

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

PLANIFICACION Y DISEÑO DE RIEGO A PRESION, POR MEDIO DE UN SISTEMA
GRAVEDAD-ASPERSION, PARA EL CASERIO EL CORINTO, IXMOQUI,
CUILCO, HUEHUETENANGO.

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MARIO NORBERTO LOPEZ RODRIGUEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

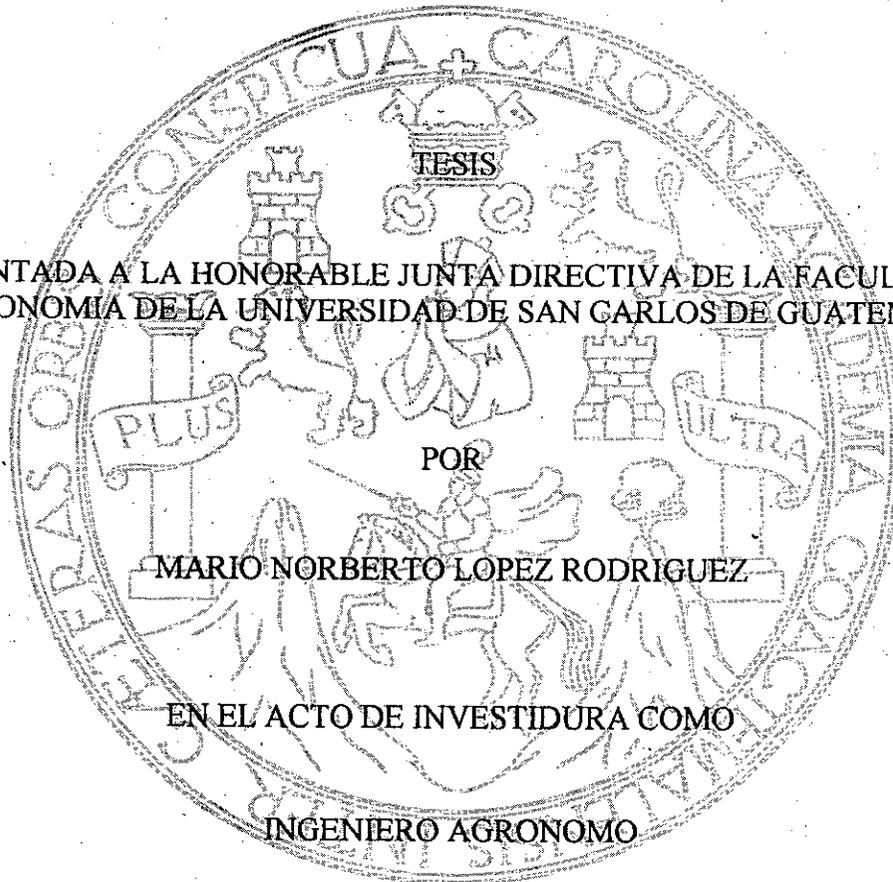
EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1999



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL I	Ing. Agr. WALTER GARCIA TELLO
VOCAL II	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL III	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ FIGUEROA
VOCAL IV	M.E.P.U. JACOBO BOLVITO RAMOS
VOCAL V	Br. JOSÉ DOMINGO MENDOZA
SECRETARIO	Ing. Agr. EDIL RENE RODRÍGUEZ QUEZADA

Guatemala, noviembre de 1999

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:

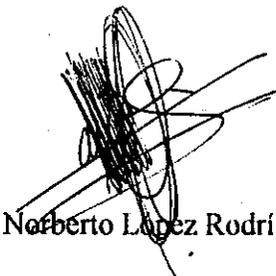
De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

PLANIFICACION Y DISEÑO DE RIEGO A PRESION, POR MEDIO DE UN SISTEMA
GRAVEDAD-ASPERSION, PARA EL CASERIO EL CORINTO, IXMOQUI,
CUILCO, HUEHUETENANGO.

Presentado como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, de ustedes,

Atentamente,


Mario Norberto López Rodríguez.

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Padre Santo, por haber permitido que tu siervo llegase hasta este momento, mil gracias te doy.

LA VIRGEN MARIA

Por iluminarme en los momentos difíciles de mi carrera y cultivar en mí el espíritu de superación.

MI MADRE

Zonia Rodríguez Tello de López, por sus consejos, alegrías, tristezas, preocupación, amor y apoyo incondicional en todo momento, que Dios y la Virgen derramen bendiciones sobre su ser y le den mucha salud.

MI PADRE

Mario Saralí López López, por haber forjado en mí un hombre de bien para servir a mi patria y seguir su ejemplo como persona humilde, respetuosa y trabajadora, que Dios y la Virgen le multipliquen lo que ha hecho por este hijo que tanto lo quiere.

MIS HERMANAS

Brenda Yesenia López Rodríguez
Cristin Melánea López Rodríguez
Dery Tatiana López Rodríguez
Por su apoyo y preocupación hacia mi persona, para ellas mi amor y admiración.

MIS ABUELITOS

Napoleón López Alonzo
Teresa López López
Por su amor y preocupación
Braulio Rodríguez (Q.E.P.D.)
María Clementina Tello (Q.E.P.D.)
Flores sobre su tumba.

MIS TIOS

Telma López, Fredy Rodríguez, Amaparo Rodríguez, Alma Rodríguez
Gavina Aminta Tello (Q.E.P.D.)
Por su preocupación y apoyo económico, moral y espiritual.

MIS PRIMOS

Oscar, Angel, Edson, Odenilson, Napoleón, Fredy, Victor, Guillermo, Heidi, Vivian, Tisbe.
Gracias por ayudarme en los duros momentos que me ha dado la vida, con amor y respeto.

MI FAMILIA

Para todos con mucho cariño.

MIS AMIGOS

Léster Pérez, Francisco Fajardo, Carlos Vásquez, Luis Mejía, Armando Menéndez, Cesar Comey, Marco Morales, Mario Escobedo, Estuardo Roca, Ronald Gómez, Rubén Zaldaña, Byron Gonzáles, Pablo Domínguez, Verónica Delagado, Mara Ruano, Claudia Toledo, Lucrecia Santizo, Edgar Barrera, Eybi Bedoya.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS TODO PODEROSO

LA SANTISIMA VIRGEN MARIA

MIS PADRES

MI FAMILIA EN GENERAL

MIS COMPAÑEROS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

MIS AMIGOS Y AMIGAS

MI PATRIA GUATEMALA, PAIS DE LA ETERNA PRIMAVERA

HUEHUETENANGO, CUNA DEL CIELO

LA VILLA DE CHIANTLA, PEDACITO DEL ALTIPLANO DONDE SE ELEVAN LOS MONTES
CUCHUMATANES

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

CENTRO EDUCACIONAL GUATEMALTECO

INSTITUTO NORMAL MIXTO ALEJANDRO CORDOVA, HUEHUETENANGO

COLEGIO PARROQUIAL NUESTRA SEÑORA DE CANDELARIA CHIANTLA

ESCUELA RURAL MIXTA LA ESPERANZA, TAJUMUCO, CHIANTLA

ESCUELA PARA PARVULOS MARIO MENDEZ MONTENEGRO, CHIANTLA

LOS FORJADORES DEL AGRO GUATEMALTECO

LA COMUNIDAD DE EL CORINTO, IXMOQUI, CUILCO

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores de tesis:

Ing. Agr. Victor Cabrera, por su enseñanza, amistad, confianza y formación profesional.

Ing. Agr. Adalberto Rodríguez, por su visión de enseñanza, amistad y asesoría.

Ing. Agr. Edson López, por su amistad y confianza antes, durante y después del trabajo realizado.

A todos, gracias por la orientación brindada para la realización de este trabajo.

Mis evaluadores de tesis: Ing. Agr. Luis Morán, Ing. Agr. Miguel Morales, Ing. Agr. Victor Alvares, por valorar el trabajo efectuado.

El Comité y Crédito Agrícola de El Corinto, Cuilco, por su preocupación para con el avance del proyecto.

Mario Samayoa, Micaela Uluán, Omar Barrios, Byron Aguilar, por su colaboración, compañerismo y aprecio durante la fase de campo y gabinete de este trabajo.

El Programa de Desarrollo Humano Sostenible Local por su apoyo económico en parte de la realización del trabajo, en especial a Manón Van Zujlien.

Oscar Alberto Paz Rodríguez por sus consejos, apoyo, amistad, confianza, cariño y preocupación hacia mi persona.

Edson Jhovany y Odenilson Franco con mucho cariño y respeto.

Roberto López, por sus consejos y entusiasmo para con los trabajos del agro.

Helen López, por su ayuda y apoyo incondicional para con mi familia.

La familia Rodríguez en general, por todo lo brindado durante mi carrera.

La familia López en general, por todo lo brindado durante mi carrera.

El personal de la Subárea de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Usted que lee el presente trabajo, por contribuir con el desarrollo agrícola del país.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. Marco conceptual	4
3.1.1. Relación agua-suelo-planta	4
3.1.2. Uso del agua por los cultivos	5
3.1.3. Concepto de riego agrícola	5
3.1.4. Calidad del agua para riego	6
3.1.4.1. Clasificación del agua de riego de acuerdo a su calidad	7
3.1.4.2. Diagrama de clasificación del agua	7
3.1.5. Infiltración	7
3.1.5.1. Factores que afectan el proceso de infiltración	8
3.1.5.2. Medición de la infiltración	8
3.1.6. El riego por aspersión	8
3.1.6.1. Ventajas y desventajas del riego por aspersión	9
3.1.6.2. Descripción general de un sistema de riego por aspersión	10
3.1.6.3. Partes que conforman un sistema de riego por aspersión	11
3.1.7. Diseño de riego por aspersión	12
3.1.8. Planeación de un sistema	12
3.1.9. Principios básicos del riego	13
3.1.10. Experiencias de irrigación en el altiplano	14
3.2. Marco referencial	14
3.2.1. Datos generales	14
3.2.1.1. Localización	14
3.2.1.2. Colindancias y extensión territorial	15
3.2.1.3. Acceso a la comunidad	15
3.2.1.4. Clima y zona de vida	15
3.2.1.5. Hidrología	16
3.2.1.6. Suelos	16
3.2.1.7. Aspectos socioeconómicos	16
4. OBJETIVOS	18
4.1. Generales	18
4.2. Específicos	18
5. METODOLOGIA	19
5.1. Areas actualmente regadas	19
5.2. Areas potencialmente regables	19
5.3. Estudio topográfico	19
5.4. Estudio climatológico	19
5.5. Estudios edafológicos	19
5.5.1. Muestreo de suelos	20
5.5.2. Análisis físico-químico de suelos	20
5.5.3. Constantes de humedad	20
5.6. Infiltración	20
5.7. Cultivos a regar	20

5.8. Estudios hidrológicos	20
5.8.1. Calidad de agua	21
5.8.2. Determinación del consumo de agua o evapotranspiración	21
5.8.3. Requerimiento de riego	21
5.8.4. Lámina de agua disponible	21
5.8.5. Lámina de agua de agua a aplicar	22
5.8.6. Frecuencia de riego	22
5.8.7. Demanda y disponibilidad de agua	22
5.8.8. Determinación del calendario de riego	23
5.9. Aspectos hidráulicos	23
5.9.1. Selección de tuberías	23
5.9.1.1. Diseño de línea de conducción y distribución	23
5.9.2. Análisis de línea piezométrica	24
5.9.3. Selección del sistema de válvulas	24
5.10. Obras de infraestructura hidráulica	25
5.11. Selección del aspersor	25
5.12. Análisis de mercado	25
5.13. Análisis financiero	25
5.14. Evaluación de impacto del proyecto	26
5.14.1. Evaluación de componentes socioeconómicos	26
5.14.2. Evaluación de componentes institucionales	26
5.14.3. Evaluación de componentes ambientales	26
5.15. Organización de los usuarios de riego	27
5.16. Aspectos legales	27
6. RESULTADOS	28
6.1. Areas actualmente regadas	28
6.2. Area potencialmente regable	28
6.3. Estudio topográfico	28
6.4. Estudio climatológico	28
6.5. Estudio edafológico	29
6.5.1. Muestreo de suelos	29
6.5.2. Análisis fisico-químico de suelos	29
6.5.3. Constantes de humedad	30
6.6. Infiltración	31
6.7. Cultivos a regar	33
6.8. Estudios hidrológicos	33
6.8.1. Calidad de agua	34
6.8.2. Determinación del consumo de agua o evapotranspiración	34
6.8.3. Requerimiento de riego	36
6.8.4. Lámina de agua disponible	37
6.8.5. Lámina de agua a aplicar	38
6.8.6. Frecuencia de riego	39
6.8.7. Demanda y disponibilidad de agua	39
6.8.7. Determinación del calendario de riego	40
6.9. Aspectos hidráulicos	43
6.9.1. Diseño de tuberías	43
6.9.1.1. Diseño de líneas de conducción y distribución	43
6.9.2. Análisis de línea piezométrica	47
6.9.3. Selección del sistema de válvulas	47

6.10. Obras de infraestructura hidráulica	48
6.11. Selección del aspersor	49
6.11.1. Tipo de aspersor	51
6.12. Análisis de mercado	52
6.12.1. Mercados potenciales existentes	52
6.12.2. Situación de costos de los cultivos con y sin proyecto, ingresos y beneficios	53
6.12.3. Canales de distribución y/o comercialización	54
6.13. Análisis financiero	54
6.13.1. Costos del proyecto	54
6.13.2. Flujo de fondos	60
6.13.3. Especificaciones del sistema	61
6.14. Evaluación de impacto del proyecto	64
6.14.1. Evaluación de componentes socioeconómicos	64
6.14.2. Evaluación de componentes institucionales	66
6.14.3. Evaluación de componentes ambientales	67
6.15. Organización de los usuarios del riego, la asociación y asamblea general	68
6.15.1. Normas para la operación y mantenimiento del sistema de riego diseñado	69
6.15.2. Reglamento del sistema	71
6.16. Aspectos legales	72
7. CONCLUSIONES	73
8. RECOMENDACIONES	74
9. BIBLIOGRAFIA	75
10. APENDICES	77

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
1	Curva de velocidad de infiltración en el sector I del área de diseño	31
2	Curva de velocidad de infiltración en el sector II del área de diseño	32
3	Curva de velocidad de infiltración en el sector III del área de diseño	32
4	Curva de velocidad de infiltración en el sector IV del área de diseño	33
5	Relación hídrica existente entre la evapotranspiración y la precipitación en la Comunidad de El Corinto, en el cultivo del tomate	36
6	Determinación del calendario de riego para el sector I del área de riego	41
7	Determinación del calendario de riego para el sector II del área de riego	41
8	Determinación del calendario de riego para el sector III del área de riego	42
9	Determinación del calendario de riego para el sector IV del área de riego	42
10A	Diagrama para la clasificación de aguas para riego	78
11A	Localización gráfica del Municipio de Cuilco	79
12A	Localización cartográfica del área de diseño de riego	80
13A	Fotografía aérea del área de diseño de riego	81
14A	Vista parcial de la fuente de agua	82
15A	Vista parcial de la fuente de agua de donde se derivará el caudal para el área de riego	82
16A	Vista parcial de la fuente de agua	82
17A	Vista panorámica de la trayectoria de la línea de conducción	83
18A	Vista parcial de la trayectoria de la línea de conducción y terrenos de los beneficiarios del proyecto	83
19A	Vista panorámica parcial del área de diseño de riego	83
20A	Vista parcial del área actualmente regada y potencialmente regable	84
21A	Vista parcial del área actualmente regable	84
22A	Vista parcial del área potencialmente regable	84
23A	Áreas actualmente regadas	90
24A	Áreas potencialmente regables	91
25A	Mapa de curvas a nivel	92
26A	Tubería dentro del área de riego	93
27A	Curvas a nivel, tubería dentro del área de riego y división	

	de parcelas	94
28A	Colocación de tuberías	95
29A	Parcela modelo de diseño de riego	96
30A	Esquema de colocación del aspersor	97
31A	Tramo topográfico planta-perfil de la línea de conducción de tubería de la estación 1 a la 33	98
32A	Tramo topográfico planta-perfil de la línea de conducción de tubería de la estación 33 a la 67	99
33A	Tramo topográfico planta-perfil de la línea de conducción de tubería de la estación 67 a la 90	100
34A	Tramo topográfico planta-perfil de la línea de conducción de tubería de la estación 90 a la 105	101
35A	Tramo topográfico planta-perfil de la línea de conducción de tubería de la estación 105 a la 124	102
36A	Tramo topográfico planta-perfil de la línea de conducción de tubería de la estación 124 a la 134A, y de la 124 a la 136B	103
37A	Detalles estructurales	104
38A	Paso aéreo de 20 metros de longitud	105
39A	Paso aéreo de 30 metros de longitud	106
40A	Paso aéreo de 40 metros de longitud	107
41A	Paso aéreo de 50 metros de longitud	108
42A	Tanque de distribución	109
43A	Caja de válvulas de aire y de limpieza o drenaje	110
44A	Caja rompe-presión	111

INDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCION	PAGINA
1	Datos climáticos de la estación tipo B Cuilco, departamento de Huehuetenango	29
2	Resultados del análisis físico de suelos reportado por el laboratorio de suelos de la FAUSAC	30
3	Resultados del análisis químico de suelos reportado por el laboratorio de suelos de la FAUSAC	30
4	Resultados de las constantes de humedad reportados por el laboratorio de suelos de la FAUSAC	31
5	Resultados del análisis de agua del río Chapalá	34
6	Cuadro de resultados de la determinación de la evapotranspiración por el método de Blanney y Criddle	34
7	Demandas hídricas o evapotranspirativas de los cultivos regables de la zona	35
8	Requerimiento de riego en base al cultivo del tomate para el área de diseño	36
9	Requerimiento de riego para los cultivos regables de la zona	37
10	Resultados de la lámina disponible para el sector I de muestreo	37
11	Resultados de la lámina disponible para el sector II de muestreo	38
12	Resultados de la lámina disponible para el sector III de muestreo	38
13	Resultados de la lámina disponible para el sector IV de muestreo	38
14	Resultados de la lámina de agua a aplicar	38
15	Datos utilizados para determinar el calendario de riego durante todo el año	40
16	Resultados de los parámetros de selección del diámetro de tubería de conducción utilizando la ecuación de Hazen-Williams	43
17	Resultados de los parámetros de selección del diámetro de tubería dentro del área de riego utilizando la ecuación de Hazen-Williams	44
18	Resultados de los parámetros de selección del diámetro de tubería lateral utilizando la ecuación de Hazen-Williams	46
19	Separación entre aspersores y laterales según velocidad del viento (porcentaje de cobertura)	52
20	Especificaciones técnicas de los aspersores seleccionados	52
21	Situación sin proyecto de los cultivos	53
22	Situación con proyecto de los cultivos	54
23	Estimación de costos del sistema de riego	55
24	Flujo de fondos del proyecto en quetzales	61
25A	Ficha de información básica de cada beneficiario de mini-riego	85
26A	Libreta de campo del estudio topográfico	86
27A	Características de riego de las parcelas dentro del área potencialmente regable	89

PLANIFICACION Y DISEÑO DE RIEGO A PRESION, POR MEDIO DE UN SISTEMA GRAVEDAD-ASPERSION, PARA EL CASERIO EL CORINTO, IXMOQUI, CUILCO, HUEHUETENANGO

PLANIFICATION AND DESIGN OF PRESSURE WATERING, BETWEEN A GRAVITY-SPRINKLER SYSTEM, FOR EL CASERIO EL CORINTO, IXMOQUI, CUILCO, HUEHUETENANGO

RESUMEN

Para la producción agrícola es indispensable la aplicación del agua al suelo, para que pueda ser absorbida por las raíces de las plantas y así llevar a cabo sus funciones fisiológicas en perfecto estado. Cuando el recurso agua es limitante para la producción agrícola, las tierras aptas para la agricultura quedan en completo abandono y el ingreso económico de los agricultores es muy limitado. La comunidad de El Corinto en el municipio de Cuilco, Huehuetenango, tiene problemas en cuanto a la utilización del agua para riego debido a la falta de tecnología para aplicar tal recurso, por tal motivo, como primera fase se llevó a cabo la planificación y diseño de riego por medio de un sistema gravedad-aspersión de acuerdo a las características encontradas dentro de la zona de estudio.

Para el diseño del sistema de riego, fue necesario realizar como primer paso la determinación de las áreas actualmente regadas siendo la misma un total de 12.36 has., y las áreas potencialmente regables con una extensión total de 65.30 has. Posteriormente se llevaron a cabo los estudios previos como lo fueron el estudio topográfico que comprendió el trazo de la línea de conducción con un total de 7,384.36 m desde la fuente de agua hasta la última parte a donde llegará la misma, seguidamente el estudio climatológico y el estudio de suelos, que fueron la base para el diseño del trabajo. Además, se realizaron pruebas de infiltración donde se obtuvo una infiltración básica para el diseño de 0.92 cm/hr. Otro aspecto importante lo constituyó la calidad de la fuente de agua que lo constituye el río Chapalá siendo la misma de la clase C1-S1, es decir, agua de buena calidad para riego no estando condicionada por ningún elemento. En cuanto a la determinación del consumo de agua o evapotranspiración se tomó como referencia el cultivo del tomate, debido a que es el cultivo que ofrece mayores posibilidades de venta en el mercado, donde se obtuvo una mayor demanda de 4.74 mm/día para el mes de mayo, así mismo, el mayor requerimiento de riego calculado para tal cultivo es de 4.96 mm/día durante el mes de abril.

La lámina de agua disponible fue variable para cada sector de riego, obteniendo una lámina neta de diseño de 3.05 cm, y una lámina bruta de diseño de 3.59 cm, con una frecuencia de riego de 6 días y un

caudal a derivar de la fuente de 54.2 lt/seg. El calendario de riego fue variable para cada sector debido a las constantes de humedad para cada uno.

En cuanto a los aspectos hidráulicos, el diseño de tubería estuvo condicionado por el diámetro correcto, el cual es de 203.2 mm (8 pulgadas). El diámetro de tubería lateral será de 50.8 mm (2 pulgadas). La presión de la tubería se calculó en base al análisis de la línea piezométrica, donde se obtuvieron presiones desde 80 PSI hasta diseño de tuberías de hierro galvanizado. Para el buen funcionamiento y la correcta utilización del recurso se diseñó un sistema de válvulas tanto de aire como de limpieza, así como también válvulas de paso. Se consideró la utilización en algunos lugares de obras de infraestructura hidráulica para facilitar la operación del sistema.

El aspersor seleccionado es aquel que cumple con las condiciones de diseño siendo el mismo de un caudal de 0.95 m³/h con una presión de operación de 40 PSI, estableciéndose un tiempo de riego por día de 20 horas, y tiempo de riego por turno de 5 horas, con un espaciamiento entre aspersores y laterales de 12 m x 12 m.

Se establecieron los mercados potenciales para la venta de los productos, siendo los principales el mercado municipal de Cuilco, los mercados de la cabecera departamental de Huehuetenango y los de la cabecera departamental de Quetzaltenango; los canales de distribución y/o comercialización del lugar son la venta directa y los intermediarios.

El costo total del proyecto será de Q2,155,450.49, con el cual serán beneficiadas 223 personas.

La evaluación de impacto del proyecto está condicionada por la evaluación de componentes socioeconómicos donde los mismos serán favorecidos en una mejor forma de vida para los pobladores del lugar. La evaluación de componentes institucionales está determinada por la sostenibilidad del proyecto con una cuota mensual de Q5.00 y con sanciones de Q50.00 por anomalías en el sistema. La evaluación de componentes ambientales establece que el mayor impacto ambiental será la disminución del caudal, pudiéndose perder flora y fauna del cauce original debido a la desviación del recurso, proponiéndose algunas alternativas para su control como lo son las medidas de mitigación que los constituye básicamente un programa de capacitación y asistencia técnica.

En consenso con los beneficiarios del sistema de riego se estableció la organización de los usuarios del riego, la asociación y asamblea general, además se crearon las normas para la operación y mantenimiento del sistema de riego diseñado, el reglamento del sistema y los aspectos legales; lo cual quedó plasmado en documentos que testifican la legalidad de los acuerdos emitidos.

1. INTRODUCCION

En aquellos lugares donde existe el recurso agua pero no se cultiva durante la época seca, hay grandes pérdidas económicas que repercuten en serios problemas que tiene que enfrentar cada agricultor.

Para incrementar la productividad agrícola en esta zona, uno de los aspectos más importantes a considerar es la aplicación del agua a los cultivos y por tal motivo fue necesario diseñar un sistema de riego a presión que cumpla tal objetivo, en este caso un sistema gravedad-aspersión.

Esta situación se vive en la Comunidad de El Corinto, Cuilco, Huehuetenango; donde las tierras que poseen alto valor productivo son utilizadas únicamente durante la estación lluviosa, y aunque cuentan con varias alternativas como fuentes de agua no pueden utilizar dicho recurso para riego debido a la situación económica que se vive en el lugar.

Hoy en día, instituciones gubernamentales y no gubernamentales, proporcionan apoyo técnico y financiero para la ejecución de este tipo de proyecto, el cual se encuentran dentro del rango de proyectos productivos. Pero para ello se realizó el estudio que llegó a la planificación y diseño que cumplirá con las demandas hídricas de los cultivos y reunirá las características de la zona, por lo que se hace mención de los aspectos a cubrir y la metodología que se siguió para la elaboración del mismo, tarea que fue realizada con el fin de solventar la necesidad prioritaria de la Comunidad.

Actualmente se espera que con la implementación del sistema de mini-riego sea resuelto el principal problema de carácter agrícola existente hasta el momento en el área de diseño, y con ello se genere un mejor ingreso económico para los pobladores del lugar.

Debido a la gran magnitud del proyecto en cuanto al monto total, se establece que se generarán fuentes de empleo durante la ejecución del mismo, tiempo durante el cual se vincularán profesionales expertos en la materia para su realización, así como también técnicos y mano de obra no calificada.

Dadas las características que presenta la Comunidad, se diseñó un sistema de riego por aspersión fijo, en el cual toda la red de tuberías estarán bajo la superficie del suelo, saliendo únicamente los elevadores donde serán colocados los aspersores. Dicho sistema se diseñó de tal manera debido al uso intensivo que se le dará al mismo y a la durabilidad que puede tener. Además, aprovechando al máximo la energía hidráulica disponible no será necesaria la utilización de una bomba hidráulica como fuente de energía que impulse el sistema de riego por aspersión en las parcelas de los agricultores.

Para hacer un mejor uso de los recursos y mejorar el sistema, se diseñaron obras de infraestructura hidráulica que serán de vital importancia para el buen funcionamiento del mismo, destacando sobre todo para la optimización del caudal a derivar de $195.36 \text{ m}^3/\text{h}$, el cual será transportado en tubería de 8 pulgadas de diámetro.

Los beneficiarios están conscientes del valor e importancia de un proyecto de tal magnitud y por consiguiente los beneficios que conlleva su construcción y funcionamiento, siendo ellos quienes observarán directamente los frutos que podrán obtener del sistema de mini-riego El Corinto.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Es importante indicar que los cultivos necesitan del suministro de agua durante su desarrollo, y es necesario aplicar dicho recurso en aquellos lugares donde no existe y que es prioritario, especialmente durante la época seca del año.

Actualmente la Comunidad de El Corinto, cercana a varias fuentes de agua y poseedora de suelos con alto valor productivo, cuenta prioritariamente con la falta de agua para riego, por tal motivo los agricultores del lugar dejan en completo abandono más del 50% de terreno cultivable durante la época seca. Aunque cuentan con riego durante dicha época, el mismo es insuficiente debido a que cultivos como el tomate, sandía, hortalizas, chile, frijol y maíz se ven afectados por tal causa. El intervalo de riego es de 22 días, tiempo durante el cual quedan sin regar las áreas sembradas en dicho período; por tal motivo la cantidad de agua utilizada para riego no cubre las demandas hídricas de los cultivos, donde al final los agricultores son los afectados y que pese a sus limitaciones económicas ven reducidos sus ingresos debido a la falta de agua para riego.

Debido a la escasez del agua para riego dentro de la zona, principalmente durante la época seca, la producción agrícola es muy pequeña y con ello el ingreso económico es insuficiente para satisfacer las necesidades prioritarias de los agricultores. Por tal motivo, durante dicha época, la migración de personas hacia la búsqueda de empleos es alta, con lo cual se asegura un salario que pueda contribuir al bienestar económico de los pobladores y al abandono temporal de sus familias.

Únicamente una pequeña extensión de terreno es cultivada por la falta de agua, labor realizada por las amas de casa, lo cual sirve para subsistir el tiempo que el jefe de familia se encuentra trabajando en otros lugares que algunas veces son demasiado lejos.

Teniendo tierras aptas y un clima adecuado para la producción agrícola, no puede obtenerse una buena producción debido a la carencia de agua y a la falta de tecnología para establecer sistemas productivos.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1. RELACION AGUA-SUELO-PLANTA:

Gardner, citado por Romero (15) menciona que una de las principales vías que llevan el agua del suelo a la atmósfera, es la cubierta vegetal. Como todos los procesos de la vida, tienen lugar en un medio acuoso, el agua del suelo juega un papel vital en el crecimiento de las plantas y otros organismos vivos.

Sandoval (16), y De Santa Olalla Mañas (18), mencionan que la importancia del efecto del agua en la respuesta de las plantas, justifica la consideración especial dentro de éste tema. El perfil del suelo, modula el ciclo hidrológico por su efecto en la filtración, el drenaje y por medio de su capacidad de almacenamiento. La cubierta general del suelo juega un papel de igual importancia.

Gardner, citado por Romero (15), menciona que el sistema de raíces de las plantas, presenta menor resistencia al movimiento de agua que la superficie del suelo en estado de desecación. Las plantas tienen poca capacidad de almacenamiento del agua que pasa por ellas todos los días, pero sirven de conexión hidráulica entre el suelo y la atmósfera, con una acción reguladora colectiva apropiada a sus fines evolutivos.

Gardner, citado por Romero (15), menciona muy pocas plantas pueden soportar una falta de agua durante un largo período en el cual se encuentran en un estado de reposo vegetativo, pero la vuelta a su vida activa, sólo se puede realizar en presencia de agua.

Grassi (5) establece que el vegetal es, en la naturaleza, un organismo poco favorecido, en el sentido de que es tributario del lugar sobre el cual está fijado, no puede, como los animales, desplazarse donde necesita para buscar el agua y el alimento; como máximo puede dirigir su sistema radicular a la búsqueda del agua contenida en los horizontes del suelo más húmedo y más rico en minerales.

Grassi (5), manifiesta que para vivir la planta debe desde luego absorber el agua que ha servido para disolver las sales minerales y las materias orgánicas del suelo y después llevarlas al lugar de su asimilación. Una parte del agua absorbida del suelo queda fijada a la planta con las sales minerales que transporta, el resto es transpirada por su sistema foliar. El completo desarrollo sólo se alcanza si el vegetal dispone permanentemente de toda el agua que necesita. La finalidad del riego es, evitar una falta momentánea o permanente de agua, lo cual implica un perfecto conocimiento de las relaciones existentes entre la planta y el agua.

Israelsen citado por Cabrera (2), menciona que la disposición de los horizontes en el perfil, espesor y características texturales y estructurales de los mismos, permiten en unión a los datos de velocidad de agotamiento de agua dependiente de factores agroclimáticos, obtener la información que se requiere para

preparar el plan de riego en el predio que comprenda: Lámina de agua a aplicar, turno o intervalo de riego y tiempo o duración del riego. La presencia o no de sales en el suelo o el agua de riego es un factor adicional a considerar.

3.1.2. USO DEL AGUA POR LOS CULTIVOS:

Gurovich, citado por Romero (15). Menciona que el uso-consumo se define como la cantidad de agua usada por cada cultivo o vegetación natural y que se utiliza en la formación de tejidos, se pierde por las hojas y se reintegra a la atmósfera debido a la intercepción de la lluvia o del sistema conductor del agua de riego.

Tarjuelo (19) y De Santa Olalla Mañas (18), mencionan que la evaporación de una unidad de plantas y suelo, comprende la evaporación de la superficie de suelo y la transpiración de la planta, a través de las hojas. Si el cultivo cubre por completo la superficie del terreno, la evaporación tiene lugar totalmente a partir de las plantas y si las raíces pueden absorber agua a un ritmo suficientemente elevado, la transferencia de vapor estará controlada por el clima. Este índice de humedad se denomina índice de Evaporación Potencial y es una función de la energía disponible para vaporizar el agua, junto con el índice de dispersión del vapor de las superficies de las hojas. Los valores típicos de evaporación potencial son de 1 a 3 mm de agua al día para los climas templados, y de 5 a 8 mm/día en trópicos húmedos y de 10 a 12 mm/día en regiones muy áridas.

Gómez (4) menciona: La evaporación es el proceso mediante el cual, se produce el cambio de estado de agua, líquido a vapor. La evaporación requiere energía para cambiar de estado físico del agua de líquido a vapor; disponibilidad de agua en el suelo y un mecanismo de transmisión del agua, desde el suelo a la atmósfera. La radiación solar provee la fuente de energía, la precipitación pluvial y/o riego artificial, la periódica reposición de agua al suelo; y las diferencias de potencia creadas en diferentes partes del sistema suelo-planta la circulación de agua hacia la superficie evaporante.

Israelsen citado por Cabrera (2), menciona que la evapotranspiración potencial se da en el caso de una vegetación de escasa altura en activo crecimiento, que cubre íntegramente el terreno y sin restricciones de humedad edáfica, la evaporación, o mejor la evapotranspiración potencial, depende fundamentalmente de las condiciones climáticas existentes, dadas por las características de la atmósfera al suelo.

3.1.3. CONCEPTO DE RIEGO AGRICOLA:

Gurovich citado por Romero (15) menciona que el agricultor de riego debe formularse cuatro preguntas fundamentales; las respuestas permiten el uso eficiente y racional del agua, estas preguntas son:

- Por qué regar, o sea cuál es el beneficio que se espera obtener incorporando riego al suelo seco.
- Cuándo regar, o sea con qué frecuencia se debe repetir riegos consecutivos y cuál es el criterio para determinar ésta frecuencia

- Cuánto regar, o sea durante cuánto tiempo o con cuánta agua debe regarse a una superficie agrícola.
- Cómo regar, o sea de qué forma aplicar el agua al suelo, lo que constituye el método de riego.

Gurovich citado por Romero (15), menciona que los principales problemas que pueden surgir de un riego deficiente son:

- Pérdidas de agua, o sea una baja eficiencia en el aprovechamiento del recurso. Pueden deberse a dos procesos fundamentales: Pérdidas por escurrimiento superficial final del área que se riega, o por el proceso de percolación profunda bajo las raíces de las plantas.
- Lavado de nutrimentos bajo la zona donde se desarrollan raíces, derivado principalmente de problemas de percolación profunda.
- Bajos rendimientos de los cultivos, por falta o exceso de agua en diferentes lugares de un mismo paño o unidad de riego.

Los problemas anteriormente mencionados se presentan frecuentemente en la agricultura bajo riego.

Gardner, citado por Romero (15), menciona que el aumento en la eficiencia en el uso del agua de riego debe basarse en la aplicación de principios racionales y modernos al suelo que se está regando. El riego agrícola puede definirse como una técnica o práctica de producción: El riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer en éste el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos.

3.1.4. CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO:

Alvarez (1), manifiesta: Este es un término que se utiliza para indicar la conveniencia o limitación del empleo del agua, con fines de riego de cultivos agrícolas para cuya determinación generalmente se toman como base las características químicas del agua, así como la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades de los suelos, las condiciones climáticas.

Según Peña (11) y el libro de planificación de riego(12), las características que determinan la calidad del agua de riego son:

- a. La concentración total de sólidos en suspensión (sedimentos de origen erosivo).
- b. La concentración total de sales solubles.
- c. La concentración relativa de sodio con relación a otros cationes.
- d. La concentración de boro u otros elementos tóxicos.
- e. La dureza del agua, o sea la concentración de bicarbonatos con relación a los cationes divalentes.
- f. La presencia de semillas de malezas, esporas de hongos patógenos y huevos o larvas de insectos.

3.1.4.1. CLASIFICACION DEL AGUA DE RIEGO DE ACUERDO A SU CALIDAD:

Peña (11) y la planificación de riego (12), consideran que al clasificar las aguas para riego se supone que van a usarse bajo condiciones medias con respecto a la textura del suelo, la velocidad de infiltración, el drenaje, la cantidad de agua usada, el clima y la tolerancia del cultivo a sales. Desviaciones considerables del valor medio de cualesquiera de éstas variables pueden hacer inseguro el uso del agua que en condiciones medias sería de muy buena calidad o al contrario puede inducir a considerar el agua como buena cuando bajo condiciones medias sería de dudosa calidad.

3.1.4.2. DIAGRAMA DE CLASIFICACION DEL AGUA:

Según Peña (11) y Sandoval (17), este diagrama está basado en la conductividad eléctrica en micromhos por centímetro y en la relación de adsorción de sodio.

A. CONDUCTIVIDAD:

- Agua de baja salinidad (C1).
- Agua de salinidad media (C2).
- Agua altamente salina (C3).
- Agua muy altamente salina (C4).

B. SODIO:

- Agua baja en sodio (S1).
- Agua media en sodio (S2).
- Agua alta en sodio (S3).
- Agua muy alta en sodio (S4).

3.1.5. INFILTRACION:

En el manual de riego por aspersión (9), la velocidad de infiltración puede ser definida como la velocidad de penetración del agua en el perfil del suelo cuando la superficie del terreno se cubre con una delgada lámina de agua.

Gurovich, citado por Romero (15), establece que mientras la velocidad de aporte de agua a la superficie del suelo sea menor que la infiltrabilidad, el agua se infiltra tan rápidamente como es aportada y la velocidad de aporte determina la velocidad de infiltración.

3.1.5.1. FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE INFILTRACION:

Según Gardner citado por Romero (15) y De Santa Olalla Mañas (18), los factores que afectan la velocidad de infiltración son aquellos que afectan las propiedades físicas del suelo, y en caso del riego por aspersión, el tipo de cobertura vegetal. Dentro de éstos factores están:

- Sellamiento superficial.
- Compactación del suelo.
- Partículas o grietas del suelo.
- Preparación del suelo.
- Materia orgánica y rotación de cultivos.
- Sales del suelo y del agua.
- Sedimentos en el agua de riego.
- Perfil del suelo.

3.1.5.2. MEDICION DE LA INFILTRACION:

Según Gurovich, citado por Romero (15), para medir la velocidad de infiltración se utilizan varios métodos; se trata siempre de usar alguno aproximado al método de riego que se ha de emplear en la zona o cultivo que se esté trabajando.

Sandoval en Principios de Riego y Drenaje (17), menciona que el método del infiltrómetro de doble cilindro es considerado como el más versátil y el más adecuado para diseñar, operar y evaluar sistemas de riego de inundación total y aspersión.

3.1.6. EL RIEGO POR ASPERSION:

El manual de riego por aspersión (9) y Tarjuelo (19), manifiestan que es difícil determinar con exactitud el origen del riego por aspersión, sin embargo, no es aventurado afirmar que la idea inicial haya surgido con la aparición de las primeras tuberías a presión, factor indispensable para su factibilidad.

Según el manual de riego por aspersión (9), desde su aparición, el riego por aspersión ha evolucionado con gran rapidez y se ha difundido con gran velocidad, específicamente en países desarrollados. Estados Unidos, Israel, y los países Europeos han estado siempre a la vanguardia en la investigación, fabricación y difusión del riego por aspersión.

Además, el manual de riego por aspersión (9), menciona que este método de riego, es uno de los más versátiles ya que existen desde los sistemas más sencillos de baja presión y manuales hasta los más complicados de alta presión y totalmente automáticos; desde el sistema de riego casero, formado por una

manguera y una boquilla hasta el sistema de pivote central con un alto grado de sofisticación. Originalmente el riego por aspersión fue utilizado como una manera de ahorrar agua y mano de obra, de utilizar tierras con topografía irregular y para mejor control del suministro de agua de riego.

Tanto el manual de riego por aspersión (9) como Tarjuelo (19), el riego por aspersión consiste en la aplicación de agua a semejanza de la lluvia natural; con la finalidad de evitar la escorrentía el agua debe ser aplicada a una intensidad tal que no supere la infiltración mínima o básica del suelo. Además de lo anterior, la disposición de los rociadores debe hacerse de manera que pueda lograrse una buena distribución del agua aplicada.

Sandoval (16), establece que en la actualidad el riego por aspersión ocupa un lugar destacado en algunas zonas de riego del mundo. En los Estados Unidos el incremento de sistemas de aspersión es mayor, que en los sistemas de superficie, en Europa e Israel, representa prácticamente dos métodos bajo riego: Riego por aspersión y riego por goteo. En los países latinoamericanos su difusión ha sido limitada con respecto al agua regada por superficie. Para Guatemala, la infraestructura de riego, especialmente en áreas de minifundios y zonas de desarrollo agrario, ha sido para modernizar la agricultura y potencializar el uso de la tierra, y mantener una diversificación de cultivos de alto valor; como hortalizas y frutas que tienden a generar divisas al país a través de sus exportaciones e industrializaciones.

3.1.6.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RIEGO POR ASPERSION:

El manual de riego por aspersión (9), menciona que cuando se desea tomar una decisión con respecto a la escogencia del método de riego más conveniente, ésta debe hacerse tomando en cuenta todos los factores ya sean positivos o negativos. Desde el punto de vista económico, la decisión no debe hacerse únicamente en el costo inicial, sino en el costo anual, siempre y cuando exista financiamiento. Además se deben analizar las implicaciones sociales, ambientales y de apoyo técnico.

El manual de riego por aspersión (9), Cabrera (2) y Tarjuelo (19), indican que las ventajas del riego por aspersión son:

- Factibilidad de regar tierras que por sus características no pueden ser irrigadas con riego por superficie.
- No hay necesidad de nivelación de tierras.
- Prevención de escorrentía y consecuentemente la erosión.
- Ahorro de agua.
- Se evita la formación de costras y grietas al secarse el suelo, cuando éste es de textura arcillosa.
- Se pueden utilizar pequeños caudales.
- Mayor superficie disponible al no construirse canales.

- Ahorro de mano de obra.
- Mejor aplicación de fertilizantes.
- Control de malas hiervas.
- Mejor control de la humedad del suelo.
- Factibilidad de automatización.
- Reutilización de equipo en caso de problemas con el uso de la tierra.
- Control de temperatura de los cultivos.
- Menor tiempo de implementación.

El manual de riego por aspersión (9), Cabrera (2), y Tarjuelo (19), mencionan algunas desventajas, las cuales son las siguientes:

- Elevado costo inicial.
- Alto requerimiento de energía.
- Inconveniente cuando el caudal no es continuo.
- La movilización del equipo en terrenos humedecidos es problemático.
- El viento afecta la distribución y eficiencia en la aplicación del agua.
- Dependencia de equipos mecánicos.
- Problemas con la calidad del agua.
- Problemas con el suministro de repuestos.
- No es aplicable en suelos con baja velocidad de infiltración.
- Las pérdidas de agua por evaporación son más altas que por el método de riego superficial.
- Se desarrolla un microclima dentro del cultivo, favoreciendo el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas.

3.1.6.2. DESCRIPCION GENERAL DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION:

Alvarez (1) y Tarjuelo (19), mencionan que el principio básico de operación, es el de conducir agua a presión dentro de tuberías, las que pueden ser ligeras y portátiles de rápido acoplamiento; con aspersores colocados a intervalos, accesorios básicos encargados de distribuir el agua en la forma más perfecta posible, dando un patrón de mojado uniforme, mediante una adecuada selección de éstos, los que vienen diseñados para operar a diversas presiones, espaciamientos y tamaños; se puede observar varias formas de distribución a diversas características de flujo, que hacen de este sistema de riego adaptable a una amplia gama de condiciones de cultivo.

3.1.6.3. PARTES QUE CONFORMAN UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION:

Whiters, B. y Vipond, S. (20), indican que un sistema de riego por aspersión debe disponer de una serie de componentes básicos:

- **FUENTE DE AGUA:**

El riego por aspersión, para ser económicamente factible, requiere de un caudal continuo el cual puede provenir de una fuente artificial, subterránea o combinada. La fuente de agua tiene gran influencia en el diseño y operación del sistema. Las características más influyentes son: Ubicación, calidad del agua, costo del agua y caudal.

- **FUENTE DE ENERGIA:**

El riego por aspersión requiere de relativamente altas presiones para su funcionamiento. La presión puede lograrse utilizando bombas o aprovechando el desnivel existente entre la fuente de agua y el terreno; esto último sólo ocurre en regiones montañosas y piedemontañas.

- **SISTEMAS ENCARGADOS DE LA DISTRIBUCION DEL AGUA:**

El sistema de distribución del agua consiste básicamente en tuberías principales y laterales. La tubería principal conduce al agua hasta los laterales y éstos contienen los rociadores.

La tubería principal puede ser fija o móvil, superficial o enterrada, metálica o no metálica. Los laterales son aquellas tuberías que conducen el agua a los rociadores colocados en la misma. Al igual que la tubería principal, los laterales pueden ser fijos o móviles.

- **ROCIADORES O ASPERSORES:**

Los rociadores o aspersores son los dispositivos que tienen como finalidad la aplicación directa del agua en forma de gotas. Básicamente el aspersor consiste de una o más boquillas cuya forma y dimensiones varían de acuerdo al modelo y marca del mismo. Los aspersores pueden ser fijos o móviles, de baja o alta presión y de diversos materiales. Las características de los aspersores son factor determinante en el diseño.

- **ACCESORIOS:**

La realización de un buen diseño de riego por aspersión requiere de la utilización de cierto número de accesorios que facilitan la conducción y distribución del agua, así como también el control del sistema. Entre los accesorios más importantes podemos mencionar:

Conexiones (codos, tees, elevadores, etc).

Válvulas.

Ventosas.

Reguladores de presión.

Medidores de flujo y/o presión.

Sistema de control.

Filtros.

Inyectores de fertilizantes, etc.

3.1.7. DISEÑO DE RIEGO POR ASPERSION:

Withers, B. y Vipond, S. (20), proponen el diseño de un sistema de riego por aspersión, que consiste en la selección de una red de tuberías para conducir el agua a los rociadores, a una presión adecuada. Los conceptos necesarios en el diseño son:

- La distribución del sistema.
- La selección de los aspersores y sus boquillas.
- El diseño de los ramales, aspersores y el número necesario.
- El diseño de los sistemas de tuberías principales.
- La selección de la bomba si es necesario en el sistema.

3.1.8. PLANEACION DE UN SISTEMA:

La planeación de un sistema de riego por aspersión según Withers, B. y Vipond, S. (20), debe ser el más económico, que sirva para satisfacer las necesidades del diseño. Después de examinar el terreno, en lo que se refiere a topografía y los tipos de suelo, el técnico debe tomar una decisión sobre las especificaciones más adecuadas para el diseño. De éstos factores los que son particularmente pertinentes para el riego por aspersión son los que se analizan seguidamente:

- El riego por aspersión es una parte inherente de la agricultura intensiva, que implica la necesidad de cultivar variedades agrícolas mejoradas, hacer un uso adecuado de los fertilizantes y pesticidas y explotar cultivos en suelos capaces de sustentar este tipo de agricultura, para lo cual es necesario un estudio de reconocimiento y clasificación de suelos.
- El clima es la clave de la productividad agrícola potencial y de las modalidades de cultivo, y también el factor determinante de las necesidades de agua para el riego.
- La presión a que ha de distribuirse el agua debe analizarse minuciosamente, concediendo la debida importancia a los aspectos económicos que entran en juego en las operaciones de bombeo o por gravedad, que sean necesarias.
- La flexibilidad de la distribución, se tendrá especial cuidado cuando empieza a funcionar un sistema de riego, donde debe tomarse en cuenta tipo de cultivo, disponibilidad de agua, turno correspondiente a regar.

- El aprovechamiento de agua, puede sufrir dificultades, y de hecho ocurren a veces, cuando se elabora un aprovisionamiento de agua basado en principios erróneos y se trata de encontrar después los terrenos en que puedan utilizarse este tipo de aguas.
- La política de precios; cuando las explotaciones son lo suficientemente extensas para tener entregas por separado, es necesario imponer precios al agricultor de acuerdo a la cantidad de agua utilizada.
- Siempre es necesario un servicio de ensayo con eficacia suficiente antes y después de instalar un sistema de riego.
- En el riego por aspersión entran en juego problemas técnicos que la mayor parte de los agricultores no podrán resolver sin considerable ayuda, por lo que es necesario un servicio de extensión dentro del proyecto.

3.1.9. PRINCIPIOS BASICOS DEL RIEGO:

Según el manual de riego por aspersión (9) y Rázuri (13) para proyectar el sistema de riego en el predio, se requiere una abundante información básica, dividiendo el análisis de la información en:

- **MAPAS TOPOGRAFICOS:** Los levantamientos plani-altimétricos, suministran la información para: proyectar la red de riego y de drenaje del predio, subdividir la propiedad de diferentes parcelas o cuarteles, seleccionar y proyectar los métodos de riego, acondicionar las tierras para riego.
- **MAPAS DE SUELO:** Los mapas de clasificación taxonómica, en series y tipos de suelos, sin duda contienen información muy valiosa a los fines del proyecto, ya que determinan las características del suelo, el que constituye el reservorio desde el cual las plantas extraen el agua y los principios nutritivos.
- **RELACIONES AGUA-SUELO-PLANTA:** Del estudio edafotécnico puede derivarse una serie de datos que permiten clasificar su capacidad como reservorio de agua, la energía con que el agua está retenida a diferentes niveles, la velocidad de penetración de agua desde la superficie y de transmisión a través del mismo. Las determinaciones que producen los datos básicos para proyectar y operar el riego son: Disponibilidad de agua en el suelo, profundidad de enraizamiento de los cultivos, uso consuntivo.
- **VELOCIDAD DE INFILTRACION:** La capacidad de infiltración es el flujo que el perfil del suelo puede absorber a través de su superficie cuando es mantenido en contacto con el agua a la presión atmosférica.
- **RECURSOS DE AGUA DEL PREDIO:** El recurso de agua disponible para su uso en el predio debe estudiarse en cuanto al tipo de abastecimiento, cantidad, calidad, oportunidad y derechos de uso.

3.1.10. EXPERIENCIAS DE IRRIGACION EN EL ALTIPLANO:

Según expertos de la unidad de estudios y proyectos (UEP), citados por Alvarez (1), consideran mínimo, el avance logrado en lo que concierne a la incorporación de áreas bajo riego en las tierras altas de la república, pudiendo aseverarse de que es prácticamente nula.

Alvarez (1), en la aldea Patzaj, Comalapa, departamento de Chimaltenango, efectuó un estudio de introducción de agua con fines de riego; debido a la inquietud presentada por los pobladores de dicha aldea ante la necesidad de incrementar la productividad de la tierra en época seca, dado que la explotación de la misma está condicionada únicamente al período de lluvias. El área factible de riego es de 7.44 has., equivalentes a 10.63 mz. Debido a las condiciones topográficas y de disponibilidad de agua, se consideró el sistema de riego por aspersión, como el más conveniente.

Cabrera (2), realizó un diseño de riego por aspersión en la aldea los Tecomates, Palencia, Guatemala, en el cual una de las limitaciones fue el aprovechamiento del caudal de 3 a 9 lt/seg., al máximo, siendo la extensión de 14 has con un costo total de Q30,800.00.

Romero (15), mediante su trabajo de diseño de riego por aspersión para las áreas potencialmente regables, llegó a establecer un costo inicial total del sistema de Q237,302.05 para ser implementado en 201.27 has.

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. DATOS GENERALES:

3.2.1.1. LOCALIZACION:

Según López (8), el caserío El Corinto, se encuentra ubicado dentro del área de la aldea Ixmiquí, que se encuentra al este de la cabecera municipal de Cuilco, a 5 kilómetros de distancia. Dicho municipio pertenece al departamento de Huehuetenango que se localiza al noroeste de la ciudad capital, a 325 kilómetros de distancia. Siendo las coordenadas geográficas las siguientes:

Latitud norte:	15°24'37"
Longitud oeste:	91°55'53"
Altitud:	1,200 msnm.

3.2.1.2. COLINDANCIAS Y EXTENSION TERRITORIAL:

Según López (8) y Guatemala, Instituto Geográfico Militar (7), el caserío El Corinto colinda de la siguiente manera:

- Al norte con la aldea Ixmulej
- Al sur con el río Cuilco y la aldea Ixmochí
- Al este con la aldea Quevá
- Al oeste con el Barrio La Cruz.

López (8) establece que la comunidad forma un solo cuerpo para un total de 72.56 hectáreas y es el área que actualmente se habita.

3.2.1.3. ACCESO A LA COMUNIDAD:

López (8), menciona que El caserío El Corinto, dista de la cabecera departamental de Huehuetenango a 70 kilómetros, de los cuales 35 son asfaltados, los restantes 35 kilómetros, son de terracería que pueden ser transitables durante todo el año.

La comunidad tiene comunicación directa con la ciudad capital por medio de la carretera panamericana CA-1, hasta el kilómetro 289 donde se cruza a la izquierda tomando una carretera de terracería transitable todo el año, la cual tiene una distancia de 35 kilómetros, llegando a la cabecera municipal de Cuilco y en su recorrido se pasa por las cabeceras municipales de Colotenango y San Ildefonso Ixtahuacán.

De la cabecera municipal de Cuilco al área de estudio se llega por la carretera que conduce a Huehuetenango hasta el lugar donde se encuentra la escuela Ixmulej, donde se toma un pequeño camino en el cual puede transitar vehículo pequeño. La distancia que hay de dicha comunidad a la cabecera municipal de Cuilco es de 5 kilómetros.

3.2.1.4. CLIMA Y ZONA DE VIDA:

Según De La Cruz (3), la comunidad cuenta con un clima cálido húmedo debido a las condiciones de temperatura media anual que es de 23.15°C, y una altura de 1,200 msnm, la precipitación pluvial promedio es de 1,050 mm anuales distribuidos entre los meses de mayo a octubre y con una marcada canícula entre los meses de Julio y Agosto, con una humedad relativa anual promedio de 75%.

Según De La Cruz (3), la zona de vida de esta región es el Bosque Húmedo Subtropical templado, su clima está definido como cálido húmedo con invierno benigno caracterizado por tener un régimen de lluvias de mayor duración que influye en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación.

3.2.1.5. HIDROLOGIA:

López (8), menciona que esta comunidad cuenta con el río Cuilco el cual pasa por la parte baja de la misma, dicho recurso no es aprovechado debido a la falta de tecnología para extraer el agua del río.

3.2.1.6. SUELOS:

López (8), indica que los suelos del área son de la altiplanicie central, poco profundos, de la serie Salamá. Su fertilidad es moderada, y el peligro de erosión es regular.

3.2.1.7. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS:

López (8) menciona que dentro de los aspectos socioeconómicos que caracterizan a la comunidad se encuentran los siguientes:

A. DEMOGRAFIA:

La comunidad de El Corinto se caracteriza en que todos los habitantes del Caserío son originarios del lugar, en donde actualmente se encuentran viviendo 49 familias con un promedio de 7 miembros por familia.

B. DATOS GENERALES DE LA POBLACION:

El señor padre de familia es el encargado del trabajo agrícola, ayudándole en algunas actividades como la limpia o la siembra de los cultivos su esposa o sus hijos quienes para dedicarse a la agricultura deben tener por lo menos 10 años de edad. De dicha comunidad han salido profesionales, en su mayoría graduados de nivel medio, y en una mínima parte graduados universitarios.

C. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS DE LA POBLACION:

Los cultivos generadores de ingreso son el maíz, tomate, frijol, manía, caña de azúcar, chile, sandía, siendo los cultivos de subsistencia o de autoconsumo el maíz y el frijol. La mayor parte de la población tiene orientada su producción al autoconsumo, reservándose para el cambio un excedente muy pequeño que permite obtener los ingresos necesarios pero no los suficientes para la compra de otros artículos de primera necesidad que no se producen en dicha comunidad, por lo que muchas veces algunas personas se ven en la necesidad de migrar a las fincas mexicanas, especialmente al estado de Chiapas para completar sus ingresos, lo cual es típico de un agricultura de subsistencia o de autoconsumo.

Con respecto a la educación, la comunidad no cuenta con escuela de nivel primario, teniendo entonces que los niños del lugar acuden a la escuela Ixmulej o a la escuela Regional de Cuilco, en el nivel básico asisten al Instituto Nacional de Educación Básica de Cuilco.

La dieta alimenticia se basa principalmente en el consumo de frijol y tortillas, comprando también algunos alimentos como arroz, huevos, carnes, café, fideo, entre otros.

La función de la mujer dentro de la comunidad lo constituyen tareas dentro de las casas de habitación y el cuidado de los niños pequeños y los animales domésticos, en algunas ocasiones la mujer participa en actividades agrícolas como la siembra, la limpia y la cosecha.

El rol de los niños en general es estudiar hasta donde sea posible, aparte de ello se dedican a las labores agrícolas a una edad de 10 años, en cuanto a las niñas se dedican a los quehaceres domésticos.

El 100% de la población cuenta con vivienda de dos ambientes, generalmente con techo de lámina, paredes de adobe y piso de tierra.

La actividad económica dentro de la comunidad es la agricultura.

D. TENENCIA Y USO DE LA TIERRA:

Debido a que la comunidad cuenta con un terreno de diversas características, cuando se repartió el terreno a los señores que hoy habitan el lugar, se realizó tomando en cuenta las tres partes de la misma, es decir, la parte plana, la parte de piedra o cañada y la parte de ladera; asignando a cada habitante una parte de terreno de cada una de las tres áreas anteriormente indicadas en partes iguales.

En un pasado la actual comunidad de El Corinto fue una finca, la cual fue comprada por las personas que hoy la habitan, por lo que se establece que la tierra es de carácter propio, continuando con los cultivos que antes existían e incorporando otros, tales como el maíz, frijol, tomate, chile, sandía, caña de azúcar, maní, hortalizas.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL:

1. Planificar y diseñar un sistema de riego a presión que se ajuste a las condiciones de la zona.

4.2. ESPECIFICOS:

1. Seleccionar el sistema de riego gravedad-aspersión en base a las características de la zona de estudio.
2. Determinar la viabilidad económica, social y técnica de la alternativa de riego elegida (hidráulica y agrícola).
3. Realizar un análisis de impacto ambiental con las medidas negativas y las medidas de mitigación que pueden surgir con el proyecto.

5. METODOLOGIA

5.1. AREAS ACTUALMENTE REGADAS:

Debido a la distribución de las parcelas dentro de la comunidad, así como también a las parcelas que reciben riego, fue necesario delimitar las mismas, lo cual se realizó por medio de fotografías aéreas, además, también se llevó a cabo un caminamiento por el área, y por último un levantamiento topográfico de las mismas para cuantificar con exactitud el área que actualmente es regada.

5.2. AREAS POTENCIALMENTE REGABLES:

Las áreas de terreno que pueden ser regadas fueron estudiadas en primera instancia por fotointerpretación, luego por caminamiento en el área, y como última fase se realizó un levantamiento topográfico para cuantificar el área total e ilustrar la misma en escala para la presentación de los datos.

5.3. ESTUDIO TOPOGRAFICO:

Con la ayuda de aparatos topográficos se llevó a cabo dicho estudio, el cual consistió en obtener el perfil del terreno y las líneas de conducción y distribución del agua, los resultados fueron calcados en planos luego del cálculo de la libreta de campo, dichos planos son de gran utilidad para el diseño del proyecto así como para la ejecución del mismo, otro medio utilizado fue la fotografía aérea y el caminamiento por el área de trabajo.

5.4. ESTUDIO CLIMATOLOGICO:

Para ello se consultaron los registros climatológicos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, determinando la estación más cercana al área de estudio.

Los datos climáticos consultados fueron los siguientes:

- Temperatura
- Precipitación
- Humedad relativa
- Velocidad del viento

5.5. ESTUDIOS EDAFOLOGICOS:

Dentro de los estudios edafológicos considerados están los siguientes:

5.5.1. MUESTREO DE SUELOS:

Por medio de fotointerpretación y el reconocimiento del área se realizó el muestreo de suelos, en el cual se construyeron calicatas donde las características del suelo fueron representativas, y se analizaron aspectos como textura, estructura, color del suelo, profundidad por estrato, consistencia. De cada una de las calicatas fueron tomadas muestras en dos estratos de 0 – 25 cm, y de 25 – 50 cm, las cuales se llevaron al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la USAC para su análisis físico-químico.

5.5.2. ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS:

El análisis físico de suelo presenta los aspectos básicos que se tomaron en cuenta durante el diseño del trabajo, y entre ellos está el porcentaje de arena, limo y arcilla que posee cada estrato.

El análisis químico muestra datos como porcentaje de materia orgánica, CIC, pH, elementos como fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro y el porcentaje de saturación de bases.

5.5.3. CONSTANTES DE HUMEDAD:

Tomando como base los muestreos en los lugares donde se elaboraron las calicatas se muestrearon los horizontes del suelo para luego enviar las muestras al laboratorio de suelos y obtener las constantes de humedad: Capacidad de campo (1/3 de atmósfera), punto de marchitez permanente (15 atmósferas), así como la densidad aparente.

5.6. INFILTRACION:

Para esta fase, se determinó la infiltración básica del suelo, tomando como base los distintos tipos de suelo existentes en la comunidad, lo cual se realizó por medio del método del infiltrómetro de doble cilindro; para el diseño se utilizaron los resultados de la prueba de infiltración mediante el modelo de Kostiakov y Lewis.

5.7. CULTIVOS A REGAR:

Dentro de los cultivos que van a ser irrigados se encuentran los siguientes: Maíz, frijol, tomate, sandía, maní, chile y hortalizas.

5.8. ESTUDIOS HIDROLOGICOS:

5.8.1. CALIDAD DE AGUA:

En el lugar donde se realizará la captación del agua se tomó una muestra de agua para su análisis en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la USAC, con cuyos resultados se pudo establecer cual es la calidad del agua para riego en base a la clasificación del Manual 60 del USDA y por el método de la Universidad de Chapingo México. Dentro de los aspectos considerados están los siguientes: pH del agua, conductividad eléctrica, elementos como Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Cobre, Zinc, Hierro, Manganeseo

5.8.2. DETERMINACION DEL CONSUMO DE AGUA O EVAPOTRANSPIRACION:

La cantidad de agua que consumen los cultivos se determinó para cada uno de ellos, considerando para el diseño los resultados del cultivo del tomate, debido a que es el cultivo que presente mejor oportunidad de producción y venta en la región.

Para condiciones de cálculo se estimó la evapotranspiración por medio del método de Blanney y Criddle, partiendo de:

$$E_t = K \times F$$

Donde: E_t : Evapotranspiración real total del cultivo, expresada en lámina de agua en mm., o cm.

K : Coeficiente que depende del cultivo (ciclo vegetativo).

F : Suma de factores mensuales de uso consuntivo en mm o cm.

La suma de factores mensuales de uso consuntivo se expresa en:

$$F = f$$

$$f = (t + 17.8)/21.8(P/100)$$

Donde: t : Temperatura media mensual en grados centígrados.

P : Porcentaje de insolación para la latitud de 15 grados.

5.8.3. REQUERIMIENTO DE RIEGO:

Realizado el cálculo de la evapotranspiración se determinó el requerimiento de riego utilizando valores de precipitación media mediante la expresión siguiente:

$$E_t' - P \text{ con requerimiento de riego (meses secos)}$$

Donde: E_t' : Evapotranspiración en mm.

P : Precipitación efectiva en mm.

5.8.4. LAMINA DE AGUA DISPONIBLE:

La disponibilidad de agua en el suelo está determinada por los límites de capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

$$LD = (CC - PMP) \times Da \times H / 100$$

Donde: LD: Lámina de agua disponible o útil en cm.

CC: Porcentaje de humedad a capacidad de campo.

PMP: Porcentaje de humedad a punto de marchitez permanente.

Da: Densidad aparente de cada horizonte en g/cc.

H: Profundidad de cada horizonte en cm.

5.8.5. LAMINA DE AGUA A APLICAR:

Para el cálculo de lámina neta se utilizó la siguiente ecuación:

$$Ln = Lt \times Ur$$

Donde:Ln: Lámina neta en cm.

Lt: Lámina total o útil en cm.

Ur: Umbral de riego o déficit permitido de manejo que depende del cultivo.

Para el cálculo de la lámina bruta se utilizó la ecuación siguiente:

$$Lb = Ln/Efa$$

Donde:Lb: Lámina bruta en cm.

Ln: Lámina neta en cm.

Efa: Eficiencia de aplicación.

5.8.6. FRECUENCIA DE RIEGO:

La frecuencia de riego se determinó de la siguiente manera:

$$Fr = Ln/ETP$$

Donde:Fr: Frecuencia de riego en días.

Ln: Lámina neta de diseño en mm

ETP: Evapotranspiración máxima diaria en mm

5.8.7. DEMANDA Y DISPONIBILIDAD DE AGUA:

La fuente principal que abastecerá el área a regar, lo constituye el río Chapalá, ubicado a 8 kilómetros de distancia de la comunidad. Se determinó el caudal de la fuente por medio de un aforo que se llevó a cabo por medio del método del flotador en la época de estiaje, con aforos periódicos cada 15 días.

Para determinar la demanda total de agua de la comunidad, se utilizó la ecuación siguiente:

$$A \times Lb = Q \times T$$

Donde: A: Area en metros cuadrados.

Lb: Lámina bruta de diseño en metros.

Q: Caudal en metros cúbicos por segundo.

T: Tiempo en segundos.

5.8.8. DETERMINACION DEL CALENDARIO DE RIEGO:

Refiriéndose al cultivo sobre el cual se diseñó el sistema, es decir el cultivo del tomate, se determinó el calendario de riego, tomando en cuenta la lámina bruta y lámina neta. Dicho calendario se realizó por medio del método gráfico; que consiste en colocar en el eje X el tiempo en días del ciclo vegetativo del cultivo, en el eje Y la lámina de riego neta, obteniendo así una curva, luego se interceptaron los valores de cada lámina neta de riego con la curva y se proyectaron perpendicularmente al eje X el número y frecuencia de riego.

5.9. ASPECTOS HIDRAULICOS:

5.9.1. SELECCIÓN DE TUBERIAS:

Para la selección de tuberías fue necesario diseñar por partes o tramos para mayor facilidad del mismo, lo cual se realizó de la siguiente manera:

5.9.1.1. DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION:

La línea de conducción y distribución estuvieron diseñadas básicamente por dos aspectos: El diámetro correcto de la misma y la presión adecuada de la tubería seleccionada.

A: DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION:

A.1. DIAMETRO DE TUBERIA:

Para obtener el diámetro correcto de tubería fue necesario realizar cálculos con la ecuación de Hazen-Williams para verificar las pérdidas de carga por fricción y seleccionar aquel diámetro que mostrara menos pérdidas comparado con los otros y una velocidad adecuada del flujo.

$$H_f = 1.131 \times 10^9 \times (Q/C)^{1.852} \times D^{-4.872} \times L$$

Donde: H_f: pérdidas de carga por fricción (m).

Q: Caudal del sistema (m³/h)

C: Coeficiente de rozamiento según material de tubería

PVC: 150

HG: 130

Aluminio: 120

D: Diámetro de la tubería (mm)

L: Longitud de la tubería (m)

B: DISEÑO DE TUBERIA DE CONDUCCION PRINCIPAL DENTRO DEL AREA DE DISEÑO DE RIEGO:

B.1. DIAMETRO DE TUBERIA:

Utilizando como base la ecuación de Hazen-Williams, se calculó el diámetro de tubería, seleccionando aquella que mostró menor valor en cuanto a las pérdidas de carga por fricción y una velocidad adecuada.

5.9.2. ANALISIS DE LA LINEA PIEZOMETRICA:

El análisis de la línea piezométrica se realizó tomando como factor importante el cálculo de pérdidas de carga por fricción según la ecuación de Hazen-Williams.

$$H_f = 1.131 \times 10^9 \times (Q/C)^{1.852} \times D^{-4.872} \times L.$$

Además, se utilizó la siguiente ecuación:

$$CFT = (CIT \pm CA) - H_f$$

Donde: CFT: Carga al final del tramo en estudio (m)

CIT: Carga inicial del tramo en estudio (m)

CA: Carga estática perdida o ganada por efectos alimétricos (m)

H_f: Pérdidas de carga por fricción según Hazen-Williams (m)

El cálculo de la línea piezométrica estuvo basado principalmente en la topografía del terreno, es decir, en base al perfil longitudinal del mismo.

5.9.3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE VALVULAS:

El perfil longitudinal del terreno calcado en planos indicó aquellos lugares donde pueden colocarse válvulas, ya sean de limpieza o de drenaje y de aire, las primeras se colocaron en los puntos bajos y las segundas en los puntos altos o picos elevados que muestra el perfil del terreno.

5.10. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA:

Fue necesario diseñar obras de infraestructura en aquellos lugares que así lo ameritó, tales como:

- Obras de derivación de la fuente.
- Tanques rompe presión.
- Tanque de distribución.
- Pasos aéreos, etc.

Lo cual estuvo en función de las condiciones que se encontraron en el lugar de estudio.

5.11. SELECCION DEL ASPERSOR:

Para la selección del aspersor se tomaron en cuenta varios aspectos como los siguientes:

- Infiltración básica del suelo
- Lámina bruta de reposición
- Intervalo de riego crítico
- Tiempo de riego por día
- Tiempo de riego por turno
- Intensidad de riego
- Caudal del aspersor

El tipo de aspersor seleccionado estuvo en función de catálogos de fabricación de aspersores de distintas casas comerciales, tomando la velocidad del viento como un factor importante para el traslape.

5.12. ANALISIS DE MERCADO:

Dentro del análisis de mercado se especifican los siguientes aspectos, que son fundamentales para la venta del producto:

- Mercados potenciales existentes.
- Costos de producción de los cultivos con y sin proyecto, ingresos y beneficios.

Dentro de este aspecto se contempla el precio de venta de los productos, el número de cosechas al año de cada uno de los cultivos así como el rendimiento.

- Canales de distribución y/o comercialización.

5.13. ANALISIS FINANCIERO:

Se analizó el costo total del proyecto, el cual está dado por el diseño de riego por aspersión, dado a que el mismo es el que atenderá las necesidades de la comunidad debido a las condiciones encontradas.

Además, se obtuvieron los indicadores financieros como la relación beneficio/costo, el valor actual neto del proyecto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR); dichos beneficios del proyecto se cuantificaron por el aumento de ingreso que obtendrán los beneficiarios con proyecto versus sin proyecto.

5.14. EVALUACION DE IMPACTOS DEL PROYECTO:

Un proyecto que tiene las perspectivas del desarrollo trae consigo varios impactos que se llevarán a cabo en el lugar donde se ejecute tal proyecto, de tal manera que la evaluación consistió en lo siguiente:

5.14.1. EVALUACION DE COMPONENTES SOCIO-ECONOMICOS:

Dentro de los aspectos socioeconómicos, se recabaron datos a los beneficiarios del proyecto; lo cual se realizó mediante una encuesta que encierra todos los aspectos importantes y que son clave para tal componente, dentro de los cuales están los siguientes:

- Edades de los miembros de la familia de cada beneficiario por sexo.
- Número total de habitantes de la comunidad, es decir, el número de familias beneficiarias con el proyecto.
- Area total del proyecto, área de cada uno de los beneficiarios.
- Actividades económicas de la comunidad.
- Servicios de los que dispone la comunidad.

Lo anterior, según encuesta realizada a cada uno de los beneficiarios.

5.14.2. EVALUACION DE COMPONENTES INSTITUCIONALES:

Uno de los aspectos importantes es la sostenibilidad del proyecto, lo cual quedó enmarcado en acta por parte del comité de mini-riego para lograr fondos por parte de los beneficiarios para sufragar diversos tipos de gastos que puedan surgir con el funcionamiento del sistema.

La institución que ejecute el proyecto, deberá brindar asesoría y capacitación a los usuarios del sistema para mejorar y alargar la vida útil del sistema.

5.14.3. EVALUACION DE COMPONENTES AMBIENTALES:

El impacto ambiental que puede ejercer la ejecución del proyecto fue también otro aspecto tomado en cuenta, para lo cual se incluyeron dos aspectos principales como el impacto ambiental negativo y las medidas de mitigación que fueron considerados para el mismo, dichos aspectos se estudiaron en tres zonas

principales, siendo éstas: Impacto ambiental de la fuente de agua, impacto ambiental de la conducción del agua e impacto ambiental dentro del área de riego.

Fue necesario conocer el comportamiento de los habitantes y de las características naturales del lugar donde el proyecto será ejecutado, lo anterior se realizó para crear un plan que pueda amortiguar el impacto que puede causar, tomando como base los sitios que se verán involucrados tales como la fuente de agua, los lugares por donde pasará la tubería y el área que será irrigada, sin olvidar el aspecto de salud, el aspecto social y el aspecto humano.

5.15. ORGANIZACIÓN DE LOS USUARIOS DE RIEGO:

Para un buen funcionamiento del sistema fue necesario realizar una asamblea general con los usuarios del proyecto, lo anterior para dejar plasmado cuales deberán ser las normas para la operación y mantenimiento del sistema de riego, así como también el reglamento del sistema. Para llevar a cabo lo anterior, se necesitó que todos los beneficiarios estuvieran de acuerdo con las decisiones tomadas para evitar disgustos o enemistades dentro del grupo de usuarios.

5.16. ASPECTOS LEGALES:

Dentro de los aspectos legales que se incluyeron en el presente trabajo están los siguientes:

- Derechos de paso: Los cuales estuvieron en manos de aquellas personas por donde pasó la línea topográfica y por consiguiente la tubería de conducción, teniendo para el efecto que ceder permiso para no bloquear el proyecto.
- Derechos de construcción de obras: Para la construcción de obras de infraestructura hidráulica se recurrió tanto a los propietarios de terrenos que dieron derechos de paso como a la municipalidad de Cuilco, dada la necesidad de construcción y el permiso para dicho trabajo.
- Documento de propiedad de los terrenos: Cada uno de los beneficiarios entregó una copia de su testimonio como propietario de una parte del área a regar para evitar problemas de índole legal por dicho aspecto.
- Derechos sobre fuentes de agua: Fue necesario contar con documentos firmados por la municipalidad para poder tener plena seguridad del derecho sobre la fuente de agua.

6. RESULTADOS

6.1. AREAS ACTUALMENTE REGADAS:

Se llegó a establecer que el área actualmente regada es un total de 12.36 has., dicha área es aquella que se encuentra a la orilla del canal que lleva agua cada 22 días durante la época de estiaje, las cuales se ubican en la parte baja de la comunidad. Lo anterior se determinó mediante fotografía aérea del lugar a escala 1:10,000, así como por levantamiento topográfico y caminamiento del lugar, y se ilustra en la figura 23A.

6.2. AREA POTENCIALMENTE REGABLE:

El área potencialmente regable lo constituye toda la comunidad de El Corinto, siendo un total de 72.56 has. Tomando un 10% del terreno total que lo constituyen básicamente aspectos no agrícolas como carretera principal, caminos, casas, bosque, área de cañada, se establece un área potencial de riego para la parte cultivable de 65.30 has. La figura 24A indica el área potencialmente regable.

6.3. ESTUDIO TOPOGRAFICO:

El estudio topográfico consistió básicamente en el trazo de la línea de conducción de tubería principal, obteniéndose un total de 4,719.31 m del tramo de conducción desde la fuente de agua hasta el lugar donde se ubicará el tanque de distribución; la diferencia de nivel existente entre dichas partes con tal longitud es de 85.28 m.

La longitud de la tubería principal de conducción del agua dentro del área de riego desde el lugar donde se ubicará el tanque de distribución hasta la parte más lejana a donde llegará el agua es de 2,665.05 m, con una diferencia de altura desde el tanque hacia la parte más baja de la comunidad de 174.85 m, y del tanque hacia la parte más alta 83.21 m. El tramo total de topografía se ilustra en las figuras de planos planta perfil 31A a 36A.

6.4. ESTUDIO CLIMATOLOGICO:

La estación climatológica tipo B Cuilco del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, reportó los datos climáticos que fueron de interés para la realización del presente trabajo, dichos resultados se indican en el siguiente cuadro.

CUADRO 1. Datos climáticos de la estación tipo B Cuilco, departamento de Huchucutenango.

MES	TEMPERATURA EN °C			PRECIPITACION mm	HUMEDAD RELATIVA %	VELOCIDAD DEL VIENTO Km/hr
	MAXIMA	MINIMA	MEDIA			
ENERO	33.5	6.5	22.6	0.0	62	3.32
FEBRERO	36.5	5.0	23.0	0.0	54	1.40
MARZO	35.5	8.5	24.4	0.0	54	2.55
ABRIL	37.0	12.5	25.7	0.0	53	3.40
MAYO	39.0	12.5	26.3	25.9	53	6.87
JUNIO	36.5	15.5	26.0	151.9	71	3.90
JULIO	34.0	14.0	24.0	140.4	76	5.80
AGOSTO	35.0	14.5	24.0	213.6	77	5.61
SEPTIEMBRE	30.4	17.0	23.0	111.1	79	6.36
OCTUBRE	30.0	17.2	23.1	144.2	82	6.45
NOVIEMBRE	33.5	10.5	22.1	113.4	79	5.73
DICIEMBRE	33.5	6.5	21.0	17.7	73	4.13

6.5. ESTUDIO EDAFOLOGICO:

Para llevar a cabo el estudio edafológico, se estudió la homogeneidad del terreno dentro de la comunidad por medio de caminamiento dentro del área a ser irrigada, así como también por medio de fotografía aérea a escala 1:10,000, ubicándose de tal manera 4 lugares de muestreo. En cada uno de los 4 lugares se realizaron calicatas y se muestreó a dos profundidades diferentes, de 0 – 25 cm y de 25 – 50 cm, lo cual estuvo influenciado por los dos diferentes estrados edafológicos encontrados en el área de estudio. Ver figura 26A.

6.5.1. MUESTREO DE SUELOS:

Como ya se indicó, en cada uno de los cuatro lugares seleccionados, se realizaron calicatas, los perfiles de suelo encontrados fueron la clave para determinar el número de muestras a tomar. Debido al perfil, se obtuvieron dos muestras por calicata, de 0 – 25 cm., y de 25 – 50 cm., lo cual constituyó un total de 8 muestras. Las muestras se identificaron y se enviaron al laboratorio de suelos de la FAUSAC para su análisis.

6.5.2. ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS:

Fue necesario determinar las características físicas y químicas del suelo para definir algunos parámetros del diseño del sistema de riego, para cumplir con tal objetivo, las muestras fueron recopiladas e identificadas, posteriormente fueron enviadas al laboratorio para el análisis correspondiente. El laboratorio de suelos de la FAUSAC reportó los siguientes datos:

CUADRO 2. Resultados del análisis físico de suelos reportados por el laboratorio de suelos de la FAUSAC.

MUESTRA	PROFUNDIDAD Cm	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL
I A	0 - 25	12.01	36.29	51.7	FRANCO ARENOSO
I B	25 - 50	22.51	25.79	51.7	FRANCO ARCILLO-ARENOSO
II A	0 - 25	14.11	25.79	60.1	FRANCO ARENOSO
II B	25 - 50	7.81	19.49	72.7	FRANCO ARENOSO
III A	0 - 25	28.81	19.49	51.7	FRANCO ARCILLO-ARENOSO
III B	25 - 50	20.41	19.49	60.1	FRANCO ARCILLO-ARENOSO
IV A	0 - 25	39.31	15.29	45.4	ARCILLO ARENOSO
IV B	25 - 50	49.81	8.99	41.2	ARCILLOSO

Como puede observarse en el cuadro 2, el suelo tiene una tendencia a ser franco, salvo en la muestra IV donde el mismo es arcillo-arenoso y arcilloso, con lo cual se establece casi una uniformidad en la aplicación de riego, debido a la semejanza que existe dentro de cada uno de los lugares muestreados.

CUADRO 3 Resultados del análisis químico de suelos reportados por el laboratorio de suelos de la FAUSAC

Muestra	Profundidad Cm	PH	Ug/ml		Meq/100ml		Pp m				%	Meq/100 gr					%
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn		M.O.	CIC	Ca	Mg	Na	
I A	0 - 25	7.5	1.1	178	8.11	2.21	2.0	3	7.5	13.5	1.48	12.17	8.73	2.67	0.23	0.57	100.0
I B	25 - 50	7.7	4.3	120	9.36	2.98	0.5	1	2.0	5.5	1.55	17.39	11.22	3.91	0.23	0.45	90.91
II A	0 - 25	7.9	44.6	100	10.29	1.90	1.0	1	5.0	9.0	1.04	12.17	9.98	2.06	0.22	0.35	100.0
II B	25 - 50	8.1	26.7	78	12.48	1.23	1.0	1	6.0	6.5	0.60	6.52	8.73	1.24	0.21	0.24	100.0
III A	0 - 25	8.2	0.0	60	32.14	3.55	0.0	0.5	1.0	1.5	1.95	17.39	28.69	4.32	0.29	0.33	100.0
III B	25 - 50	8.6	0.0	20	39.00	2.31	0.0	0	1.0	0.5	0.57	9.56	29.94	2.47	0.19	0.14	100.0
IV A	0 - 25	8.3	2.6	35	34.32	2.72	0.0	0.5	0.5	1.0	2.82	33.91	38.68	3.91	0.24	0.31	100.0
IV B	25 - 50	8.3	0.0	25	25.86	2.98	0.0	0.5	2.0	5.5	1.28	36.09	29.94	4.11	0.31	0.19	95.73

El cuadro 3 indica que son suelos ligeramente alcalinos, con contenidos de materia orgánica más o menos estándar y que es aceptable, y además, con elementos disponibles enmarcados dentro de un rango muy bueno, y una capacidad de intercambio catiónico alta. Son suelos con buenas características químicas para el desarrollo de los cultivos del área.

6.5.3. CONSTANTES DE HUMEDAD:

También se analizaron las constantes de humedad de cada una de las muestras llevadas al laboratorio, cuyos resultados se observan en el cuadro 4.

CUADRO 4 Resultados de las constantes de humedad reportados por el laboratorio de suelos de la FAUSAC

MUESTRA	PROFUNDIDAD Cm	DENSIDAD APARENTE gr/cc	CONSTANTES DE HUMEDAD	
			1/3 ATM	15 ATM
I A	0 - 25	1.0000	23.13	10.78
I B	25 - 50	1.0000	26.51	14.61
II A	0 - 25	1.0000	19.56	9.86
II B	25 - 50	1.0526	13.02	5.91
III A	0 - 25	0.9090	28.97	17.68
III B	25 - 50	1.1111	23.64	1.87
IV A	0 - 25	0.9090	38.89	27.15
IV B	25 - 50	0.9524	42.83	31.44

En el cuadro 4 se puede observar que la densidad aparente es igual para algunos suelos, pero existe cierta variación entre otros, sin embargo, las constantes de humedad son variables entre los distintos tipos de suelos encontrados y muestreados, por lo que nos da un indicador que la retención de humedad no es homogénea.

6.6. INFILTRACION:

El mismo criterio utilizado para seleccionar los lugares de muestreo de suelos fue para determinar los puntos donde se llevarían a cabo las pruebas de infiltración; de tal manera que cuatro fueron los lugares donde se realizaron las pruebas de infiltración por el método del doble cilindro. Utilizando el modelo de Kostiakov-Lewis se obtuvieron los siguientes resultados. Ver figura 26A.

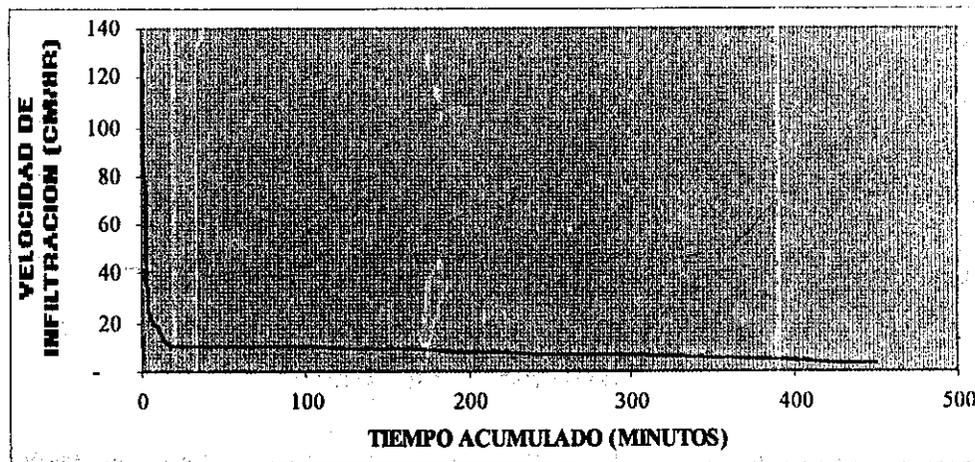


FIGURA 1 Curva de velocidad de infiltración en el sector I del área de diseño.

Mediante la aplicación del modelo de Kostiakov, para el sector I se obtuvo una infiltración básica de 4.67 cm/h, con unos parámetros de $K = 32.36$ y $n = -0.36$, de donde obtenemos la siguiente ecuación:

$$I = 32.36 t^{-0.36}$$

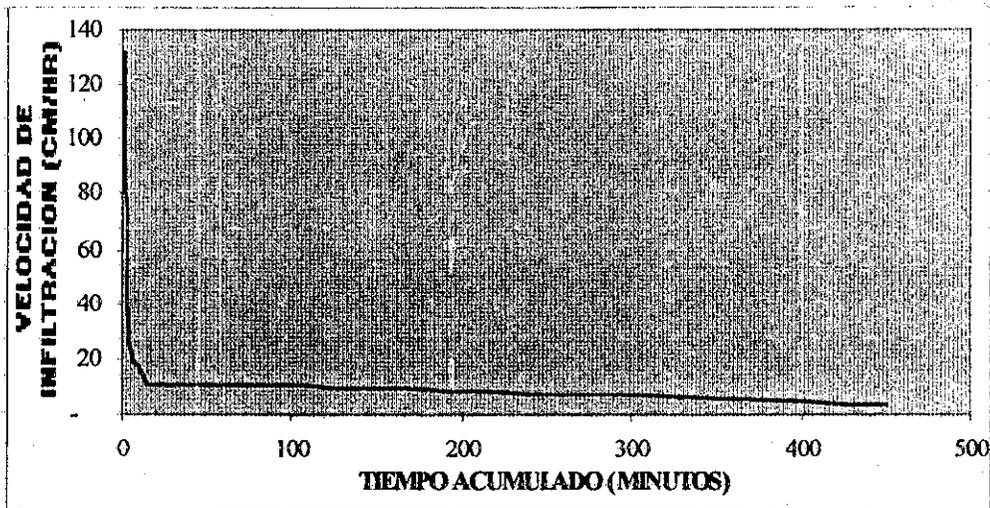


FIGURA 2 Curva de velocidad de infiltración en el sector II del área de diseño.

Según el modelo de Kostiakov, para el sector II la infiltración básica es de 3.3 cm/h, obteniéndose los parámetros de $K = 70$ y $n = -0.53$, entonces, la ecuación queda de la siguiente manera:

$$I = 70 t^{-0.53}$$

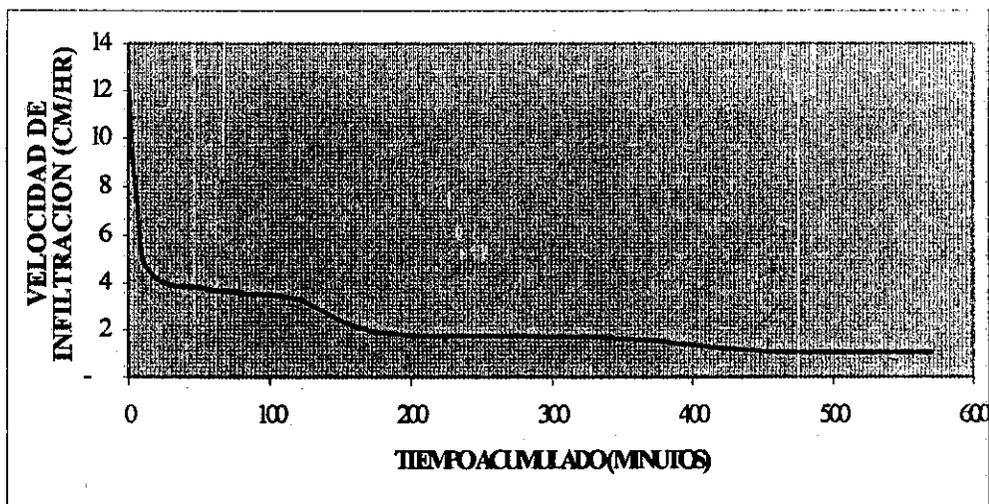


FIGURA 3 Curva de velocidad de infiltración en el sector III del área de diseño.

Por medio del modelo de Kostiakov, la infiltración básica tiene un valor de 2.13 cm/h, cuyos parámetros son $K = 32.36$ y $n = -0.48$, donde obtenemos la ecuación de infiltración así:

$$I = 32.36 t^{-0.48}$$

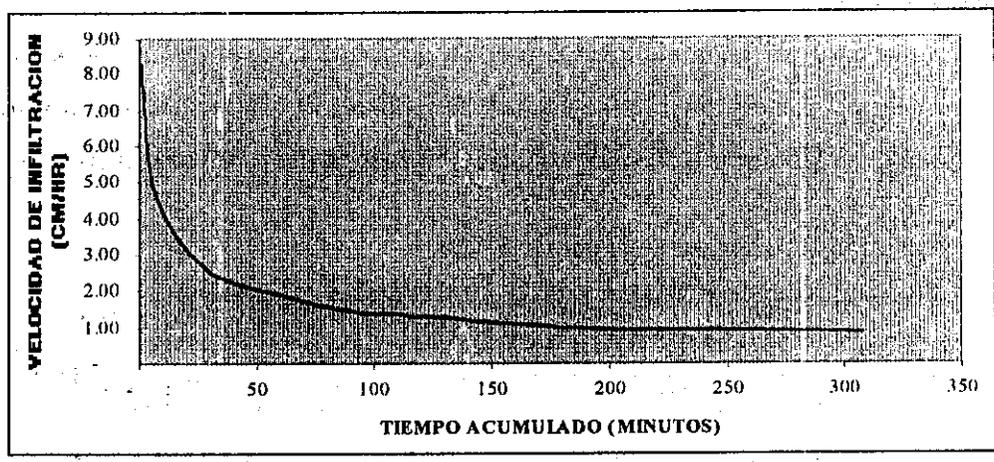


FIGURA 4. Curva de velocidad de infiltración en el sector IV del área de diseño.

Se obtuvo mediante el modelo de Kostiakov la infiltración básica, la cual es de 0.92 cm/h; los parámetros $K = 10.36$ y $n = -0.43$, de donde la expresión de infiltración es la siguiente:

$$I = 10.36 t^{-0.43}$$

Puede observarse en cada una de las figuras que muestran las curvas de infiltración, que la misma es variable en cada uno de los sectores donde se realizaron las pruebas, lo cual también concuerda con los resultados del análisis físico de suelos. Con fines de diseño de riego se tomará la infiltración que tienen un menor valor, es decir, la del sector IV, debido a que la misma muestra una infiltración básica de 0.92 cm/h; con dicho valor se diseñará para toda el área de riego, y de tal manera se evitarán problemas de anegamiento o encharcamiento en los suelos.

6.7. CULTIVOS A REGAR:

Dentro de los cultivos que serán irrigados se encuentran los siguientes: Maíz (Zea mays L.), Frijol (Phaseolus vulgaris L.), Tomate (Lycopersicum esculentum L.), Sandía (Citrullus vulgaris S.), Maní (Arachis hipogaea L.), Chile (Capsicum spp) y algunas hortalizas.

6.8. ESTUDIOS HIDROLOGICOS:

Los aspectos considerados dentro de los estudios hidrológicos fueron los siguientes:

6.8.1. CALIDAD DE AGUA:

Fue necesario muestrear la fuente de agua con el fin de conocer la calidad de la misma, para ello se tomó una muestra de 1 litro y posteriormente fué enviada al laboratorio. El análisis de calidad del agua del río Chapalá se determinó en el laboratorio de suelos de la FAUSAC, cuyos resultados fueron los siguientes:

CUADRO 5. Resultados del análisis de agua del río Chapalá.

NUMERO DE MUESTRA	Ph	Us/cm C. E.	Meq /litro				SUMA DE CATIONES	ppm			
			Ca	Ma	Na	K		Cu	Zn	Fe	Mn
1	7.2	58	0.23	0.18	0.19	0.04	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00

De acuerdo al manual 60 del USDA, el agua del río Chapalá es de la clase C1-S1, es decir, agua de baja salinidad y agua baja en sodio con lo que puede usarse para riego de los cultivos existentes en la zona, debido a que dicha agua es de buena calidad para riego.

Con respecto al método de la Universidad de Chapingo México, el uso del agua no está condicionada por ningún elemento, con lo cual se concluye que es de buena calidad y si es recomendable para riego.

6.8.2. DETERMINACION DEL CONSUMO DE AGUA O EVAPOTRANSPIRACION:

El consumo de agua o cantidad de agua necesaria para la zona de diseño está determinada por el cultivo del tomate, el cual presenta la mayor oportunidad de producción y venta en relación a los demás cultivos del lugar, de tal manera que la evapotranspiración según Blanney y Criddle es la siguiente:

CUADRO 6 Cuadro de resultados de la determinación de la evapotranspiración por el método de Blanney y Criddle.

MES	DURACION	TEMPERATURA °C	P	f_i (cm)	K_t	K_c	ETP (cm)	ETP' (cm)	ETP' (mm)	ETP'/DIA (mm)
Enero	1	22.60	7.94	14.71	0.94	0.75	10.37	10.55	105.50	3.40
Febrero	1	23.00	7.37	13.80	0.95	0.75	9.83	10.00	100.00	3.57
Marzo	1	24.40	8.44	16.34	0.99	0.75	12.13	12.37	123.70	3.99
Abril	1	25.70	8.45	16.86	1.04	0.75	13.15	13.38	133.80	4.46
Mayo	1	26.30	8.98	18.16	1.06	0.75	14.44	14.70	147.00	4.74
Junio	1	26.00	8.80	17.68	1.05	0.75	13.92	14.17	141.70	4.72
Julio	1	24.00	9.03	17.31	0.99	0.75	12.85	13.08	130.80	4.22
Agosto	1	24.00	8.83	16.93	0.99	0.75	12.57	12.79	127.90	4.12
Septiembre	1	23.00	8.27	15.48	0.95	0.75	11.03	11.23	112.30	3.74
Octubre	1	23.10	8.26	15.49	0.96	0.75	11.15	11.35	113.50	3.66
Noviembre	1	22.10	7.75	14.18	0.93	0.75	9.89	10.06	100.60	3.35
Diciembre	1	21.00	7.88	14.02	0.89	0.75	9.36	9.53	95.30	3.07

T°C: Temperatura media mensual en grados centígrados.

P: Porcentaje de insolación para la latitud de 15°.

fi: Factores mensuales de uso consuntivo.

Kt: Corrección del crecimiento.

Kc: Coeficiente de desarrollo del cultivo

ETP: Evapotranspiración global.

ETP': Evapotranspiración corregida o ajustada.

Según la metodología anteriormente empleada, la mayor demanda de agua es durante el mes de Mayo debido a que la evapotranspiración promedio diaria para ese mes es de 4.74 mm/día, lo contrario sucede con el mes de Diciembre, ya que dicho valor es de 3.07 mm/día. De tal manera que con fines de diseño se tomará aquel valor de mayor demanda, es decir, 4.74 mm/día que se produce durante el mes de Mayo.

CUADRO 7. Demandas hídricas o evapotranspirativas de los cultivos regables de la zona

MES	CULTIVOS											
	MA IZ		FRI JOL		SAN DIA		MA NI		CHI LE		A JO	
	ETP' (mm)	ETP'/DIA (mm)										
Enero	116.2	3.75	119.8	3.86	112.8	3.64	105.5	3.40	108.9	3.51	100.5	3.24
Febrero	110.2	3.93	113.6	4.06	107.0	3.82	100.0	3.57	103.2	3.68	95.3	3.40
Marzo	135.9	4.38	140.2	4.52	132.0	4.26	123.7	3.99	127.5	4.11	117.6	3.79
Abril	147.4	4.91	152.0	5.07	143.0	4.77	133.8	4.46	138.2	4.61	127.5	4.11
Mayo	161.7	5.22	166.9	5.38	157.1	5.07	147.0	4.74	151.6	4.89	140.0	4.52
Junio	156.0	5.20	160.8	5.36	151.5	5.05	141.7	4.72	146.2	4.87	135.0	4.50
Julio	144.0	4.64	148.5	4.79	139.8	4.51	130.8	4.22	135.0	4.35	124.6	4.02
Agosto	140.8	4.54	145.2	4.68	136.9	4.42	127.9	4.12	132.0	4.26	121.9	3.93
Septiembre	123.6	4.12	127.5	4.25	119.9	3.99	112.3	3.74	115.8	3.86	106.9	3.56
Octubre	124.9	4.02	126.1	4.07	121.3	3.91	113.5	3.66	117.0	3.77	108.2	3.49
Noviembre	110.8	3.69	114.3	3.81	107.6	3.59	100.6	3.35	103.9	3.46	95.8	3.19
Diciembre	104.8	3.38	108.2	3.49	101.8	3.28	95.3	3.07	98.3	3.17	90.7	2.92

El cuadro anterior muestra las demandas evapotranspirativas mensuales y diarias para cada uno de los cultivos que se producen en la zona, pudiéndose observar que las necesidades hídricas para cada uno es variable, pero la necesidad del consumo de agua es indispensable para el desarrollo y posterior producción de las especies vegetales que ofrecen posibilidades de venta en la región. El cultivo que presenta una mayor evapotranspiración es el cultivo del frijol para el mes de mayo, seguidamente se encuentra el maíz, y por último está el ajo.

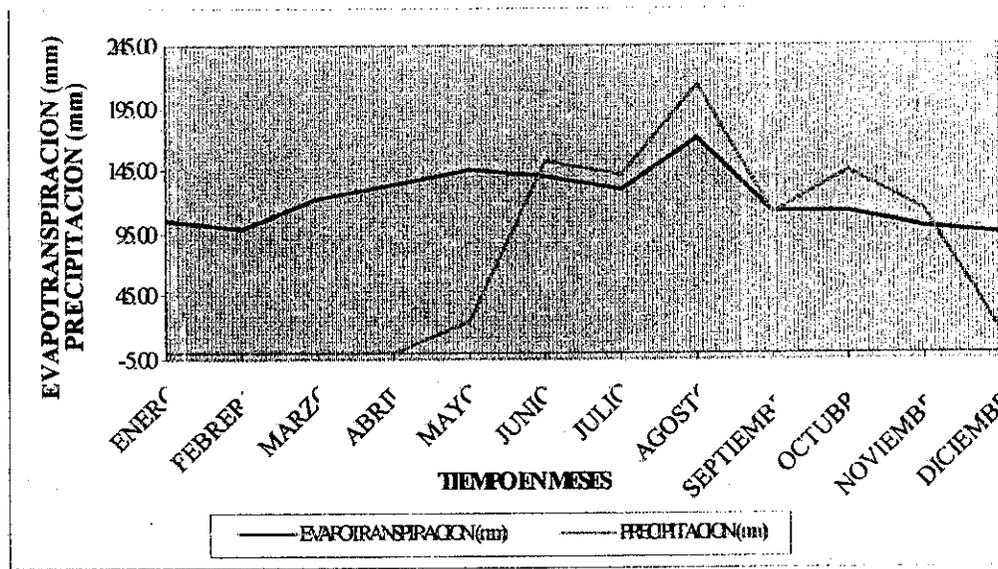


FIGURA 5. Relación hídrica existente entre la evapotranspiración y la precipitación en la comunidad de El Corinto, en el cultivo del tomate.

6.8.3. REQUERIMIENTO DE RIEGO:

Luego del cálculo de la evapotranspiración, se determinó el requerimiento de riego en base al cultivo del tomate, los resultados pueden observarse en el cuadro siguiente:

CUADRO 8. Requerimiento de riego en base al cultivo del tomate para el área de diseño.

MES	PRECIPITACION (mm)	COEF. DE APROVECH.	PRECIPITACION EFECTIVA (mm)	ETP (mm)	REQUERIMIENTO DE RIEGO MENSUAL (mm)	REQUERIMIENTO DE RIEGO DIARIO (mm)
Enero	0.00	0.75	0.00	105.50	105.50	3.40
Febrero	0.00	0.75	0.00	100.00	100.00	3.57
Marzo	0.00	0.75	0.00	123.70	123.70	3.99
Abril	0.00	0.75	0.00	133.80	133.80	4.46
Mayo	25.90	0.75	19.42	147.70	128.28	4.13
Junio	151.90	0.75	114.00	141.70	27.70	0.92
Julio	140.40	0.75	105.30	130.80	25.50	0.82
Agosto	213.60	0.75	160.20	127.90	0.00	0.00
Septiembre	111.10	0.75	83.32	112.30	28.98	0.96
Octubre	144.20	0.75	108.15	113.50	5.35	0.17
Noviembre	113.40	0.75	85.05	100.60	15.55	0.52
Diciembre	17.70	0.75	13.30	95.30	82.00	2.64

Como puede observarse en el cuadro 6, durante el mes de agosto, el riego no es necesario; sin embargo para los demás meses debe aplicarse cierta lámina de agua en forma de riego, siendo mayor para el mes de abril. Durante la estación lluviosa puede aplicarse cierta lámina de agua, pero la misma debe ser de tal magnitud que no sobre pase la infiltración básica del suelo, lo cual estará en función de la precipitación dentro de la zona.

CUADRO 9. Requerimiento de riego para los cultivos regables de la zona

MES	CULTIVOS																		
	PRECIP. EFECT. (mm)	MAIZ			FRIJOL			SANDIA			MANI			CIBILE			AJO		
		ETP' (mm)	REQ. RIEGO MENS. (mm)	REQ. RIEGO DIA (mm)															
Enero	0.00	116.2	116.20	3.75	119.8	119.80	3.86	112.8	112.80	3.64	105.5	105.50	3.40	108.9	108.90	3.51	100.5	100.50	3.240
Febrero	0.00	110.2	110.20	3.93	113.6	113.60	4.06	107.0	107.00	3.82	100.0	100.00	3.57	103.2	103.20	3.68	95.3	95.30	3.400
Marzo	0.00	135.9	135.90	4.38	140.2	140.20	4.52	132.0	132.00	4.26	123.7	123.70	3.99	127.5	127.50	4.11	117.6	117.60	3.790
Abril	0.00	147.4	147.40	4.91	152.0	152.00	5.07	143.0	143.00	4.77	133.8	133.80	4.46	138.2	138.20	4.61	127.5	127.50	4.250
Mayo	19.42	161.7	142.28	4.59	166.9	147.48	4.76	157.1	137.68	4.44	147.7	128.28	4.13	151.6	132.18	4.26	140.0	120.58	3.890
Junio	114.00	156.0	42.00	1.40	160.8	46.80	1.56	151.5	37.50	1.25	141.7	27.70	0.92	146.2	32.20	1.07	135.0	21.00	0.700
Julio	105.30	144.0	38.70	1.25	148.5	43.20	1.40	139.8	34.50	1.11	130.8	25.50	0.82	135.0	29.70	0.95	124.6	19.30	0.620
Agosto	160.20	140.8	0.00	0.00	145.2	0.00	0.00	136.9	0.00	0.00	127.9	0.00	0.00	132.0	0.00	0.00	121.9	0.00	0.000
Sept.	83.32	123.6	40.28	1.34	127.5	44.18	1.47	119.9	36.58	1.22	112.3	28.98	0.96	115.8	34.48	1.15	106.9	23.58	0.790
Oct.	108.15	124.9	16.75	0.54	126.1	17.95	0.58	121.3	13.15	0.42	113.5	5.35	0.17	117.0	8.85	0.28	108.2	0.05	0.002
Nov.	85.05	110.8	25.75	0.86	114.3	29.25	0.98	107.6	22.55	0.75	100.6	15.55	0.52	103.9	18.85	0.63	95.8	10.75	0.360
Dic.	13.30	104.8	91.50	2.95	108.2	94.90	3.06	101.8	88.50	2.85	95.3	82.00	2.64	98.3	8.50	2.74	90.7	77.40	2.500

El cuadro anterior muestra el requerimiento de riego para cada uno de los cultivos de la zona que son potencialmente regables, variando de tal manera el riego entre cada uno de ellos debido a las demandas hídricas existentes. Son cultivos que ofrecen una buena producción con base a las características físicas y químicas del suelo, así también como a las condiciones climáticas de la zona y las posibilidades de venta en los mercados, debido a que son cultivos necesarios para la dieta del ser humano.

6.8.4. LAMINA DE AGUA DISPONIBLE:

Debido a la realización de cuatro muestreos y por ende se obtuvieron cuatro diferentes resultados, el cálculo de lámina de agua disponible se realizó por separado para cada lugar de muestreo, como se indica en los cuadros siguientes:

CUADRO 10. Resultados de la lámina disponible para el sector I de muestreo

MUESTRA	PROF. SUELO	PROF. EFECTIVA	HUMEDAD EQUIVALENTE		DENSIDAD APARENTE	LAMINA DISPONIBLE
	(cm)	(cm)	1/3 ATM	15 ATM	(gr/cc)	(cm)
IA	0 - 25	25	23.13	10.78	1.00	3.09
IB	25 - 50	25	26.51	14.61	1.00	2.97
						TOTAL 6.06

CUADRO 11. Resultados de la lámina disponible para el sector II de muestreo.

MUESTRA	PROF. SUELO (cm)	PROF. EFECTIVA (cm)	HUMEDAD EQUIVALENTE		DENSIDAD APARENTE (gr/cc)	LAMINA DISPONIBLE (cm)
			1/3 ATM	15 ATM		
IIA	0 - 25	25	19.56	9.86	1.00	2.42
IIIB	25 - 50	25	13.02	5.91	1.05	1.87
						TOTAL 4.29

CUADRO 12. Resultados de la lámina disponible para el sector III de muestreo.

MUESTRA	PROF. SUELO (cm)	PROF. EFECTIVA (cm)	HUMEDAD EQUIVALENTE		DENSIDAD APARENTE (gr/cc)	LAMINA DISPONIBLE (cm)
			1/3 ATM	15 ATM.		
IIIA	0 - 25	25	28.97	17.68	0.91	2.57
IIIB	25 - 50	25	23.64	10.87	1.11	3.54
						TOTAL 6.11

CUADRO 13. Resultados de la lámina disponible para el sector IV.

MUESTRA	PROF. SUELO (cm)	PROF. EFECTIVA (cm)	HUMEDAD EQUIVALENTE		DENSIDAD APARENTE (gr/cc)	LAMINA DISPONIBLE (cm)
			1/3 ATM	15 ATM		
IVA	0 - 25	25	38.89	27.15	0.91	2.67
IVB	25 - 50	25	42.83	31.44	0.95	2.70
						TOTAL 5.37

Debido a las características de los suelos dentro de la comunidad, la lámina de humedad disponible es variable para cada uno de ellos, lo cual hace que para fines de diseño se tome un valor en representación de todos, siempre y cuando, éste valor no perjudique las características de los demás sectores dentro de la comunidad.

6.8.5. LAMINA DE AGUA A APLICAR:

Se tomará un 50% de déficit permitido de manejo o umbral de riego, es decir, la lámina neta no debe agotarse en más del 50%; con lo cual se establece la utilización de un 50% de la lámina de agua aprovechable; de tal manera que se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO 14 Resultados de la lámina de agua a aplicar:

SECTOR O MUESTRA	LAMINA TOTAL O UTIL (cm)	UMBRAL DE RIEGO	LAMINA NETA (cm)	LAMINA NETA (mm)	EFICIENCIA APLICACIÓN	LAMINA BRUTA (cm)	LAMINA BRUTA (mm)
I	6.06	50%	3.03	30.30	0.85	3.56	35.60
II	4.29	50%	2.14	21.40	0.85	2.52	25.20
III	6.11	50%	3.05	30.50	0.85	3.59	35.90
IV	5.37	50%	2.68	26.80	0.85	3.15	31.50

Para fines de diseño de riego, se utilizará el valor de lámina bruta de 3.59 cm, y un valor de lámina neta de 3.05 cm; debido a que es el dato mayor dentro de los restantes y que debe llenar los requerimientos de agua del cultivo.

6.8.6. FRECUENCIA DE RIEGO:

La frecuencia de riego calculada para el área de diseño estuvo en función de la lámina neta mayor y de la mayor demanda de evapotranspiración diaria, por tal motivo la frecuencia de riego establecida fue de 6 días.

6.8.7. DEMANDA Y DISPONIBILIDAD DE AGUA:

El río Chapalá, el cual será el que abastecerá el agua para el riego durante la época de estiaje conduce un caudal de 372 lt/seg., lo que equivale a 0.372 m³/seg., ó 1339.2 m³/h. Utilizando la ecuación universal de riego tenemos que:

$$Q \times T = A \times L$$

$$Q = \frac{653022.045 \text{ m}^2 \times 0.0359 \text{ m}}{6 \text{ días} \times \frac{20 \text{ h}}{24 \text{ h}} \times 86,400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

Con la ecuación anterior obtenemos un caudal de 0.0542 m³/seg, equivalente a 195.12 m³/h ó 54.2 lt/seg, dicho caudal es el que se necesita derivar de la fuente de agua que lo constituye el río Chapalá.

Mediante cálculos topográficos se estableció que el área total de la comunidad es de 72.56 has, considerando un 10% del área que lo constituyen aspectos no agrícolas como carretera principal, caminos comunales, bosque, cañada, se tomó un valor para el cálculo del caudal a derivar de 653,022.045 m² (65.30 has) como área de diseño de riego.

La lámina bruta considerada fue de 3.59 cm (0.0359 m).

En concenso general con los habitantes del área de diseño fue necesario tomar un tiempo de riego el cual deberá ser el necesario para aprovechar el recurso líquido al máximo, por tal motivo se estableció un tiempo de riego de 20 horas diarias. Con lo anterior se menciona que por la noche la evapotranspiración será menor y habrá mayor aprovechamiento del agua por las plantas. Para todo esto, los agricultores del lugar estan consientes y conocen que será mejor regar durante un tiempo de 20 horas diarias en lugar de 12 horas como normalmente se realiza en este tipo de proyectos, dejando plasmado ya en documentos legales el tiempo de riego de 20 horas diarias, por lo que cada uno de ellos cumplirá con su horario de riego no importando si es de día o de noche.

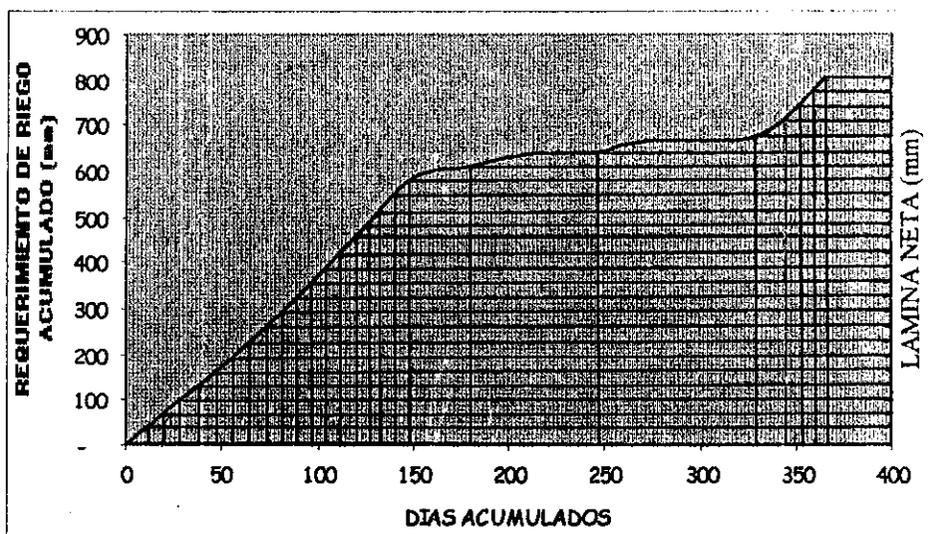
Se regará con una frecuencia de 6 día, debido a que dicho valor fue el calculado según la lámina neta y la evapotranspiración máxima diaria de la zona.

6.8.8. DETERMINACION DEL CALENDARIO DE RIEGO:

Para determinar el calendario de riego se hizo necesario realizar el mismo para todo el año, y así evitar problemas con diferentes épocas de siembra y de sequía. El calendario de riego se realizó para cada uno de los sectores dentro de la comunidad, tomando en cuenta el tipo de suelo de los lugares que fueron muestreados. Los resultados se observan en el cuadro siguiente:

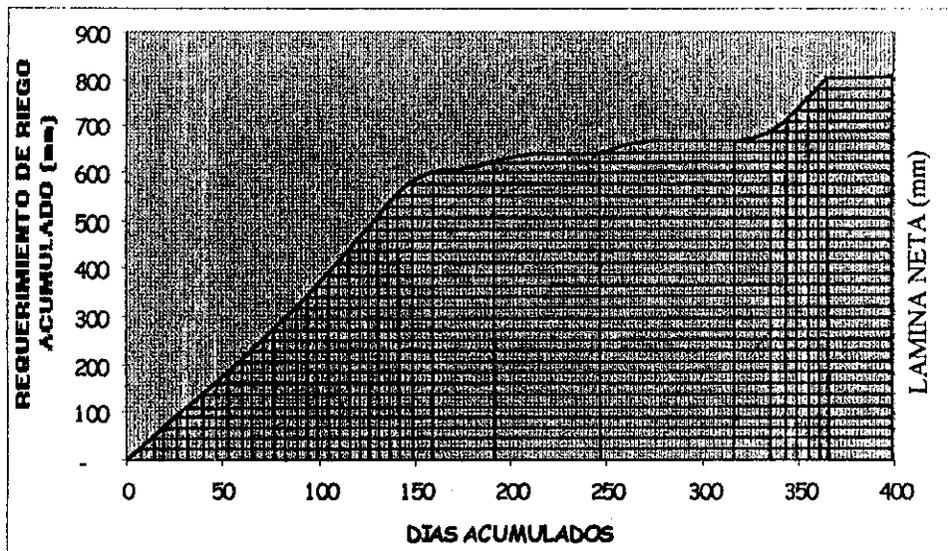
CUADRO 15. Datos utilizados para determinar el calendario de riego durante todo el año.

<i>MES</i>	<i>EVAPOTRANSPIRACION (mm)</i>	<i>PRECIPITACION EFECTIVA (mm)</i>	<i>REQUERIMIENTO DE RIEGO ACUMULADO. (mm)</i>	<i>DIAS POR MES</i>	<i>DIAS ACUMULADOS</i>
Enero	105.50	0.00	105.50	31	31
Febrero	100.00	0.00	205.50	28	59
Marzo	123.70	0.00	329.20	31	90
Abril	133.80	0.00	463.00	30	120
Mayo	147.70	19.42	591.28	31	151
Junio	141.70	114.00	618.98	30	181
Julio	130.80	105.30	644.48	31	212
Agosto	127.90	160.20	644.48	31	243
Septiembre	112.30	83.32	673.46	30	273
Octubre	113.50	108.15	678.81	31	304
Noviembre	100.60	85.05	694.36	30	334
Diciembre	95.30	13.30	776.36	31	365



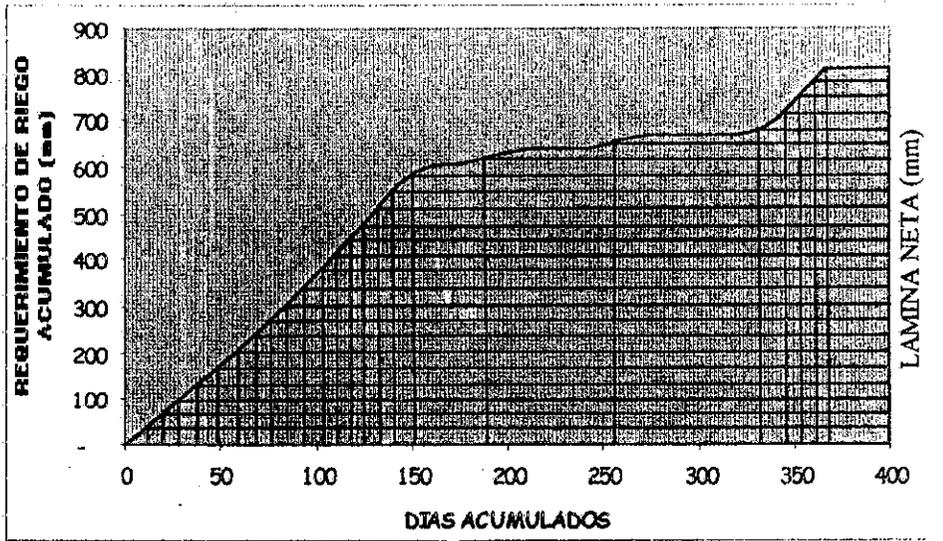
NUMERO DE RIEGOS 26

FIGURA 6. Determinación del calendario de riego para el sector I del área de riego.



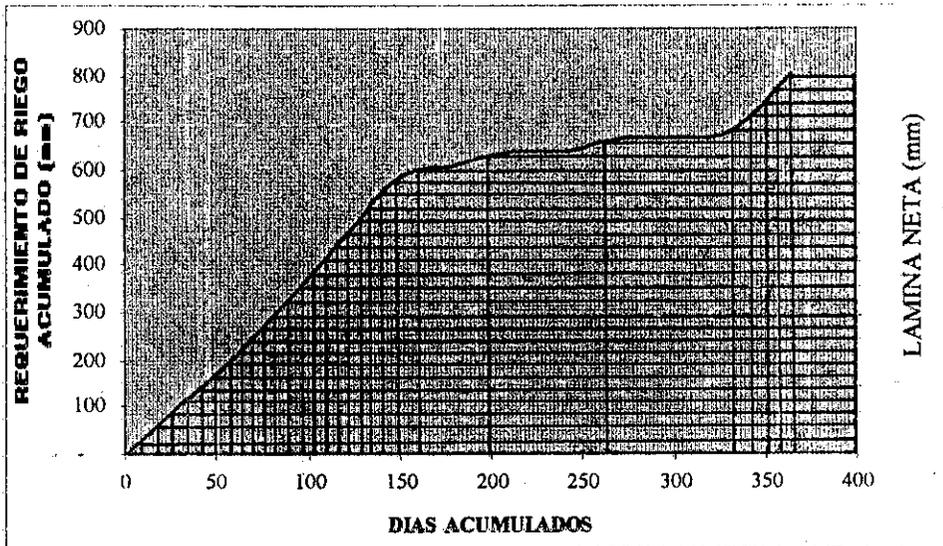
NUMERO DE RIEGOS 36

FIGURA 7. Determinación del calendario de riego para el sector II del área de riego.



NUMERO DE RIEGOS 25

FIGURA 8. Determinación del calendario de riego para el sector III del área de riego.



NUMERO DE RIEGOS 30

FIGURA 9. Determinación del calendario de riego para el sector IV del área de riego.

6.9. ASPECTOS HIDRAULICOS:

6.9.1. DISEÑO DE TUBERIAS:

6.9.1.1. DISEÑO DE LINEAS DE CONDUCCION Y DISTRIBUCIÓN:

Dentro de este contexto, el diseño en la forma de distribución del trazo topográfico se basa desde la captación del agua hasta el tanque de distribución, luego del tanque de distribución hacia el área de riego. Teniendo de tal forma que se siguió un patrón referente a la línea de conducción.

De la línea de conducción dentro de la comunidad (área de riego) se obtuvieron las líneas de conducción secundaria; es decir, aquellas que llevarán los hidrantes a lo largo de su longitud donde serán colocados los laterales. Por último, en base a la línea de conducción secundaria se diseñó el sistema de laterales. La distribución de las líneas de conducción y distribución pueden observarse en las figuras 26A, 28A y 31A a 36A.

A. DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION:

A.1. DIAMETRO DE TUBERÍA:

En lo que respecta al diámetro de tubería, se efectuaron varios cálculos utilizando la ecuación de Hazen-Williams.

$$H_f = 1.131 \times 10^9 \times (Q/C)^{1.852} \times D^{-4.872} \times L$$

Donde: H_f = Pérdidas de carga por fricción (m)

Q = Caudal del sistema (m^3/h)

C = Coeficiente de fricción (PVC = 150)

D = Diámetro interno de la tubería (mm)

L = Longitud (m)

CUADRO 16. Resultados de los parámetros de selección del diámetro de tubería de conducción utilizando la ecuación de Hazen-Williams

DIAMETRO mm	CAUDAL m^3/h	C PARA PVC	LONGITUD m	H_f en metros	VELOCIDAD m/seg
101.6	189.36	150	4,719.31	1,384.16	6.4
152.4	189.36	150	4,719.31	192.14	2.8
203.2	189.36	150	4,719.31	47.33	1.6

Se utilizaron para los cálculos diferentes diámetros de tubería, siendo el diámetro de 203.2 mm (8 pulgadas) el seleccionado, debido a que con el mismo, las pérdidas de carga por fricción fueron bastante bajas, otro aspecto en la selección fue la velocidad, la que estuvo dentro de los límites del flujo laminar.

B. DISEÑO DE TUBERIA DE CONDUCCION PRINCIPAL DENTRO DEL AREA DE DISEÑO DE RIEGO:

B.1. DIAMETRO DE TUBERIA:

Para el diseño de ésta tubería se utilizó el mismo criterio del sistema de tubería de conducción de la fuente de agua hacia el tanque de distribución, obteniéndose los resultados siguientes:

CUADRO 17. Resultados de los parámetros de selección del diámetro de tubería dentro del área de riego utilizando la ecuación de Hazen-Williams.

DIAMETRO mm	CAUDAL m ³ /h	C PARA PVC	LONGITUD m	Hf en metros	VELOCIDAD m/seg
152.4	189.36	150	2,213.56	90.12	2.8
203.2	189.36	150	2,213.56	22.2	1.6

El diámetro seleccionado fue el de 203.2 mm (8 pulgadas) dadas sus características de pérdidas de carga por fricción y de velocidad.

C. DIAMETRO DE TUBERIA LATERAL:

Dentro de éste contexto fue necesario contar con la siguiente información:

$$\text{Caudal del aspersor} = 0.95 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Número de aspersores/lateral} = 9$$

$$\text{Caudal del lateral} = 8.55 \text{ m}^3/\text{h} = 2.11 \text{ lt/seg.}$$

Para determinar el diámetro de la tubería lateral, se utilizó el teorema de Bernoulli, donde el criterio para diseño de la tubería lateral es la diferencia máxima de presión entre el primer y el último aspersor en la lateral, la cual debe ser de 20% de la presión de operación de los aspersores (ho). Lo cual significa un máximo de 10% de variación entre el caudal del primero y el último aspersor. Esta diferencia permisible en presión será la suma de las pérdidas de cargas por fricción en la tubería y la diferencia de altura entre el primero y el último aspersor en el lateral.

Aplicando el principio de Bernoulli tenemos que:

$$\text{Energía 1} = \text{Energía 2} + hf_{1-2}$$

$$Z_1 + \frac{P_1}{W} = Z_2 + \frac{P_2}{W} + hf_{1-2}$$

Despejando tenemos que:

$$Hf_{1-2} = (P_1/W - P_2/W) + (Z_1 - Z_2)$$

Debido a que la diferencia de presión entre el último y el primer aspersor no debe ser mayor al 20% de la presión de operación (h_o) del aspersor; y además, si al primer aspersor se le da la presión de operación h_o (o sea $P_1/W = h_o$), entonces:

$$P_2/W = 0.8P_1/W = 0.8 h_o$$

Sustituyendo:

$$hf_{1-2} = (h_o - 0.8 h_o) + (Z_1 - Z_2)$$

Simplificando:

$$Hf_{1-2} = 0.2 h_o + (Z_1 - Z_2)$$

Donde: hf_{1-2} = Pérdidas de carga por fricción permisibles en el lateral (m)

h_o = Presión de operación del aspersor (m)

Z_1 = Altura del primer aspersor en el lateral (m)

Z_2 = Altura del último aspersor del lateral (m)

De la ecuación anterior tenemos que $hf_{1-2} = 10.63$ m, por lo que debe seleccionarse un diámetro de tubería que de una pérdida de carga por fricción menor a 10.63 m.

Para determinar las pérdidas de carga por fricción se utilizó la ecuación de Hazen-Williams.

Como la tubería lateral tiene salidas (en cada aspersor), entonces la Hf se multiplicó por el factor F , en éste caso para 9 salidas (9 aspersores) F es 0.402, dicho valor se obtuvo de la ecuación de Chrystiansen:

$$F = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}$$

Donde: m : Velocidad media de flujo (1.85 m/seg)

N : Número de salidas (número de aspersores)

Entonces, las pérdidas de carga por fricción para tubería con salidas múltiples (laterales), se calculó así:

$$hf = Hf \times F$$

CUADRO 18. Resultados de los parámetros de selección del diámetro de tubería lateral utilizando la ecuación de Hazen-Williams.

DIAMETRO mm	CAUDAL m ³ /h	C PARA ALUMINIO	LONGITUD m	Hf en sistemas cerrados (mt)	Velocidad m/seg	FACTOR DE SALIDAS MUTIPLES (F)	hf en lateral m
38.1	8.55	150	105	11.79	2.0	0.408	4.81
50.8	8.55	150	105	2.90	1.1	0.408	1.18
63.5	8.55	150	105	0.98	0.7	0.408	0.40

La tubería de 50.8 mm (2") de diámetro da un hf de 1.18 m, la cual es menor que 10.63 m, por lo que éste será el diámetro en la tubería lateral. El material del latera será de PVC, debido a las carcterísticas del diseño y esto proporcionará una mayor duración al sistema de riego, dado que el mismo será de uso intensivo, además, facilitará a los agricultores su manipulación a la hora de realizar los cambios debidos.

D. CARGA REQUERIDA EN LA ENTRADA DEL LATERAL:

La carga que requiere el lateral en su entrada se determinó de la siguiente manera:

$$he = ho + \frac{3}{4} hf + AZ + He + hm$$

Donde: he = Carga requerida en la entrada del lateral (m)

ho = Presión de operación del aspersor (28.16 m)

hf = Pérdidas de carga por fricción en tubería lateral (1.18 m)

AZ = Diferencia de altura entre la entrada del lateral y el final del lateral (5 m).

He = Altura del elevador (1.50 m)

hm = Pérdidas de carga menores (10% de hf)

De la ecuación anterior tenemos que la carga requerida en la entrada del lateral es de 35.66 m.

E. DIAMETRO DE TUBERIAS SUBPRINCIPALES:

El caudal a transportar será diferente para cada uno de los tramos, por tal razón existirán dentro del sistema varios diámetros de tubería que fueron seleccionados mediante las pérdidas de carga por fricción que las mismas mostraron, de tal manera que se seleccionó lo siguiente:

- Tubería primaria: Material de PVC con diámetro de 3" (76.2 mm).
- Tubería secundaria: Material de PVC con diámetro de 2 1/2" (63.5 mm).

Lo anterior puede observarse en la figura de parcela modelo de diseño de riego (figura 29A).

6.9.2. ANALISIS DE LA LINEA PIEZOMETRICA:

Después del trazado de la línea topográfica planta-perfil, y del cálculo de las pérdidas por fricción, se determinó el trazo de la línea piezométrica mediante la ecuación siguiente:

$$CFT = (CIT \pm CA) - H_f$$

Donde: CFT = Carga al final del tramo en estudio (m)

CIT = Carga al inicio del tramo (m)

CA = Carga estática perdida o ganada por efectos altimétricos (m)

H_f = Pérdidas de carga por fricción (m).

El trazo de la línea piezométrica fue variable en cada uno de los tramos, debido a que la longitud de cada uno es diferente, los resultados pueden observarse en las figuras 31A a 36A.

Para calcular la presión que la tubería debe soportar, se hizo necesario realizarlos por tramos, debido a la irregularidad del terreno, y se obtuvo de la siguiente manera:

$$P_t = CHD/0.704$$

Donde: P_t = Presión (PSI)

CHD = Carga hidráulica disponible (m)

0.704 = Constante para convertir de m a PSI

De tal manera que la presión de tubería a utilizar debe ser mayor a la presión calculada, esto para evitar problemas de sobre presión. Las figuras 31A a 36A, muestran la presión de la tubería seleccionada.

En algunos tramos fue necesario diseñar para tubería de hierro galvanizado (HG), dado a que en dichos tramos existe cierto peligro de colocar tubería de PVC, como lo son pasos aéreos; en otros, fue necesario diseñar tramos largos de HG debido a la presión que será ejercida sobre la tubería, tratando al máximo la utilización de tubería de PVC y de cajas rompe presión para economizar costos en la misma.

6.9.3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE VALVULAS:

Para mejor funcionamiento del sistema, se seleccionaron ciertos lugares donde se colocarán válvulas, lo cual se realizó para permitir un recorrido del fluido sin mayores problemas y evitar con ello daños al sistema. Dentro de la línea de conducción que va desde la captación de la fuente de agua hasta el tanque de distribución se colocarán 15 válvulas de aire de 2" cada una, las cuales se establecerán en los picos o lugares altos que muestra el perfil longitudinal del terreno. Además, se colocarán 13 válvulas de drenaje o de limpieza de 4" cada una, y se instalarán en los lugares bajos que muestra el perfil del terreno. Ver figuras 31A a 36A y 43A.

También fue necesario diseñar un sistema de válvulas dentro del área de riego, y por tal motivo se establecerán 9 válvulas de paso de 8" cada una, 3 válvulas de paso de 3". 30 válvulas de paso de 2 1/2":

debido a la distribución del agua dentro del área a irrigar se estableció que para un buen funcionamiento del sistema además de las válvulas mencionadas, se colocarán 11 válvulas reguladoras de presión principalmente en la parte baja de la comunidad donde existe una presión alta. Ver figura 28A

6.10. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA:

En algunos lugares debido a las condiciones encontradas fue necesario diseñar algunas obras de infraestructura hidráulica, las cuales permitirán hacer un uso eficiente del recurso agua, dichas estructuras se basan en materiales de concreto, hierro, piedra bola y tubería de hierro galvanizado; dentro de las obras diseñadas se encuentran las siguientes:

- Muro de contención: Se colocará en la parte donde se captará el agua con el fin de facilitar la recolección del recurso. Ver figura 37A.
- Caja reunidora de caudal: Para recolectar el agua que se desea transportar hasta el área de diseño. Ver figura 37A.
- Caja desarenadora: Se diseñó con el propósito de evitar transporte de sedimentos y cualquier tipo de suciedad que pudiera ser transportada en la tubería y de tal manera no tener problemas de tubería tapada. Ver figura 37A.
- Paso de zanjón tipo C: Debido a las características del lugar donde se captará el agua. Se colocará una estructura aérea de 52 m, de longitud soportado con columnas de concreto y hierro reforzado de altura variable. Ver figura 37A.
- Pasos aéreos: Los pasos aéreos diseñados son de diferente longitud debido a los lugares donde serán colocados (Ver figuras 37A a 41A):
 - 2 pasos aéreos de 20 m, cada uno.
 - 3 pasos aéreos de 30 m, cada uno.
 - 3 pasos aéreos de 40 m, cada uno.
 - 6 pasos aéreos de 50 m, cada uno.
- Cajas de válvulas: Se instalarán cajas de concreto para protección de las válvulas, tanto de aire como de limpieza, siendo un total de 28 cajas. Ver figura 43A.
- Tanque de distribución: Fue necesario diseñar un tanque de distribución con capacidad de 200 m³ de almacenamiento de agua. Ver figura 42A.
- Tanque o caja rompe presión: Se diseñó un tanque rompe presión de 10 m³. Ver figura 44A.

6.11. SELECCIÓN DEL ASPERSOR:

Para la selección del aspersor fue necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) Infiltración básica:

Los resultados de la infiltración básica dentro de la comunidad o área de diseño fueron los siguientes:

- Sector I = 4.67 cm/h.
- Sector II = 3.30 cm/h.
- Sector III = 2.13 cm/h.
- Sector IV = 0.92 cm/h.

Debido a que dentro de la comunidad existen diferentes valores de infiltración básica, se tomó para el diseño del sistema el dato de infiltración básica más pequeña, debido a que si no se sobrepasa ese valor, no habrá problema con los demás sectores cuando se aplique cierta lámina de agua. El dato de 0.92 cm/h se debe a que el suelo es pesado en relación a los demás por tal motivo la infiltración básica de ese sector es más pequeño comparado con el resto.

b) Lámina bruta de reposición:

Los valores obtenidos de lámina bruta fueron los siguientes:

- Sector I = 3.56 cm.
- Sector II = 2.52 cm.
- Sector III = 3.59 cm.
- Sector IV = 3.15 cm.

Para la selección del aspersor se tomará en cuenta aquella lámina de mayor valor, es decir 3.59 cm, de tal manera que con ésta lámina se llenan los requisitos de los demás sectores de riego debido a que su lámina es menor que la seleccionada.

c) Intervalo de riego crítico (Irc):

El intervalo de riego crítico se calculó mediante la ecuación:

$$Irc = Ln / (Et / \text{día.mes})$$

Donde: Irc = Intervalo de riego crítico (días)

Ln = Lámina de riego neta (cm)

Et = Evapotranspiración para el mes de mayor consumo de agua (cm)

De la ecuación anterior tenemos un intervalo de riego crítico de 6 días para las áreas de riego.

d) Tiempo de riego por día (Trd):

Después de realizar diferentes cálculos se estableció el tiempo de riego por día en 20 horas. Con lo cual se cubrirá el área total y de esa manera se utilizará con mayor eficiencia el caudal disponible.

e) Tiempo de riego por turno (T_{rt}):

Debido al área de riego y al tiempo de riego por día, el tiempo de riego por turno se estableció en 5 horas. Con el T_{rt} establecido, se asegura que al aplicar la lámina neta, ésta no sobrepasará la infiltración básica del suelo; las 4 horas restantes serán utilizadas para cambio de posición del sistema.

f) Intensidad de riego (I_r):

La I_r fue calculada con la siguiente ecuación:

$$I_r = L_b / T_{rt}$$

Donde: I_r = Intensidad de riego (cm/h)

L_b = Lámina bruta (cm)

T_{rt} = Tiempo de riego por turno (h)

Dentro de éste aspecto, la intensidad de riego es de 0.66 cm/h, la cual será aplicada a los cuatro sectores en los que se divide la comunidad, siendo la intensidad de riego ya establecida menor que el valor más pequeño que la infiltración básica del suelo, es decir, menor que 0.92 cm/h. Con la I_r calculada, no habrán problemas de encharcamiento en ninguno de los sectores de la comunidad.

g) Separación entre aspersores y laterales:

Dentro de este aspecto se tomó en cuenta el área a regar, el intervalo de riego y que la tasa de aplicación sea menor que la infiltración básica del suelo. Luego de varios tanteos entre los distintos espaciamientos de aspersores y laterales, se estableció una separación de 12 metros entre aspersores y 12 metros entre laterales.

Luego de calcular la separación entre aspersores y laterales se calcularon las condiciones de operación del sistema de riego, tomando en cuenta aspectos como los siguientes:

g.1.) Área de riego por día:

Debido a que el sistema operará por 6 días, se dividió el área total dentro de éstos 6 días, obteniéndose un valor de 120,930 m², lo que equivale a 12.10 has de riego por día.

g.2.) Área de riego por turno:

Teniendo un total de 4 turnos diarios y 12.10 has., de riego por día, entonces:

$$\text{Área de riego por turno} = \text{Área de riego por día} / \text{número de turnos diarios.}$$

Con la ecuación anterior se obtuvo un valor de 30,232.50 m² por turno, o sea 3.02 has., de riego por turno.

g.3.) Área regada por lateral:

El área regada por lateral se estableció de la siguiente manera:

Área regada por lateral = $E_l \times$ longitud del terreno a un lado de la principal. (Para este caso, debido a que existe diferente longitud entre laterales, se tomó la de mayor longitud).

Donde: E_l = Espaciamiento entre laterales (m)

Area regada por lateral = 12 m x 105 m

Area regada por lateral = 1,260 m²

g.4.) Número de laterales por turno:

El número de laterales por turno varía dentro de cada parcela de riego en la comunidad, es decir, existirán laterales funcionando en cada una de las parcelas a manera de cubrir el área eficientemente. De tal manera que existen algunas parcelas que operarán con 2 laterales pero la mayoría de ellas lo realizará con 1 lateral. En total existirán 30 laterales funcionando con distinto número de aspersores.

g.5.) Número de aspersores por lateral:

El número de aspersores por lateral será variable, debido a que la longitud del lateral también será variable.

Número de aspersores por lateral = Longitud del lateral/Espaciamiento entre aspersores.

De la ecuación anterior se obtuvieron varios datos, lo cual se debe a la longitud del lateral. El mayor número de aspersores por lateral será de 9 con espaciamiento de 12 metros entre cada uno de ellos, y el menor número será de 5 con 12 metros de espaciamiento entre cada uno. También existirán laterales con 6, 7 u 8 aspersores con el mismo espaciamiento entre cada uno.

h) Caudal del aspersor:

El caudal del aspersor se determinó mediante la ecuación siguiente:

$$Q_a = \frac{E_a \times E_l}{1,000} \times I_r$$

Donde: Q_a = Caudal del aspersor (m³/h)

E_a = Espaciamiento entre aspersores (m)

E_l = Espaciamiento entre laterales (m)

I_r = Intensidad de riego (mm/h)

1000 = Constante para convertir los mm/h a m/h.

El caudal por aspersor es de 0.95 m³/h.

6.11.1. TIPO DE ASPERSOR:

Dentro de este aspecto se consideró que el aspersor a seleccionar debe cumplir con las condiciones ya establecidas. Otro factor importante es el valor de la velocidad del viento, para conocer el porcentaje de entrecruzamiento o traslape entre el diámetro de cobertura entre un aspersor y otro según el siguiente cuadro:

CUADRO 19. Separación entre aspersores y laterales según velocidad del viento (porcentaje de cobertura).

VELOCIDAD DEL VIENTO	SEPARACION ENTRE ASPERSORES Y LATERALES *	
	EN CUADRO Ea = El	EN RECTANGULO Ea El
Sin viento	65%	
6.0 km/h	60%	50% 65%
12.0 km/h	50%	40% 60%
15.0 km/h	40%	40% 50%
Más de 15.0 km/h	30%	30% 40%

* % del diámetro de cobertura.

El tipo de aspersor se seleccionó consultando catálogos de las distintas casas comerciales, obteniéndose de esa manera la siguiente información:

CUADRO 20. Especificaciones técnicas de los aspersores seleccionados, según catálogos comerciales.

MARCA	SERIE O MODELO	BOQUILLA	PRESION	CAUDAL	DIAMETRO
NAAN	427 AG	STD 3mm	3 ATM	1.05 m ³ /h	26 m
COMETAL	Agros-30, 1A545121	3.57 mm x 2.38 mm	2.10 Kg/cm ²	1.00 m ³ /h	26 m
SIME	SILVER	4 mm	3 ATM	1.00 m ³ /h	18 m
NELSON	F 33A	5/32"	40 PSI	1.01 m ³ /h	25 m
SENNINGER	Solid-set. 3012-1 3/4" F	Número 10 5/32"	40 PSI	1.01 m ³ /h	26 m

El cuadro anterior muestra los aspersores que cumplen con las condiciones de selección del aspersor, de tal manera que puede seleccionarse cualquiera de los anteriores según el criterio del ejecutor del proyecto.

El diámetro de mojado del aspersor se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

D_m = Espaciamiento entre aspersores/porcentaje del diámetro de cobertura, o bien;

D_m = Espaciamiento entre laterales/porcentaje del diámetro de cobertura.

Para este caso, el diámetro de mojado es de 20 metros. Ver figura de parcela modelo 29A y figura con esquema de colocación del aspersor 30A

6.12. ANALISIS DE MERCADO:

El análisis de mercado realizado, está en función de lo siguiente:

6.12.1. MERCADOS POTENCIALES EXISTENTES:

Los mercados que ofrecen mejores oportunidades de compra a los productores del lugar son:

A. Mercado municipal de Cuilco: Ubicado a 5 kilómetros de distancia es la primera alternativa para la venta de los productos.

B. Mercado de la terminal de Huehuetenango: Este mercado está ubicado a 70 kilómetros de la comunidad de El Corinto, ofreciendo una mayor posibilidad de venta de los productos, principalmente en los días jueves y domingo donde existe mayor afluencia de compradores.

C. Mercado municipal y de la terminal de Quetzaltenango: En Quetzaltenango se ofrecen las mayores oportunidades de compra de los productos agrícolas de la región, siendo esta una buena oportunidad de venta de los agricultores para con sus productos. Con 160 kilómetros de distancia los productos pueden ser vendidos de una mejor manera que en otros mercados.

D. Otros mercados: También existe la posibilidad de comercializar los productos en otros mercados, tales como el mercado municipal de San Ildefonso Ixtahuacan, el día de plaza de Colotenango, el mercado municipal de San Sebastian Huehuetenango.

6.12.2. SITUACION DE COSTOS DE LOS CULTIVOS CON Y SIN PROYECTO, INGRESOS Y BENEFICIOS:

En los siguientes cuadros se resumen otras características enmarcadas dentro del análisis de mercado.

**CUADRO 21. SITUACIÓN SIN PROYECTO
PROYECTO DE RIEGO EL CORINTO, CUILCO, HUEHUETENANGO.
ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN, PRECIOS, RENDIMIENTOS POR CULTIVO,
COSTOS E INGRESOS TOTALES.**

CULTIVO	COSECHAS	PRECIO C/CL	MANZANA	PRODUCCIÓN POR MZ	PRODUCCIÓN ANUAL	INGRESOS	COSTOS POR MZ	COSTOS TOTALES	INGRESO NETO
MAIZ	1	70	50	35	1750.00	122,500.00	2403.8	120,190.00	2,310.00
FRIJOL	1	300	40	6	240.00	72,000.00	2045.25	81,810.00	-9,810.00
TOTALES						194,500.00		202,000.00	(7,500.00)

Observaciones: Los datos del presente cuadro corresponden a los datos obtenidos por las familias beneficiadas del proyecto.

**CUADRO 22. SITUACIÓN CON PROYECTO
PROYECTO DE RIEGO EL CORINTO, CUILCO, HUEHUETENANGO.
ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN, PRECIOS, RENDIMIENTOS POR CULTIVO,
COSTOS E INGRESOS TOTALES.**

CULTIVO	COSECHAS	PRECIO Unidad	ÁREA MANZANA	PRODUCCIÓN POR MZ	PRODUCCIÓN ANUAL	INGRESOS	COSTOS PR/MZ	COSTOS TOTALES	INGRESO NETO
TOMATE *	2	50	20	785.00	31400.00	1,570,000.00	10902.95	436,118.00	1,133,882.00
CHILE *	2	35	15	600.00	18000.00	630,000.00	9855	295,650.00	334,350.00
AJO	2	60	5	280.00	2800.00	168,000.00	12500	125,000.00	43,000.00
SANDIA **	2	2	10	8700.00	174000.00	348,000.00	7297.25	145,945.00	202,055.00
MANI	2	80	15	20.00	600.00	48,000.00	1500	45,000.00	3,000.00
MAIZ	2	70	14	35.00	980.00	68,600.00	2403.8	67,306.40	1,293.60
FRIJOL	2	300	14	6.00	168.00	50,400.00	2045.25	57,267.00	-6,867.00
TOTALES			93			Q.3,863,000.00		Q.1,172,266.40	Q.1,710,713.60

Observaciones: El área total de proyecto son 93 manzanas, las cuales pueden distribuirse como se indica en el cuadro.

(*) Precios y Rendimiento en caja de 50 lbs.

(**) Precios y Rendimientos en unidad.

6.12.3. CANALES DE DISTRIBUCION Y/O COMERCIALIZACION:

Los principales canales de distribución que se dan en la zona son:

- **Venta directa:** Lo cual consiste en llevar el producto del lugar de producción hasta el mercado, teniendo para ello que pagar fletes para transportar el producto, dicho flete puede variar dependiendo del destino de la venta y de la cantidad de producto.
- **Intermediarios:** Otro aspecto importante lo constituyen los intermediarios, quienes llegan directamente al sitio de producción, compran el producto y lo llevan al mercado, aspecto que puede perjudicar o beneficiar a los productores. Los intermediarios más comunes son aquellos que llegan de la cabecera municipal de Cuilco, de la cabecera municipal de Huehuetenango y los procedentes del municipio de Almolonga. Según los productores, el precio que los intermediarios ofrecen son buenos.
- Hasta el momento no existe ninguna empresa que esté vinculada con los productos del lugar para su comercialización.

6.13. ANALISIS FINANCIERO:

6.13.1. COSTOS DEL PROYECTO:

Para realizar el análisis financiero del proyecto, fue necesario contar con los costos totales del mismo, los cuales se describen a continuación:

CUADRO 23. Estimación de costos del sistema de riego.

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO/UNIDAD	TOTAL
338	Tubos 8" * 80 PSI	165.13	55,813.94
158	Tubos 8" * 100 PSI	319.83	50,533.14
122	Tubos 8" * 125 PSI	497.34	60,675.48
252	Tubos 8" * 160 PSI	549.84	138,559.68
13	Tubos 8" * 200 PSI	671.64	8,731.32
222	Tubos 8" * 250 PSI	923.25	204,961.50
195	Tubos 8" Hierro Galvanizado	2,850.00	555,750.00
15	Válvulas de aire de 2"	212.00	3,180.00
13	Válvulas de drenaje de 4"	2,530.07	35,890.91
28	Codos de 90 * 8"	346.56	9,703.68
95	Codos de 45 * 8"	346.59	32,926.05
13	Tees reductoras de 8" * 4"	376.81	4,898.53
15	Adaptadores hembra de 2"	4.00	60.00
15	Adaptadores macho de 2"	3.80	57.00
15	Reductores de 1" a 1/2"	5.50	85.50
15	Reductores de 2" a 1/2"	6.32	94.80
26	Adaptadores macho de 4"	19.20	499.20
1	Sifón de 2"	20.14	20.14
82	Tubos 3" * 160 PSI	90.21	7,397.22
720	Tubos 2 1/2" * 160 PSI	60.58	43,617.60
9,350	Tubos 2" * 160 PSI	41.36	394,160.80
4,600	Tees reductoras de 2" * 3/4"	11.74	54,004.00
4,600	Tapón macho con rosca de 3/4"	1.43	6,578.00
6	Abrazadera de 3"	33.87	203.22
6	Uniones de 3"	12.49	74.94
16	Reductores de 8" * 4"	314.45	5,031.20
8	Cruces de 8"	2,093.63	16,749.04
32	Uniones de 4"	16.32	522.24
27	Reductores de 3" * 2 1/2"	12.88	347.76
18	Abrazadera de 4"	40.77	733.86
18	Reductores de 4" * 3"	34.02	612.36
3	Codos de 90 * 3"	22.04	66.12
9	Válvulas de paso de 8"	7,669.30	69,023.70
3	Válvulas de paso de 3"	845.90	2,537.70
30	Válvulas de paso de 2 1/2"	388.80	10,134.00
180	Aspersores NELSON F-33	143.00	25,740.00
4,600	Elevadores * 3/4"	25.00	115,000.00
11	Válvulas reguladores de presión de 3"	1,937.00	21,307.00
13	Abrazaderas de 2"	28.84	374.92
13	Reductores de 2" a 3/4"	4.13	53.69
13	Codos de 90 * 3/4"	1.03	13.39
7	Tubos 3/4" * 250 PSI	12.07	84.49
13	Llaves de chorro de bronce * 3/4"	24.80	323.18
14	Galones de cemento solvente	225.46	3,156.44

CONSTRUCCIONES:

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
DETALLES ESTRUCTURALES

PASO DE ZANJON TIPO C

MATERIAL	CANTIDAD	UNITARIO	SUBTOTAL
▪ Cemento	60.00	30.00	1,800.00
▪ Arena de río	5.00	60.00	300.00
▪ Piedrín de ¾"	8.00	130.00	1040.00
▪ Hierro No. 4	3.00	140.00	420.00
▪ Hierro No. 3	2.00	140.00	280.00
▪ Hierro No. 2	2.50	130.00	325.00
▪ Alambre amarre	48.00	2.75	132.00
▪ Clavo de 2"	8.00	3.00	24.00
▪ Clavo de 3"	8.00	3.00	24.00
▪ Madera 1"*12"*10'	35.00	30.00	1050.00
TOTAL =			Q5,395.00

CAJA DESARENADORA

MATERIAL	CANTIDAD	UNITARIO	SUBTOTAL
▪ Cemento	30.00	30.00	900.00
▪ Arena de río	3.00	60.00	180.00
▪ Piedrín de ¾"	3.50	130.00	455.00
▪ Hierro No. 3	4.00	140.00	560.00
▪ Alambre de amarre	7.00	2.75	19.25
▪ Clavo de 2"	5.00	3.00	15.00
▪ Clavo de 3"	4.00	3.00	12.00
▪ Madera 1"*12"*10'			900.00
▪ 1 docena de regla de ½"*3"*10'			300.00
TOTAL =			Q3,341.25

MURO DE CONTENCIÓN

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>UNITARIO</u>	<u>SUBTOTAL</u>
▪ Cemento	70.00	30.00	2100.00
▪ Arena de río	15.00	60.00	900.00
▪ Piedra bola	50.00	75.00	3750.00
▪ Hierro No. 3	5.00	140.00	700.00
▪ Alambre de amarre	3.00	2.75	8.25
▪ Clavo de 2"	5.00	3.00	15.00
▪ Clavo de 3"	4.00	3.00	12.00
▪ Madera de 1"*12"*10'			800.00
TOTAL =			Q8,285.25

CAJA DE CAPTACION

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>UNITARIO</u>	<u>SUBTOTAL</u>
▪ Cemento	7.00	30.00	210.00
▪ Arena de río	0.75	60.00	45.00
▪ Piedrín de ¾"	1.00	130.00	130.00
▪ Hierro No. 3	1.00	140.00	140.00
▪ Alambre de amarre	4.00	2.75	11.00
▪ Clavo de 2"	2.00	3.00	6.00
▪ Clavo de 3"	2.00	3.00	6.00
▪ Madera de 1"*12"*10'			200.00
TOTAL =			Q 748.00

CAJA VALVULA DE AIRE

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>UNITARIO</u>	<u>SUBTOTAL</u>
▪ Cemento	8.00	30.00	240.00
▪ Arena de río	2.00	60.00	120.00
▪ Piedra bola	1.50	75.00	112.50
▪ Piedrín de 3/4"	1.00	140.00	140.00
▪ Alambre de amarre	7.00	2.75	19.25
▪ Clavo de 2"	3.00	3.00	9.00
▪ Clavo de 3"	3.00	3.00	9.00
▪ Madera de 1"*12"*10'			450.00
TOTAL = Q			1,099.75

1.099.75 * 15 Cajas para válvulas de aire = Q16,496.25

CAJA VALVULA DE LIMPIEZA

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>UNITARIO</u>	<u>SUBTOTAL</u>
▪ Cemento	7.50	30.00	225.00
▪ Arena de río	2.00	60.00	120.00
▪ Piedra bola	1.50	75.00	112.50
▪ Piedrín 3/4"	1.00	140.00	140.00
▪ Alambre de amarre	7.00	2.75	19.25
▪ Clavo de 2"	3.00	3.00	9.00
▪ Clavo de 3"	3.00	3.00	9.00
▪ Madera de 1"*12"*10'			450.00
TOTAL = Q			1,084.75

1.084.75 * 13 Cajas para válvula de limpieza = Q 14,101.75

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 200 M³

MATERIAL	CANTIDAD	UNITARIO	SUBTOTAL
▪ Cemento	950.00	30.00	28500.00
▪ Arena de río	200.00	60.00	12000.00
▪ Piedrín de ¾"	30.00	130.00	3900.00
▪ Piedra bola	150.00	75.00	11250.00
▪ Alambre de amarre	125.00	2.75	343.75
▪ Hierro No. 4	50.00	140.00	7000.00
▪ Hierro No. 3	30.00	140.00	4200.00
▪ Clavo de 2"	7.00	2.00	14.00
▪ Clavo de 3"	7.00	2.00	14.00
▪ Madera de 1"*12"*10"			800.00
TOTAL =			Q 68,021.75

CAJA ROMPE PRESION 10 M³

MATERIAL	CANTIDAD	UNITARIO	SUBTOTAL
• Piedra bola	10.00	75.00	750.00
• Cemento	75.00	30.00	2250.00
• Arena de río	15.00	60.00	900.00
• Piedrín ¾"	5.00	130.00	650.00
• Hierro No. 4	4.00	140.00	560.00
• Hierro No. 3	3.00	140.00	420.00
• Alambre de amarre	10.00	2.75	27.50
• Clavo de 3"	2.00	2.00	4.00
• Madera de 1"*12"*10"			200.00
TOTAL =			Q 5,761.00

PASO AEREO

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>UNITARIO</u>	<u>SUBTOTAL</u>
▪ Cemento	40.00	30.00	1200.00
▪ Arena de río	7.00	60.00	420.00
▪ Piedrín de ¾"	7.00	130.00	910.00
▪ Hierro No. 4	5.00	140.00	700.00
▪ Hierro No. 3	4.00	140.00	560.00
▪ Alambre de amarre	15.00	2.75	41.25
▪ Piedra bola	5.50	75.00	412.50
▪ Cable de acero			
Galvanizado 3/8	80.00	30.00	2400.00
TOTAL = Q			6,643.75

6,643.75 * 14 pasos aéreos = Q 93,012.50 (sin tubería de hg)

NOTA:

- Para arena, piedrín, piedra bola, la unidad de medida es metro cúbico.
- Para cemento, la unidad de medida es sacos.
- Para hierro, la unidad de medida es quintal.
- Para alambre y clavos, la unidad de medida es libras.
- Para el cable de acero galvanizado, la unidad de medida es metro lineal.
- Para madera, el precio es global.

6.13.2. FLUJO DE FONDOS:

El siguiente enunciado representa los flujos netos del proyecto. Los beneficios brutos del mismo resultan de la diferencia entre los beneficios netos agrícolas con el proyecto y los beneficios agrícolas sin proyecto.

Los costos totales comprenden los costos de inversión con operación y mantenimiento del proyecto.

El siguiente cuadro muestra además el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio costo del proyecto en relación a los costos calculados.

CUADRO 24. Flujo de fondos del proyecto en quetzales.

PROYECTO DE MINIRIEGO
Caserio El Corinto, Ixmoqui,
Cuilco, Huehuetenango
INDICADORES DE RENTABILIDAD

Año	Beneficios del Proyecto	Costos de Operación	Beneficios Netos	Factor de Descuento	Flujos Netos Descontados
0	(2,155,450.49)	0.00	(2,155,450.49)	1.000	(2,155,450.49)
1	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.806	1,365,527.10
2	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.650	1,101,231.53
3	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.524	888,089.94
4	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.423	716,201.57
5	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.341	577,581.91
6	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.275	465,791.86
7	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.222	375,638.60
8	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.179	302,934.35
9	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.144	244,301.90
10	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.116	197,017.66
11	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.094	158,885.21
12	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.076	128,133.23
13	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.061	103,333.25
14	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.049	83,333.27
15	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.040	67,204.25
16	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.032	54,196.97
17	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.026	43,707.24
18	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.021	35,247.77
19	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.017	28,425.62
20	1,703,213.60	9,960.00	1,693,253.60	0.014	23,058.73
VAN					4,804,391.48
TIR					79%
Relación B/C					3:23

6.13.3. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA:**DEL CULTIVO:**

Cultivo:	Hortalizas (Tomate)
Ciclo vegetativo:	90 días
Siembra:	Variable, dependiendo de la fecha de siembra
Cosecha:	Variable, dependiendo de la fecha de siembra
Profundidad radicular:	0.5 m
Altura media:	1 m
Evapotranspiración diaria máxima:	4.74 mm/día

DEL RIEGO:

Lámina de riego neta:	3.05 cm
Lámina de riego bruta:	3.59 cm
Intervalo de riego crítico:	6 días
Mes crítico:	Mayo
Número de riegos/ciclo:	Variable, dependiendo de las fechas de siembra de los cultivos
Tiempo de riego diario:	20 h
Número de turnos/día:	4 turnos
Tiempo de riego/turno:	5 h
Tiempo para cambio de posiciones:	1 h
Infiltración básica:	0.92 cm/h
Intensidad de riego:	0.66 cm/h

ASPERSORES: (Especificaciones según catálogos comerciales)**MARCA NAAN:**

Serie o modelo:	427 AG
Presión:	3 Atm
Boquilla:	STD 3mm
Caudal:	1.05 m ³ /h (4.63 GPM)
Diámetro de cobertura:	26 m
Traslape entre aspersores:	60%
Separación entre aspersores:	12 m

MARCA COMETAL:

Serie o modelo:	Agros-30, 1A545121
Presión:	2.10 Kg/cm ²
Boquillas:	3.57 mm x 2.38 mm
Caudal:	1.00 m ³ /h (4.40 GPM)
Diámetro de cobertura:	26 m
Traslape entre aspersores:	60%
Separación entre aspersores:	12 m

MARCA SIME:

Serie o modelo:	SILVER
Presión:	3 Atm
Boquilla:	4 mm
Caudal:	1.00 m ³ /h (4.40 GPM)
Diámetro de cobertura:	18 m
Traslape entre aspersores:	60%
Separación entre aspersores:	12 m

MARCA NELSON:

Serie o modelo:	F33A
Presión:	40 PSI
Boquilla:	5/32"
Caudal:	1.01 m ³ /h (4.45 GPM)
Diámetro de cobertura:	25 m
Traslape entre aspersores:	60%
Separación entre aspersores:	12 m

MARCA SENNINGER:

Serie o modelo:	Solid-set. 3012-1 3/4" F
Presión:	40 PSI
Boquilla:	Número 10 5/32"
Caudal:	1.01 m ³ /h (4.45 GPM)
Diámetro de cobertura:	26 m
Traslape entre aspersores:	60%
Separación entre aspersores:	12 m

- Puede seleccionarse cualquiera de los aspersores señalados, cada uno de ellos reúne las características de diseño.

LATERALES:

Diámetro de tubería:	2 pulgadas (50.8 mm)
Material:	PVC
Separación entre laterales:	12 m
Longitud:	105 m (longitud máxima)
Area/lateral:	1,260 m ²

PRINCIPAL:

Diámetro:	8 Pulgadas (203.2 mm)
Material:	PVC
Longitud:	2,665.05 m (dentro del área de riego)

DE OPERACIÓN:

Area total de riego:	65.30 hectáreas
Area de riego/día:	12.10 hectáreas
Area de riego/turno:	3.02 hectáreas
Número de laterales/turno:	30
Número de aspersores/turno:	178
Caudal por lateral:	Variable, desde 4.75 hasta 8.55 m ³ /h dependiendo del número de aspersores por lateral.
Caudal a derivar:	195.36 m ³ /h
Carga requerida a la entrada del Lateral:	35.66 m
Carga hidráulica disponible:	40.61 m (mínimo)

6.14. EVALUACION DE IMPACTO DEL PROYECTO:**6.14.1. EVALUACION DE COMPONENTES SOCIOECONOMICOS:****A. INGRESO MENSUAL:**

Se llegó a determinar que el ingreso mensual promedio para cada una de las familias de la comunidad de El Corinto es de Q300.00 mensuales.

B. SERVICIOS CON QUE CUENTA LA COMUNIDAD:

Los pobladores de El Corinto, cuentan con una cobertura de servicios básicos para subsistir, siendo éstos: Agua potable, energía eléctrica, letrinas, caminos comunales para vehículo liviano; dentro del área que ocupa la comunidad se encuentra la escuela primaria de Ixmulej, y aunque no es de la comunidad todos los cursantes de primaria acuden a tal centro de estudios.

C. CALIDAD DE VIVIENDA:

Principalmente el tipo de vivienda que se encuentra en la comunidad es aquella que cuenta con paredes de adobe y techo de lámina, piso de tierra y muy rara vez con torta de cemento. La vivienda cuenta con dos apartados, uno que es utilizado para cocina y otro para dormitorio, existiendo un hacimiento de 5 personas por familia en promedio.

D. CARACTERISTICAS DE LA COMUNIDAD:

Según censo realizado en el mes de Noviembre de 1,998, la población se establece de la siguiente manera:

EDAD (años)	SEXO		TOTAL
	MASCULINO	FEMENINO	
1 - 3	12	8	20
4 - 8	22	18	40
9 - 15	14	26	40
16 - 20	14	23	37
21 - 30	11	10	21
31 - 40	7	11	18
41 - 50	9	13	22
51 - 65	10	11	21
66 - 82	3	1	4

De los datos anteriores se obtiene un total de 102 personas del sexo masculino y 121 de sexo femenino, lo que da un gran total de 223 personas que habitan la comunidad de El Corinto, misma cifra de beneficiarios del proyecto de mini-riego.

La comunidad está catalogada como Caserío, donde su actividad principal es la agricultura.

6.14.2. EVALUACION DE COMPONENTES INSTITUCIONALES:

A. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO:

La comunidad de El Corinto, está organizada en un comité denominado comité y crédito agrícola de mini-riego, dicho comité se llamará Asociación de usuarios de la unidad de mini-riego de el caserío El Corinto, Cuilco. La ahora llamada Asociación fijó una cuota mensual de Q5.00 por cada propietario de terreno a ser irrigado según consenso de toda la comunidad, dicho fondo será utilizado para el mantenimiento y operación del sistema. Por otro lado, según acuerdo comunitario se sancionará con una multa de Q50.00 a aquella persona que se encuentre regando fuera de su turno de riego, así como también a quien haya averiado algún componente del sistema de mini-riego. Además, la institución financiante apoyará directa o indirectamente en la capacitación y asistencia técnica del proyecto.

B. CAPACITACION:

La institución financiante o la empresa ejecutora deberá capacitar a los usuarios del sistema para el mantenimiento del mismo, algunos puntos sugeridos de capacitación son los siguientes:

- Definición del sistema de mini-riego.
- Tipo de mini-riego.
- Beneficios del riego programado.
- Protección de acuíferos y cuencas.
- Aforo de pozos y vertientes.
- Calendarios de riego (que son y como funcionan).
- Tipos de aspersores (calibración y graduación).
- Programación del uso del agua.
- Lámina de riego.
- Textura y estructura del suelo.
- Permeabilidad.
- Período y duración del riego.
- Fertilidad del riego.
- Reparación y mantenimiento.
- Herramientas necesarias y su uso correcto.
- Equipo mínimo necesario y su uso correcto.
- Identificación de líderes y detección de habilidades.

- Establecimiento de comités de mini-riego.
- Capacitación de líderes (enfoque a fontanería).
- Establecimiento de cuotas y administración de recursos económicos.
- Principios de horticultura y fruticultura.
- Establecimiento de parcela modelo.
- Principios de comercialización y mercadeo.

6.14.3. EVALUACION DE COMPONENTES AMBIENTALES:

Para estimar el impacto que causará al ambiente la ejecución de las diversas actividades que conlleva el proyecto, se tomaron en cuenta en forma analítica las actividades que se llevarán a cabo con el mismo y su efecto parcial o total, sobre los distintos componentes del ambiente, de tal manera que se proyecta el efecto positivo y/o negativo sobre las variables ambientales y se balancean a efecto de mensurar un impacto total sobre el ambiente.

A. COMPONENTES AMBIENTALES DE IMPACTO NEGATIVO:

- Con la ejecución del proyecto se prevee una contaminación de agua superficial, es decir, contaminación de la fuente de agua que abastecerá el proyecto por la posible utilización de productos químicos; además, la disponibilidad de dicha fuente se reducirá desde el lugar de la captación en adelante por la falta de la misma en su corriente natural, llevando con ello una disminución de la fauna por la disminución del caudal (Se reducirá el caudal ecológico).
- También se tomó en cuenta el impacto sobre la cantidad y calidad de biomasa de bosque, debido a la disminución de la cobertura vegetal por remoción de la misma, lo cual será únicamente en los lugares donde pasará la tubería de conducción de agua.
- Con lo anterior, también se desencadena la erosión del suelo, debido a que dicho recurso quedará desprovisto de vegetación y a la intemperie de la degradación del mismo por agentes como el viento, el agua y el hombre.
- Producción de basuras y otros desechos debido a la ejecución del proyecto y su mantenimiento antes, durante y después de su vida útil así como por la adopción de una agricultura intensiva.
- La contaminación del suelo se verá afectada debido a la degradación del proyecto, con lo cual se alterará la microflora y microfauna del mismo, principalmente en aquellos lugares por donde pasará el proyecto, debido a la infiltración y arrastre de agroquímicos.

B. MEDIDAS DE MITIGACION:

Una medida general para mitigar los efectos negativos a causar sobre el ambiente, lo constituye el desarrollo de un componente de capacitación y asistencia técnica; el cual deberá de cumplirse en su totalidad a efecto de que los comunitarios noten la diferencia entre la tecnología típica y una adecuada transferencia de tecnología. La cual tendrá el objetivo de reducir esfuerzos y costos, así como aumentar los niveles productivos y los precios de venta. Lo anterior se enmarca dentro de la educación sanitaria y la capacitación en uso, operación y mantenimiento del sistema.

Será necesario la protección de las obras de infraestructura hidráulica y la adecuada ubicación y tamaño de las mismas para disminuir el impacto sobre el paisaje natural. El acondicionamiento y recolección de basuras será de vital importancia para evitar la contaminación del aire, del suelo y del agua.

Así también, el control y vigilancia constante sobre la calidad del agua será necesario para implementar alguna desinfección o tratamiento sobre dicho recurso.

Será necesaria la reforestación de áreas claves o críticas como la fuente de agua, terrenos con gran pendiente y aquellos lugares donde será necesario la tala de árboles a manera de llevar a cabo el proyecto. Se deberá realizar un aprovechamiento de las especies maderables, a efecto de no perder todo el recurso; además, es necesario hacer conciencia en los agricultores de la importancia de la conservación de suelos.

C. PARAMETROS PARA MEDICION DE IMPACTO:

En el aspecto social, el proyecto es positivo ya que genera la necesidad de invertir en jornales, lo que representa el incremento de fuentes de empleo y la necesidad de los beneficiarios de permanecer en sus comunidades para atender sus proyectos y cultivos. Esto disminuye la necesidad de migrar en búsqueda de trabajo hacia territorio mexicano o hacia otros departamentos de Guatemala, especialmente la costa sur.

Durante la ejecución del proyecto se generará empleo para la culminación del mismo, ya sea para mano de obra calificada como para técnicos y profesionales relacionados con el mismo, así como también para mano de obra no calificada, con lo cual tendrán una entrada monetaria por la labor que realizarán.

6.15. ORGANIZACIÓN DE LOS USUARIOS DEL RIEGO, LA ASOCIACION Y ASAMBLEA GENERAL:

Los habitantes de El Corinto vieron la necesidad de pedir ayuda a instituciones financiadas para mejorar su nivel de vida, siendo la actividad principal la agricultura. Debido a la deficiencia en cuanto a la utilización del recurso agua, el terreno sembrado durante la época de estiaje es menor al 50% del total de terreno cultivable, siendo el mismo utilizado y explotado completamente durante la época lluviosa. Por tal motivo se integró un comité denominado Comité y Crédito Agrícola de El Corinto, con el fin poder resolver

con ayuda externa sus necesidades prioritarias. Tal comité posteriormente será convertido en una asociación que velará por el bienestar de los habitantes en cuanto a la agricultura se refiere.

La asociación estará integrada por todos aquellos agricultores que sean beneficiarios directos del proyecto de mini-riego, entendiéndose como tales a las personas que hayan solicitado la construcción del proyecto.

La asociación automáticamente se constituye en asamblea general quien será el máximo organismo de la misma y que entre otras obligaciones y derechos deberá: Elegir a los miembros que integrarán la junta directiva; conocer y tomar las decisiones adecuadas para resolver los asuntos relacionados con el sistema de riego, mismo que a juicio de la junta directiva deben ser resueltos en sesión general. Todo lo que se trate en asamblea general deberá quedar debidamente registrado en el libro de actas de la asociación. Dicho libro deberá estar autorizado por la autoridad competente del municipio de Cuilco.

6.15.1. NORMAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DISEÑADO:

Fue necesario que para la operación y mantenimiento del sistema de mini-riego se llevara a cabo una reunión con todos los beneficiarios del proyecto, de tal manera que todos estuvieran de acuerdo a lo estipulado dentro del reglamento que regirá el proyecto, destacándose los siguientes puntos:

A. NORMAS DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA:

- Se reconoce que el uso del agua del sistema tendrá primordialmente fines agrícolas, los usos domésticos se consideran como de segundo orden siempre y cuando la fuente de agua tenga capacidad para suplir estas últimas necesidades.
- Cualquier usuario podrá regar su parcela, siempre y cuando se ajuste al calendario de riego.
- Los usuarios no podrán hacer ninguna modificación en el sistema sin el conocimiento de la Junta Directiva y ésta, a su vez deberá informar al técnico específico de mini-riego para que sea él quien determine si procede o no a dicho cambio.
- El calendario de riego elaborado deberá ser respetado según su horas y fechas por todos los usuarios. El usuario que no respete el calendario de riego por cualquier motivo, perderá su turno y no tendrá derecho a reclamar daños en sus cultivos por falta de agua.
- Por deterioro o descompostura del equipo de riego cualquier usuario podrá comprar individualmente o en conjunto su equipo, el cual deberá estar comprendido dentro de las especificaciones que se indican en el

presente documento. En ningún caso, el equipo deberá ser diferente al del diseño establecido o de lo recomendado.

- Deberá nombrarse un comité o juez de agua que velará por el cumplimiento del calendario de riego y el buen manejo de todos los equipos, debiendo reportar inmediatamente a la asamblea general cualquier anomalía para que esta decida las acciones a tomar.
- La asamblea general deberá elegir a las personas necesarias y convenientes para que asistan al curso de capacitación que para el efecto se realizará con el objeto de enseñarles la buena operación y mantenimiento del sistema, así como la forma adecuada de llevar los diferentes registros del sistema. Estas personas posteriormente, se desempeñarán como jueces de agua en turnos diarios, semanales, mensuales o anuales según lo determine la asamblea general.
- El pago por los servicios que preste el juez de agua, lo determinará la asamblea general.
- En ningún momento los usuarios podrán utilizar otro aspersor fuera del que esté autorizado por el técnico específico de mini-riego o en el presente documento.

B. NORMAS PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA:

En lo que concierne al equipo y del sistema de conducción y distribución del agua se acordó lo siguiente:

- En caso de derrumbes o desperfectos producidos por fenómenos naturales o situaciones de fuerza mayor, todos los usuarios colaborarán en despejarlos y proceder a repararlos. Esta responsabilidad será compartida en jornales y partes iguales por todos los usuarios sin devengar ningún salario. El usuario no tiene derecho a reclamo alguno cuando por éste motivo sea suspendido el servicio de entrega de agua.
- Es atribución del juez de agua, realizar periódicamente, un recorrido por todo el sistema con el fin de chequear desde la fuente de agua, el resto del sistema de conducción y distribución. Esta actividad debe completarse por todo el año y ejecutarse una vez por semana o cuando se presente algún problema, debiendo reportar los daños en el sistema en forma inmediata a la junta directiva.

En lo que corresponde al área de riego, se acordó lo siguiente:

- Los terrenos propiedad de los usuarios del sistema deberán estar comprometidos a reforestar las áreas de su propiedad que por la pendiente del terreno no tengan vocación agrícola para cultivos limpios.

En lo que se respecta a la amortización y fondos se estableció lo siguiente:

- Se estipulará una cuota mensual fija para cada dueño de terreno a ser irrigado, la cual consiste en Q5.00, con el objeto de contar con los fondos necesarios que servirán para sufragar los gastos de cualquier reparación y mantenimiento del sistema.

- Aquellas personas que hagan uso del recurso agua fuera de su turno de riego así como también a quien se le encuentre en situación de destrucción parcial del sistema se le impondrá una multa de Q50.00 por lo ocasionado.
- La asamblea general de usuarios será quien nombre a dos personas para que procedan a la revisión periódica del manejo de los fondos por parte de la junta directiva. En todo caso, la asamblea general será quien de la aprobación final de cualquier gasto necesario para mejorar y/o mantener en buen estado de operación el sistema de mini-riego.

6.15.2. REGLAMENTO DEL SISTEMA:

A. DERECHOS FUNDAMENTALES DE LOS USUARIOS:

- Recibir en su predio o terreno inscrito bajo riego, la cantidad de agua que previamente se le ha asignado de acuerdo con el diseño del sistema.
- Ejercer la facultad de elegir y ser electo para ocupar algún cargo en la Junta Directiva.
- Solicitar se le explique el presente reglamento, a fin de que sea fácil su aplicación y observancia.
- Efectuar ante la junta directiva, las reclamaciones que considere necesarias cuando crea que se le han violado sus derechos o cuando surja algún otro problema relacionado con la operación y mantenimiento del sistema de mini-riego.
- Solicitar la intervención de la junta directiva para gestionar asistencia técnica ante las entidades oficiales, privadas o gremiales, capaces de prestar servicios de asesoría y asistencia técnica, en aspectos tales como: Análisis de suelos, uso de fertilizantes y semillas mejoradas, pesticidas, sanidad vegetal y animal, etc.

B. OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS:

- Asistir a las reuniones mensuales y a las de carácter especial que sean convocadas por la Junta Directiva.
- Cumplir con las normas establecidas anteriormente.
- Respetar los turnos y frecuencia de riego de acuerdo a la calendarización establecida en el diseño del sistema.
- Estar al día en sus pagos ante la junta directiva por la mensualidad acordada y las sanciones que le sean impuestas.
- Cumplir con cualquier otro deber emanado internamente ya sea de la asamblea general o de la Junta Directiva.

6.16. ASPECTOS LEGALES:

Los aspectos legales considerados para la realización del proyecto fueron los siguientes:

- **Derechos de paso:** Debido a que los lugares donde pasará la línea de conducción o tubería de conducción está en manos de personas ajenas a la situación del proyecto, se registró en acta el derecho de paso de tubería en los terrenos ya considerados, con la situación de proveer cierta cantidad de agua a los propietarios de terrenos con el fin de solventar algunas exigencias hídricas, especialmente agua para potreros y ganado. El agua para aquellas personas que dieron derecho de paso será entregada únicamente los días domingo debido a que es el día de paro o descanso del sistema de riego.
- **Derechos de construcción de obras de infraestructura hidráulica:** Para la construcción de obras como captación, pasos aéreos, etc., se necesitó tener en acta los derechos para la construcción de las mismas, situación que está solventada tanto por la municipalidad como por los propietarios de terrenos donde será necesario hacer uso de concreto y hierro.
- **Documentos de propiedad de los terrenos:** La institución financiante para la ejecución del proyecto requiere además los documentos de propiedad de los terrenos, esto con el fin de evitar problemas afines a la situación. Dichos documentos fueron entregados en orden y en su totalidad.
- **Derechos sobre fuentes de agua:** La fuente de agua lo constituye el río Chapalá, y por tal motivo fue sumamente necesario contar con documentos donde testifican el derecho sobre cierto caudal de la misma. Lo anterior para evitar problemas con personas ajenas al proyecto y que pudiesen reclamar en determinado momento la fuente de agua.

7. CONCLUSIONES

1. El sistema de riego será de tipo fijo con tubería de PVC bajo la superficie del suelo, saliendo del mismo únicamente los elevadores que tendrán los aspersores; dichos aspersores deberán ser de metal preferentemente debido al uso intensivo.
2. El sistema de riego diseñado está en base en las características agronómicas e hidráulicas que fueron necesarias tomar en cuenta para planificar dicho trabajo.
3. El área a regar será de 65.30 has., existiendo agua disponible suficiente para cubrir el área potencialmente regable.
4. El monto del proyecto asciende a un total de Q2,155,450.49, con lo cual se prevé un ingreso neto con proyecto de Q1,710,713.60, siendo actualmente el ingreso neto de los agricultores sin proyecto de Q7,500.00
5. Con la ejecución del sistema de riego, serán beneficiadas directamente 223 personas.
6. Potencialmente se establece que el nivel productivo será aumentado, así como el ingreso económico de la zona, debido a los indicadores económicos como el valor actual neto de 4,804,391.48, la tasa interna de retorno de 79% y la relación beneficio costo de 3.32:1.

8. RECOMENDACIONES

1. Utilizar eficientemente los recursos disponibles, especialmente lo que se refiere a la fuente de agua, área boscosa y el recurso suelo.
2. Dar mantenimiento periódico al sistema de riego.
3. Proporcionar a los usuarios las nociones básicas de operación y mantenimiento del sistema de riego, y aplicar el reglamento de riego para evitar anarquía en el uso del agua.
4. Evaluar constantemente la uniformidad de aplicación del agua del sistema de riego para hacerle mejoras al mismo.
5. Evitar la utilización excesiva de productos químicos.
6. Crear un sistema de rotación de cultivos para conservar de una mejor manera el recurso suelo.
7. Dadas las características de la zona, realizar estudios para la producción de cultivos frutales como mango, zapote y cítricos.
8. Establecer curvas de producción de los diferentes cultivos en base a la rentabilidad de cada uno de los mismos luego de ser implementado el sistema de riego.
9. Crear un plan de reforestación con especies del lugar para la protección de suelos y acuíferos.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ CISNEROS, E. A. 1981. Estudio y diseño para la introducción de riego por aspersión en la aldea Patzaj. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 74 p.
2. CABRERA CRUZ, R. O. 1984. Estudio y diseño para la implementación de riego por aspersión en la aldea los Tecomates, Palencia, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
3. CRUZ S., J. R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. 42 p.
4. GOMEZ CRUZ, C. A. 1983. Estudio de introducción y diseño de riego por aspersión para la aldea Marajuma, Morazán, El Progreso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 89 p.
5. GRASSI, C. J. 1975. Estimación de los usos consuntivos y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos. Mérida, Venezuela, CIDIAT. 88 p.
6. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1983. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja cartográfica Cuilco no. 1862-III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
7. GUIA DE estudio del curso identificación y formulación de proyectos forestales participativos. 1998. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 130 p.
8. LOPEZ RODRIGUEZ, M. N. 1998. Diagnóstico general de la situación agrícola y socioeconómica del municipio de Cuilco, Huehuetenango. Guatemala, Programa de Desarrollo Humano Sostenible a Nivel Local. 77 p.
9. MANUAL DE riego por aspersión. 1982. Venezuela, CIDIAT. 135 p.
10. MOYA TALENS, J. A. 1998. Riego localizado y fertirrigación. 2 ed. Madrid, Mundi-Prensa. 392 p.
11. PEÑA PEÑA, E. et al. 1979. Funcionamiento hidráulico diseño y evaluación de sistemas de riego por goteo. Durango, México, CENAMAR. 161 p.
12. PLANIFICACION DE riego. 1997. Estado de Israel, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 21 p.
13. RAZURI, R., L. 1988. Riego por goteo. Mérida, Venezuela, CIDIAT. 167 p.
14. RODRIGO LOPEZ, J. et al. 1997. Riego localizado. 2 ed. Madrid, Mundi-Prensa. 405 p.

15. ROMERO ORELLANA, F. R. 1998. Determinación de las áreas actualmente regadas y potencialmente regables, con fines de diseño de un sistema de riego en la cuenca del río Itzapa, San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 61 p.
16. SANDOVAL ILLESCAS, J. E. 1977. Diseño de dos sistemas de riego (aspersión y goteo) para el campo experimental de la Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 72 p.
17. -----, 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 345 p.
18. SANTA OLALLA MAÑAS, F. M. DE.; JUAN VALERO, J. A. DE, 1993. Agronomía del riego. Madrid, España, Mundi-Prensa. 732 p.
19. TARJUELO MARTIN-BENITO, J. M. 1995. El riego por aspersión y su tecnología. Madrid, España, Mundi-Prensa. 491 p.
20. WHITERS, B.; VIPOND, S. 1978. El riego, diseño y práctica. México, Diana. 350 p.

Vo. Bo.
S. Olalla



10. APENDICES

SUELOS SALINOS Y SÓDICOS

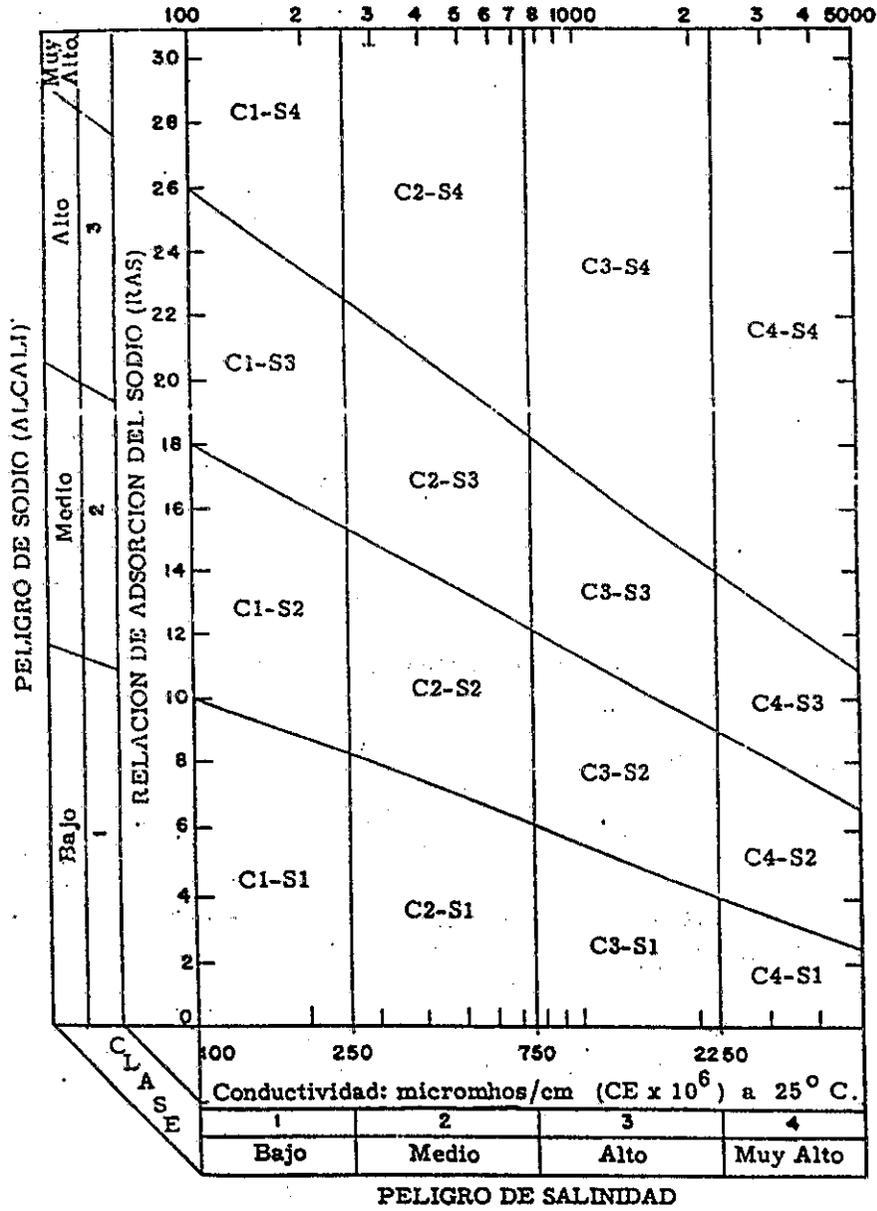


FIGURA 10A. Diagrama para la clasificación de aguas para riego



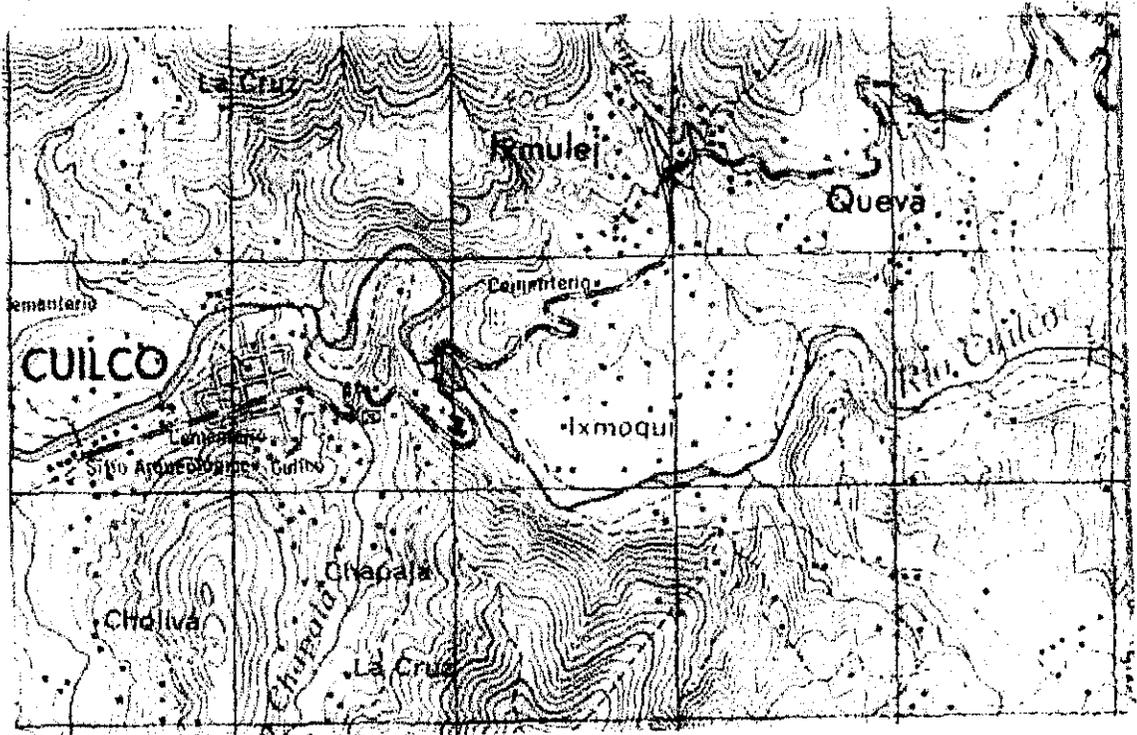


FIGURA 12A. Localización cartográfica del área de diseño de riego.



FIGURA 13A. Fotografía aérea del área de diseño de riego.



FIGURA 14A Vista parcial de la fuente de agua.

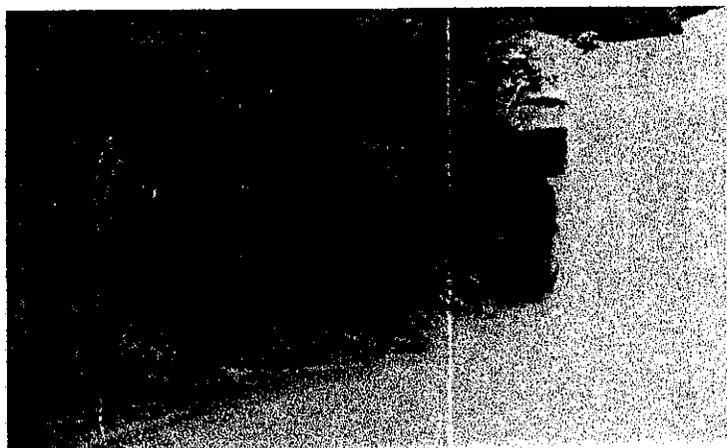


FIGURA 15A Vista parcial de la fuente de agua de donde se derivará el caudal para el área de riego



FIGURA 16A. Vista parcial de la fuente de agua.



FIGURA 17A. Vista panorámica de la trayectoria de la línea de conducción

FIGURA 18A. Vista parcial de la trayectoria de la línea de conducción y terrenos de los beneficiarios del proyecto.

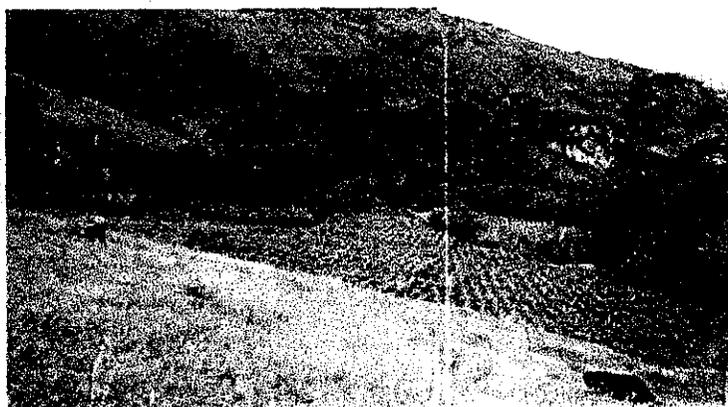


FIGURA 19A. Vista panorámica parcial del área de diseño de riego.

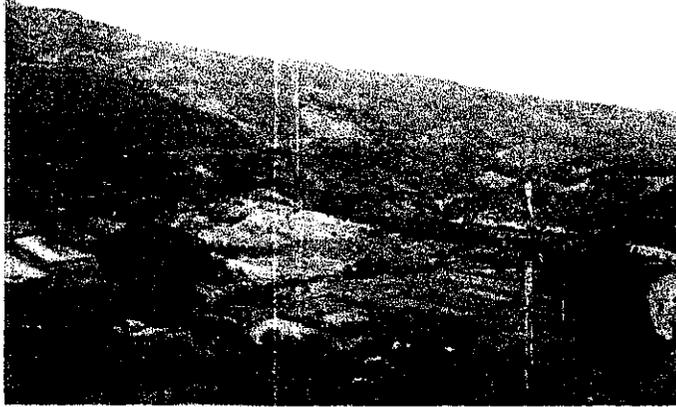


FIGURA 20A. Vista parcial del área actualmente regada y potencialmente regable.

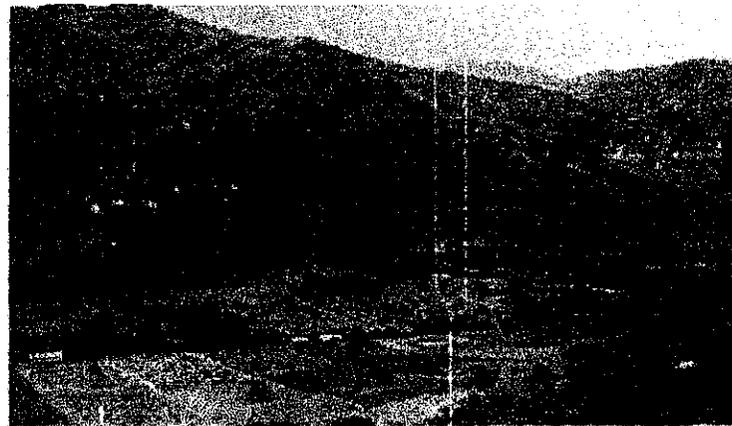


Figura 21A. Vista parcial del área actualmente regada.

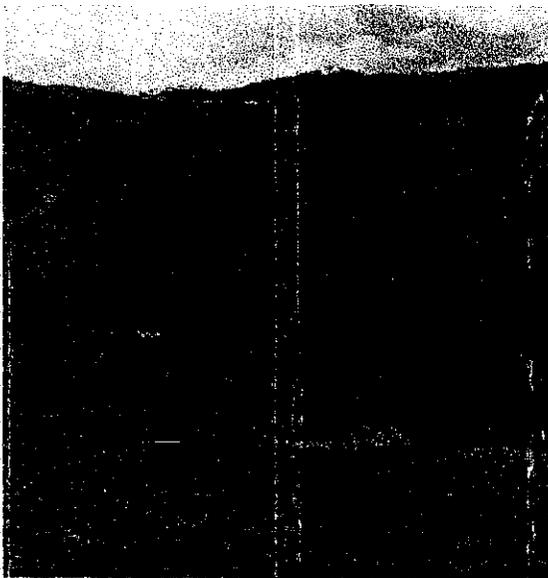


FIGURA 22A. Vista parcial del área potencialmente regable.

CUADRO 25A. Ficha de información básica de cada beneficiario de mini-riego

Nombre del Jefe de Familia	Número de Personas en su Familia	Edades de los miembros de la familia	Cuántos miembros de la familia trabajan	Qué trabajos desempeñan	Ingreso promedio mensual de la familia
Datos sobre la vivienda (seleccionar el número y colocarlo en el cuadro, si escoge otro, especifique)	Material de Techo 1. Paja 2. Teja 3. Lámina 4. Duralita 5. Otro: <input type="checkbox"/>	Material de Paredes 1. Adobe 2. Block 3. Fibrolit 4. Madera 5. Ladrillo 6. Otro: <input type="checkbox"/>	Material de Piso 1. Torta de Cemento 2. Ladrillo 3. Líquido Cemento 4. De Tierra 5. Otro: <input type="checkbox"/>		
Ambientes que tiene su vivienda	Cocina <input type="checkbox"/> Sala <input type="checkbox"/> Comedor <input type="checkbox"/> Dormitorios (cuantos) <input type="checkbox"/> Otros ambientes (especifique):	Agua Potable <input type="checkbox"/> Letrinas <input type="checkbox"/> Sanitarios <input type="checkbox"/> Otros servicios (especifique)			
En su vivienda tiene:	Energía Eléctrica <input type="checkbox"/>				
Su hogar cuenta con:	Televisor <input type="checkbox"/> Radio <input type="checkbox"/> Refrigerador <input type="checkbox"/>	Estufa (qué tipo):			
Estudian sus hijos	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Si lo hacen en que tipo de establecimiento: PUBLICO <input type="checkbox"/> PRIVADO <input type="checkbox"/>			
Qué alimentos consumen regularmente:					
Posee algún transporte propio:	Pick-up <input type="checkbox"/> Camión <input type="checkbox"/> Caballo <input type="checkbox"/>	Otro (especifique):			
Cuando se enferman acuden a:	Hospital Propio <input type="checkbox"/> Arrendado <input type="checkbox"/> Centro de Salud <input type="checkbox"/> Puesto de Salud <input type="checkbox"/> Unidad Mínima de Salud <input type="checkbox"/> Médico Particular <input type="checkbox"/>				
El terreno que posee es	En usufructo <input type="checkbox"/>	Otro (especifique):			
El terreno tiene (poner cantidad)	Cuerdas de _____ Varas	Heciáreas _____	Metros Cuadrados		
El área que siembra es de	Cuerdas de _____ Varas	Heciáreas _____	Metros Cuadrados		
El área a beneficiar con el proyecto es de:	Cuerdas de _____ Varas	Heciáreas _____	Metros Cuadrados		
Cultivos que siembra actualmente:					
La mayor parte de cultivos son:	Consumo <input type="checkbox"/> Venta <input type="checkbox"/>	La mano de obra usada en agricultura es:	Contratada <input type="checkbox"/> Familiar <input type="checkbox"/>		
Utiliza Créditos:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si los utiliza qué institución(es) se lo otorga:			
Otra información que considere importante:					

CUADRO 26A. LIBRETA DE CAMPO DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO.

EST	PUN. OBS.	HILO SUP.	HILO. MED.	HILO. INF.	AZIMUT	CENITAL	A. I.	OBSERVACIONES	DISTANC. HORIZON.	DIF. ALT.	COTA
0	1	1.43	1.17	0.9	0°0'0"	81°25'12"	1.53	Fuente de agua	51.82	8.17	991.83
0	2	0.73	0.56	0.4	174°45'28"	95°10'27"	1.53		32.73	1.99	989.84
2	3	1.74	1.62	1.5	132°0'0"	94°39'33"	1.6		23.84	1.96	987.88
3	4	0.68	0.59	0.5	135°36'9"	89°25'12"	1.5		18	-1.09	988.97
4	5	0.48	0.39	0.3	157°58'42"	97°6'30"	1.45		17.72	1.15	987.82
5	6	1.98	1.89	1.8	185°57'8"	87°27'30"	1.45		17.96	-0.36	988.18
6	7	1.2	1.1	1	214°33'36"	92°20'24"	1.5		19.97	0.42	987.76
7	8	1	0.75	0.5	226°27'40"	90°42'54"	1.45		50	0.08	987.68
8	9	1.36	1.18	1	225°40'0"	94°20'32"	1.57		35.8	2.33	985.35
9	10	1.12	0.86	0.6	237°25'3"	91°21'24"	1.52		51.97	0.57	984.78
10	11	0.66	0.43	0.2	230°39'36"	86°14'24"	1.5		45.8	-4.08	988.86
11	12	0.74	0.67	0.6	232°55'30"	96°17'12"	1.5		13.83	0.69	988.17
12	13	0.78	0.44	0.1	246°25'18"	93°42'48"	1.55		67.71	3.28	984.89
13	14	2.72	2.66	2.6	229°19'40"	76°31'10"	1.45		11.35	-1.51	986.4
14	15	3.48	3.24	3	238°56'8"	91°36'20"	1.52	P. A. 25 mt.	47.96	3.06	983.34
15	16	0.82	0.51	0.2	244°18'54"	92°59'21"	1.5		61.83	2.24	981.1
16	17	1.15	0.7	0.25	244°19'40"	94°22'58"	1.45	P. A. 40 mt.	89.47	6.11	974.99
17	18	1.58	1.29	1	257°1'39"	93°50'30"	1.45		57.74	3.72	971.27
18	19	1.76	1.13	0.5	270°51'20"	92°29'51"	1.53	Llave agua, terr. 1	125.76	5.08	966.19
19	20	2.8	1.82	1.55	257°57'7"	91°6'20"	1.5		124.95	2.73	963.46
20	21	1.56	1.43	1.3	236°14'24"	95°21'8"	1.53	P. A.	25.77	2.31	961.15
21	22	1.68	1.34	1	224°26'52"	88°5'42"	1.45		67.92	-2.37	963.52
22	23	2.5	2	1.5	227°54'19"	89°1'47"	1.5		99.97	-1.19	964.71
23	24	1.76	1.53	1.3	234°1'42"	89°39'54"	1.55		46	-0.29	965
24	25	0.32	0.21	0.1	234°24'1"	99°9'58"	1.57		21.44	2.1	962.9
25	26	1.66	1.33	1	246°48'5"	101°54'57"	1.5		63.19	13.16	949.74
26	27	1.22	1.1	1	209°39'12"	71°48'55"	1.5		19.86	-6.92	956.66
27	28	3.32	3.11	2.9	211°6'18"	79°6'18"	1.4		40.5	-6.08	962.74
28	29	1.86	1.43	1	232°10'56"	93°13'45"	1.6	terreno 2	85.73	4.67	958.07
29	30	1.8	1.4	1	220°5'6"	85°47'0"	1.6		79.57	-6.07	964.14
30	31	1.1	0.8	0.5	217°48'40"	88°8'42"	1.5		59.94	-2.64	966.78
31	32	3	2.75	2.5	203°5'17"	90°26'30"	1.53	terreno 3	50	1.6	965.18
32	33	3	2.9	2.8	229°52'54"	89°38'24"	1.68		20	-1.09	966.27
33	34	3.22	3.11	3	246°22'33"	94°24'13"	1.68		21.87	3.11	963.16
34	35	3.24	3.12	3	264°55'10"	96°39'31"	1.65		23.68	4.23	958.93
35	36	1.68	1.34	1	257°18'24"	91°56'43"	1.63	P. A.	67.92	-2.02	956.91
36	37	1.82	1.71	1.6	245°7'54"	93°36'24"	1.4		21.91	1.69	955.22
37	38	1.96	1.88	1.8	257°58'30"	95°56'6"	1.48		15.83	2.04	953.18
38	39	1.38	1.29	1.2	251°13'42"	95°9'6"	1.5		17.85	1.4	951.78
39	40	2.02	1.71	1.4	234°34'48"	93°26'6"	1.4	P. A. 60 mt.	61.78	4.02	947.76
40	41	1.42	1.36	1	229°4'30"	87°40'15"	1.6		41.93	-1.94	949.7
41	42	1.44	1.22	1	228°32'0"	88°20'42"	1.55		43.96	-1.6	951.3
42	43	1.46	1.23	1	235°1'36"	89°33'6"	1.6		46	-0.73	952.03
43	44	1.34	1.17	1	248°21'42"	89°58'18"	1.62		34	-0.47	942.5
44	45	1.34	1.02	0.7	229°54'36"	87°43'18"	1.45	P. A.	63.9	-2.97	955.47
45	46	1.7	1.35	1	235°54'54"	90°6'30"	1.53		70	0.05	955.42

46	47	1.64	1.52	1.4	249°23'18"	94°23'42"	1.58	47 terr. 3	23.86	1.77	953.65
47	48	0.68	0.31	0	256°19'48"	97°33'24"	1.66	P. A. final 20 mt.	66.82	7.51	946.14
48	49	2.8	2.65	2.5	210°43'24"	83°17'36"	1.5		29.6	-2.33	948.47
49	50	1.22	1.11	1	219°0'0"	92°32'42"	1.57		21.96	0.52	947.95
50	51	3.18	3.09	3	240°11'24"	90°10'0"	1.58		18	1.56	946.39
51	52	1.48	1.39	1.3	267°50'18"	93°20'54"	1.55	Casa	17.94	0.89	945.5
52	53	1.42	1.25	1.1	292°8'24"	102°4'24"	1.5		30.6	6.29	939.21
53	54	1.34	1.22	1.1	310°52'0"	101°22'19"	1.4		23.07	4.46	934.75
54	55	1.28	1.14	1	324°28'48"	104°9'12"	1.55		26.32	6.23	928.52
55	56	0.8	0.45	0.1	277°48'42"	102°50'30"	1.4	P. A. 56 Terr. 4	66.54	14.22	914.3
56	57	0.92	0.66	0.4	219°0'0"	81°3'54"	1.55		50.74	-8.87	923.17
57	58	1.5	1.25	1	218°54'12"	85°27'30"	1.53		49.69	-4.23	927.4
58	59	1.8	1.4	1	239°55'36"	91°15'42"	1.58	59 Terr. 5	79.96	1.58	925.82
59	60	1.4	1.2	1	241°1'12"	80°17'54"	1.55		38.86	-7	932.82
60	61	1.74	1.62	1.5	248°51'0"	94°14'48"	1.65	61 Terr. 6	23.87	1.74	931.08
61	62	1.52	1.21	1.1	263°57'54"	91°40'0"	1.66		41.96	0.77	930.31
62	63	0.58	0.44	0.3	276°33'42"	89°29'24"	1.64		28	-1.45	931.76
63	64	2.66	2.43	2.2	271°23'30"	88°40'48"	1.5	64 Inicio potrero.	45.97	-0.13	931.89
64	65	1.3	1.15	1	285°22'18"	93°15'36"	1.5		29.9	1.35	930.54
65	66	1.24	1.12	1	316°38'30"	96°59'18"	1.45		23.64	2.57	927.97
66	67	1.2	0.75	0.3	273°35'48"	93°55'30"	1.53	P. A.	89.59	5.37	922.6
67	68	1.74	1.52	1.3	241°47'30"	87°15'24"	1.53		43.9	-2.11	924.71
68	69	1.24	1.12	1	266°22'54"	89°51'54"	1.54		24	-0.48	925.19
69	70	1	0.75	0.5	291°42'18"	102°50'48"	1.46		47.53	10.13	915.06
70	71	2.72	2.61	2.5	317°23'48"	107°46'42"	1.53		19.95	7.48	907.58
71	72	1.44	1.22	1	271°16'0"	95°29'0"	1.49	P. A.	43.6	3.91	903.67
72	73	0.92	0.71	0.5	254°15'42"	92°32'12"	1.5		41.92	1.07	902.6
73	74	1.32	1.16	1	254°1'12"	95°47'30"	1.4		31.67	2.97	899.63
74	75	1.08	0.79	0.5	241°11'36"	84°27'48"	1.46		57.46	-6.24	905.87
75	76	2.4	2.2	2	259°30'54"	87°25'12"	1.58		39.92	-1.18	907.05
76	77	1.4	1.2	1	282°54'18"	92°15'24"	1.58	76 Terr. 7	39.94	1.19	905.86
77	78	1.58	1.29	1	296°55'0"	98°23'36"	1.58		56.76	8.08	897.78
78	79	1.18	0.84	0.5	310°26'54"	97°12'42"	1.6		66.93	7.71	890.07
79	80	1.3	1.15	1	264°56'36"	117°19'42"	1.56		23.68	11.83	878.24
80	81	1.12	1.06	1	232°59'48"	78°27'18"	1.5	81 Terr. 8	11.52	-2.8	881.04
81	82	1.9	1.45	1	235°2'0"	86°19'30"	1.57		89.63	-5.88	886.92
82	83	1.84	1.42	1	256°27'48"	91°12'54"	1.55		83.96	1.65	885.27
83	84	1.9	1.65	1.4	266°54'0"	91°49'36"	1.58	84 Terr. 9	49.95	1.66	883.61
84	85	0.74	0.62	0.5	280°39'48"	96°18'0"	1.59		23.71	1.65	881.96
85	86	0.7	0.45	0.2	265°54'0"	111°6'12"	1.62	86 Terr. 10	43.52	15.62	886.34
86	87	1.2	1.1	1	247°14'12"	87°3'0"	1.53		19.95	-1.46	887.8
87	88	1.22	0.96	0.7	268°35'48"	97°47'18"	1.54		51.04	6.4	881.4
88	89	0.46	0.28	0.1	281°54'12"	100°35'48"	1.53	P. A.	34.78	5.26	876.14
89	90	0.3	0.15	0	229°51'0"	88°41'6"	1.44	P. A.	29.98	-1.98	878.12
90	91	2.36	2.28	2	210°18'12"	85°23'28"	1.52	91 Terr. 11	35.77	-2.12	880.24
91	92	1.6	1.3	1	214°44'30"	86°54'48"	1.45		59.83	-3.38	883.62
92	93	1.3	1.15	1	261°14'30"	88°11'30"	1.48		29.97	-1.28	884.9
93	94	1.64	1.42	1.2	290°24'18"	91°49'36"	1.4		43.95	1.42	883.48
94	95	1.32	1.16	1	274°0'36"	89°8'6"	1.38	95 Terr. 12	32	-0.7	884.18
95	96	0.2	0.1	0	235°53'18"	88°24'18"	1.3	P. A.	19.98	-1.76	885.94
96	97	0.9	0.65	0.4	212°0'18"	87°35'48"	1.36		49.91	-2.8	888.74

97	98	0.88	0.74	0.6	217°2'54"	90°39'0"	1.42		28	0.36	888.38
98	99	0.76	0.63	0.5	243°51'6"	88°50'30"	1.4		25.99	-1.29	889.67
99	100	1.56	1.28	1	248°44'48"	90°58'30"	1.4		55.98	0.83	888.84
100	101	1.38	1.19	1	261°26'0"	90°0'48"	1.35		38	0.15	888.69
101	102	1.34	1.17	1	294°17'0"	89°33'24"	1.42		34	-0.51	889.2
102	103	0.7	0.6	0.5	356°58'0"	79°0'0"	1.36		19.27	-4.5	893.7
103	104	2.9	2.8	2.7	343°12'36"	93°15'36"	1.45		19.93	2.48	891.22
104	105	2.5	1.25	0	252°38'48"	84°37'48"	1.45	105 Tanque Dist.	247.81	-23.5	914.72
105	106	1.04	0.72	0.4	240°50'0"	111°49'24"	1.35	Cota 1000 en Est 105	55.15	21.45	978.55
106	107	1.9	1.2	0.5	237°3'30"	115°18'48"	1.3		114.4	54	924.55
107	108	3.7	3.35	3	244°33'0"	112°23'36"	1.38		59.84	26.63	898.25
108	109	2.4	1.85	1.3	297°31'18"	127°42'12"	1.6	109 Cam. El Herrad.	68.85	53.47	844.78
109	110	1.2	0.85	0.5	290°24'12"	131°14'48"	1.45		39.57	34.1	810.68
110	111	0.58	0.34	0.1	300°34'0"	103°0'0"	1.55	P. A. Rio Cuilco.	45.57	9.31	801.37
111	112	0.7	0.45	0.2	271°12'30"	90°0'0"	1.53		50	1.08	800.29
112	113	1.48	0.99	0.5	261°13'0"	89°17'0"	1.55		97.98	-1.78	802.07
113	114	0.34	0.17	0	264°57'0"	90°6'42"	1.51		34	1.27	800.8
114	115	1.08	0.64	0.2	253°38'6"	88°37'6"	1.55	115 Ent. Terr. Quiq	87.95	-3.03	803.83
115	116	1.14	0.87	0.5	270°6'6"	86°18'36"	1.57		63.73	-4.81	808.64
116	117	0.8	0.4	0	246°13'0"	88°18'12"	1.55		79.93	-3.52	812.16
117	118	0.86	0.53	0.2	314°37'6"	87°45'36"	1.53	118 Puerta Corinto	65.9	-3.58	815.74
118	119	1.5	1.25	1	310°34'48"	88°1'36"	1.52		49.94	-1.99	817.73
119	120	1.4	0.95	0.5	332°28'30"	88°29'24"	1.57		89.94	-3	820.73
120	121	2.24	1.57	1	344°15'24"	88°53'30"	1.5		123.95	-2.33	823.06
121	122	0.5	0.35	0.2	351°15'42"	91°19'0"	1.47		29.98	0.43	822.63
122	123	0.9	0.55	0.2	331°30'24"	88°30'6"	1.45		69.95	-2.73	825.36
123	124	0.24	0.12	0	332°44'24"	92°40'30"	1.45	124 Esquina camino	23.95	0.21	825.15
124	125 A	2	1.75	1.5	319°17'18"	86°41'42"	1.54		49.83	-2.67	827.82
125 A	126 A	1.52	1.06	0.6	321°56'0"	88°51'0"	1.55		91.96	-2.34	830.16
126 A	127 A	1.32	1.16	1	320°40'12"	91°9'6"	1.48		31.99	0.32	829.84
127 A	128 A	1.26	1.13	1	327°26'42"	91°10'42"	1.54		25.99	0.12	829.72
128 A	129 A	1.18	1.09	1	320°37'36"	91°24'48"	1.53		17.99	0	829.72
129 A	130 A	1.58	1.44	1.3	316°54'42"	90°51'42"	1.56		27.99	0.3	829.42
130 A	131 A	1.3	1.15	1	317°25'0"	91°38'24"	1.57		29.97	0.44	828.98
131 A	132 A	3.5	3.25	3	312°45'18"	88°59'36"	1.56		49.98	-0.81	829.79
132 A	133 A	3	2.75	2.5	318°7'48"	89°50'48"	1.68		50	-0.94	830.73
133 A	134 A	1.76	1.38	1	332°21'6"	92°59'36"	1.55		75.79	3.8	826.93
124	125 B	3.1	1.55	0	235°59'0"	78°54'0"	1.6		298.51	-58.61	883.76
125 B	126 B	1.4	1.2	1	242°43'6"	85°21'36"	1.58		39.74	-3.6	887.36
126 B	127 B	0.8	0.65	0.5	220°31'36"	89°35'0"	1.58		30	-1.15	888.51
127 B	128 B	0.88	0.69	0.5	271°58'54"	85°51'24"	1.51		37.8	-3.56	892.07
128 B	129 B	0.74	0.62	0.5	223°37'42"	86°47'48"	1.6		23.92	-2.32	894.39
129 B	130 B	0.4	0.2	0	288°19'30"	87°43'48"	1.58		39.94	-2.96	897.35
130 B	131 B	0.76	0.43	0.1	229°54'24"	89°1'18"	1.56		59.98	-2.15	899.5
131 B	132 B	0.58	0.34	0.1	218°27'0"	89°47'12"	1.6		48	-1.44	900.94
132 B	133 B	0.86	0.48	0.1	237°19'12"	88°12'18"	1.54		75.92	-3.44	904.38
133 B	134 B	0.6	0.3	0	150°23'48"	91°31'24"	1.56		59.96	0.33	904.05
134 B	135 B	1.8	0.9	0	150°26'24"	86°13'48"	1.55		179.22	-12.46	916.51
135 B	136 B	2.8	2.45	2.1	152°52'48"	89°31'6"	1.58		69.99	-0.28	916.79

CUADRO 27A. Características de riego de las parcelas del área potencialmente regable.

PARCELA	NUMERO DE LATERALES	NUMERO DE ASPERSORES POR LATERAL	LONGITUD DEL LATERAL (m)	NUMERO DE TURNOS DE RIEGO
1*	32	8	95	32
2	36	5	62	36
3	18	8	100	18
4	27	8	95	27
5*	40	5	62	40
6*	40	5	62	40
7	32	7	80	32
8	32	7	80	32
9	28	6	72	28
10	32	6	72	32
11	28	7	80	28
12	32	7	80	32
13	28	7	82	28
14	48	7	82	48
15	24	9	107	24
16	24	9	107	24
17	24	8	100	24
18	32	7	87	32
19	32	7	87	32
20	32	7	87	32
21	20	6	75	20
22	24	5	62	24
23	28	5	65	28
24	20	6	70	20

* Parcelas funcionando con dos laterales simultáneamente, el resto lo realizará con un solo lateral. Cuando una parcela termina su riego completo, los aspersores pasan a otra parcela de tal manera de cubrir el área total en 6 días.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUB-AREA DE INGENIERIA AGRICOLA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS-IA**

LEVANTO Y CALCULO:
MARIO B. LOPEZ R.
DISEÑO:
MARIO B. LOPEZ R.
INGEN. VICTOR CARRERA
REVISOR:
MARIO B. LOPEZ R.
REVISOR:
INGEN. VICTOR CARRERA
ING. ARAADALBERTO RODRIGUEZ
ING. AER. EDSON LOPEZ

PROYECTO:
PLANIFICACION Y DISEÑO DE REDO POR
MEDIO DE UN SISTEMA GRAVEDAD ASPERSION,
PARA EL CABEZO EL CONIETO,
IXHOQUI CUILCO, NUEVEHUEZABANCO

ESCALA:
1 : 5000
FECHA:
ABRIL '88

CONTIENE:
**AREAS ACTUALMENTE REGADAS
(12.88 Hec.)**

HOJA NO.

[Handwritten signatures and stamps]



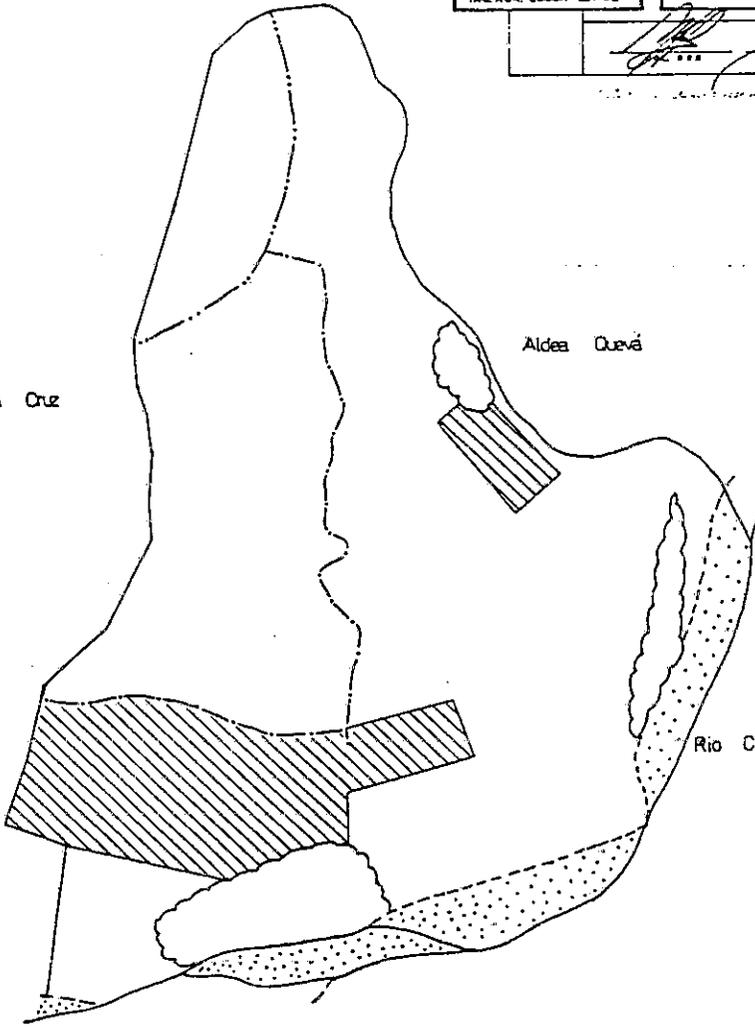
Aldea Ixmutej

Barrío La Cruz

Aldea Quevá

Rio Cuilco

 AREAS ACTUALMENTE REGADAS



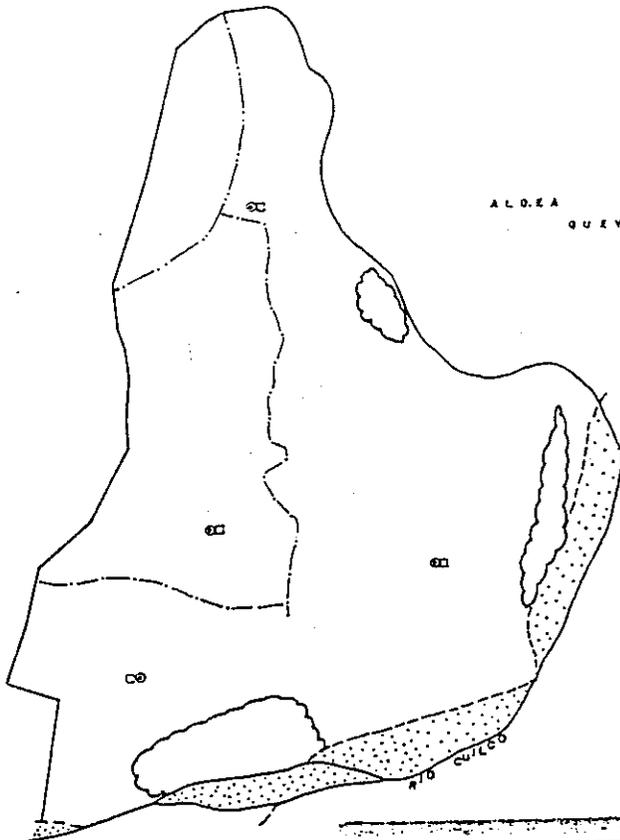


ALDEA IZMULEJ

ALDEA QUEVA

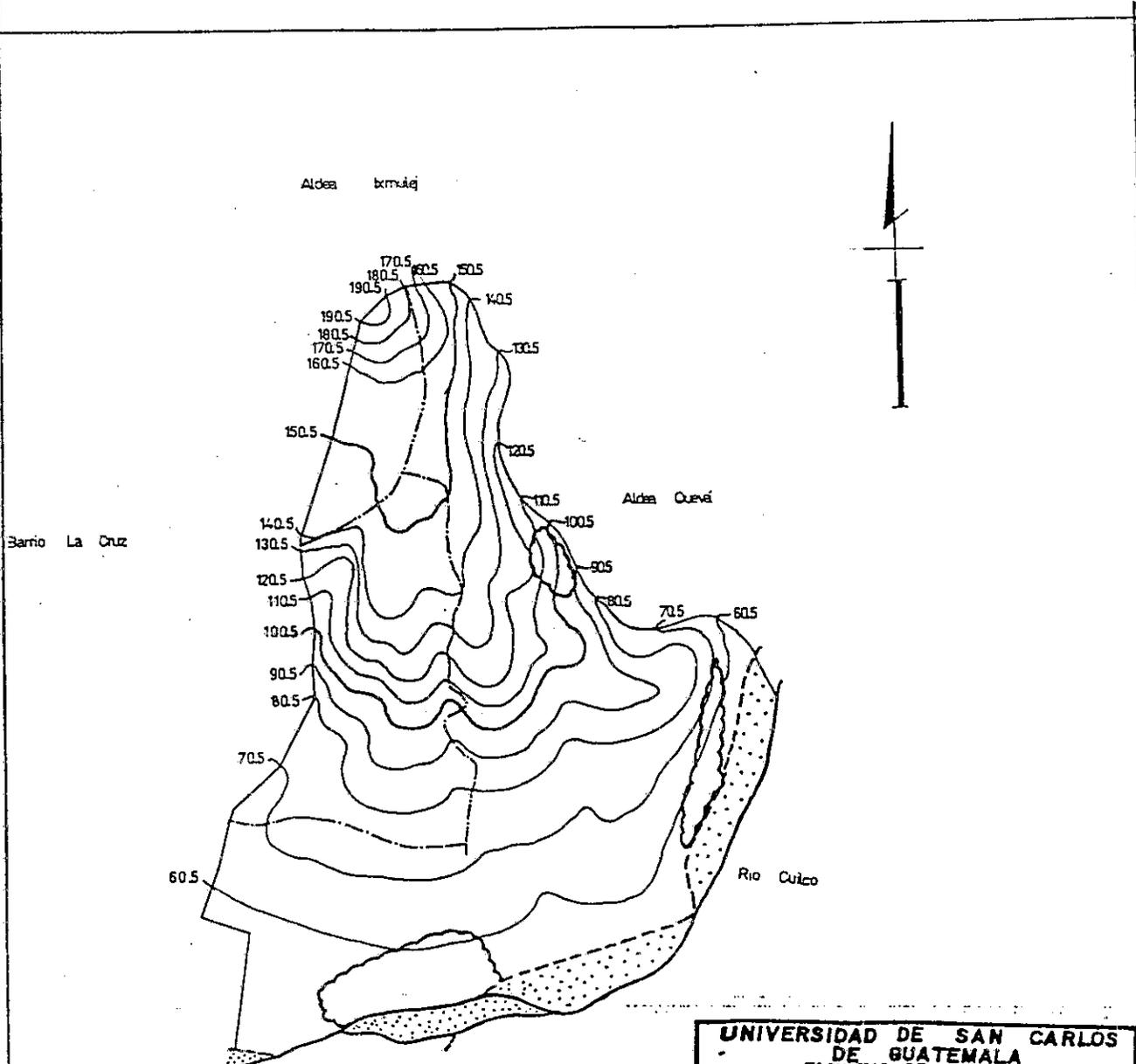
BARRIO LA CRUZ

- PRUEBAS DE INFILTRACION
- CALICATAS - MUESTRO DE SUELO
- ☁ BOSQUES
- ▨ ARENA
- ▧ CARRETERA
- CAMINO COMUNAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUB-AREA DE INGENIERIA AGRICOLA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS - IIA-

AUTOR Y CALIFICACION: MARIO R. LOPEZ R.	PROYECTO: PLANIFICACION Y DISEÑO DE BARRIO PARA UN SISTEMA SERVICIOS AGRICOLAS PARA EL ZONAJE S. NOROCCIDENTAL DE LOS RIOS CUILCO, INGENIERIA	ESCALA: 1:5000
TITULO: MARIO R. LOPEZ R. INGEN. VICTOR CARRERA	FECHA DE LA COMUNICACION DE EL DISEÑO Y AREAS POTENCIALMENTE DEGRADABLES (78.00 Ha.)	FECHA: ABRIL '60
INSTITUCION: ING. AGR. VICTOR CARRERA ING. AGR. MARIANO RODRIGUEZ ING. AGR. EDWIN LOPEZ	FECHA DE LA COMUNICACION DE EL DISEÑO Y AREAS POTENCIALMENTE DEGRADABLES (78.00 Ha.)	FECHA DE LA COMUNICACION DE EL DISEÑO Y AREAS POTENCIALMENTE DEGRADABLES (78.00 Ha.)



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUB-AREA DE INGENIERIA AGRICOLA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS-IAI

AUTOR Y DISEÑO MARIO E. LÓPEZ R.	PROYECTO: PLANIFICACION Y DISEÑO DE PISO POR BARRIO DE UN SISTEMA DE ARRILLO ALTERNATIVO, PARA EL CASERIO EL CONISTO, MUNICIPIO CULCO, DEPARTAMENTO	ESCALA 1 : 5000 FECHA ABRIL '69
TÍTULO MARIO E. LÓPEZ R. DR. EN AGRICULTURA	TÍTULO MARIO E. LÓPEZ R.	FECHA ABRIL '69
TÍTULO MARIO E. LÓPEZ R.	TÍTULO MARIO E. LÓPEZ R.	FECHA ABRIL '69
TÍTULO MARIO E. LÓPEZ R.	TÍTULO MARIO E. LÓPEZ R.	FECHA ABRIL '69

[Handwritten signatures and dates]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUB-AREA DE INGENIERIA AGRICOLA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - IIA

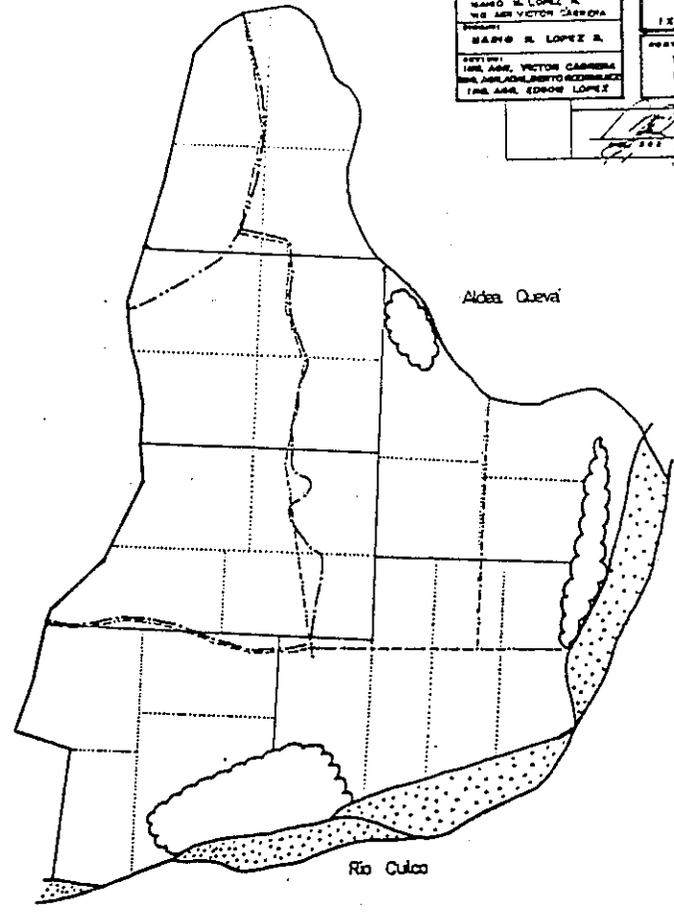


Aldea kmulej

LEONTO Y SALOMÉ: SARGO S. LOPEZ S. REDES: SARGO S. LOPEZ S. WILSON VICTOR CABRERA PROYECTO: SARGO S. LOPEZ S. REVISOR: ING. ANGE VICTOR CABRERA ING. ABELARDO REYES RODRIGUEZ ING. AGUI EDSON LOPEZ	PROYECTO: PL. APLICACION Y DISEÑO DE RIEGO POR MEDIO DE UN SISTEMA AVANZADO AUTOMATIZADO PARA EL CANTON EL COMAYO, IX CANTON CULCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA FECHA DEL: TRAZO DE TUBERIA SUB-PRINCIPAL DENTRO DEL AREA DE RIEGO	ESCALA: 1: 5000 FECHA: ABRIL '99 HOJA: PARA:
---	---	---

Bano La Cruz

Aldea Queva



- ENTRE SECTORES DE RIEGO
- ENTRE SUB-SECTORES DE RIEGO
- TUBERIA PRINCIPAL
- CAMINO COMUNAL
- CARRETERA DE TERRACERNA
- TUBERIA SUB-PRINCIPAL

Río Culca

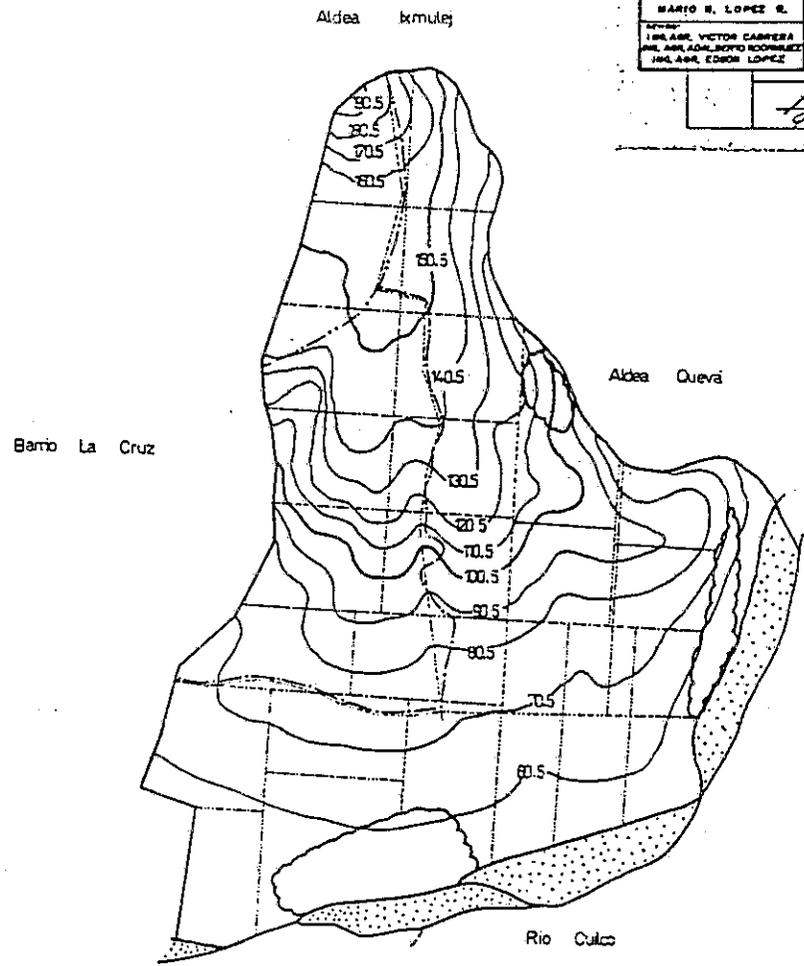
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUB-AREA DE INGENIERIA AGRICOLA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS-IIA

ALUMNO Y DISEÑADOR:
MARIO E. LOPEZ R.
PROFESOR:
MARIO E. LOPEZ R.
INSTRUMENTISTA:
MARIO E. LOPEZ R.
AYUDANTE:
**IRIBARRI VICTOR CARRERA
MELAN, ADOLFO DOMINGUEZ
MELAN, EDSON LOPEZ**

PROYECTO:
PLANIFICACION Y DISEÑO DE BARRIO POR
SECCION DE UN SISTEMA DE BARRIOS ASPERSIOS,
PARA EL CASERIO EL COHIBITO,
TAMAYO CULCO, NUEVENETE BARRIO

FECHA:
19 A ADOO
MES:
ABRIL '68
LUGAR:
TAMAYO CULCO

APROBADO POR:
[Signatures]



- SUB-DIVISION DE CADA PARTE DE LA
- CAMINO COMUNAL
- CARRETERA DE TENACERIA
- DIVISION DE TERRENO EN 4
- TRAZO DE TUBERIA PRINCIPAL

[Faint handwritten notes and signatures at the bottom left of the page.]



Aldea brulej

Aldea Queva

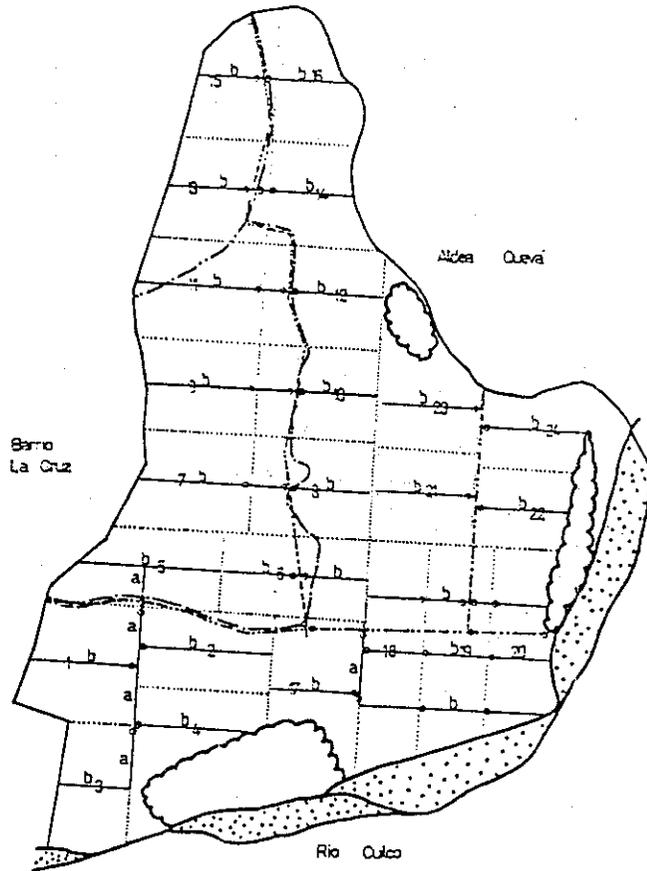
Barrio La Cruz

Rio Cutco

- Carretera de terracera
- Camino comunal
- Tuberia principal
- a a a Tuberia secundaria
- b b b Tuberia terciaria
- Limite entre parcelas de riego
- Area de bosque
- Arena
- o o o Valvulas de paso

NOTA:

- Los números indican la cantidad de parcelas a regar.
- La tubería lateral será colocada perpendicularmente al manifiesto.
- Cada manifiesto alimentará cuatro laterales.
- Cada manifiesto va colocado paralelamente a la tubería terciaria.
- Serán colocados reguladores de presión entre el manifiesto y la tubería terciaria.
- Ver especificaciones del sistema y plano de parcela modelo.



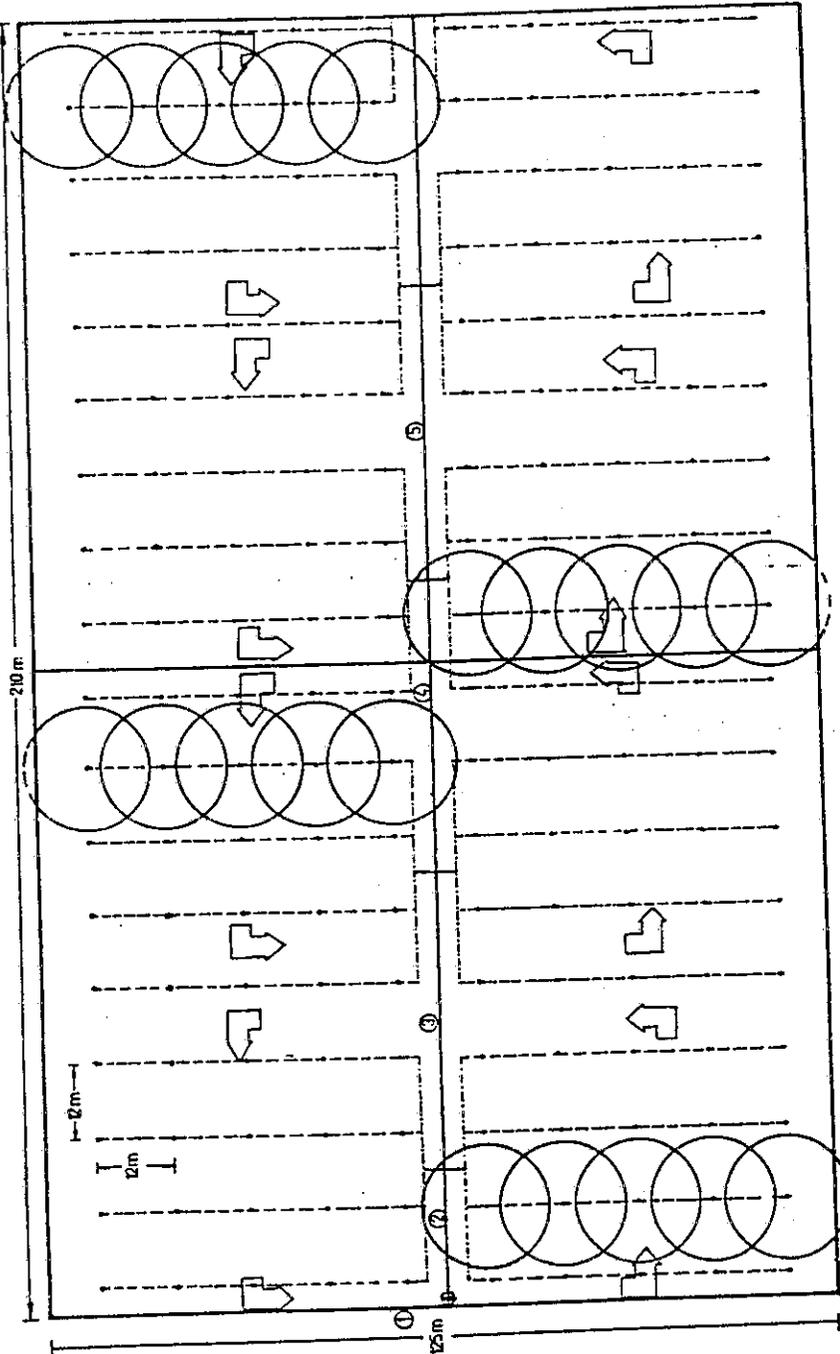
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUB-AREA DE INGENIERIA AGRICOLA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS - IIA -

DISEÑO Y ELABORADO:
 MARIO H. LOPEZ R.
DISEÑO:
 MARIO H. LOPEZ R.
 ING. ARIEL VICTOR CÁRDENAS
REVISADO:
 MARIO H. LOPEZ R.
PROYECTO:
 ING. ARIEL VICTOR CÁRDENAS
 ING. ARIEL VICTOR CÁRDENAS

PROYECTO:
 PLANIFICACION Y DISEÑO DE RIEGO POR MEDIO DE UN SISTEMA GRAVEDAD ASISTIDA PARA EL CAMINO EL CORINTO, 12 MOJAS CUTCO, NUEVECEBENGO

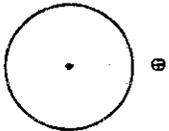
ESCALA:
 1: 5000
FECHA:
 ABRIL '99
HOJA NO.:
 1

[Handwritten signatures and stamps]



INSTALACION CON SISTEMA FLUO Y ASPERSORES MOVIES
 TUBERIA ENTERRADA PVC COBERTURA TOTAL

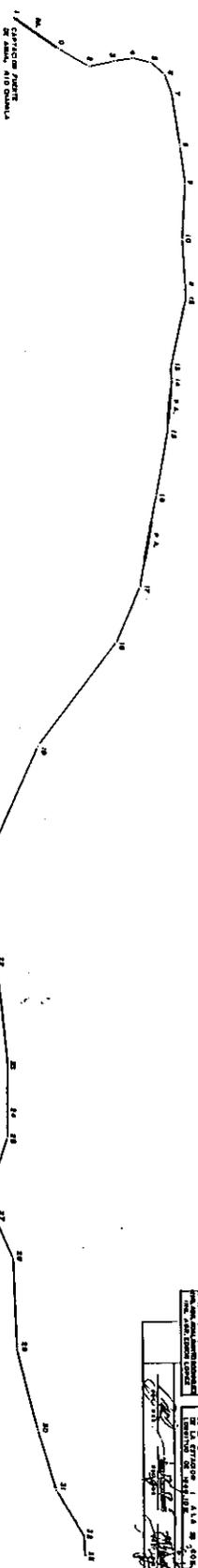
- ① Límite de la parcela
- ② Tubería primaria PVC 3"
- ③ Tubería PVC 2 1/2"
- ④ Tubería PVC 2 1/2"
- ⑤ Tubería PVC 2 1/2"
- ⑥ Tubería PVC 2 1/2"
- Aspersor en funcionamiento con defrío de mojado de 20 ltr.
- Manifolde PVC
- Tubería lateral PVC 2"
- • • Elevadores con lapón de mosca para evitar la salida del agua



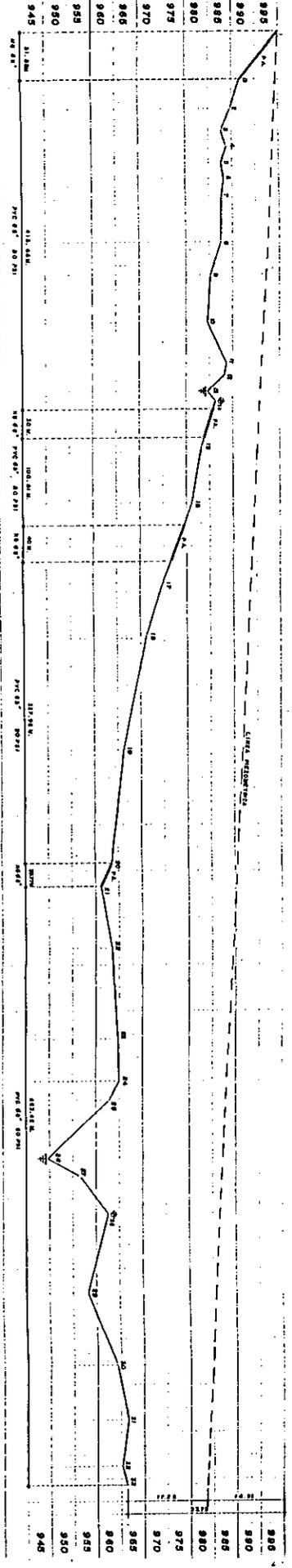
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 SUB-AREA DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS-IA

PROYECTO: PLANTACION Y MANEJO DE PARRAS PARA VINO Y MERMELADA EN LA ZONA DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS-IA
 AUTOR: M. Sc. J. J. LÓPEZ LÓPEZ
 INSTITUTO: IIA
 PARCELA MODELO DE PARRAS DE VINO

ESTUDIOS Y TRABAJOS: MARIO S. LÓPEZ S.
 DISEÑO Y DIBUJO: MARIO S. LÓPEZ S.

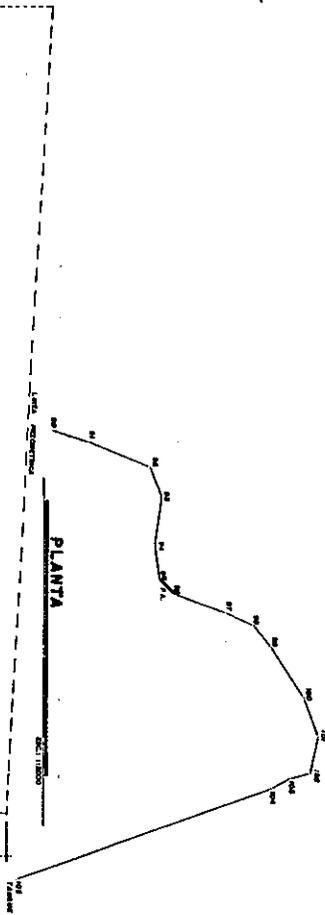
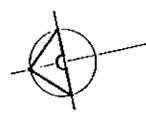


PLANTA

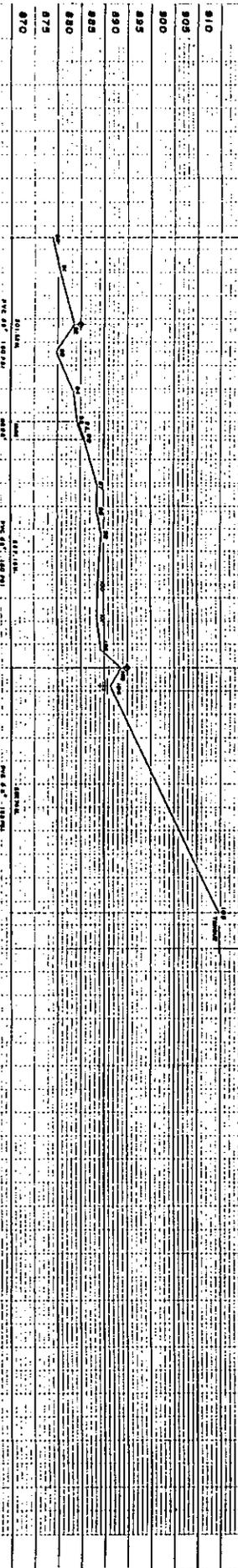


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA - IIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - IIA

AUTOR: J. L. GONZALEZ TITULO: ... FECHA: ...	ASISTENTE: ... FECHA: ...
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - IIA ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA - IIA	...



PERFIL DEL TERRENO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: ...

FECHA: ...

INGENIERO: ...

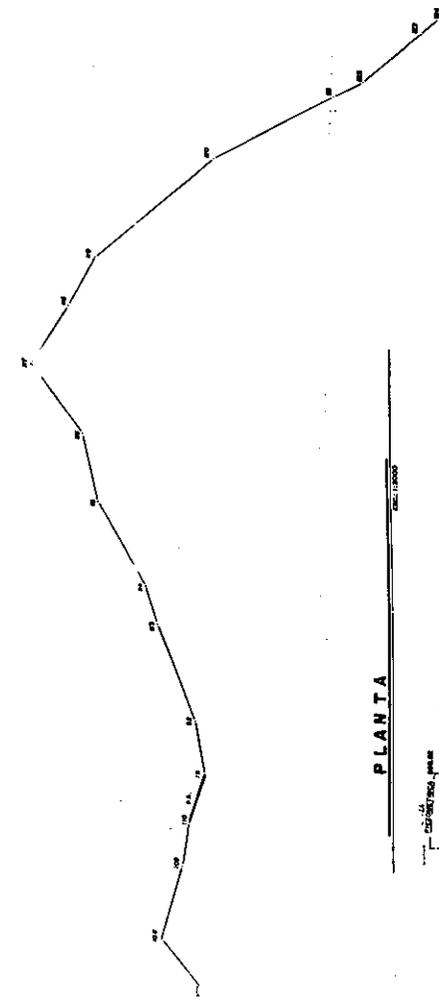
ESTUDIANTE: ...

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

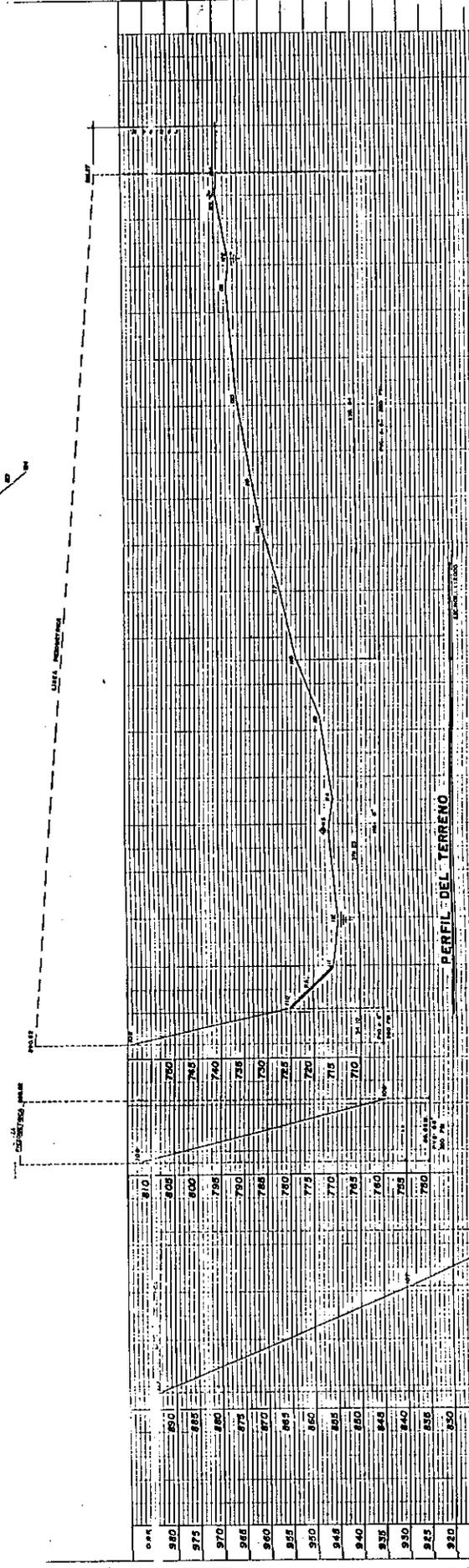
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 PARA EL SECTOR DE INVESTIGACION
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 PARA EL SECTOR DE INVESTIGACION

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 PARA EL SECTOR DE INVESTIGACION

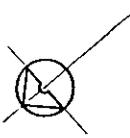
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 PARA EL SECTOR DE INVESTIGACION



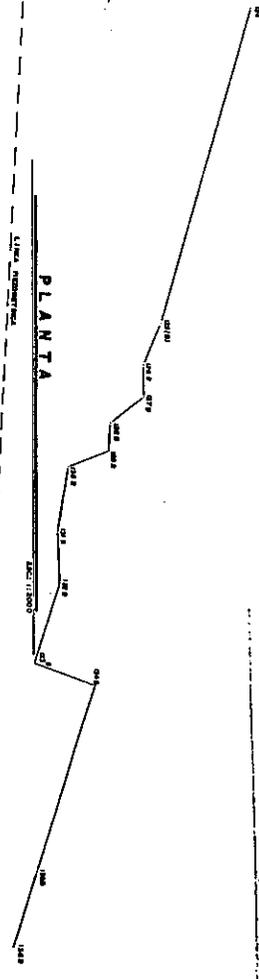
PLANTA



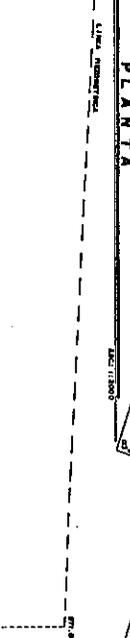
PERFIL DEL TERRENO



PLANTA



PLANTA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA AERONAUTICA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AERONAUTICAS - IIA

PROYECTO: Instalación de un sistema de navegación aérea en el aeropuerto de Guatemala.

FECHA DE ELABORACION: 15 de mayo de 1968.

ELABORADO POR: [Firma]

REVISADO POR: [Firma]

APROBADO POR: [Firma]

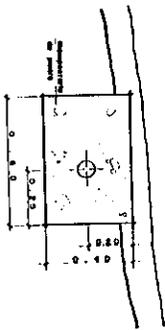
ESCALA: 1:500

HOJA: 1 de 1

PERFIL DEL TERRENO

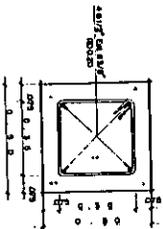
PERFIL DEL TERRENO

Distancia (m)	Elevación (m)
0	738
100	738
200	738
300	738
400	738
500	738
600	738
700	738
800	738
900	738
1000	738
1100	738
1200	738
1300	738
1400	738

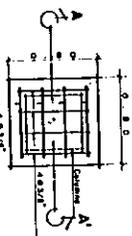


Detalle Transversal
para Terreno Duro

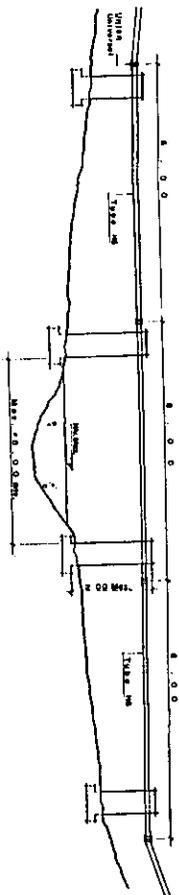
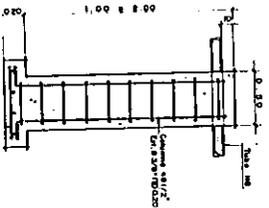
T i p o B A'



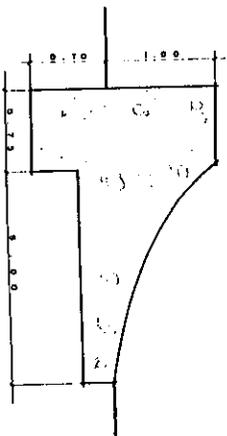
Detalle de Columna



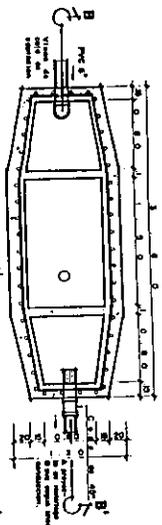
Planta de Zapata



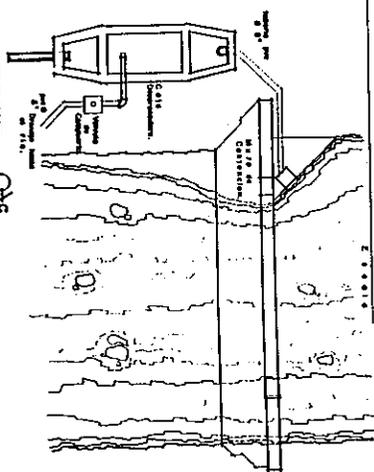
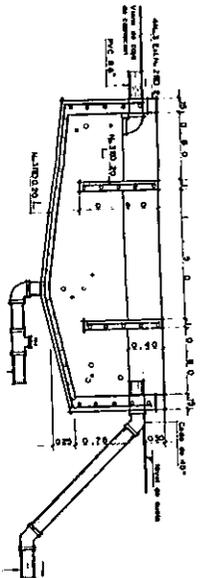
T i p o B C''



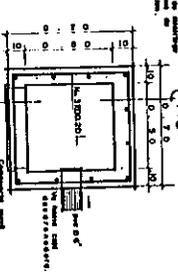
Muro de Contencion



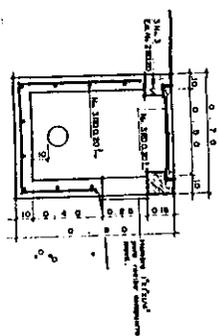
Planta Caja Desarenadora



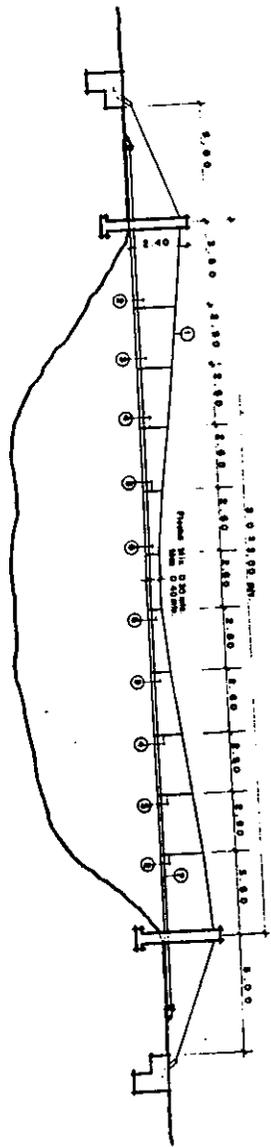
Planta General
de Ubicacion de Cajas



Planta Caja de Captacion



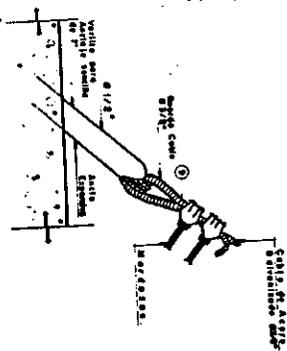
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUB AREA DE INGENIERIA AGRICOLA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - IIA -
por medio de la Universidad de Guatemala D. 1418888.
MARIO ALVARO R.



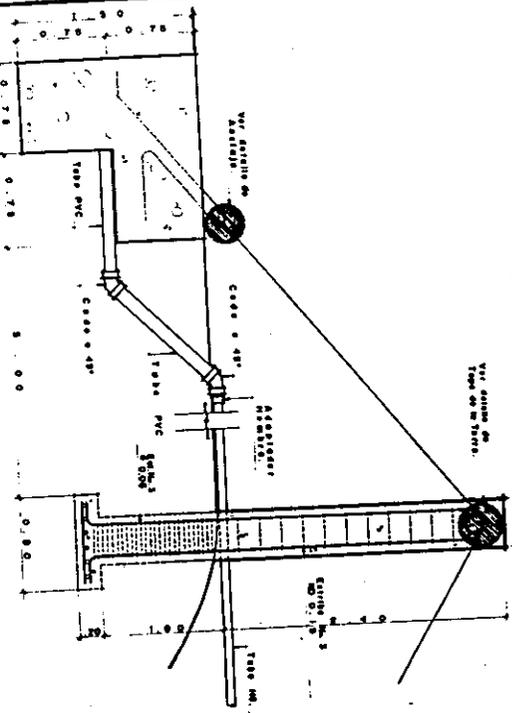
Elevacion Paso Aereo 3000 metros luz.

NOTA:
Cambios de perfilados en el apoyo de
según el plano de apoyo.

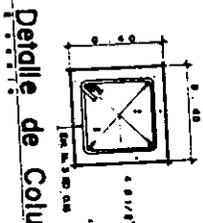
NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	Columna Vertical	1	Unidad
2	Columna Horizontal	2	Unidad
3	Travesaños	2	Unidad
4	Alfileres	12	Unidad
5	Alfileres	12	Unidad
6	Alfileres	12	Unidad
7	Alfileres	12	Unidad
8	Alfileres	12	Unidad
9	Alfileres	12	Unidad
10	Alfileres	12	Unidad
11	Alfileres	12	Unidad
12	Alfileres	12	Unidad



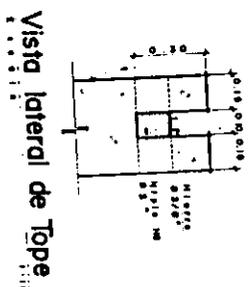
Detalle de Anclaje



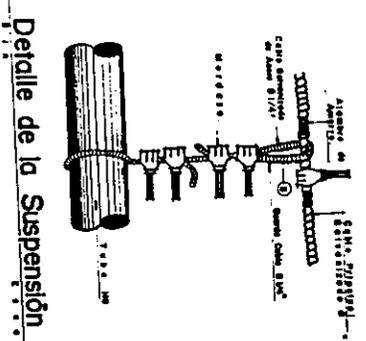
Elevacion Anclaje para Paso Aereo



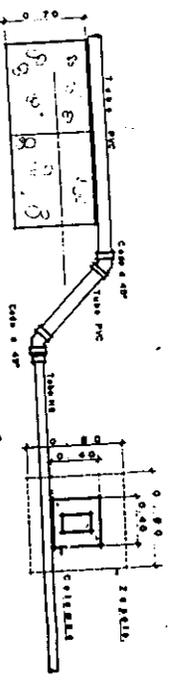
Detalle de Columna



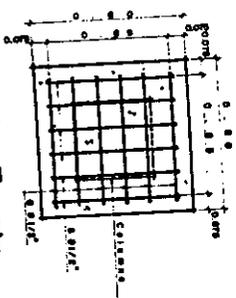
Vista lateral de Tope



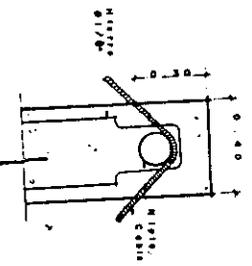
Detalle de la Suspensión



Planta Anclaje para Paso Aereo

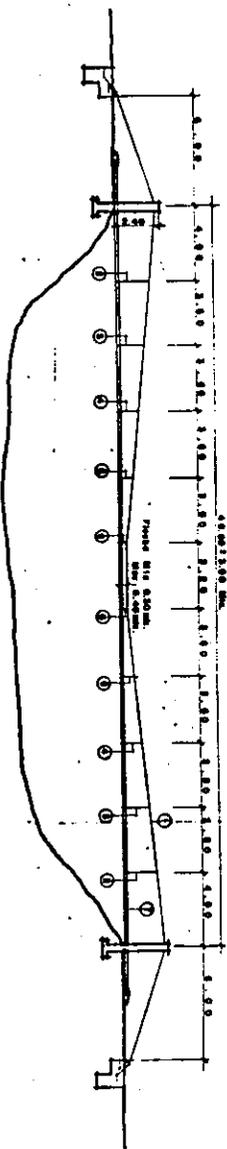


Planta de Zapata

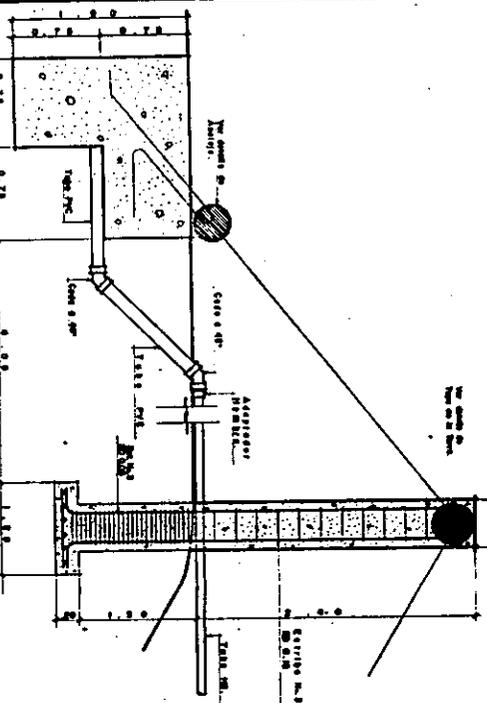


Corte de Tope de la Torre

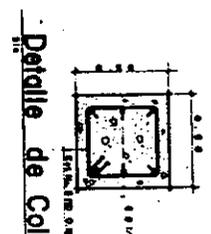
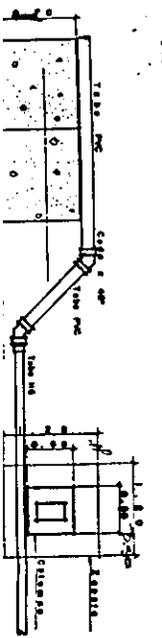
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - IIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE RIEGO	
TITULO DE PROYECTO DE TUBERIA PARA PASO AEREO 3000mt	
PROFESOR	MARIO 199
ALUMNO	MARIO 199



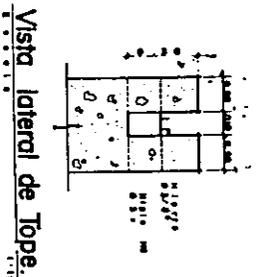
Elevación Paso Aereo 40.00 metros luz.



Elevación Anclaje para Paso Aereo.

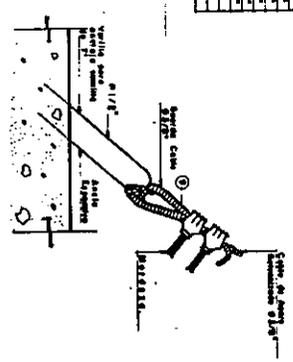


Detalle de Columna



Vista lateral de Topó.

Detalle de Anclaje

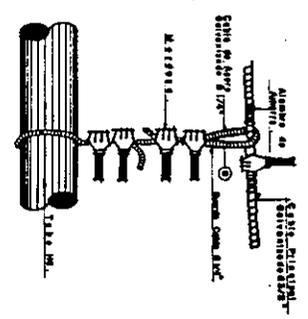


NOTA:

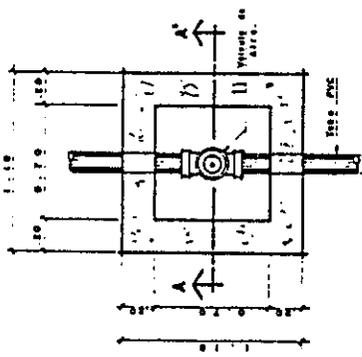
Sección de perfilado del acero en
caso de sección en otros casos
deberá ser similar.

N.º	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Acero tipo 60	1.00	kg
2	Acero tipo 60	1.00	kg
3	Acero tipo 60	1.00	kg
4	Acero tipo 60	1.00	kg
5	Acero tipo 60	1.00	kg
6	Acero tipo 60	1.00	kg
7	Acero tipo 60	1.00	kg
8	Acero tipo 60	1.00	kg
9	Acero tipo 60	1.00	kg
10	Acero tipo 60	1.00	kg
11	Acero tipo 60	1.00	kg
12	Acero tipo 60	1.00	kg
13	Acero tipo 60	1.00	kg
14	Acero tipo 60	1.00	kg
15	Acero tipo 60	1.00	kg
16	Acero tipo 60	1.00	kg
17	Acero tipo 60	1.00	kg
18	Acero tipo 60	1.00	kg
19	Acero tipo 60	1.00	kg
20	Acero tipo 60	1.00	kg
21	Acero tipo 60	1.00	kg
22	Acero tipo 60	1.00	kg
23	Acero tipo 60	1.00	kg
24	Acero tipo 60	1.00	kg
25	Acero tipo 60	1.00	kg
26	Acero tipo 60	1.00	kg
27	Acero tipo 60	1.00	kg
28	Acero tipo 60	1.00	kg
29	Acero tipo 60	1.00	kg
30	Acero tipo 60	1.00	kg
31	Acero tipo 60	1.00	kg
32	Acero tipo 60	1.00	kg
33	Acero tipo 60	1.00	kg
34	Acero tipo 60	1.00	kg
35	Acero tipo 60	1.00	kg
36	Acero tipo 60	1.00	kg
37	Acero tipo 60	1.00	kg
38	Acero tipo 60	1.00	kg
39	Acero tipo 60	1.00	kg
40	Acero tipo 60	1.00	kg
41	Acero tipo 60	1.00	kg
42	Acero tipo 60	1.00	kg
43	Acero tipo 60	1.00	kg
44	Acero tipo 60	1.00	kg
45	Acero tipo 60	1.00	kg
46	Acero tipo 60	1.00	kg
47	Acero tipo 60	1.00	kg
48	Acero tipo 60	1.00	kg
49	Acero tipo 60	1.00	kg
50	Acero tipo 60	1.00	kg

Detalle de la Suspensión

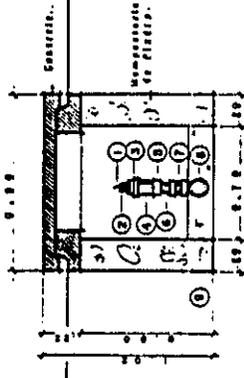


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA AERONAUTICA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AERONAUTICAS- IIA

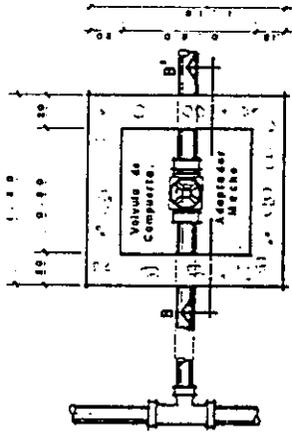


Planta Valvula de Aire.
Escala 1:20

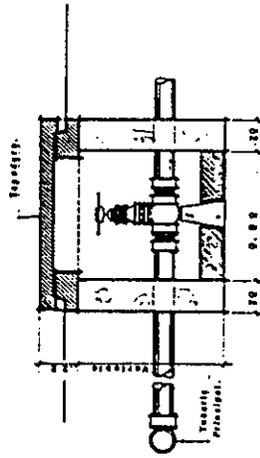
- 1 Niple pvc 1/2"
- 2 Reductor bushing pvc 1" a 1/2"
- 3 Adaptador macho pvc 1"
- 4 Adaptador macho pvc 1"
- 5 Reductor bushing pvc 1" a 1/2"
- 6 Niple pvc 1/2"
- 7 Adaptador hembra
- 8 Tapa
- 9 Luchada de Araso



Sección A-A'
Escala 1:20



Planta Valvula de Drenaje.
Escala 1:20



Sección B-B'
Escala 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE AGRONOMIA SUB AREA DE INGENIERIA AGRICOLA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS-III-	
Nombre y Apellido	Proyecto
María N. Lopez R.	Valvula de Drenaje.
Grado	Industria.
WILSON M. LOPEZ R. WILSON VICTOR GARCERAN	Plasificación y Dicho de Riego por medio de un Sistema Irrigación por goteo para el cultivo El Corralito, Huehuetenango, Guatemala.
Fecha	Curso
MARZO '99.	Valvula de Aire
Nombre y Apellido	Nombre y Apellido
María N. Lopez R.	Valvula de Drenaje.
Prof. Asesor de tesis	Prof. Asesor de tesis
Dr. J. ESTEBAN LOPEZ	Dr. J. ESTEBAN LOPEZ



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "PLANIFICACION Y DISEÑO DE RIEGO A PRESION, POR MEDIO DE UN SISTEMA GRAVEDAD-ASPERSION, PARA EL CASERIO EL CORINTO, IXMOQUI, CUILCO, HUEHUETENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARIO NORBERTO LOPEZ RODRIGUEZ

CARNET No: 9410055

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Luis F. Morán Palma
Ing. Agr. Miguel A. Morales Cayax
Ing. Agr. Víctor Alvarez Cajas

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. Víctor M. Cabrera Cruz
ASESOR

Ing. Agr. Adalberto B. Rodríguez García
ASESOR

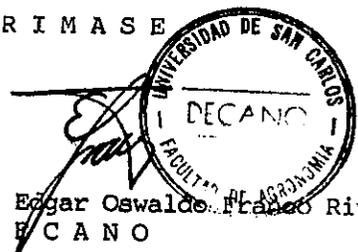
Ing. Agr. Edson Johany Lopez Rodríguez
ASESOR

Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila
DIRECTOR DEL IIA.



IMPRIMASE

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
DECANO



cc:Control Académico
Archivo
AH/prc.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: ilusnc.edu.gt § <http://www.usuc.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>