

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

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD-GOTEO, PARA LA
ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.

TESIS

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

POR

CARLOS GUILLERMO CASTAÑEDA ACEVEDO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2,005.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López.

Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel.

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria.

Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz.

Maestro Elmer Antonio Alvarez Castillo.

Périto Miriam Eugenia Espinoza Padilla.

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes.

Guatemala, Agosto de 2,005.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señores Representantes:

En cumplimiento a las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD-GOTEO, PARA LA ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación, agradezco la atención a la presente.

Atentamente,

Carlos Guillermo Castañeda Acevedo

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS	Por darme sabiduría y constancia para alcanzar esta meta.
MI ESPOSA	Ana Gabriela, por su amor, apoyo y comprensión.
MIS HIJAS	Rebeca y Raquel, por ser mi motivación para alcanzar este logro.
MIS PADRES	José Guillermo Castañeda Salguero. Ileana Lisseth Acevedo Hernández. Que sea este un tributo a su trabajo, a sus desvelos, a sus sacrificios, a sus oraciones, con profunda gratitud.
MIS HERMANOS	Jonathán, Karina y Pahola.
MIS SOBRINOS	Sebastián y Maria Fernanda
MI FAMILIA EN GENERAL	Con mucho Cariño.
MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS	Como recuerdo de las experiencias compartidas
MI ASESOR	Ing. Agr. Miguel Morales, por compartir conmigo su experiencia y conocimientos.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE GRAFICOS	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1. Definición de riego por goteo	3
3.1.2. Características del riego por goteo	3
3.1.3. Generalidades de la aplicación	4
3.1.4. Ventajas del riego por goteo	5
3.1.5. Inconvenientes del riego por goteo	6
3.1.6. Tipos de riego por goteo	6
3.1.7. Componentes del sistema de riego por goteo	7
3.1.7.1. Sistema de filtrado	7
3.1.7.2. Equipo de fertilización	10
3.1.7.3. Red de distribución de agua	11
3.1.7.4. Goteros	12
3.1.7.5. Dispositivos de control	15
3.1.8. Diseño agronómico	17
3.1.9. Datos técnicos preliminares	20
3.1.10. Cálculos hidráulicos	25
3.1.11. Cultivo del tomate	28
3.2 MARCO REFERENCIAL	38
3.2.1. Localización	38
3.2.2. Etimología	38
3.2.3. Vías de acceso	38
3.2.4. Servicios	38
3.2.5. Clima	38
3.2.6. Zona de vida	39
4. OBJETIVOS	40
4.1. General	40
4.2. Específicos	40
5. METODOLOGIA	41
5.1 Aspectos técnicos de campo	41
5.1.1. Reconocimiento del área de estudio	41
5.1.2. Aforo y toma de muestras	41
5.1.3. Estudio topográfico	41
5.1.4. Muestreo de suelos	42
5.2. Aspectos técnicos de gabinete	42
5.2.1. Análisis de laboratorio	42
5.2.1.1. Agua	42
5.2.1.2. Suelo	42
5.2.2. Cálculo de libreta de topografía	43

5.2.3.	Estudio climático	43
5.2.3.1.	Determinación del uso consuntivo	43
5.2.4.	Diseño agronómico	44
5.2.4.1.	Goteros	44
5.2.4.2.	Porcentaje de suelo húmedo	44
5.2.4.3.	Determinación de la lámina de reposición	44
5.2.4.4.	Determinación de la lámina bruta	45
5.2.4.5.	Frecuencia de riego	45
5.2.4.6.	Tiempo de riego	45
5.2.5.	Cálculos hidráulicos a nivel de parcela	46
5.2.5.1.	Determinación de caudal por parcela	46
5.2.5.2.	Diámetro del lateral de distribución	47
5.2.5.3.	Cálculo de la relación de caudales	48
5.2.5.4.	Coeficiente de uniformidad	48
5.2.6.	Cálculos hidráulicos a nivel de proyecto	49
5.2.6.1.	Diseño de la línea de conducción	49
5.2.6.2.	Dimensionamiento de la red de distribución	50
5.2.6.3.	Dimensionamiento de los filtros	51
5.2.7.	Obras de infraestructura hidráulica	52
5.2.8.	Elaboración de planos	52
5.2.9.	Presupuesto	52
5.2.10.	Análisis económico y de mercado	52
5.2.10.1.	Valor actual neto	53
5.2.10.2.	Tasa interna de retorno	53
5.2.10.3.	Relación beneficio / costo	54
5.2.11.	Análisis social	54
5.2.12.	Obtención de documentos legales para gestionar financiamiento	55
6.	RESULTADOS	56
6.1.	Área de riego	56
6.2.	Estudio topográfico	56
6.3.	Estudio climatológico	56
6.4.	Estudio edafológico	57
6.4.1.	Análisis físico – químico de suelos	57
6.4.2.	Constantes de humedad	58
6.5.	Infiltración	59
6.6.	Cultivos a regar	60
6.7.	Aspectos hidrológicos	60
6.7.1.	Aforo de fuentes de agua	60
6.7.2.	Calidad de agua	61
6.7.3.	Determinación de la evapotranspiración	61
6.7.4.	Requerimiento de riego	62
6.8.	Diseño agronómico	63
6.8.1.	Selección del gotero	63
6.8.2.	Porcentaje de suelo humedecido	64
6.8.3.	Lámina de reposición	64
6.8.4.	Lámina bruta	64

6.8.5.	Intervalo y tiempo de riego	64
6.8.6.	Resumen de cálculos agronómicos	65
6.9.	Diseño hidráulico de la conducción y distribución	65
6.10.	Diseño parcelario	67
6.10.1.	Turnos de riego	69
6.11.	Análisis de costos	70
6.11.1.	Costos del proyecto	70
6.11.2.	Situación de costos de cultivos con y sin proyecto	72
6.11.3.	Evaluación financiera	73
6.12.	Componente socioeconómico	74
6.12.1.	Número de beneficiarios	74
6.12.2.	Ocupaciones desempeñadas por los beneficiarios	75
6.12.3.	Ingreso mensual	76
6.12.4.	Viviendas	76
6.12.5.	Alimentación	77
6.12.6.	Servicios	78
6.13.	Aspectos legales	79
6.14.	Componente institucional	79
6.14.1.	Reglamento de usuarios	80
7.	CONCLUSIONES	83
8.	RECOMENDACIONES	85
9.	BIBLIOGRAFIA	86
10.	APENDICES	88

INDICE DE CUADROS

CUADRO

1	Equivalencia entre mesh y tamaño de orificios	9
2	Valores de porcentaje de suelo mojado por Sèller y Karmelli	22
3	Pérdida de carga en accesorios	28
4	Agrupación de los frutos de tomate según su forma, uso y mercado	32
5	Valores promedio de nutrientes removidos por el cultivo de tomate	34
6	Datos climáticos de la estación Labor Ovalle Tipo B No. 131401	57
7	Resultados de análisis físicos reportados por el laboratorio de suelos	58
8	Resultados de análisis químico reportados por el laboratorio de suelos	58
9	Resultados de las constantes de humedad reportados por laboratorio	59
10	Resultados de análisis de agua de 2 nacimientos de la aldea Chiquibal	61
11	Determinación de evapotranspiración por el método de Blaney-Criddle	61
12	Requerimiento de riego	63
13	Resumen de cálculos agronómicos	65
14	Diámetros de tubería requeridos por el sistema	66
15	Diámetros de tubería requeridos por el sistema	67
16	Programación de los turnos de riego	69
17	Resumen de costo por renglones	70
18	Resumen de costos de materiales y mano de obra	71
19	Resumen de costos por aportes	71

20	Situación sin proyecto	72
21	Situación con proyecto	72
22	Indicadores de rentabilidad	73
23A	Libreta topográfica	91
24A	Cálculos hidráulicos	94
25A	Presupuesto general del proyecto	98
26A	Detalle de diámetros de tubería en parcelas	130
27A	Costos de producción	131
28A	Parámetros de rentabilidad	134
29A	Boleta de información socioeconómica	135

INDICE DE FIGURAS

FIGURA

1	Funcionamiento del desarenador	8
2	Vista de una batería de filtros de grava y mallas	10
3	Diferentes tipos de goteros	13
4	Disposición de goteros en una batería lateral	20
5	Procedimiento de obtención de caudal por parcela	46
6	Curva de velocidad de infiltración en el sector I	59
7	Curva de velocidad de infiltración en el sector II	60
8	Relación existente entre la Evapotranspiración y la precipitación	62
9	Parcela típica	68
10A	Determinación de uso consuntivo método de Blaney-Criddle	89
11A	Valores de F de Christiansen	90
12A	Planos de planta	103
13A – 22A	Planos de Planta - Perfil	104 – 113
23A	Plano de Captación	114
24A	Plano de Caja Rompe-presión	115
25A	Plano de Caja de Válvulas	116
26A	Plano de Tanque de Almacenamiento y Distribución	117
27A	Detalles de parcelas	118

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO

1	Porcentaje de hombres y mujeres beneficiarios del proyecto	74
2	Beneficiarios distribuidos por edades	75
3	Ocupaciones que desempeñan los beneficiarios	75
4	Materiales del techo	76
5	Materiales de los muros	76
6	Materiales del piso	77
7	Tipo de estufa empleada en la preparación de alimentos	78
8	Disponibilidad del servicio de agua potable	78
9	Disponibilidad del servicio de energía eléctrica	78

PLANIFICACION Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD-GOTEO, PARA LA ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO

DESIGN AND PLANNING OF A GRAVITY IMPELLED DRIP IRRIGATION SYSTEM AT ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO

RESUMEN

El diseño de este sistema de riego se realizó para la aldea Chiquibal, del municipio de San Carlos Sija, en el departamento de Quetzaltenango durante el período comprendido de marzo del 2,001 a Enero del 2,002; esta comunidad pertenece a la región del altiplano del país, ubicada a 2,350 m.s.n.m., los habitantes de la comunidad se dedican principalmente a la agricultura.

Los objetivos consistieron en realizar la planificación preliminar y el diseño final de un sistema de riego por goteo para la comunidad, determinar la viabilidad técnica y económica del mismo, determinar los parámetros de rentabilidad del proyecto y realizar una caracterización económica de los beneficiarios del sistema.

La viabilidad técnica del sistema se determinó mediante el aforo de las fuentes de agua disponibles, la realización del levantamiento topográfico del lugar para determinar la posibilidad de realizar la conducción y distribución del agua por gravedad y la determinación del área de las parcelas a regar.

En base a la información climática del área, el cultivo a regar, el cual en este caso es Tomate y al tipo de suelo, se determinaron los requerimientos de riego, se procedió a realizar el diseño agronómico y el diseño hidráulico del sistema y se determinó el costo total del proyecto.

Se realizó una caracterización socioeconómica básica de los beneficiarios del proyecto, mediante el llenado de una boleta de encuesta.

Los resultados obtenidos manifiestan que existen dos nacimientos con un caudal total de 6.4 litros por segundo el cual puede ser conducido por gravedad hacia un

tanque de almacenamiento y distribución de 65 metros cúbicos, que dista de las fuentes de agua 2,567 metros lineales.

La longitud de la línea de distribución es de 16,526 metros lineales y permite llevar el agua de riego desde el tanque hacia las 48 parcelas del proyecto, las cuales en conjunto representan un área de 5.52 hectáreas.

El sistema fue diseñado para regar el cultivo de tomate, empleando manguera integral de goteo SuperTyphoon 150, de la marca Netafin, con caudal de 1.7 litros por hora, goteros cada 0.50 metros y distanciamiento entre líneas de 1.5 metros.

Se determinó que la lámina de reposición es de 10 mm. Y que la lámina de aplicación es de 12.5 mm., el tiempo de riego es de 5.5 horas y el intervalo de riego es de 1 día, ya que existen dos turnos diarios de 12 parcelas cada uno.

El costo total de ejecución del proyecto es de Q. 562,684.02, los parámetros de rentabilidad de la inversión nos presentan un VAN de Q. 497,007.04, una TIR de 38.6% y una relación beneficio/costo de 1.88, lo cual lo hacen económicamente viable.

La población beneficiaria asciende a 252 personas, de las cuales el 52% son mujeres y el 48% son hombres, la totalidad de los mismos son de escasos recursos económicos, con ingresos mensuales promedio de Q. 985.00 por familia, sus viviendas son en su mayor parte de adobe, con techo de teja y piso de tierra, el 75% cuenta con servicio de agua potable y el 60% con energía eléctrica.

1. INTRODUCCION

En nuestro país, existen dos épocas climáticas bien definidas, una época lluviosa que abarca los meses de junio a octubre y una época seca que va de noviembre a mayo. Esto representa un obstáculo para muchos agricultores que por falta de un sistema de irrigación no pueden producir durante la época seca del año.

A lo anterior hay que agregar la pobreza en que viven la mayor parte de nuestros campesinos, lo cual les impide la implementación de sistemas de riego por sus propios medios.

Es por ello que como un aporte al desarrollo de la aldea Chiquibal, se elaboró este proyecto de riego como un medio que permitirá la obtención de financiamiento para la implementación de una obra de infraestructura, fundamental en el desarrollo agrícola de esta comunidad.

Se espera mejorar el proceso de producción agrícola de la comunidad con la implementación del sistema de riego y consecuentemente mejorar la situación económica de los habitantes de la misma.

Otro beneficio indirecto de la ejecución del proyecto será la generación de fuentes de empleo durante la construcción del mismo, principalmente en el reglón de mano de obra calificada (albañiles) y no calificada (zanjeo).

El cultivo que la comunidad desea producir es tomate, el tipo de riego diseñado es goteo, la conducción y distribución se hará por medio de tubería de PVC de diferentes diámetros. Aprovechando el relieve topográfico del lugar se diseñó un sistema por gravedad, evitando el uso de una bomba hidráulica que vendría a incrementar notablemente el costo de construcción y operación del sistema.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La aldea Chiquibal, del Municipio de San Carlos Sija, en el departamento de Quetzaltenango, es una comunidad netamente agraria, que basa su subsistencia en la producción de maíz, Trigo y frijol principalmente, para su posterior comercialización.

Esta dependencia de las actividades agrícolas hace que la economía de la comunidad este relacionada directamente con la periodicidad de las lluvias, ya que actualmente no cuentan con un sistema de irrigación que les permita cultivar en época seca además de impedirles incursionar en la producción de cultivos más rentables como el tomate, cultivo por el cual la comunidad manifiesta especial interés. Por ello la comunidad manifiesta su deseo de obtener el beneficio de un sistema de riego y se han acercado a varias instituciones gubernamentales como el Fondo de Inversión Social (FIS) y el Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ) y aunque sus peticiones han sido escuchadas, en todas las instancias se les ha solicitado la realización de un estudio de preinversión del proyecto de riego, el cual debido a su alto costo, la comunidad no esta en capacidad de efectuar, así que mediante la ejecución de esta investigación, se proporciona dicho estudio de preinversión.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. Definición de Riego por Goteo

Medina (10), define el riego como un medio artificial de aplicar agua a la zona radicular de los cultivos de forma que ésta pueda ser utilizada al máximo.

Riego por goteo es aquel sistema que mantiene el agua en la zona radicular en condiciones de uso más favorables para la planta, aplica el agua gota a gota.

Por su parte Fuentes Yagüe (2), menciona que el riego por goteo es llamado también riego localizado y que es la forma de aplicar agua gota a gota a la zona radicular de los cultivos sin necesidad de mojar toda la superficie del suelo.

Ambuleyron (1) agrega que riego por goteo es un método por el cual se aplica agua a los cultivos entregando la cuota en forma de gotas, hasta completar la necesidad diaria calculada.

3.1.2 Características del riego por goteo

El riego por goteo presenta las siguientes características:

- A. El agua que se aplica al suelo se infiltra en el terreno y se mueve en dirección horizontal y vertical, a diferencia del riego tradicional en el cual predominan la fuerza de gravedad y por tanto el movimiento vertical.
- B. No se moja todo el suelo, sino solo parte del mismo.
- C. Se da un desarrollo radicular inferior al normal limitado a la zona húmeda en la cual se da la absorción de nutrientes, lo que permite menores distanciamientos de siembra, es decir un cultivo intensivo.

D. Se mantiene un nivel óptimo de humedad en el suelo con lo cual la tensión de agua en el mismo es baja.

E. Requiere un abonado frecuente, pues como consecuencia del movimiento permanente del agua puede producirse un lavado excesivo de nutrientes.

3.1.3 Generalidades de la aplicación

a) Cuándo regar

Los mejores resultados en cuanto a la aplicación de agua de riego se han entregado con entregas diarias. No obstante ello se pueden separar las aplicaciones llegando hasta cada tres días (1).

b) Cuánto regar

Se aplica la lámina de uso consuntivo diario, por lo tanto, estará de acuerdo con las características de la especie, variedad a regar y la capacidad de almacenaje del suelo (1).

Agrega Ambuleyron (1) que experiencias llevadas a cabo en México e Israel recomiendan los siguientes espaciamientos, que determinan la lámina de agua a aplicar.

A. Anuales: Maíz, tomate, pimiento, hortalizas.

Separación entre líneas 1.8 m

Separación entre plantas 0.3 m

Separación entre goteros 0.5 m

B. Perennes: Frutales, vid. Los espaciamientos normales de plantación, los cuales generalmente se hacen en cuadro.

c) Cómo regar

Consiste en la manera en que se deben distribuir los goteros y las líneas para hacer más efectiva la aplicación del agua (1).

- A. Anuales: Hortalizas, maíz, flores. Se considera igual cantidad de plantas por hectárea, que las que recomienda la práctica común de cultivo. Teniendo en cuenta que se debe usar una línea de goteo por cada dos hileras de plantas colocando a ésta al centro de las hileras y que el caudal a erogar es de 1 a 12 lph.
- B. Perennes: frutales, incluyendo la vid. Se usa una línea de goteo por hilera de árboles, el caudal de descarga debe ser de aproximadamente 4 lph y la distancia entre goteros y el tronco no debe ser mayor a los 25 cms.

3.1.4 Ventajas del riego por goteo

Medina (10), indica que el riego por goteo presenta varias ventajas sobre los métodos tradicionales de irrigación, se pueden mencionar:

- A. Posibilidad de regar cualquier tipo de terreno, por accidentados o pobres que sean. La pendiente del terreno no es un obstáculo, por la regulación de caudales que puede conseguirse.
- B. Uso de aguas de mala calidad, se pueden usar aguas que según las normas internacionales de calidad no son aptas para riego; esto gracias a que con el riego por goteo la tensión matricial (ψ_m) debida a las fuerzas entre las partículas del suelo es muy pequeña lo que permite que la tensión osmótica (ψ_o) debida a las sales del suelo sea mayor y por tanto se pueden utilizar aguas e incluso suelos salinos potenciales. Ya que la tensión total (ψ) que puede soportar una planta es la suma de la tensión osmótica y la tensión matricial, $\psi = \psi_o + \psi_m$.

- C. Aumento de producción, adelantamiento de cosechas y mejor calidad de los frutos como consecuencia de que la planta satisface sus necesidades hídricas todo el tiempo.
- D. Permite realizar simultáneamente con el riego otras labores culturales pues al haber zonas secas no existe dificultad para desplazarse sobre el terreno.
- E. Se puede incluir aplicación de fertilizantes y pesticidas al mismo tiempo que proporciona la irrigación.

3.1.5 Inconvenientes del riego por goteo

Según Medina (10), los inconvenientes del riego por goteo son muy pocos en comparación a las ventajas que este presenta, pueden citarse las siguientes:

- A. Costo, es un sistema caro, por lo que existe una limitación de tipo económico en su aplicación a los cultivos, ya que hay cultivos que no son lo suficientemente rentables como para justificar la inversión que el goteo supone.
- B. Obstrucción de los goteros por las partículas que arrastra el agua y que en ocasiones pueden causar daños a la instalación o al cultivo.
- C. Se requiere una mayor preparación de los operarios del sistema para su uso correcto.

3.1.6 Tipos de riego por goteo

Goldberg (3), distingue dos tipos:

- A. Subterráneo: La manguera de goteo se coloca enterrada bajo la superficie del suelo, poco utilizado por problemas de obturación de goteros.
- B. Superficial: La línea de goteo se coloca sobre la superficie del suelo, es el más popular.

3.1.7 Componentes del sistema de riego por goteo

De acuerdo a Fuentes Yagüe (2), un sistema de riego por goteo se compone de los siguientes elementos:

- A. Sistema de filtrado.
- B. Equipo de fertilización.
- C. Red de distribución de agua.
- D. Goteros.
- E. Dispositivos de control.

3.1.7.1 Sistema de filtrado

El principal problema que se plantea en los goteros es el de su obstrucción; los factores que intervienen en ello son: 1) calidad del agua de riego, 2) filtrado 3) sensibilidad de los goteros a la obturación y 4) tipo de abonos utilizados.

En su sentido más amplio el sistema de filtrado esta constituido por un conjunto de tratamientos u operaciones que se hacen para limpiar el agua de partículas extrañas. Esto comprende mallas, depósitos de sedimentación, filtros, depósitos de arena y grava, desarenadores y diversos tipos de tratamientos químicos.

Goldberg (3) señala que entre los sistemas de filtrado se pueden establecer tres tipos o categorías principales de filtros, de acuerdo a la función que realizan e incluso que se podría añadir un cuarto tipo, constituido por los elementos de prefiltrado.

A) Elementos de prefiltrado

Realizan una primera limpieza del agua de riego. Están colocados siempre antes del cabezal de riego.

Cuando el agua de riego procede de embalses es conveniente colocar desarenadores o depósitos de sedimentación, que retienen la arena que arrastra el agua e incluso pequeños guijarros. El desarenador actúa sobre la base de las propiedades de sedimentación de las partículas del suelo, según las cuales las arenas se sedimentan primero y consiste en una caja de concreto con varias pantallas de sedimentación, como se puede apreciar en la figura 1.

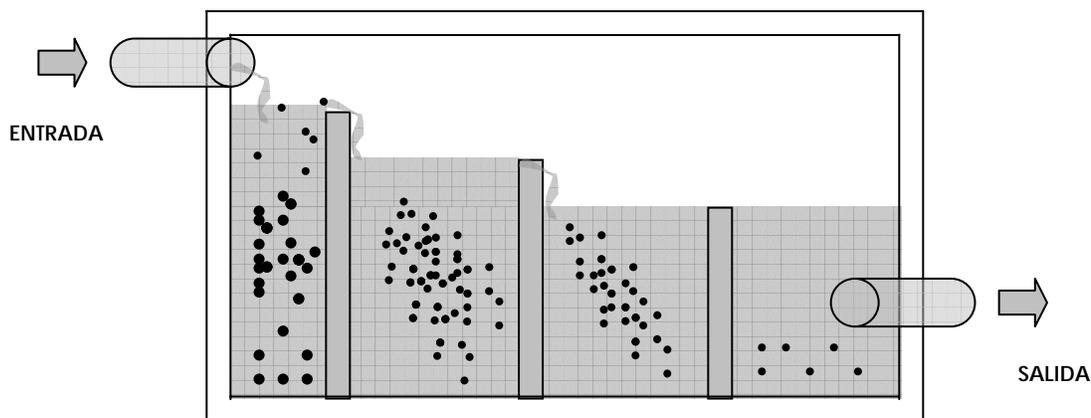


Figura 1. Funcionamiento del desarenador

B) Filtros principales

Su función es hacer una separación de los materiales más gruesos, dentro de este grupo se incluyen:

1. Hidrociclones

Es un dispositivo separador de arenas que puede eliminar hasta el 98% de los sólidos disueltos en el agua.

Fuentes Yagüe (2), indica que el hidrociclón consiste en un recipiente cilíndrico colocado en posición vertical. El líquido entra en el tangencialmente a una gran velocidad, lo que provoca un movimiento rotacional en el que las partículas sólidas, como consecuencia de la fuerza centrífuga, quedan sedimentadas en el

fondo, donde la turbulencia es menor, pudiendo eliminarse mediante una llave de purga.

2. Filtros de grava

Goldberg (3), indica que los filtros de grava se emplean fundamentalmente por la presencia de algas acuáticas y materia orgánica en el agua de riego. Consisten en un depósito metálico, de forma cilíndrica generalmente y recubierto internamente de una capa anticorrosiva.

En su interior se colocan capas de grava de varios tamaños, actuando unas como agentes filtrantes y otras como soporte.

3. Filtros de mallas

Están formados por un cartucho en cuyo interior va uno o más cilindros concéntricos de mallas que pueden ser metálicos o plásticos (2).

Entre más densas sean las mallas, menor será el tamaño de partículas que dejen pasar, esta densidad se expresa en mesh, que es la densidad de mallas por pulgada cuadrada. La equivalencia entre mesh y tamaño de orificios: se puede apreciar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Equivalencia entre mesh y tamaño de orificios

mesh	Ø mm.	mesh	Ø mm.	mesh	Ø mm.
4	3.5	30	0.5	155	0.1
6	2.5	50	0.3	200	0.08
10	1.5	75	0.2	400	0.02
20	0.8	120	0.13		

Las mallas normalmente utilizadas varían entre 30 y 120 mesh. Una regla que debe seguirse es utilizar mallas cuyo tamaño sea la décima parte del tamaño del orificio del gotero. En la figura 2 se aprecia una batería de filtros de grava y mallas.



Figura 2. Vista de una batería de filtros de grava y de mallas

3.1.7.2 Equipo de fertilización

Una de las ventajas del riego por goteo es la posibilidad de abonar con el agua (fertirrigación), lo que produce un importante ahorro en mano de obra.

Medina (9), indica dos formas de mezcla de nutrientes con el agua de riego: Presión diferencial e inyección en la red.

1. Fertilizadores Diferenciales

Son unos depósitos cilíndricos, metálicos o plásticos, en cuyo interior se colocan los abonos para su disolución y posterior conexión a la red.

Según Goldberg (3), a este tipo de fertilizadores pertenece el tipo Venturi, que consiste en una tubería que posee un estrechamiento inmediatamente antes del punto de conexión con el depósito, uniéndose por ambos extremos con la red general. Este estrechamiento provoca una alta presión a la entrada y una baja

presión a la salida, y es precisamente ésta la que provoca una succión del líquido contenido en el depósito.

2. Fertilizadores de inyección en la red

Medina (10), indica que la operación de este tipo de sistema se realiza mediante bombas que permiten regular perfectamente el caudal de la red de riego.

Estas bombas pueden ser eléctricas o hidráulicas, en el primer caso son unas motobombas de reducidas dimensiones y potencia, cuya altura de aspiración no suele sobrepasar el metro y medio. En el caso de las bombas hidráulicas se aprovecha la presión del agua para accionar el sistema de impulsión, normalmente formado por una membrana a la que está fijado un pistón.

3.1.7.3 Red de distribución de agua

Fuentes Yagüe (2), señala que la red de distribución es la que conduce el agua desde el cabezal hasta las plantas. Indica además que desde el cabezal parte una red de tuberías que según su orden son llamadas primarias, secundarias, etc.

La tubería primaria es la que conduce el agua desde el cabezal hasta las distintas unidades de riego. Las tuberías secundarias son aquellas que parten desde la tubería primaria hacia las distintas sub-unidades de riego y las tuberías de último orden, son aquellas en donde se instalan los goteros son llamadas laterales o portagoteros.

Las tuberías utilizadas en riego por goteo son generalmente de PVC (policloruro de vinilo) y de PE (polietileno).

3.1.7.4 Goteros

Los goteros son los dispositivos encargados de aplicar el agua al cultivo. Deben proporcionar un caudal pequeño y uniforme, para lo cual se precisa un orificio de salida pequeño; pero a su vez este orificio ha de ser lo suficientemente grande para evitar obstrucciones.

Goldberg (3), menciona que los goteros proporcionan un caudal de 1 a 12 litros por hora, con unas presiones de trabajo comprendidas entre 10 y 20 metros de presión.

Medina (10), indica que un gotero debe cumplir con dos características: a) Un caudal pequeño pero constante y poco sensible a las variaciones de presión, y b) Orificio suficientemente grande para evitar obstrucciones.

El exponente de descarga de un gotero indica la relación existente entre el caudal emitido por el gotero y la presión con que el agua entra en ese gotero. Por lo general el coeficiente de descarga viene indicado en las características del gotero; si no lo está puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{\log (Q_1 / Q_2)}{\log (H_1 / H_2)}$$

Donde:

Z= Exponente de descarga.

Q₁= Caudal en el punto 1. (Lph)

Q₂= Caudal en el punto 2. (Lph)

H₁= Presión en el punto 1. (m)

H₂= Presión en el punto 2. (m)

Agrega Fuentes Yagüe (2), que cuando Z se aproxima a uno significa que el caudal del gotero varía mucho con los cambios de presión. Cuando Z se aproxima a cero, el caudal del gotero varía muy poco con los cambios de presión, es decir, el gotero es autocompensante.

A) Tipos de Goteros

En el mercado existe una gran variedad de goteros, cuya clasificación se hace atendiendo a diversas características, como:

a) Por la forma de sujeción a la tubería:

1. En línea
2. En derivación

b) Por la forma de distribución del agua:

1. Simple,
2. Múltiple,
3. Tubería con paredes porosas.

c) Por la forma de limpieza:

1. Desmontable.
2. Autolimpiante.

d) Por la regulación de presión:

1. Normal.
2. Autorregulable.

e) Por el régimen hidráulico de su funcionamiento:

1. Régimen laminar, de recorrido largo y caudal pequeño.
2. Régimen parcialmente turbulento, de recorrido largo y gran caudal de orificio.
3. Régimen totalmente turbulento. Laberíntico, múltiple.

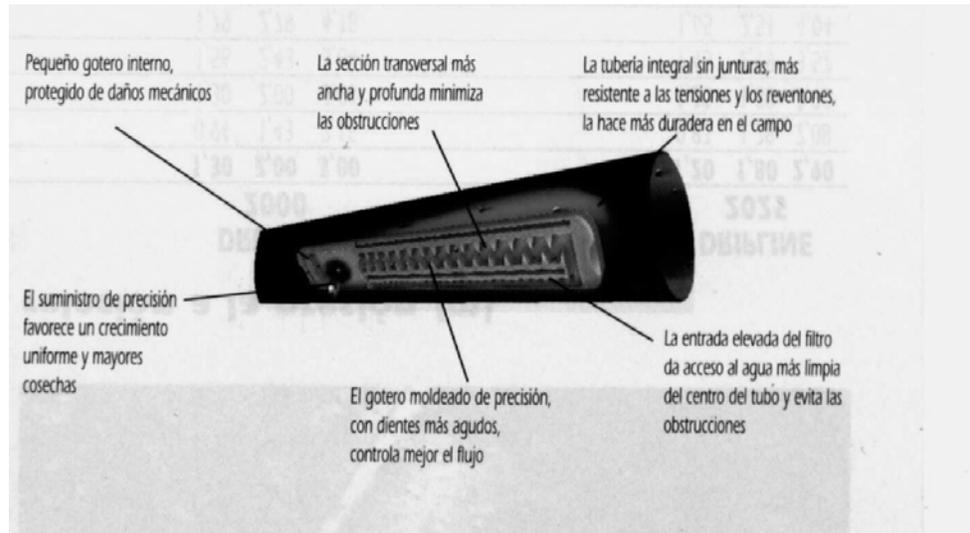
En la figura 3 se presentan los diferentes tipos de goteros.



A) Goteros en línea y de salidas múltiples.



B) Goteros de botón.



C) Línea integral de goteo.

Figura 3. Diferentes tipos de goteros

B) Factores que afectan el caudal de un gotero

El caudal que arroja un gotero, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, sufre al colocarlo en el campo una serie de variaciones, unas inherentes al propio emisor y otras, a las condiciones en que trabaja.

1. Fabricación

Todo proceso industrial es imperfecto; por tanto, el producto elaborado experimenta variaciones, aunque siempre comprendidas dentro de unos márgenes que se consideren tolerables.

Medina (10), agrega que siempre existe una ligera diferencia entre objetos que aparecen como idénticos. Debido al reducido tamaño de los orificios de los goteadores y a los

materiales que se emplean en su fabricación, sus variaciones, aunque pequeñas en lo absoluto, pueden representar un porcentaje relativo importante.

Si se toma una muestra de 100 goteros y se miden sus caudales a una presión determinada se obtendrá que se distribuyen aproximadamente en una forma normal con respecto a la media, definida por su media y su desviación típica, así pues, aquellos goteros con mayor coeficiente de variación serán de menor calidad.

2. Temperatura

Según Medina (10), el caudal de los goteros es afectado en dos sentidos: En primer lugar el diseño del gotero puede ser tal que trabaje en régimen laminar y que, por tanto, dependa de la viscosidad del líquido, cambiando con la temperatura y con ello el caudal.

En segundo lugar, el material de fabrica del gotero puede afectarse produciendo variaciones en el tamaño del orificio de salida y por tanto, en el caudal. Esta incidencia es mayor en el caso de goteros que utilizan elastómeros flexibles en su fabricación como ocurre con los autocompensantes.

3. Tupiciones

Según Medina (10), es la causa principal de la inutilización de los sistemas de riego por goteo. La tupición puede ser total, con lo que no saldría agua por los orificios, o parcial, reduciéndose la sección del orificio y, por tanto, el caudal. Ambas pueden producir la perdida del cultivo a corto o mediano plazo.

3.1.7.5. Dispositivos de Control

Son aquellos dispositivos que regulan el funcionamiento de la instalación, lo que permite aplicar el agua con presión y caudal adecuados.

A) Reguladores

Los reguladores son unas válvulas que se colocan en línea con las tuberías que forman la instalación y permiten controlar la presión o el caudal que pasa por ellos.

Los reguladores de caudal constan, en esencia, de una membrana elástica con un orificio central que se contrae o distiende de acuerdo con la presión que actúa, dejando pasar un caudal constante.

Los reguladores de presión consisten en un cuerpo cilíndrico, metálico o plástico, en cuyo interior se desplaza un pistón que queda retenido por un muelle, el agua atraviesa la válvula siguiendo un recorrido sinuoso. Cuando la presión de esta aumenta, vence la resistencia del muelle y se produce el desplazamiento del pistón, que a su vez disminuye el tamaño del orificio de entrada a la válvula, de esta forma se reduce la presión de salida del agua. Cuando esta presión de salida equilibra la fuerza ejercida por el muelle, cesa el movimiento del pistón.

B) Tanques evaporímetros

Son unos depósitos circulares que se colocan sobre el terreno llenos de agua y permiten la evaporación de ésta. Mediante una serie de coeficientes correctores pueden estimarse a partir de los datos obtenidos en los tanques las necesidades hídricas de los cultivos (2).

C) Tensiómetros

Son unos aparatos que miden la tensión de humedad del suelo. Sustituyen ventajosamente a todos aquellos sistemas que determinan el porcentaje de humedad del suelo, pues elimina la laboriosidad de la toma de muestras de suelo y pruebas de

laboratorio. Proporciona datos no solo de la humedad del suelo, sino también de la que es fácilmente utilizable por las plantas.

D) Automatismos

Medina (10) indica que dentro de estos pueden mencionarse las válvulas, válvulas eléctricas o selenoides, los paneles programadores, los electrotensiómetros, etc.

3.1.8. Diseño agronómico

Goldberg (3), indica que hay una serie de datos de campo y otros técnicos obtenidos a partir de aquellos, que permiten dimensionar todas las tuberías que componen la red, de forma que pueda obtenerse una eficiencia adecuada en el sistema.

A) Datos básicos

Medina (10), menciona que para el diseño de la instalación de riego por goteo, debe contarse con los siguientes datos:

1. Superficie del terreno.
2. Cota sobre el nivel del mar.
3. Tipo de suelo.
4. Tipo de cultivo.
5. Caudal total disponible.
6. Disponibilidad de almacenamiento o factibilidad del mismo.
7. Distancia tanque - cabecera de parcelas.
8. Altura del tanque sobre el terreno a regar.
9. Desnivel del terreno. (cotas)
10. Calidad del agua de riego.
11. Disponibilidad de energía eléctrica.

12. Horas que se puede regar cada día.

13. Evapotranspiración máxima diaria.

14. Análisis físico de suelos.

B) Elección del tipo de gotero

El funcionamiento y el costo de los goteros son de importancia, pero debe tenerse en cuenta otros factores interrelacionados que nos permitan seleccionar el mejor gotero para nuestro caso en particular.

Los goteros que se obstruyen menos, son también normalmente los más caros, por lo que en primer lugar debe pensarse en la calidad del agua, en la disponibilidad de mano de obra para la limpieza y el cambio de goteros o en el precio de un sistema de filtrado más eficiente.

Goldberg (3), indica que las inversiones iniciales bajas, no son siempre las más rentables, sino que de una instalación adecuada (aunque con un costo mayor) dependerá en gran parte el posterior éxito del sistema.

Los goteros de largo recorrido se obstruyen fácilmente y además las variaciones de presión les afectan más que a los de régimen turbulento, por lo que si el terreno es ondulado debe prescindirse de ellos.

Si el terreno presenta fuertes pendientes habrá que buscar goteros autocompensantes de presión, aunque, por otra parte, sabemos que estos goteros presentan un coeficiente de variación alto y normalmente algunas de sus partes son de un material flexible, al que suele afectarle las altas temperaturas.

Puede decirse en general que todos los goteros tienen ventajas e inconvenientes, pues aún en el caso de que existiera un gotero que no se tupiera, fuese poco sensible a los

cambios de presión o temperatura y tuviese un coeficiente de variación de fabricación muy pequeño, sería muy caro y este sería precisamente su punto desfavorable.

Agrega Medina (10), que la buena selección de un gotero debe conseguir que sus ventajas sean muy superiores a sus inconvenientes y que analizando la inversión inicial y los costos de mantenimiento y amortización se llegue a la instalación más rentable.

C) Colocación de los goteros

Una vez hecha la selección del gotero más apropiado a las características del cultivo y al tipo de suelo existente, ha de decidirse sobre la colocación de los goteros sobre la tubería existente.

Medina (10), indica que hay dos tendencias generales en cuanto a la colocación de los goteros:

La primera trata de crear una franja continua de humedad, de forma que las plantas adapten sus raíces a esta línea de humedad. Esta forma tiene el inconveniente de que en zonas con fuertes vientos y con plantas de porte alto, puede producirse la caída de las plantas, pues con el riego por goteo el sistema radicular se desarrolla más superficialmente que con el riego tradicional y por tanto el arraigo de la planta al suelo es menor. Tiene la ventaja de que facilita las labores agrícolas.

La segunda tendencia es la de crear una serie de puntos de humedecimiento en torno a la planta, de forma que esta dirija sus raíces en diferentes direcciones y consiga un mejor anclaje. Puede afirmarse que el primer método se adapta mejor en cultivos en líneas o surcos, como son los hortícolas, mientras que el segundo es mejor para árboles frutales, aunque pueden hacerse combinaciones de ambos dependiendo del tipo de cultivo.

En la figura 4 pueden apreciarse diferentes formas de colocación de goteros.

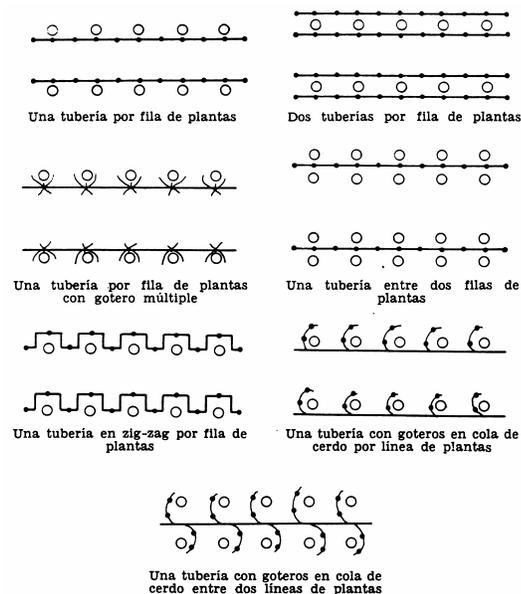


Figura 4. Disposición de goteros en una tubería lateral

3.1.9. Datos técnicos preliminares

A) Necesidades del cultivo

Medina (10), indica que dado que el riego por goteo trata de satisfacer las necesidades de las plantas, es necesario conocer estas necesidades, su evolución a lo largo del año, y sobre todo, las que corresponden a los períodos de mayor consumo. Estas necesidades constituirán la dosis neta de riego que debe aplicarse.

B) Diámetro del bulbo húmedo

Fuentes Yagüe (2), señala que hay tablas orientativas que dan aproximadamente las dimensiones del bulbo húmedo, según la clase de suelo, el caudal del gotero y el tiempo de funcionamiento. Otra forma de proceder consiste en elegir un gotero y hacer pruebas en el campo, observando la distribución del agua. En algunos suelos la profundidad del bulbo se puede determinar, de forma aproximada, al pinchar el suelo

con una aguja y observar que aquella presenta más resistencia a la penetración cuando llega al suelo seco.

El diámetro del bulbo húmedo en función del tipo de suelo y del caudal de agua viene dado por las ecuaciones siguientes:

$$\text{Suelo arcilloso} \quad d = 1.2 + 0.1 q$$

$$\text{Suelo franco} \quad d = 0.7 + 0.11 q$$

$$\text{Suelo arenoso} \quad d = 0.3 + 0.12 q$$

Donde d = diámetro del bulbo húmedo (mm)

q = caudal expresado en Litros por hora.

C) Porcentaje de suelo mojado (PH)

Goldberg (3), indica que el porcentaje de suelo mojado debe ser del 50% de la zona radicular, en cultivos de gran espaciamiento y cifras mayores para cultivos densos, afirmando que valores mayores de este porcentaje proporcionan una mayor seguridad a la instalación, en caso de averías y tupiciones.

Ambuleyron (1) agrega que es una relación entre el área mojada horizontalmente a una profundidad de entre 15 a 30 cm. y el área total de riego. Para cultivos perennes se considera entre un 20 al 35% y para cultivos horticolas entre un 30 a un 50% de PH.

Medina (10) señala que existen diversas tablas que proporcionan esta información como la de Keller y Karmelli que se basa en el 33% del volumen de las raíces, es la más practica y completa, por no necesitar de ningún tipo de determinaciones. Se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Valores de porcentaje de suelo mojado por Keller y Karmelli

Separación entre laterales	Caudal de goteros														
	Menor de 1.5 lph (0.4 gph)			2 lph (0.5 gph)			4 lph (1 gph)			8 lph (2 gph)			Mayor de 12 lph (3 gph)		
	Separación entre goteros (SG)														
S/ m (ft)	G 0.2	M 0.5	F 0.9	G 0.3	M 0.7	F 1.0	G 0.6	M 1.0	F 1.3	G 1.0	M 1.3	F 1.7	G 1.3	M 1.6	F 2.0
Porcentaje de suelo mojado															
0.8 (2.6)	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.0 (3.3)	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1.2 (3.9)	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1.5 (4.9)	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2.0 (6.6)	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2.5 (8.2)	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3.0 (9.8)	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3.5 (11.5)	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4.0 (13.1)	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4.5 (14.8)	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5.0 (16.4)	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6.0 (19.7)	5	12	18	7	14	20	14	20	30	20	27	34	27	34	40

G = Textura gruesa (arenosa)
M = Textura media (franca)
F = Textura fina (arcillosa)

D) Dosis teórica y dosis práctica de riego

Si se tiene una alta eficiencia en la aplicación del agua, puede conseguirse que la humedad del terreno esté siempre próxima a la capacidad de campo, y por ser un riego a baja tensión, el agua útil no será la comprendida entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, como en los otros sistemas de riego, sino bastante menor.

En consecuencia, la dosis de riego dependerá no solo de las características físicas del terreno y de la profundidad de las raíces, como en los sistemas tradicionales, sino también del porcentaje de suelo mojado y del descenso que vamos a permitir en el porcentaje de humedad del terreno para que no se resienta la planta.

Primeramente se calcula la lámina de reposición DR:

$$DR = \frac{(W_c - W_m)}{100} \cdot D \cdot PEA \cdot AD \cdot PH$$

donde:

DR = Lámina de reposición

W_c = humedad correspondiente a capacidad de campo, en mm/m.

W_m = humedad correspondiente al punto de marchitez, en mm/m.

D = profundidad del suelo adecuado a las raíces del cultivo, en m. De 0.85 a 1.1 m

PEA = Densidad aparente

AD = Agua disponible, 30% para hortalizas, 60% para árboles frutales

PH = Porcentaje de suelo húmedo

Por su parte Fuentes Yagüe (2), indica que el agua de riego aplicada no se aprovecha en su totalidad, ya que una parte más o menos importante escurre hacia los desagües, penetra en profundidad fuera del alcance de las raíces o se pierde en los canales de distribución. Por consiguiente, hay que suministrar una cantidad de agua superior a la dosis teórica para compensar las pérdidas, pues de otra forma los cultivos no tendrían toda el agua que necesitan.

La dosis práctica de riego es la cantidad de agua que realmente se suministra. La relación dosis teórica dividida por dosis práctica se llama eficiencia de aplicación del agua. Por tanto:

$$DB = \frac{DR}{\text{Eficiencia de aplicación}}$$

La eficiencia del sistema de riego por goteo varía desde 0.75 a 0.90, es decir de 75 a 90 %.

E) Intervalo entre riegos

Goldberg (3), indica que el espaciamiento entre riegos es un factor que depende fundamentalmente del cultivo, el suelo y el clima. No existe un intervalo fijo óptimo, y dado que el objetivo del riego es satisfacer las necesidades del cultivo en forma idónea, habrá que mantener la humedad del suelo en un punto tal que permita una alta transpiración a la planta.

Medina (10), señala que pueden mencionarse dos tendencias en cuanto a la fijación de los intervalos de riego.

La primera consiste en regar cuando se alcanza un déficit de agua predeterminado. En esta forma los intervalos serán más cortos en los periodos de alta transpiración y se alargaran más en los de baja transpiración.

La segunda es regar con intervalos fijos que naturalmente habrá que cambiar según las épocas del año. Las cantidades de agua aplicada no serán las mismas, y la eficiencia en el aprovechamiento del agua por el cultivo es ligeramente inferior.

La frecuencia de riego a tener en cuenta en el proyecto de riego por goteo es la que corresponde a los días de mayores necesidades del cultivo:

$$IR = \frac{DR}{TP}$$

Donde:

IR = Intervalo de riego en días

DR = Lamina de reposición, en mm

TP = Transpiración potencial, en mm/día

F) Tiempo de riego

Fuentes Yagüe (2), indica que el tiempo de riego dependerá de las necesidades de riego, del caudal del gotero y de la dosis de riego a aplicar.

Esta relación viene dada por la ecuación:

$$Tr = \frac{DB \times Se \cdot SL}{qe}$$

donde:

Tr = tiempo de riego en horas

DB = Lámina bruta de riego en mm.

Se = separación entre goteros en metros.

SL = separación entre líneas portagoteros en metros.

qe = caudal en Litros por hora.

3.1.10. Cálculos hidráulicos

El dimensionamiento de las tuberías de una instalación de riego por goteo se hace siguiendo el recorrido inverso del agua, es decir, empezando por los ramales más alejados, siguiendo con las tuberías terciarias, secundarias, principales y terminando en el cabezal (3).

A) Tuberías principales y secundarias

Medina (10), señala que en esta tubería, como en todo el sistema de goteo, el agua circula a presión, por lo que a lo largo de la corriente líquida se produce una pérdida de carga o energía debido al rozamiento de las moléculas líquidas entre ellas y contra las paredes de la tubería y a los cambios de elevación.

Partiendo de la ecuación del movimiento para fluidos en régimen permanente, se llega a la ecuación general de pérdida de carga (9).

$$H_f = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{V^d}{2g} L$$

Donde:

D= diámetro interno de la tubería en pulgadas.

V= Velocidad en m/s

G= 9.81 m/s²

Agrega Medina (10), que la determinación la pérdida de carga por fricción por parte de numerosos autores ha conducido a varias formulas empíricas, siendo las principales:

$$\text{CHEZY} \quad \frac{DJ}{4} = b_1 V^2$$

Donde:

D= diámetro interior del tubo.

J= Pérdida de carga.

V= Velocidad media.

$$\text{HAZEN-WILLIAMS} \quad 1.311 \times 10^9 \left[\frac{Q}{C} \right]^{1.852} \times D^{-4.87} \times L$$

Donde:

D= diámetro en mm.

L= longitud en metros.

C= constante (150 para PVC).

Q= caudal en m³ /h.

De todas estas, Medina (10), indica que la que más se emplea es la de Hazen-Williams, en la que C es un coeficiente de fricción que para tuberías de plástico (PVC) como las que se emplean generalmente en riego por goteo varía entre valores de 140 a 150.

B) Líneas Portagotos

En el dimensionamiento de estos ramales influyen el caudal de los goteros y su número, la inclinación del terreno, la rugosidad de las paredes, el espaciamiento entre goteros, entre otros.

Fuentes Yagüe (2), señala que la pérdida de carga se obtiene mediante la ecuación:

$$h = J \times L \times F$$

donde:

h = pérdida de carga total expresado en metros columna de agua (mca)

J = pérdida de carga unitaria, expresada en tanto por 1

L = Longitud de la tubería expresada en m.

F = Factor de Christiansen.

El factor de Christiansen depende del número de salidas y de la distancia de la primera salida hasta el comienzo de la tubería.

C) Pérdidas de carga en accesorios

Las pérdidas de carga producidas en las tuberías hay que añadir las pérdidas en piezas especiales y en los componentes del cabezal, generalmente se asumen ciertos valores, los cuales se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Pérdida de carga en accesorios

Accesorio	Pérdida de carga (mca)
Hidrociclón	2 - 6
Filtro de grava	2 - 4
Filtro de malla	1 - 3
Tanque de fertilización	1 - 4
Inyector hidráulico	4 - 5
Inyector Venturi	5 - 20
Regulador de presión	4 - 6
Válvula	1 - 3

3.1.11. CULTIVO DEL TOMATE

A) Origen y descripción botánica

Villela (16) indica que el tomate es una planta originaria de América, habiéndose encontrado diversidad de especies nativas y silvestres así como especies domesticadas.

De acuerdo a las clasificaciones taxonómicas, el nombre científico del tomate es (Lycopersicon sculentum). Un reacondicionamiento taxonómico evidencia la existencia de otras especies como Lycopersicon peruvianum, Lycopersicon lycopersicon, y otros, todos pertenecientes a la familia de las Solanáceas (16).

La planta de tomate posee tallos herbáceos y ramificados. Sus hojas son compuestas imparapinadas, de forma alargada y alternas, conformadas por 7 a 9 folíolos, con bordes

dentados. Las hojas compuestas alcanzan longitudes de 10 a 40 cm. La planta puede alcanzar diferentes alturas pero dependen de su hábito de crecimiento, estas alturas oscilan entre 0.40 a 2.50 mts.

La inflorescencia del tomate está compuesta por un racimo floral, consta de una sucesión de ejes, cada uno de los cuales contiene un botón floral. La flor posee un pedúnculo con cáliz gamosépalo, con 5 a 10 lóculos. La corola es gamopétala de color amarillo con 5 ó más lóculos. El androceo presenta 5 ó más estambres, los cuales están adheridos a la corola, las anteras están unidas en su base y las mismas forman un tubo. El gineceo presenta de 2 a 30 carpelos que dan origen a los lóculos del fruto. Su constitución es pistilar, con un ovario súpero, estilo liso y estigma de forma achatada.

El fruto es una baya de color variable, pudiendo ser verde amarillo, rosado y rojo. Existen diferentes formas en los frutos, la superficie de los mismos es lisa, presentando en algunos casos lobulaciones hundidas formadas por surcos longitudinales. El tamaño del fruto del tomate es variable según el material genético (sea variedad ó híbrido) y alcanza diámetros variables.

Agrega Villela (16) que los hábitos de crecimiento de la planta de tomate pueden ser de dos maneras:

a) Crecimiento determinado: Las plantas de tomate de hábito determinado, son de tipo arbolito ó arbustivo. Presentan porte bajo, son compactos y la producción de frutos se concentra en un período relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas o marcadas. Este tipo de tomate tiene inflorescencias apicales en las cuales una vez que ocurrió la polinización, el crecimiento de la planta queda determinado o interrumpido.

b) Crecimiento indeterminado: Las plantas tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo. La floración, fructificación y cosecha se extienden por períodos mucho más largos. Los tomates de ensalada o de mesa y los decorativos o cherrys, tienen por lo general este hábito de crecimiento. Las yemas terminales de estas plantas no producen fruto, sino que continúan produciendo hojas y continúa el crecimiento del tallo, por lo que en estas plantas se encuentra al mismo tiempo flores y frutos.

B) Temperatura

Para su cultivo el tomate requiere temperaturas que fluctúen entre 15 a 30 grados centígrados. Temperaturas por debajo y encima de los 15 y 30 grados centígrados, respectivamente, provocan desórdenes fisiológicos relacionados con la maduración del polen y la polinización. Debajo de 15 grados no se recomienda la siembra porque es muy susceptible a las heladas. Superior a los 30 grados tampoco se recomienda sembrarlo porqué hay problemas con la floración, por el efecto de las altas temperaturas hay aborto de la flor y por consiguiente no hay cuaje del fruto. El ICTA ha evaluado materiales tolerantes a las altas temperaturas, tales como: la variedad Chico III y el híbrido Zenith, no obstante, ocurre una reducción en la capacidad de producción cuando los efectos de la temperatura se hacen extremos.

C) Altura

En correlación con los requerimientos de temperatura, el tomate encuentra condiciones adecuadas para su cultivo en alturas comprendidas entre los 0 a 2,500 msnm. Buenos resultados pueden esperarse especialmente entre los 0 a 700 msnm (16).

Agrega Villela (16) que hay que considerar los aspectos climáticos, ambientales y los factores altitudinales. En Guatemala se tienen diversidad de climas, microclimas y alturas sobre el nivel del mar y aún algunos lugares son muy especiales, aunque están a alturas elevadas sobre el nivel del mar se tiene reportes que siembran tomate.

D) Suelo

Se adapta a diferentes tipos de suelos, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible que sean francos, franco arenosos, franco limosos o franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica (16).

El tomate se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 5.5 a 7.5 aunque se han tenido experiencias de cultivo en suelos que varían de 6 a 8 en la escala de pH con resultados satisfactorios (8).

En aquellos casos en que el suelo es alcalino puede corregirse utilizando materiales acidificantes, tales como el sulfato de amonio, Urea, Compost (8).

E) Planificación de la siembra

Villela (14) señala que en la planificación de siembra del cultivo del tomate se necesita:

a) Conocer el cultivar (variedad ó híbrido)

1. Capacidad productiva
2. Tolerancia o resistencia a enfermedades
3. Hábito de crecimiento

- b) Conocer su ciclo comprendido de siembra a cosecha
- c) Sistema de conducción y siembra (tutoreado ó en cama, surco simple o doble)
- d) Época de siembra. Con riego se puede sembrar todo el año, se debe tener mucho cuidado con:
 1. Heladas en zonas altas y en climas templados y fríos
 2. Efectos de altas temperaturas
 3. Estación ó época del año (invierno ó verano)

F) Variedades e híbridos de tomate

En el cultivo de tomate se encuentran numerosas variedades e híbridos, los cuales tienen frutos de diferentes formas. Ello relaciona su utilización y preferencia de mercado, es decir para su uso de proceso industrial, para mercado nacional o para mercado de países vecinos (16).

Agrega Villela que por lo consiguiente los frutos de tomate se pueden agrupar como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Agrupación de los frutos de tomate según su forma, uso y mercado

Agrupación	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Formas:	4. Redondos 5. Globo 6. Achatado 7. Ciruela 8. Cuadrado	9. Cilíndrico	10. Pera
Uso:	11. Industrial 12. Mesa 13. Decorativos	14. Industrial	15. Industrial
Mercado:	16. Guatemalteco 17. Salvadoreño	18. Guatemalteco	19. Guatemalteco
Consumo:	20. Fresco 21. Procesado	22. Fresco 23. Procesado	24. Fresco 25. Procesado

G) Sistemas de Siembra

Villela (16) indica que se puede sembrar en dos sistemas o métodos los cuales son:

a) Siembra Directa: Este método permite reducir el ciclo del cultivo de 22 a 30 días.

También hay una disminución en la incidencia de enfermedades, porque la planta no sufre los daños del transplante (arrancar la mate del semillero, posible sequía en el traslado del lugar del semillero al campo definitivo, daño al sistema radicular, cambio de ambiente, etc.) Las exigencias de este sistema o método de siembra son la buena preparación del suelo, el absoluto control de malezas y buen manejo del sistema de riego. Este método no es el usual en Guatemala.

b) Siembra por transplante: Este es el sistema más común en Guatemala, involucra la elaboración de semilleros y el posterior transplante de las plántulas al campo definitivo.

H) Preparación del suelo

Es recomendable que el terreno donde se realizará el transplante posea suelo profundo y que para evitar problemas de enfermedades las siembras inmediatas anteriores no hayan sido tomate, papa, chile u otra solanácea. De preferencia que haya sido cultivado con alguna gramínea (maíz o sorgo), o leguminosas (frijol, soya, etc.) Esto es importante puesto que la rotación de cultivos ayuda a prevenir el ataque de plagas y enfermedades (16).

La preparación del terreno definitivo, hay que realizarla durante la época en que las plantitas están en el semillero. Para sembrar tomate hay que preparar bien el campo definitivo, es decir que quede un suelo bien suelto, mullido y nivelado. Según las características del terreno, este puede ser mecanizado con tractor o en forma manual en aquellos terrenos no aptos para mecanización.

I) Transplante

El transplante debe realizarse cuando las plantitas tengan de cuatro a cinco folíolos (aproximadamente de 15 a 20 cms). Esto ocurre de 18 a 28 días después de la siembra, aunque dependiendo de la temperatura ambiental el crecimiento puede ser más rápido, o más lento, y puede que el transplante se realice entre 25 a 30 días después de la siembra.

Agrega Villela (16) que es conveniente suspender el riego del semillero uno o dos días antes del transplante, para que las plantas tengan un mejor desarrollo de raíces y resistan el cambio al campo. Para facilitar el arranque de las plantitas del semillero, hay que darle un riego fuerte, el día que se realice el transplante, actividad que se realiza específicamente en horas de la tarde.

El campo definitivo se riega temprano a efecto que cuando se este ejecutando el trasplante, el suelo esté bien húmedo; de esta forma las plantitas no se resienten demasiado.

J) Fertilización

El CATIE, citado por Villela (16) indica que el cultivo del tomate extrae del suelo las cantidades de nutrientes indicadas en el cuadro 5.

Cuadro 5. Valores promedio de nutrientes removidos por el cultivo del tomate Kgs/ha

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Ca	Mg	C	B	Cu	Fe	Mn	Z
135	45	180	16	8	12	8	0.16	0.07	1.46	0.14	0.18

Producción: 1975 cajas/ha – 53 TM/ha

Conociendo los requerimientos del cultivo se debe de aplicar los fertilizantes en el momento en que los nutrientes son requeridos, en varias etapas durante el ciclo del cultivo.

- a) Fertilización pre-siembra: Se ejecuta después del surqueo, aplicándose ya sea en banda o al voleo, el cual luego se cubre con el contrasurqueo, esta actividad permite que el fertilizante quede distribuido sobre toda el área y en el momento del transplante las plantas encuentran un medio adecuado para su desarrollo.
- b) Fertilización post-transplante: Se realiza en los primeros 10 días después del transplante puede hacerse en bandas o por posturas, aunque esta última no es recomendable porque se producen altas concentraciones de fertilizante en un solo punto del sistema radicular, lo cual puede obstaculizar la absorción de elementos.
- c) Fertilización en crecimiento activo o pre-floración: Las aplicaciones de fertilizantes cuando el cultivo está en crecimiento activo o pre-floración se pueden hacer en banda, siempre en el surco de riego, y cuando se tapa ya sea con azadón o mecanizado, se logran dos aspectos importantes, ampliar la mesa si la siembra es al suelo y repasar el surco de riego.

En el caso de fertilización con un sistema de riego por goteo, la dosis de fertilizante que se recomienda es la misma, pero se debe considerar:

1. Emplear fertilizantes que se diluyan en el agua de riego.
2. La forma de aplicación es en el sistema de bombeo del riego.
3. La dosis por manzana se distribuye aplicando el fertilizante a diario o en intervalo de unos pocos días, según el programa y calendario de riego.

K) Riego

Indica Villela (16) que el consumo de agua de una plantación de tomate depende de factores tales como:

- a) La zona de siembra,
- b) La época de siembra,
- c) El tipo de suelo,
- d) El cultivar empleado,
- e) El tipo de riego que se emplee,

El cultivo del tomate demanda riego durante su ciclo de vida y el manejo del mismo debe ser muy cuidadoso, porque ya sea la escasez o el exceso son inapropiados.

Si no se tiene la cantidad apropiada de agua por medio del riego se daña la calidad del fruto, ocasionando rajaduras, o bien puede darse un asocio con la enfermedad fisiológica de la pudrición apical del fruto. Por otro lado sí hay exceso de humedad en el suelo debido a riegos muy pesados es factible que se incrementen las enfermedades.

Agrega Villela (16) que en forma general el cultivo del tomate demanda de buena humedad en la zona de raíces que oscila de 0 a 40 centímetros de profundidad.

En zonas calidas y secas por su baja humedad relativa, se requiere de mayor aprovisionamiento de agua. Así también los suelos sueltos y arenosos requieren de riegos más frecuentes y ligeros. En suelos pesados a francos, los riegos deben ser más espaciados, con la finalidad de mantener la humedad que exige la planta. La diversidad de variedades e híbridos de tomate presentan mayor o menor necesidad de agua por lo que es conveniente hacer una buena selección de estos.

L) Control de malezas

Las malezas constituyen un verdadero problema para cualquier cultivo dado que además de competir por la luz, agua, nutrimentos y espacio, son hospederos alternos de plagas y enfermedades, especialmente, hospederos de insectos chupadores, razón por la cual deben eliminarse, porque perjudican el cultivo (16).

El control puede ser:

- a) Control manual: Consiste en mantener limpio el campo a base de efectuar limpiezas en forma manual, las cuales pueden ejecutarse con azadón, azadines o machete. Se recomienda efectuar las limpiezas que sean pertinentes, pero por regla general, se efectúan dos o tres limpiezas, estas deben realizarse antes de la aplicación de fertilizantes.
- b) Control químico: Este se realiza haciendo uso de herbicidas. Debe conocerse la clase y tipo de maleza a eliminar, la textura y humedad del suelo, la edad del cultivo, para poder determinar el herbicida a usar. En Guatemala se ha utilizado el herbicida Sencor, para el control de malezas de hoja ancha, el cual debe de aplicarse de 10 a 15 días después del trasplante, o sea cuando las malezas tengan tres a cuatro hojas verdaderas. Si el campo de cultivo tiene gramíneas, es necesaria la aplicación de otros herbicidas selectivos como el fusilade, la aplicación de estos herbicidas se realiza de 20 a 25 días después del trasplante ó cuando las malezas estén en crecimiento activo y antes de que florezcan. Se debe rociar bien las malezas. Se recomienda no rociar la planta de tomate cuando se use herbicidas por selectivos que sean.

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Localización

El Diccionario geográfico de Guatemala (6), indica que la aldea Chiquibal, pertenece al municipio de San Carlos Sija, del departamento de Quetzaltenango, se encuentra ubicado en la Sierra madre, al oeste del río Paniyá; a 23 Kms por la ruta nacional 9-N, al norte de la cabecera, en el lindero este de la montaña Jolompar.

El Instituto Geográfico Militar, IGM (4) indica que se localiza a una elevación de 2,350 m.s.n.m., en los 15° 08' 20" de latitud Norte y 91° 32' 10" de longitud Oeste.

3.2.2. Etimología

Su etimología es Quiché, de Chic que significa Sembrar, ensartar; e ibal que significa Lugar de; es decir "Lugar donde se ha sembrado"

3.2.3. Vías de Acceso

Se puede llegar hasta la comunidad en carretera asfaltada de primera categoría, ya que se encuentra ubicada a un costado de la ruta Ciudad de Guatemala a Huehuetenango, en el Km 230.

3.2.4. Servicios

La aldea cuenta con varios servicios, como lo son una escuela primaria, un puesto de salud y una oficina postal de 3era categoría.

3.2.5. Clima

De acuerdo a Obiols (13), en su Mapa Climatológico de la Republica de Guatemala, según el sistema Thornthwaite, la comunidad Chiquibal se encuentra clasificada bajo la nomenclatura B'3 b' Bi , la cual se caracteriza por presentar un clima frío, con invierno benigno, húmedo.

3.2.6. Zona de vida

Según el Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala (7), se encuentra catalogada dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo montano bajo, sub tropical, (Bmh –MB).

3.2.7. Actividad Económica

Los habitantes de la aldea Chiquibal, se dedican principalmente a la agricultura, especialmente al cultivo del maíz, frijol, haba, trigo y hortalizas tales como zanahoria, cebolla, etc.

Algunos habitantes desempeñan otras actividades como piloto de camión, comerciantes y artesanos. La falta de otras fuentes de trabajo ha obligado a algunos habitantes a emigrar hacia Quetzaltenango, la ciudad de Guatemala o bien al extranjero, principalmente a los Estados Unidos.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

1. Planificar y diseñar un sistema de riego por goteo para la Aldea Chiquibal, San Carlos Sija, Quetzaltenango.

4.2 ESPECIFICOS

1. Determinar la viabilidad técnica de la alternativa de riego.
2. Realizar el levantamiento topográfico del lugar, diseño agronómico e hidráulico, así como determinación del costo del proyecto.
3. Realizar un análisis Beneficio – Costo, Tasa Interna de Retorno y Valor Agregado Neto, que la implementación del proyecto genera.
4. Realizar una caracterización socioeconómica básica de los beneficiarios del proyecto.

5. METODOLOGÍA

5.1 Aspectos Técnicos de campo

5.1.1. Reconocimiento del área del estudio

Se realizaron visitas de reconocimiento a la aldea Chiquibal, con el objeto de estudiar fuentes de agua, relieve topográfico desde fuentes hacia parcelas de riego y aspectos importantes para la realización del estudio, como posible punto de tanque, cantidad de parcelas, cultivos, etc.

5.1.2. Aforo y toma de muestras de agua

Se realizó el aforo de la fuente de agua disponible por medio del método volumétrico que consiste en la medición del tiempo que toma llenar un recipiente de volumen conocido (en este caso cubeta de 5 galones). Es de mencionarse que ya se tenían aforos realizados en la época seca, que proporcionaron caudales de 4 lps y 2 lps en los nacimientos N1 y N2 respectivamente.

Seguidamente se tomaron muestras de agua para el análisis de laboratorio con fines de riego.

5.1.3. Estudio topográfico

Se realizó un levantamiento topográfico de tipo Taquimétrico con el empleo de equipo de medición topográfica (teodolito) para determinación de distancias horizontales y elevaciones de los diferentes aspectos del proyecto (nacimientos, conducción, parcelas, etc), los cuales fueron útiles para el diseño y elaboración de los planos del proyecto.

5.1.4. Muestreo de suelos

Se determinaron las diferentes clases de suelos existentes con base a reconocimiento de campo y mapas, y posteriormente se elaboraron calicatas .

Se tomaron muestras de dos estratos, de 0-25 cm y de 25-50 cm, en cada calicata, las cuales se llevaron al laboratorio de suelos para su análisis.

5.2 Aspectos Técnicos de gabinete

5.2.1. Análisis de laboratorio

5.2.1.1. Agua

Se realizó el análisis de las muestras de agua para determinación de su calidad como agua para riego, determinándose las siguientes características: olor, pH, concentración de Al, Cloruros, dureza total CaCO_3 , hierro, sulfatos, Mg, Ca y Conductividad Eléctrica y RAS.

5.2.1.2. Suelo

Se realizó el análisis de las muestras de suelos tomadas en los Laboratorios Serquim, para la determinación de sus características físicas útiles para diseño de riego.

- A) Clase textural por el método de Bouyoucos.
- B) Densidad aparente por el método de la probeta graduada.
- C) Determinación de las constantes de humedad del suelo; capacidad de campo y punto de marchitez permanente por medio del método de la olla de presión.
- D) Estudio de fertilidad de suelos.
- E) Determinación de la infiltración por el método del doble cilindro.

5.2.2. Cálculo de libreta de topografía

Se realizó el cálculo de la libreta de topografía, con lo cual se obtuvieron las distancias horizontales entre los diferentes puntos de las líneas de conducción y distribución del sistema de riego y las cotas o elevaciones, las cuales son importantes para el diseño hidráulico.

5.2.3. Estudio climático

Se consultaron los registros meteorológicos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), para la estación meteorológica Labor Ovalle por ser la más cercana al lugar de estudio, con el fin de obtener los siguientes datos: Temperatura promedio anual, Precipitación promedio, Humedad Relativa y Velocidad del viento.

5.2.3.1. Determinación del Uso Consuntivo

Con los datos climáticos se determinó el Uso Consuntivo del área mediante el método de Blaney-Cridle modificado con la ecuación:

$$f = (0.457 T^{\circ} + 8.13) p$$

f = Factor de consumo mensual.

p = porcentaje mensual de horas luz, variable con la latitud y el mes del año. Para nuestro caso Lat. 15° N.

T° = Temperatura media del mes.

El uso consuntivo se determinó mediante el uso de las tablas para Uso Consuntivo de Doorembos y Pruitt, usando los valores de f, Humedad Relativa y Velocidad del viento.

(Ver Figura 10A)

5.2.4. Diseño Agronómico

5.2.4.1. Goteros

Se seleccionó que tipo gotero a emplear con base al tipo de cultivo, al caudal disponible y a las características topográficas del lugar, así mismo se determinó la forma de colocación de los goteros basados en el tipo de cultivo.

5.2.4.2. Porcentaje de Suelo Húmedo

Se utilizó el cuadro de Keller y Karmeli (Cuadro 2) para determinación de suelo húmedo, el cual considera el espaciamiento entre líneas, el caudal del emisor y la textura del suelo.

5.2.4.3. Determinación de la lámina de reposición

Se obtuvo la lámina de reposición mediante la ecuación:

$$dn = \frac{cc - pmp}{100} \times da \times D \times AD \times PH$$

donde:

dn = Lámina de reposición en mm.

cc = Capacidad de campo, en porcentaje.

pmp = Punto de marchitez permanente, en porcentaje.

da = Densidad aparente, en gr/cm³.

D = profundidad del suelo, en cms.

AD = Agua disponible, en %.

PH= % de suelo húmedo.

5.2.4.4. Determinación de la lamina bruta

El cálculo de la lámina bruta se obtuvo con la ecuación:

$$db = \frac{dn}{\text{Ef. sistema}}$$

donde:

dn = lamina neta en mm. Ef. Sistema= eficiencia del sistema 0-1

5.2.4.5. Frecuencia de riego

Se determino de la siguiente manera:

$$Fr = \frac{dn}{\text{u.c.}}$$

donde:

dn = lamina neta en mm-

u.c. = Uso consuntivo en mm/dia.

5.2.4.6. Tiempo de riego

Esta relación fue dada por la ecuación:

$$Tr = \frac{db \times (Sa \times Sb)}{Q}$$

donde:

Tr = Tiempo de riego en horas.

db = Lamina bruta de riego.

Sa = Separación entre goteros, en m.

Sb = Separación entre líneas portagoteros, en m.

q= Caudal en Litros por hora.

5.2.5. Cálculos hidráulicos a nivel Parcela

5.2.5.1. Determinación de caudal por parcela

Para esto se procedió al trazo de las líneas de goteo sobre las parcelas dibujadas a escala, colocándose cada línea a una distancia de 1.5 mts. Seguidamente se determino la longitud por línea y el número de líneas de goteo existentes en cada parcela.

Conociendo la longitud por línea y el número de líneas se pudo determinar el número de goteros por línea ya que estos están colocados cada 0.5 mts. en la línea de goteo, finalmente, conociendo el número total de goteros por parcela y el caudal por gotero, se determino el caudal por parcela. El proceso se detalla en la figura 5.

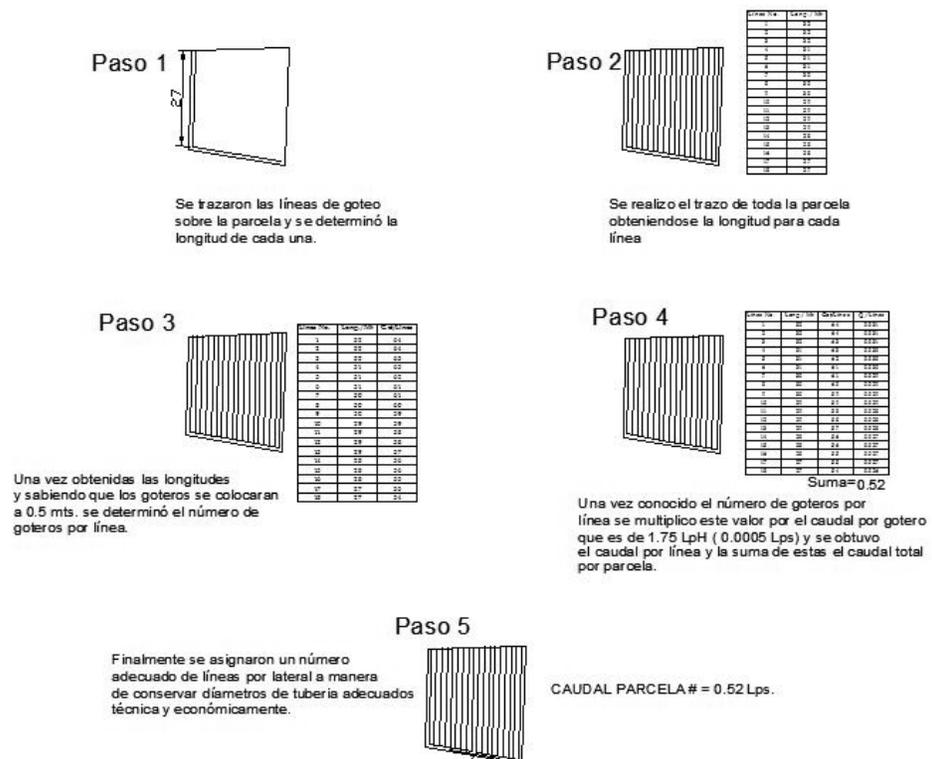


Figura 5. Procedimiento de obtención de caudal por parcela

5.2.5.2. Diámetro del lateral de distribución

El caudal total requerido para la irrigación de cada parcela fue subdividido en varias tuberías secundarias o laterales a los cuales se conectaron las líneas integrales de goteo. Luego se calculó una aproximación del diámetro de tubería apropiado para el caudal requerido mediante la fórmula de Bres o fórmula de la raíz cuadrada:

$$D = 1.5 \times \sqrt{Q}$$

Donde D = diámetro (Plg)

Q = Caudal (Lps)

Se definió el diámetro de tubería a emplear en base a los criterios de pérdida de carga (H_f) y de velocidad. Para esto se consideró una pérdida de carga de 1 metro por cada 100 metros de longitud equivalente de tubería como un valor apropiado y velocidades de 0.5 a 3 m/s las cuales permiten un flujo laminar del agua en el tubo.

La pérdida de carga en la tubería se calculó mediante la fórmula de pérdida de carga en tuberías con salidas distribuidas uniformemente la cual se expresa:

$$H_f = J \times L \times F$$

Donde: H_f = Pérdida de carga (mts)

J = Pérdida de carga unitaria (expresada en tanto por 1)

L = Longitud de la tubería (mts)

F = Factor de Christiansen (ver cuadro 11A)

5.2.5.3. Cálculo de la Relación de Caudales

Se calculó la variación del caudal mínimo q_n frente al promedio del lateral q_m mediante la fórmula:

$$\frac{q_n}{q_m} = 1 - \left(0.22 \times \frac{H_l}{H_m} \right)$$

Donde:

q_m = Caudal mínimo

q_m = Caudal medio

H_l = Pérdida de carga del lateral (se calcula con la formula de H_f de Hazen Williams)

H_m = Pérdida media del emisor (proporcionada por el fabricante del emisor)

5.2.5.4. Coeficiente de uniformidad

Se obtuvo mediante la fórmula:

$$C_u = 100 \left(1 - \frac{1.27 C_e}{\sqrt{N_e}} \right) \times \frac{q_n}{q_m}$$

Donde:

Q_n/q_m = Relación de caudales. (ver formula anterior)

C_u = Coeficiente de uniformidad

C_e = Coeficiente de emisores (0.057, proporcionado por el fabricante)

N_e = Número de emisores por planta.

5.2.6. Cálculos hidráulicos a nivel proyecto

5.2.6.1. Diseño de la línea de conducción

Para el cálculo de las tuberías de conducción, fue necesaria la determinación del diámetro a emplear y el análisis de las presiones existentes en la tubería, (línea piezométrica).

a) Diámetro de la tubería

Se realizó una aproximación del diámetro por el medio de la fórmula de Bres , mediante

la ecuación:
$$D = 1.5 \sqrt{Q}$$

Donde:

D = diámetro en pulgadas.

Q = Caudal en LPS.

El diámetro a emplear se definió finalmente en base a los criterios de pérdida de carga y velocidad de flujo en la tubería mencionados anteriormente.

b) Línea Piezométrica

El análisis de la línea piezométrica viene dado por la ecuación:

$$CFT = CIT - H_f$$

Donde:

CFT = Carga final del tramo en m.

CIT = Carga inicial del tramo, en m.

H_f = pérdida de carga por fricción, en m.

La pérdida por fricción H_f , fue calculada en todos los tramos con la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$H_f = 1.311 \times 10^9 \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \times D^{-4.872} \times L$$

Donde:

H_f = Pérdida por fricción en metros.

L = Longitud en metros.

D = Diámetro en mm.

C = Coeficiente de rozamiento (150 para PVC)

Q = Caudal en m^3/h

5.2.6.2. Dimensionamiento de la red de distribución

a) Diseño de líneas de goteo, chequeando uniformidad de aplicación y determinación del caudal por línea de goteo.

Donde el caudal por línea es: $q_{\text{gotero}} \times \# \text{ goteros/línea}$

b) Diseño de lateral de goteo determinando diámetro de tubería con base a caudal conducido y pérdidas de carga por fricción. Aquí se aplicaron las ecuaciones de pérdidas por fricción de Hazen-Williams, el factor salidas múltiples para laterales de Christiansen y el método de la raíz del caudal para determinar el diámetro.

c) Diseño de línea principal de distribución hacia las parcelas se aplicó determinación del diámetro por medio de la ecuación de la raíz del caudal y la pérdida de carga por medio de la ecuación de Hazen-Williams. En este punto es importante mencionar que debe cuidarse que las presiones dinámicas dentro de la línea sean adecuadas

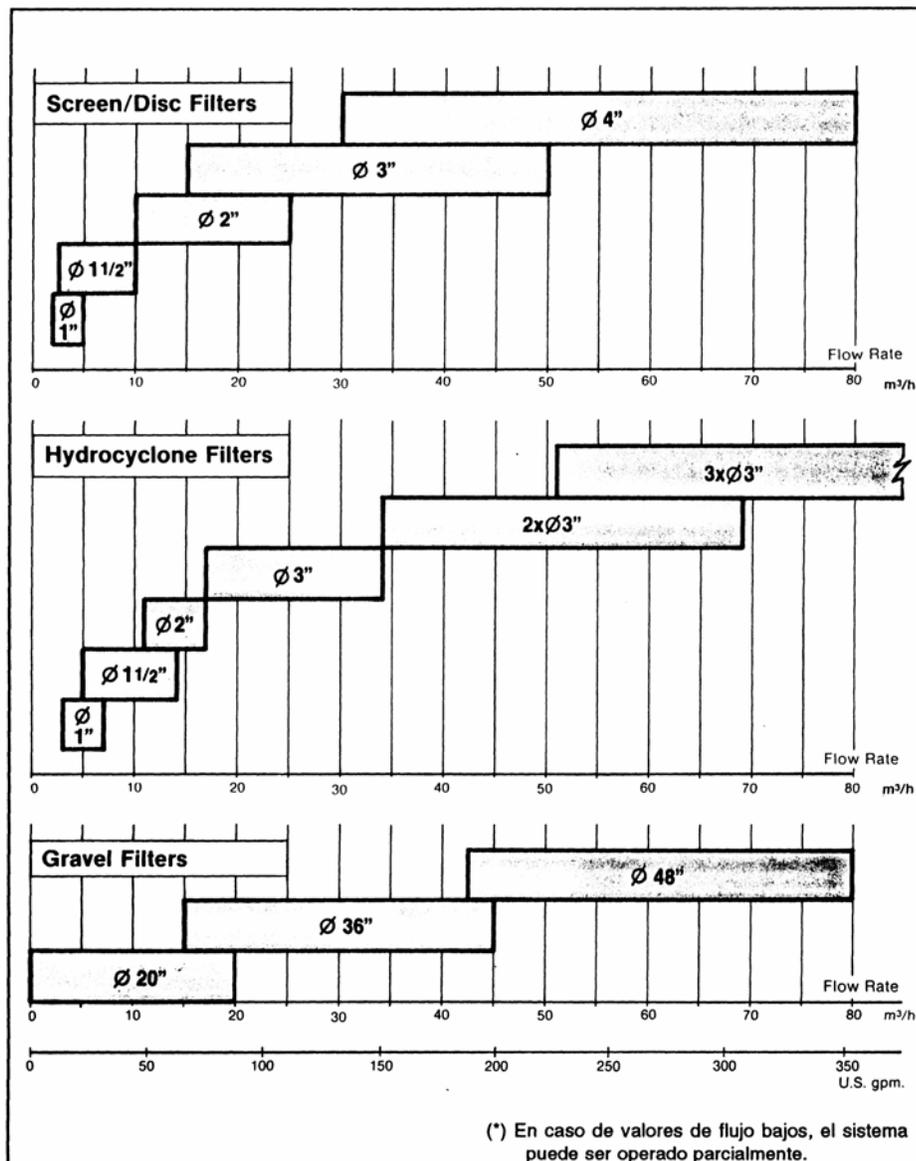
para la operación del sistema de goteo. Estos cálculos dan como resultado la línea piezométrica (presión dinámica), cantidad y diámetros de tubería.

Notar que en la distribución el diseño se trabajo desde el diseño parcelario hacia atrás, es decir primero se diseño cada parcela y se determino su caudal y diámetros requeridos para luego diseñar las tuberías principales.

5.2.6.3. Dimensionamiento de los filtros

El tamaño de los filtros se determinó mediante el uso de la tabla 1.

Tabla 1. Escala de valores de flujo para varios tipos y diámetros de filtros



5.2.7. Obras de Infraestructura Hidráulica

Se consideró la implementación de diferentes obras de infraestructura, como lo son:

- Captación.
- Cajas Rompe presión.
- Tanque de distribución.

Los cuales fueron determinadas en función de las condiciones existentes en el lugar del estudio.

5.2.8. Elaboración de planos

Se elaboraron planos de planta general, planta perfil y de las obras de infraestructura requeridas con el programa de dibujo AUTOCAD 2,004.

5.2.9. Presupuesto

Se elaboró el presupuesto general con el desglose de costos por renglón de trabajo. Para ello se cuantificaron las cantidades de materiales de construcción requeridos (cantidades de tubería de PVC de diferentes diámetros, valvulería, cemento, hierro, arena, pedrín, etc) así como las cantidades de mano de obra calificada y no calificada necesarias.

5.2.10. Análisis económico y de mercado

a) Se obtuvo los costos de producción de los principales cultivos de la comunidad, mediante entrevista con agricultores.

b) Se realizó un Análisis comparativo de la situación sin proyecto y con proyecto. Para ello se calculó el ingreso obtenido en la totalidad del área de cultivo con los cultivos actuales y cual sería el ingreso obtenido en esta misma área con el cultivo de tomate bajo riego.

5.2.10.1 Valor Actual Neto (VAN)

Se determinó de la siguiente manera:

- a) Se determinaron los ingresos y egresos para cada año que dure el proyecto. En este caso se calculó para un periodo de veinte años.
- b) Se estableció para cada año la variación esperada entre ingresos y egresos.
- c) Se determinó el valor actual de la variación esperada, considerando la tasa de actualización seleccionada, en este caso 20%, la cual se elige considerando los porcentajes promedio de rendimiento del capital en el mercado financiero.
- d) Se estableció el VAN mediante la suma de los valores actuales correspondientes a cada año.

El criterio para el análisis del VAN es el siguiente:

Si el $VAN > 0$ el proyecto puede aceptarse en virtud de que su rendimiento es mayor que la tasa de actualización.

Si el $VAN < 0$ el proyecto no es aceptable, en virtud de que su rendimiento es menor que la tasa de actualización.

5.2.10.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

El procedimiento empleado fue:

- a) Se determinaron los ingresos y egresos para cada año que dure el proyecto.
- b) Se estableció para cada año la variación esperada entre los ingresos y egresos.
- c) Se determinó el valor actual de la variación esperada, considerando la tasa de actualización seleccionada, en este caso 20%.
- d) Se debe determinar una tasa de actualización que iguale a cero el VAN, esta es la TIR.

Criterio:

Cuando la TIR obtenida es mayor a la tasa de interés de menor riesgo que ofrece el mercado, el proyecto es recomendable, de lo contrario debe rechazarse.

5.2.10.3. Relación Beneficio / Costo (B/C)

Se obtuvo de la siguiente forma:

- a) Se determinaron los ingresos y los egresos que corresponden a cada uno de los años del proyecto.
- b) Mediante la aplicación de una tasa de actualización que refleja el costo de oportunidad del capital, se determinó el valor actual de los ingresos y egresos.
- c) Se dividió la suma del valor actual de los ingresos entre la suma del valor actual de los egresos, obteniendo la relación B/C.

Criterio de análisis:

Si $B/C > 1$ se considera positivo el proyecto.

Si $B/C < 1$ el proyecto no debe ejecutarse.

5.2.11. Análisis social

Se obtuvo información sobre este aspecto mediante las boletas que se presentan en los anexos 2 y 3. Las cuales son:

- a) Boleta de información básica de cada uno de los beneficiados por el proyecto para obtención de datos sobre su situación socioeconómica.
- b) Ficha de información básica de la comunidad determinando número de habitantes y su distribución en cuanto edad, sexo, servicios con que cuentan y principales necesidades.

5.2.12. Obtención de documentos legales para gestionar financiamiento

Se obtuvieron los documentos necesarios para la aprobación del proyecto ante cualquier institución financiante:

- a) Derechos de uso de fuentes de agua.
- b) Derechos de paso de tubería y obras adicionales.
- c) Documentos de propiedad de sus parcelas.

6. RESULTADOS

6.1. Área de riego

Se llegó a establecer que el área de tierra apta para cultivo a ser regada es de 5.52 Hectáreas, la cual constituye el área total de diseño del sistema de riego.

6.2. Estudio Topográfico

El estudio topográfico consistió básicamente en el trazo de las líneas de conducción y distribución de agua para el sistema de riego, obteniéndose un total de 2,567 metros lineales desde las 2 captaciones hacia la ubicación del tanque de almacenamiento y distribución. La captación 1 se encuentra ubicada en la cota 1000.20 y la captación 2 en la cota 1005.98 mientras que el punto de tanque esta en la cota 937.61 existiendo una diferencia de nivel de 62.59 m y 68.37 m respectivamente.

La longitud de la distribución es de 16,526 metros lineales desde el punto de tanque hacia los diferentes ramales del sistema, existiendo una diferencia de altura de 337.72 m desde el tanque hacia el punto más bajo.

La libreta de topografía y los perfiles del terreno se detallan en el cuadro 23A.

6.3. Estudio Climatológico

Los datos climáticos necesarios para el diseño del sistema se obtuvieron de la estación climatológica tipo B ubicada en el municipio de Olinstepeque, "Labor Ovalle" del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, los cuales se indican en el cuadro 6.

Cuadro 6. Datos climáticos de la estación del INSIVUMEH tipo B No. 131401 “Labor Ovalle”, Olinstepeque, Quetzaltenango

MES	TEMPERATURA MEDIA °C	PRECIPITACION mm	HUMEDAD RELATIVA %	VELOCIDAD DEL VIENTO Km/hr
ENERO	22.0	4.4	66.5	4.5
FEBRERO	23.1	0.8	62.5	3.5
MARZO	24.5	14.4	63.7	3.7
ABRIL	24.0	52.3	68.7	3.3
MAYO	23.1	99.9	71.9	2.7
JUNIO	22.0	156.9	79.5	2.4
JULIO	21.6	92.7	73.9	3.1
AGOSTO	21.8	120.3	75.5	3.0
SEPTIEMBRE	21.5	154.8	78.0	2.8
OCTUBRE	20.8	104.4	80.1	3.0
NOVIEMBRE	21.3	31.8	72.9	3.6
DICIEMBRE	21.4	12.7	69.8	4.1

Fuente: Insivumeh.

6.4. Estudio Edafológico

Se llevó a cabo la toma de muestras de suelo necesarias para el diseño del sistema, mediante reconocimiento del área a ser irrigada se pudieron establecer dos puntos de muestreo, en cada uno de los puntos de muestreo se excavaron calicatas y se tomaron muestras a dos profundidades diferentes, de 0 – 25 cm. Y de 25 – 50 cm. En total fueron cuatro muestras las cuales se identificaron y se enviaron al laboratorio de suelos para su análisis.

6.4.1. Análisis físico-químico del suelo

Se determinaron características físicas y químicas del suelo para definir algunos parámetros del sistema de riego, los análisis de laboratorio reportaron los resultados que se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados de análisis físico reportados por el laboratorio de suelos

MUESTRA	PROFUNDIDAD	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL
IA	0 – 25	12.01	36.29	51.7	Arcillosa
IB	25 – 50	22.51	25.79	51.7	Arcillosa
IIA	0 – 25	49.81	8.99	41.2	Arcillo arenosa
IIB	25 – 50	39.31	15.29	45.4	Franco arcillo arenosa

El suelo tiene una tendencia a ser arcilloso aunque en el punto de muestreo 2 la arcilla presenta contenido de arenas.

El cuadro 8 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.

Cuadro 8. Resultados de análisis químico reportados por el laboratorio de suelos

Muestra	Profundidad	pH	Ug/ml		Meq/100ml		ppm				%	Meq/100gr					%
			P	K	Ca	Mg	Ca	Zn	Fe	Mn	M.O.	CIC	Ca	Mg	Na	K	S.B.
IA	0 - 25	7.50	1.10	178.00	8.11	2.21	2.00	3.00	7.50	13.50	1.48	12.17	8.73	2.67	0.23	0.57	100.00
IB	25 - 50	7.70	4.30	120.00	9.36	2.98	0.50	1.00	2.00	5.50	1.55	17.39	11.22	3.91	0.23	0.45	90.91
IIA	0 - 25	8.30	2.60	35.00	34.32	2.72	0.00	0.50	0.50	1.00	2.82	33.91	38.68	3.91	0.24	0.31	100.00
IIB	25 - 50	8.30	0.00	25.00	25.86	2.98	0.00	0.50	2.00	5.50	1.28	36.09	29.94	4.11	0.31	0.19	95.73

6.4.2. 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 9.

Cuadro 9. Resultados de las constantes de humedad reportados por el laboratorio de suelos

MUESTRA	PROFUNDIDAD Cm	DENSIDAD APARENTE gr/cc	CONSTANTES DE HUMEDAD	
			1/3 ATM	15 ATM
IA	0 - 25	1.0000	23.13	10.78
IB	25 - 50	1.0000	26.51	14.61
IIA	0 - 25	0.9000	42.83	31.44
IIB	25 - 50	0.9524	38.89	27.15

6.5. Infiltración

Se realizaron pruebas de infiltración por el método del doble cilindro en los mismos puntos donde se tomaron las muestras de suelo. Utilizando el modelo de Kostiakov-Lewis se obtuvo, para el sector I una infiltración básica de 0.81 cm/hr, con parámetros de $K = 29.111$ y $n = -0.608$ de donde se obtuvo la ecuación:

$I = 29.111 t^{-0.608}$. Los resultados se presentan en la figura 6.

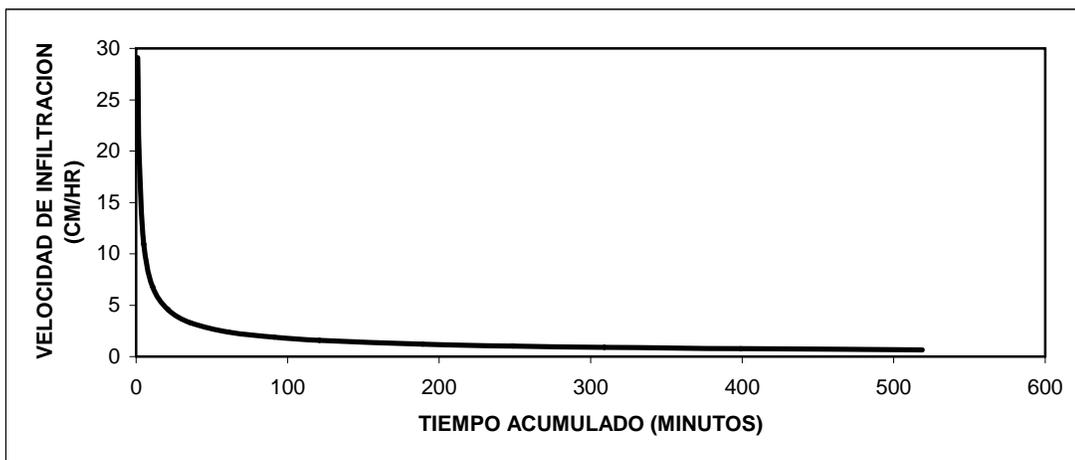


FIGURA 6. Curva de velocidad de infiltración en el sector I

Para el sector II se obtuvo una infiltración básica de 1.65 cm/hr con parámetros de $K = 32.833$ y $n = -0.520$ obteniéndose la ecuación: $I = 32.833 t^{-0.520}$. Los resultados se presentan en la figura 7.

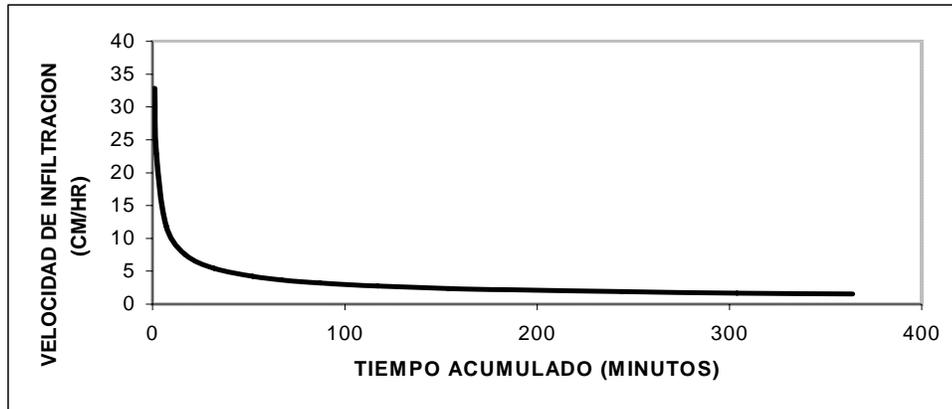


Figura 7. Curva de velocidad de infiltración para el sector II

Puede observarse en las figuras que muestran las curvas de infiltración, que la misma es variable para cada sector donde se realizaron las pruebas, lo cual también concuerda con el análisis físico de suelos. Con fines de diseño se tomó el valor de infiltración básica menor, el cual corresponde al sector I con una $I = 0.81$ cm/hr, con dicho valor se diseñó toda el área de riego y de tal manera se evitaran problemas de anegamiento o encharcamiento de los suelos.

6.6 Cultivo a regar

El cultivo que los beneficiarios desean producir cuando se implemente el sistema de riego es Tomate Lycopersicon sculentum por lo que es en base a este cultivo que se realizó el diseño del sistema.

6.7 Aspectos Hidrológicos

Se consideraron los siguientes aspectos:

6.7.1 Aforo de Fuentes de Agua

Se determinó la existencia de dos nacimientos superficiales de agua a los cuales se les determinó el caudal producido, obteniéndose que el nacimiento 1 produce 4.1 Lps y el nacimiento 2 una producción de 2.3 Lps.

6.7.2 Calidad del agua

Se tomaron muestras de agua de cada nacimiento, las cuales se enviaron al laboratorio para análisis de calidad de agua para riego, cuyos resultados se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Resultados de análisis de agua de 2 nacimientos ubicados en aldea Chiquibal, San Carlos Sija, Quetzaltenango

NUMERO DE MUESTRA	pH	mmhos/cm CEX10 ⁶	Meq/litro				SUMA DE CATIONES	ppm				SUMA DE ANIONES	RAS
			Ca	Mg	Na	K		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄		
1	7.3	158	0.22	0.18	0.28	0.04	0.72	1.23	1.37	0.36	0.07	3.03	0.63
2	7.2	158	0.19	0.25	0.22	0.05	0.71	1.19	1.45	0.42	0.10	3.16	0.63

De acuerdo a la clasificación de aguas con fines de riego del USDA, el agua de ambos nacimientos pertenece a la clase C1S1, es decir agua de baja salinidad y baja en sodio, la cual puede usarse en la mayor parte de los cultivos en cualquier tipo de suelo, es decir agua apta para riego.

6.7.3 Determinación de la evapotranspiración

Se determinó el consumo de agua para la zona del proyecto mediante la metodología de Blaney-Criddle. Los resultados se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Determinación de evapotranspiración por el método de Blaney-Criddle (modificado) $p(0.457 T + 8.13)$

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	0.18	0.18	0.27	0.26	0.25
T°	22.03	23.09	24.46	24.00	23.05	22.00	21.61	21.84	21.47	20.82	21.28	21.41
f	4.73	4.86	5.21	5.35	5.41	5.27	5.22	3.26	3.23	4.76	4.64	4.48
n	9.62	9.50	10.20	8.26	7.94	6.14	8.65	8.57	6.67	7.65	7.96	8.84
N	11.30	11.60	12.00	12.50	12.80	13.00	12.90	12.60	12.20	11.80	11.60	11.50
n/N	0.85	0.82	0.85	0.66	0.62	0.47	0.67	0.68	0.55	0.65	0.69	0.77
HR	66.50	62.50	63.70	68.70	71.90	79.50	73.90	75.50	78.00	80.10	72.90	69.80
V. Viento	4.52	3.47	3.65	3.30	2.67	2.41	3.09	2.98	2.81	2.97	3.62	4.09
UC	4.50	4.60	4.90	4.00	4.20	3.40	4.20	2.40	1.60	4.00	3.60	3.50

Los valores de uso consuntivo varían entre 1.6 y 4.9 mm/día, correspondiendo el valor más alto al mes de marzo y el más bajo al mes de septiembre. De tal manera que con fines del diseño se tomara el valor más alto, es decir el correspondiente al mes de marzo.

En la figura 8 se presenta la relación entre uso consuntivo y la precipitación en la zona.

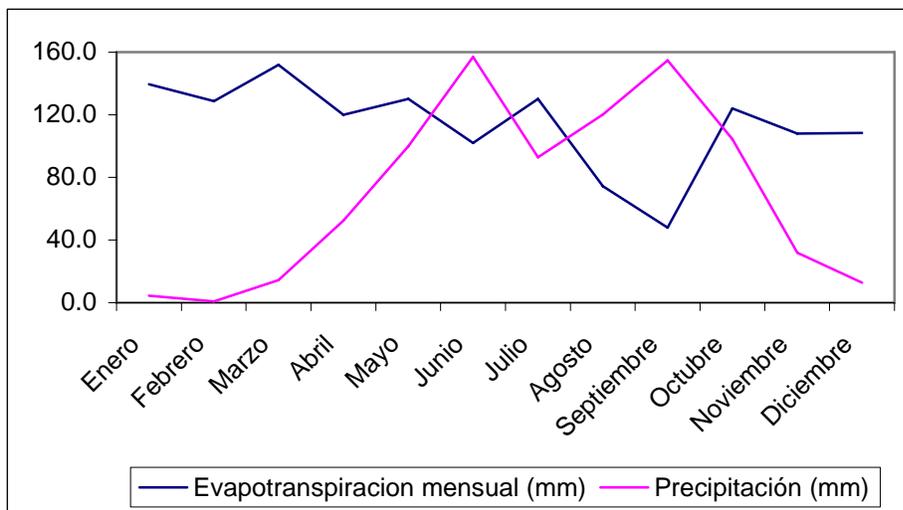


Figura 8. Relación existente entre la Evapotranspiración y la precipitación en la aldea Chiquibal

Se puede observar que en la mayor parte del año la demanda de agua excede ampliamente a la precipitación pluvial de la zona, por lo que se hace necesario el riego para satisfacer dicho déficit.

6.7.4 Requerimiento de riego

La diferencia existente entre la precipitación y el uso consuntivo nos permite calcular el requerimiento de riego. En el cuadro 12 se observan dichas diferencias, notándose que en los meses de junio y agosto no es necesario regar, mientras que en los restantes meses el riego se hace necesario, ya que llueve menos de lo que se evapora.

Cuadro 12. Requerimiento de riego

MES	PP (mm)	Pe (mm)	UC mensual mm	REQUERIMIENTO DE RIEGO MENSUAL (mm)	REQUERIMIENTO DE RIEGO DIARIO (mm)
ENERO	4.4	4.18	139.5	135.32	4.37
FEBRERO	0.8	0.76	128.8	128.04	4.57
MARZO	14.4	13.68	151.9	138.22	4.46
ABRIL	52.3	48.14	120.0	71.86	2.40
MAYO	99.9	82.94	130.2	47.27	1.52
JUNIO	156.9	100.85	102.0	1.16	0.04
JULIO	92.7	78.26	130.2	51.95	1.68
AGOSTO	120.3	92.14	74.4	0.00	0.00
SEPTIEMBRE	154.8	100.74	48.0	0.00	0.00
OCTUBRE	104.4	84.98	124.0	39.02	1.26
NOVIEMBRE	31.8	29.87	108.0	78.13	2.60
DICIEMBRE	12.7	12.07	108.5	96.44	3.11

6.8 Diseño Agronómico

Para el diseño del sistema se utilizaron las siguientes especificaciones:

Cultivo: Tomate (Lycopersicon sculentum)

Ciclo Vegetativo: 90 días.

Profundidad Radicular: 1 metro.

6.8.1 Selección del Gotero

Se seleccionó que tipo gotero a emplear con base al tipo de cultivo, al caudal disponible y a las características topográficas del lugar, en este caso el cultivo a regar es tomate, en un suelo franco arcilloso y con distanciamientos de siembra de 0.5 metros entre plantas y 1.5 metros entre surcos, por lo que se eligió emplear el gotero Super Typhoon 150, de la marca Netafim, el cual tiene una descarga por emisor de 1.7 lph a 1 atm. de presión, es una tubería integral de goteo, es decir el gotero se encuentra incorporado a la manguera, tiene un diámetro de 16 mm, un grosor de pared de 0.38 mm lo cual le da una

mayor durabilidad; la distancia entre goteros es de 0.5 metros , lo que permite un diámetro de mojado adecuado.

6.8.2 Porcentaje de suelo humedecido

El porcentaje de suelo humedecido PH se obtuvo mediante el cuadro de Keller y Karmeli para laterales sencillos, Cuadro 2 (pag. 22).

Se obtuvo un porcentaje de suelo humedecido de 47 % para ambos sectores, esto indica la relación de área mojada horizontalmente a una profundidad de entre 15 y 30 cms y el área total de riego.

6.8.3 Lámina de reposición (DR)

Se tomó para fines de diseño el resultado obtenido como requerimiento diario por el método de Blaney Criddle, y considerando que se regará un día de por medio, se multiplico por dos por lo que la Lámina de reposición es de $4.9 \text{ mm/día} \times 2 = 10.0 \text{ mm}$

6.8.4 Lámina bruta (DB)

El valor obtenido con una eficiencia de 80 % en aplicación de riego por goteo fue de 12.5 mm

6.8.5 Intervalo y tiempo de riego (IR)

Una de las características del riego por goteo es que el aporte de agua es diario, sin embargo, debido a que el caudal disponible es limitado, se debe regar mediante la asignación de turnos de riego, cada parcela se irrigará un día de por medio, (un día sí y un día no), operando dos turnos diarios de 5.5 horas cada uno.

Ambuleyron (1) indica que en ocasiones como estas el riego por goteo se puede realizar a intervalos de hasta 3 días.

6.8.6. Resumen de Cálculos Agronómicos

Se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Resumen de cálculos agronómicos

CULTIVO:	TOMATE	
AREA: A	5.5	Has
NUMERO DE UNIDADES DE RIEGO:n	48	Parcelas
SUELO:	FRANCO ARCILLOSO	
CC:	42.83	%
PMP:	31.44	%
Da:	0.9	gr/cm3
PROFUNDIDAD DEL SUELO:D	1.0	Mts
TRANSPIRACIÓN: TP	4.9	mm/día
EFICIENCIA DEL SISTEMA:	0.8	%
DISTANCIAMIENTO ENTRE LINEAS:	1.5	Mts
DISTANCIAMIENTO ENTRE GOTEROS:	0.5	Mts
DESCARGA POR EMISOR: qe	1.75	LPH
AGUA DISPONIBLE: AD	30	%
PORCENTAJE DE SUELO HUMEDO:	47	%
LAMINA DE REPOSICIÓN: DR	10.00	mm
INTERVALO DE RIEGO: IR	1.0	Días
LAMINA BRUTA: DB	12.50	mm
TIEMPO DE RIEGO: tR	5.5	Horas
GOTERO	Manguera integral de goteo con goteros cada 0.5 m autocompensante Superthyphoon con caudal de 1.7 LPH a una presión de operación de 10 m.c.a.	

6.9 Diseño Hidráulico de la Conducción y distribución

Se calculó los diámetros de tubería requeridos para la conducción y distribución del caudal de agua disponible para la irrigación del área determinándose los diámetros que se detallan en los cuadros 14 y 15.

Los cálculos hidráulicos para la determinación de diámetros y presiones de tubería utilizados se pueden revisar en el Cuadro 24A. Para mas detalle consultar los planos de planta – perfil en la figuras 12A a la 26A.

Cuadro 14. Diámetros de tubería requeridos por el sistema

DE EST	A EST	CANTIDAD DE TUBOS	Ø TUBERIA	PRESION PSI	OBSERVACIONES
De Nac. 1 a TQ de Distribución y Almacenamiento					
R-2	E-13	108	PVC 3"	100	R-2 = Nacimiento 1
E-13	E-14	18	PVC 3"	125	
E-14	E-16	13	PVC 2"	125	
E-16	E-17	5	PVC 2"	160	
E-17	E-19	61	PVC 2"	250	
E-19	E-21	13	PVC 2"	125	E-21 = Tanque
De Nac. 2 a TQ de Distribución y Almacenamiento					
E-A14	E-A11	11	PVC 3"	100	E-A14 = Nacimiento 2
E-A11	E-A3	64	PVC 2"	100	
E-A3	E-A1	9	PVC 1 1/2"	125	
E-A1	E-17	19	PVC 1 1/2"	160	
E-17	E-19	61	PVC 1 1/2"	250	
E-19	E-21	13	PVC 1 1/2"	125	E-21 = Tanque
Ramal 1					
TQ	E-5	31	PVC 1 1/2"	125	
E-5	E-15	87	PVC 1 1/4"	160	
E-15	E-20	73	PVC 1"	160	
Eje Central					
TQ	E-25	21	PVC 3"	160	
E-25	E-26	8	PVC 2 1/2"	160	En E-26 se ubica Caja rompe-presión con válvula de flote
E-26	E-30	45	PVC 3"	100	
E-30	E-32	22	PVC 2 1/2"	100	En E-32 se ubica Caja rompe-presión con válvula de flote
E-32	E-E1	51	PVC 3"	100	
E-E1	E-E4	63	PVC 3"	125	
E-E4	E-E10	130	PVC 3"	160	
E-E10	E-F3	40	PVC 2"	160	
E-F3	E-F11	95	PVC 2"	125	En E-F11 se ubica Caja rompe-presión con válvula de flote
E-F11	E-F12	10	PVC 3"	100	
E-F12	E-F14	37	PVC 2"	100	En E-F14 se ubica Caja rompe-presión con válvula de flote
E-F14	E-F15	25	PVC 3"	100	
E-F15	E-F19	32	PVC 2"	100	En E-F19 se ubica Caja rompe-presión con válvula de flote
E-F19	E-F20	11	PVC 3"	100	
E-F20	E-F23	39	PVC 2"	100	

Cuadro 15. Diámetros de tubería requeridos por el sistema

DE EST	A EST	CANTIDAD DE TUBOS	Ø TUBERIA	PRESION PSI	OBSERVACIONES
Ramal 2					
E-28	P-12	24	PVC 1"	160	
Ramal 3					
E-28	P-14	55	PVC 1"	160	
Ramal 4					
E-33	P-18	57	PVC 1 1/2"	125	
Ramal 5					
E-35	E-42	56	PVC 3"	100	
E-42	E-44	33	PVC 3"	125	
E-44	E-47	26	PVC 2 1/2"	125	
E-47	E-50	27	PVC 2 1/2"	160	
E-50	E-52	20	PVC 2 1/2"	250	
E-52	E-55	45	PVC 2 1/2"	100	
E-55	P-36	42	PVC 1 1/2"	125	
Sub Ramal 5-1					
E-48	E-A"	55	PVC 1 1/2"	125	
E-A"	P-33	32	PVC 1"	160	
De eje Central a CRP lateral					
E-F5	E-F2	14	PVC 2"	100	
E-F2	E-11	40	PVC 1 1/2"	125	
Ramal 6					
E-10	E-11	3	PVC 2"	160	
					presión con válvula de flote
E-11	E-12	10	PVC 2"	100	
E-12	E-18	89	PVC 1 1/2"	125	En E-18 se ubica Caja rompe-
					presión con válvula de flote
E-18	E-19	9	PVC 1 1/2"	125	
E-19	E-21	63	PVC 1"	160	

6.10. Diseño parcelario

El equipamiento básico de una parcela consiste en una acometida parcelaria en el diámetro de la línea de PVC principal, luego una válvula de compuerta para control del ingreso del agua a la parcela, un regulador de presión de 15 PSI, una tubería distribuidora o manifold al cual se acoplaran las mangueras de goteo, la tubería de PVC son subterráneas y las mangueras de goteo superficiales. El Detalle del diseño de cada parcela puede consultarse en la figura 27A y el cuadro 26A.

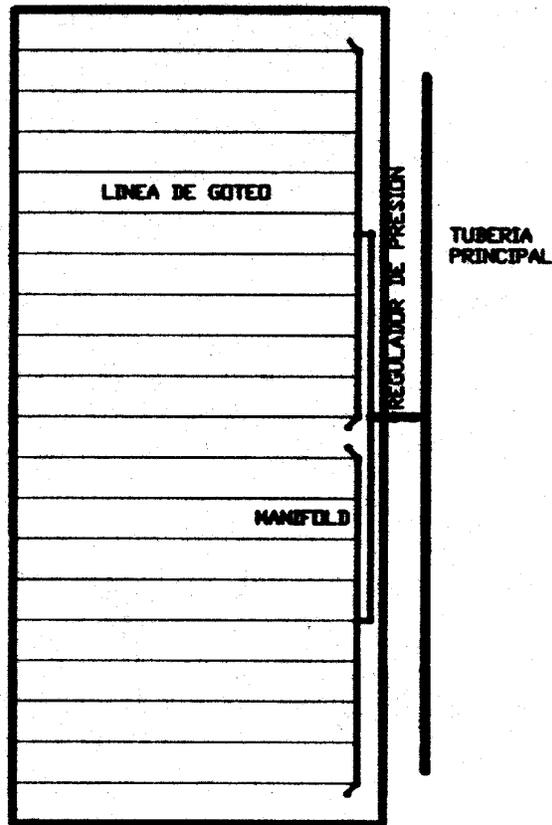


FIGURA 9. Parcela Típica

6.10.1 Tanque de Distribución y Almacenamiento

El caudal de conducción total de ambos nacimientos es de 6.4 Litros por segundo, este volumen de agua será almacenada y luego distribuida hacia las parcelas de riego por lo que se calculó un volumen que permitiera este almacenamiento dentro de un rango adecuado.

El tanque será de mampostería reforzada, con una longitud de 6.5 metros, un ancho de 5 metros y una altura de 2 metros y una capacidad de almacenamiento efectiva de 65 metros cúbicos. Ver Figura 26A.

6.10.2. Turnos de riego

Como se mencionó anteriormente la frecuencia de riego es un día si y un día no, para ello se programaron los riegos en turnos de 5.5 horas cada uno; durante cada turno se regarán 12 parcelas, la programación de riego sugerida se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Programación de los turnos de riego

DIA	TURNO	HORARIO		PARCELAS
		DE	A	
1	1	05:00:00 a.m.	10:30:00 a.m.	1,5,9,13,17,21,25,29,36,37,41,48
	2	13:00:00 p.m.	6:30:00 p.m.	2,6,10,14,19,22,26,30,34,38,42,47
2	1	05:00:00 a.m.	10:30:00 a.m.	3,7,11,15,18,23,27,31,35,39,43,46
	2	13:00:00 p.m.	6:30:00 p.m.	4,8,12,16,20,24,28,32,33,40,44,45
3	1	05:00:00 a.m.	10:30:00 a.m.	1,5,9,13,17,21,25,29,36,37,41,48
	2	13:00:00 p.m.	6:30:00 p.m.	2,6,10,14,19,22,26,30,34,38,42,47
4	1	05:00:00 a.m.	10:30:00 a.m.	3,7,11,15,18,23,27,31,35,39,43,46
	2	13:00:00 p.m.	6:30:00 p.m.	4,8,12,16,20,24,28,32,33,40,44,45

Se estiman dos turnos de riego por día, existe un intervalo de 2.5 hrs. Entre cada turno para permitir cierto nivel de recarga del tanque, durante la noche existe recarga y luego de llenado el tanque lo cual ocurre aproximadamente a las 12 de la noche habrá un caudal de rebalse el cual podría conducirse hacia el tanque del sistema de agua potable.

6.11 Análisis de costos

6.11.1. Costos del proyecto

El costo total del proyecto es de Q. 562,684.02 esto incluye los materiales de construcción, tubería, valvulería y accesorios, mano de obra calificada y mano de obra no calificada, administración y utilidad.

Los costos se resumen en el cuadro 17.

Cuadro 17. Resumen de costo por renglones

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB-TOTAL
COSTOS DIRECTOS					
1	Captaciones	2.00	Unidad	Q 4,060.41	Q 8,120.82
2	Conducción	1.00	Global	Q 53,949.26	Q 53,949.26
3	Tanque de distribución y almacenamiento	1.00	Unidad	Q 68,451.75	Q 68,451.75
4	Losa para sistema de filtrado	1.00	Unidad	Q 869.30	Q 869.30
5	Sistema de filtrado	1.00	Unidad	Q 21,241.92	Q 21,241.92
6	Distribución	1.00	Global	Q209,370.84	Q 209,370.84
7	Cajas Rompe-presión	8.00	Unidad	Q 2,929.74	Q 23,437.95
8	Cajas de Válvulas	13.00	Unidad	Q 848.48	Q 11,030.24
9	Parcelas	1.00	Global	Q101,478.38	Q 101,478.38
TOTAL DIRECTOS					Q 497,950.46
COSTOS INDIRECTOS					
	Administración	5.00%			Q 14,938.51
	Utilidad	10.00%			Q 49,795.05
TOTAL INDIRECTOS					Q 64,733.56
TOTAL					Q 562,684.02

Los costos directos ascienden a la cantidad de Q. 497,950.46 y los indirectos a Q. 64,733.56. Los costos además pueden dividirse en costos de materiales y mano de obra, los cuales se presentan en el cuadro 18.

Cuadro 18. Resumen de costos de materiales y mano de obra

No.	REGLON	SUB-TOTAL
	COSTO DIRECTO	
	MATERIALES	Q 334,752.46
	MANO DE OBRA CALIFICADA	Q 63,298.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q 99,900.00
	SUBTOTAL DIRECTOS	Q 497,950.46
	COSTO INDIRECTO	
	ADMINISTRACION	Q 14,938.51
	UTILIDAD	Q 49,795.05
	SUBTOTAL INDIRECTOS	Q 64,733.56
	TOTAL	Q 562,684.02

Los materiales constituyen el aporte más significativo, seguido por la mano de obra no calificada, es de mencionar que la mano de obra no calificada será proporcionada por la comunidad y el resto del costo por la institución financiante, por lo que es importante desglosar los costos por aportes.

Cuadro 19. Resumen de costos por aportes

FUENTE DEL APORTE	APORTE Q.
Institución financiante	Q 462,784.02
Comunidad	Q 99,900.00
TOTAL	Q 562,684.02

El desglose detallado de los costos se puede consultar en el cuadro 25A.

También se determinó el costo de inversión por hectárea el cual es de Q. 102,306.19 lo cual si bien es una inversión por encima de los parámetros de inversión generalmente aceptados en la implementación de riego por goteo, en este caso se justifica por el componente de beneficio social que contiene el proyecto, además; la relación beneficio costo alta, de 1.88 indica una alta rentabilidad al largo plazo.

6.11.2 Situación de costos de cultivos con y sin proyecto

Para poder realizar el análisis económico del proyecto mediante la determinación de flujos netos fue necesario determinar los costos de producción de los cultivos actualmente producidos en la comunidad, (ver Cuadro 27A) así como el costo de producción del cultivo que la comunidad piensa producir con el sistema de riego. Seguidamente se hizo un análisis de ingresos en los cultivos actuales (sin proyecto) y una inferencia de ingresos con el cultivo a producir con riego (con proyecto). Los resultados se presentan en los cuadros 20 y 21.

Cuadro 20. Situación sin proyecto

Cultivo	Cosechas	Precio qq	Área Cuerdas	Producción por cuerda	Producción Anual	Ingresos	Costos x cuerda	Costos Totales	Ingreso Neto
Maíz	1	100	55	3	165.00	16,500.00	147.33	8,103.15	8,396.85
Trigo	1	100	20	2	40.00	4,000.00	110.5	2,210.00	1,790.00
Fríjol	1	300	55	1	55.00	16,500.00	147.33	8,103.15	8,396.85
haba	1	250	55	2	110.00	27,500.00	147.33	8,103.15	19,396.85
TOTALES			185			Q.64,500.00		Q.26,519.45	Q.37,980.55

Para determinar el cuadro anterior se tomó en cuenta los cultivos producidos por los miembros de la comunidad en la actualidad, estos son trigo y una asociación maíz-fríjol-haba.

Cuadro 21. Situación con proyecto

Cultivo	Cosechas	Precio Qq	Área Cuerdas	Producción por cuerda	Producción anual	Ingresos	Costos x cuerda	Costos Totales	Ingreso Neto
Tomate	2	40	75	110.00	16500.00	660,000.00	2639.67	395,950.50	264,049.50
TOTALES			75			Q.660,000.00		Q.395,950.50	Q.264,049.50

El cuadro anterior se obtuvo bajo el supuesto de que los beneficiarios producirán el cultivo de tomate con una producción de 900 cajas por manzana obteniéndose 2 cosechas al año. Ellos manifiestan que este cultivo es el que más les interesa y que piensan producirlo en invernaderos recubiertos de nylon.

6.11.3. Evaluación financiera

Para la ponderación de los beneficios del proyecto en relación a sus costos se obtuvo el Valor Actual Neto (VAN) la tasa interna de retorno (TIR) y la relación Beneficio Costo (B-C).

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 22.

Cuadro 22. Indicadores de Rentabilidad

Año	Beneficios del Proyecto	Costos de Operación	Beneficios Netos	Factor de Descuento	Flujos Netos Descontados
0	(562,684.02)	0.00	(562,684.02)	1.000	(562,684.02)
1	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.833	181,307.46
2	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.694	151,089.55
3	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.579	125,907.96
4	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.482	104,923.30
5	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.402	87,436.08
6	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.335	72,863.40
7	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.279	60,719.50
8	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.233	50,599.58
9	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.194	42,166.32
10	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.162	35,138.60
11	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.135	29,282.17
12	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.112	24,401.81
13	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.093	20,334.84
14	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.078	16,945.70
15	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.065	14,121.42
16	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.054	11,767.85
17	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.045	9,806.54
18	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.038	8,172.12
19	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.031	6,810.10
20	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.026	5,896.79
VAN					497,007.04
TIR					38.6%
Relación B/C					1.88

El valor del Valor Actual Neto (VAN) es mayor que cero por lo que es aceptable y esta considerada para una tasa de actualización del 20%, la cual es superior a las mejores oportunidades de inversión existentes en el sistema financiero, esto arroja un resultado de Q. 497,007.04 de rendimiento en un período de 20 años.

Por otro lado la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 38.6% esta muy por encima de las tasas actuales de interés bancario (costo de oportunidad) por lo que es un valor positivo en cuanto a la viabilidad del proyecto.

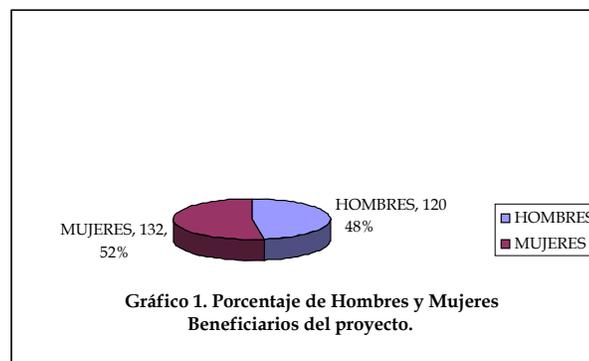
Finalmente la relación Beneficio Costo (B-C) nos da un resultado de 1.88 lo cual indica que hay una relación positiva en la generación de ingresos es decir que la relación entre el valor actual de los egresos y el valor actual de los ingresos favorece a estos últimos. Los cálculos de presentan en el Cuadro 28A.

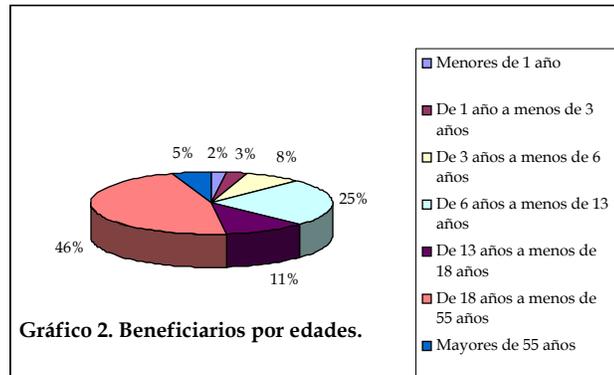
6.12. Componente Socioeconómico

Los datos socioeconómicos se obtuvieron mediante la boleta que se presenta en el Cuadro 29A.

6.12.1. Número de Beneficiarios

Se obtuvo que la cantidad total de beneficiarios por el sistema de riego será de 252 habitantes miembros de 48 familias lo cual constituye una media de 5.27 habitantes por familia. La distribución en cuanto sexo y rangos de edad se presenta en los gráficos 1 y 2.

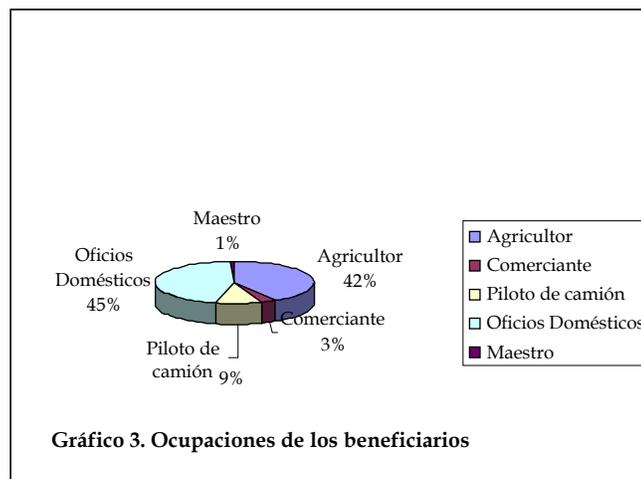




La cantidad de hombres y mujeres beneficiarios es bastante equitativa, con un 48% de hombres y un 52% de mujeres. Un 46% de la población beneficiada esta comprendida por adultos entre los 18 y los 55 años, un 5% son personas de la tercera edad mayores de 55 años y el 43% restante son niños menores de 18 años. Es una población relativamente joven con un 89% de personas menores de 55 años y por tanto personas que se encuentran en su edad productiva.

6.12.2. Ocupaciones desempeñadas por los beneficiarios

A la pregunta de cuantas personas del núcleo familiar trabajan, se determinó que 131 personas ejecutan alguna actividad laboral, como indica el gráfico 3.



De estas ocupaciones la agricultura es la mas importante, generalmente desempeñada por los hombres, mientras que los oficios domésticos es la que

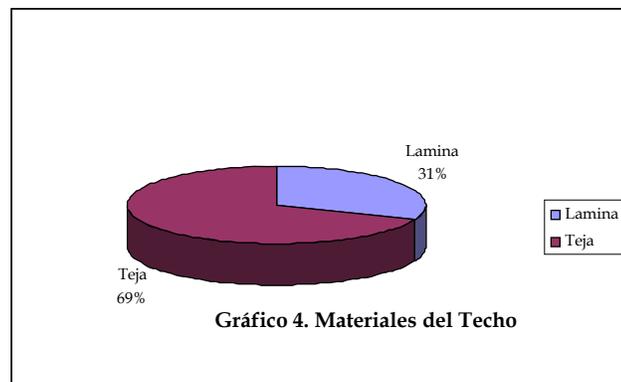
presenta un valor más alto ya que generalmente en cada casa hay alguna mujer que los realiza, ya sea la esposa, la madre o alguna hija.

6.12.3. Ingreso mensual

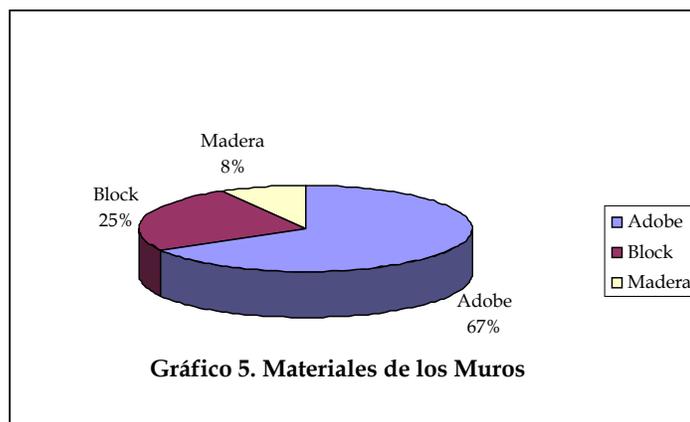
Se pregunto a cada cabeza de familia que expresara la cantidad de ingreso mensual que obtiene su núcleo familiar, obteniéndose valores en un rango de Q. 600.00 a Q. 2,500.00 mensuales con un promedio de Q. 985.00 por familia.

6.12.4. Viviendas

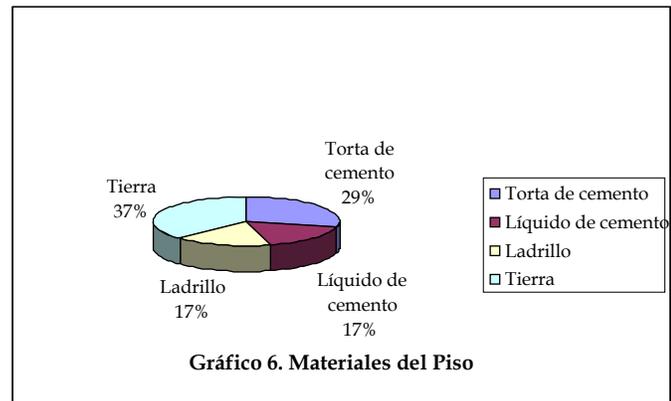
También se determinó el tipo de materiales con que están construidas las viviendas obteniéndose los resultados contenidos en los gráficos 4, 5 y 6.



De esto se obtiene que la mayor parte de los techos de las casas de la comunidad son de teja y una tercera parte de lámina de zinc.



Las paredes de las casas son principalmente de adobe, seguido en orden de importancia por construcciones de block de cemento y un 8% de tablas de madera rústica.



Los pisos son mayormente de tierra apisonada o bien de torta de cemento, representando los pisos de ladrillo y de Líquido de cemento (alisado) un porcentaje inferior.

Se puede afirmar que hay diversidad de materiales empleados en la construcción de las viviendas de la comunidad, pero la más representativa es la vivienda de adobe con techo de teja y piso de tierra, aunque existen casas de block, con techo de lámina y piso de ladrillo o torta de cemento.

Las viviendas cuentan en su mayoría con los ambientes indispensables, generalmente una cocina-comedor y de 1 a 3 dormitorios, muy pocas cuentan con una sala o un comedor independiente.

6.12.5. Alimentación

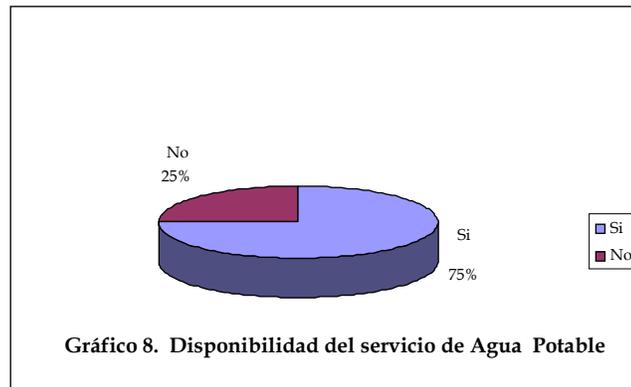
La preparación de alimentos se realiza generalmente con leña o bien con gas propano en la proporción que se muestra en el gráfico 7.



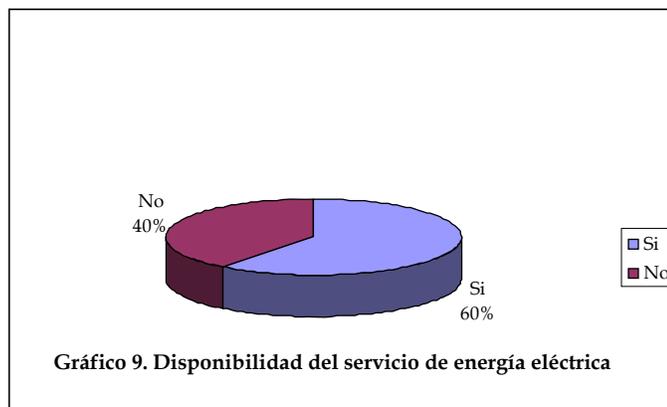
Los alimentos más consumidos son frijón, tortillas, huevos, queso, leche, carne, arroz, verduras, hierbas, pan, fideos y café.

6.12.6. Servicios

La comunidad cuenta con una escuela con primaria completa, un centro de salud, agua potable, energía eléctrica y letrinas. Ver Gráficos 8 y 9.



Un 75% de los beneficiarios cuentan con el servicio de agua potable domiciliario, el 25% restante se abastece de pozos y brotaderos de agua.



El 60% de los beneficiarios cuentan con el servicio de energía eléctrica, lo cual les permite el uso de electrodomésticos, siendo los más comunes los radios, televisores y en algunos casos refrigeradores.

La totalidad de los beneficiarios utilizan las letrinas para la eliminación de sus desechos sanitarios, ya que no existe un sistema de drenaje sanitario en la comunidad.

6.13. Aspectos Legales

Para la construcción de toda obra de infraestructura física es necesario contar con certeza jurídica en cuanto a la autorización del uso de fuentes de agua, derechos de paso, etc, por ello se obtuvieron los siguientes documentos: (Ver Documentos 1A).

A. Autorización de uso de fuentes de agua, emitida por la municipalidad de San Carlos Sija.

B. Derechos de paso concedidos por los propietarios de los terrenos por los que pasará la tubería.

C. Autorización de construcción de obras de infraestructura hidráulica, es decir las captaciones, el tanque, cajas rompe presión, lo cual consta en acta municipal.

D. Documentos de propiedad de los terrenos de cada uno de los beneficiarios, lo cual incluye constancia de propiedad, escrituras y fotocopia de cédula de cada beneficiario.

6.14. Componente Institucional

Los beneficiarios del proyecto se encuentran organizados en un Comité Pro-Mejoramiento llamado Grupo Nuevo Amanecer, cuentan con personería jurídica y

éste comité se convertirá en Asociación de usuarios del sistema de riego por goteo de la aldea Chiquibal.

6.14.1. Reglamento de Usuarios

Como un medio de garantizar la sostenibilidad y la correcta utilización de los recursos del sistema, se hace necesario contar con un reglamento de usuarios, el cual se detalla a continuación:

Los agricultores beneficiarios del proyecto de riego por goteo Aldea Chiquibal, San Carlos Sija, Quetzaltenango; acordamos constituirmos en Asociación de usuarios del sistema de riego para administrar, operar, mantener y mejorar nuestro sistema. Para el efecto nos regiremos bajo el siguiente reglamento, de cuyo cumplimiento velará la junta directiva.

1. ORGANIZACIÓN

Artículo 1. Asamblea General de Usuarios. Es la máxima autoridad del sistema de riego, será la que conozca y decida sobre todos los asuntos relacionados con el sistema de riego, mismos que a juicio de la junta directiva deberán ser resueltos en asamblea general. Todo lo tratado en la asamblea general deberá quedar asentado en el libro de actas.

Artículo 2. Se efectuará asamblea general por lo menos una vez al mes y en casos de emergencia siempre y cuando lo soliciten así por lo menos tres miembros de la asamblea general.

Artículo 3. La Junta Directiva. Estará integrada por un presidente, un vicepresidente, un secretario, un tesorero y tres vocales, estas personas deberán ser usuarios del sistema. Serán elegidos por mayoría relativa por los presentes en

la asamblea general de usuarios y durarán en sus cargos un año, estos cargos se desempeñaran sin recibir pago alguno.

Artículo 4. Comités de apoyo. Son grupos de usuarios que se establecen para colaborar en las diferentes actividades que conlleva el mantenimiento y la operación adecuada del sistema.

Artículo 5. Usuario. Es toda aquella persona que en calidad de propietaria explote las tierras dentro del sistema de riego y que hace uso del mismo.

Artículo 6. Derechos de los usuarios. Los derechos fundamentales de los usuarios son:

- a) Tener la facultad de elegir y ser electo para ocupar algún cargo en la junta directiva.
- b) Solicitar se le explique este reglamento a fin de que le sea fácil su aplicación y observancia.
- c) Hacer los reclamos necesarios ante la junta directiva cuando crea vulnerados sus derechos.
- d) Presentar ante la junta directiva, todas las sugerencias que tiendan a aumentar la eficiencia del servicio, la conservación y mantenimiento de la infraestructura, así como para el mejoramiento de las actividades agrícolas.
- e) Solicitar la intervención de la junta directiva para gestionar asesorías y créditos ante instituciones oficiales o privadas.

2. OPERACIÓN

Artículo 7. Todos los beneficiarios nos comprometemos a contratar asistencia técnica agrícola en las áreas de producción agrícola, administración, comercialización y operación de sistemas de riego.

Artículo 8. La persona que se contrate para el cargo de asesor técnico deberá ser un Ingeniero Agrónomo.

Artículo 9. La contratación del asesor técnico la realizara la junta directiva en representación de los usuarios, realizando el contrato ante un notario, en el cual se deben establecer las condiciones del mismo.

Artículo 10. Todos los usuarios deberán participar en la capacitación y asesoría técnica sobre el manejo, uso y operación del sistema de riego.

Artículo 11. El uso del agua del sistema de riego será exclusivamente para uso agrícola.

3. DE LAS FUENTES Y LA MICROCUENCA

Artículo 12. Los usuarios nos comprometemos a velar por que se mantenga el área forestal, a reforestar y manejar adecuadamente el área cercana a las fuentes de agua y la micro cuenca, con el fin de garantizar el sostenimiento de las mismas.

4. DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 13. Con el objeto de hacer cumplir las disposiciones de este reglamento, la asamblea general de usuarios podrá solicitar el auxilio de las autoridades que considere pertinentes.

Artículo 14. Los casos no previstos en este reglamento serán definidos por la asamblea general de usuarios.

ASOCIACIÓN DE USUARIOS PROYECTO DE RIEGO ALDEA CHIQUIBAL.

7. CONCLUSIONES

- 7.1. El sistema de riego será por gravedad-goteo, con tubería fija de PVC bajo la superficie del suelo, saliendo del mismo las líneas de manguera integral de goteo.
- 7.2. El proyecto consiste en 2 captaciones, 2,567 m de conducción, 1 tanque de almacenamiento de 65 m³, 16,526 m de distribución y 48 parcelas de goteo.
- 7.3. El sistema de riego fue diseñado en base a las características topográficas, agronómicas e hidráulicas del área de estudio.
- 7.4. El área a regar es de 5.5 has. y existe caudal de agua suficiente para cubrir la totalidad de la misma.
- 7.5. El costo del proyecto es de Q. 562,684.02, de los cuales la institución financiante deberá cubrir un monto de Q. 462,784.02 en concepto de materiales y mano de obra calificada y la comunidad aportará Q. 99,900.00 en el renglón de mano de obra no calificada.
- 7.6. El costo de instalación por hectárea es de Q. 102,306.19, el cual es económicamente aceptable dado las condiciones topográficas del lugar y la longitud de conducción desde los nacimientos al tanque.
- 7.7. El Valor Agregado Neto de Q. 497,007.04, y la Tasa Interna de Retorno de 38.6% indican que el proyecto es económicamente factible, ya que se encuentran muy por encima del 20% de la tasa de rendimiento del mercado.
- 7.8. El costo de implementación por hectárea es superior al costo promedio de implementación de proyectos comerciales, sin embargo el beneficio social que el proyecto conlleva y su alto beneficio a mediano y largo plazo lo cual se evidencia en su alta relación beneficio/costo (1.88), lo justifica ampliamente.

- 7.9. Con la ejecución del sistema de riego serán beneficiadas 252 personas de escasos recursos de los cuales el 52% son mujeres y el 48% son hombres.
- 7.10. El ingreso mensual promedio de las familias beneficiarias es de Q. 985.00, aunque el rango de ingresos va de Q. 600.00 a Q. 2,500.00.
- 7.11. Un 70% de las viviendas de la comunidad son de adobe, con techo de teja y piso de tierra.
- 7.12. Un 75% de los habitantes de la comunidad posee servicio de agua potable.
- 7.13. El 60% de los beneficiarios cuentan con el servicio de energía eléctrica.
- 7.14. Un 90% de los beneficiarios se encuentra en una situación económica precaria, ubicándose en una economía de subsistencia.
- 7.15. Además de los beneficios económicos que traerá el proyecto de riego, se pueden esperar otros beneficios, como mayor capacitación agrícola para los agricultores y un mayor nivel tecnológico de producción.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1 Utilizar eficientemente los recursos disponibles, fuentes de agua, suelo y financiamiento obtenido.
- 8.2 Dar mantenimiento periódico al sistema de riego.
- 8.3 Proporcionar a los usuarios capacitación sobre operación y mantenimiento del sistema de riego.
- 8.4 Aplicar el reglamento de usuarios del sistema de riego para evitar problemas en el uso y distribución del agua.
- 8.5 Evaluar la factibilidad de implementar la producción de cultivos de exportación.
- 8.6 Reforestar con especies del lugar las fuentes de agua disponibles.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Ambuleyron, J. 1995. Métodos de riego presurizados. Argentina, Departamento General de Irrigación. 556 p.
2. Fuentes Yagüe, JL; Cruz Roche, J. 1990. Curso elemental de riego. 2 ed. Madrid, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 237 p.
3. Goldberg, D. 1976. Drip irrigation. Israel, Drip Irrigation Scientific Publications. 296 p.
4. IGM (Instituto Geográfico Militar, GT). 1983. Mapa topográfico de la república de Guatemala, Comitancillo no. 1861-II. Guatemala. Esc. 1: 50,000. Color.
5. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1: 500,000. Color.
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Diccionario geográfico nacional. Guatemala. Comp. Francis Gall. Tomo 1, 833 p.
7. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1: 600,000. 4 p.
8. Kessel, C. 2004. Soil acidity and limming. Canada, Ontario Ministry of Agriculture and Food. 37 p. (Bulletin publication no. 811).
9. López Rodríguez, MN. 1999. Planificación y diseño de riego a presión, por medio de un sistema gravedad aspersión, para el caserío El Corinto Ixmiqui, Cuílco, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 97 p.
10. Medina, JA. 1988. Riego por goteo, teoría y práctica. 3 ed. Madrid, Mundi Prensa. 256 p.
11. MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, GT). 1992. Métodos de diseño, operación y mantenimiento de riego. Guatemala. 90 p.
12. Ordoñez Tello, RR. 1992. Estudio detallado de suelos con fines de riego, del proyecto aldea Girónes, Asunción Mita, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 120 P.
13. Obiols Del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala; según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1: 100,000. Color.
14. Sandoval Illescas, JE. 1977. Diseño de dos sistemas de riego (aspersión y goteo) para el campo experimental de la Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 72 p.

- 15._____. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 345 p.
16. Villela Ramírez, JD. 1993. EL cultivo de Tomate. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 142 p. (Boletín PDA-AID 520).

10. APENDICES

- 3. $V_v = > 5 \text{ m/s}$
- 2. $V_v = 2 - 5 \text{ m/s}$
- 1. $V_v = 0 - 2 \text{ m/s}$

$\frac{m/s}{m/s}$
 $\frac{m/s}{m/s}$
 7. $V_v = 0 - 2 \text{ m/s}$

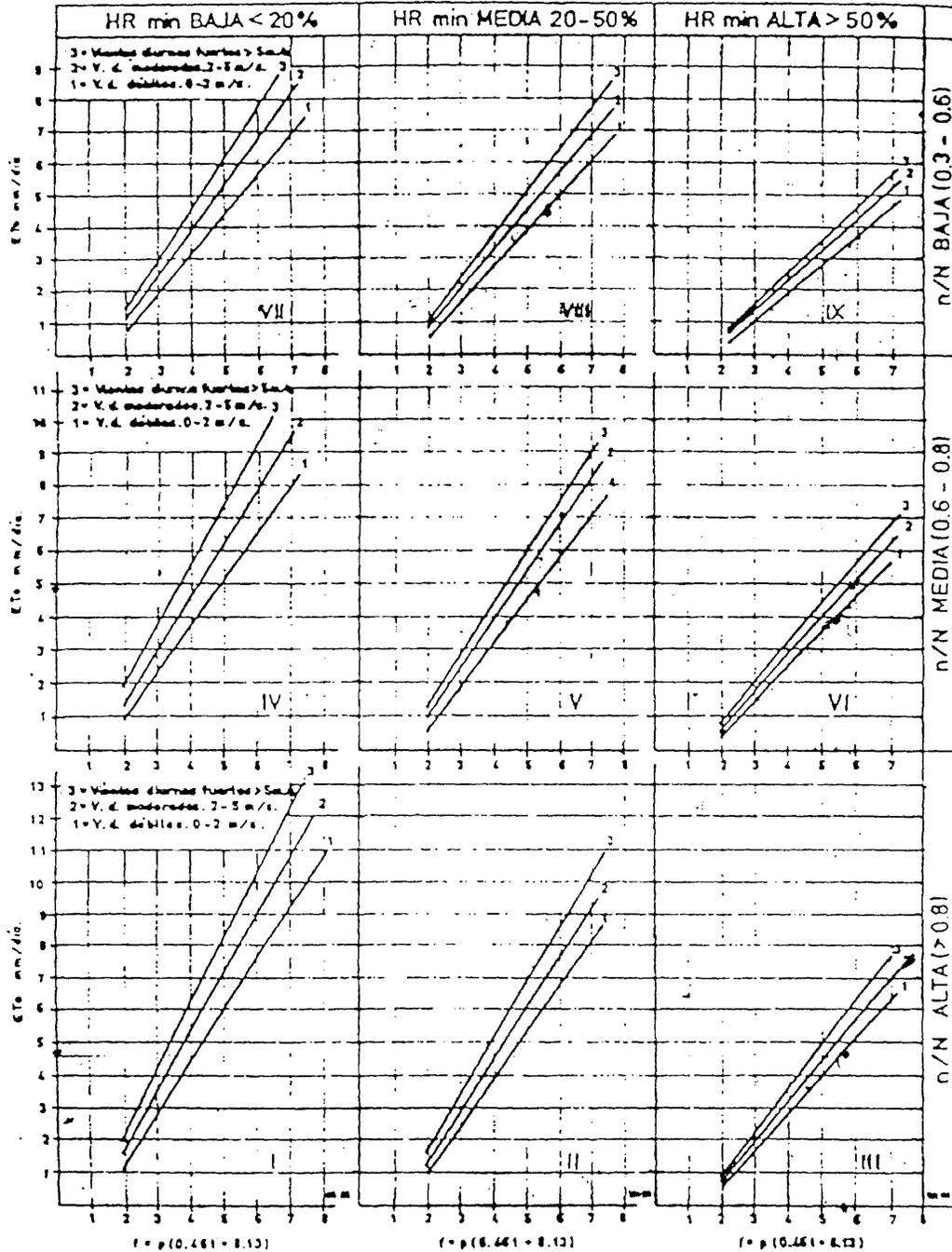


Figura 10A. Gráficas para determinación de uso consuntivo según el método de

Blaney- Criddle modificado

Fuente: Doreembos y Pruitt.

N.º de Orificios	F(*)	F(**)	N.º de Orificios	(F*)	F(**)
1	1	1	26	0,383	0,371
2	0,649	0,532	27	0,382	0,371
3	0,546	0,455	28	0,382	0,370
4	0,498	0,426	29	0,381	0,370
5	0,469	0,410	30-31	0,380	0,370
6	0,451	0,401	32	0,379	0,370
7	0,438	0,395	33	0,379	0,369
8	0,428	0,390	34-36	0,378	0,369
9	0,421	0,387	37-38	0,377	0,369
10	0,415	0,384	39	0,377	0,368
11	0,410	0,382	40-42	0,376	0,368
12	0,406	0,380	43-46	0,375	0,368
13	0,403	0,379	47-48	0,374	0,368
14	0,400	0,378	49-50	0,374	0,367
15	0,398	0,377	51-56	0,373	0,367
16	0,395	0,376	57-63	0,372	0,367
17	0,394	0,375	64	0,371	0,367
18	0,392	0,374	65-73	0,371	0,366
19	0,390	0,374	74-85	0,370	0,366
20	0,389	0,373	86-98	0,369	0,366
21	0,388	0,373	99-103	0,369	0,365
22	0,387	0,372	104-129	0,368	0,365
23	0,386	0,372	130-175	0,367	0,365
24	0,385	0,372	176-210	0,366	0,365
25	0,384	0,371	211-269	0,366	0,364
			270-350	0,365	0,364
			351-1000	0,364	0,364

Figura 11A. Valores de F de Christiansen.

Fuente: Fuentes Yague.

CUADRO 23A: LIBRETA TOPOGRAFICA

EST	P.O	AZIMUT			COTA	DIST. MEDIDA	GRA	MIN SEG	ALT. INST.	HILO MED	HILO SUP.
		GRAD.	MIN.	SEG.							
E-F8	R-145	144	20	20	712.97	32.00	89	21.20	1.550	1.55	1.71
E-F8	R-146	186	22	40	704.52	37.00	100	51.20	1.550	2.80	2.99
E-F8	R-147	227	8	40	703.64	29.00	109	7.00	1.550	1.55	1.70
E-F8	E-F9	154	5	40	714.72	121.00	88	33.20	1.550	2.50	3.11
E-F9	E-F10	168	44	0	705.33	77.00	97	3.40	1.390	1.39	1.78
E-F10	E-F11	161	29	40	693.27	72.00	99	47.00	1.610	1.61	1.97
E-F11	E-F12	145	43	0	683.22	60.00	99	47.40	1.450	1.45	1.75
E-F12	E-F13	149	50	0	662.85	130.00	99	8.00	1.470	1.47	2.12
E-F13	E-F14	181	51	40	644.58	90.00	101	39.40	1.540	2.00	2.45
E-F14	E-F15	199	48	40	609.65	147.00	104	24.00	1.480	1.00	1.74
E-F15	E-F16	197	20	40	598.54	82.00	97	51.40	1.500	1.50	1.91
E-F16	R-148	145	33	0	595.11	26.00	97	53.20	1.590	1.49	1.62
E-F16	R-149	172	12	20	590.92	46.00	99	48.40	1.590	1.49	1.72
E-F16	R-150	200	47	40	588.60	50.00	101	43.20	1.590	1.59	1.84
E-F16	R-151	206	18	0	594.60	15.00	105	50.40	1.590	1.59	1.67
E-F16	E-F17	199	44	20	586.11	64.00	101	26.20	1.590	1.59	1.91
E-F17	E-F18	200	24	0	578.45	16.00	126	36.20	1.540	1.54	1.62
E-F17	E-F19	184	17	0	579.00	31.00	103	38.40	1.540	1.54	1.70
E-F17	E-F20	184	39	20	571.80	68.00	102	26.20	1.540	1.54	1.88
E-F20	E-F21	224	13	40	559.82	72.00	99	43.40	1.560	1.56	1.92
E-F21	E-F22	201	0	0	543.68	54.00	107	39.20	1.470	2.00	2.27
E-F22	E-F23	203	23	40	522.43	106.00	101	49.40	1.450	1.45	1.98
E-F23	R-152	58	25	0	525.40	-163.00	91	23.20	1.530	2.50	1.69
E-F23	R-153	88	55	40	524.22	38.00	87	17.20	1.530	1.53	1.72
E-F23	R-154	146	29	40	523.83	20.00	85	58.40	1.530	1.53	1.63
RAMAL5-1											
E-50	E-A'	258	39	0	602.72	80.00	106	0.00	1.540	1.54	1.94
E-50	E-A''	261	46	20	617.57	200.00	91	46.40	1.540	1.70	2.70
E-A''	E-A'''	288	44	40	602.23	108.00	98	15.00	1.500	1.50	2.04
E-A'''	E-A''''	279	24	40	602.36	158.00	95	33.00	1.500	1.50	2.29
E-A''''	R-128	86	34	0	603.24	66.00	89	14.20	1.580	1.58	1.91
E-A''''	R-129	103	51	40	603.34	85.00	88	47.20	1.580	2.40	2.83
E-A''''	R-130	86	30	0	605.74	106.00	88	10.20	1.580	1.58	2.11
E-A''''	R-131	75	5	20	604.51	84.00	88	32.00	1.580	1.58	2.00
E-A''''	R-132	151	54	0	594.61	39.00	101	42.20	1.580	1.58	1.78
E-A''''	R-133	194	49	0	587.28	66.00	103	36.00	1.580	1.58	1.91
E-A''''	R-134	208	38	0	587.25	62.00	104	35.00	1.580	1.58	1.89
E-E1	E-E2	150	34	20	764.58	160.00	93	10.00	1.570	1.57	2.37
E-E2	E-E3	205	2	0	756.98	154.00	92	50.00	1.540	1.54	2.31
E-E3	R-150	136	41	20	769.34	33.00	65	48.40	1.530	1.50	1.67
E-E3	R-151	194	4	40	767.79	38.00	71	47.00	1.530	2.00	2.19
E-E3	R-152	225	56	0	756.14	32.00	91	30.40	1.530	1.53	1.69
E-E3	E-E4	226	57	40	753.85	64.00	92	48.00	1.530	1.530	1.850
E-E3	E-A	250	21	0	755.33	70.00	91	21.00	1.530	1.530	1.880
E-A	R-153	295	11	20	744.48	36.00	105	39.20	1.500	3.000	3.180
R-153	R-154	296	50	0	730.66	69.00	101	48.00	1.500	1.500	1.845
R-154	R-155	289	13	20	718.34	69.00	100	28.00	1.500	1.500	1.845
R-155	R-156	287	1	20	706.48	46.00	105	31.20	1.500	1.500	1.730
E-E4	E-E5	196	42	20	748.82	77.00	93	45.40	1.580	1.580	1.965
E-E5	E-E6	173	24	20	745.33	47.00	94	16.00	1.500	1.500	1.735
E-E6	R-157	123	38	0	738.60	22.00	107	25.00	1.550	2.000	2.110
E-E6	R-158	150	52	20	740.20	43.00	96	54.00	1.550	1.550	1.765
E-E6	R-159	172	52	0	741.86	62.00	93	13.20	1.550	1.550	1.860

CUADRO 23A: LIBRETA TOPOGRAFICA

EST	P.O	AZIMUT			COTA	DIST. MEDIDA	GRA	MIN SEG	ALT. INST.	HILO MED	HILO SUP.
		GRAD.	MIN.	SEG.							
E-2C	R-47	318	58	0	847.05	42.00	101	30.20	1.500	2.00	2.21
E-2C	R-48	309	54	0	842.75	64.00	101	59.40	1.500	1.50	1.82
E-2C	R-49	287	40	20	844.21	56.00	102	10.20	1.500	1.50	1.78
E-2C	R-50	310	8	20	846.47	34.00	106	33.20	1.500	1.50	1.67
E-2C	E-3C	316	32	0	837.85	138.00	97	31.20	1.500	1.50	2.19
E-3C	R-51	266	12	0	834.88	48.00	93	33.20	1.520	1.52	1.76
E-3C	R-52	275	41	0	835.05	48.00	93	21.00	1.520	1.52	1.76
E-3C	R-53	305	8	0	837.53	6.00	93	6.40	1.520	1.52	1.55
E-3C	R-54	221	28	40	837.20	8.00	94	41.40	1.520	1.52	1.56
E-3C	E-4C	185	8	20	837.51	26.00	90	45.00	1.590	1.59	1.72
E-4C	R-55	212	46	40	837.19	12.00	91	31.40	1.620	1.62	1.68
E-4C	R-56	249	58	40	835.69	28.00	93	44.20	1.620	1.62	1.76
E-4C	R-57	286	19	20	836.18	28.00	92	44.00	1.620	1.62	1.76
E-4C	R-58	333	40	0	837.17	8.00	92	25.40	1.620	1.62	1.66
RAMAL4											
E-33	E-1D	4	1	40	820.89	50.00	86	35.20	1.530	1.53	1.78
E-1D	E-2D	288	47	40	820.27	6.00	95	56.00	1.510	1.51	1.54
E-2D	E-3D	279	46	40	808.54	36.00	110	20.40	1.540	1.54	1.72
E-2D	E-4D	279	33	40	799.00	62.00	111	40.40	1.540	1.54	1.85
E-2D	E-5D	280	38	40	794.64	112.00	103	37.40	1.540	1.54	2.10
E-5D	R-59	22	43	0	795.59	8.00	83	6.20	1.470	1.47	1.51
E-5D	R-60	107	46	0	795.61	24.00	87	40.00	1.470	1.47	1.59
E-5D	R-61	189	54	40	790.57	36.00	96	31.40	1.470	1.47	1.65
E-5D	R-62	225	45	40	790.22	29.00	98	51.40	1.470	1.47	1.62
E-5D	E-6D	331	34	20	799.29	68.00	86	4.20	1.470	1.47	1.81
E-6D	R-63	131	37	20	798.54	31.00	91	22.40	1.500	1.50	1.66
E-6D	R-64	160	4	0	797.31	36.00	93	9.20	1.500	1.50	1.68
E-6D	R-65	204	3	20	795.80	20.00	100	12.40	1.500	1.50	1.60
E-6D	R-66	140	11	20	798.08	11.00	96	21.40	1.500	1.50	1.56
E-6D	R-67	245	42	0	798.87	7.00	93	23.20	1.500	1.50	1.54
E-6D	R-68	327	6	0	799.98	9.00	85	35.40	1.500	1.50	1.55
E-6D	E-7D	301	7	20	794.69	60.00	94	24.20	1.500	1.50	1.80
E-7D	R-69	83	48	20	795.20	16.00	88	11.00	1.570	1.57	1.65
E-7D	R-70	78	49	0	800.09	32.00	80	9.00	1.570	1.57	1.73
PRINCIPAL											
E-36	E-E1	151	40	40	773.41	86.00	92	55.00	1.610	2.00	2.43
E-E1	E-E2	150	34	20	764.58	160.00	93	10.00	1.570	1.57	2.37
E-E2	E-E3	205	2	0	756.98	154.00	92	50.00	1.540	1.54	2.31
E-E3	R-150	136	41	20	769.34	33.00	65	48.40	1.530	1.50	1.67
E-E3	R-151	194	4	40	767.79	38.00	71	47.00	1.530	2.00	2.19
E-E3	R-152	225	56	0	756.14	32.00	91	30.40	1.530	1.53	1.69
E-E3	E-E4	226	57	40	753.85	64.00	92	48.00	1.530	1.530	1.850
E-E3	E-A	250	21	0	755.33	70.00	91	21.00	1.530	1.530	1.880
E-A	R-153	295	11	20	744.48	36.00	105	39.20	1.500	3.000	3.180
R-153	R-154	296	50	0	730.66	69.00	101	48.00	1.500	1.500	1.845
R-154	R-155	289	13	20	718.34	69.00	100	28.00	1.500	1.500	1.845
R-155	R-156	287	1	20	706.48	46.00	105	31.20	1.500	1.500	1.730
E-E4	E-E5	196	42	20	748.82	77.00	93	45.40	1.580	1.580	1.965
E-E5	E-E6	173	24	20	745.33	47.00	94	16.00	1.500	1.500	1.735
E-E6	R-157	123	38	0	738.60	22.00	107	25.00	1.550	2.000	2.110
E-E6	R-158	150	52	20	740.20	43.00	96	54.00	1.550	1.550	1.765
E-E6	R-159	172	52	0	741.86	62.00	93	13.20	1.550	1.550	1.860

CUADRO 23A: LIBRETA TOPOGRAFICA

EST	P.O	AZIMUT			COTA	DIST. MEDIDA	GRA	MIN SEG	ALT. INST.	HILO MED	HILO SUP.
		GRAD.	MIN.	SEG.							
E-E6	E-E7	181	33	0	662.92	206	91	55.2	1.55	1	2.03
E-E7	E-E8	202	12	20	656.98	174	91	57.4	1.58	1.58	2.45
E-E8	E-E9	203	18	40	661.14	134	88	13.2	1.55	1.55	2.22
E-E9	E-E10	193	16	0	662.88	140	89	17.4	1.52	1.52	2.22
RAMAL6											
E-E10	E-E11	286	28	0	662.73	17	90	29.4	1.54	1.54	1.625
E-E11	R-160	296	51	20	656.47	18	112	4.4	1.48	1.48	1.57
E-E11	R-161	346	42	0	656.69	19	104	13	1.48	3	3.095
E-E11	R-162	29	25	20	660.40	22	94	45.2	1.48	2	2.11
E-E11	E-E12	251	16	0	642.28	58	112	25.4	1.48	1.48	1.77
E-E12	E-E13	235	1	0	639.61	49	93	8	1.5	1.5	1.745
E-E12	E-E14	271	44	20	633.83	84	95	48.2	1.5	1.5	1.92
E-E14	R-163	271	43	0	621.14	86	98	35.2	1.47	1.47	1.9
E-E14	R-164	298	56	0	623.25	72	98	6.4	1.47	2	2.36
E-E14	R-165	302	35	0	618.13	106	98	37	1.47	1.47	2
E-E14	R-166	279	53	40	617.59	126	97	28.2	1.47	1.47	2.1
E-E14	E-E15	265	52	20	611.42	168	97	33	1.47	2	2.84
E-E15	R-167	235	39	0	607.92	21	99	44	1.48	1.48	1.585
E-E15	R-168	249	0	40	606.34	34	96	44	1.48	2.6	2.77
E-E15	R-169	289	48	20	606.44	29	100	2.2	1.48	1.48	1.625
E-E15	R-170	183	12	20	621.41	84	83	7.4	1.48	1.48	1.9
E-E15	R-171	182	22	40	627.12	98	80	39.4	1.48	1.48	1.97
E-E15	R-172	201	49	40	638.14	148	79	25	1.48	1.48	2.22
E-E15	R-173	203	34	20	634.99	178	82	19.2	1.48	1.48	2.37
E-E15	E-E16	333	8	0	608.64	36	94	27	1.48	1.48	1.66
E-E16	E-E17	318	44	0	587.47	78	106	50	1.45	1	1.39
E-E16	E-E18	316	55	40	597.45	150	94	17.2	1.45	1.45	2.2
E-E18	R-174	43	19	40	594.40	44	93	59.4	1.55	1.55	1.77
E-E18	R-175	43	51	20	593.10	96	92	36	1.55	1.55	2.03
E-E18	R-176	26	56	40	591.77	45	97	19	1.55	1.55	1.775
E-E18	E-E19	294	52	0	582.89	51	107	25.2	1.55	1.55	1.805
E-E19	E-E20	257	52	0	556.88	210	97	10.2	1.5	1.5	2.55
E-E20	E-E21	245	20	0	532.93	166	98	23.2	1.52	1.52	2.35
E-E21	R-177	209	7	40	534.37	28	87	2.2	1.57	1.57	1.71
E-E21	R-178	168	33	40	539.38	54	83	5	1.57	1.57	1.84
E-E21	R-179	109	58	40	539.44	46	81	46.4	1.57	1.57	1.8
E-E21	R-180	18	28	0	532.74	5	92	11.2	1.57	1.57	1.595
EJEPRINCIPAL											
E-E10	E-F1	181	0	0	663.67	64	89	17.4	1.49	1.49	1.81
E-E10	E-F2	143	9	0	667.82	158	88	12.4	1.49	1.49	2.28
E-F2	E-F3	124	21	20	668.27	17	88	30	1.53	1.53	1.615
E-F3	E-F4	207	59	20	680.13	40	71	48.2	1.465	1.465	1.665
E-F4	E-F5	202	59	0	686.54	28	74	27.4	1.38	2.2	2.34
E-F5	E-F6	215	1	40	702.32	132	83	5	1.47	1.47	2.13
E-F6	R-141	86	58	0	699.54	12	103	47.2	1.59	1.59	1.65
E-F6	R-142	140	18	0	698.02	46	95	23.2	1.59	1.59	1.82
E-F6	R-143	187	52	40	707.77	43	82	39.4	1.59	1.59	1.805
E-F6	R-144	222	22	40	707.82	28	78	26	1.59	1.59	1.73
E-F6	E-F7	262	34	40	714.95	46	73	21	1.59	1.59	1.82
E-F7	E-F8	261	50	0	712.61	55	92	26.2	1.54	1.54	1.815
E-F8	R-145	144	20	20	712.97	32	89	21.2	1.55	1.55	1.71
E-F8	R-146	186	22	40	704.52	37	100	51.2	1.55	2.8	2.985

CUADRO 24 A. Cálculo Hidráulico.

UBICACIÓN: Aldea Chiquibal, San Carlos Sija, Quetzaltenango.

EST	CAUDAL	DIAM	DIST	HF	VEL	ELEV	PIEZ	PRES	PRES	PRES EST
	LPS	PULG	M	M	M/S	M	M	M	PSI	MTS
DE NACIMIENTO 1 A TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION										
CAUDAL=	4.10									
R-2	4.10	3.04				1000.20	1000.20			
E-0	4.10	3.33	28.00	0.22	0.75	1000.00	999.98	-0.02	-0.04	0.20
E-1	4.10	3.33	38.00	0.31	0.75	996.89	999.67	2.78	3.95	3.31
E-2	4.10	3.33	52.00	0.42	0.75	997.33	999.25	1.92	2.73	2.87
E-3	4.10	3.33	43.00	0.35	0.75	994.47	998.91	4.44	6.30	5.73
R-4	4.10	3.33	26.00	0.21	0.75	989.06	998.70	9.64	13.69	11.14
E-4	4.10	3.33	49.49	0.40	0.75	989.95	998.30	8.35	11.86	10.25
E-5	4.10	3.33	12.00	0.10	0.75	990.11	998.20	8.09	11.49	10.09
E-6	4.10	3.33	58.00	0.47	0.75	981.60	997.74	16.14	22.92	18.60
E-7	4.10	3.33	10.00	0.08	0.75	981.32	997.66	16.34	23.20	18.88
R-5	4.10	3.33	32.00	0.26	0.75	978.40	997.40	19.00	26.98	21.80
E-8	4.10	3.33	57.27	0.46	0.75	977.58	996.94	19.36	27.49	22.62
E-9	4.10	3.33	72.00	0.58	0.75	976.09	996.36	20.27	28.79	24.11
E-10	4.10	3.33	9.00	0.07	0.75	975.60	996.29	20.69	29.38	24.60
R-6	4.10	3.33	50.00	0.40	0.75	964.18	995.89	31.71	45.03	36.02
E-11	4.10	3.33	38.23	0.31	0.75	968.32	995.58	27.26	38.71	31.88
E-12	4.10	3.33	48.00	0.39	0.75	966.77	995.20	28.43	40.36	33.43
E-13	4.10	3.33	24.00	0.19	0.75	962.50	995.00	32.50	46.15	37.70
E-14	4.10	3.28	108.00	0.93	0.77	923.07	994.07	71.00	100.83	77.13
E-15	4.10	2.23	34.00	1.86	1.68	922.81	992.21	69.40	98.55	77.39
E-16	4.10	2.23	45.00	2.47	1.68	920.67	989.74	69.07	98.08	79.53
E-17	4.10	2.19	30.00	1.79	1.74	911.16	987.95	76.79	109.04	89.04
E-18	4.10	2.09	36.00	2.69	1.91	895.22	985.27	90.05	127.86	104.98
R-7	4.10	2.09	50.00	3.73	1.91	871.40	981.53	110.13	156.39	128.80
E-19	4.10	2.09	281.27	20.99	1.91	921.77	960.54	38.77	55.06	78.43
E-20	4.10	2.23	34.00	1.86	1.68	930.58	958.68	28.10	39.90	69.62
E-21	4.10	2.23	41.00	2.25	1.68	937.61	956.43	18.82	26.72	62.59
E-21 = TQ	3"	100 PSI	647	108	TUBOS					
	3"	125 PSI	108	18	TUBOS					
	2"	125 PSI	79	13	TUBOS					
	2"	160 PSI	30	5	TUBOS					
	2"	250 PSI	367	61	TUBOS					
	2"	125 PSI	75	13	TUBOS					
DE NACIMIENTO 2 A TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION										
CAUDAL=	2.30									
E-A14	2.30	2.27				1005.98	1005.98			
E-A13	2.30	3.33	9.00	0.02	0.42	1005.24	1005.96	0.72	1.02	0.74
E-A12	2.30	3.33	24.00	0.07	0.42	1004.77	1005.89	1.12	1.59	1.21
E-A11	2.30	3.33	30.00	0.08	0.42	1006.76	1005.81	-0.95	-1.35	-0.78
E-A10	2.30	2.26	36.00	0.64	0.92	1000.43	1005.17	4.74	6.73	5.55
E-A9	2.30	2.26	45.00	0.79	0.92	996.35	1004.38	8.03	11.40	9.63
E-A8	2.30	2.26	48.00	0.85	0.92	988.96	1003.53	14.57	20.69	17.02
E-A7	2.30	2.26	46.00	0.81	0.92	990.22	1002.72	12.50	17.75	15.76
E-A6	2.30	2.26	46.00	0.81	0.92	982.73	1001.90	19.17	27.23	23.25
E-A5	2.30	2.26	36.00	1.24	0.92	972.45	1000.56	28.11	39.92	32.52

CUADRO 24A. Cálculo Hidráulico.										
P.O	CAUDAL	DIAM	LONG	HF	VEL	ELEV	PIEZ	PRES	PRES	P. EST
	LPS	PULG	M.	M.	M/S	M.	M.	M.	PSI	MTS
DISTRIBUCION										
RAMAL 1										
SALE DE TQ (E-21) HACIA EST-20 COMPRENDE PARCELAS DE LA 1 A LA 8										
TQ	1.00	1.50				937.61	937.61			
E-20	1.14	1.75	41.00	0.67	0.8	930.58	936.94	6.36	9.04	7.03
E-1	1.14	1.75	25.00	0.41	0.8	928.82	936.53	7.71	10.96	8.79
E-2	1.14	1.75	24.00	0.39	0.8	925.91	936.14	10.23	14.55	11.70
E-3	1.14	1.75	37.00	0.60	0.8	921.74	935.53	13.79	19.61	15.87
E-4	1.14	1.75	28.00	0.46	0.8	917.86	935.08	17.22	24.48	19.75
E-5	1.14	1.75	32.00	0.52	0.8	909.24	934.55	25.31	35.99	28.37
E-6	1.14	1.53	76.00	2.36	1.0	884.96	932.19	47.23	67.16	52.65
E-7	1.14	1.53	41.00	1.27	1.0	888.92	930.91	41.99	59.72	48.69
E-8	1.14	1.53	62.00	1.93	1.0	876.80	928.99	52.19	74.21	60.81
E-9	1.14	1.53	72.00	2.24	1.0	867.06	926.75	59.69	84.88	70.55
E-10	1.14	1.53	28.00	0.87	1.0	866.00	925.88	59.88	85.15	71.61
E-11	1.14	1.53	70.00	2.18	1.0	849.40	923.70	74.30	105.66	88.21
E-12	1.14	1.53	21.00	0.65	1.0	851.51	923.05	71.54	101.73	86.10
E-13	1.14	1.53	45.00	1.40	1.0	856.37	921.65	65.28	92.83	81.24
E-14	1.14	1.53	38.00	1.18	1.0	855.36	920.47	65.11	92.58	82.25
E-15	1.14	1.53	70.00	2.18	1.0	861.69	918.29	56.60	80.49	75.92
E-16	1.14	1.19	47.00	4.86	1.6	866.43	913.43	47.00	66.83	71.18
E-17	1.14	1.19	51.00	5.28	1.6	864.19	908.15	43.96	62.51	73.42
E-18	1.14	1.19	44.00	4.55	1.6	865.65	903.59	37.94	53.95	71.96
E-19	1.14	1.19	134.00	13.87	1.6	852.82	889.72	36.90	52.48	84.79
E-20	1.14	1.19	19.00	1.97	1.6	848.97	887.76	38.79	55.16	88.64
R29 / P8	1.14	1.19	144.00	14.90	1.6	843.36	872.85	29.49	41.94	94.25
	1 1/2"	125 PSI	187	31	TUBOS					
	1 1/4"	160 PSI	523	87	TUBOS					
	1"	160 PSI	439	73	TUBOS					
EJE CENTRAL										
SALE DE TQ (E-21) A LINEA PRINCIPAL										
TQ		0.00				937.61	937.61			
E-22	9.08	3.23	18.00	0.73	1.8	933.82	936.88	3.06	4.35	3.79
E-23	9.08	3.23	37.00	1.50	1.8	928.18	935.38	7.20	10.24	9.43
E-24	9.08	3.23	34.00	1.38	1.8	922.88	934.01	11.13	15.82	14.73
E-25	9.08	3.23	36.00	1.46	1.8	911.14	932.55	21.41	30.45	26.47
E-26	9.08	2.65	49.00	5.11	2.6	896.59	927.44	30.85	43.87	41.02
	3"	160 PSI	125	21	TUBOS					
	2 1/2"	160 PSI	49	8	TUBOS					
CONTINUA EJE CENTRAL										
CRP-1 EN E-26 EJE CENTRAL										
E-26						896.59	896.59			
E-27	9.08	3.33	72.00	2.52	1.7	868.76	894.07	25.31	35.99	27.83
E-28	9.08	3.33	59.00	2.06	1.7	858.97	892.01	33.04	46.98	37.62
E-29	9.08	3.33	42.00	1.47	1.7	856.90	890.54	33.64	47.84	39.69
E-30	9.08	3.33	94.00	3.29	1.7	857.19	887.25	30.06	42.75	39.40
E-31	9.08	2.26	35.00	7.84	3.6	851.72	879.41	27.69	39.38	44.87
E-32	9.08	2.26	94.00	21.05	3.6	831.48	858.36	26.88	38.23	65.11
	3"	100 PSI	267	45	TUBOS					
	2 1/2"	100 PSI	129	22	TUBOS					
CONTINUA EJE CENTRAL										
CRP-2 EN E-32 EJE CENTRAL										
E-32						831.48	831.48			
E-33	9.08	3.33	43.00	1.50	1.7	817.92	829.98	12.06	17.14	13.56
E-34	9.08	3.33	76.00	2.66	1.7	802.06	827.32	25.26	35.92	29.42
E-35	9.08	3.33	20.00	0.70	1.7	797.82	826.62	28.80	40.95	33.66
E-36	9.08	3.33	83.00	2.90	1.7	778.17	823.72	45.55	64.77	53.31
E-E1	3.48	3.33	86.00	0.51	0.6	773.41	823.21	49.80	70.81	58.07
E-E2	3.48	3.28	160.00	1.01	0.7	764.58	822.19	57.61	81.92	66.90
E-E3	3.48	3.28	154.00	0.98	0.7	756.98	821.22	64.24	91.34	74.50
E-E4	3.48	3.28	64.00	0.41	0.7	753.85	820.81	66.96	95.22	77.63
E-E5	3.48	3.23	77.00	0.53	0.7	748.82	820.28	71.46	101.62	82.66
E-E6	3.48	3.23	47.00	0.32	0.7	745.33	819.96	74.63	106.12	86.15
E-E7	3.48	3.23	206.00	1.41	0.7	738.99	818.54	79.55	113.13	92.49
E-E8	3.48	3.23	174.00	1.19	0.7	733.05	817.35	84.30	119.87	98.43

CUADRO 24A. Cálculo Hidráulico.										
P.O	CAUDAL	DIAM	LONG	HF	VEL	ELEV	PIEZ	PRES	PRES	P. EST
	LPS	PULG	M.	M.	M/S	M.	M.	M.	PSI	MTS
E-F6	2.01	2.23	132.00	1.94	0.8	778.39	808.72	30.33	43.13	53.09
E-F7	2.01	2.23	46.00	0.67	0.8	791.01	808.05	17.04	24.23	40.47
E-F8	2.01	2.23	55.00	0.81	0.8	788.68	807.24	18.56	26.39	42.80
E-F9	2.01	2.23	121.00	1.77	0.8	790.78	805.47	14.69	20.88	40.70
E-F10	2.01	2.23	77.00	1.13	0.8	781.39	804.34	22.95	32.63	50.09
E-F11	2.01	2.23	72.00	1.06	0.8	769.34	803.28	33.94	48.26	62.14
3"		100 PSI	308	51	TUBOS					
3"		125 PSI	378	63	TUBOS					
3"		160 PSI	778	130	TUBOS					
2"		160 PSI	239	40	TUBOS					
2"		125 PSI	571	95	TUBOS					
CONTINUA EJE CENTRAL										
CRP-3 EN E-F11 EJE CENTRAL										
E-F11						769.34	769.34			
E-F12	2.01	3.33	60.00	0.13	0.4	759.28	769.21	9.93	14.12	10.06
E-F13	2.01	2.26	130.00	1.79	0.8	738.91	767.42	28.51	40.54	30.43
E-F14	2.01	2.26	90.00	1.24	0.8	720.64	766.18	45.54	64.76	48.70
3"		100 PSI	60	10	TUBOS					
2"		100 PSI	220	37	TUBOS					
CONTINUA EJE CENTRAL										
CRP-4 EN E-F14 EJE CENTRAL										
E-F14						720.64	720.64			
E-F15	2.01	3.33	147.00	0.32	0.4	685.71	720.32	34.61	49.22	34.93
E-F16	2.01	2.26	82.00	1.13	0.8	674.61	719.20	44.59	63.40	46.03
E-F17	2.01	2.26	64.00	0.88	0.8	662.17	718.32	56.15	79.84	58.47
E-F18	2.01	2.26	16.00	0.22	0.8	654.51	718.10	63.59	90.42	66.13
E-F19	2.01	2.26	31.00	0.43	0.8	655.06	717.67	62.61	89.03	65.58
3"		100 PSI	147	25	TUBOS					
2"		100 PSI	193	32	TUBOS					
CONTINUA EJE CENTRAL										
CRP-5 EN E-F-19 EJE CENTRAL										
E-F19						655.06	655.06			
E-F20	2.01	3.33	68.00	0.15	0.4	647.87	654.91	7.04	10.02	7.19
E-F21	2.01	2.26	72.00	0.99	0.8	635.88	653.92	18.04	25.66	19.18
E-F22	2.01	2.26	54.00	0.74	0.8	619.75	653.18	33.43	47.54	35.31
E-F23	2.01	2.26	106.00	1.46	0.8	598.49	651.72	53.23	75.70	56.57
3"		100 PSI	68	11	TUBOS					
2"		100 PSI	232	39	TUBOS					
RAMAL 2										
SALE DEL EJE CENTRAL EN EST 28 HACIA PARCELAS 11 Y 12										
E-28						858.97	892.01			
E-1B	0.93	1.19	36.00	2.56	1.3	850.36	889.45	39.09	55.59	46.23
E-2B	0.93	1.19	56.00	3.98	1.3	839.55	885.48	45.93	65.31	57.04
R43 / P12	0.93	1.19	50.00	3.55	1.3	826.78	881.92	55.14	78.42	69.81
1"		160 PSI	142	24	TUBOS					
PARCELAS EN RAMAL 2										
PARCELA 11										
E-2B						839.55	885.48			
R42	0.78	1.19	30.00	1.54	1.1	835.20	883.94	48.74	69.30	61.39
1"		160 PSI	30	5	TUBOS					
RAMAL 3										
SALE DEL EJE CENTRAL EN EST 28 HACIA PARCELAS 13,14 Y 15										
E-28						858.97	892.01			
E-1C	0.60	1.19	119.00	3.76	0.9	857.61	888.25	30.64	43.57	38.98
E-2C	0.60	1.19	34.00	1.07	0.9	855.76	887.18	31.42	44.68	40.83
R50 / P13	0.60	1.19	34.00	1.07	0.9	846.47	886.11	39.64	56.36	50.12
E-3C	0.60	1.19	104.00	3.28	0.9	837.85	882.82	44.97	63.95	58.74
E-4C	0.60	1.19	26.00	0.82	0.9	837.51	882.00	44.49	63.27	59.08
R55 / P14	0.60	1.19	12.00	0.38	0.9	837.19	881.62	44.43	63.18	59.40
1"		160 PSI	329	55	TUBOS					
RAMAL 4										
SALE DEL EJE CENTRAL EN EST 33 HACIA PARCELAS 16,17 Y 18										
E-33						817.92	829.98			

CUADRO 24A. Cálculo Hidráulico.										
P.O	CAUDAL	DIAM	LONG	HF	VEL	ELEV	PIEZ	PRES	PRES	P. EST
	LPS	PULG	M.	M.	M/S	M.	M.	M.	PSI	MTS
E-6D	0.97	1.75	36.00	0.44	0.6	799.29	825.93	26.64	37.88	32.19
R68 / P18	0.97	1.75	9.00	0.11	0.6	799.98	825.82	25.84	36.74	31.50
	1 1/2"	125 PSI	343	57	TUBOS					
RAMAL 5										
SALE DEL EJE CENTRAL EN EST 36 HACIA PARCELAS DE LA 25 A LA 36										
E-35						797.82	797.82			
E-36	3.27	3.33	83.00	0.44	0.6	778.17	797.38	19.21	27.32	19.65
E-37	3.27	3.33	30.00	0.16	0.6	775.68	797.22	21.54	30.63	22.14
E-38	3.27	3.33	23.00	0.12	0.6	770.76	797.10	26.34	37.46	27.06
E-39	3.27	3.33	68.00	0.36	0.6	767.00	796.74	29.74	42.29	30.82
E-40	3.27	3.33	62.00	0.33	0.6	755.09	796.41	41.32	58.76	42.73
E-41	3.27	3.33	40.00	0.21	0.6	741.40	796.20	54.80	77.93	56.42
E-42	3.27	3.33	28.51	0.15	0.6	738.41	796.05	57.64	81.97	59.41
E-43	3.27	3.28	95.00	0.54	0.6	734.95	795.51	60.56	86.12	62.87
E-44	3.27	3.28	102.00	0.58	0.6	724.46	794.94	70.48	100.22	73.36
E-45	3.27	2.70	45.00	0.65	0.9	721.50	794.29	72.79	103.50	76.32
E-46	3.27	2.70	16.00	0.23	0.9	720.90	794.06	73.16	104.03	76.92
E-47	3.27	2.70	92.00	1.33	0.9	718.38	792.72	74.34	105.72	79.44
E-48	3.27	2.66	32.00	0.50	0.9	713.10	792.22	79.12	112.51	84.72
E-49	3.27	2.66	36.00	0.56	0.9	702.94	791.66	88.72	126.16	94.88
E-50	3.27	2.66	93.00	1.45	0.9	699.98	790.21	90.23	128.30	97.84
E-51	1.03	2.54	45.00	0.10	0.3	684.26	790.10	105.84	150.51	113.56
E-52	1.03	2.54	72.00	0.17	0.3	690.35	789.94	99.59	141.62	107.47
E-53	1.03	2.74	229.00	0.37	0.3	774.18	789.57	15.39	21.89	23.64
E-54	1.03	2.74	24.00	0.04	0.3	772.23	789.53	17.30	24.61	25.59
E-55	1.03	2.74	18.00	0.03	0.3	764.69	789.51	24.82	35.29	33.13
E-56	1.03	1.78	54.00	0.67	0.7	762.18	788.84	26.66	37.91	35.64
E-57	1.03	1.78	64.00	0.79	0.7	745.62	788.04	42.42	60.33	52.20
E-58	1.03	1.78	72.34	0.90	0.7	760.59	787.15	26.56	37.76	37.23
R146 / P36	1.03	1.78	64.00	0.79	0.7	760.44	786.35	25.91	36.85	37.38
	3"	100 PSI	335	56	TUBOS					
	3"	125 PSI	197	33	TUBOS					
	2 1/2"	125 PSI	153	26	TUBOS					
	2 1/2"	160 PSI	161	27	TUBOS					
	2 1/2"	250 PSI	117	20	TUBOS					
	2 1/2"	100 PSI	271	45	TUBOS					
	1 1/2"	125 PSI	254	42	TUBOS					
CAJA ROMPE PRESION EN E-48										
SUBRAMAL 5-1										
SALE DEL RAMAL 5 EN CRP DE LA EST 48 HACIA PARCELAS 31,32 Y 33										
E-48						713.10	713.10			
E-49	0.63	1.75	36.00	0.20	0.4	702.94	712.90	9.96	14.17	10.16
E-50	0.63	1.75	93.00	0.51	0.4	699.98	712.40	12.42	17.66	13.12
E-A'	0.63	1.75	80.00	0.44	0.4	678.78	711.96	33.18	47.18	34.32
E-A''	0.63	1.75	120.00	0.65	0.4	693.63	711.30	17.67	25.13	19.47
E-A'''	0.63	1.19	108.00	3.73	0.9	678.30	707.57	29.27	41.63	34.80
E-A''''	0.63	1.19	50.00	1.73	0.9	678.42	705.85	27.43	39.00	34.68
R135 / P33	0.63	1.19	36.00	1.24	0.9	669.33	704.60	35.27	50.16	43.77
	1 1/2"	125 PSI	329	55	TUBOS					
	1"	160 PSI	194	32	TUBOS					
SALE DE EJE CENTRAL EN EST E-F5 A CRP LATERAL A LA LINEA										
RETORNA DE CRP EN E-F5 A RIEGO DE PARCELA 39 EN E-11 DE RAMAL 6										
E-F5						762.60	762.60			
E-F4	1.47	2.19	28.00	0.25	0.6	756.20	762.35	6.15	8.74	6.40
E-F3	1.47	2.19	40.00	0.36	0.6	744.33	761.99	17.66	25.11	18.27
E-F2	1.47	2.19	17.00	0.15	0.6	743.88	761.84	17.96	25.54	18.72
E-F1	1.47	1.75	158.00	4.13	1.0	739.74	757.71	17.97	25.55	22.86
E-10	1.47	1.75	64.00	1.67	1.0	738.94	756.03	17.09	24.30	23.66
E-11	1.47	1.75	17.00	0.44	1.0	738.80	755.59	16.79	23.87	23.80
	2"	100 PSI	85	14	TUBOS					
	1 1/2"	125 PSI	239	40	TUBOS					
RAMAL 6 SALE DE CRP EN E-11 A PARCELA DEL 40 AL 44										
E-11						738.80	738.80			
E-12	2.06	2.19	58.00	0.97	0.9	718.35	737.83	19.48	27.70	20.45
E-13	2.06	1.75	49.00	2.39	1.4	715.67	735.44	19.77	28.11	23.13
E-14	2.06	1.75	53.46	2.61	1.4	709.09	732.83	23.74	33.75	29.71

CUADRO 25A. Presupuesto Detallado.						
PRESUPUESTO: RIEGO POR GOTEO GRAVEDAD						
COMUNIDAD: ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.						
No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB-TOTAL	
1	CAPTACION	2	UNIDADES			
	CEMENTO	40.00	SACOS	Q 36.00	Q	1,440.00
	ARENA DE RIO	4.00	M3	Q 75.00	Q	300.00
	PIEDRIN	3.00	M3	Q 125.00	Q	375.00
	PIEDRA BOLA	6.00	M3	Q 100.00	Q	600.00
	TABLAS DE 1" X 12" X 9'	240.00	PT	Q 2.70	Q	648.00
	PARALES DE 3" X 3" X 9'	80.00	PT	Q 2.70	Q	216.00
	CLAVO DE 3"	6.00	LBS	Q 3.50	Q	21.00
	ALAMBRE DE AMARRE	10.00	LBS	Q 4.50	Q	45.00
	VARILLA DE HIERRO DE 1/4"	4.00	VAR	Q 12.50	Q	50.00
	VALVULA DE COMPUERTA 3"	2.00	UNIDAD	Q 250.00	Q	500.00
	TUBERÍA PVC DRENAJE 2" 100 PSI	2.00	TUBOS	Q 49.78	Q	99.55
	CODO PVC 2" X 90° DRENAJE 125 PSI	4.00	UNIDAD	Q 12.22	Q	48.89
	SIFON A SEGUIR PVC 2" DRENAJE 125 PSI	4.00	UNIDAD	Q 55.79	Q	223.18
	ADAPTADOR HEMBRA PVC 3"	2.00	UNIDAD	Q 28.71	Q	57.42
	ADAPTADOR MACHO PVC 3"	4.00	UNIDAD	Q 22.27	Q	89.06
	PICHACHA PLÁSTICA 3"	2.00	UNIDAD	Q 78.00	Q	156.00
	CANDADOS DE 60 MM	2.00	UNIDAD	Q 60.00	Q	120.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA	20.00	DIA HOM	Q 50.00	Q	1,000.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	60.00	DIA HOM	Q 30.00	Q	1,800.00
	COSTO				Q	8,120.82
2	CONDUCCION					
	TUBERIA PVC 3" 100 PSI	117.00	TUBOS	Q 107.79	Q	12,611.43
	TUBERIA PVC 3" 125 PSI	18.00	TUBOS	Q 136.03	Q	2,448.58
	TUBERIA PVC 2" 100 PSI	64.00	TUBOS	Q 49.78	Q	3,185.66
	TUBERIA PVC 2" 125 PSI	26.00	TUBOS	Q 62.31	Q	1,620.06
	TUBERIA PVC 2" 160 PSI	5.00	TUBOS	Q 77.06	Q	385.32
	TUBERIA PVC 2" 250 PSI	61.00	TUBOS	Q 116.00	Q	7,076.24
	CODO PVC 3" X 45°	10.00	UNIDAD	Q 45.02	Q	450.24
	CODO PVC 2" X 45°	2.00	UNIDAD	Q 10.05	Q	20.10
	CODO PVC 1 1/2" X 45°	4.00	UNIDAD	Q 7.93	Q	31.70
	REDUCTOR BUSHING PVC 3" X 2"	2.00	UNIDAD	Q 30.14	Q	60.29
	REDUCTOR BUSHING PVC 2" X 1 1/2"	1.00	UNIDAD	Q 6.38	Q	6.38
	1/4 CEMENTO SOLVENTE	10.00	UNIDAD	Q 56.50	Q	565.02
	THINNER	2.00	GALON	Q 25.00	Q	50.00
	WIPE	2.00	BOLA	Q 10.00	Q	20.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA	1746.00	ML	Q 3.00	Q	5,238.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	1746.00	ML	Q 5.00	Q	8,730.00
					Q	53,949.23
3	TANQUE DE DISTRIBUCION 65 M3					
	CEMENTO	140.00	SACOS	Q 36.00	Q	5,040.00
	PIEDRIN	9.00	M3	Q 125.00	Q	1,125.00
	ARENA DE RIO	15.00	M3	Q 75.00	Q	1,125.00
	VARILLA 1/2"	25.00	QUINTALES	Q 250.00	Q	6,250.00
	VARILLA 3/8"	10.00	QUINTALES	Q 250.00	Q	2,500.00
	VARILLA 1/4"	4.00	VAR	Q 12.50	Q	50.00
	CLAVO DE 4"	15.00	LBS	Q 3.50	Q	52.50
	CLAVO DE 3"	15.00	LBS	Q 3.50	Q	52.50
	CLAVO DE 2"	4.00	LBS	Q 3.50	Q	14.00
	ALAMBRE DE AMARRE	200.00	LBS	Q 4.50	Q	900.00
	PARALES DE 2"X2"X10'	350.00	PARALES	Q 9.00	Q	3,150.00
	TABLAS DE 1"X12"X12'	325.00	TABLAS	Q 32.40	Q	10,530.00
	REGLA DE 1"X3"X12'	216.00	REGLAS	Q 8.10	Q	1,749.60
	TAPADERA	1.00	TAPADERA	Q 300.00	Q	300.00
	CANDADO 60 MM	2.00	CANDADO	Q 60.00	Q	120.00
	CODOS PVC DIAM. 3" X 90°	2.00	UNIDAD	Q 45.41	Q	90.82
	CODOS PVC DIAM. 1 1/2" A 90°	3.00	UNIDAD	Q 5.56	Q	16.67
	ADAPTADOR MACHO PVC DIAM. 3"	6.00	UNIDAD	Q 22.27	Q	133.60
	ADAPTADOR MACHO PVC DIAM. 1 1/2"	8.00	UNIDAD	Q 4.02	Q	32.16
	VALVULA DE COMPUERTA DIAM. 3"	3.00	UNIDAD	Q 250.00	Q	750.00
	VALVULA DE COMPUERTA DIAM. 1 1/2"	4.00	UNIDAD	Q 101.85	Q	407.40
	TUBOS DRENAJE PVC DIAM. 3"	4.00	TUBOS	Q 107.79	Q	431.16
	CODOS PVC DIAM. 3" X 90°	1.00	CODOS	Q 31.35	Q	31.35
	MANO DE OBRA CALIFICADA	300.00	DIA HOMBRE	Q 50.00	Q	15,000.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	620.00	DIA HOMBRE	Q 30.00	Q	18,600.00
	COSTO				Q	68,451.75

CUADRO 25A. Presupuesto Detallado.						
PRESUPUESTO: RIEGO POR GOTEO GRAVEDAD						
COMUNIDAD: ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.						
No.	RENLON	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB-TOTAL	
6	LINEA DE DISTRIBUCION					
	TUBERIA PVC DIAM. 3" 100 PSI	153.00	TUBOS	Q 107.79	Q	16,491.87
	TUBERIA PVC DIAM. 3" 125 PSI	96.00	TUBOS	Q 136.03	Q	13,059.07
	TUBERIA PVC DIAM. 3" 160 PSI	130.00	TUBOS	Q 168.68	Q	21,928.14
	TUBERIA PVC DIAM. 2 1/2" 100 PSI	45.00	TUBOS	Q 73.04	Q	3,286.98
	TUBERIA PVC DIAM. 2 1/2" 125 PSI	26.00	TUBOS	Q 91.07	Q	2,367.92
	TUBERIA PVC DIAM. 2 1/2" 160 PSI	27.00	TUBOS	Q 112.94	Q	3,049.49
	TUBERIA PVC DIAM. 2 1/2" 250 PSI	20.00	TUBOS	Q 169.82	Q	3,396.36
	TUBERIA PVC DIAM. 2" 100 PSI	132.00	TUBOS	Q 49.78	Q	6,570.43
	TUBERIA PVC DIAM. 2" 125 PSI	95.00	TUBOS	Q 62.31	Q	5,919.45
	TUBERIA PVC DIAM. 2" 160 PSI	43.00	TUBOS	Q 77.06	Q	3,313.75
	TUBERIA PVC DIAM. 1 1/2" 125 PSI	332.00	TUBOS	Q 40.92	Q	13,585.44
	TUBERIA PVC DIAM. 1 1/4" 160 PSI	87.00	TUBOS	Q 37.86	Q	3,293.82
	TUBERIA PVC DIAM. 1" 160 PSI	333.00	TUBOS	Q 27.91	Q	9,292.70
	CODO PVC 2" X 90°	3.00	UNIDAD	Q 8.62	Q	25.87
	CODO PVC 1" A 45°	12.00	UNIDAD	Q 4.74	Q	56.88
	REDUCTOR BUSHING PVC 3" X 2 1/2"	1.00	UNIDAD	Q 30.14	Q	30.14
	REDUCTOR BUSHING PVC 3" X 2"	6.00	UNIDAD	Q 30.14	Q	180.86
	REDUCTOR BUSHING PVC 3" X 1 1/2"	1.00	UNIDAD	Q 30.14	Q	30.14
	REDUCTOR BUSHING PVC 3" X 1"	12.00	UNIDAD	Q 30.14	Q	361.73
	REDUCTOR BUSHING PVC 2 1/2" X 3/4"	5.00	UNIDAD	Q 19.12	Q	95.61
	REDUCTOR BUSHING PVC 2 1/2" X 1/2"	5.00	UNIDAD	Q 19.12	Q	95.61
	REDUCTOR BUSHING PVC 2" X 1 1/2"	3.00	UNIDAD	Q 19.12	Q	57.37
	REDUCTOR BUSHING PVC 2" X 1"	4.00	UNIDAD	Q 6.38	Q	25.51
	REDUCTOR BUSHING PVC 2" X 3/4"	4.00	UNIDAD	Q 6.38	Q	25.51
	REDUCTOR BUSHING PVC 1" X 1/2"	35.00	UNIDAD	Q 2.19	Q	76.65
	REDUCTOR BUSHING PVC 3/4" X 1/2"	48.00	UNIDAD	Q 1.34	Q	64.22
	TEE PVC DIAM. 3"	10.00	UNIDAD	Q 49.61	Q	496.08
	TEE PVC DIAM. 2 1/2"	4.00	UNIDAD	Q 38.99	Q	155.95
	TEE PVC DIAM. 2"	5.00	UNIDAD	Q 9.82	Q	49.11
	TEE PVC DIAM. 1 1/2"	20.00	UNIDAD	Q 7.31	Q	146.16
	TEE PVC DIAM. 1 1/4"	5.00	UNIDAD	Q 5.96	Q	29.82
	TEE PVC DIAM. 1"	56.00	UNIDAD	Q 3.79	Q	212.02
	TEE PVC DIAM. 3/4"	96.00	UNIDAD	Q 1.93	Q	185.47
	TEE PVC DIAM. 1/2"	144.00	UNIDAD	Q 1.22	Q	176.26
	VALVULA DE COMPUERTA 3"	2.00	UNIDAD	Q 350.00	Q	700.00
	VALVULA DE COMPUERTA 2"	2.00	UNIDAD	Q 115.16	Q	230.32
	VALVULA DE COMPUERTA 1 1/2"	4.00	UNIDAD	Q 76.85	Q	307.40
	VALVULA DE COMPUERTA 1"	35.00	UNIDAD	Q 41.54	Q	1,453.90
	VALVULA DE COMPUERTA 3/4"	20.00	UNIDAD	Q 30.00	Q	600.00
	VALVULA DE COMPUERTA 1/2"	25.00	UNIDAD	Q 23.50	Q	587.50
	VALVULA DE FLOTE 3"	1.00	UNIDAD	Q 450.00	Q	450.00
	VALVULA DE FLOTE 2 1/2"	1.00	UNIDAD	Q 295.00	Q	295.00
	VALVULA DE FLOTE 2"	6.00	UNIDAD	Q 225.00	Q	1,350.00
	ADAPTADOR MACHO PVC 1"	70.00	UNIDAD	Q 2.96	Q	207.48
	ADAPTADOR MACHO PVC 3/4"	40.00	UNIDAD	Q 1.44	Q	57.60
	ADAPTADOR MACHO PVC 1/2"	12.00	UNIDAD	Q 0.77	Q	9.22
	EQUIPODE FERTIRIEGO TIPO VENTURI	12.00	UNIDAD	Q 1,375.00	Q	16,500.00
	THINNER	5.00	GALON	Q 25.00	Q	125.00
	WIPE	10.00	BOLA	Q 10.00	Q	100.00
	TEFLON 1"	25.00	ROLLO	Q 3.50	Q	87.50
	PEGAMENTO PVC TANGIT 1/4 GALON	48.0	UNIDAD	Q 56.50	Q	2,712.10
	MANO DE OBRA CALIFICADA	9114.00	METROS	Q 3.00	Q	27,342.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	9114.00	METROS	Q 5.00	Q	45,570.00
	COSTO				Q	209,370.84

CUADRO 25A. Presupuesto Detallado.					
PRESUPUESTO: RIEGO POR GOTEO GRAVEDAD					
COMUNIDAD: ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.					
No.	RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB-TOTAL
7	CAJA ROMPE PRESION 1 M3	8	CRP		
	CEMENTO	112.00	SACOS	Q 36.00	Q 4,032.00
	ARENA DE RÍO	16.00	M3	Q 90.00	Q 1,440.00
	PIEDRÍN	12.00	M3	Q 135.00	Q 1,620.00
	TABLAS DE 1" X 12" X 9'	720.00	PT	Q 2.70	Q 1,944.00
	PARALES DE 3" X 3" X 9'	324.00	PT	Q 2.70	Q 874.80
	CLAVO DE 3"	24.00	LBS	Q 3.50	Q 84.00
	ALAMBRE DE AMARRE	24.00	LBS	Q 4.50	Q 108.00
	VARILLA DE HIERRO DE 1/2"	8.00	VAR	Q 31.25	Q 250.00
	VARILLA DE HIERRO DE 3/8"	56.00	VAR	Q 19.23	Q 1,076.88
	VALVULA DE COMPUERTA	8.00	UNIDAD	Q 350.00	Q 2,800.00
	VALVULA DE FLOTE 2 1/2"	8.00	UNIDAD	Q 275.00	Q 2,200.00
	TUBERIA PVC DRENAJE 2" 100 PSI	8.00	TUBOS	Q 49.78	Q 398.21
	CODO PVC 2" X 90° DRENAJE 125 PSI	8.00	UNIDAD	Q 12.22	Q 97.78
	SIFON A SEGUIR PVC 2" DRENAJE 125 PSI	8.00	UNIDAD	Q 55.79	Q 446.35
	ADAPTADOR HEMBRA PVC 2"	8.00	UNIDAD	Q 28.71	Q 229.68
	ADAPTADOR MACHO PVC 3"	16.00	UNIDAD	Q 22.27	Q 356.26
	PICHACHA PLÁSTICA 2"	8.00	UNIDAD	Q 75.00	Q 600.00
	CANDADOS DE 60 MM	8.00	UNIDAD	Q 60.00	Q 480.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA	40.00	DIA HOMBRE	Q 50.00	Q 2,000.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	80.00	DIA HOMBRE	Q 30.00	Q 2,400.00
	COSTO				Q 23,437.95
8	CAJAS DE VALVULAS	13	UNIDADES		
	CEMENTO	26.00	SACOS	Q 36.00	Q 936.00
	ARENA DE RÍO	3.90	M3	Q 90.00	Q 351.00
	PIEDRÍN	1.95	M3	Q 135.00	Q 263.25
	TABLAS DE 1" X 12" X 9'	585.00	PT	Q 2.70	Q 1,579.50
	PARALES DE 3" X 3" X 9'	260.00	PT	Q 2.70	Q 702.00
	CLAVO DE 3"	19.50	LBS	Q 3.50	Q 68.25
	ALAMBRE DE AMARRE	19.50	LBS	Q 4.50	Q 87.75
	VARILLA DE HIERRO DE 1/2"	13.00	VAR	Q 31.25	Q 406.25
	VARILLA DE HIERRO DE 3/8"	13.00	VAR	Q 31.25	Q 406.25
	VARILLA DE HIERRO DE 1/4"	13.00	VAR	Q 19.23	Q 249.99
	CANDADOS DE 60 MM	13.00	UNIDAD	Q 60.00	Q 780.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA	26.00	DIA HOMBRE	Q 50.00	Q 1,300.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	130.00	DIA HOMBRE	Q 30.00	Q 3,900.00
	COSTO				Q 11,030.24
9	PARCELAS	48	PARCELAS		
	TUBERIA PVC DIAM. 2" 100 PSI	15.00	TUBOS	Q 49.78	Q 746.64
	TUBERIA PVC DIAM. 1 1/2" 100 PSI	7.00	TUBOS	Q 31.96	Q 223.73
	TUBERIA PVC DIAM. 1 1/4" 125 PSI	36.00	TUBOS	Q 35.60	Q 1,281.74
	TUBERIA PVC DIAM. 1" 160 PSI	124.00	TUBOS	Q 27.91	Q 3,460.34
	TUBERIA PVC DIAM. 3/4" 250 PSI	221.00	TUBOS	Q 22.71	Q 5,018.91
	TUBERIA PVC DIAM. 1/2" 315 PSI	111.00	TUBOS	Q 17.89	Q 1,986.01
	TEE PVC 2"	5.00	UNIDAD	Q 9.82	Q 49.11
	TEE PVC 1 1/2"	3.00	UNIDAD	Q 7.31	Q 21.92
	TEE PVC 1 1/4"	13.00	UNIDAD	Q 5.96	Q 77.53
	TEE PVC 1"	35.00	UNIDAD	Q 3.79	Q 132.51
	CODO PVC 1/2"X 90°	20.00	UNIDAD	Q 0.99	Q 19.80
	CODO PVC 1"X 45°	46.00	UNIDAD	Q 4.74	Q 218.04
	CODO PVC 3/4"X 45°	114.00	UNIDAD	Q 3.70	Q 421.34
	CODO PVC 1/2"X 45°	62.00	UNIDAD	Q 2.75	Q 170.75
	REDUCTOR BUSHING PVC 2" X 1"	6.00	UNIDAD	Q 6.38	Q 38.27
	REDUCTOR BUSHING PVC 1 1/2" X 1"	6.00	UNIDAD	Q 3.79	Q 22.72
	TAPON HEMBRA PVC 1"	46.00	UNIDAD	Q 2.23	Q 102.40
	TAPON HEMBRA PVC 3/4"	120.00	UNIDAD	Q 1.34	Q 160.56
	TAPON HEMBRA PVC 1/2"	56.00	UNIDAD	Q 1.23	Q 68.88
	ROLLOS 1,000 M SUPERTHYPHOON 1.7 LPH	34.0	UNIDAD	Q 1,500.00	Q 51,000.00
	MANGUERA POLIETILENO DE 16 MM	1647.0	UNIDAD	Q 1.70	Q 2,799.90
	ADAPTADOR TIPO GROMMET CON EMPAQUE	1098.0	UNIDAD	Q 5.70	Q 6,258.60
	1/4 DE CEMENTO SOLVENTE	8.0	UNIDAD	Q 1.00	Q 8.00
	REGULADOR DE PRESION PMR-15	48.0	UNIDAD	Q 45.00	Q 2,160.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA	2994.0	ML	Q 3.00	Q 8,982.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	2994.0	ML	Q 5.00	Q 14,970.00
	COSTO				Q 101,478.38

CUADRO 25A. Presupuesto Detallado.					
PRESUPUESTO: RIEGO POR GOTEO GRAVEDAD					
COMUNIDAD: ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.					
No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB-TOTAL
RESUMEN					
COSTO DIRECTO					
	MATERIALES				Q 326,787.84
	MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 61,462.00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				Q 96,840.00
	SUBTOTAL DIRECTOS				Q 485,089.84
COSTO INDIRECTO					
	ADMINISTRACION				Q 14,552.70
	UTILIDAD				Q 48,508.98
	SUBTOTAL INDIRECTOS				Q 63,061.68
	TOTAL				Q 548,151.51

Figura 13A. Plano de Planta- Perfil.

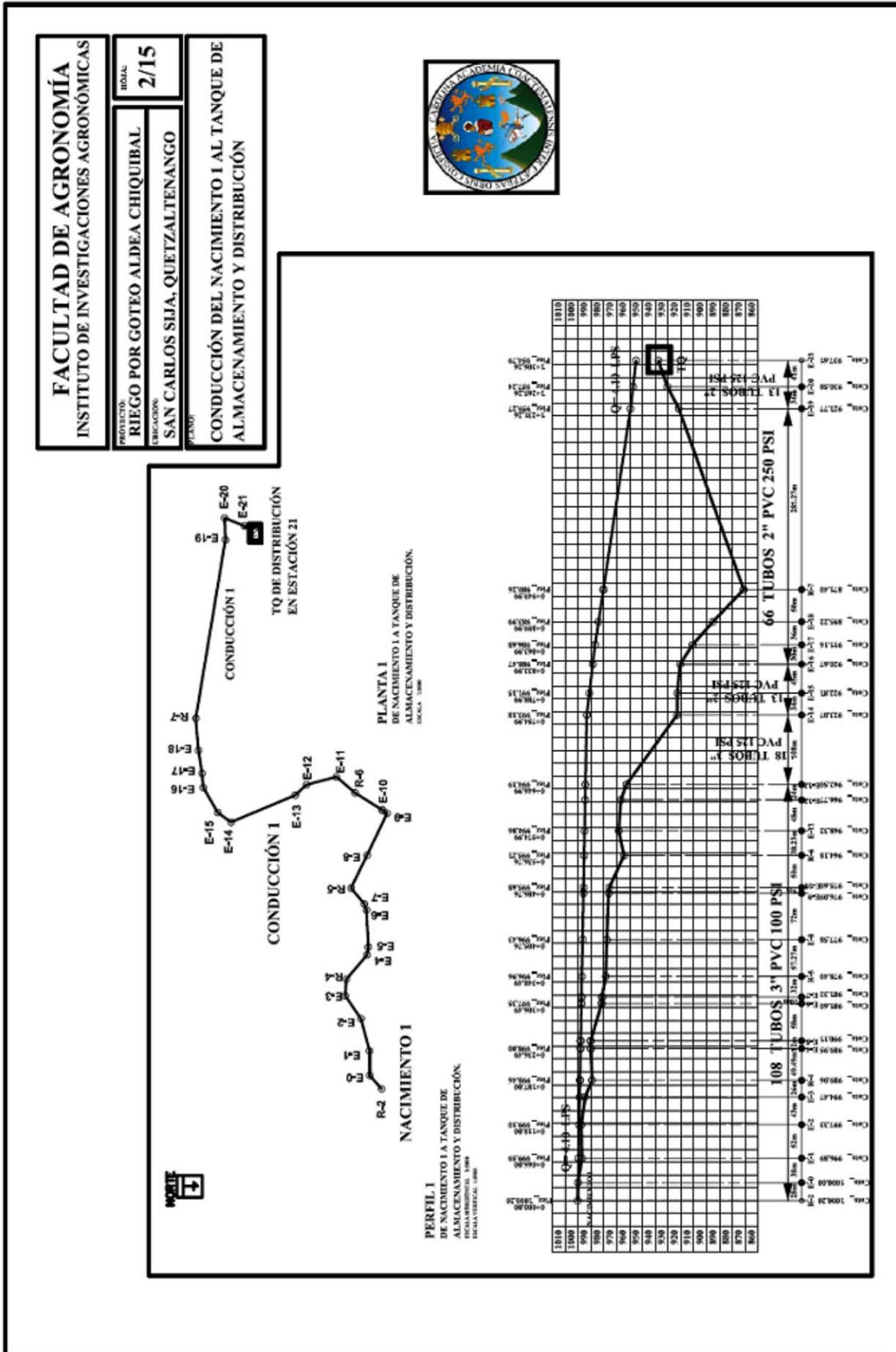


FIGURA 15A. Plano de Planta - Perfil

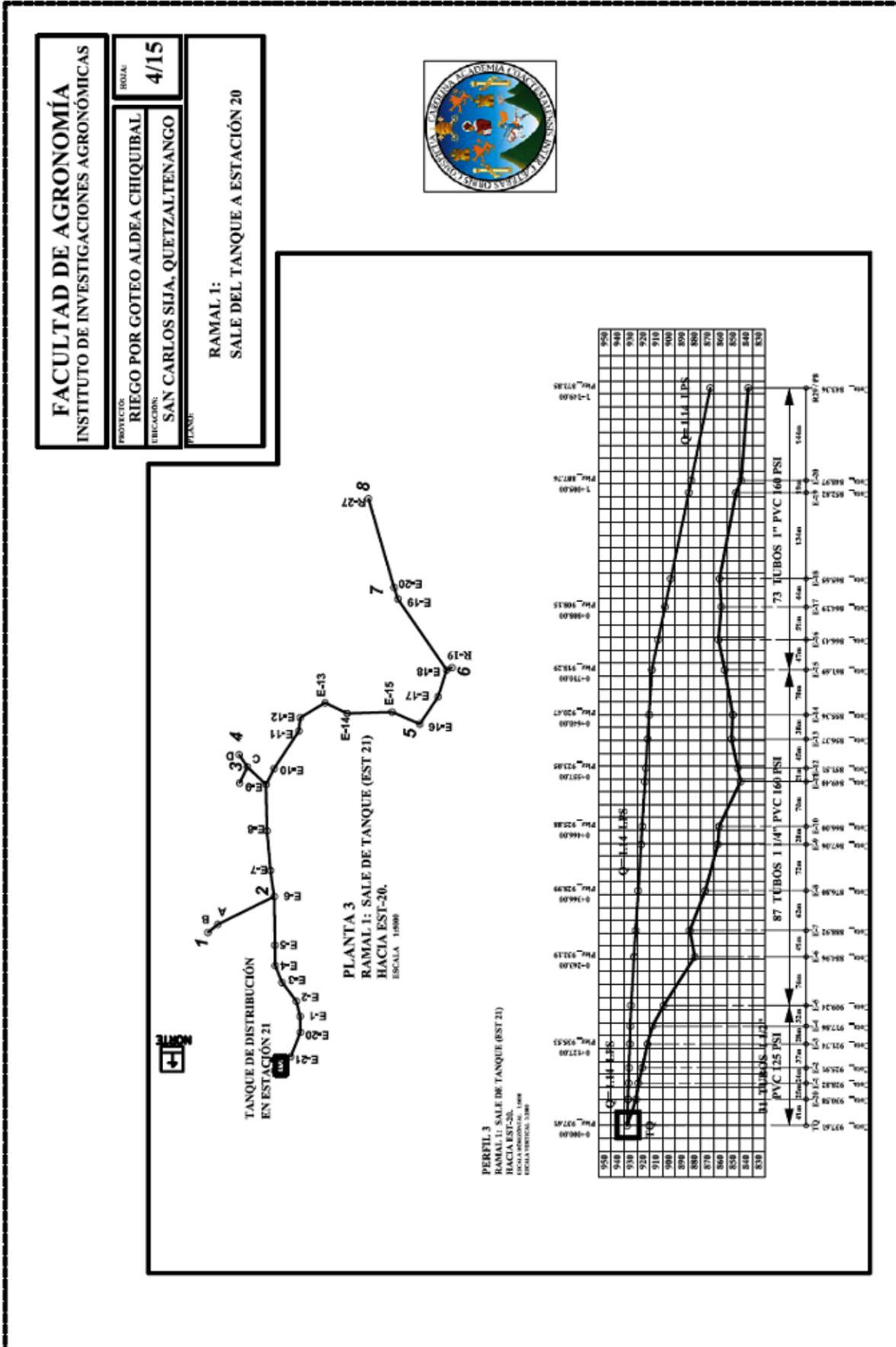


FIGURA 16A. Plano de Planta - Perfil

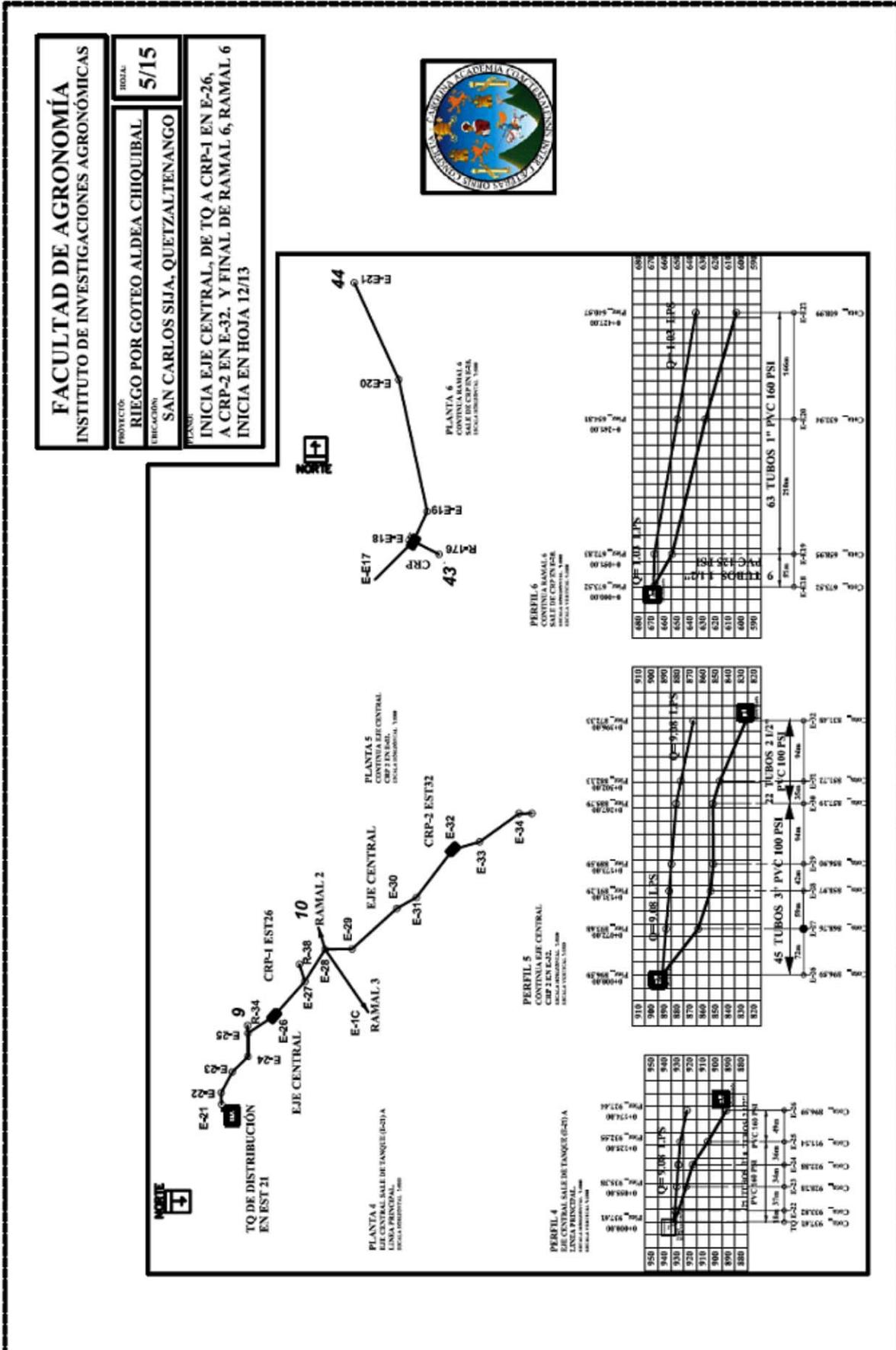


FIGURA 17A. Plano de Planta - Perfil

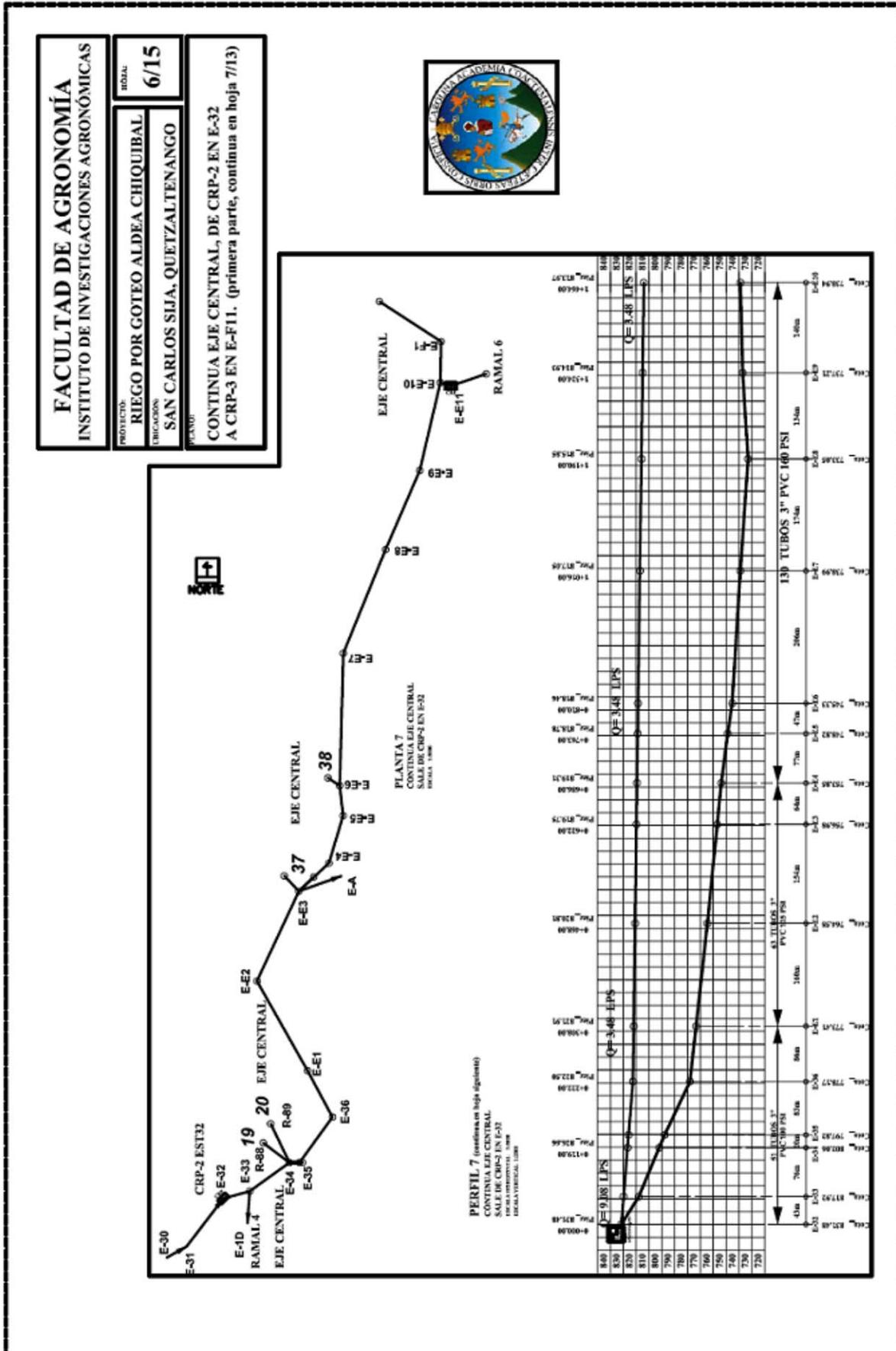


FIGURA 18A. Plano de Planta - Perfil

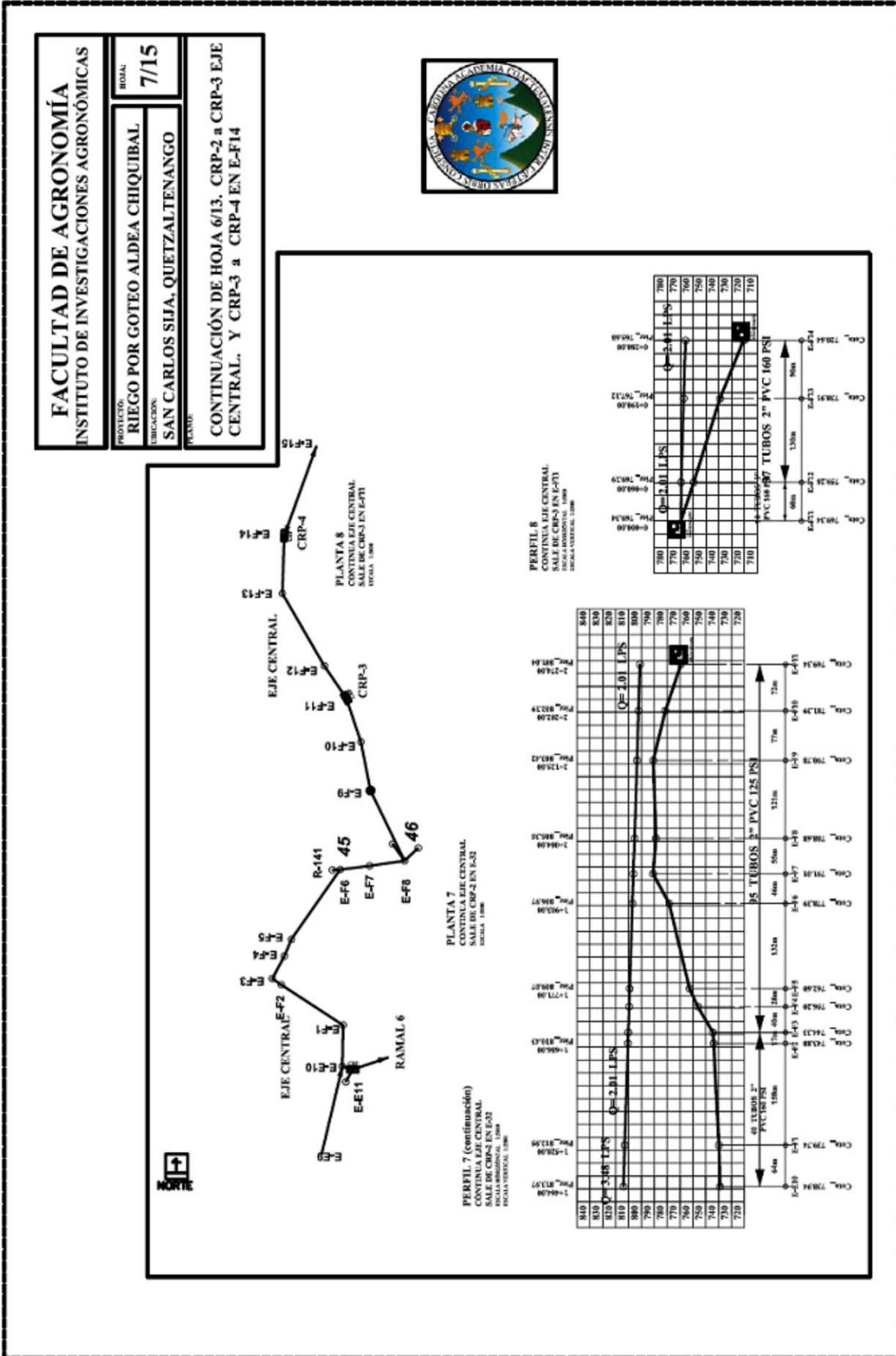


FIGURA 19A. Plano de Planta - Perfil

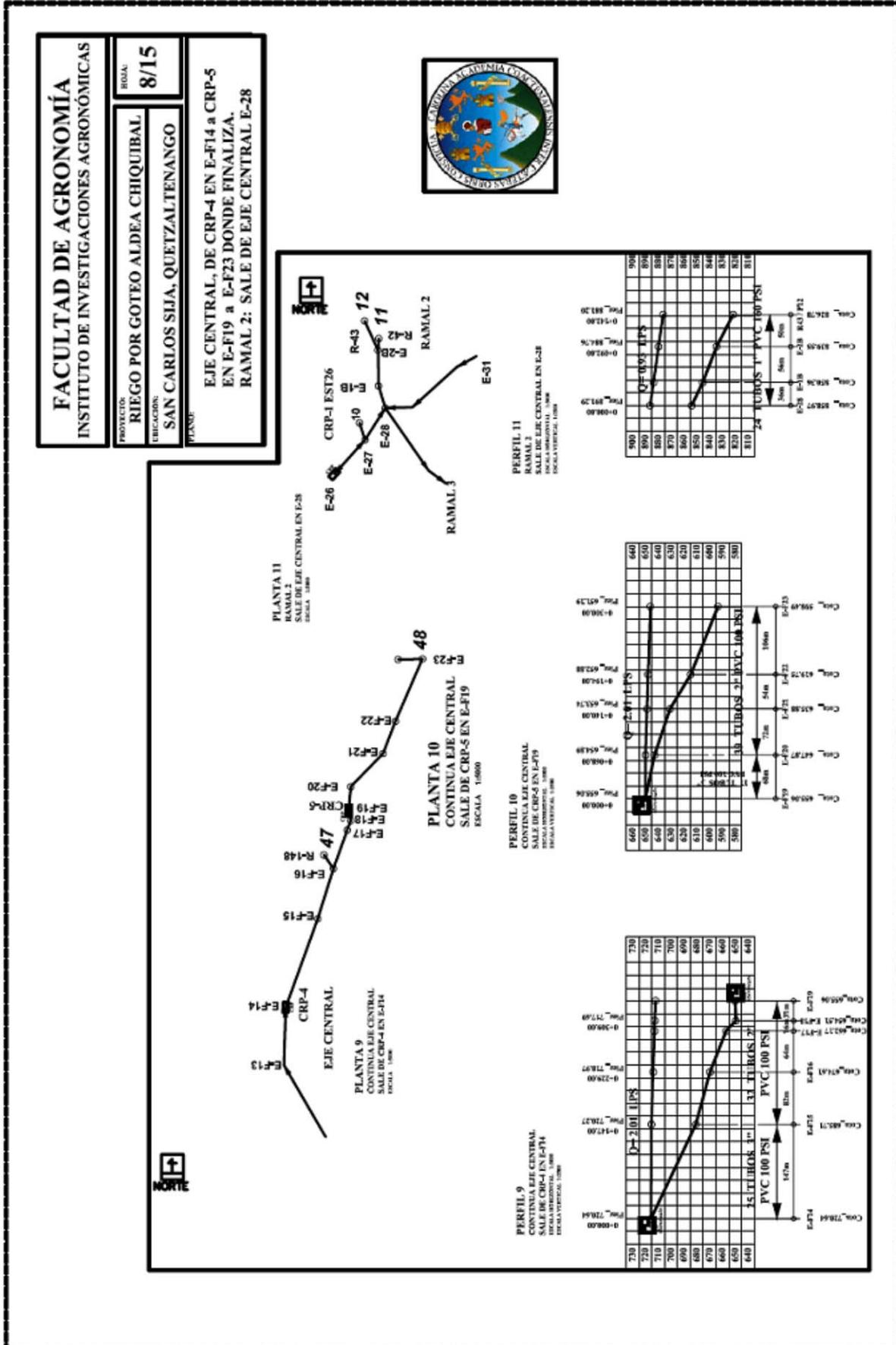


FIGURA 20A. Plano de Planta - Perfil

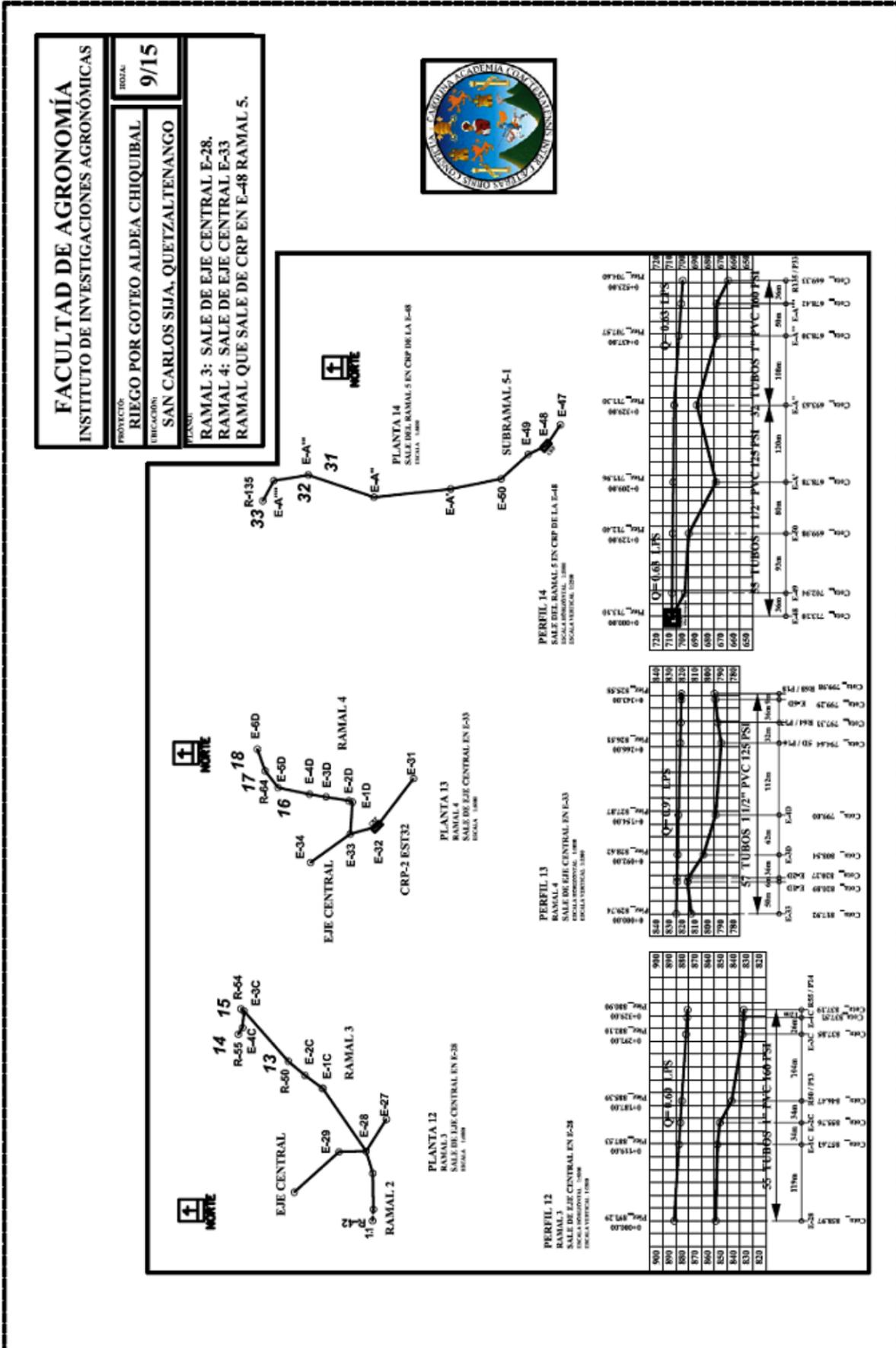


FIGURA 21A. Plano de Planta - Perfil

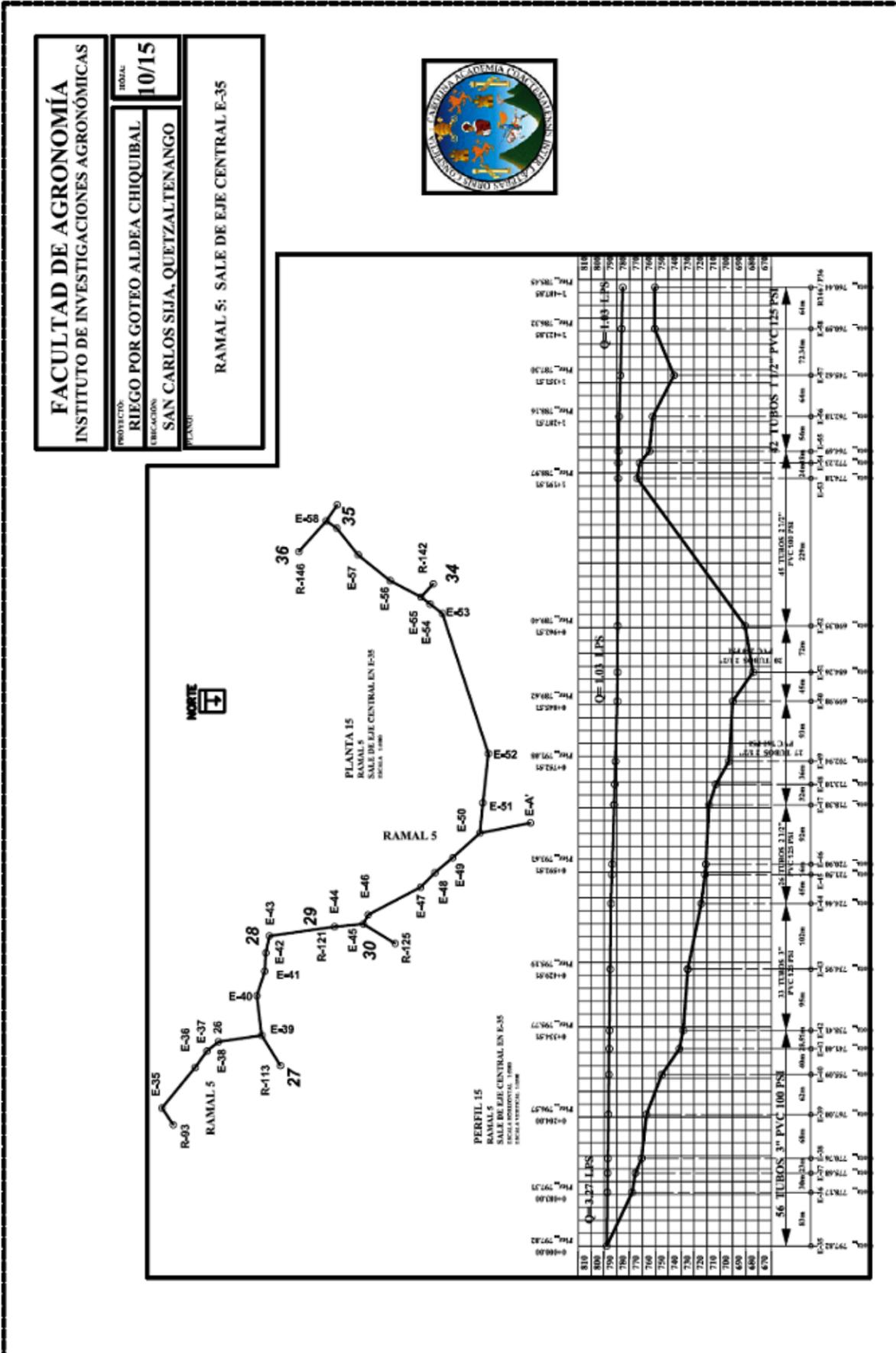


FIGURA 22A. Plano de Planta - Perfil

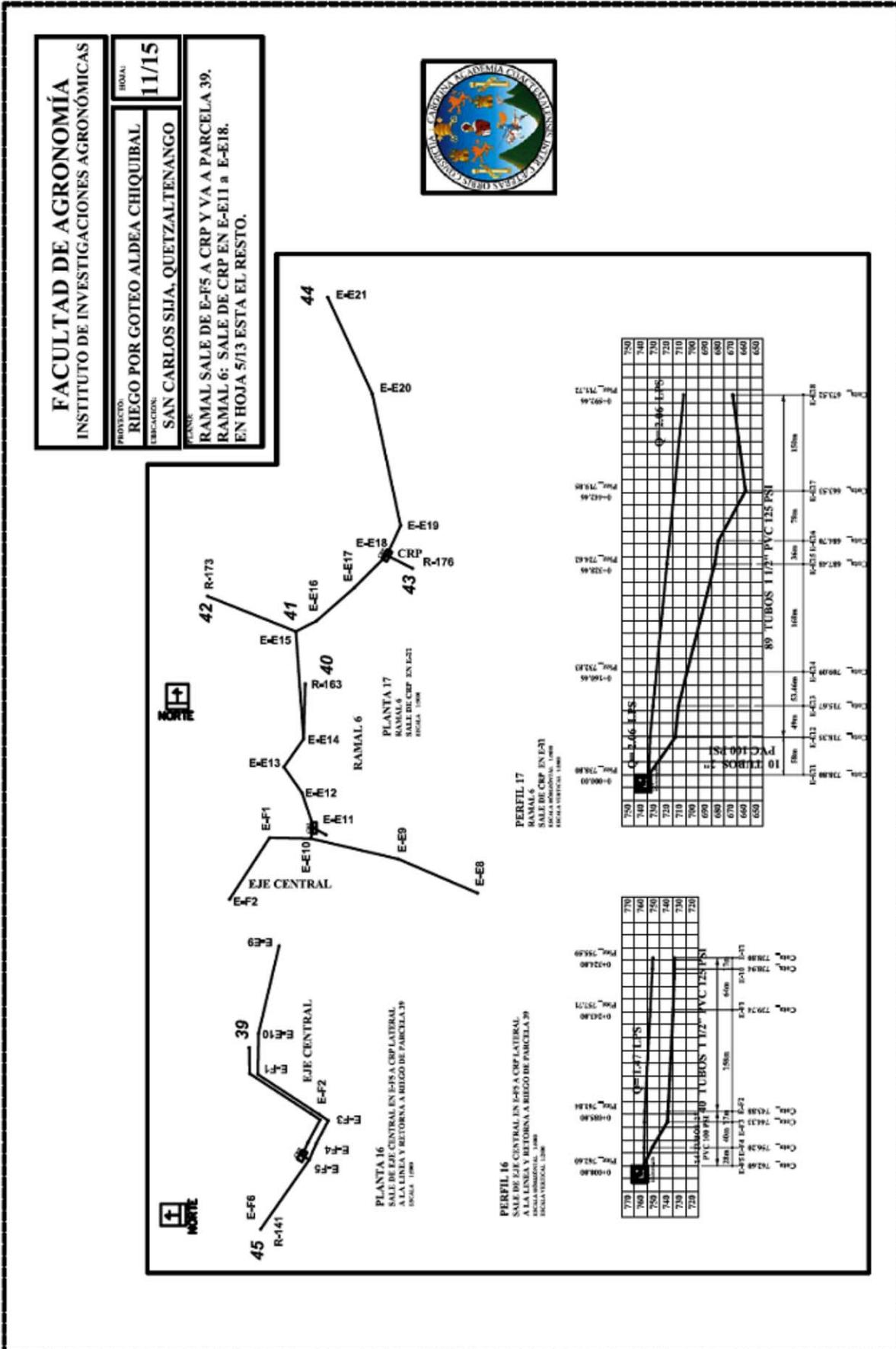


FIGURA 24A. Plano de Caja Rompe-presión

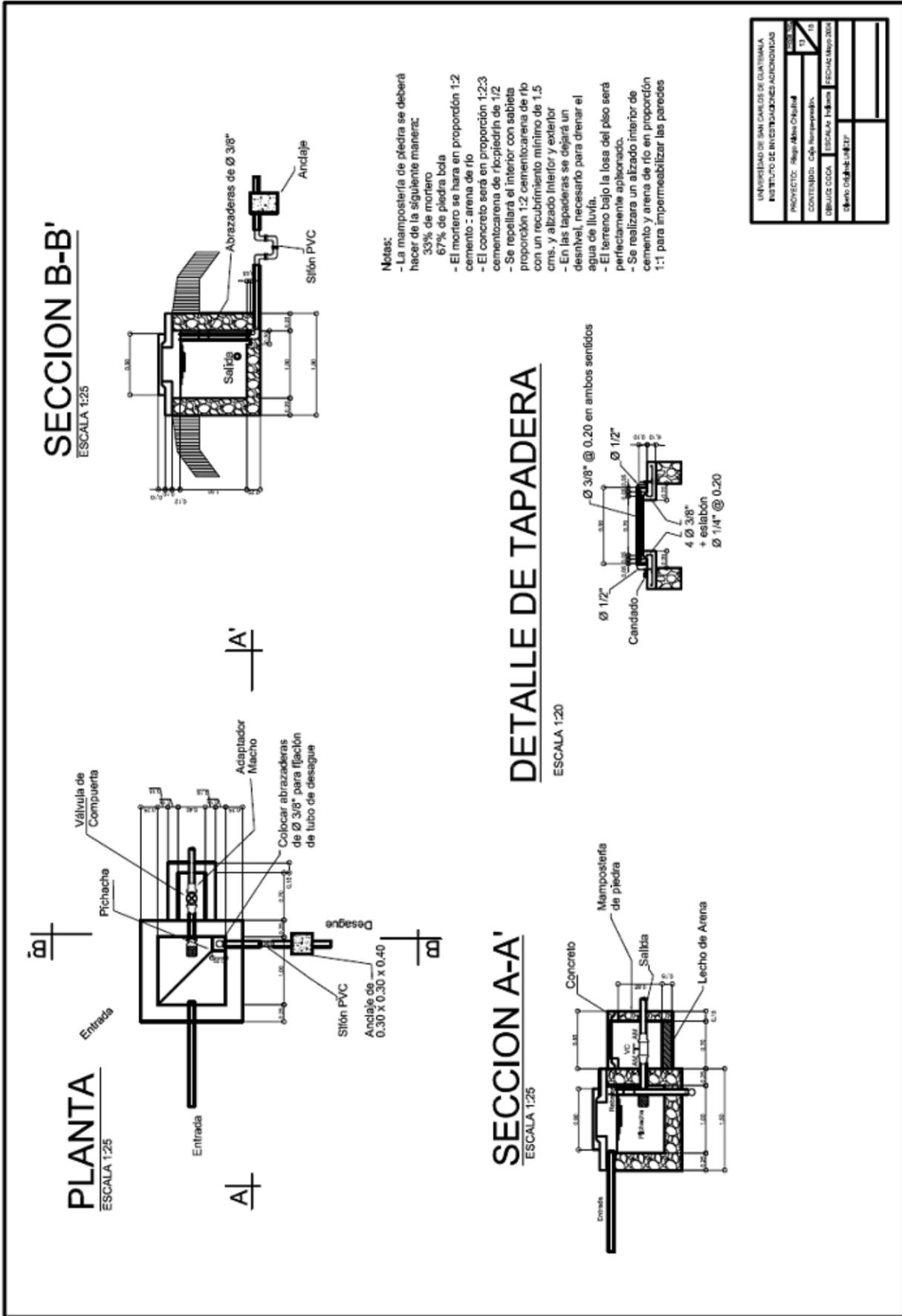
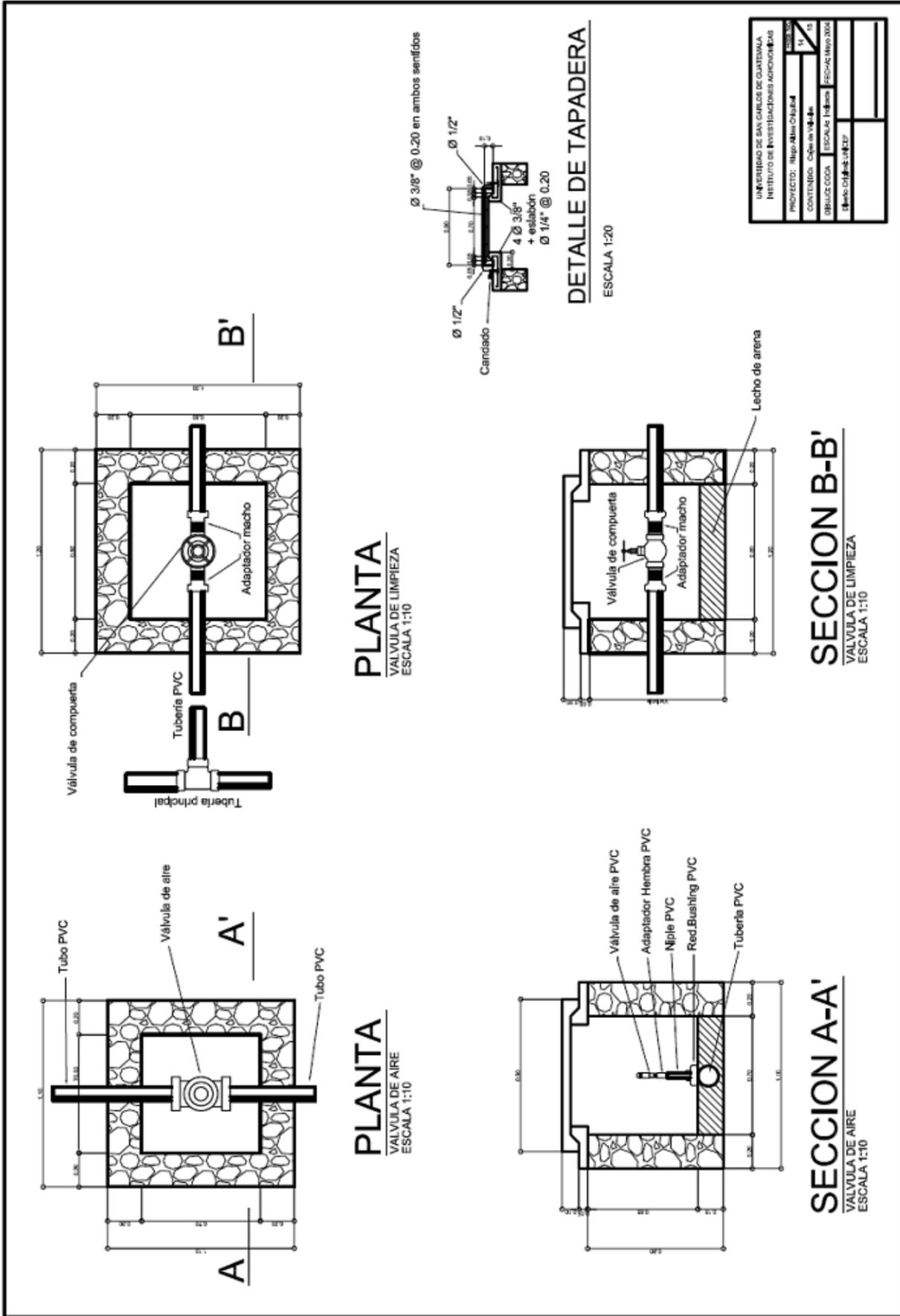


FIGURA 25A. Plano de Caja de Válvulas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS	
PROFESOR: Miguel Ángel Chacul	ESCALA: 1:10
CONTENIDO: Caja de Válvulas	SECCION: B-B'
ABRIL 2008	ESCALA: 1:10
DI-NO CHIMEL-UNICEF	

FIGURA 26A. Tanque de Almacenamiento y distribución.

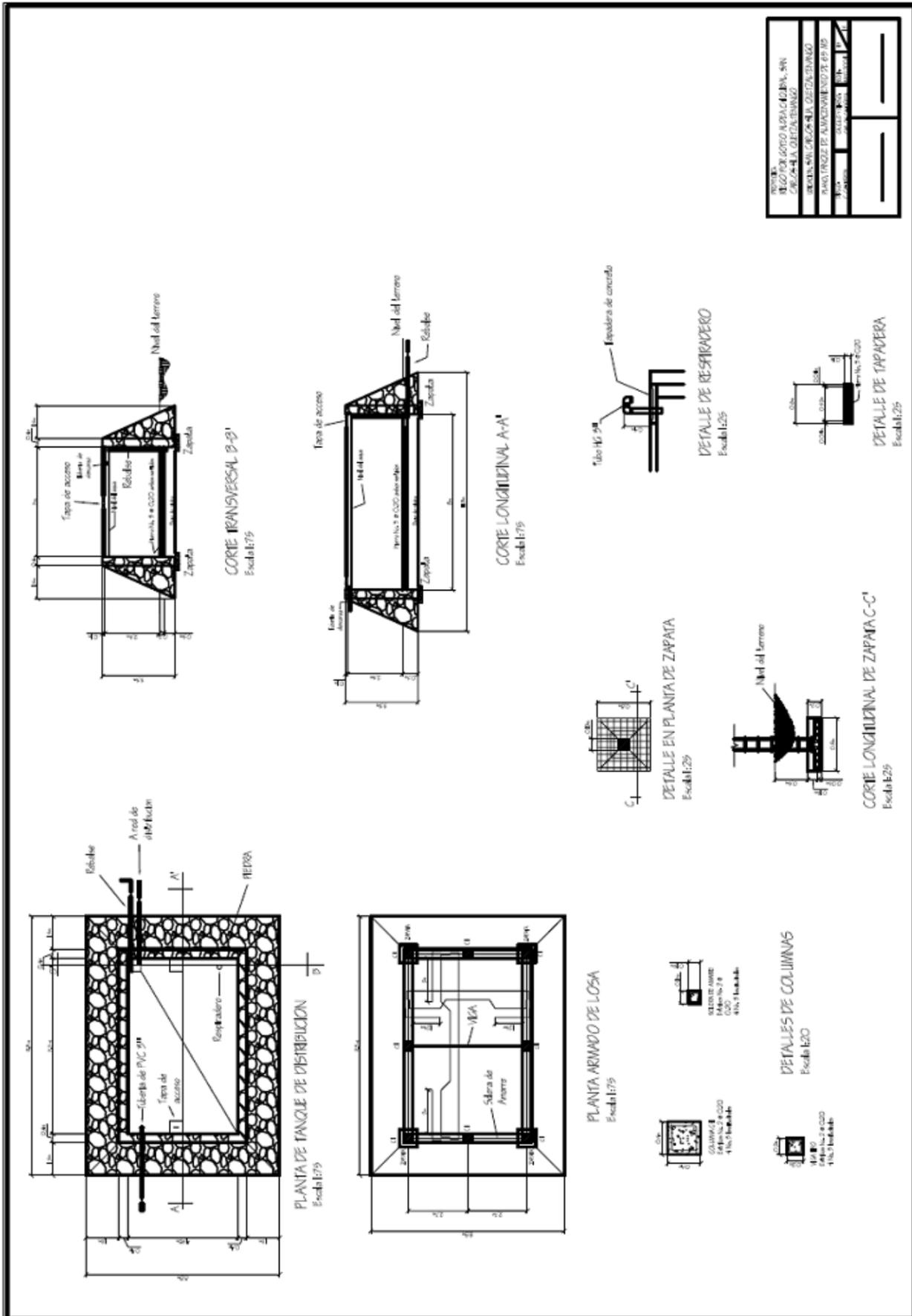
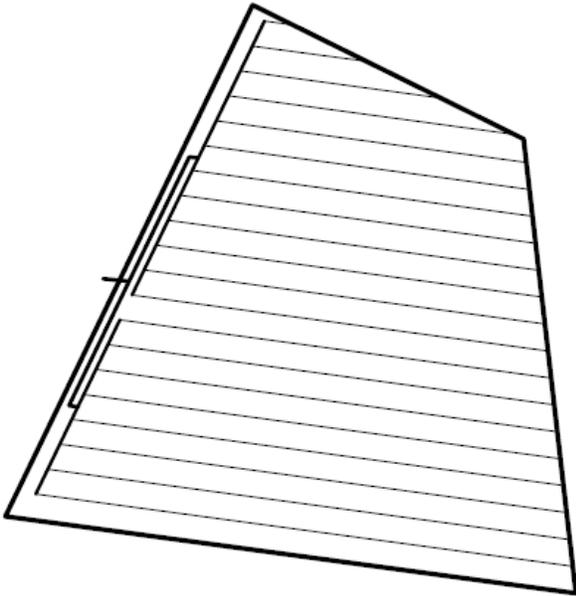
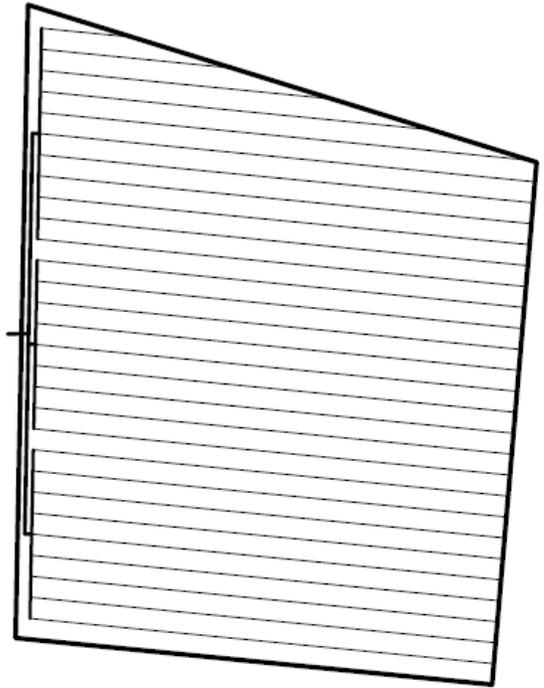


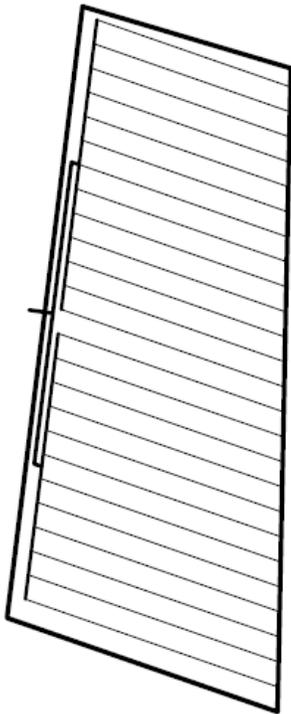
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



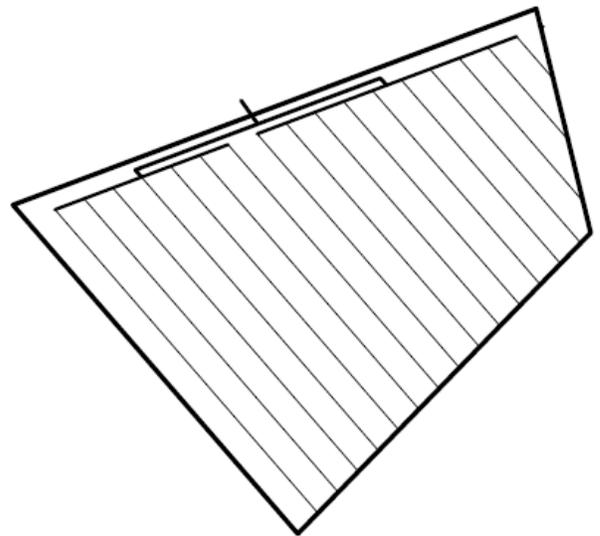
Parcela 1
Area: 693.44 m²



Parcela 2
Area: 1459.84 m²

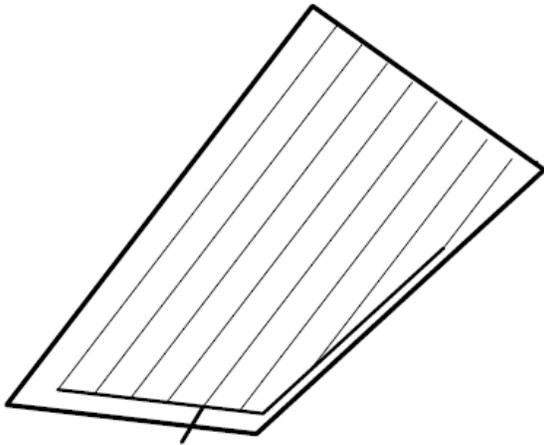


Parcela 3
Area: 609.58 m²

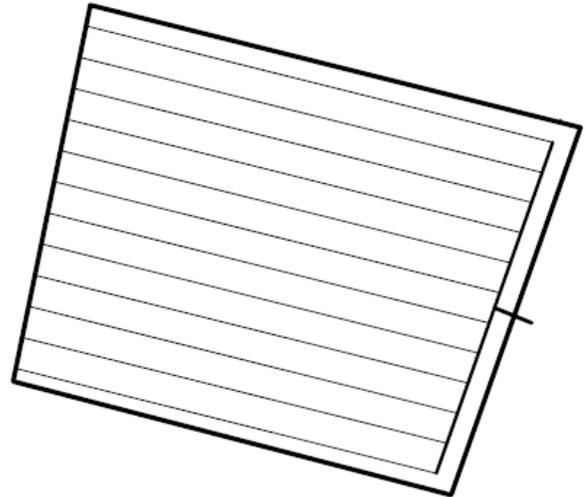


Parcela 4
Area: 418.40 m²

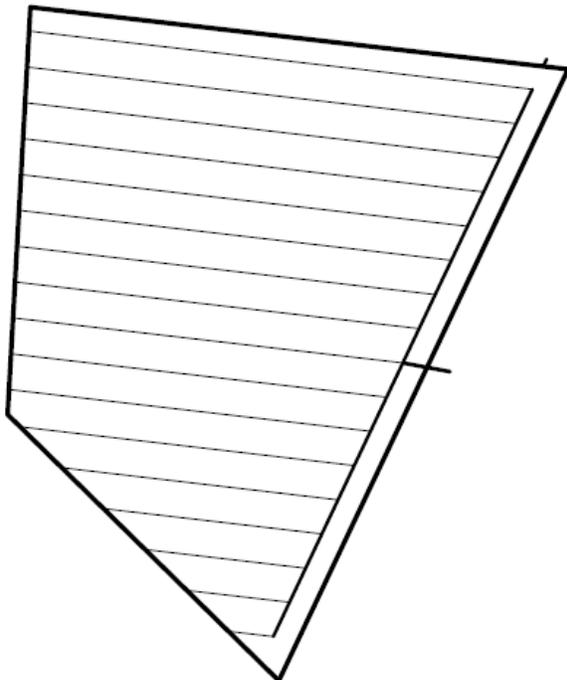
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



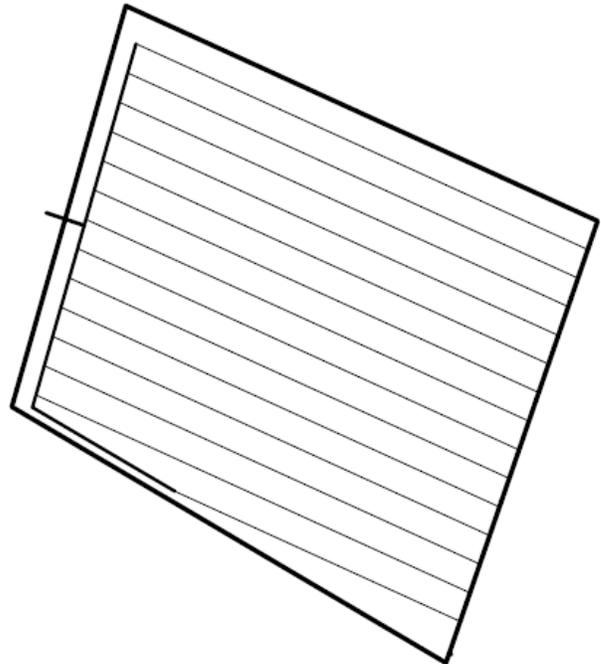
Parcela 5
Area: 247.20 m²



Parcela 6
Area: 411.50 m²

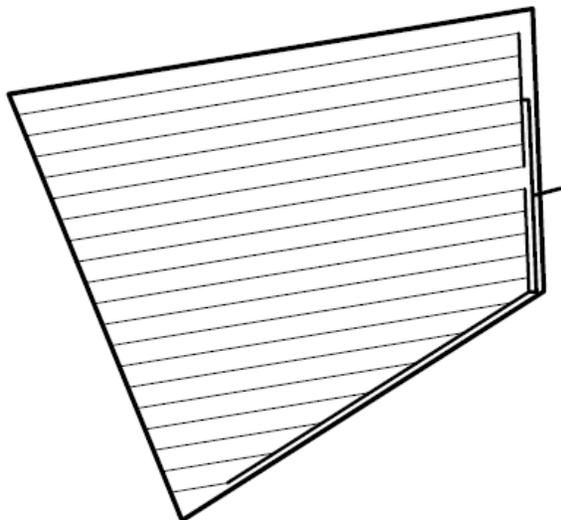


Parcela 7
Area: 405.44 m²

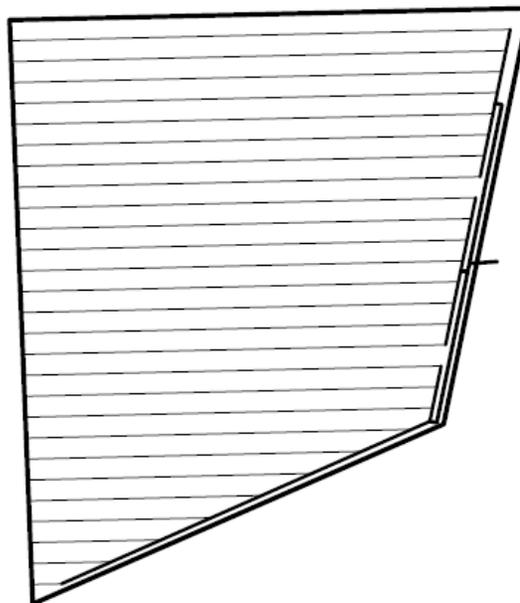


Parcela 8
Area: 546.46 m²

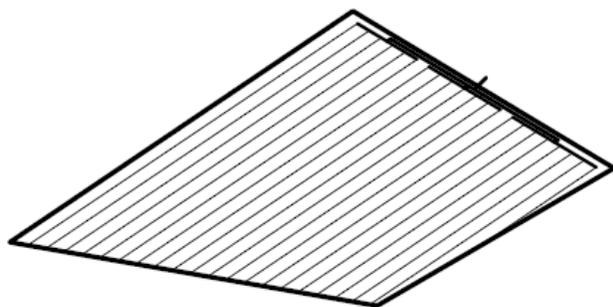
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



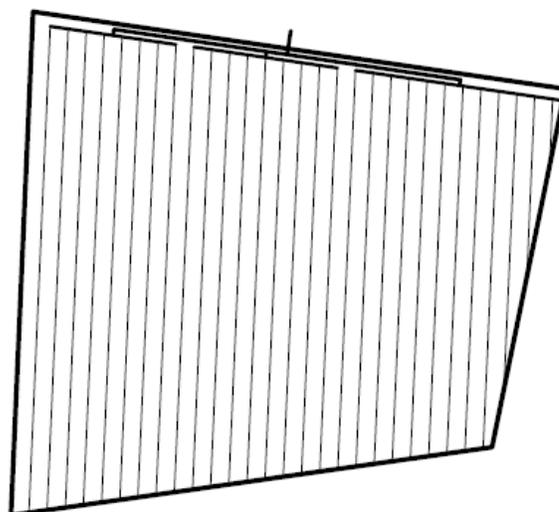
Parcela 9
Area: 784.64 m²



Parcela 10
Area: 1175.62 m²

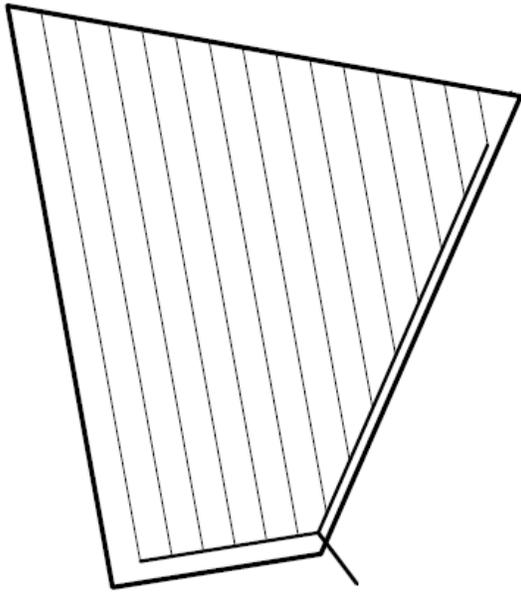


Parcela 11
Area: 1262.39m²

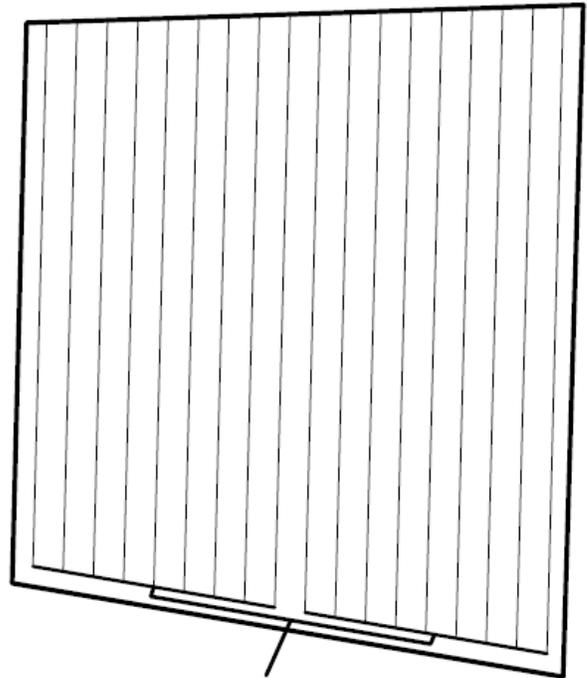


Parcela 12
Area: 1517.68 m²

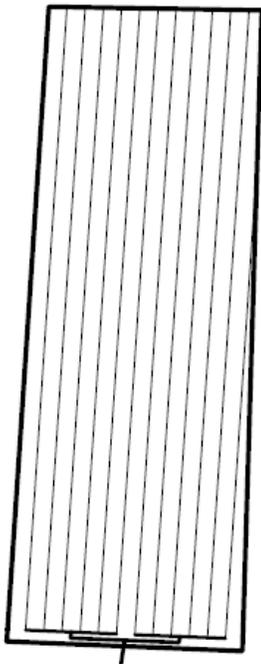
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



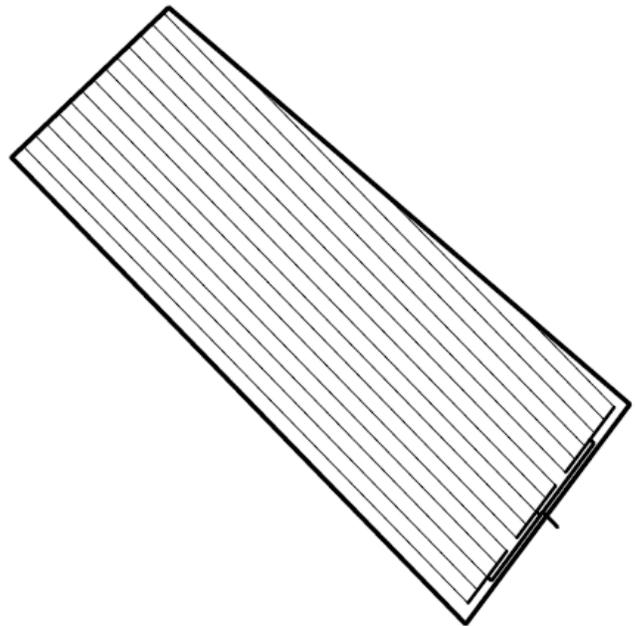
Parcela 13
Area: 416.37 m²



Parcela 14
Area: 838.12 m²

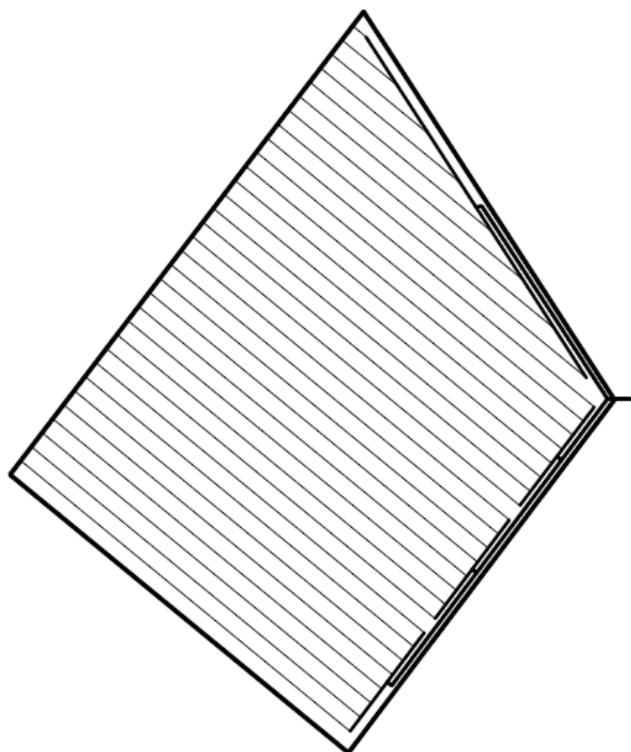


Parcela 15
Area: 979.36 m²

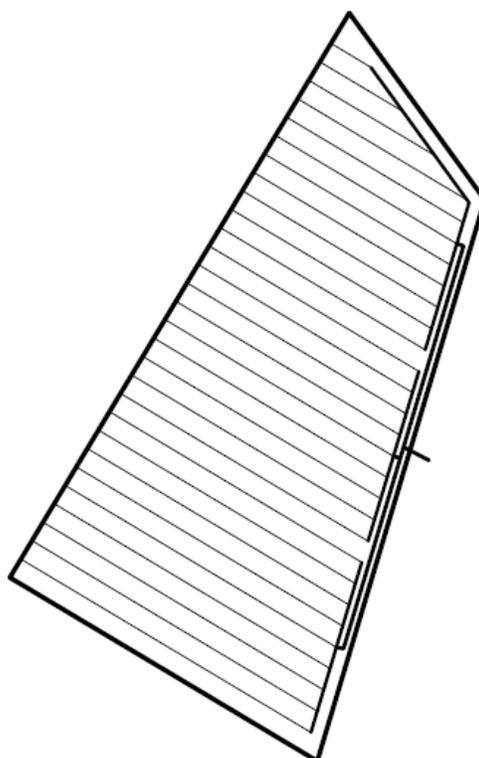


Parcela 16
Area: 874.70 m²

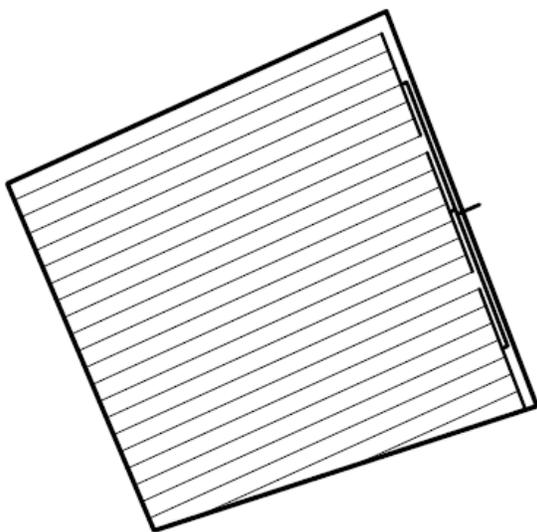
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



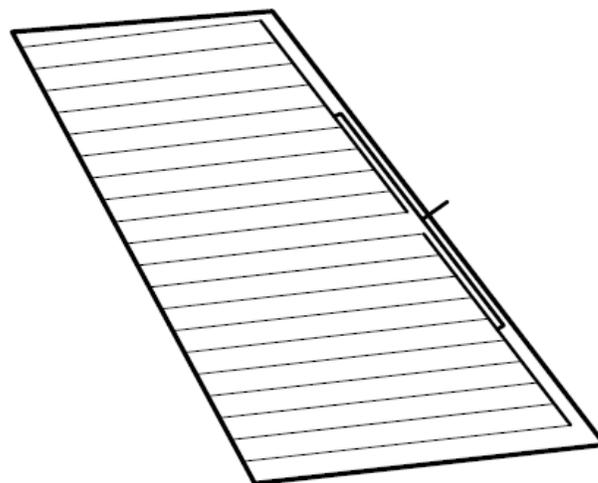
Parcela 17
Area: 1615.92 m²



Parcela 18
Area: 836.24 m²

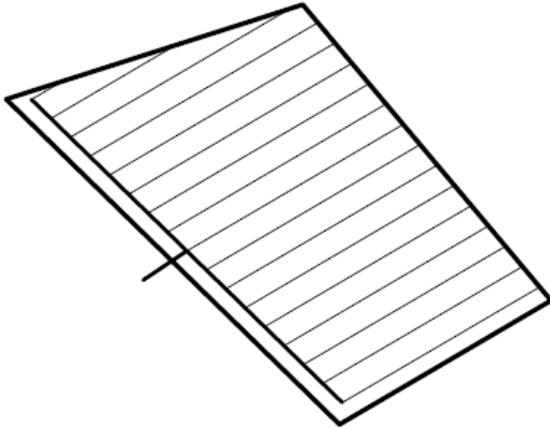


Parcela 19
Area: 1110.64 m²

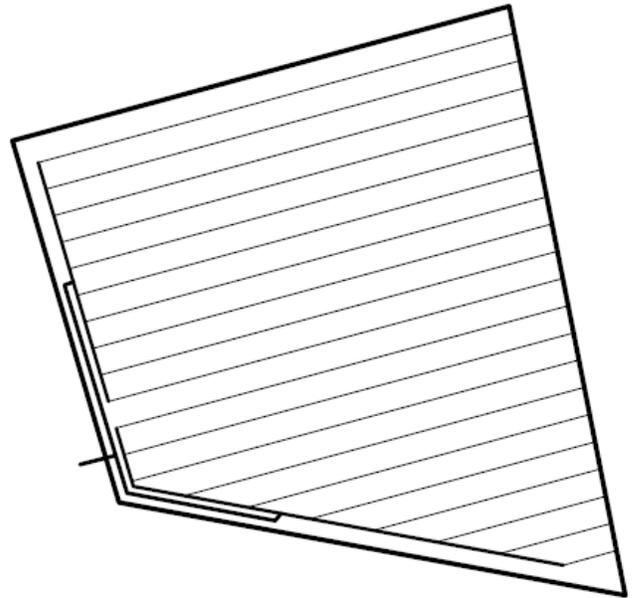


Parcela 20
Area: 611.97 m²

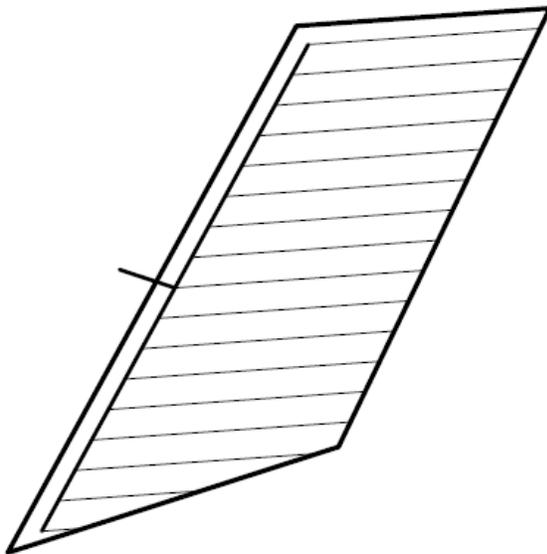
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



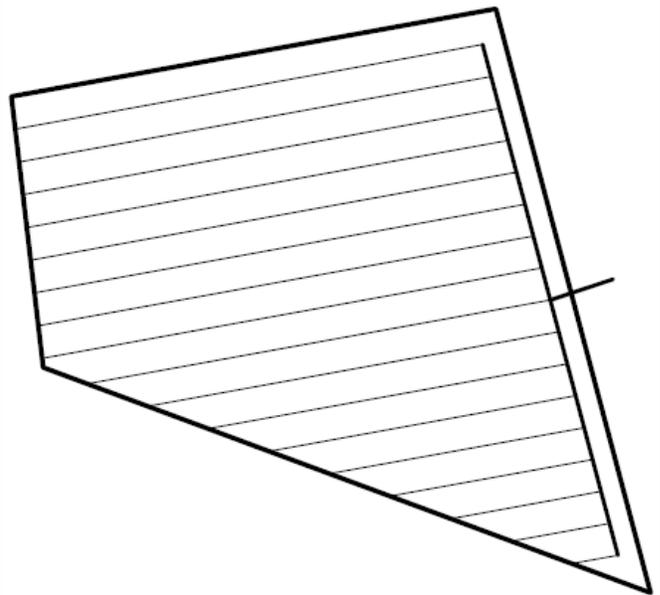
Parcela 21
Area: 470.75 m²



Parcela 22
Area: 706.37 m²

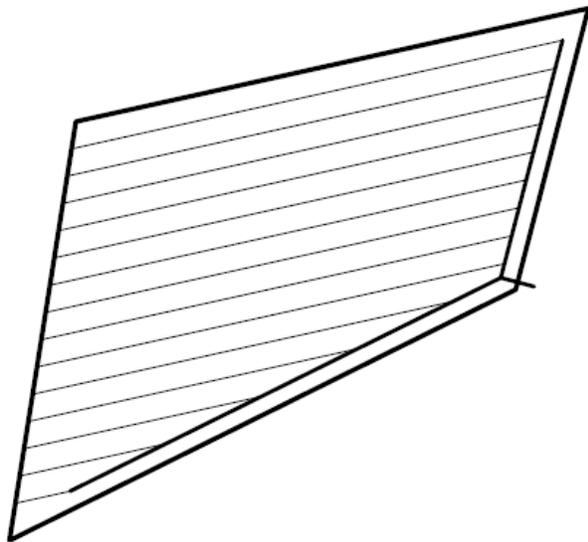


Parcela 23
Area: 331.68 m²

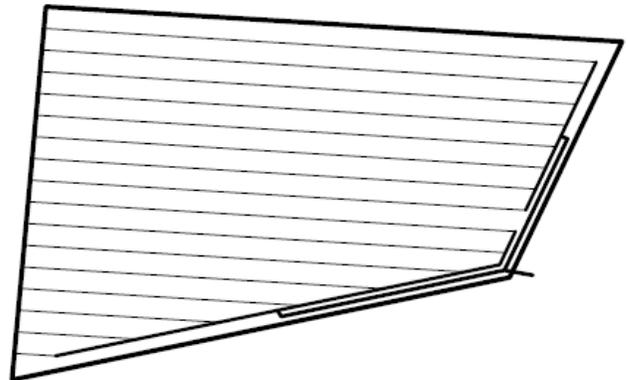


Parcela 24
Area: 363.62 m²

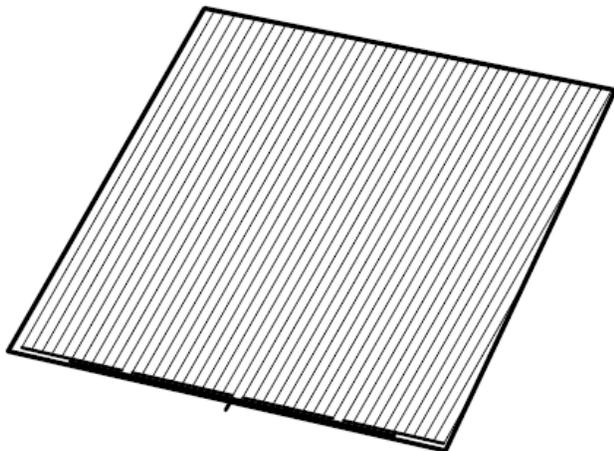
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



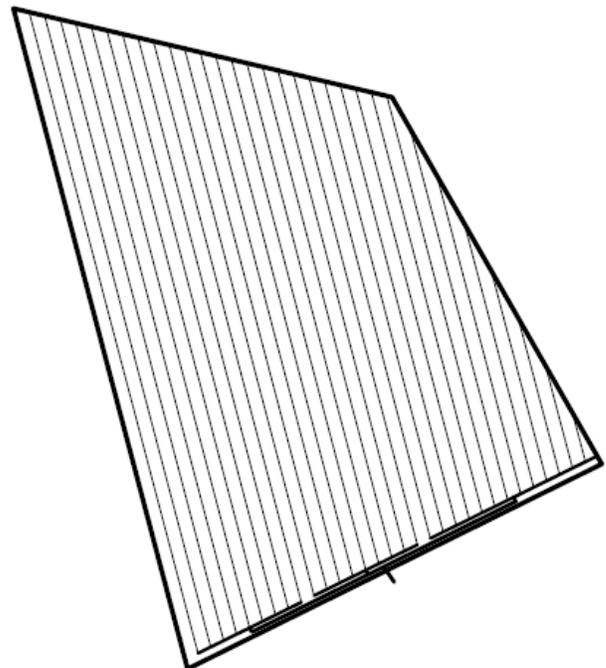
Parcela 25
Area: 564.20 m²



Parcela 26
Area: 764.50 m²

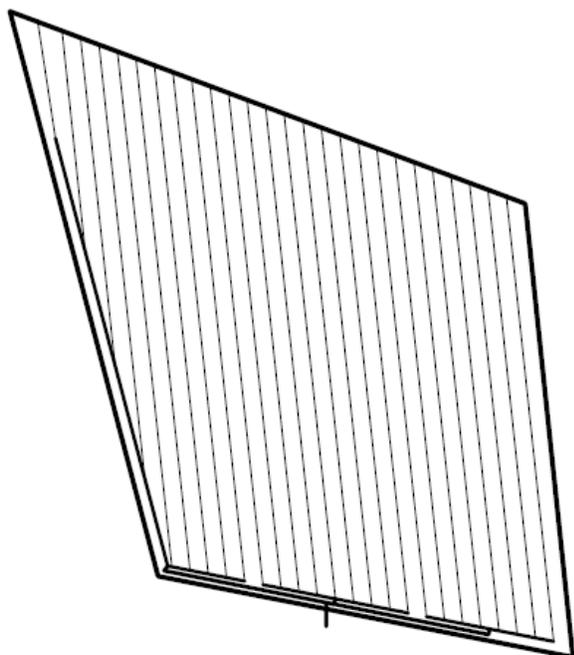


Parcela 27
Area: 3837.79 m²

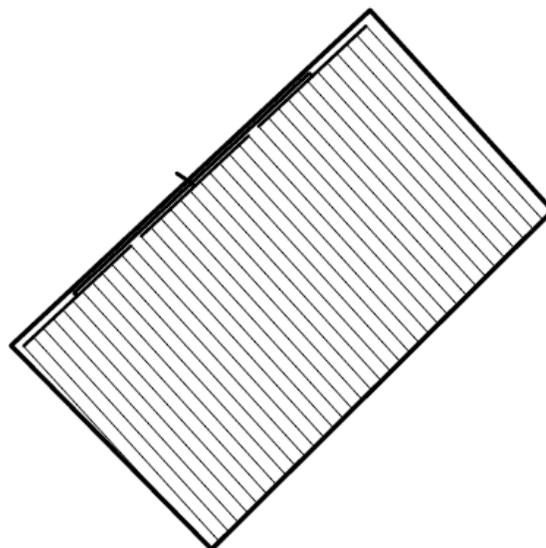


Parcela 28
Area: 2426.74 m²

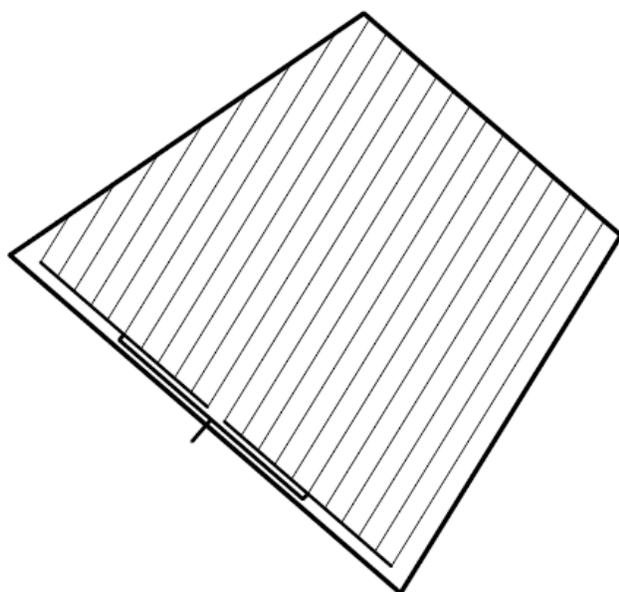
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



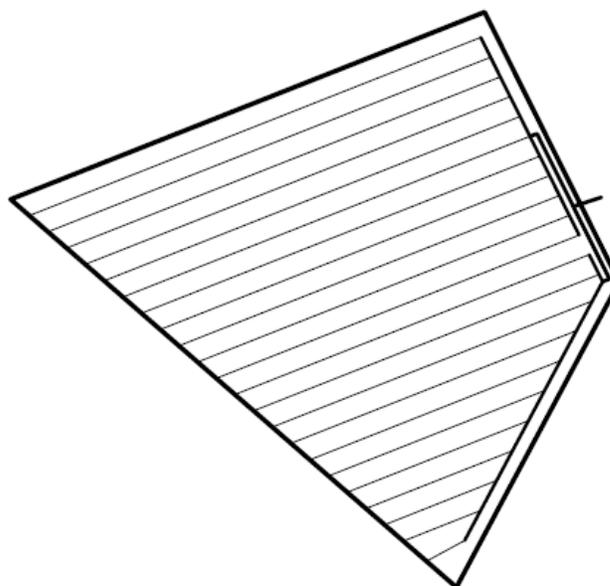
Parcela 29
Area: 1607.29 m²



Parcela 30
Area: 1695.61 m²

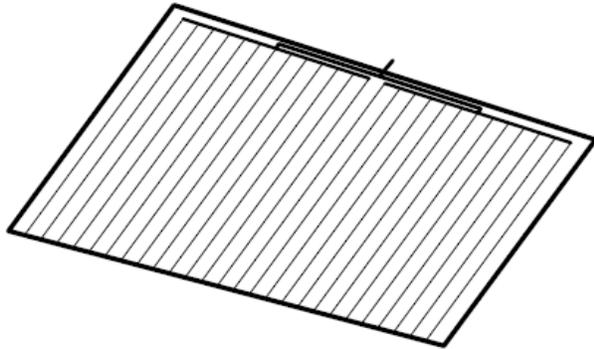


Parcela 31
Area: 839.54 m²

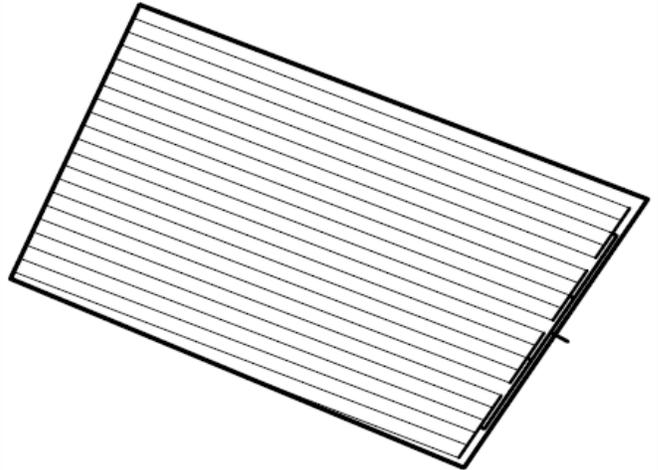


Parcela 32
Area: 817.58 m²

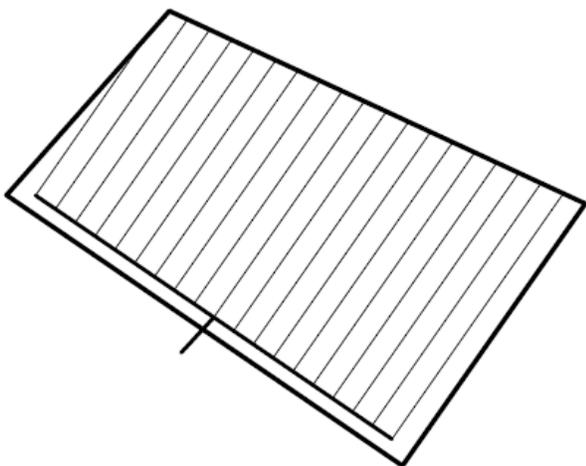
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



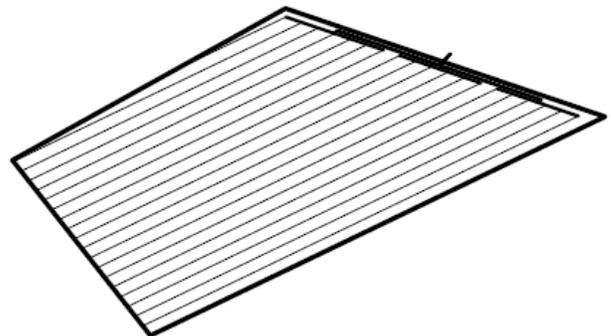
Parcela 33
Area: 1060.40 m²



Parcela 34
Area: 1664.60 m²

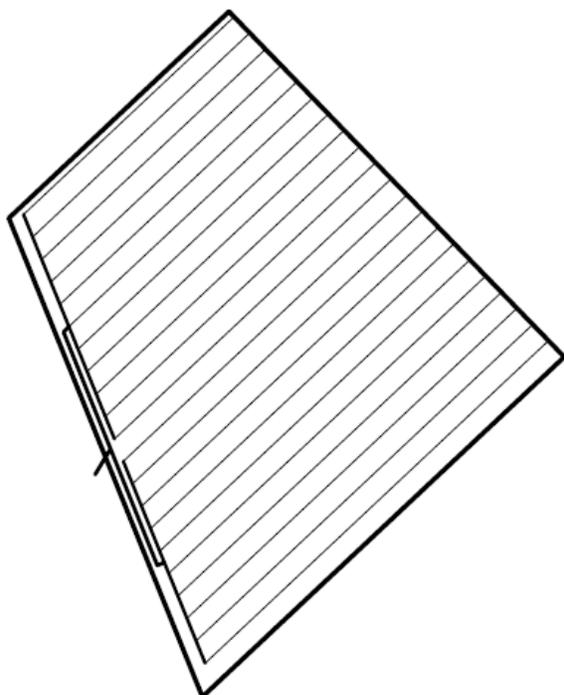


Parcela 35
Area: 511.20 m²

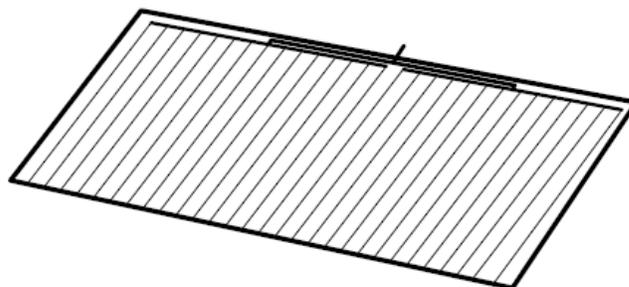


Parcela 36
Area: 1462.96 m²

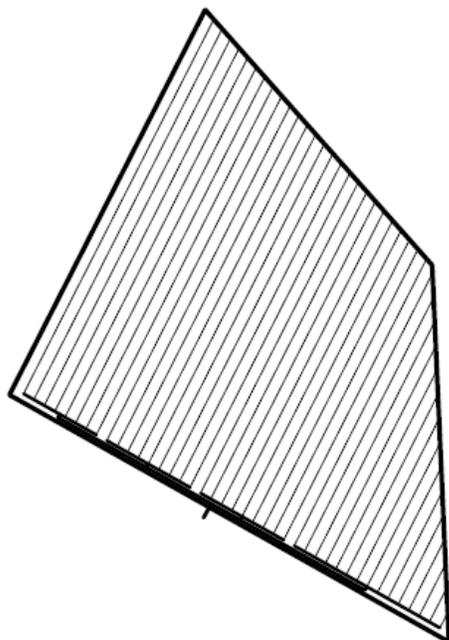
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



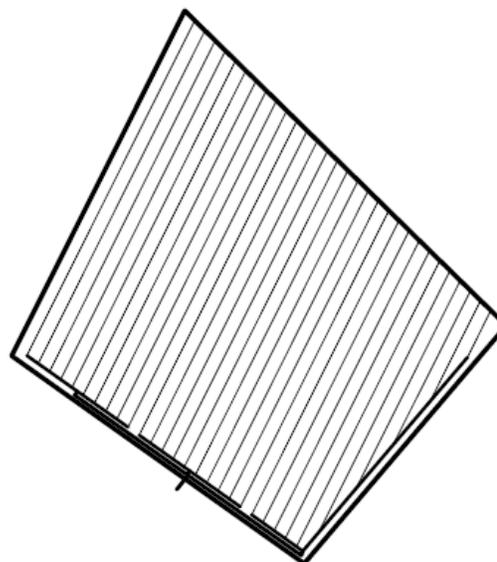
Parcela 37
Area: 849.00 m²



Parcela 38
Area: 982.65 m²

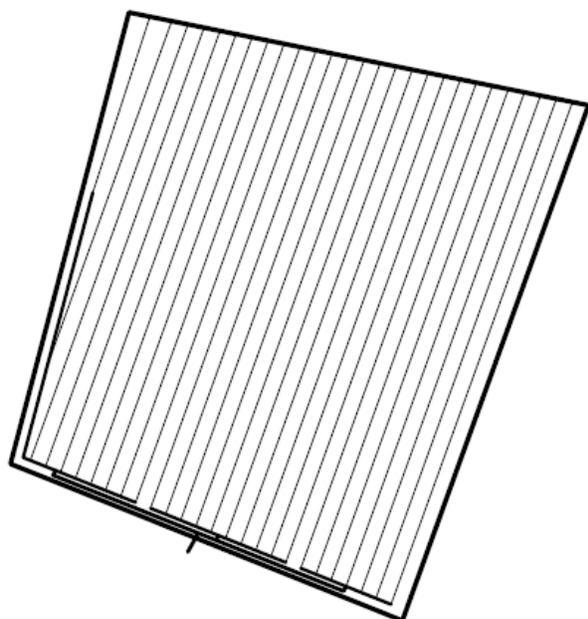


Parcela 39
Area: 2366.05 m²

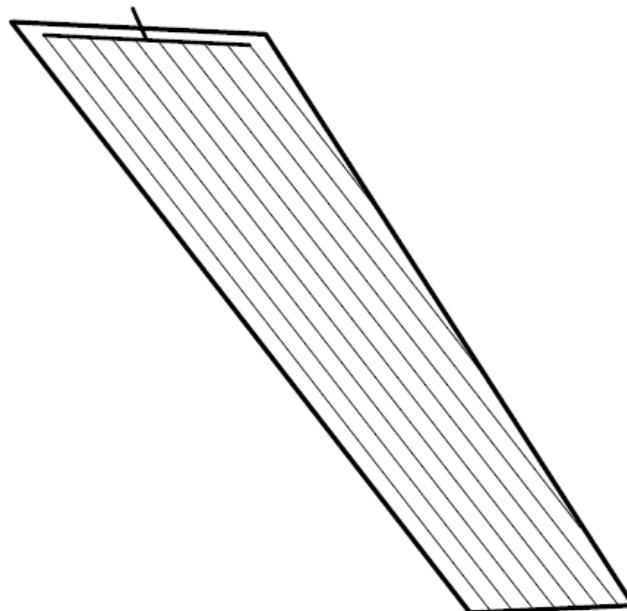


Parcela 40
Area: 1687.37 m²

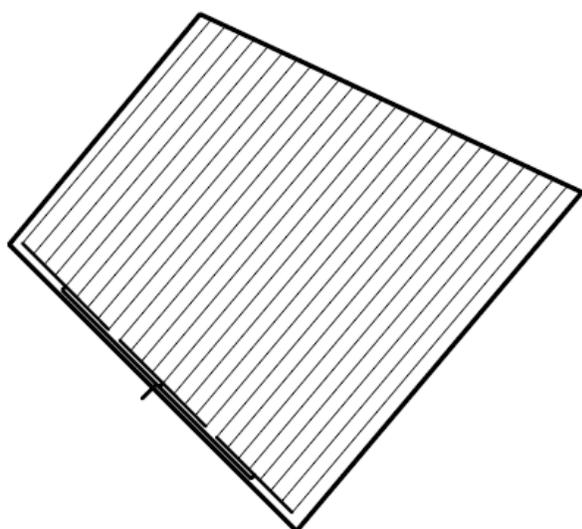
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



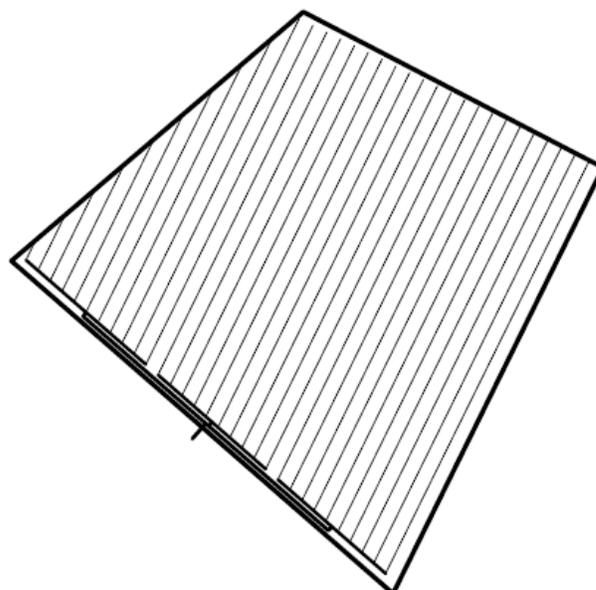
Parcela 41
Area: 939.05 m²



Parcela 42
Area: 893.17 m²

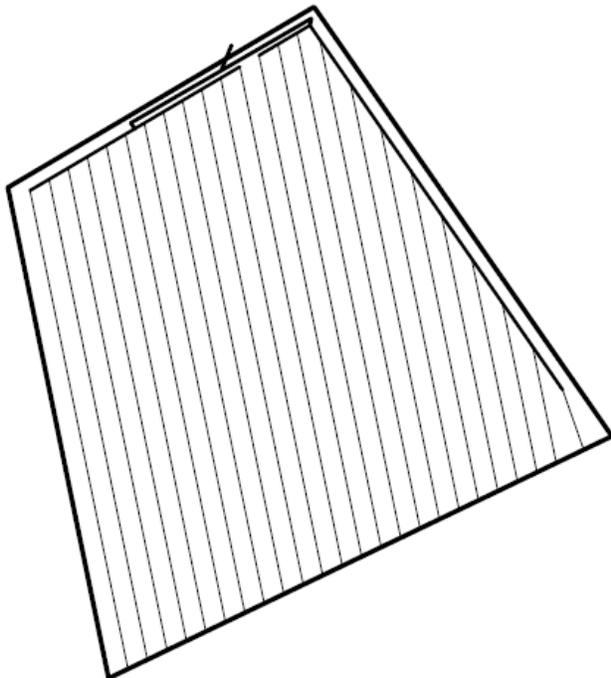


Parcela 43
Area: 1469.33 m²

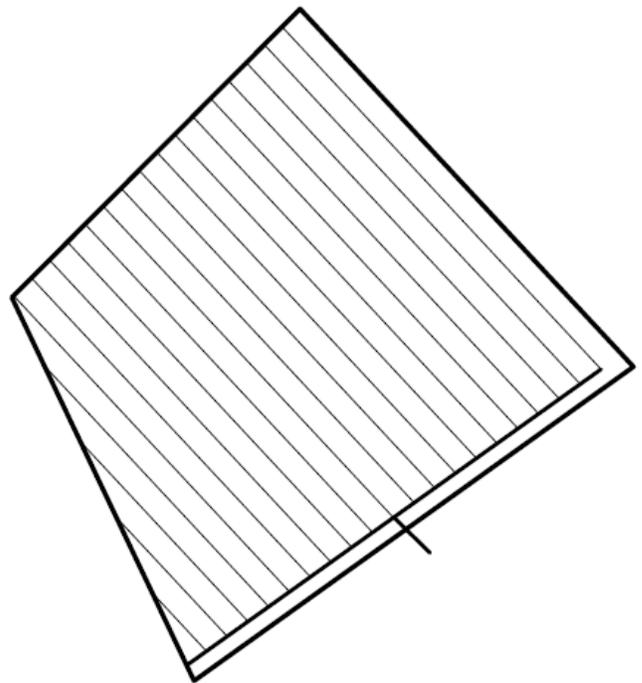


Parcela 44
Area: 1679.48 m²

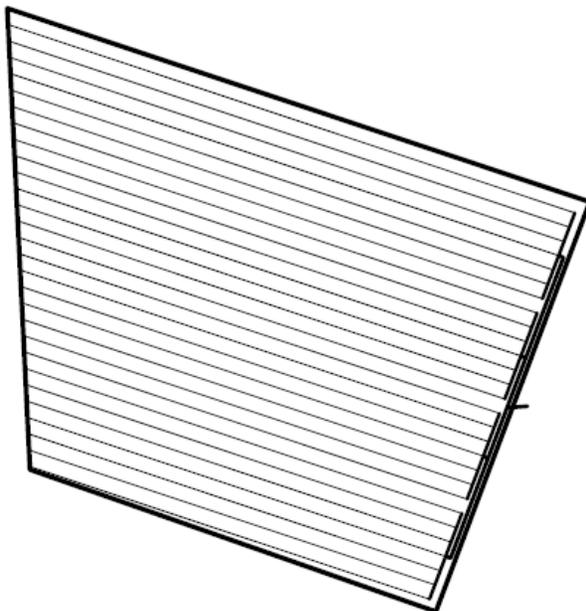
FIGURA 27A. Detalles de Parcelas.



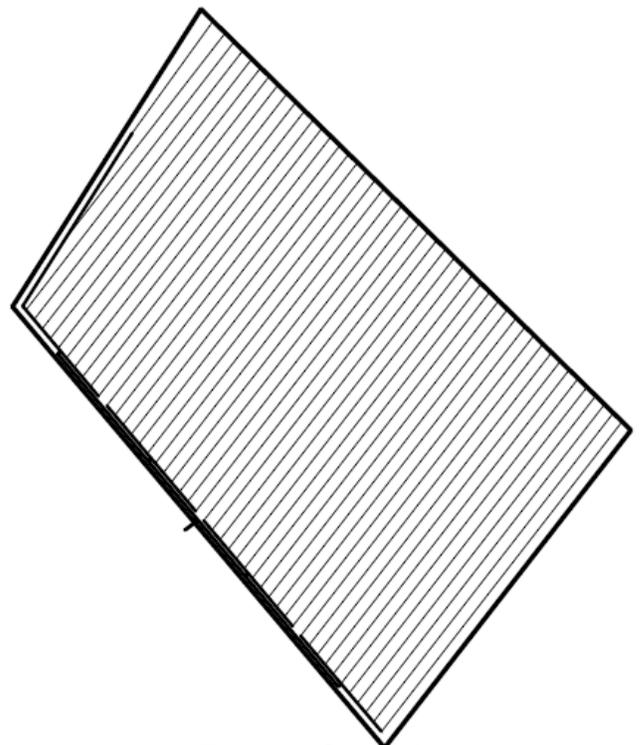
Parcela 45
Area: 1174.51 m²



Parcela 46
Area: 746.71 m²



Parcela 47
Area: 2174.30 m²



Parcela 48
Area: 3252.03. m²

CUADRO 26A: Detalle de diámetros diseñados para distribución paravertia.

PARCELA No.	CAIDAL Lps	Ø MANROLD Pulgadas	Ø LATERAL Pulgadas
1	0.41	3/4"	1/2"
2	0.90	1 1/4"	3/4"
3	0.36	3/4"	1/2"
4	0.24	3/4"	1/2"
5	0.13	1/2"	1/2"
6	0.25	1/2"	1/2"
7	0.24	1/2"	1/2"
8	0.32	1/2"	1/2"
9	0.44	3/4"	1/2"
10	0.71	1"	1/2"
11	0.78	1 1/4"	1/2"
12	0.93	1 1/4"	1/2"
13	0.24	1/2"	1/2"
14	0.52	1"	1/2"
15	0.60	1"	1/2"
16	0.82	1 1/4"	1/2"
17	0.97	1 1/4"	1/2"
18	0.49	1"	1/2"
19	0.68	1"	1/2"
20	0.36	3/4"	1/2"
21	0.28	1/2"	1/2"
22	0.41	3/4"	1/2"
23	0.19	1/2"	1/2"
24	0.22	1/2"	1/2"

PARCELA No.	CAIDAL Lps	Ø MANROLD Pulgadas	Ø LATERAL Pulgadas
25	0.32	3/4"	3/4"
26	0.44	3/4"	3/4"
27	2.24	2 1/2"	1"
28	1.51	1 1/2"	1"
29	0.97	1 1/4"	3/4"
30	1.05	1 1/4"	3/4"
31	0.51	1"	1/2"
32	0.43	1"	1/2"
33	0.63	1"	1/2"
34	1.03	1 1/4"	1/2"
35	0.30	3/4"	3/4"
36	0.89	1 1/4"	3/4"
37	0.52	1"	1/2"
38	0.59	1"	3/4"
39	1.47	2"	3/4"
40	1.03	1 1/4"	3/4"
41	1.13	1 1/2"	1"
42	0.33	1"	1"
43	0.90	1 1/4"	3/4"
44	1.03	1 1/4"	3/4"
45	0.70	1"	3/4"
46	0.45	1"	1"
47	1.36	1 1/2"	3/4"
48	2.01	2"	1"

CUADRO 27A. Costo de Producción de los cultivos del área.

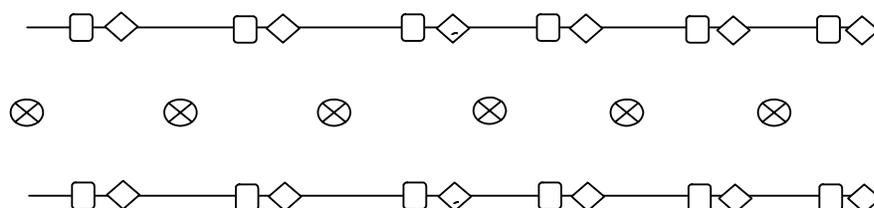
COSTO DE PRODUCCION

CULTIVO: ASOCIACION MAÍZ-FRIJOL-HABA (SIN RIEGO)

AREA: 1 MANZANA

UBICACIÓN: ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.

No.	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	SIEMBRA Y PREPARACION DEL SUELO				
	Semilla de Frijol	12	Lbs	Q 1.00	Q 12.00
	Semilla de Maíz	6	Lbs	Q 3.00	Q 18.00
	Semilla de Haba	36	Lbs	Q 2.50	Q 90.00
	Abono orgánico	48	Quintales	Q 18.00	Q 864.00
	Mano de obra en aplicación de abono orgánico	6	Jornales	Q 30.00	Q 180.00
	Mano de obra en preparación del suelo	24	Jornales	Q 30.00	Q 720.00
	Mano de obra en siembra	6	Jornales	Q 30.00	Q 180.00
2	CONTROL DE MALEZAS				
	1era Limpia y calzado (1 mes)	6	Jornales	Q 30.00	Q 180.00
	2da Limpia y calzado (4 meses)	6	Jornales	Q 30.00	Q 180.00
3	FERTILIZACION				
	Fertilizante 20-20-0	3	Quintales	Q 72.00	Q 216.00
	Mano de obra en aplicación de fertilizante	12	Jornales	Q 30.00	Q 360.00
4	CONTROL FITOSANITARIO				
	Folidol	1	Litro	Q 80.00	Q 80.00
	Mano de obra en aplicación de Folidol	12	Jornales	Q 30.00	Q 360.00
5	COSECHA				
	Mano de obra (Corte)	6	Jornales	Q 30.00	Q 180.00
	Mano de obra aporreado del Frijol	6	Jornales	Q 30.00	Q 180.00
	Mano de obra aporreado del Haba	6	Jornales	Q 30.00	Q 180.00
A COSTO TOTAL POR MZ					Q 3,980.00
B	PRODUCCION DE MAIZ POR MZ	24	Quintales	Q 80.00	Q 1,920.00
	PRODUCCION DE FRIJOL POR MZ	6	Quintales	Q 300.00	Q 1,800.00
	PRODUCCION DE HABA POR MZ	12	Quintales	Q 250.00	Q 3,000.00
C TOTAL INGRESOS 3 CULTIVOS					Q 6,720.00
D UTILIDAD					Q 2,740.00



Forma de siembra de Maíz-Frijol-Haba en Asociación.

CUADRO 27A. Costo de Producción de los cultivos del área.

COSTO DE PRODUCCION

CULTIVO: TRIGO (SIN RIEGO)

AREA: 1 MANZANA

UBICACIÓN: ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.

No.	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		COSTO TOTAL	
1	SIEMBRA Y PREPARACION DEL SUELO						
	Semilla de Trigo	150	Lbs	Q	1.00	Q	150.00
	Mano de obra en preparación del suelo	3	Jornales	Q	30.00	Q	90.00
	Mano de obra en siembra	3	Jornales	Q	30.00	Q	90.00
2	CONTROL DE MALEZAS						
	Herbicida	1	Litro	Q	60.00	Q	60.00
	Mano de obra en aplicación	2	Jornales	Q	30.00	Q	60.00
3	FERTILIZACION						
	Fertilizante 20-20-0	1.5	Quintales	Q	72.00	Q	108.00
	Urea	1.5	Quintales	Q	75.00	Q	112.50
	Mano de obra en aplicación de fertilizante	6	Jornales	Q	30.00	Q	180.00
4	COSECHA						
	Mano de obra (Corte)	3	Jornales	Q	30.00	Q	90.00
	Trilla	18	Q/qq	Q	3.00	Q	54.00
A COSTO TOTAL POR MZ						Q	994.50
B PRODUCCION DE TRIGO POR MZ						18 Quintales	Q 90.00 Q 1,620.00
D UTILIDAD						Q	625.50

CUADRO 27A. Costo de Producción de los cultivos del área.

COSTO DE PRODUCCION

CULTIVO: TOMATE

AREA: 1 MANZANA

UBICACIÓN: ALDEA CHIQUIBAL, SAN CARLOS SIJA, QUETZALTENANGO.

No.	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		COSTO TOTAL	
1	SEMILLERO Pilon de Tomate Var. Sheriff	20,000	Plantas	Q	0.20	Q	4,000.00
2	TRANSPLANTE Desinfección con Furadan	1	Aplicación	Q	250.00	Q	250.00
	Mano de obra Transplante	30	Hrs	Q	5.00	Q	150.00
3	CONTROL DE MALEZAS Aplicación de Sencor	3	Aplicaciones	Q	150.00	Q	450.00
	Mano de obra en aplicación	5	Jornales	Q	35.00	Q	175.00
	Aporcado	15	Jornales	Q	35.00	Q	525.00
3	TUTOREADO Tutores	3,500	Unidades	Q	0.38	Q	1,330.00
	Mano de obra Tutoreado	35	Jornales	Q	35.00	Q	1,225.00
5	FERTILIZACION Fertilizante 15-15-15	5	Quintales	Q	95.00	Q	475.00
	Fertilizante 10-50-0	5	Quintales	Q	70.00	Q	350.00
	Mano de obra en aplicación de fertilizante	15	Jornales	Q	35.00	Q	525.00
6	CONTROL FITOSANITARIO Confidor (Presentación 300 gr)	3	Unidades	Q	630.00	Q	1,890.00
	Aktara (Presentación 120 gr)	2	Unidades	Q	120.00	Q	240.00
	Dipel	2	Unidades	Q	86.00	Q	172.00
	Mano de obra aplicación	30	Jornales	Q	35.00	Q	1,050.00
7	RIEGO Costo servicio	1	global	Q	100.00	Q	100.00
	Mano de obra	10	Unidades	Q	35.00	Q	350.00
4	COSECHA Cajas de madera	350	Unidades	Q	15.00	Q	5,250.00
	Mano de obra (5 cortes)	150	Jornales	Q	35.00	Q	5,250.00
A COSTO TOTAL POR MZ						Q	23,757.00
B PRODUCCION DE TRIGO POR MZ						Q	48,000.00
D UTILIDAD						Q	24,243.00

CUADRO 28A. Parámetros de Rentabilidad.

PROYECTO DE MINIRIEGO
Aldea Chiquibal, San Carlos Sija, Quetzaltenango.

INDICADORES DE RENTABILIDAD

Año	Beneficios del Proyecto	Costos de Operación	Beneficios Netos	Factor de Descuento	Flujos Netos Descontados
0	(562,684.02)	0.00	(562,684.02)	1.000	(562,684.02)
1	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.833	181,307.46
2	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.694	151,089.55
3	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.579	125,907.96
4	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.482	104,923.30
5	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.402	87,436.08
6	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.335	72,863.40
7	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.279	60,719.50
8	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.233	50,599.58
9	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.194	42,166.32
10	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.162	35,138.60
11	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.135	29,282.17
12	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.112	24,401.81
13	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.093	20,334.84
14	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.078	16,945.70
15	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.065	14,121.42
16	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.054	11,767.85
17	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.045	9,806.54
18	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.038	8,172.12
19	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.031	6,810.10
20	226,068.95	8,500.00	217,568.95	0.026	5,896.79
VAN					497,007.04
TIR					38.6%
Relación B/C					1.88

Años	Beneficios	Costos	C - B
0	0	562,684.02	(562,684.02)
1	226,068.95	571,184.02	(345,115.07)
2	452,137.90	579,684.02	(127,546.12)
3	678,206.85	588,184.02	90,022.83
4	904,275.80	596,684.02	307,591.78
5	1,130,344.75	605,184.02	525,160.73
6	1,356,413.70	613,684.02	742,729.68
7	1,582,482.65	622,184.02	960,298.63
8	1,808,551.60	630,684.02	1,177,867.58
9	2,034,620.55	639,184.02	1,395,436.53
10	2,260,689.50	647,684.02	1,613,005.48
11	2,486,758.45	656,184.02	1,830,574.43
12	2,712,827.40	664,684.02	2,048,143.38
13	2,938,896.35	673,184.02	2,265,712.33
14	3,164,965.30	681,684.02	2,483,281.28
15	3,391,034.25	690,184.02	2,700,850.23
16	3,617,103.20	698,684.02	2,918,419.18
17	3,843,172.15	707,184.02	3,135,988.13
18	4,069,241.10	715,684.02	3,353,557.08
19	4,295,310.05	724,184.02	3,571,126.03
20	4,521,379.00	732,684.02	3,788,694.98

31.03 = 2 años + 7 meses
31.03 tiempo para punto de equilibrio (meses)
Q.584,667.00 Ingresos = Costos (P.E)

CUADRO 29A. Modelo de boleta utilizada.

BOLETA SOCIOECONOMICA POR BENEFICIARIO

PREGUNTAS		RESPUESTAS			
No.		No. Miembros por familia	Educa. de los miembros de familia	Cuantos miembros de la fam. Trabajan	Ingreso promedio mensual de la familia
	Nombre del jefe de familia				
	Datos sobre la vivienda (poner el número correspondiente en el cuadro)	2.1 Material de techo 1. Paja <input type="checkbox"/> 2. Teja <input type="checkbox"/> Otro: <input type="checkbox"/>	3. Laminas <input type="checkbox"/> 4. Duralita <input type="checkbox"/>	2.2 Material de paredes 1. Adobe <input type="checkbox"/> 2. Block <input type="checkbox"/> 3. Fibrolit <input type="checkbox"/> Comedor <input type="checkbox"/>	2.3 Material de piso 1. Torta de cemento <input type="checkbox"/> 2. Liquido de cemento <input type="checkbox"/> Otro: <input type="checkbox"/>
	Ambientes que tiene su vivienda Especificar que mobiliario tiene en cada ambiente	Cocina <input type="checkbox"/>	Sala <input type="checkbox"/>	Comedor <input type="checkbox"/>	Otros ambientes (especificar) <input type="checkbox"/>
	Su hogar cuenta con	Televisor <input type="checkbox"/>	Radio <input type="checkbox"/>	Refrigerador <input type="checkbox"/>	Escuffs (que tipo) <input type="checkbox"/>
	En su vivienda tiene	Energia electrica <input type="checkbox"/>	Agua potable <input type="checkbox"/>	Letrinas <input type="checkbox"/>	Sanitarios <input type="checkbox"/>
	Estudian sus hijos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros servicios <input type="checkbox"/>
	Alimentos que consume regularmente:	Si estudian lo hacen en: <input type="checkbox"/> Establecimiento publico: <input type="checkbox"/> Establecimiento privado: <input type="checkbox"/>			
	Cuando se enferman acuden a:	Hospital <input type="checkbox"/>	Centro de salud <input type="checkbox"/>	Puesto de salud <input type="checkbox"/>	Unidad minima de salud <input type="checkbox"/> Medico particular <input type="checkbox"/>
	Posee algun tipo de Transporte (propio o alquilado)	Pick-up <input type="checkbox"/>	Camion <input type="checkbox"/>	Caballo <input type="checkbox"/>	Otro: <input type="checkbox"/>
	El terreno que posee es	Propio <input type="checkbox"/>	Arendado <input type="checkbox"/>	En usufructo <input type="checkbox"/>	Otro: <input type="checkbox"/>
	El terreno tiene (especificar cantidad)	Cuerdas de <input type="checkbox"/>	Varas <input type="checkbox"/>	Hectareas <input type="checkbox"/>	Metros cuadrados <input type="checkbox"/>
	El área que siembra es de	Cuerdas de <input type="checkbox"/>	Varas <input type="checkbox"/>	Hectareas <input type="checkbox"/>	Metros cuadrados <input type="checkbox"/>
	El área a beneficiar con el proyecto es:	Cuerdas de <input type="checkbox"/>	Varas <input type="checkbox"/>	Hectareas <input type="checkbox"/>	Metros cuadrados <input type="checkbox"/>
	Cultivos que siembra actualmente:				
	La mayor parte de cultivos son para:	Consumo <input type="checkbox"/>	Venta <input type="checkbox"/>	Familiar <input type="checkbox"/>	
	La mano de obra usada en agricultura es:	Contratada <input type="checkbox"/>	Si los utiliza que institucion(es) se les otorga: <input type="checkbox"/>		
	Utiliza creditos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
	Otra información importante				

Municipalidad de San Carlos Sija

Quetzaltenango

El Infrascrito Alcalde Municipal de San Carlos Sija, departamento de Quetzaltenango HACE CONSTAR: que esta Municipalidad autoriza al comité "Nuevo Amanecer" del proyecto de Mini-riego de la Aldea Chiquival de éste municipio, para que pueda captar el arroyo que se encuentra el comunal denominado Montaña "Jolompar", de la aldea antes mencionada, ya que dicho proyecto estará beneficiando a toda la comunidad.-

Y, a solicitud de la parte interesada y para los usos legales que le pueda dar se le extiende la presente constancia en San Carlos Sija, a los veintidós días del mes de Enero del año dos mil uno.