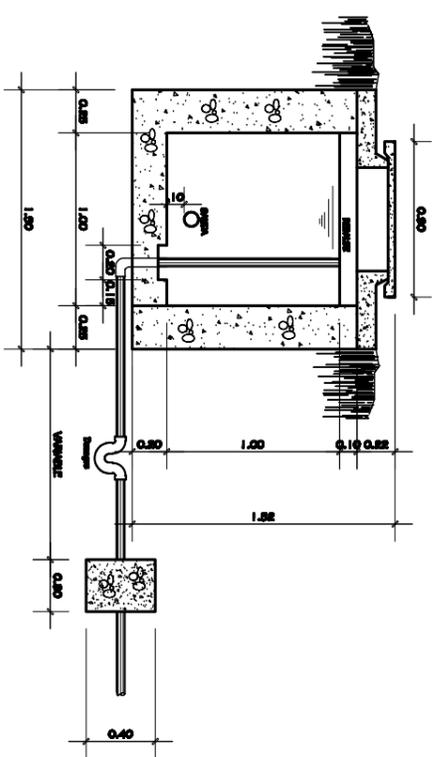
Supervisor - Asesor



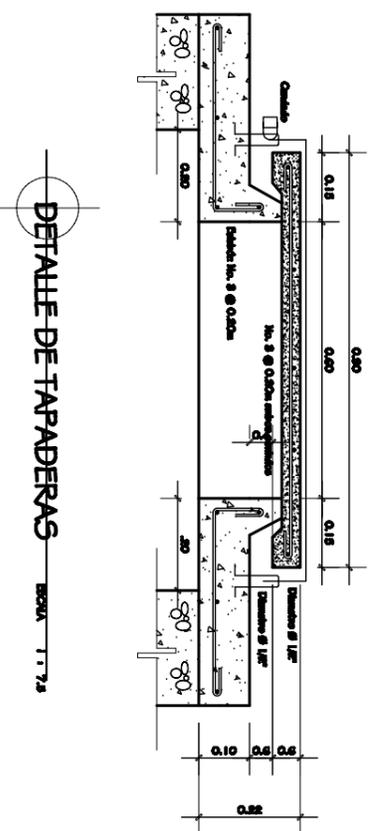
PLANFA SECTION ESCALA 1:1.20



SECCION A-A SECTION ESCALA 1:1.20



SECCION B-B SECTION ESCALA 1:1.20



DETALLE DE TAPADERAS SECTION ESCALA 1:1.75

- NOTA:
- EL CONCRETO CICLOPICO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA: 35 % DE MORTERO 67 % DE PIEDRA BOYA
 - EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
 - EL CONCRETO TENDRA UNA RESISTENCIA DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - EL ACERO SERA GRADO 40
 - SE RESELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA. PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECOBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
 - EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DRENIVA, NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA DE UN 2%
 - SE REALIZARA UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAVA.



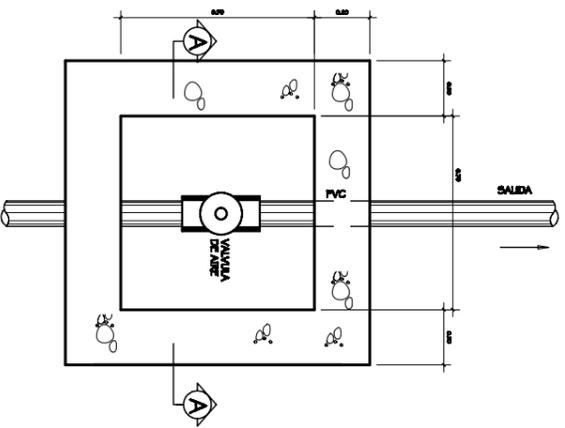
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ENGENNERIA CIVIL
 MUNICIPALIDAD DE MALACATZUN, HEHELEHWANO

Proyecto: SISTEMA DE ADJUSTAMIENTO DE AGUA POTABLE
 Ubicación: MALACATZUN, HEHELEHWANO

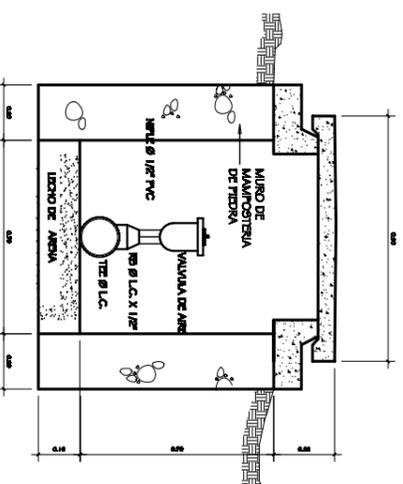
Topografía: NOE GOMEZ
 Diseñó: NOE GOMEZ
 Dibujó: NOE GOMEZ
 Revisó: MR. GILBO ROMANIZ

Contiene: CAVA DE CAPTACION
 Fecha: JUL /09
 Hoja: 6/7

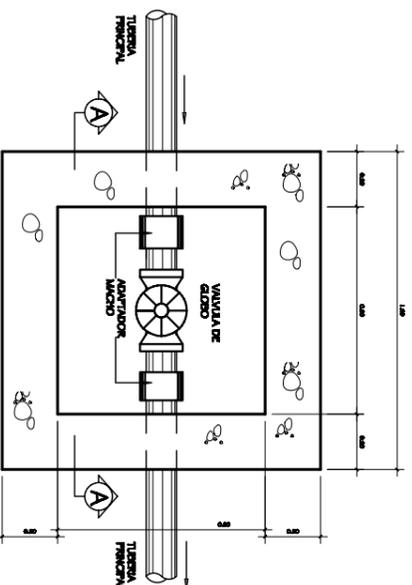
Va. Ba. Supervisor - Asesor



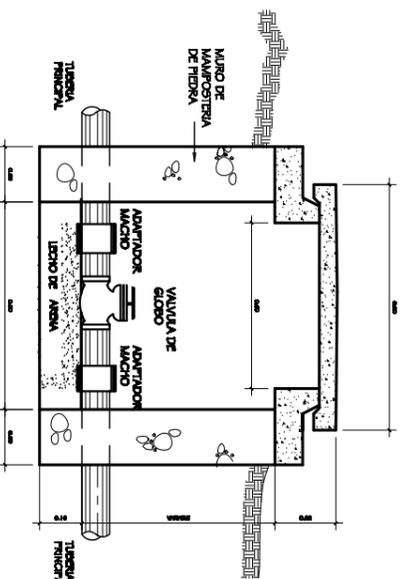
VALVULA DE AIRE
ESCALA 1:12.5



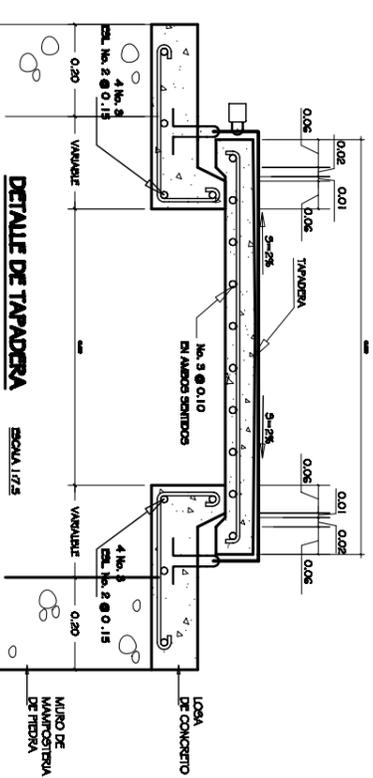
VALVULA DE AIRE SECCION A-A
ESCALA 1:12.5



VALVULA DE CONTROL
ESCALA 1:12.5



VALVULA DE CONTROL SECCION A-A
ESCALA 1:12.5



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:7.5

NOTA:

- EL CONCRETO CICLOPEO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
33 % DE MORTERO
67 % DE PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO TENDRA UNA RESISTENCIA DE f'c 210 kg/cm²
- EL ACERO SERA GRADO 40
- SE RETALLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABLETA. PROPORCION EN VOLUMEN 1:2. CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECIPIENTE MINIMO DE 1.5 GALS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DIRIGIR EL AGUA DE LA TUBERIA DE UN: 2"
- SE REALIZARA UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERIAS DE LA CAMA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
MANCOMUNIDAD DE MANAJAMIENTO, HEBELENAMIENTO

Proyecto: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Ubicación: MANAJAMIENTO, HEBELENAMIENTO

Topografía: NOE GOMEZ

Diseño: NOE GOMEZ

Dibujo: NOE GOMEZ

Revisó: MR. GUINO ROMANUZZ

Va. Ba. Supervisor - Asesor

Contiene: OBRAS DE ARTE

Fecha: JUL /09

Hoja: 7 / 7



BOLETA DE CALIDAD DEL AGUA

Muestra tomada por: Edwin Noé Gómez Cargo: Estudiante de Ingeniería Civil
 Fecha de muestreo: 13/08/2009 Hora: 10:05 Horas

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Departamento: HUEHUETENANGO Municipio: MALACATANCITO
 Comunidad: CASERIO CUCAL Iden. del Sistema: _____

B. CARACTERISTICAS DEL AGUA

PROYECTO: _____

Lugar donde se efectúa el Muestreo	Nombre del sitio de Muestreo	Cloro libre Residual (mg/l)	Coliformes fecales / 100 ml			
			No.*	Volumen (ml)	Contaje (# colonias)	Cantidad **Contaje x 100
1 Fuente superficial:						
Río						
Lago						
Laguna						
Otro (especifique)						
2 Fuentes Subterráneas						
Manantial 1:			1669	100 m.l.	0	0
Manantial 2:						
Manantial 3:						
Manantial 4:						
Caja de Captación						
Caja Reunidora de Caudales						
Pozo 1:						
Pozo 2:						
3 Tratamiento						
4 Tanque de almacenamiento						
Aljibe						
Caja Distribuidora de caudales						
Tanque de almacenamiento 1						
Tanque de almacenamiento 2						
Tanque de almacenamiento 3						
Tanque de almacenamiento 4						
Cisterna						
5 Red de distribución						
Vivienda 1						
Vivienda 2						
Vivienda 3						
Vivienda 4						
Vivienda 5						
Vivienda 6						
6 Camión cisterna						
7 Agua de lluvia						

* Número de muestra

** Cantidad = $\frac{\text{contaje} \times 100}{\text{volumen}}$

[Handwritten signature]

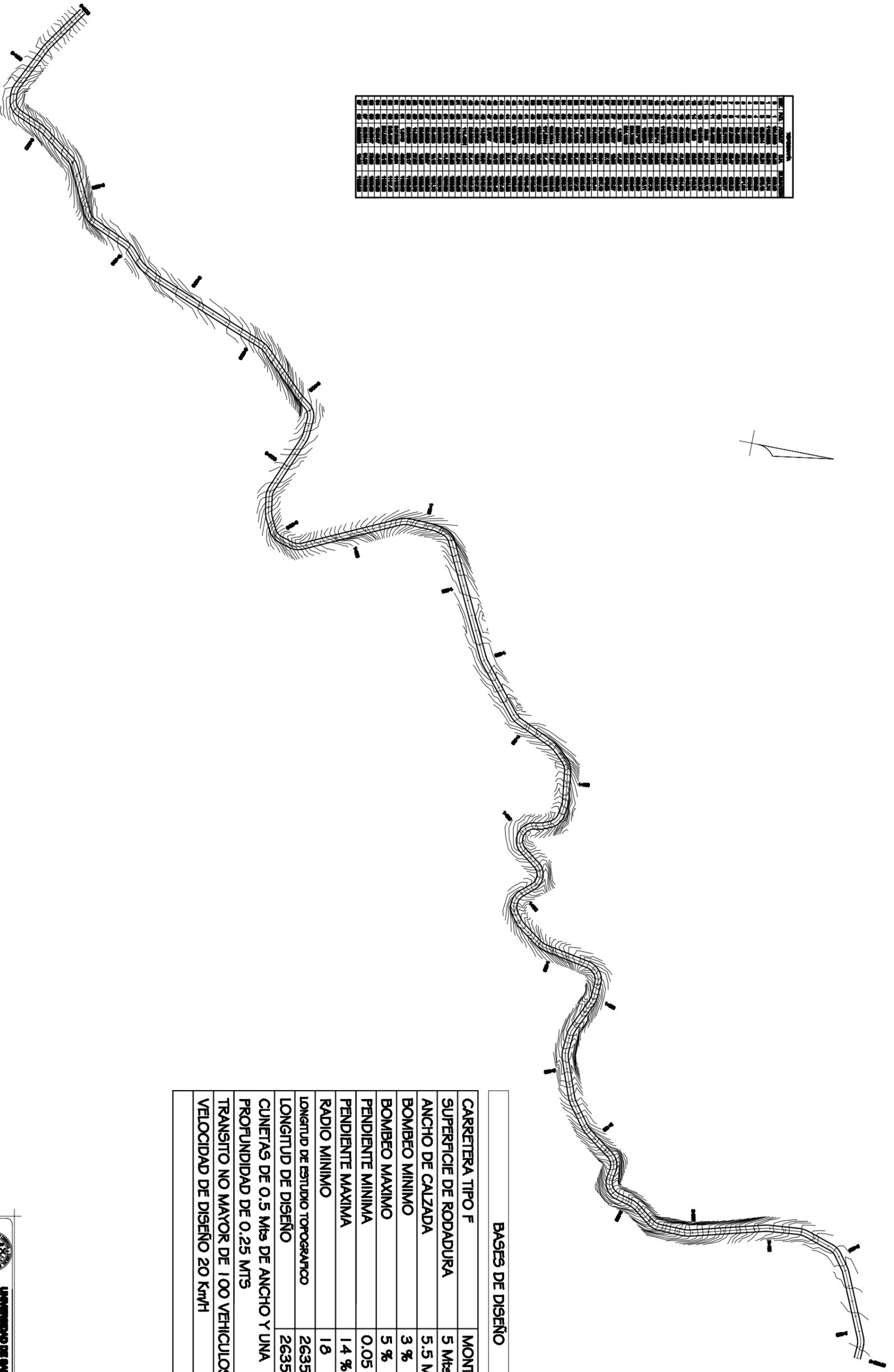
Fernando Longinos Gómez
 Encargado Laboratorio de Agua



Resultado: **SI** APTA PARA EL CONSUMO HUMANO

DISERVACION: Norma Guatemalteca NGS 23001 para agua potable:
 6.2 El volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de Escherichia coli en 100 ml de agua. La ausencia de coliformes se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano.

STACION	ALTIMETRIA	TIPO DE TERRENO	TIPO DE VEGETACION	TIPO DE SUELO	TIPO DE CLIMA	TIPO DE VEGETACION	TIPO DE SUELO	TIPO DE CLIMA
1	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
2	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
3	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
4	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
5	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
6	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
7	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
8	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
9	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
10	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
11	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
12	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
13	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
14	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
15	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
16	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
17	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
18	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
19	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
20	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
21	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
22	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
23	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
24	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
25	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
26	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
27	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
28	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
29	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
30	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
31	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
32	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
33	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
34	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
35	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
36	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
37	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
38	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
39	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
40	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
41	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
42	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
43	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
44	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
45	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
46	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
47	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
48	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
49	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso
50	1000	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso	Montañoso

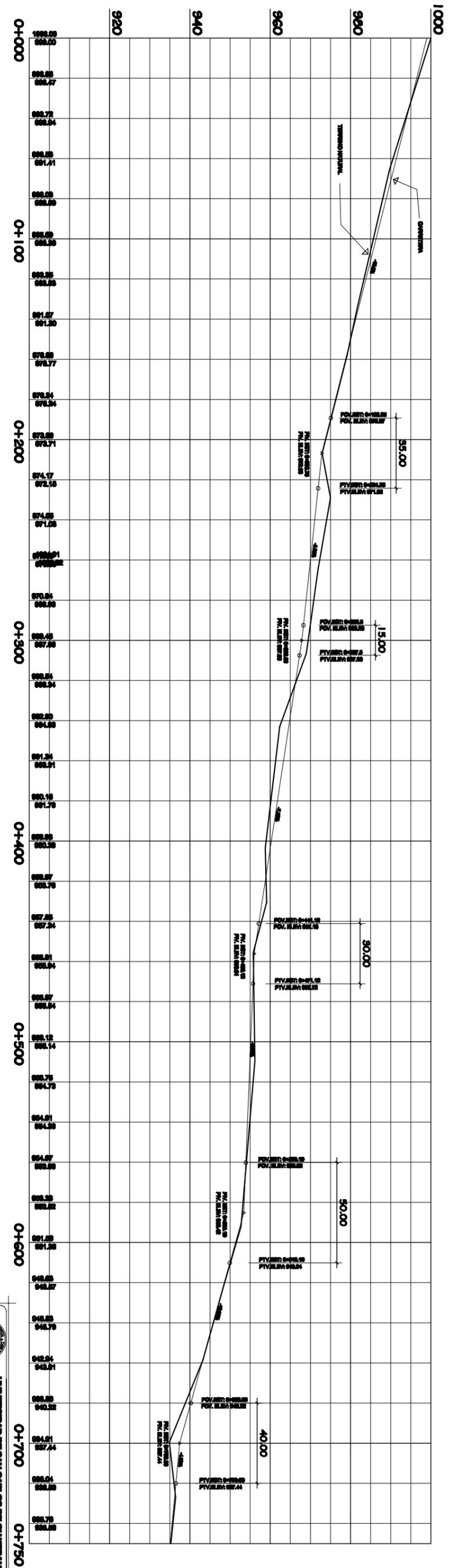
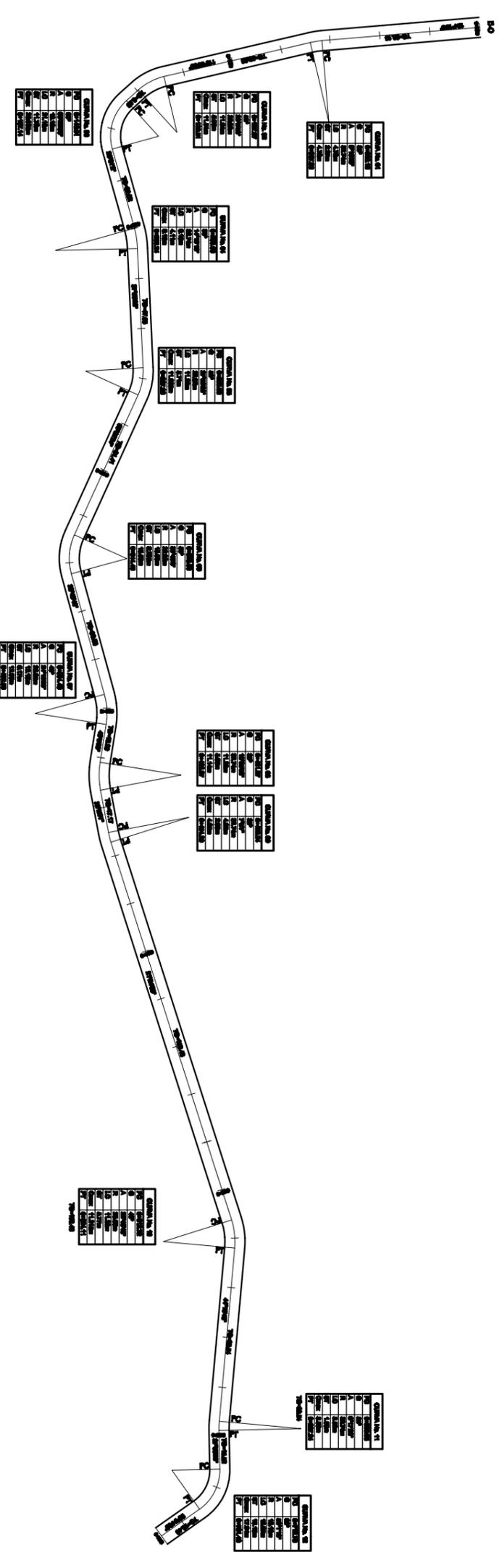


BASES DE DISEÑO	
CARRETERA TIPO F	MONTAÑOSA
SUPERFICIE DE RODADURA	5 Mts
ANCHO DE CALZADA	5.5 Mts
BOMBEO MINIMO	3 %
BOMBEO MAXIMO	5 %
PENDIENTE MINIMA	0.05 %
PENDIENTE MAXIMA	14 %
RADIO MINIMO	18
LONGITUD DE ESTUDIO TOPOGRAFICO	2635.65 Km
LONGITUD DE DISEÑO	2635.65 Km
CUNETAS DE 0.5 Mts DE ANCHO Y UNA PROFUNDIDAD DE 0.25 MTS	
TRANSITO NO MAYOR DE 100 VEHICULOS X DIA	
VELOCIDAD DE DISEÑO 20 Km/H	

PLANTA GENERAL

ESCALA 1 : 2500

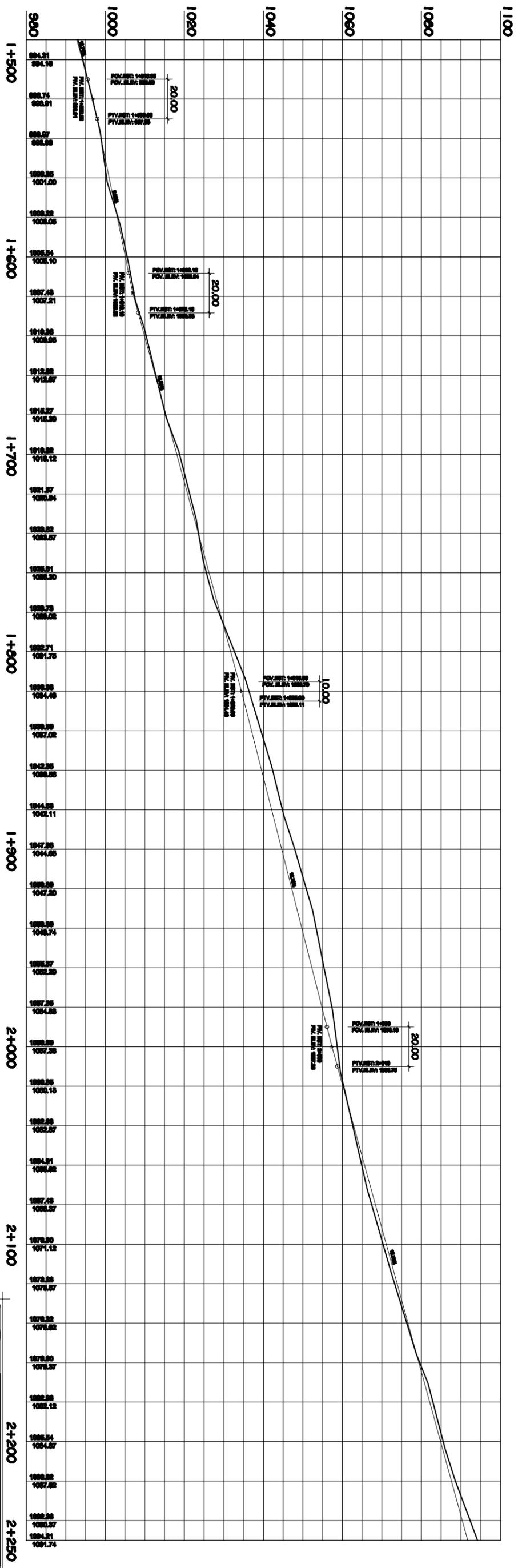
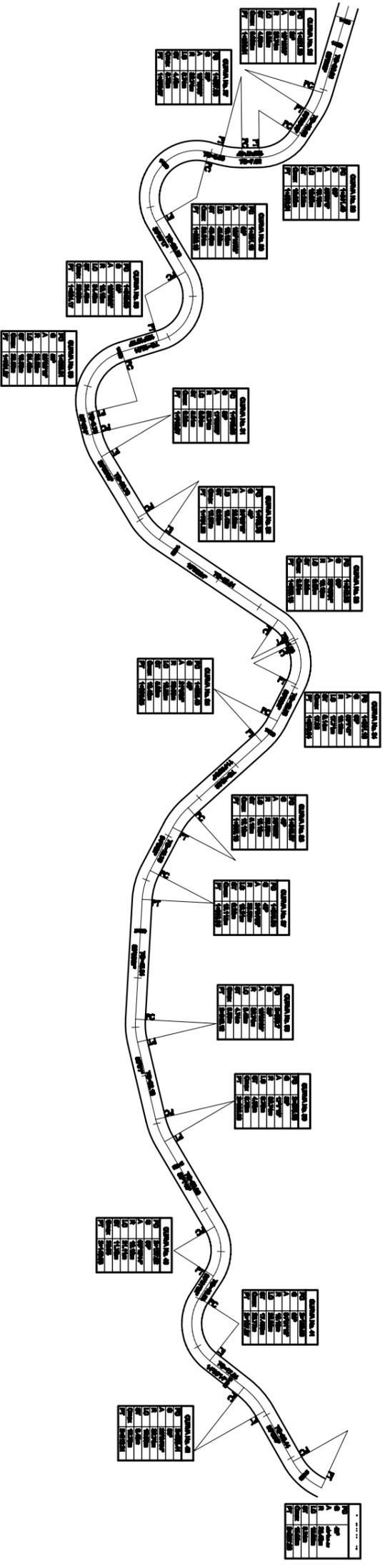
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN INGENIERIA CIVIL MANUALIDAD DE INGENIERIA, INGENIERIA DE INGENIERIA</p>	
Proyecto: AVENIDA DE OMBRETTA Ubicación: ALDEA LOS WILDONADO, WILDIWANTONTO	Contenido: PLANTA GENERAL
Topografía: NOE GOMEZ Diseño: NOE GOMEZ Dibujo: NOE GOMEZ Revisión: MR. RAFAEL RODRIGUEZ	Escala: INDICADA Fecha: JUL /09 Hoja: 1 / 7
Vn. 39a Supervisor – Asesor	



PLANTA - PERFIL
DE 0+000 A 0+750

ESCALA: HORIZONTAL 1:500
VERTICAL 1:500

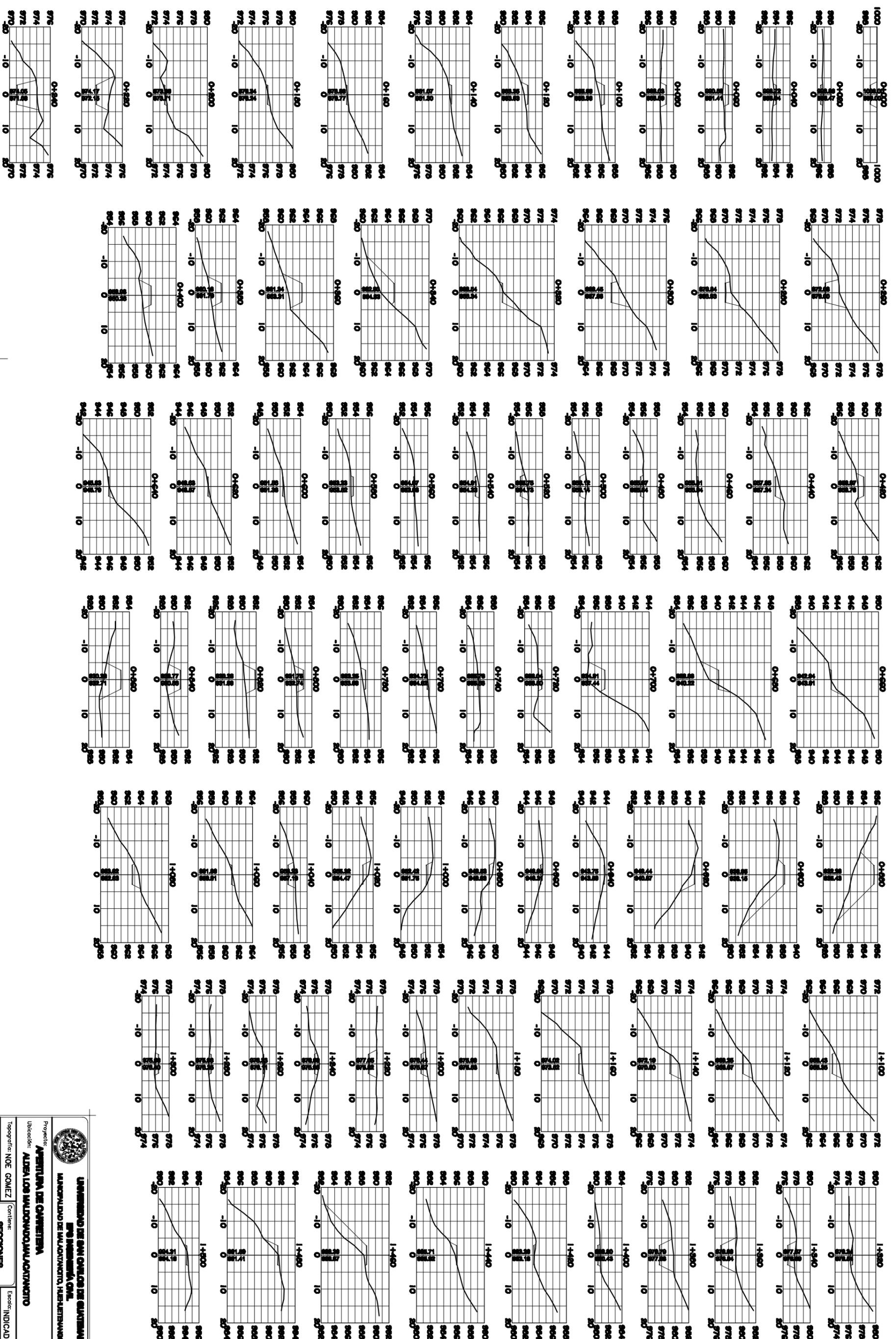
 UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL EN INGENIERIA CIVIL MANIFIESTACION DE INGENIERIA, INGENIERIA DE MANEJO DE OBRAS Y MANEJO DE TRAFICO	
Proyecto: AVENIDA DE OMBRETA Ubicación: ALDEA LOS WADONAO, WADONAO	
Topografía: NOE GOMEZ Diseño: NOE GOMEZ Dibujo: NOE GOMEZ Revisó: ING. RAFAEL RODRIGUEZ Vó. Bó.	Contenido: PLANTA + PERFIL Escala: INDICADA Fecha: JUL /09 Hoja: 2 / 7 Supervisor - Asesor



PLANTA - PERFIL
DE 1+500 A 2+250

ESCALA: 1:1000
ESCALA: 1:500

<p align="center">UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN INGENIERIA CIVIL MANEJO Y DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA, INGENIERIA</p>		Proyecto: AVENIDA DE OMBRETTA Ubicación: ALDEA LOS WILDONADO, WILDONADO	
		Topografía: NOE GOMEZ Diseñó: NOE GOMEZ Dibujó: NOE GOMEZ Revisó: MR. RAFAEL RODRIGUEZ	
Contiene: PLANTA + PERFIL E 1+500 A E 2+250		Escala: INDICADA Fecha: JUL /09 Hoja: 4 / 7	
Vó. 39a.		Supervisor - Asesor	



SECCIONES

DE 0+000 A 1+500

SECCION 1+100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EN INGENIERIA CIVIL
 MANAGERIA DE MAQUINARIA, INSTRUMENTACION

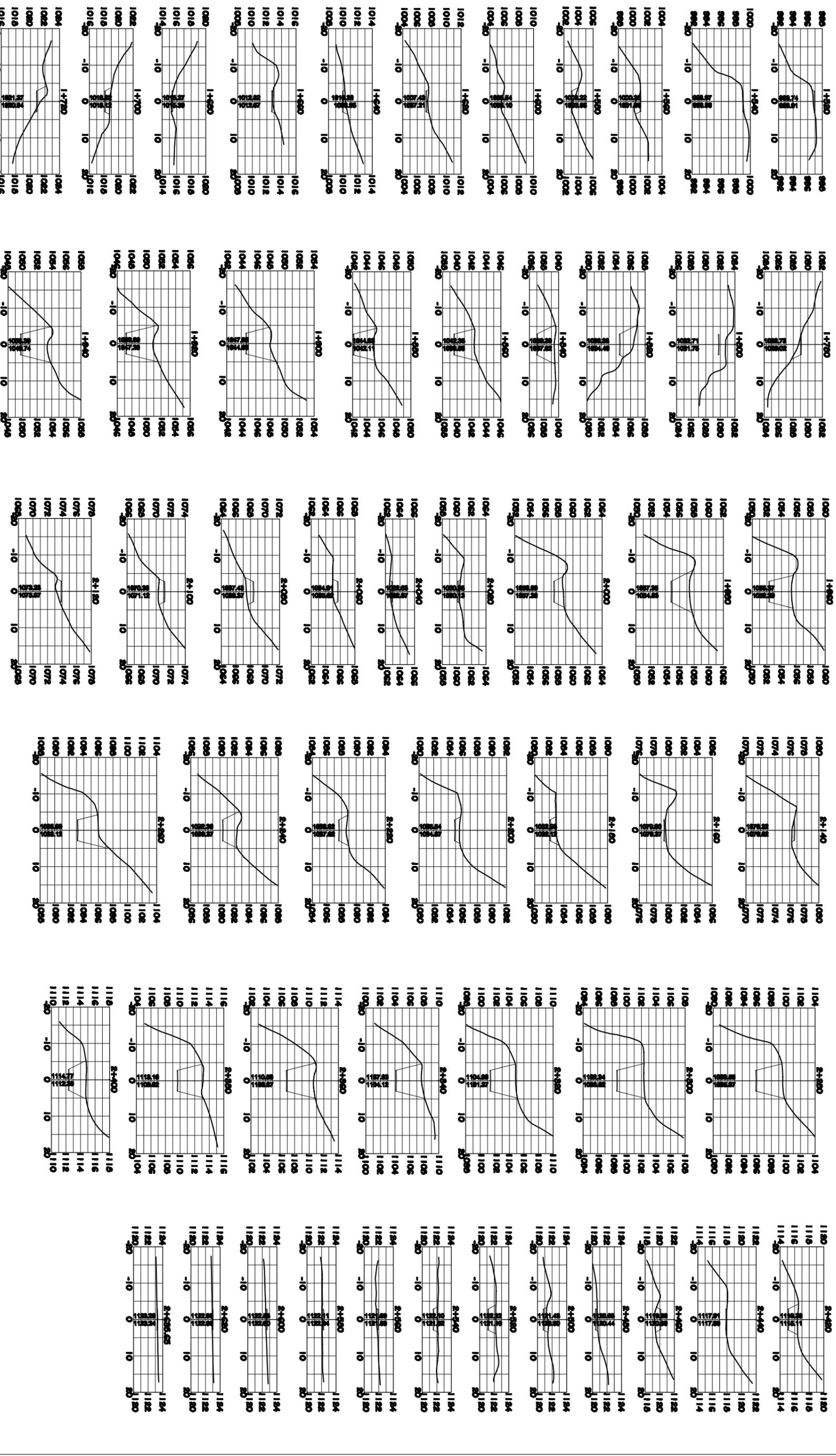
Proyecto: **AVENIDA DE COMERCIO**
 Ubicación: **ALDEA LOS WILDONADO, WILDIWANTONTO**

Topografía: NOE GOMEZ
 Diseña: NOE GOMEZ
 Dibuja: NOE GOMEZ
 Revisa: **MR. RAFAEL RODRIGUEZ**

Contiene: **SECCIONES**
 Fecha: **JUL /09**

Hoja: **6 / 7**

Va. 9a. Supervisor - Asesor



SECCIONES

DE 1+500 A 2+635.65

ESCALA 1:100

ESCALA 1:200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EN INGENIERIA CIVIL
 MANEJO DE MAQUINARIA, INSTRUMENTACION

Proyecto: **AVENIDA DE COMERCIO**

Ubicación: **ALDEA LOS WADONAWO, DEPARTAMENTO**

Topografía: **NOE GOMEZ** Contenido: **SECCIONES**

Diseño: **NOE GOMEZ** Fecha: **JUL /09**

Dibujo: **NOE GOMEZ** Hoja: **7 / 7**

Revisó: **MR. RAFAEL RODRIGUEZ** Supervisor: **Aseor**

Va. 9a.

PROYECTO: Apertura de carretera

LUGAR: Aldea Los Maldonado, municipio de Malacatancito, Huehuetenango

PROPIETARIO: Municipalidad de Malacatancito

CÁLCULO DE CURVAS HORIZONTALES

Curva No.	PC	G	A	R	LC	SI	Cmax	PI
1	0+063.16	35	8°16'29"	32,74	4,73	2,37	4,72	0+067.89
2	0+127.87	50	29°5'56"	22,92	11,64	5,95	11,51	0+139.51
3	0+146.01	60	63°22'38"	19,1	21,13	11,79	20,065	0+167.14
4	0+200.06	35	14°19'18"	32,74	8,18	4,11	8,16	0+208.24
5	0+255.89	50	27°59'28"	22,92	11,2	5,71	11,085	0+267.09
6	0+328.50	50	39°45'8"	22,92	15,9	8,285	15,58	0+344.4
7	0+394.43	40	24°18'20"	28,65	12,15	6,17	12,06	0+406.58
8	0+421.87	35	19°35'53"	32,74	11,2	5,65	11,14	0+433.07
9	0+450.24	35	7°0'57"	32,74	4,05	2,03	4,05	0+454.29
10	0+612.72	40	22°46'48"	28,65	11,39	5,77	11,315	0+624.11
11	0+693.65	35	6°17'28"	32,74	3,59	1,8	3,59	0+697.24
12	0+712.76	60	56°1'18"	19,1	18,67	10,16	17,94	0+731.43
13	0+749.89	35	18°19'2"	32,74	10,47	5,28	10,42	0+760.36
14	0+834.02	50	31°21'23"	22,92	12,54	6,43	12,39	0+846.56
15	0+863.95	35	17°50'13"	32,74	10,19	5,14	10,15	0+874.14
16	0+889.63	60	46°20'48"	19,1	15,45	8,175	15,03	0+905.08
17	0+919.7	50	41°41'16"	22,92	16,68	8,725	16,31	0+936.38
18	1+065.06	40	26°43'37"	28,65	13,36	6,805	13,24	1+078.42
19	1+109.37	35	13°38'5"	32,74	7,79	3,91	7,77	1+117.16
20	1+124.45	60	48°27'30"	19,1	16,15	8,59	15,67	1+140.60
21	1+295.63	35	13°24'35"	32,74	7,66	3,85	7,64	1+303.29
22	1+379.29	40	26°13'54"	28,65	13,12	6,67	13	1+392.41
23	1+441.54	35	19°43'55"	32,74	11,28	5,69	11,72	1+452.82
24	1+469.01	50	39°7'43"	22,92	15,65	8,14	15,35	1+484.66
25	1+521.29	35	16°18'20"	32,74	9,32	4,69	9,285	1+530.61
26	1+541.49	60	56°27'	19,1	18,82	10,25	18,06	1+560.31
27	1+567.33	35	15°18'	32,74	8,74	4,4	8,72	1+576.07
28	1+581.1	60	135°15'23"	19,1	45,09	46,4	35,31	1+626.19
29	1+649.69	60	103°26'2"	19,1	34,48	24,4	29,98	1+684.17
30	1+699.81	55	86°30'15"	20,83	31,46	19,6	28,55	1+731.27
31	1+740.03	35	17°23'28"	32,74	9,94	5,01	9,9	1+749.97
32	1+778.75	40	24°56'12"	28,65	12,47	6,33	12,37	1+791.22
33	1+849.23	60	29°45'51"	19,1	9,92	5,08	9,81	1+859.15
34	1+861.13	60	53°7'47"	19,1	17,71	8,14	17,08	1+878.84
35	1+895.4	40	21°53'32"	28,65	10,55	5,33	10,49	1+905.95
36	1+945.97	40	20°22'2"	28,65	10,18	5,15	10,13	1+956.15
37	1+975.85	40	24°24'55"	28,65	12,21	6,2	12,11	1+988.06
38	2+036.7	35	16°29'30"	32,74	9,42	4,74	9,39	2+046.12
39	2+078.25	35	17°7'19"	32,74	9,78	4,93	9,75	2+088.03
40	2+127.92	60	63°19'44"	19,1	21,11	11,78	20,05	2+149.03
41	2+159.58	60	84°51'18"	19,1	28,29	17,45	25,77	2+187.87
42	2+205.41	35	22°24'54"	32,74	12,8	6,49	12,73	2+218.21
43	2+241.65	45	35°52'37"	25,46	15,95	8,24	15,69	2+257.6
44	2+287.83	35	15°45'7"	32,74	9	4,53	8,97	2+296.83
45	2+393.81	35	9°39'39"	32,74	5,52	2,77	5,51	2+399.33
46	2+436.01	35	22°57'50"	32,74	13,12	6,65	13,03	2+449.13
47	2+484.15	55	35°43'12"	20,83	12,99	6,71	12,78	2+497.14
48	2+515.63	35	12°39'35"	32,74	7,23	6,36	7,22	2+522.86
49	2+607.21	40	26°48'15"	28,65	13,4	6,82	13,28	2+620.61



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



Nº 008639

INFORME No. 317 S.S.

O.T. No. 25,747

Interesado: Edwin Noé Gómez Gómez

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: Apertura de carretera - EPS

Ubicación: Aldea Maldonado, Malacatancito, Huehuetenango

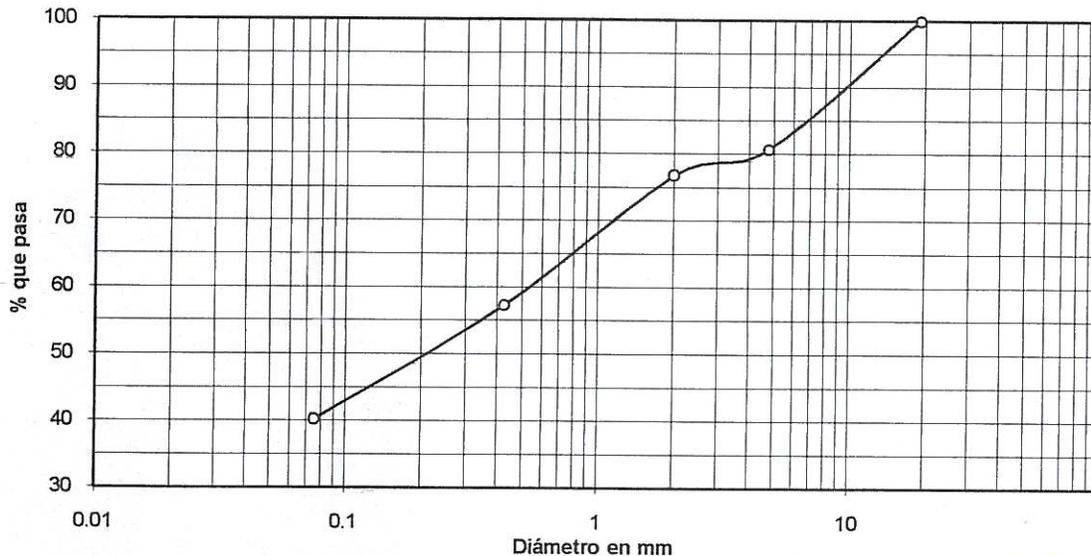
Fecha: 11 de agosto de 2009

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3/4"	19	100.00
4	4.75	80.70
10	2	76.75
40	0.425	57.30
200	0.075	40.15

% de Grava: 19.30

% de Arena: 40.55

% de Finos: 40.15



Descripción del suelo: Limo Arenoso arcilloso color café

Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-4

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC.



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



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



Nº 008638

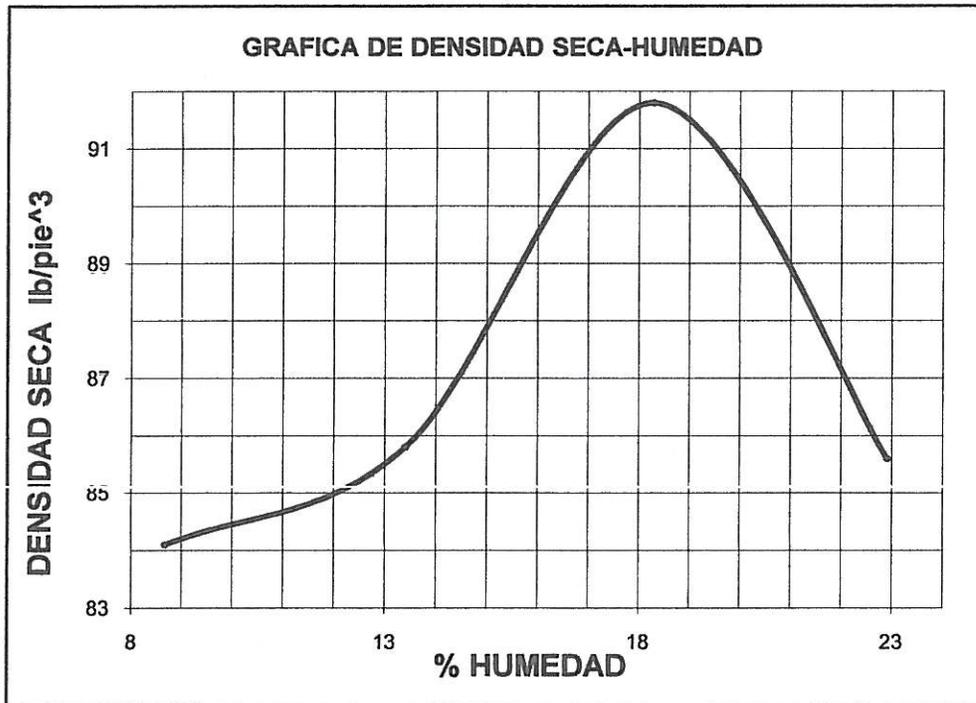
INFORME No. 316 S.S.

O.T. No.: 25,747

Interesado: Edwin Noé Gómez Gómez
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: Apertura de carretera - EPS
Ubicación: Aldea Maldonado, Malacatancito, Huehuetenango
Fecha: 11 de agosto de 2009



Descripción del suelo: Limo Areno arcilloso color café
 Densidad seca máxima γ_d : 1.471 Kg/m³ 106.2 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 11.3 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,



Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



Nº 008640

INFORME No. 318 S. S. O.T.: 25747

Interesado: Edwin Noé Gómez Gómez
Proyecto: Apertura de carretera - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea Maldonado, Malacatancito, Huehuetenango

FECHA: 11 de agosto de 2009

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	34.8	7.5	ML	Limo Arenoso arcilloso color café

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

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



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

Vo. Bo.

Telma Maricela Caño Morales
Inga. Telma Maricela Caño Morales
DIRECTORA CII/USAC