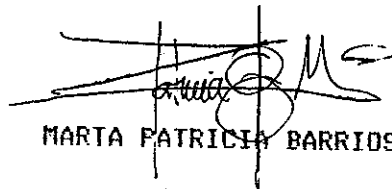


HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN LOS MECATES, ALDEA DE CHOCHAL, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO.

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de mayo de 1.998.



Marta Patricia Barrios Molina

MARTA PATRICIA BARRIOS MOLINA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL I:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL III:	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL IV:	Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera
VOCAL V:	Br. José Enrique López Barrios
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Oscar Arqueta Hernández
EXAMINADOR:	Ing. Julio Guillermo García Ovalle
EXAMINADOR:	Ing. Juan Herck Cos
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.011.98

Guatemala, 9 de febrero de 1,999

Señor
Ing. Sidney Samuels
Director de la Escuela
de ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Adjunto envío a usted, el Informe Final (TESIS), correspondiente al Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), realizado por la Señorita estudiante universitaria, de la Carrera de Ingeniería Civil, MARTA PATRICIA BARRIOS MOLINA, en la Municipalidad de Chiantla, Huehuetenango.

La Señorita estudiante Barrios Molina, desarrolló el Proyecto DISEÑO DEL SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTON LOS MECATES, ALDEA DE CHOCHAL, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO.

Este trabajo, fue asesorado y supervisado por el suscrito, y considero que contiene un valioso aporte para los pobladores de la Comunidad de los Mecates; por cuanto propone una solución factible para el problema de producción hortícola.

Por lo que, habiendo cumplido con los requisitos de Ley, **APRUEBO SU CONTENIDO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S.

JMC/lgg.

c.c.: Archivo

Asesoría: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis de la estudiante Marta Patricia Barrios Molina, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTON LOS MECATES, ALDEA DE CHOCHAL, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



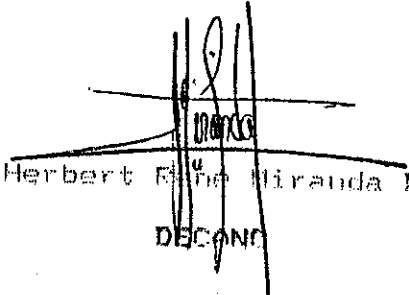
Guatemala, febrero de 1,999

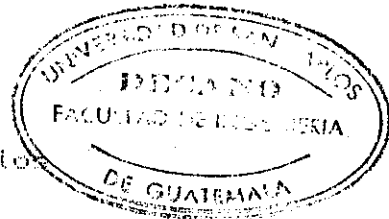


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis DISEÑO DEL SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTON LOS MECATES, ALDEA DE CHOCHAL, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, de la estudiante Marta Patricia Barrios Molina, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert Efraim Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, marzo de 1,999

AGRADECIMIENTO

A: DIOS
Por su guía y bendición.

DEDICATORIA

A: MIS PADRES
MARÍA ELENA MOLINA DE BARRIOS
GENARO RODRIGO BARRIOS ESCOBAR (Q.E.P.D.)

Gracias a su amor y ayuda me fue posible alcanzar esta meta.

MIS HERMANOS
BRENDA MARIELA BARRIOS DE DE PAZ
JOSUÉ DAVID BARRIOS MOLINA

Por su apoyo y cariño.

TODA MI FAMILIA

Con mucho cariño.

MIS AMIGOS. en especial a:
MARÍA REGINA BRAN MORALES
HÉCTOR JOSÉ MUÑOZ ALIAGA
JORGE MARIO CALDERÓN DE LEÓN
EDGAR EDUARDO PÉREZ CABRERA

Por su ayuda y amistad.

ING. JUAN MERCK COS

Por su asesoría y colaboración en la realización de este trabajo.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

ÍNDICE GENERAL

	PAG.
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	i
LISTA DE SÍMBOLOS	ii
GLOSARIO	iii
INTRODUCCIÓN	v
HIPÓTESIS	vii
OBJETIVOS	viii
JUSTIFICACIÓN	ix
CAPÍTULO I	
INVESTIGACIÓN	
1.1 Información general	1
1.1.1 Ubicación	1
1.1.2 Localización	1
1.1.3 Colindancias	1
1.1.4 Forma de acceso	2
1.1.5 Factores climáticos	2
1.1.6 Topografía	2
1.1.7 Población	5
1.1.8 Idioma	5
1.1.9 Organización político-administrativa	5
1.1.10 Antecedentes históricos	5
1.2 Infraestructura vial	6
1.2.1 Vías de acceso a las comunidades	6
1.3 Aspectos sanitarios	7
1.3.1 Abastecimiento de agua potable	7
1.3.2 Abastecimiento de agua para riego	7
1.3.3 Letrinización y canalización de aguas servidas	7
1.3.4 Disposición de desechos sólidos	8

CAPÍTULO II

SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL		9
2.1	Aforo	9
2.2	Calidad del agua	9
2.3	Tipos de riego	12
2.3.1	Riego	12
2.3.2	Riego de superficie	13
2.3.3	Sub-riego	14
2.3.4	Riego por aspersión	15
2.4	Levantamientos topográficos	17
2.5	Periodo de diseño	17
2.6	Sistema a utilizar	18
2.7	Especificaciones de diseño	18
2.7.1	Lámina de riego	18
2.7.2	Frecuencia de riego	18
2.7.3	Caudal de diseño	19
2.7.4	Tiempo de riego	19
2.7.5	Tiempo de posición	19
2.7.6	Diseño agronómico	20
2.7.7	Especificaciones de diseño	21
2.8	Cálculo hidráulico	22
2.9	Diseño y análisis estructural del tanque de almacenamiento	26
2.10	Presupuesto	33
CONCLUSIONES		xi
RECOMENDACIONES		xii
BIBLIOGRAFÍA		xiii
APÉNDICE		

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.		PAG.
1	Mapa de ubicación y localización	3
2	Límites y colindancias	4
3	Diagrama para la clasificación de aguas de riego	11
4	División de la losa	26
5	Losa tipo 1	28
6	Momentos en las losas	28
7	Vigas laterales	29
8	Proporcionalamiento de la sección del muro	30
9	Sección dividida del muro y sus cargas	31

TABLAS

I	Evaluación por medio de la conductividad eléctrica	10
II	Clasificación de aspersores	16
III	Diseño hidráulico	26
IV	Cargas y momentos en el muro	31
V	Presupuesto	34

LISTA DE SÍMBOLOS

lt/seg.	Litros por segundo
microhoms/cm.	Millonésima parte del ohmio por centimetro
°C	Grados centigrados
kg./cm ²	Kilogramo por centimetro cuadrado
m ³ /h.	Metros cúbicos por hora
⇒	Entonces
≅	Aproximadamente
G.P.M	Galones por minuto
Qa	Caudal del aspersor
atm	Atmósferas
Q	Caudal
Cv	Carga viva
Cac	Carga de acabados
#	Número
@	A cada
Y	Peso específico
φ	Ángulo de fricción interna
l	Capacidad de soporte
Σ	Sumatoria
Unid.	Unidad
psi	Libras por pulgada cuadrada

GLOSARIO

- Aforo** Determinación de la cantidad de agua que por unidad de tiempo pasa a través de una sección.
- Anegamiento** Inundación de un terreno.
- Calicata** Reconocimiento de un terreno y obtención de muestras del mismo.
- Caudal** Es la cantidad de agua que brota en un manantial por unidad de tiempo.
- Conductividad eléctrica** Propiedad de un cuerpo para transmitir la electricidad.
- Cota piezométrica** Posición de la línea de presión de un líquido en movimiento y que viene determinada por la pérdida de carga en la tubería de conducción, debido a la fricción que existe entre el líquido y el material de la tubería. Se obtiene restando a la energía total en un punto la pérdida de carga por fricción.
- Cuerda** Medida agrícola equivalente a 436.78 m^2 .
- Estrato** Masa mineral dispuesta en capa uniforme que constituye los suelos sedimentarios.
- Exudación** Hacer salir un líquido en forma de sudor.

Línea de conducción	Línea de tubería encargada de conducir el agua desde la captación al tanque de distribución.
Pérdida de carga	Energía perdida por peso unitario del agua a causa de la resistencia superficial dentro de un conducto.
Salinidad	Cantidad proporcional de sales contenidas en un líquido.
Tabla freática	Agua acumulada en el subsuelo sobre una capa de suelo impermeable.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país netamente agrícola, en el cual están muy bien definidas dos estaciones meteorológicas, la seca y la lluviosa. En la actualidad, los proyectos de riego juegan un papel muy importante dentro de la producción agrícola, ya que en época seca puede proporcionarse a los cultivos la cantidad de agua necesaria para su crecimiento y así lograr el aumento del número de cosechas al año.

El cantón Los Mecates se encuentra en la aldea de Chochal, a 23km. de la cabecera municipal, Chiantla, recorriendo posteriormente 2km. por camino de vereda y herradura. La economía de sus pobladores se basa en el cultivo de hortalizas como el brócoli, la coliflor, el repollo y la zanahoria, aunque también siembran trigo y maíz, entre otros productos, logrando obtener una o dos cosechas al año en las cuales se aprovecha la época lluviosa, imperante de julio a noviembre, para el riego de sus cultivos.

Los suelos de la aldea son agrónomicamente aptos para la producción agrícola, según consta en los estudios hechos anteriormente por técnicos de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), donde el riego facilita el desarrollo del área, aumentando su rentabilidad, y por ende el nivel de vida de sus habitantes.

La fuente de agua que se utiliza en este proyecto es el río Chochal, el cual se conduce hacia un vertedero, en donde se toma el caudal necesario para surtir el sistema. El proyecto consta de 2640 metros de tubería de conducción, hasta un tanque de almacenamiento. Anterior a éste se previó la construcción de un desarenador para evitar problemas de obstrucción en las tuberías y los aspersores.

Del tanque de almacenamiento partirán las líneas principales hacia los ramales de distribución, y por último las conducciones hacia las parcelas. Dado que los terrenos tienen pendientes muy elevadas, se colocaron cajas rompe presión en los puntos necesarios, así como tuberías paralelas en la línea de conducción, por el alto costo económico de la tubería de diámetro grande.

El presente proyecto se ha desarrollado como parte del convenio que la Facultad de Ingeniería, por medio de la Unidad de Prácticas y Ejercicio Profesional Supervisado, suscribió con la Oficina de Servicios para Proyectos de las Naciones Unidas, en apoyo al Programa de Desarrollo Humano Sostenible a Nivel Local, que se lleva a cabo en siete municipios del departamento de Huehuetenango.

HIPÓTESIS

En el país están definidas dos épocas, la época seca y la época de inviernos; esta última se caracteriza por lluvias durante casi cuatro meses seguidos, que van de junio a septiembre, aproximadamente. La falta de lluvias en los meses catalogados como de verano, ha venido a generar la necesidad de proveer de agua a los cultivos, de una manera controlada y artificial. La comunidad Los Mecates afronta este problema y también carece de una base sólida de organización para poder plantear y buscar alternativas de solución. A esto se suma la falta de conocimiento acerca de entidades, grupos y organizaciones que podrían asesorar en el desarrollo de un proyecto de miniriego para su comunidad, trayendo como consecuencia un atraso económico y la dificultad de poder mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Con la realización del estudio y diseño del sistema de miniriego para el cantón Los Mecates, se podrá contribuir a la organización de sus habitantes, se podrán abrir las puertas para el financiamiento del proyecto y se contribuirá con la proyección de la Universidad de San Carlos de Guatemala hacia el país.

OBJETIVOS

1. Proporcionar la asistencia técnica necesaria para la formulación, diseño y cuantificación del proyecto, tomando en cuenta aspectos: sociales, históricos y de costumbres, propios de la comunidad.
2. Brindar la asesoría necesaria en lo que corresponde a financiamiento del proyecto, así como sobre aspectos de organización y participación de las mujeres en la priorización y formulación de necesidades comunitarias.
3. Lograr la correcta utilización de los recursos agua y suelo, promoviendo la conservación de las áreas de la aldea destinadas para bosques.
4. Aumentar la productividad de la región.
5. Promover el Ejercicio Profesional Supervisado como parte de las actividades que la Universidad de San Carlos realiza en apoyo y servicio a las comunidades del país.

JUSTIFICACION

El cantón Los Mecates es una comunidad que se localiza en la parte noroccidental del municipio de Chiantla, en la aldea de Chochal. La misma cuenta con gran número de fuentes naturales de agua, las cuales son aprovechadas por sus pobladores para abastecimiento de agua potable y para riego.

La aldea de Chochal se caracteriza por tener suelos con superficies aptas para la agricultura, ricos en nutrientes y minerales, los cuales han hecho de la aldea una fuente importante de ingresos, aportando grandes beneficios económicos no sólo a los productores primarios sino también a todo el municipio.

Sin embargo, a pesar de la alta productividad que posee esta área, muchos de los agricultores se ven en la necesidad de minimizar su producción en los meses de verano, ya que el agua es escasa y no cuentan con un sistema de riego que cubra la necesidad de los cultivos. Por otra parte, existen riegos improvisados, los cuales consisten únicamente en manueras para la conducción del agua, produciéndose así demasiada pérdida de presión o una presión excesiva. Además, las manueras quedan expuestas a la luz del sol, lo cual viene a dañar el material, produciéndose grietas y roturas y por último el ineficiente sistema de riego.

El cantón Los Mecates no cuenta con un sistema de riego que les permita a los pobladores tener más de dos cosechas al año. Por la misma falta de agua en época cálida, no han podido diversificar sus productos ni ampliar el mercado para tener un mejor rendimiento en su producción.

En productos como las hortalizas es indispensable tener un control muy estricto de la humedad, ya que cultivos como el brócoli, la coliflor y el repollo, tienden a marchitarse rápidamente si no se les proporciona la lámina de agua necesaria en el tiempo requerido. No ocurre lo mismo con cultivos como la papa y el maíz, los cuales son más tolerantes en cuestiones de requerimiento de humedad.

Por lo anterior, los pobladores del Cantón Los Mecates se ven afectados, ya que sus terrenos no pueden ser utilizados óptimamente durante todo el año, y su producción es muy baja comparada a una producción si contaran con un sistema de riego adecuado.

El área a irrigar es de 0.14 km^2 (335 cuerdas), las cuales son propiedad de los 67 socios miembros del comité pro-miniriego, con igual número de familias; ellos han estado buscando apoyo desde hace tres años para la realización del estudio de este proyecto, y fue gracias a la cooperación de la Facultad de Ingeniería con el programa de EPS, el proyecto POHSL/FIDHEG (Programa de desarrollo humano sostenible a nivel local/Fortalecimiento institucional, Derechos Humanos y Enfoque de Género) y la municipalidad de Chiantla que se llevaron a cabo los análisis y estudios necesarios para este proyecto.

CAPÍTULO 1
INVESTIGACIÓN

1. INVESTIGACIÓN

1.1 Información general

1.1.1 Ubicación

El municipio de Chiantla se encuentra en el departamento de Huehuetenango, el cual se localiza en la región noroccidental del país. Chiantla es atravesado por la sierra de los Cuchumatanes, formando parte de la cordillera de los Andes, lo cual hace poseedora a esta región de un clima bastante frío en los poblados que se localizan en las cumbres de la sierra.

1.1.2 Localización

Se localiza con las siguientes coordenadas terrestres:
Latitud $15^{\circ} 21' 15''$, longitud $91^{\circ} 27' 18''$, con una altitud de 1980 metros sobre el nivel del mar y una extensión territorial de 563 km^2 .

1.1.3 Límites y colindancias

Colinda al norte con San Juan Ixcay, Huehuetenango y Nebaj, El Quiché; al este con Nebaj, El Quiché y Aguacatán, Huehuetenango; al sur con Huehuetenango, y al oeste con San Sebastián Huehuetenango y Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango.

Figura 1. Mapa de ubicación y localización

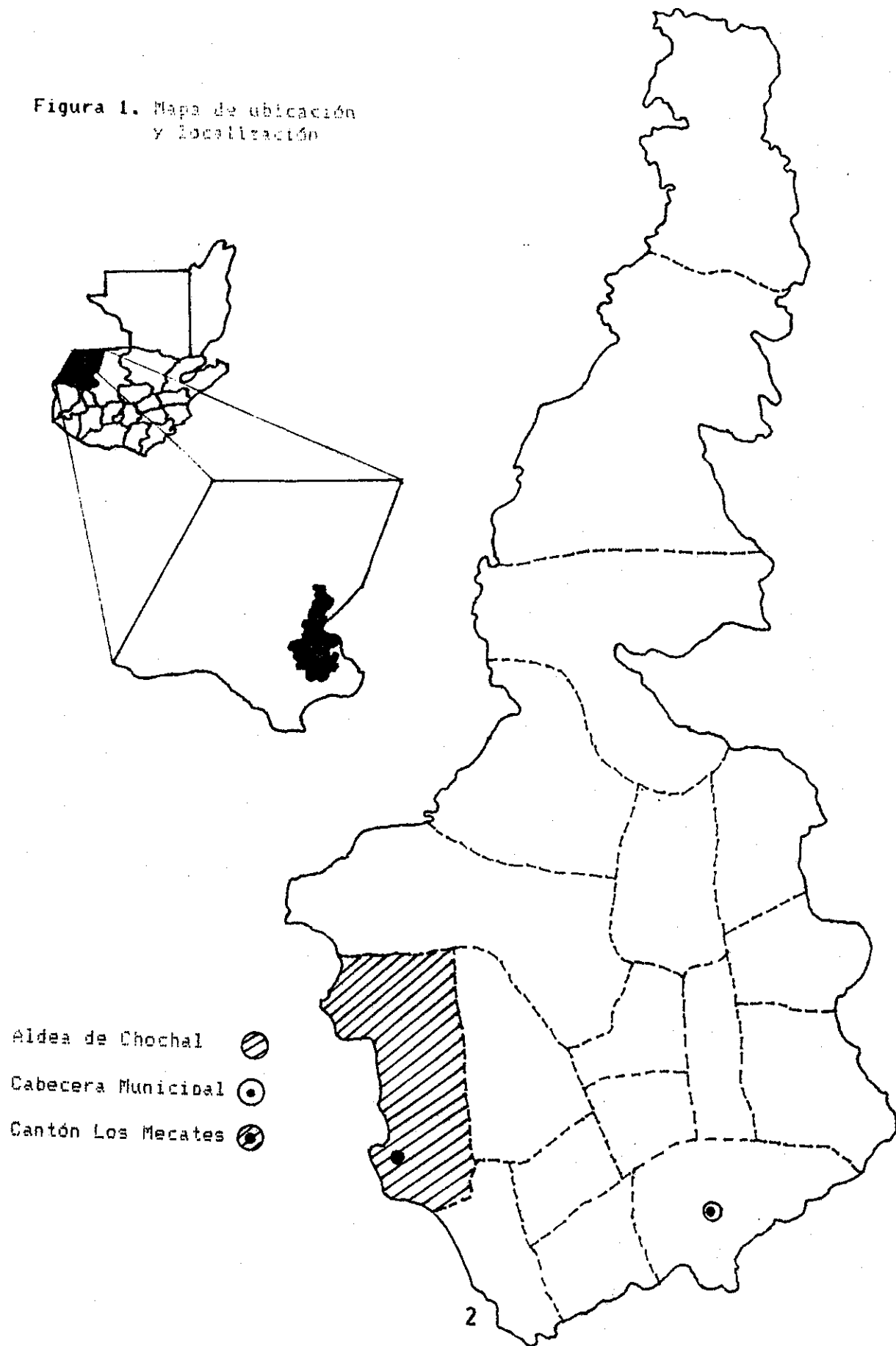
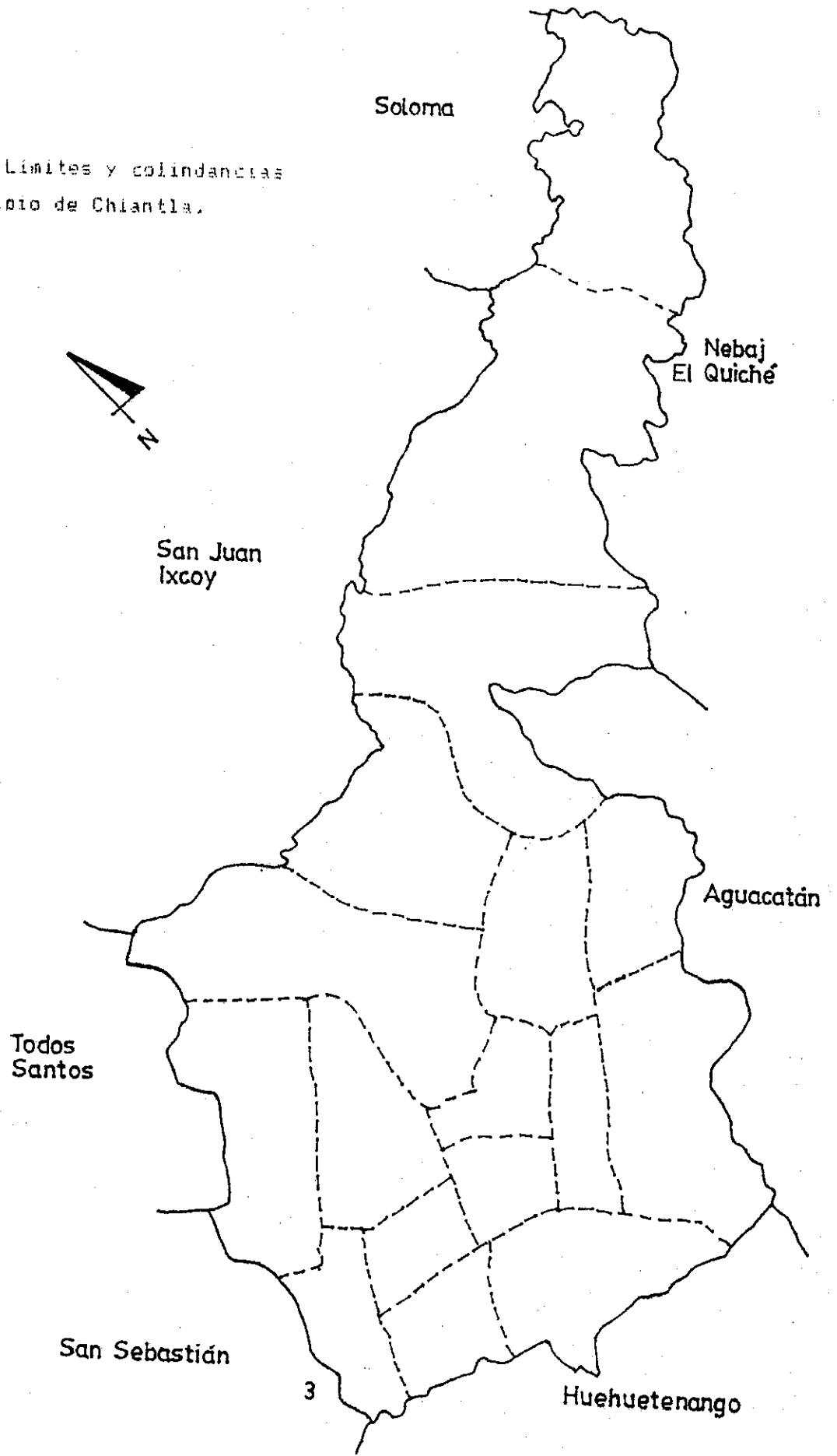


Figura 2. Límites y colindancias del municipio de Chiantla.



1.1.4 Forma de acceso

El municipio de Chiantla se encuentra a 6 kilómetros de la cabecera departamental, Huehuetenango; siendo carretera asfaltada de doble vía transitada por todo tipo de vehículo. De la cabecera departamental a la ciudad capital se recorren 252 kilómetros por la vía CA-1, que conduce hacia la frontera con México.

1.1.5 Factores climáticos

En el municipio predominan las unidades bioclimáticas siguientes:
Bosque húmedo montano bajo subtropical
Bosque muy húmedo montano bajo subtropical
Bosque muy húmedo montano subtropical

La temperatura media anual oscila entre los 12 y los 19 grados centígrados, aunque en los últimos años han existido variaciones de temperatura debido al desequilibrio natural, lo cual ha provocado un considerable aumento de temperatura en la época de verano y la llegada tardía del invierno.

1.1.6 Topografía

En la topografía del municipio predominan pendientes considerables, que van desde 5% a 45% y en algunas regiones, las pendientes llegan hasta un 60%; en general se presentan relieves escarpados, principalmente en la región montañosa, en donde son comunes los suelos pedregosos, formando parte de los llamados "cerros de caliza".

1.1.7 Población

Para estimar la población actual, se obtienen como base los datos que manera el centro de salud ubicado en la cabecera municipal. de esto se conoce entonces que el número de habitantes para 1998 es de 72425 personas, con una densidad de 125 habitantes por kilómetro cuadrado. La población indígena asciende a un 31%. el resto, 69% son ladinos.

1.1.8 Idioma

En el municipio se habla, predominantemente, el idioma indígena Mam. Únicamente en la cabecera municipal se habla, en mayor escala, el Castellano.

1.1.9 Organización político-administrativa

Está conformada por el Alcalde Municipal como máxima autoridad, delegando funciones en alcaldes auxiliares, quienes velan por el orden y el bienestar en cada centro poblado. Existe también la corporación municipal, que funciona como Concejo Municipal, teniendo siempre a la cabeza al Alcalde.

1.1.10 Antecedentes históricos

Chiantla es un pueblo de origen precolombino, el cual se cree que fue conquistado por los españoles después de la caída de Zaculeu. Según el cronista Fray Antonio de Remesal, Chiantla fue fundada alrededor de 1540. La región tuvo su auge ganadero hasta principios de 1800, se sabe de un inmenso latifundio de 500 caballerías (aproximadamente 226 km²) con 20000 ovejas.

Entre los años 1981 y 1985, la cabecera departamental fue trasladada a Chiantla, retirándose posteriormente, por lo que se le otorgó la categoría de Villa en compensación por el retiro de la sede departamental.

1.2 Infraestructura vial

1.2.1 Vías de acceso a las comunidades

En el municipio existen aproximadamente 132 centros poblados, de los cuales, solamente 55 cuentan con carretera de terracería, la mayoría solo transitable en época de verano, 28 disponen de caminos de terracería parcial que se complementa con caminos peatonales y de herradura, y 21 sólo disponen de caminos peatonales o de herradura como vía para llegar a la comunidad.

Existen comunidades a las cuales es más sencillo llegar atravesando otros municipios, tal es el caso de las aldeas situadas al norte de Chiantla, en donde el recorrido más seguro y rápido requiere de más de 15 horas repartidas en bus, vehículo liviano y herradura.

Solamente tres comunidades cuentan con camino asfaltado, siendo estas las que se encuentran en la ruta que se dirige hacia las cumbres de la Sierra de los Cuchumatanes, pasando por el mirador Juan Dieguez Olaverri, recorrido que consta aproximadamente de 26 kilómetros desde la cabecera municipal.

Existen actualmente 6 puentes en los lugares más importantes de acceso al municipio, o de mayor interés agrícola y comercial.

1.3 Aspectos sanitarios

1.3.1 Abastecimiento de agua potable

Todas las comunidades que poseen este servicio lo obtienen por sistemas de gravedad, ya que el municipio ha contado con fuentes de agua localizadas en las altiplanicies, abasteciendo no solo al municipio, sino también a la cabecera departamental, Huehuetenango.

Sin embargo, a pesar de la cantidad de agua existente en la región, solamente 4709 viviendas, de un total de 11974, cuentan con agua entubada, sin que sea necesariamente de tipo domiciliar, esto indica que el 61% carece de este servicio. A lo anterior se agrega que muchos de los proyectos de agua potable existentes no funcionan adecuadamente, debiendo realizarse ampliaciones y mejoramientos en los mismos.

1.3.2 Abastecimiento de agua para riego

Se estima que existe actualmente un total de 76 hectáreas regadas en el municipio, aunque no se tiene contabilizada el área regada por medio de tubería improvisada, la cual es colocada superficialmente para transportar el líquido hasta las parcelas. Entre los cultivos con riego más comercializados están: el brócoli, la papa, el maíz y ciertas hortalizas.

1.3.3 Letrinización y canalización de aguas servidas

Un total de 6589 cuentan con letrinas de diverso tipo, el restante 45% de las viviendas no cuenta con ellas.

Únicamente la cabecera municipal cuenta con una red de drenaje sanitario, con una cobertura de 834 viviendas. En las demás comunidades no existe entubamiento de aguas servidas, tienen que disponer de ellas por medio de canales improvisados a cielo abierto, los que a veces provocan la formación de pozas lo cual repercute en la salud de los habitantes.

1.3.4 Disposición de desechos sólidos

La cabecera municipal cuenta actualmente con un lugar destinado para depositar la basura y un sistema de recolección domiciliar, sin embargo, este lugar se encuentra muy cerca del casco urbano y los desechos no reciben ningún tipo de tratamiento o clasificación previa; algunos optan por quemar la basura en volúmenes grandes, pero la mayoría de estos desechos permanecen en el botadero por mucho tiempo.

Lo anterior explica la proliferación de vectores tales como moscas y mosquitos en la cabecera municipal.

CAPÍTULO II
SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Aforo

El objetivo principal es conocer el caudal que transporta el río en época seca, dicha medición se realiza en los meses de marzo, abril y mayo para la obtención de un caudal crítico. Para efectos de diseño, se aforó a finales del mes de marzo, ya que según datos aportados por los comunitarios, es el caudal que se ha mantenido en época seca por varios años.

El caudal fue medido utilizando el método volumétrico, dadas las condiciones del cauce del río, obteniéndose como resultado 18.72lt/seg.

2.2 Calidad del agua

Este es un factor clave y primordial en un proyecto de riego, ya que las características químicas del agua pueden repercutir perjudicialmente en los cultivos y en los suelos que la reciben. La calidad del agua para riego, se evalúa de acuerdo con el contenido de sales solubles, el porcentaje de sodio y los contenidos de boro y bicarbonatos.

Cuanto mayor sea el contenido de sales solubles, tanto mayores serán los riesgos de producir un suelo salino o de hacer que el agua del terreno esté menos disponible para las plantas. Las aguas se han dividido en cuatro clases, dependiendo de su contenido de sales solubles, evaluado mediante su valor de conductividad eléctrica.

Tabla I. Evaluación por medio de la conductividad eléctrica

Conductividad eléctrica microhoms/cm a 25°C	Evaluación de la salinidad
< 250	salinidad baja
250 - 750	salinidad mediana
750 - 2250	salinidad alta
> 2250	salinidad muy alta

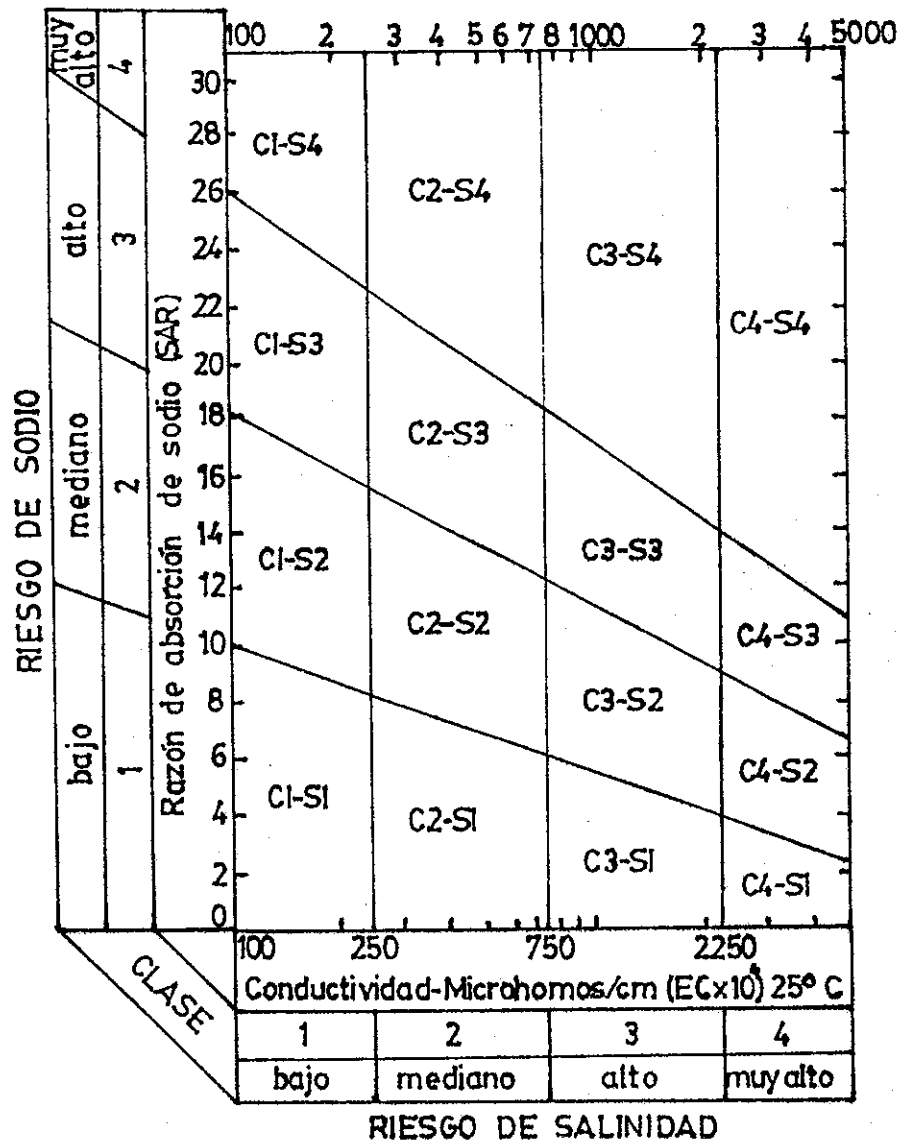
Las aguas de baja salinidad se pueden utilizar para el riego de la mayoría de los cultivos, en casi todos los suelos; sin embargo, conforme aumenta el nivel de salinidad, el agua se va haciendo menos apropiada para los cultivos sensibles a las sales y para utilizarla en suelos de baja permeabilidad.

Cuanto mayor sea la cantidad de sodio presente, tanto mayor será el riesgo que se planteen problemas estructurales y de potencial de Hidrógeno (pH) en los suelos. El sodio se evalúa sobre la base de la razón de absorción de sodio (SAR, por sus siglas en inglés); pero el efecto potencial de una SAR dada depende también de la concentración total de sales solubles en el agua y, a fin de cuentas, de la solución del suelo. Para una SAR dada, el riesgo que se presenten problemas aumenta al incrementarse la concentración de sales, y las dificultades tienen también probabilidades de desarrollarse con mayor rapidez.

En la figura 3 se presenta el modo en que la razón de absorción de sodio limita el cambio al variar la salinidad para riesgos dados, debidos al sodio. Las aguas con pocos riesgos de sodio se pueden utilizar en la mayoría de las condiciones; sin embargo, a medida que aumenta el riesgo de sodio, se plantean problemas en los suelos de textura fina y mal drenaje. El agua con un contenido medio de sodio solo es apropiada para los suelos permeables y de textura gruesa.

El boro se evalúa directamente (unidades, partes por millón) y el efecto del bicarbonato de acuerdo con el "carbonato de sodio residual". En las aguas en las que el contenido de bicarbonatos sea elevado, habrá tendencia a que el calcio y el magnesio, si se encuentran presentes, se precipiten como carbonatos, reduciendo de esa forma las cantidades solubles de calcio y magnesio e incrementando la razón de absorción de sodio.

Figura 3. Diagrama para la clasificación de aguas de riego.



Para comprobar si el agua que se pretende utilizar es apta para riego, se procedió a tomar muestras, las cuales se transportaron en un recipiente de un galón y se analizaron en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, obteniéndose los resultados siguientes:

Conductividad eléctrica: 235.0 Microhohmos/cm a 25 °C

Razón de absorción de sodio RAS: Cl-SI

Dureza total: 132.0

De lo anterior se observa una conductividad eléctrica menor de 250 μ hohmos/cm, lo que indica baja salinidad y un riesgo de sodio bajo también, como lo señala la razón de absorción de sodio Cl-SI. Con lo cual se puede concluir que el agua es apta para el riego de cultivos como el brócoli, la papa, coliflor y zanahoria, que son los de mayor importancia en la aldea y tienen una tolerancia mediana a las sales.

Otro factor importante es el de la dureza total, ya que desde el punto de vista físico-químico sanitario el agua es dura. Este factor no afecta a los suelos ni a los cultivos, aunque es medianamente corrosiva, su incidencia en las tuberías es mínima.

2.3 Tipos de Riego

2.3.1 Riego

El riego es la práctica de transferir agua de un sistema de tuberías o canales, al interior del suelo, de manera que las raíces de las plantas la puedan absorber a lo largo de su crecimiento.

Existen varias formas de llevar a cabo el riego, las más comunes son las siguientes:

- a) Hacer correr agua por la superficie del suelo para que éste la absorba.
- b) Hacer pasar el agua a cierta profundidad del suelo para que, por acción capilar, ésta se eleve a una altura a la que pueda ser absorbida por la planta.
- c) Hacer caer agua sobre la superficie del terreno en forma de gotas de lluvia, de manera que no dañen al suelo ni a la planta.

Dependiendo de la forma en que se realiza el riego toma el nombre de *riego de superficie*, *sub riego* y *por aspersión*, teniendo cada uno sus ventajas y desventajas.

2.3.2 Riego de superficie

En esta práctica lo fundamental lo constituye el control del agua, para utilizar lo mejor posible, tanto el agua como la mano de obra y evitar los riegos de empantanamiento y la salinidad. Es necesario tomar en cuenta aspectos como la descarga, pendiente de la corriente, irregularidad del terreno y la forma del surco o canal sobre el terreno.

Existen otros factores propios del suelo, que también es necesario analizar, tales como resistencia a la filtración, permeabilidad vertical y horizontal y el drenaje.

Dentro de los riegos de superficie es muy común el riego de surcos, ya que la mayoría de los cultivos agrícolas pueden crecer en lechos separados por surcos, donde se aprovechan para hacer correr el agua por medio de ellos. El riego por franjas marginales es un buen método para cultivos densos, el cual consiste en una zanja de abastecimiento a lo largo del contorno más elevado, luego se divide la superficie del terreno en franjas de hasta 20 metros de ancho.

Estas franjas deben estar en el sentido de la pendiente dominante, y se separan por medio de bancos de tierra, llamados controles.

La inundación sin control es una práctica de riego que consiste en abrir brechas en los costados de las zanjas de riego, derando que se extiendan cantidades no controladas de agua inundando los terrenos adyacentes; después del riego se cierran las brechas de los costados de las zanjas. Las aplicaciones de agua son muy irregulares y las consecuencias probables del método son el anegamiento y la formación de zonas salinas.

2.3.3 Sub-riego

Las ventajas de este tipo de riego, son la prevención de las pérdidas por evaporación de las superficies abiertas del agua o los suelos mojados, y la eliminación de obstáculos que representan las tuberías y los diques para las labores de cultivos.

Existen dos casos de sub riego, el sub riego natural y el artificial. El sub-riego natural se llama así porque las condiciones que lo hacen posible son geológicas o topográficas. Se trata de terrenos casi nivelados y una capa de suelo superficial profunda de gran permeabilidad lateral, bajo la cual hay un estrato impermeable. Si la zona con este perfil del suelo es suficientemente expansiva, constituirá un depósito subterráneo conveniente que podrá rellenarse por medio de pozos y zanjas de distribución. Se mantiene un control de la tabla freática y el consumo de la vegetación será reemplazado nuevamente por medio del suministro.

El sub-riego artificial, por el contrario, consiste en el empleo de un sistema de tubos subterráneos perforados, por los que se hace pasar agua a presión para que se infiltre en el suelo. Este solo funcionará adecuadamente si el suelo tiene una alta permeabilidad horizontal y baja en el sentido vertical. Los sistemas de este tipo requieren tuberías en un espaciamiento de solo 4.5 cm. y profundidades de 5 cm. Son costosos y pueden sufrir daños debidos a las labores profundas de cultivo.

2.3.4 Riego por aspersión

Un sistema de riego por aspersión consiste básicamente en una fuente de agua, una presión adecuada, ya sea por bombeo o gravedad, un sistema de tuberías de conducción y un sistema que incluye la distribución y el lanzamiento del agua al aire para que caiga en forma de gotas de lluvia.

Los rociadores giratorios o aspersores, son los elementos básicos de diseño. Consisten en uno o dos pistones inclinados, montados en un soporte que se hacen girar sobre un eje vertical, mediante la acción de una válvula de martillo. Por lo común, el rociador va montado en un elevador de 1/2" de diámetro, fijo a la tubería del terreno que lo alimenta. Al funcionar, un chorro empuja la válvula y la hace a un lado; la válvula está restringida y regresa, debido a un resorte. El regreso termina en un tope, que gira en un pequeño ángulo, debido al impulso, luego la válvula vuelve a interceptar el chorro y se repite todo el ciclo.

Hay tres tipos básicos de rociadores o aspersores:

- de presión alta
- de presión mediana
- de presión baja

Tabla 2. Clasificación de Aspersores

Tipo de aspersor	Gama de presiones	Diámetro del Área mojada	Descarga
Baja presión	0.7-2 kg./cm ²	9-25 metros	0.15-1.5 m ³ /h
Presión mediana	2-5 kg./cm ²	20-45 metros	0.55-5.5 m ³ /h
Alta presión	5-10 kg./cm ²	35-120 metros	4-110 m ³ /h
Pistolas de lluvia para salidas agrícolas	1.4-5 kg./cm ²	20-60 metros	10-40 m ³ /h

Existen otros métodos de riego, por ejemplo el riego por goteo o exudación, el cual consiste en tubos plásticos perforados tendidos sobre el terreno, una hilera de plantas y la alimentación por la tubería principal del terreno. El agua se suministra diariamente abriendo una llave y se presta para la aplicación de fertilizantes en solución. Su principal ventaja es el excelente control del agua que permite, pero el costo de los equipos de riego por goteo son apreciablemente altos comparados con el método de aspersión.

El método que se seleccionó fue el de aspersión, debido a las siguientes razones:

- Es fácil de manejar y manipular por una sola persona.
- Permite fácilmente la aplicación de riego nocturno.
- Menor requerimiento de agua y mayor control de la misma.
- Es el más adecuado a la topografía del terreno, ya que existen pendientes de más de 45%.

2.4 Levantamientos topográficos

La topografía se realizó con el apoyo de los integrantes del Comité, quienes formaron grupos para cada uno de los días de trabajo. El Comité ya contaba con datos topográficos anteriores, proporcionados por los técnicos del centro de salud de la cabecera, quienes los realizan para proyectos de agua potable; por lo que se procedió únicamente a verificar los perfiles y el caminamiento antes trazado.

Para el efecto se utilizó el método de poligonales abiertas, y el perfil se obtuvo con un nivel de precisión. La línea de conducción se definió de tal forma que fuera la más conveniente, teniendo como base la tubería de agua potable de la misma comunidad. Los resultados se encuentran en los planos del apéndice.

2.5 Período de diseño

En proyectos de riego, el período de diseño está definido por el tiempo de vida de la fuente, ya que se establece que no habrá un crecimiento en el área a regar, ni un cambio en el tipo de cultivos que pudiera aumentar la demanda de agua en determinado período. Sin embargo, es necesario definir que los factores climatológicos varían con el tiempo y, aunque no representaran un cambio considerable en la lámina de riego, sí podrían influir en las costumbres de riego de los beneficiarios, debido a la temperatura, el viento, Etc. Por lo anterior, el período de diseño de este proyecto es de 15 años, el cual se obtuvo tomando como base los datos de los proyectos de riego ya ejecutados en el municipio.

2.6 Sistema a utilizar

El sistema a utilizar es de gravedad-aspersión, debido a las condiciones topográficas del Área a regar, la cual ofrece pendientes aprovechables para dicho sistema.

2.7 Especificaciones de diseño

2.7.1 Lámina de riego

Se define como la altura de agua que será proporcionada al suelo, la cual es necesaria para suplir las necesidades de humedad de la planta, en función de la permeabilidad y tipo de suelo del que se trate. Para obtener la lámina de riego es necesario realizar un muestreo de suelos por medio de calicatas; éstas se llevan al laboratorio en donde se obtienen los datos para su determinación.

La lámina de riego a utilizar es de 18 mm., la cual fue obtenida en comparación con los resultados obtenidos en varias regiones del municipio, que ya cuentan con sistemas de riego.

2.7.2 Frecuencia de riego

La frecuencia de riego es el intervalo entre dos riegos consecutivos; ésta debe permitir la aplicación del agua sin causar daño alguno al suelo y a los cultivos. Asimismo puede efectuarse de manera que el agricultor tenga tiempo disponible para dedicarse a otras actividades. La frecuencia de riego no deberá ser mayor de doce días. Esto conduce a que si la frecuencia de riego es mayor de doce días, entonces, la lámina de agua que se aplicará deberá dividirse entre dos o más aplicaciones hasta completar la lámina de agua en los días que se obtengan.

En este anteproyecto se utilizó una frecuencia de riego de tres días, debido a razones propias de los pobladores, quienes destinan cierto tiempo a sus parcelas y a otros trabajos fuera de su comunidad, dividiéndose entonces las parcelas en tres grupos de riego para formar igual número de turnos.

2.7.3 Caudal de diseño

Los caudales de diseño se determinan en base a las características propias de los suelos de una región y de los factores climáticos que la afectan. Fuentes que se dedican al análisis de estos factores han determinado que para esta región, se necesita 1 lt/seg. para regar 30 cuerdas, por lo que se definió en total, un caudal de 12 lt./seg. para regar 335 cuerdas.

2.7.4 Tiempo de riego

El tiempo de riego es el periodo en el cual estará funcionando un aspersor, y en el cual debe completarse la lámina de riego. En este caso será de 18 horas/día, factor determinado con base al caudal con que se cuenta, y con base a requerimientos propios de la comunidad.

2.7.5 Tiempo de posición

Se asume por conveniencia económica y por facilidad que solamente habrá un aspersor por parcela, el cual se cambiará de lugar cada cierto tiempo, de manera que proporcione la lámina de riego necesaria a toda la parcela.

En este caso, el tiempo de riego son 18 horas diarias y cuatro posiciones distintas; por lo tanto, se tiene que el aspersor permanecerá 4 1/2 horas en cada una de ellas.

La separación entre cada posición debe ser tal que no deje áreas sin regar, por lo que se daía cierto traslape entre los diámetros de riego. Estas especificaciones las proporciona el fabricante para cada aspersor.

2.7.6 Diseño agronómico

Datos: lámina de riego = 18 mm.

Área inscrita = 335 cuerdas

caudal = 12 lt./seg.

tiempo de riego = 18 horas

Dividiendo 335 cuerdas en 3 = 112 cuerdas por turno.

Determinando el área que se puede regar simultáneamente con el caudal:

$$A = Q \cdot t / \text{lámina de riego}$$

en donde Q = caudal en m^3/h . t = tiempo de riego, lámina de riego en metros.

$$A = 43.2 \text{ m}^3/h * 18 \text{ h} / 0.018 \text{ m} = 43,200 \text{ m}^2$$

una cuerda tiene 436.7 m^2

$$43,200 \text{ m}^2 / 436.7 \text{ m}^2 = 98.93 \cong 99 \text{ cuerdas}$$

$\Rightarrow 112 - 99 = 13$ cuerdas, para las cuales se hará un tanque de almacenamiento.

Volumen del tanque = Área * Lámina de riego, en m^3 :

$$V = 13 * 436.7 \text{ m}^2 * 0.018 \text{ m} = 102 \text{ m}^3$$

$$102 \text{ m}^3 / 18 \text{ h} = 5.67 \text{ m}^3/h, \text{ en lt/seg.} = 1.57 \text{ lt/seg.} = 24.95 \text{ G.P.M}$$

Para hallar el caudal del aspersor:

dividiendo la lámina de riego, en cm, entre el tiempo por posición en horas:

$$v = 1.8 \text{ cm} / 4.5 \text{ h} = 0.40 \text{ cm/h}$$

$$qa = v * \text{distanciamiento entre aspersores} / 360^\circ$$

$$qa = 0.40 \text{ cm/h} * 14.79\text{m} * 14.79\text{m} / 360^\circ = 0.24 \text{ lt/seg.} = 3.95 \text{ G.P.M}$$

Con 12 lt/seg. divididos entre el caudal del aspersor se obtiene el número de aspersores que funcionarán simultáneamente:

$$12\text{lt/seg.} = 190.48 \text{ G.P.M} / 3.95 \text{ G.P.M} = 49$$

y los que funcionarán con el caudal del tanque:

$$24.95 \text{ G.P.M} / 3.95 \text{ G.P.M} = 6$$

De acuerdo al caudal obtenido del aspersor, se procede a seleccionar el más conveniente, ya que los fabricantes proporcionan las especificaciones requeridas por cada aspersor.

2.7.7 Especificaciones de diseño

Sistema:	gravedad-aspersión
Área inscrita:	14.63 hectáreas (338 cuerdas)
Caudal de diseño:	12 litros/segundo
Número de usuarios:	67 familias

Lámina de riego:	18 mm
Frecuencia de riego:	3 días
Tiempo por posición:	4,5 horas
Tiempo de riego/días:	18 horas
Distanciamientos entre aspersores:	14,79 mts. x 14,79 mts.
Diámetro de mojados:	30 metros
Tipo de aspersor:	Hean 5022 1/2-M, boquilla 4,0 mm
Presión de trabajo del aspersor:	2 atm
Caudal del aspersor:	0,85 m ³ /h
Número de aspersores simultáneos:	49

2.8 Cálculo hidráulico

El sistema de riego por gravedad y aspersión trabaja por medio de la presión del agua, la cual se logra por la posición topográfica de la fuente respecto del área a regar, 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

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{H * C^{1.85}}}$$

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:

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

En la línea de conducción se utilizaron diámetros económicos, para ello se calculó la longitud de tubería con diámetro menor al teórico y la de diámetro mayor al teórico:

$$L_1 = \frac{1000 * h - Q^{1.85} * K_2 * L}{Q^{1.85} * (K_1 - K_2)}$$

en donde:

$$K' = \frac{1743811}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

y la pérdida de carga:

$$Hf_1 = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot L_1 \cdot V^2 \cdot 1.85}{1000}$$

K_1 y K_2 corresponden al diámetro mayor y al diámetro menor respectivamente. L_1 es la longitud del diámetro mayor, y Hf_1 es la pérdida de carga al final de la tubería de mayor diámetro.

La longitud del diámetro menor será la diferencia entre la distancia total de la tubería y L_1 .

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos, los cuales van desde la línea de conducción hasta las distribuciones en los ramales principales.

TABLA No. III
Diseño hidráulico

Tramo	Longitud (m)	Diámetro	Q. L/S	Pérdida de carga	Cota piezométrica		Cota del terreno	
					Inicio	Final	Inicio	Final
E01 - E03 (p)	165.00	4" (p)	12 (p)	1.84	486.00	494.15	486.00	489.00
E03 - E15.a (p)	732.00	4" (p)	12 (p)	3.84	494.15	490.31	489.00	465.90
E15.a - E21 (p)	479.00	3" (p)	12 (p)	10.22	490.31	475.59	488.00	475.59
E21 - E24.a (p)	265.00	4" (p)	12 (p)	1.39	475.59	474.20	475.59	462.50
E24.a - E40 (p)	480.00	3" (p)	12 (p)	20.09	474.20	454.11	462.50	454.11
E40 - E41	63.00	4"	5.17	0.25	454.11	453.86	454.11	453.52
E41 - E44	189.00	2 1/2"	3.58	3.79	453.86	450.07	453.52	440.71
E44 - E55	693.00	2"	3.58	41.64	450.07	370.42	440.71	370.42
E55 - E59	252.00	1 1/2"	3.27	51.46	370.42	292.52	370.42	292.52
E59 - E65.a	409.50	1 1/2"	2.85	64.85	292.52	205.00	292.52	205.00
E65.a - E81	976.50	1 1/2"	0.81	15.80	205.00	189.20	205.00	163.35
E40 - E39	63.00	2 1/2"	3.00	0.91	454.11	453.20	454.11	452.71
E39 - E37	126.00	2"	1.92	2.96	453.20	450.84	452.71	446.23
E39 - E39.2	126.00	1"	1.08	23.87	453.20	429.33	452.71	400.85
E39.2 - E39.6	252.00	1"	0.58	15.11	429.33	411.22	400.85	363.96
E40 - E31	462.00	3"	3.88	4.32	454.11	449.79	454.11	446.58
E31 - E31.3	189.00	2"	2.66	6.48	449.79	443.31	446.58	407.81
E31.3 - E31.7	252.00	1 1/4"	1.66	35.57	443.31	407.64	407.81	346.15
E41 - E41.2	126.00	1 1/4"	1.58	16.28	453.86	437.58	453.52	428.42
E41.2 - E41.5	189.00	1 1/4"	0.91	8.85	437.58	428.78	428.42	396.80
E65 - E65.3	189.00	1 1/4"	1.12	12.92	235.50	222.58	211.46	193.35
E65.3 - E65.6	189.00	1"	0.58	11.33	222.58	211.25	193.35	165.43

2.9 Diseño y análisis estructural del tanque de almacenamiento

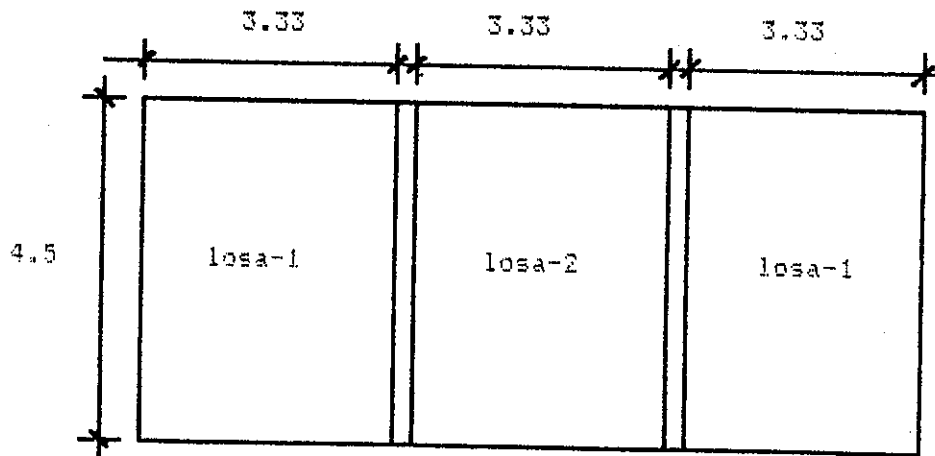
Para el diseño del tanque de almacenamiento se tomaron en cuenta dos aspectos principales: la cantidad de agua que se debía guardar y la resistencia de su contenedor. Se realizaron visitas de campo para determinar el tipo de suelo, en relación a su resistencia como receptor de carga, observándose un suelo formado por gran cantidad de partículas finas de tipo limo-arcilloso.

Las dimensiones del tanque se adoptaron de tal manera, que cubrieran el volumen requerido calculado anteriormente, y el posible aumento de la demanda de agua, debido a conexiones ilícitas en el futuro.

Dicho tanque tendrá las siguientes dimensiones interiores: 10.00m de largo por 4.50m. de ancho, con una profundidad utilizable de 2.80m.

2.9.1 Diseño de losas

Fig. 4 División de la losa



Losa tipo 1

$$f'c = 280 \text{ kg./cm}^2$$

$$fy = 2800 \text{ kg./cm}^2$$

$$Cv = 100 \text{ Kg./m}^2$$

$$Cac = 60 \text{ kg./m}^2$$



$$a / b = 3.3 / 4.5 = 0.73 > 0.5 \Rightarrow \text{losa armada en dos sentidos}$$

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180} = \frac{(2 \times 3.3) + (2 \times 4.5)}{180} = 0.0866 \text{ m.} = 8.66 \text{ cm} \Rightarrow t = 10 \text{ cm.}$$

$$\text{Carga muerta} = 2400 \text{ kg./m}^3 \times 0.10 \text{ m.} = 240 \text{ kg./m}^2$$

$$\text{Carga de acabados} = \underline{60 \text{ kg./m}^2}$$

$$\text{Carga muerta } C_m = 300 \text{ kg./m}^2$$

$$\text{Carga última } W = 1.4 \times C_m + 1.7 \times C_v$$

$$= 1.4 \times 300 + 1.7 \times 100 = 420 + 170 = 590 \text{ kg./m}^2$$

Cálculo de momentos

Momentos negativos:

$$M^-_A = C_a \times W \times a^2 = 584.7 \text{ kg.-m.}$$

$$M^-_B = C_b \times W \times b^2 = 0.00 \text{ kg.-m.}$$

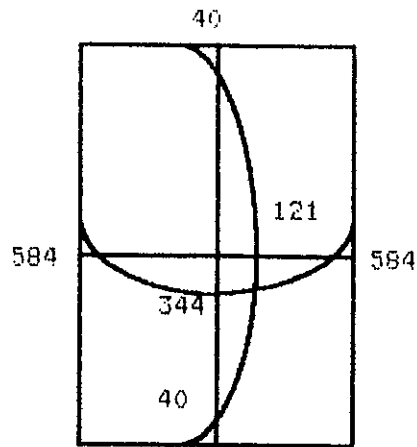
Momentos positivos:

$$M^+_a = C_a \times W_v \times a^2 + C_a \times W_m \times a^2 = 0.060 \times 170 \times 3.3^2 + 0.051 \times 420 \times 3.3^2$$
$$= 111.07 + 233.3 = 344.33 \text{ kg.-m.}$$

$$M^+_b = C_b \times W_v \times b^2 + C_b \times W_m \times b^2 = 0.013 \times 170 \times 4.5^2 + 0.009 \times 420 \times 4.5^2$$
$$= 44.75 + 76.54 = 121.3 \text{ kg.-m.}$$

En la práctica se coloca el $M^-_b = 1/3 M^+_b$

Fig. 5
Losa tipo - 1



La losa tipo 2 se calculó de manera similar, quedando así los momentos finales en las losas:

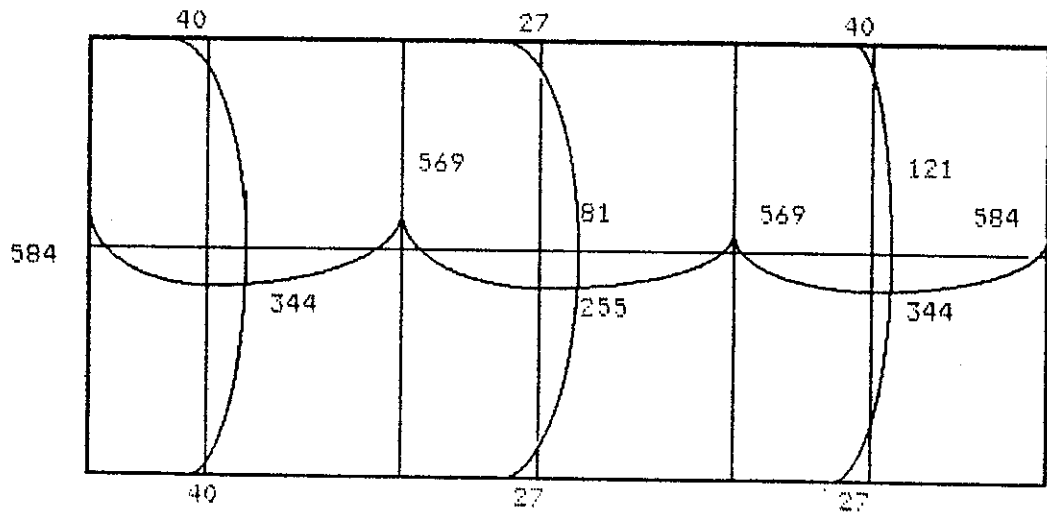


Fig. 6 Momentos en las losas

El acero de refuerzo se encuentra especificado en el plano de detalles del tanque de almacenamiento, con su respectivo diámetro y longitud.

Diseño de las vigas laterales

$$W_{losa} = 2400 \text{ kg./m}^3 \times 0.10 \text{ m.} = 240 \text{ kg./m}^2$$

$$W_{acab} = 60 \text{ kg./m.}$$

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

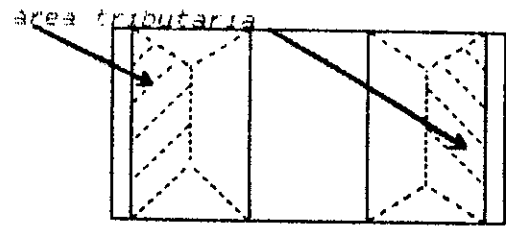


Fig. 7
Vigas laterales

$$\begin{aligned} \text{Carga de diseño: } W &= 1.40m + 1.70v \\ &= 1.4 \times 300 + 1.7 \times 100 = 590 \text{ kg./m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso total} &= W \times \text{Area tributaria} \\ &= 590 \text{ kg./m}^2 \times 4.70 \text{ m}^2 = 2774 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\text{Peso distribuido} = \frac{2774 \text{ kg.}}{4.5 \text{ m.}} = 617 \text{ kg./m.}$$

$$W_{viga} = 2400 \text{ kg./m}^3 \times 0.3 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} = 144 \text{ kg./m}$$

$$\text{Carga distribuida: } 617 \text{ kg./m} + 144 \text{ kg./m} = 761 \text{ kg./m}$$

$$V = \frac{W L}{2} = \frac{761 \text{ kg./m} \times 4.5 \text{ m.}}{2} = 1712 \text{ kg.}$$

$$M = \frac{W L^2}{8} = \frac{761 \text{ kg./m} \times 4.5^2}{8} = 1926 \text{ kg-m}$$

$$A_{smin} = \frac{14.1 \times b \times d}{f_y} = \frac{14.1 \times 20 \text{ cm} \times 26 \text{ cm}}{2800} = 2.61 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armado para } A_{smin} = 2\#3 + 1\#4$$

$$\text{El área de acero para } M = 1926 \text{ kg-m} = 3.04 \text{ cm}^2$$

$$3.04 - 2.61 = 0.43 \text{ cm}^2 = 1\#3$$

Refuerzo de corte

$$S = \frac{A_v \times \phi \times f_y \times d}{V_s} \quad V_s = V_u - V_c \quad V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

$$V_c = 0.45 \times \sqrt{290} \times 20 \times 26 = 3919 \text{ kg.}$$

$$\Rightarrow V_u < V_c \Rightarrow S_{max} = d/2 = 26/2 = 13 \text{ cm} \quad S_{max} \text{ en el centro.}$$

Las vigas centrales y las laterales cortas se diseñaron de la misma forma, los resultados se ilustran en los planos del anéndice.

2.9.2 Diseño del tanque de almacenamiento

Datos: $\gamma_{\text{suelo}} = 1350 \text{ kg./m}^3$

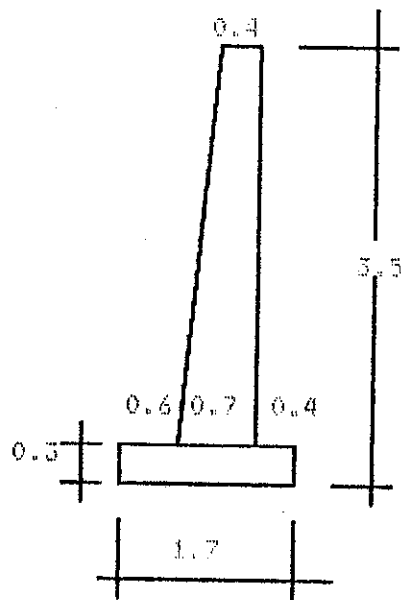
$\gamma_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg./m}^3$

$\gamma_{\text{piedra}} = 3300 \text{ kg./m}^3$

$\phi = 0.30$

$q_{\text{soporte}} = 16000 \text{ kg./m}^2$

Fig. 8 Predimensionando la sección del muro:



Estará semienterrado a una altura de 1.75 metros.

Para obtener la carga y el momento producido por el muro, se dividirá en varias figuras, tomándose en cuenta también el peso de la losa y el terreno sobre el dedo.

Fig.9

Sección dividida del muro y sus cargas

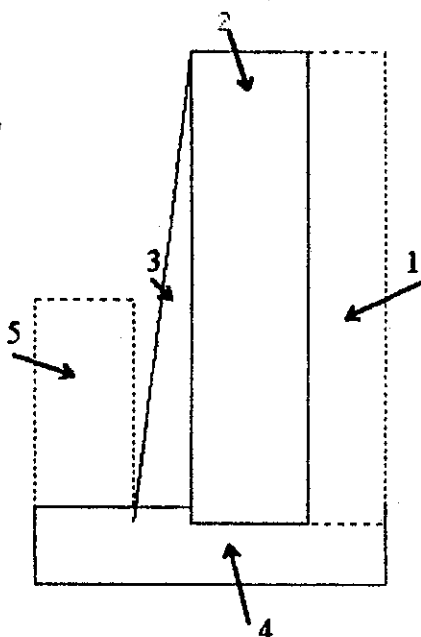


Tabla IV. Cargas y Momentos en el muro

FIGURA	PESO (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO (Kg-m)
1	$2.8 \times 1000 \times 0.4 = 1120.00$	1.50	1680.00
2	$0.4 \times 3.2 \times 3300 = 4224.00$	1.10	4646.40
3	$1/2 \times 0.3 \times 3.2 \times 3300 = 1584.00$	0.80	1267.20
4	$0.3 \times 1.7 \times 3300 = 1683.00$	0.85	1430.55
5	$0.6 \times 1.45 \times 1350 = 1174.50$	0.30	352.35

$\Sigma = 9785.50$

$\Sigma = 9376.50$

Peso de la losa	517.00	1.20	622.80
W TOTAL	10,304.50		9,999.30

$$P_a = \frac{1}{2} \times \gamma \times h^2 = 0.5 \times 1000 \times 2.8^2 = 3920 \text{ kg.}$$

$$M_v = P_a \times h/3 = 3920 \times 2.8/3 = 3658.60$$

$$F_r = 0.7 \times \tan \Phi \times W_t = 0.7 \times \tan 30^\circ \times 10304.50 = 4165 \text{ kg.}$$

Chequeos:

Estabilidad contra volteo

$$F_s = \frac{M_a}{M_v} = \frac{9999.30}{3658.60} = 2.73 > 1.5 \Rightarrow \text{ok.}$$

Estabilidad contra deslizamiento

$$F_s = \frac{F_r}{F_a} = \frac{4165.00}{3920.00} = 1.06 < 1.5 \Rightarrow \text{no es estable por deslizamiento}$$

Tomando la presión pasiva P_p :

$$P_p = \frac{\gamma \times h^2 \times 3.02}{2} = \frac{1350 \times 1.75^2 \times 3.02}{2} = 6242.90$$

$$F = F_r + P_p = 4165.00 + 6242.90 = 10407.90$$

$$F_s = \frac{F}{F_a} = \frac{10407.9}{3920.00} = 2.65 > 1.5 \Rightarrow \text{ok.}$$

Contra capacidad de soporte

$$\bar{X} = \frac{M_a - M_v}{Wt} = \frac{9999.30 - 3658.6}{10304.50} = 0.61\text{m.}$$

$$e = \left| \frac{B}{2} - \bar{X} \right| = \left| \frac{1.70}{2} - 0.61 \right| = 0.24 < \frac{L}{6} = 0.28 \Rightarrow \text{ok.}$$

$$F_s = \frac{Wt}{B \times L} \left(1 + \frac{6 \times e}{L} \right) = \frac{10304.50}{1 \times 1.70} \left(1 + \frac{6 \times 0.24}{1.70} \right) = 11195.90$$

$$11195.90 < q_{\text{soporte}} = 16000 \text{ Kg./m}^2 \Rightarrow \text{ok.}$$

2.10 Presupuesto

Uno de los factores más importantes de un proyecto es el costo que representará, el cual determinará su factibilidad junto con los factores técnicos y socio-económicos.

El factor social lo representa, en la mayoría de los casos, el beneficio que obtendrán los socios del proyecto, y que vendrá a formar parte del desarrollo humano de la comunidad en lo que respecta al mejoramiento de su nivel de vida.

En lo que respecta a la factibilidad técnica, ésta radica en el estudio y diseño que habrá que realizar para definir parámetros, especificaciones y características propias del proyecto, dado el reconocimiento y las visitas hechas al lugar en donde se construirá.

Un proyecto será técnicamente factible si no existen consideraciones de diseño que impidan su ejecución o su óptimo funcionamiento.

Si el proyecto es socioeconómico y técnicamente factible, el factor financiero será el que determinará su factibilidad total, ya que su costo debe compensarse con los beneficios y ganancias que se obtendrán si se llegara a realizar.

A continuación se presenta el cálculo del presupuesto por fases, separando el costo de los materiales y el costo de la mano de obra, para cada una de ellas. Se utilizaron precios especiales que algunas empresas proporcionan al Estado para proyectos municipales de apoyo social en todo lo que corresponde a tubería.

Tabla V. PRESUPUESTO

Renglón	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total/Renglón
Captación y vertedero	M ³	1.85	587.30	1145.23
Desarenador	M ³	1.45	1531.35	2220.46
Línea de conducción	ML	4836.00	26.98	130475.28
Tanque de distribución	M ³	88.73	231.32	20525.02
Cajas rompe-presión	M ³	10.80	179.77	1941.52
Líneas principales	ML	3240.00	10.51	34052.40
Ramales de distribución	ML	2094.00	7.09	14846.46
Conducciones a parcelas	ML	4608.00	5.72	26357.76

Síntesis del presupuesto:

Captación y vertedero	M. + M.O. =	Q. 1.145.24
Desarenador	M. + M.O. =	Q. 2.220.46
Línea de conducción	M. + M.O. =	Q. 130,458.87
Tanque de distribución	M. + M.O. =	Q. 20,524.90
Caja rompe presión (4)	M. + M.O. =	Q. 1941.54
Líneas principales	M. + M.O. =	Q. 34,051.08
Ramales de distribución	M. + M.O. =	Q. 14,866.63
Conducciones a parcelas	M. + M.O. =	Q. 26,373.99

Materiales:		Q. 182,046.13
Mano de obra no calificada:		Q. <u>49,536.68</u>
Total		Q. 231,582.81
10% imprevistos		Q. <u>23,158.28</u>

TOTAL		Q. 254,741.09
--------------	--	----------------------

CONCLUSIONES

1. Mediante el diseño del sistema de miniriego para el cantón Los Mecates, los beneficiarios dotarán de agua sus cultivos con una base técnica y científica, requisito indispensable en la obtención de crédito y financiamiento para el mismo.
2. El proyecto de miniriego para el cantón Los Mecates se realizará por un sistema de gravedad, ya que el nivel de las parcelas, respecto de la fuente, es favorable para su funcionamiento.
3. En la construcción de este sistema de miniriego, la mano de obra no calificada será proporcionada por la comunidad; de esta manera se logra la participación y organización de los beneficiarios en la construcción de su propio proyecto.
4. Los futuros beneficiarios del proyecto de miniriego están conscientes de la importancia de la conservación del recurso agua, por lo que se destinó, en común acuerdo con toda la aldea, cierta área como reserva comunal de bosque, encontrándose ésta en las cercanías del río Chochal, fuente de agua que abastecerá el proyecto.
5. Mediante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Ingeniería Civil, se obtuvo la experiencia de aplicar la teoría a la práctica, así como de utilizar la metodología y la técnica en la solución de un problema real de una de las comunidades del país.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. A la Municipalidad de Chiantla, implementar cursos en donde se capacite técnicamente a los agricultores, sobre métodos y prácticas para el mejoramiento de sus cosechas y el mejor aprovechamiento de los suelos.
2. Al comité pro-miniriego del cantón Los Mecates, dirigirse a organizaciones que promuevan y financien este tipo de proyectos, por medio de la asociación Microregional correspondiente, ya que esta asociación está formada por representantes de las distintas aldeas que la conforman, y tiene el respaldo legal necesario para la canalización de proyectos de desarrollo.
3. A los distintos comités de la aldea de Chechal, promover la participación de las mujeres indígenas en el proceso de trámite y canalización de proyectos de beneficio colectivo, como éste, ya que ellas participan directamente en la producción, mediante la siembra, cuidado y recolección de la mayoría de productos que se cosechan en el área.
4. A la Municipalidad de Chiantla, verificar que no sean omitidas o cambiadas las especificaciones que en este diseño se indican, pues podrían provocar alteraciones en los volúmenes de agua, áreas de riego, en la presión en las tuberías y en la aplicación del agua.

BIBLIOGRAFÍA

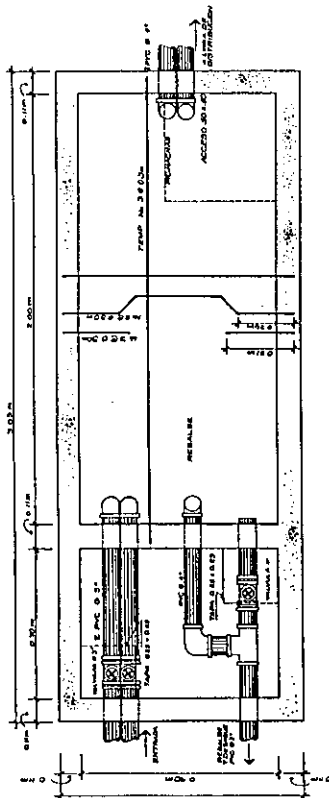
1. **COPIAS** del curso de Hidráulica. 1997.
2. **COPIAS** del curso Ingeniería Sanitaria I. 1997.
3. **FOLLETO** Aspersores Agrícolas NAAM. Tubovinil. 1998.
4. **GILES**, Ronald V. Mecánica de los fluidos e hidráulica. Mexico D.F., Editorial Macgraw-hill, 1983.
5. **MALDONADO** de León, Marvin Juan José. Proyectos de rediseño y mejoramiento del sistema de agua potable del casco urbano, diseño y construcción de dos aulas, bodega y dirección en la escuela de la aldea Pachute, San Carlos Sija, Quetzaltenango. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1991.
6. **PERDOMO** Hernández, Rony Enrique. Diseño y construcción del miniriego en la aldea Chiquex, Santa Apolonia. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1989.
7. **VENTURA**. José de Jesús. Estudio de prefactibilidad del sistema de riego para la finca El Cristo, Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1990.
8. **WHITHERS** R. y Vipona S. El riego, diseño y práctica. México, Editorial Diana, 1986.

APÉNDICE

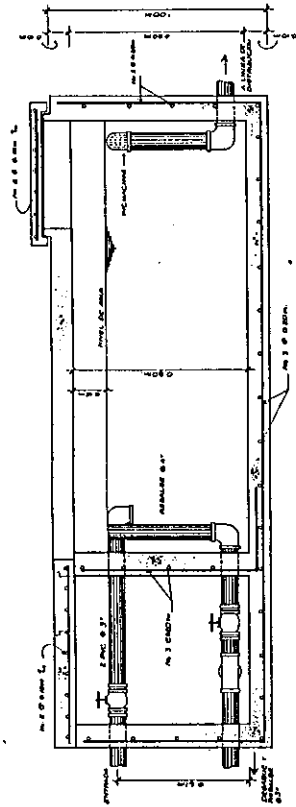
ÍNDICE DE PLANOS

CONTENIDO	HOJA Nº
Planta y perfil del tramo 0 - 31	1/8
Planta y perfil del tramo 31 - 57	2/8
Planta y perfil del tramo 57 - 81	3/8
Perfiles R31 y R37 Detalle de desarenador	4/8
Perfiles R39-39.6, R41-41.5 y R65-65.6 Detalle de caja rompe-presión	5/8
Tanque de distribución	6/8
Captación y vertedero	7/8
Planta general	8/8

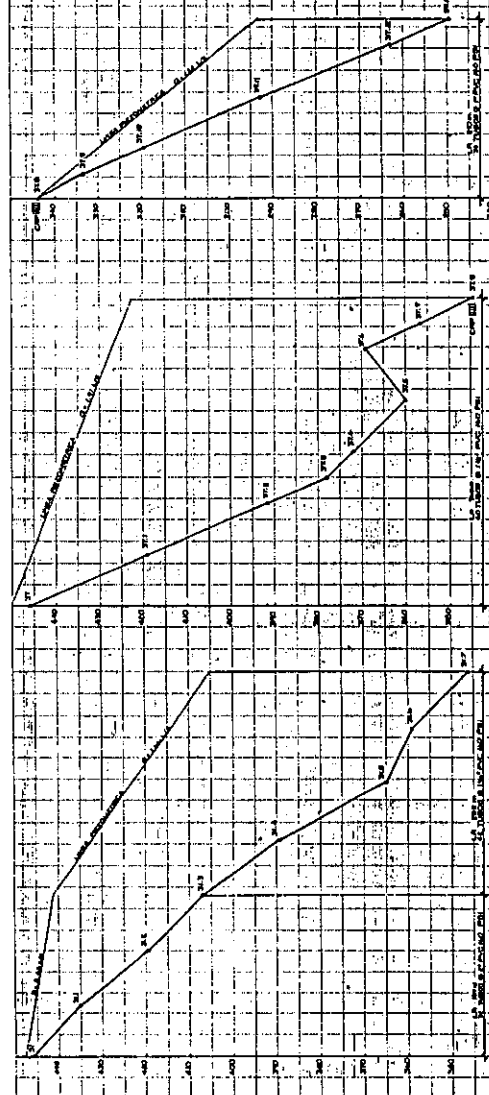
EST. NO.	ESTACION	ALTIMETRIA
1	0+00	110.00
2	0+10	110.00
3	0+20	110.00
4	0+30	110.00
5	0+40	110.00
6	0+50	110.00
7	0+60	110.00
8	0+70	110.00
9	0+80	110.00
10	0+90	110.00
11	1+00	110.00
12	1+10	110.00
13	1+20	110.00
14	1+30	110.00
15	1+40	110.00
16	1+50	110.00
17	1+60	110.00
18	1+70	110.00
19	1+80	110.00
20	1+90	110.00
21	2+00	110.00
22	2+10	110.00
23	2+20	110.00
24	2+30	110.00
25	2+40	110.00
26	2+50	110.00
27	2+60	110.00
28	2+70	110.00
29	2+80	110.00
30	2+90	110.00
31	3+00	110.00
32	3+10	110.00
33	3+20	110.00
34	3+30	110.00
35	3+40	110.00
36	3+50	110.00
37	3+60	110.00
38	3+70	110.00
39	3+80	110.00
40	3+90	110.00
41	4+00	110.00
42	4+10	110.00
43	4+20	110.00
44	4+30	110.00
45	4+40	110.00
46	4+50	110.00
47	4+60	110.00
48	4+70	110.00
49	4+80	110.00
50	4+90	110.00
51	5+00	110.00
52	5+10	110.00
53	5+20	110.00
54	5+30	110.00
55	5+40	110.00
56	5+50	110.00
57	5+60	110.00
58	5+70	110.00
59	5+80	110.00
60	5+90	110.00
61	6+00	110.00
62	6+10	110.00
63	6+20	110.00
64	6+30	110.00
65	6+40	110.00
66	6+50	110.00
67	6+60	110.00
68	6+70	110.00
69	6+80	110.00
70	6+90	110.00
71	7+00	110.00
72	7+10	110.00
73	7+20	110.00
74	7+30	110.00
75	7+40	110.00
76	7+50	110.00
77	7+60	110.00
78	7+70	110.00
79	7+80	110.00
80	7+90	110.00
81	8+00	110.00
82	8+10	110.00
83	8+20	110.00
84	8+30	110.00
85	8+40	110.00
86	8+50	110.00
87	8+60	110.00
88	8+70	110.00
89	8+80	110.00
90	8+90	110.00
91	9+00	110.00
92	9+10	110.00
93	9+20	110.00
94	9+30	110.00
95	9+40	110.00
96	9+50	110.00
97	9+60	110.00
98	9+70	110.00
99	9+80	110.00
100	9+90	110.00
101	10+00	110.00
102	10+10	110.00
103	10+20	110.00
104	10+30	110.00
105	10+40	110.00
106	10+50	110.00
107	10+60	110.00
108	10+70	110.00
109	10+80	110.00
110	10+90	110.00
111	11+00	110.00
112	11+10	110.00
113	11+20	110.00
114	11+30	110.00
115	11+40	110.00
116	11+50	110.00
117	11+60	110.00
118	11+70	110.00
119	11+80	110.00
120	11+90	110.00
121	12+00	110.00
122	12+10	110.00
123	12+20	110.00
124	12+30	110.00
125	12+40	110.00
126	12+50	110.00
127	12+60	110.00
128	12+70	110.00
129	12+80	110.00
130	12+90	110.00
131	13+00	110.00
132	13+10	110.00
133	13+20	110.00
134	13+30	110.00
135	13+40	110.00
136	13+50	110.00
137	13+60	110.00
138	13+70	110.00
139	13+80	110.00
140	13+90	110.00
141	14+00	110.00
142	14+10	110.00
143	14+20	110.00
144	14+30	110.00
145	14+40	110.00
146	14+50	110.00
147	14+60	110.00
148	14+70	110.00
149	14+80	110.00
150	14+90	110.00
151	15+00	110.00
152	15+10	110.00
153	15+20	110.00
154	15+30	110.00
155	15+40	110.00
156	15+50	110.00
157	15+60	110.00
158	15+70	110.00
159	15+80	110.00
160	15+90	110.00
161	16+00	110.00
162	16+10	110.00
163	16+20	110.00
164	16+30	110.00
165	16+40	110.00
166	16+50	110.00
167	16+60	110.00
168	16+70	110.00
169	16+80	110.00
170	16+90	110.00
171	17+00	110.00
172	17+10	110.00
173	17+20	110.00
174	17+30	110.00
175	17+40	110.00
176	17+50	110.00
177	17+60	110.00
178	17+70	110.00
179	17+80	110.00
180	17+90	110.00
181	18+00	110.00
182	18+10	110.00
183	18+20	110.00
184	18+30	110.00
185	18+40	110.00
186	18+50	110.00
187	18+60	110.00
188	18+70	110.00
189	18+80	110.00
190	18+90	110.00
191	19+00	110.00
192	19+10	110.00
193	19+20	110.00
194	19+30	110.00
195	19+40	110.00
196	19+50	110.00
197	19+60	110.00
198	19+70	110.00
199	19+80	110.00
200	19+90	110.00
201	20+00	110.00
202	20+10	110.00
203	20+20	110.00
204	20+30	110.00
205	20+40	110.00
206	20+50	110.00
207	20+60	110.00
208	20+70	110.00
209	20+80	110.00
210	20+90	110.00
211	21+00	110.00
212	21+10	110.00
213	21+20	110.00
214	21+30	110.00
215	21+40	110.00
216	21+50	110.00
217	21+60	110.00
218	21+70	110.00
219	21+80	110.00
220	21+90	110.00
221	22+00	110.00
222	22+10	110.00
223	22+20	110.00
224	22+30	110.00
225	22+40	110.00
226	22+50	110.00
227	22+60	110.00
228	22+70	110.00
229	22+80	110.00
230	22+90	110.00
231	23+00	110.00
232	23+10	110.00
233	23+20	110.00
234	23+30	110.00
235	23+40	110.00
236	23+50	110.00
237	23+60	110.00
238	23+70	110.00
239	23+80	110.00
240	23+90	110.00
241	24+00	110.00
242	24+10	110.00
243	24+20	110.00
244	24+30	110.00
245	24+40	110.00
246	24+50	110.00
247	24+60	110.00
248	24+70	110.00
249	24+80	110.00
250	24+90	110.00
251	25+00	110.00
252	25+10	110.00
253	25+20	110.00
254	25+30	110.00
255	25+40	110.00
256	25+50	110.00
257	25+60	110.00
258	25+70	110.00
259	25+80	110.00
260	25+90	110.00
261	26+00	110.00
262	26+10	110.00
263	26+20	110.00
264	26+30	110.00
265	26+40	110.00
266	26+50	110.00
267	26+60	110.00
268	26+70	110.00
269	26+80	110.00
270	26+90	110.00
271	27+00	110.00
272	27+10	110.00
273	27+20	110.00
274	27+30	110.00
275	27+40	110.00
276	27+50	110.00
277	27+60	110.00
278	27+70	110.00
279	27+80	110.00
280	27+90	110.00
281	28+00	110.00
282	28+10	110.00
283	28+20	110.00
284	28+30	110.00
285	28+40	110.00
286	28+50	110.00
287	28+60	110.00
288	28+70	110.00
289	28+80	110.00
290	28+90	110.00
291	29+00	110.00
292	29+10	110.00
293	29+20	110.00
294	29+30	110.00
295	29+40	110.00
296	29+50	110.00
297	29+60	110.00
298	29+70	110.00
299	29+80	110.00
300	29+90	110.00
301	30+00	110.00
302	30+10	110.00
303	30+20	110.00
304	30+30	110.00
305	30+40	110.00
306	30+50	110.00
307	30+60	110.00
308	30+70	110.00
309	30+80	110.00
310	30+90	110.00
311	31+00	110.00
312	31+10	110.00
313	31+20	110.00
314	31+30	110.00
315	31+40	110.00
316	31+50	110.00
317	31+60	110.00
318	31+70	110.00
319	31+80	110.00
320	31+90	110.00
321	32+00	110.00
322	32+10	110.00
323	32+20	110.00
324	32+30	110.00
325	32+40	110.00
326	32+50	110.00
327	32+60	110.00
328	32+70	110.00
329	32+80	110.00
330	32+90	110.00
331	33+00	110.00
332	33+10	110.00
333	33+20	110.00
334	33+30	110.00
335	33+40	110.00
336	33+50	110.00
337	33+60	110.00
338	33+70	110.00
339	33+80	110.00
340	33+90	110.00
341	34+00	110.00
342	34+10	110.00
343	34+20	110.00
344	34+30	110.00
345	34+40	110.00
346	34+50	110.00
347	34+60	110.00
348	34+70	110.00
349	34+80	110.00
350	34+90	110.00
351	35+00	110.00
352	35+10	110.00
353	35+20	110.00
354	35+30	110.00
355	35+40	110.00
356	35+50	110.00
357	35+60	110.00
358	35+70	110.00
359	35+80	110.00
360	35+90	110.00
361	36+00	110.00
362	36+10	110.00
363	36+20	110.00
364	36+30	110.00
365	36+40	110.00
366	36+50	110.00
367	36+60	110.00
368	36+70	110.00



PLANTA DE DESARENADOR



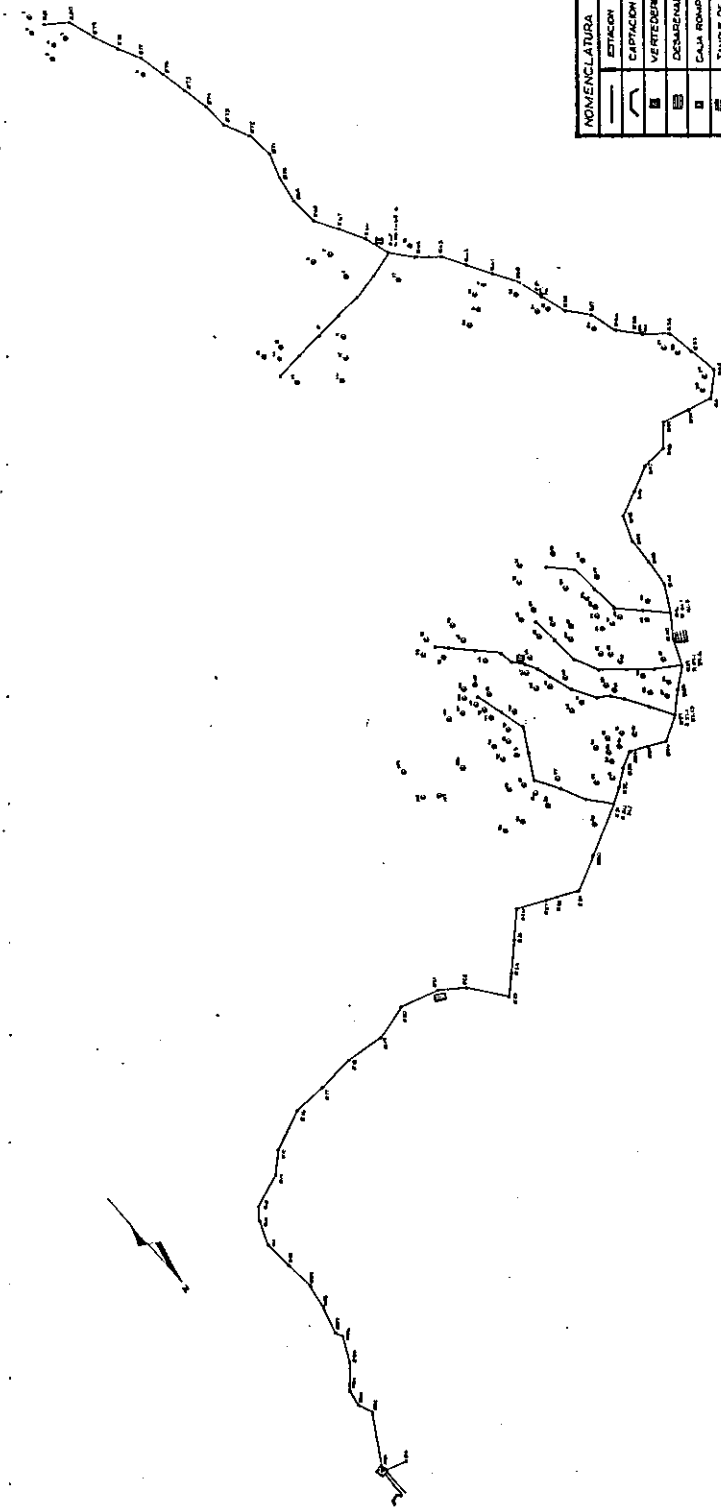
CORTE LONGITUDINAL



REF. NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	CHASIS	1	UNIDAD
2	ALABRADO	1	UNIDAD
3	VALVULA	1	UNIDAD
4	REBALE	1	UNIDAD
5	ACCESO	1	UNIDAD
6	MANTENIMIENTO	1	UNIDAD
7	MOTOR	1	UNIDAD
8	CILINDRO	1	UNIDAD
9	VALVULA	1	UNIDAD
10	REBALE	1	UNIDAD
11	ACCESO	1	UNIDAD
12	MANTENIMIENTO	1	UNIDAD
13	MOTOR	1	UNIDAD
14	CILINDRO	1	UNIDAD
15	VALVULA	1	UNIDAD
16	REBALE	1	UNIDAD
17	ACCESO	1	UNIDAD
18	MANTENIMIENTO	1	UNIDAD
19	MOTOR	1	UNIDAD
20	CILINDRO	1	UNIDAD
21	VALVULA	1	UNIDAD
22	REBALE	1	UNIDAD
23	ACCESO	1	UNIDAD
24	MANTENIMIENTO	1	UNIDAD
25	MOTOR	1	UNIDAD
26	CILINDRO	1	UNIDAD
27	VALVULA	1	UNIDAD
28	REBALE	1	UNIDAD
29	ACCESO	1	UNIDAD
30	MANTENIMIENTO	1	UNIDAD

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR
 DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

PERFIL
 ESCALA 1:1
 PERFIL
 ESCALA 1:1



NOMENCLATURA	
	ESTACION
	CAPTACION
	VERTEDERO
	DESARENADOR
	CAJA ROMPE ARTERIA
	ZANGUE DE DISTRIBUCION
	RAMAL
	PARCELA
	1/2 PARCELA

PLANTA GENERAL
ESCALA 1:5000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD PROFESIONAL SUPERVISADO	
INSTITUTO TECNICO NACIONAL	FEDATARIO
PROFESIONALES DE GUATEMALA, S.A.	DIAGRAMA
PROYECTO: HERRERA	CONSTRUCCION DE LA PLANTA
LOS REYES, CHIMEL	PLANTA GENERAL
CHANTALAN, QU.	FECHA: 1950
FECHA: 1950	HOJA
1/2	8