

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA INTRODUCCION DE RIEGO
POR ASPERSION EN LA ALDEA PATZAJ"

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

POR

EDGAR ABEL ALVAREZ CISNEROS

En el acto de investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

En el grado Académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, marzo de 1981

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

01

T (572)

c. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR EN FUNCIONES

LIC. LEONEL CARRILLO REEVES

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA:

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval
Vocal 1º	Ing. Agr. Orlando Arjona
Vocal 2º	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3º	Ing. Agr. Nestor Vargas N.
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Dr. Antonio Sandoval
EXAMINADOR	Ing. Agr. Marco Tulio Urizar
EXAMINADOR	Ing. Agr. Francisco Migoya
EXAMINADOR	Ing. Agr. Francisco Vallejo
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Salcedo

Guatemala, 4 de Marzo de 1,981.

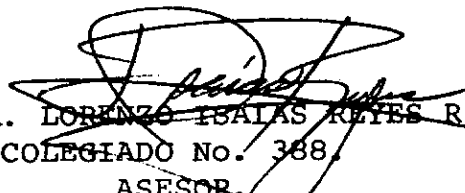
Doctor:
Antonio Sandoval
Decano Facultad de Agronomia
Presente

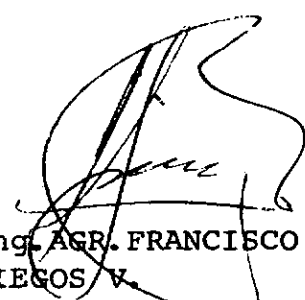
Señor Decano:

En atención al nombramiento aprobado por esa dacanatura, nos permitimos informar a usted, que hemos asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado "ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA INTRODUCCION DE - RIEGO POR ASPERSION EN LA ALDEA PATZAJ", realizado por el Perito - Agrónomo EDGAR ABEL ALVAREZ CISNEROS.

Dicho trabajo a nuestro criterio, llena los requisitos necesarios para ser presentado como tesis, para optar el título de INGENIERO AGRONOMO, constituyéndose en un trabajo con proyecciones - sociales positivas, a fin de coadyuvar al desarrollo de regiones - con similares recursos inexplorados.

Atentamente.


ING.AGR. LORENZO ISAIAS REYES R.
COLEGIADO No. 388.
ASESOR.


Ing.AGR. FRANCISCO JOSE MAZA
RIEGOS V.
COLEGIADO No. 219
ASESOR.

Guatemala, marzo de 1981

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

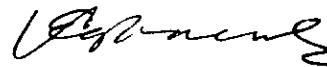
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis ti tulado:

"ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA INTRODUCCION DE RIEGO
POR ASPERSION EN LA ALDEA PATZAJ"

Presentándolo como requisito previo a optar el tí tulo de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,



Edgar Abel Alvarez Cisneros
Perito Agrónomo

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	SUPREMO CREADOR
A MI MADRE	ELIZA CISNEROS C.
A MI PADRE	FRANCISCO S. ALVAREZ C.
A MIS HERMANAS	ANGELA ILEANA, EVELYN MERCEDES
A MI ESPOSA	OLIVIA AMPARO
A MIS HIJOS	MARLON ANDRES MONICA DENISSE
A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
A LA FACULTAD DE AGRONOMIA	
A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS	
En especial a:	CARLOS FOLDVARY

AGRADECIMIENTO

Al amigo, Ingeniero Agrónomo, Master en Riego, César Cisneros, por su desinteresada y oportuna colaboración para el presente trabajo de tesis.

A mis asesores: Ingenieros Agrónomos, Francisco Masariegos y Lorenzo Reyes, por su asesoría y revisión del presente - trabajo de tesis.

A la Región V, DIGESA, por su colaboración en el desarrollo de los trabajos de campo y gabinete.

A la Unidad de Estudios y Proyectos de la Dirección de Recursos Naturales Renovables (DIRENARE), por su asesoría en el análisis de Laboratorio del suelo y agua.

CONTENIDO GENERAL

Página

Indice de Cuadros
Indice de Apéndice
Indice de Planos
Indice de Figuras
Indice de Gráficas
Resumen

I.	INTRODUCCION.	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	REVISION BIBLIOGRAFICA	4
	3.1 Fuentes de agua	4
	3.2 Calidad de agua para Riego	4
	3.3 Consumo de agua por las plantas	5
	3.4 Obtención de cosechas bajo sistemas de regadío	7
	3.5 Descripción general de un sistema de riego por aspersión	8
	Partes que lo conforman	9
	3.5.1 Fuente de abastecimiento	9
	3.5.2 Presión de trabajo	9
	3.5.3 Sistemas de tuberías	10
	3.5.4 Aspersores	10
	3.5.5 Accesorios	11
	3.6 Ventajas y desventajas del riego por aspersión	11
	3.7 Experiencias sobre irrigación en el altiplano	12
IV	GENERALIDADES	15
	4.1 Antecedentes	15
	4.2 Localización del área	16
	4.3 Características climáticas	16
	4.4 Suelos	17
	4.5 Vías de acceso	17
	4.6 Descripción socioeconómica	18
	4.7 Descripción del lugar	18
	4.8 Proyecciones	19

	<u>Página</u>
V ESTUDIOS REALIZADOS	20
5.1 Estudio topográfico	20
5.2 Estudio climático	23
5.3 Estudio de suelos	24
Textura	25
5.3.2 Constantes de humedad	25
5.3.3 Densidad aparente	25
5.4 Estudio de disponibilidad y calidad de agua	27
5.5 Determinación del consumo de agua o evapotranspiración	30
5.6 Cálculo de requerimiento de riego	33
5.7 Factores de prediseño	35
5.7.1 Cultivos a regar	35
5.7.2 Características físicas del suelo	35
5.7.3 Velocidad de infiltración	35
5.7.4 Determinación de la lámina de riego	35
5.7.5 Lámina de riego neta	36
5.7.6 Frecuencia y número de riegos	37
5.7.7 Intervalo de riego crítico	38
5.7.8 Número de riegos por temporada seca	38
VI DISEÑO	40
6.1 Captación	40
6.2 Selección de tubería a emplear	40
6.3 Caudal disponible	41
6.4 Selección del aspersor	41
6.4.1 Máxima tasa de aplicación recomendada	41
6.4.2 Lámina de riego neta	41
6.4.3 Eficiencia de aplicación	41
6.4.4 Lámina de riego bruta	41
6.4.5 Tiempo de riego por posición	41
6.4.6 Intensidad de riego	42
6.4.7 Aspersores de mediana presión	42
6.4.8 Velocidad del viento	42
6.5 Características del rociador elegido	45
6.6 Número de parcelas a regar simultáneamente	45
6.7 Número total de aspersores funcionando	47

	<u>Página</u>
6.8 Número de aspersores funcionando	49
6.9 Caudal de diseño por parcela	49
6.10 Cálculo del ramal parcelar	49
6.10.1 Existencia de pendiente positiva	50
6.10.2 Existencia de pendiente negativa	53
6.11 Laterales	54
6.12 Cálculo de la línea de distribución	55
6.13 Dispositivos especiales en la línea de distribución	55
6.14 Energía disponible	58
6.15 Cálculo de la línea de conducción	58
6.14 Cálculos generales y básicos de operación	64
 VII ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA	
7.1 Técnicas	65
7.2 De Operación y manejo	66
7.3 De materiales	68
7.4 De mano de obra	70
 VIII CONCLUSIONES	71
 IX RECOMENDACIONES	73
 X BIBLIOGRAFIA	75
 APENDICE	77

INDICE DE CUADROS

	<u>Pagina</u>
CUADRO No. 1 Estudio climatológico	24
CUADRO No. 2 Características físicas y de retención de humedad	27
CUADRO No. 3 Características químicas del a- gua muestreada	29
CUADRO No. 4 Cálculo de evapotranspiración actual	32
CUADRO No. 5 Determinación del requerimien- to de riego	34
CUADRO No. 6 Determinación de la lámina de riego	36
CUADRO No. 7 Cálculo hidráulico de la línea de distribución	56
CUADRO No. 8 Cálculo hidráulico de la línea de distribución	57
CUADRO No. 9 Alternativas de diámetros a u- sar en la línea de conducción	59
CUADRO No. 10 Cálculo hidráulico de la línea de conducción	60
CUADRO No. 11 Especificaciones de mano de obra.	70

INDICE DEL APENDICE

- | | |
|--------------|---|
| CUADRO No. 1 | Algunos valores de evapotranspiración potencial en los meses críticos en el altiplano. |
| CUADRO No. 2 | Distribución de la aspersión en Guatemala. |
| CUADRO No. 3 | Aspersión en el altiplano a nivel de pequeño productor. |
| CUADRO No. 4 | Coefficientes de desarrollo Kc para el uso en el cálculo de usos consuntivos. |
| CUADRO No. 5 | Coefficiente de desarrollo Kc para el uso en el cálculo de usos consuntivos. |
| CUADRO No. 6 | Valores de la expresión $\frac{t + 17.8}{21.8}$ en relación a temperaturas. |
| CUADRO No. 7 | Coefficientes globales de uso consuntivo (Kg) para diferentes cultivos |
| CUADRO No. 8 | Tasas máximas de aplicación que se sugieren para rociadores para suelos, pendientes y profundidades de labranza medios. |

PLANOS

Página

PLANO No. 1	Planta y perfil del levantamiento topográfico de la línea de conducción	21
PLANO No. 2	Planta y perfil del levantamiento topográfico de los ramales de distribución	22

GRAFICAS

	<u>Página</u>
GRAFICA No. 1	26
GRAFICA No. 2	39
GRAFICA No. 3	44
GRAFICA No. 4	44
FIGURA No. 1	48
GRAFICA No. 5	63

RESUMEN

En la aldea Patzaj, Comalapa, departamento de Chimalte-nango, se efectuó un estudio de introducción de agua con fines de riego; debido a la inquietud presentada por los pobladores de dicha aldea ante la necesidad de incrementar la productividad de la tierra en época seca, dado que la explotación de la misma está condicionada únicamente al período de lluvias.

El área factible de riego es de 7.44 Has., equivalentes a 10.63 Mz., distribuidas entre 24 propietarios, con promedio de 0.31 Has. por parcela.

La topografía es bastante irregular con pendientes que oscilan entre el 8 y 10%, se carece de datos hidrológicos de la fuente de agua, pero según aforos efectuados en época de estiaje, se dispone de un caudal mínimo de 9 l/s. Dicha fuente de agua se encuentra ubicada entre los rangos de 51-78 m. de desnivel arriba del área de interés; la condición anterior (carga de altura positiva) descartó la utilización de fuentes adicionales de energía eléctrica o de combustión.

Debido a las condiciones topográficas y de disponibilidad de agua, se considera el sistema de riego por aspersión, como el más conveniente.

Se determinó que la lámina de riego neta por aplicar es de 3.92 cm., con un intervalo de riego crítico de 11 días.

El sistema de riego utilizará un caudal de 5.85 l/s. El sistema consta de una línea de conducción de 986 m. de tubería P.V.C. de 3" y ramales de distribución que totalizan 1,641 m. de tubería P.V.C. de 3/4", 1 1/4", 1 1/2" y 2"; a nivel parcelario se tendrá una línea terciaria central de P.V.C. de 3/4" (cuando la pendiente sea hacia abajo) y 1 1/4" ó 2" (cuando la pendiente sea hacia arriba). Los laterales constituyen mangueras de polietileno de 25 m.m. de diámetro y de 10 m. de largo, en un número de cuatro por parcela. Los aspersores aportarán una tasa de aplicación de 4.45 m.m./hora, con una presión de trabajo de 40 a 50 P.S.I. y estarán ubicados al final de cada lateral.

El sistema será operado permanentemente durante 22 horas diarias, de acuerdo a intervalos de riego, regándose 6 parcelas simultáneamente cada 2 días, por lo que el área

total será cubierta en un total de 8 días.

Los costos iniciales del sistema ascenderán a Q. 14,288.93 equivalente a Q. 1,344.00 por Mz.

Se recomienda la organización de los usuarios, una adecuada asesoría técnica, medidas de manejo y conservación de suelos, tanto en el área a irrigarse, como en la cuenca de aportación, así mismo para la realización de dicho proyecto sea utilizado el convenio de crédito 520-T-026.

I. INTRODUCCION

Dada la estructura y tendencia de la economía productiva guatemalteca, se prevee que con el advenimiento de próximos años, el país a de afrontar alarmantes problemas alimentarios, irregularidades que ya se dieron en éste importante suministro, al recurrirse en varias oportunidades a la importación de granos básicos, constituyéndose en un claro indicador de la deficiente agricultura de autoabastecimiento con que contamos.

Dentro de éste esquema productivo, por un lado, a parece el pequeño productor, agricultor que generalmente habita las tierras altas de la república y con características muy peculiareas de minifundista, poder adquisitivo sumamente bajo como para rehacerse de tecnología moderna y con la legada responsabilidad de ser el proveedor de alimentos para el consumo interno, Es así como muchas veces se ve a éste pequeño agricultor, efectuando sus labores agrícolas en una forma primitiva, en comparación a los patrones seguidos en la costa sur.

Una área equivalente al 15.9%* del territorio nacional se identifica como el altiplano centro-occidental, zona que viene caracterizando éstas condiciones socioeconómicas y culturales que hacen situarla como marginada del sector económicamente productivo del país

* Unidad de estudios y proyectos (UEP) (DIGESA)

El Ministerio de Agricultura ha tratado a través de las dependencias del sector, incorporar nuevas técnicas, así como, diversificar cultivos en forma adecuada y promover a dicha agricultura de subsistencia a niveles económicamente rentables.

El riego constituye una de éstas alternativas - tecnológicas que puede hacer posible elevar el nivel de vida a tan importante sector poblacional, mediante el desarrollo de sus recursos: agua-suelo-planta, limitados en buena medida y que permanecen improductivos - en buena parte del año, debido al deficitario aporte - de humedad en ésta región. Mediante el riego se ha de tornar dicha agricultura de temporada, a una intensiva durante todo el ciclo anual.

Se plantea en el presente estudio, proveer de un sistema de riego por aspersión a la aldea Patzaj, localizada en el municipio de San Juan Comalapa, Chimalte-nango. Constituyéndo el presente aporte sólo una pre-misa de todo el paquete tecnológico que se precisa, para lograr incrementar significativamente su producción agropecuaria y, promover un desarrollo integral en la región descrita.

II. OBJETIVOS

Generales

- 2.1. Incrementar la productividad en la aldea Patzaj al disponer del recurso hídrico en toda época del año.

Específicos

- 2.2. Diseño de un sistema de riego por aspersión adaptable a las condiciones del altiplano.
- 2.3. Determinación de los requerimientos de equipo y materiales necesarios, así como normas de operación y costo del sistema.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Fuentes de agua

American Water Works Association (2), en tiende por fuente de abastecimiento de agua, - "aquel punto o fase del ciclo hidrológico del cual se desvía o aparta temporalmente para - ser usada, regresando finalmente a la naturaleza".

Sallovitz, M. (16), dice "El agua circula continuamente en el globo terrestre y su - atmósfera a través del interminable ciclo hidrológico que se presenta en las fases de pre cipitación o lluvia, escurrimiento, infiltración, retención o almacenamiento, evaporación reprecipitación y así sucesivamente".

3.2. Calidad del agua para riego

Es un término que se utiliza para indicar la conveniencia o limitación del empleo del agua, con fines de riego de cultivos agrícolas para cuya determinación generalmente se to man como base las características químicas del agua, así como la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades de los suelos, las condiciones climatológicas.

Criterios índices de clasificación

El memorandum técnico No. 17 (DIRENARE) - (8), menciona, que en general existen tres criterios principales para la conveniencia o limitación del empleo del agua con fines de riego de cultivos agrícolas. Estos criterios son:

- a.) Contenido de sales solubles
- b.) El efecto probable del sodio sobre las características físicas de los suelos.
- c.) El contenido de elementos tóxicos para las plantas.

Otros criterios de importancia desde el - punto de vista de la conservación de canales y estructuras hidráulicas, así como para la operación de tuberías, equipos de aspersión y de riego por goteo, pueden ser las contenidas por sólidos en suspensión y agentes corrosivos. A sí mismo, la presencia de herbicidas y trazas de algunos elementos como el cadmio, molibdeno selenio y otros que pueden presentar problemas al desarrollo normal de los cultivos.

3.3. Consumo de agua por las plantas

Durante el ciclo vegetativo, el cultivo extrae agua del suelo, existiendo movimiento continuo pasando desde el suelo al interior de las raíces, su-

be por los tallos y sale por las hojas de las plantas. Hansen, O e Israelsen, V. (10), afirman que la velocidad de movimiento del agua varía ampliamente de 0.3 al 1.8 m/h, si la velocidad de evaporación de las hojas excede a la absorción en las raíces, se pone en marcha el proceso de marchitamiento y el desarrollo del vegetal se ve dificultado, por otro lado si las condiciones son tales que estimulan la excesiva transpiración, el agua utilizada no se emplea de un modo eficaz.

Chang Lorenzo (3), se refiere a la evaporación del agua líquida de la superficie del suelo sumada a la transpiración que ocurre simultáneamente en un área de terreno con vegetación, se le conoce con el nombre de Evapotranspiración.

Cisneros, Aragón C. (4) menciona que, evapotranspiración potencial es la cantidad de agua - que se pierde de un suelo cubierto de un cultivo denso de poca altura y cuyo contenido se encuentra cercano a capacidad de campo.

Grassi, C.J. (7), dice que, ésta depende fundamentalmente de las condiciones climáticas existentes dadas por las características físicas de - la atmósfera vecina al suelo.

Minera Barillas, A.A. (12), concluye que, la evapotranspiración potencial presenta dos valores

generales marcados para toda la república de Guatemala, siendo mayor en los meses de marzo-abril, para luego descender en los meses - de mayo-junio, manteniendo ésta uniformidad en los meses húmedos para cerrar el ciclo y ascendiendo a mediados de octubre cuando se inicia la época seca. Valores de evapotranspiración potencial que se dan en el altiplano centro-occidental para los meses críticos de marzo-abril cuadro No. 1, apéndice.

Evapotranspiración actual

Gundersen, W. (9), comenta el agua usada - por los cultivos o vegetales, depende principalmente del clima, tasa y estado de crecimiento - de los cultivos y de la disponibilidad de humedad en el suelo.

3.4. Obtención de cosechas bajo sistemas de riego

Cuando las condiciones imperantes de clima no ofrecen el adecuado crecimiento a las plantas, por sus necesidades de agua, el riego viene a constituir la forma de obtener cosechas en épocas de una carencia total, o bien, supliendo déficits en la temporada lluviosa.

Miller, C.E. (11), considera que, el agua es el factor que recibe mayor atención general,

que cualquier otro que concierne a la producción de cultivos. Es así como extensas regiones desérticas se han convertido en terrenos de alta productividad.

CEPAL (13), en un estudio hace análisis - de las necesidades globales de productos agropecuarios que requerirá el país, en base a proyecciones hasta 1,990; tomando como fuente de información la proporcionada por FAO, así como otros factores incidentes. Así mismo cita varios estudios realizados sobre éste particular concluyendo que, Guatemala necesita ampliar su - frontera agrícola en 103,000 Has. para 1,980 y 65,000 has. adicionales en 1,985. De lo contrario, afirman los mismos autores, el país tendrá que recurrir a las importaciones de productos - para compensar los deficits. Se recomienda en el mismo estudio como alternativa, aprovechar - al máximo el recurso agua, habilitando las condiciones de suelo mediante el riego.

3.5. Descripción general de un sistema de riego por aspersión.

Este sistema consiste en aplicar el riego en forma de una llovizna fina, controlada en tiempo e intensidad. El principio básico de operación, es el de conducir agua a presión dentro de tuberías, las que pueden ser ligeras y

portátiles de rápido acoplamiento; con aspersores colocados a intervalos, accesorios básicos encargados de distribuir el agua en la forma mas perfecta posible, dando un patrón de mojado uniforme, mediante una adecuada selección de éstos, los que vienen diseñados para operar a diversas presiones, espaciamientos y tamaños; se puede obtener varias formas de distribución a diversas características - de flujo, que hacen de este sistema de riego adaptable a una amplia gama de condiciones de cultivo.

Partes que conforman el sistema

3.5.1. Fuente de abastecimiento

El memorandun técnico No. 17 (8), considera que, toda agua expuesta puede ser usada la de un río, manantial, pozo, embalse e incluso aguas servidas, previo tratamiento de limpieza y oxidación como medidas profilácticas y evitar así el deterioro y taponamiento de aspersores.

3.5.2. Presión de Trabajo

Hansen O e Israelsen V., (10) consideran - que ésta se puede obtener de dos formas:

- Energía de posición o sea la energía potencial que posee un líquido al situarse por sobre una cota de referencia.

- Energía de movimiento o sea, la energía cinética que se le acondiciona a un líquido, si

tuado bajo una cota de referencia, por medio de una bomba.

El objeto en ambos casos es disponer de una presión adecuada, requerida para operar satisfactoriamente el sistema.

3.5.3. Sistemas de tuberías

Su objetivo es el de conducir toda el agua a utilizar hasta cierto punto y en un momento - dado desde el abastecimiento, donde posteriormente se va bifurcando en ramales (tuberías subprincipales) que llevan el agua a las áreas de cultivo; el material usado es el P.V.C., acero, aluminio, cemento preforsado.

3.5.4. Aspersores

También llamados rociadores, están constituidos por boquilla y cuerpo del aspersor o mariposa. Su adecuada selección constituye parte - del éxito en la utilización del sistema. El departamento de Agricultura de los Estados Unidos (6), los clasifica con rangos de adaptabilidad con enorme versatilidad, en lo que concierne a tipos y a sus condiciones de trabajo; los hay - desde presiones bajas de 0.35 Kg/cm^2 , presiones intermedias de 2 a 4 Kg/cm^2 y presiones altas - hasta de 8.5 kg/cm^2 . Alcances que varían de 6 a 122 metros y tasas de aplicación desde 5 mm/hora hasta 16 mm/hora; con una adecuada relación

de boquilla y presión se obtienen distribuciones satisfactorias.

3.5.5. Accesorios

Constituyen todos aquellos materiales que son utilizados en el acomodamiento de las tuberías en el campo, tal como: válvulas de compuerta, válvulas de pie, válvulas de alivio, codos, tees, niples, coplas.

3.6. Ventajas y Desventajas del riego por aspersión

Ventajas, según Rojas, M.R. (15)

- a.) Factibilidad de regar tierras que por sus características físicas y topográficas no pueden ser irrigadas con riego de superficie.
- b.) No hay necesidad de nivelación de tierras
- c.) Prevención de escorrentía y consecuentemente la erosión.
- d.) Ahorro de agua
- e.) Se pueden utilizar caudales pequeños y largos horarios de riego.
- f.) Mayor superficie disponible al no construirse canales.
- g.) Ahorro de mano de obra.

- h.) Alta eficiencia de riego, es posible exceder el 75% de eficiencia.

Desventajas, según Rojas, M.R. (15)

- a.) Elevado costo inicial
- b.) Alto requerimiento de energía
- c.) Inconveniente cuando el caudal no es continuo
- d.) El viento afecta la distribución y eficiencia en la aplicación del agua.
- e.) No es aplicable en suelos con baja velocidad de infiltración.
- f.) Las pérdidas por evaporación son más frecuentes y pueden llegar hasta un 40% del agua aplicada.

3.7. Experiencias sobre irrigación en el altiplano

Según expertos de la Unidad de Estudios y - Proyectos (UEP)* consideran mínimo, el avance logrado en lo que concierne a la incorporación de áreas bajo riego en las tierras altas de la república, pudiendo aseverarse que es prácticamente nula. Se ha hecho palpable el aislamiento cuando se ha tratado de formular proyectos de irrigación por medio de sectores especializados del Ministerio de Agricultura, salvando éste total aislamiento dos únicos proyectos en funcionamiento

*Dirección de Recursos Naturales Renovables (DIGESA)

y uno en construcción, ambos irrigados por gravedad en surcos; por un lado Canillá en el departamento de el Quiché, que inició sus operaciones en abril de 1,975 y Xibalbay en Sololá en marzo de 1,978, ambos con una capacidad total de 500 has. El proyecto Sacapulas en éste municipio del departamento de el Quiché, se prevee tendrá una capacidad para 300 Has. Como es de observar en poca medida se ha contribuido al desarrollo de ésta región, la que ha permanecido al margen de la economía de mercado.

Otras formas de riego han venido tomando alguna importancia en los últimos años. Tal los sistemas de riego aéreo; si bien en Guatemala ya ha habido un desarrollo satisfactorio en la utilización de éste sistema, ha sido manifestado preponderantemente por su incorporación en grandes fincas de la costa sur y el oriente del país. En el altiplano consecuentemente viene siendo utilizado en cultivos, de flores, almacigos y café en la zona central. Ver cuadro No. 2, apéndice.

Como es de suponer, pocos han sido los agricultores con cierta solvencia y económicamente capaces de incorporar tecnología moderna por consiguiente, la gran mayoría de agricultores de ésta región, se han visto marginados de la posibi-

lidad de hacer producir sus tierras en verano.

No fue sino hasta el penúltimo plan de desarrollo agrícola de 1,975-1979, que se enfatizó en la realización de programas efectivos a manera de desarrollar los recursos tierra-hombre en las zonas rurales densamente pobladas del país, y dentro de ésta estrategia surgió el subprograma de mejoramiento de los recursos tierra-hombre, en donde uno de sus componentes son los proyectos de mini-riego, prestando asesoría técnica en el altiplano centro-occidental. Es así como se han puesto en marcha algunos proyectos de importancia, los que se describen en el cuadro No. 3, apéndice.

IV. GENERALIDADES

4.1. Antecedentes

Desde tiempo antiguo en Patzaj se ha venido contando con un tipo de riego puramente manual y para disponer del agua de riego, se hace desviar y luego conducir el agua en canales rústicos sin ningún tipo de revestimiento, alcanzando a sumar durante su recorrido unos 360 m. El riego se efectúa con botes de mata en mata, los cultivos generalmente son: papas, miltomate y coliflor; alcanzando a regar de ésta manera 4 a 5 cuerdas de terreno en las márgenes del río Patzaj.

A dicho sistema podría considerársele como un incipiente riego de gravedad, catalogándose como inadecuado desde el punto de vista técnico así como trabajoso y sumamente tardado en su operación. Pero aún así con ésta serie de inconvenientes, no todos los terrenos ofrecen posibilidades para efectuar éste tipo de riego, ya que muchas áreas se localizan en cotas elevadas donde se hace imposible hacer llegar el agua por gravedad y, en cantidades suficientes para ser utilizadas convenientemente.

A principios de 1,980, y a mediados del mismo año se presentó una solicitud a la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), a fin -

que ésta institución estatal realizara un estudio de factibilidad para el establecimiento de un sistema de riego más técnico, logrando con ello un uso más eficiente del agua y beneficiar a un mayor número de pobladores, pero, debido a una carencia momentánea de personal, éste tenía a postergarse en su realización, fue así como el suscrito, considerando la importancia que tal proyecto revestía optó por realizar el estudio necesario y así coadyuvar en mínima parte - el desarrollo del mismo.

4.2. Localización del Área

La aldea se encuentra localizada en un pequeño valle, a una altura de 2.050 m.s.n.m. y está limitada al norte por el río Sarayá y el caserío Patio Bolas, al sur por una área montañosa, al oriente por el río Canacyá y, finalmente, al poniente por el río Sarayá y el cerro de Paquechelaj. Geográficamente corresponde aproximadamente a la intersección de las siguientes coordenadas: latitud norte 14° 47' 35" y longitud oeste 90° 54' 20".

4.3. Características climáticas

Clasificación establecida por la Unidad de Estudios y Proyectos (UEP)* el área de la presente aldea nos muestra un clima templado frío húmedo con heladas de noviembre y abril cuando ocu -

* UEP; DIGESA

rran temperaturas de 10 C° por sus formaciones vegetales según Leslie Holdridge, comprendida en la zona de bosques seco montano bajo.

4.4. Suelos

No existe un estudio detallado del área; sin embargo según Palencia, O. (14) éstos suelos corresponden al grupo de los regosoles provenientes de cenizas volcánicas (cenizas pomáceas, escoria máfica), con grado de desarrollo débil y moderado clásico. La serie de suelos corresponde a los Cauqué (18) de textura franco arcilloso y buen drenaje interno.

El suscrito comprobó que los suelos efectivamente han sido desarrollados sobre cenizas pomáceas, existiendo una leve capa de materia orgánica superficial.

La topografía del terreno es en general inclinada, con pendientes que oscilan en el orden de 8 a 10%, presentando signos frecuentes de erosión moderada, el riego sería posible sólo mediante previa instauración de estructuras conservacionistas.

4.5. Vías de acceso

Las constituyen dos principiales, una comuni-

ca con el municipio de San Juan Comalapa a una distancia de 7 kilómetros y otra con San José Poaquil a 4 kilómetros , ambos caminos son de tierra y facilmente transitables en época seca existe una vereda que une con el caserío de - Pavit.

4.6. Descripción Socioeconómica

Según censo de población* cuenta con 474 habitantes incluyendo mayores y menores de edad, los cuales son de origen Cakchiquel y hablan casi exclusivamente este dialecto; en dicha población el 35% es económicamente activa volcada hacia las tareas agrícolas en la temporada lluviosa, la cual representa la fuente más importante del ingreso anual, complementada con otras actividades como artesanías, carpintería, peonía, así como una marcada emigración a la costa sur durante la temporada seca. Los niveles de ingresos en todo éste ambiente rural se caracterizan por presentar insuficiencia, con un ingreso anual menor de Q400.00, o sea el equivalente de Q80.00 per capita**.

4.7. Descripción del lugar

Sus viviendas construídas de madera y de caña, provisionales y como consecuencia de la

* Dirección General de Estadística

** Consejo Nacional de Planificación Económica (CNPE)
Plan Nacional de Desarrollo

destrucción de las anteriores por el terremoto del 4 de febrero de 1976. Estas se localizan distribuidas a lo largo del camino principal y dispersas en sus alrededores, cuenta con una escuela de educación primaria, puesto de salud, servicios de agua potable, carece de electricidad y drenajes.

4.8. Proyecciones

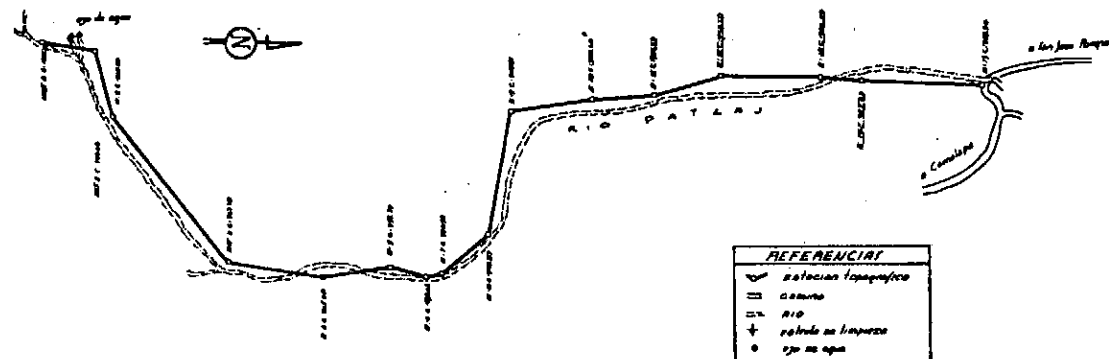
El comportamiento de los agricultores seguido a la incorporación del agua de riego, ha de sufrir cambios pronunciados en la utilización de la tierra en un inicio; la siembra de cultivos considerados como tradicionales: maíz, frijol y trigo serán sustituidos en su mayor parte por el cultivo de hortalizas, con lo cual se ha de lograr la diversificación de cultivos tales como: remolacha, repollo, cebolla, rábano, colinabo, coliflor, arveja china y papa. Se espera que el trigo sea suprimido y sustituido su cultivo por hortalizas, que son de consumo inmediato, además de obtenerse hasta cuatro cosechas al año. El maíz ha de ir siendo sustituido lentamente dada la importancia de éste producto básico en la dieta alimenticia. La arveja china representa buena alternativa en la rotación de cultivos, además de generar ingresos por ser de los cultivos de exportación; al frijol se le puede incluir en programas de rotación de cultivos con el uso de semillas mejoradas.

V. ESTUDIOS PREVIOS

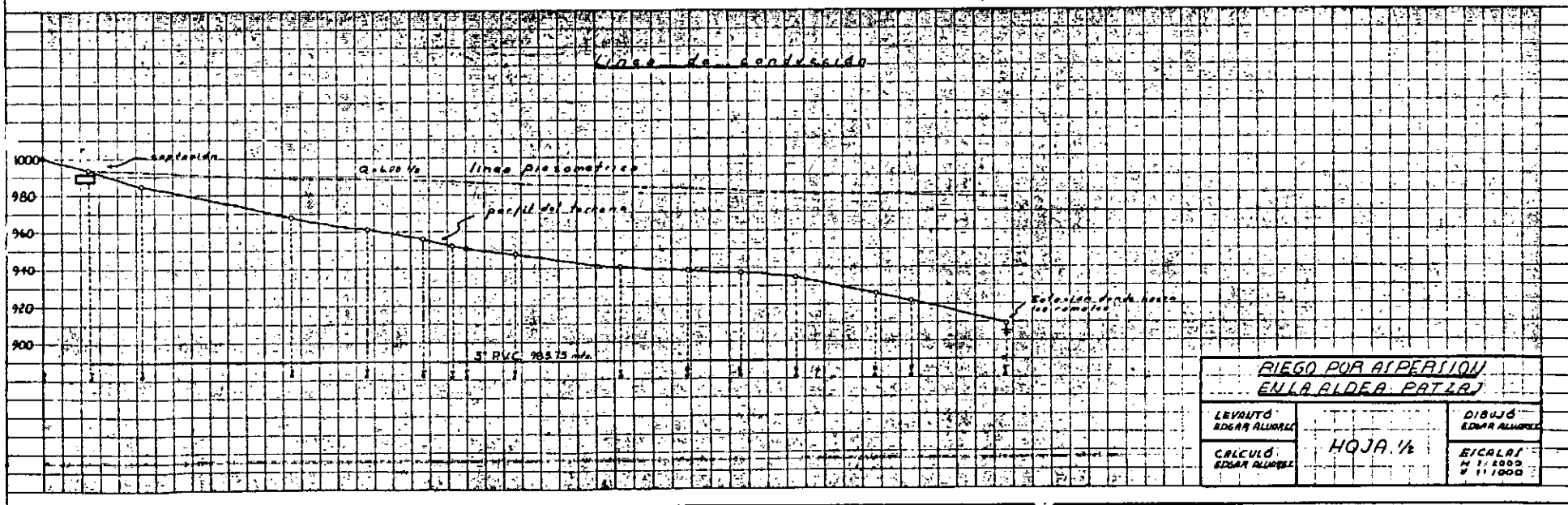
5.1 Estudio Topográfico

Este comprendió el levantamiento planimétrico, determinando desniveles, área susceptible de riego con los accidentes naturales de la zona y se inició el levantamiento altimétrico utilizando un nivel de precisión en la zona donde se ubicará la obra de captación, continuando por el lugar donde habrá de ir tendida la tubería de conducción y estructuras auxiliares; posteriormente, en un punto donde se sitúa un camino de ingreso a la población se continuó nivelando taquíométricamente, tirando ramales y radiaciones a puntos donde se localizan las áreas de riego, determinando la pendiente de cada una de ellas mismas que se encuentran dispersas y que totalizan un área de aproximadamente 7.44 Has.

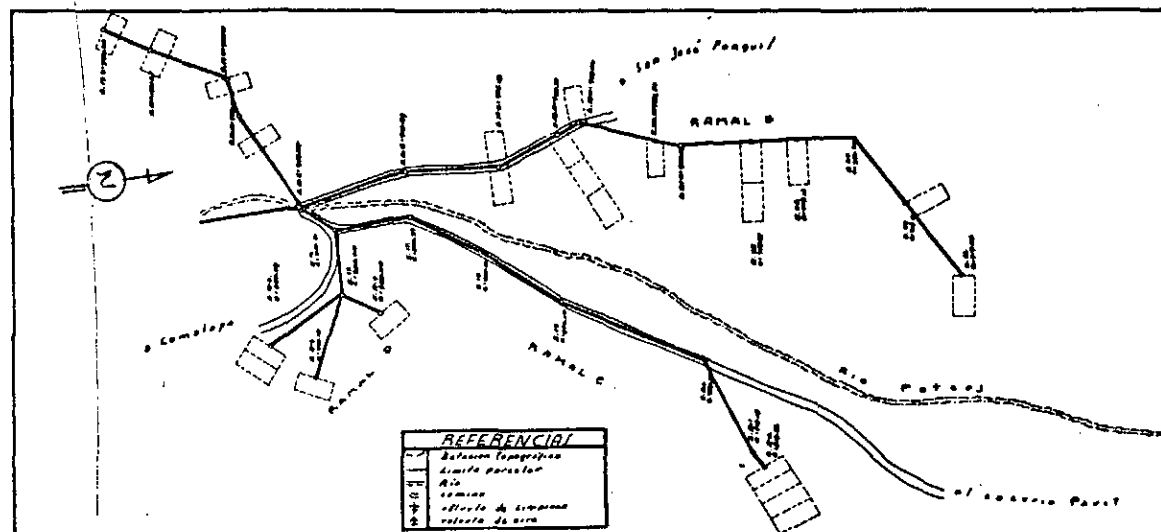
Con los datos anotados en el campo se efectuó un plano que contiene un perfil adecuado que refleja los accidentes del terreno, así como la planta del caminamiento realizado. Planos 1 y 2.



STN	AL	DESG	QUT	QUTB
1	1	1.150	10.20	10.20
2	2	1.150	10.20	10.20
3	3	1.150	10.20	10.20
4	4	1.150	10.20	10.20
5	5	1.150	10.20	10.20
6	6	1.150	10.20	10.20
7	7	1.150	10.20	10.20
8	8	1.150	10.20	10.20
9	9	1.150	10.20	10.20
10	10	1.150	10.20	10.20
11	11	1.150	10.20	10.20
12	12	1.150	10.20	10.20
13	13	1.150	10.20	10.20
14	14	1.150	10.20	10.20
15	15	1.150	10.20	10.20
16	16	1.150	10.20	10.20
17	17	1.150	10.20	10.20
18	18	1.150	10.20	10.20
19	19	1.150	10.20	10.20
20	20	1.150	10.20	10.20

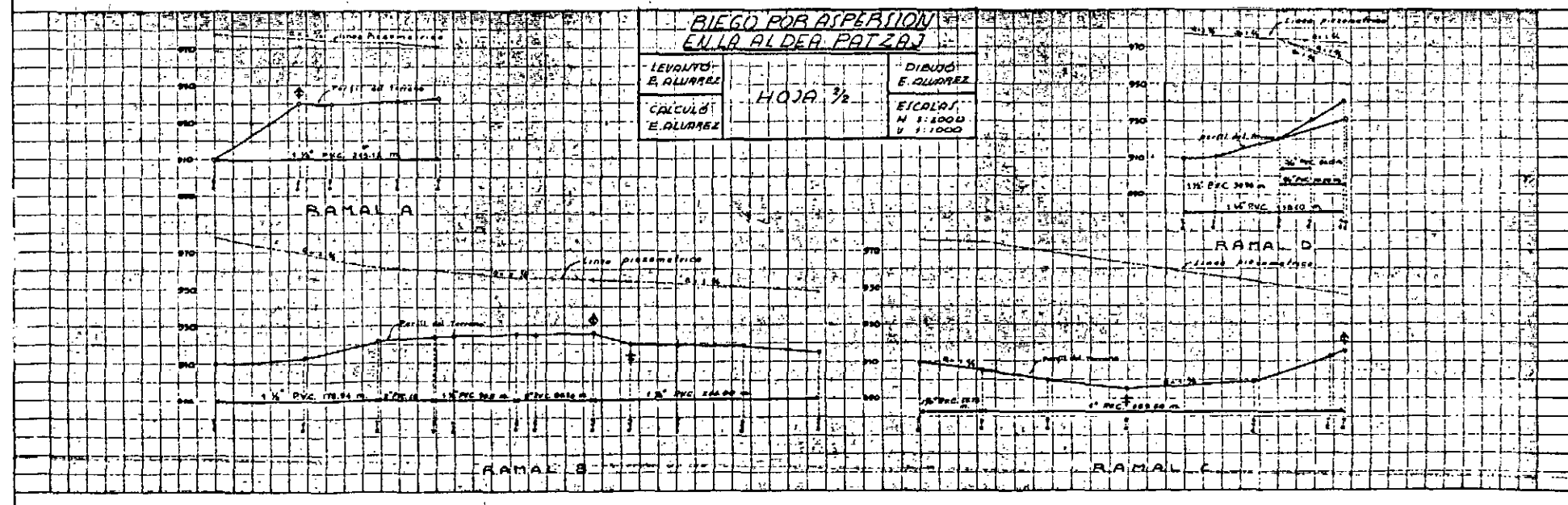


RIEGO POR ALPERCÓN EN LA ALDEA PATZÚN		
LEVANTÓ EDUARDO ALVARO	HOJA 1/2	DIBUJÓ EDUARDO ALVARO
CALCULÓ EDUARDO ALVARO		ESCALA H 1/1000 V 1/1000



REFERENCIAL	
—	línea topográfica
—	límite parcelas
—	canal
—	estructura de control
—	estructura de obra

ST	ED	CHAL	OUT	ED
RAMAL A				
1	1	1000	1000	1000
2	2	1000	1000	1000
3	3	1000	1000	1000
RAMAL B				
11	11	1000	1000	1000
12	12	1000	1000	1000
13	13	1000	1000	1000
14	14	1000	1000	1000
15	15	1000	1000	1000
16	16	1000	1000	1000
17	17	1000	1000	1000
18	18	1000	1000	1000
19	19	1000	1000	1000
20	20	1000	1000	1000
21	21	1000	1000	1000
RAMAL C				
31	31	1000	1000	1000
32	32	1000	1000	1000
33	33	1000	1000	1000
34	34	1000	1000	1000
35	35	1000	1000	1000
36	36	1000	1000	1000
37	37	1000	1000	1000
38	38	1000	1000	1000
39	39	1000	1000	1000
40	40	1000	1000	1000
RAMAL D				
41	41	1000	1000	1000
42	42	1000	1000	1000
43	43	1000	1000	1000
44	44	1000	1000	1000
45	45	1000	1000	1000
46	46	1000	1000	1000
47	47	1000	1000	1000
48	48	1000	1000	1000
49	49	1000	1000	1000
50	50	1000	1000	1000



5.2 Estudio climatológico

Consistió en determinar con qué estaciones metereológicas se cuenta, a fin de elegir cual posee más características a fines a la zona de estudio. Se encontró como conveniente la situada en el municipio de Santa Cruz Balanyá, debido fundamentalmente a la distancia, altitud y latitud. Para fines de cálculo de evapotranspiración, se recopilaron los parámetros existentes; tales como temperaturas medias mensuales y precipitación pluvial, los datos correspondientes se muestran en el cuadro No. 1.

CUADRO No. 1

Estación 3.14.1 Nombre Santa Cruz Balanyá, Depto. de Chimaltenango, latitud $14^{\circ}41'$, longitud $90^{\circ}55'$, altitud 2,060 m. Años de registro 9 (1971-1980). Y se anotan en el mapa como de tercer orden.

MES	T°C. MEDIA	PRECIPITACION PLUVIAL (mm)
Enero	14.4	1.76
Febrero	14.9	1.43
Marzo	16.0	10.43
Abril	17.0	19.40
Mayo	17.3	107.85
Junio	16.3	203.33
Julio	16.4	115.98
Agosto	16.8	150.46
Septiembre	16.5	186.81
Octubre	15.8	120.54
Noviembre	15.3	20.59
Diciembre	14.5	3.55
ANUAL	15.9	942.39

FUENTE: INSIVUMEH

5.3 Estudio de Suelos

Debido a que las parcelas a regarse se encuentran distribuidas en un amplio sector, se tiene por lo mismo mucha heterogeneidad de suelos. Es por ésta situación que se trató de determinar mediante -

muestreos las propiedades del tipo de suelo más representativo.

5.3.1 Textura

Se determinó en laboratorio por el método Boyoucos, los resultados se presentan en el cuadro No. 2

5.3.2 Constantes de humedad del suelo

Los valores de tensión a diferentes % de humedad fueron obtenidos por el método de la membrana de presión y la olla de presión, los valores encontrados en el laboratorio se presentan en el cuadro No. 2 y la gráfica No. 1.

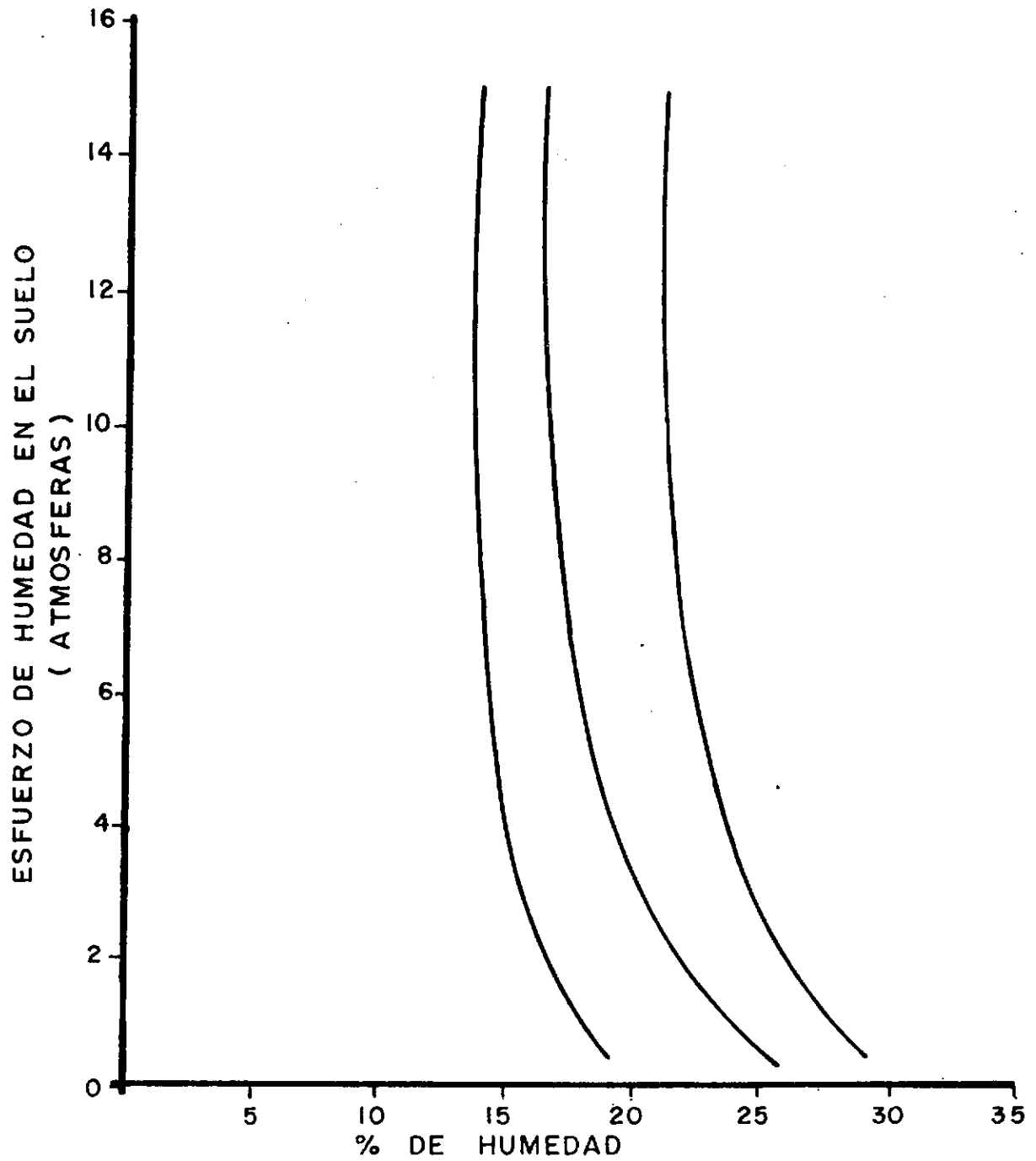
5.3.3 Densidad aparente

Se determinó por el método del cilindro. Cuadro No. 2

Los análisis descritos fueron realizados en el la boratorio de suelos de DIRENARE.

GRAFICA No. 1

CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD



CUADRO No. 2

CARACTERISTICAS FISICAS Y DE RETENCION DE HUMEDAD

Pto.	Profundidad cms.	Textura	Densidad Aparente	% de humedad del suelo			
				1/3 At.	2 At.	10 At.	15 At.
C-1	0-30	Franco arcilloso arenoso	1.1333	23.812	20.731	16.512	16.287
C-1	30-60	Franco arcilloso arenoso	1.2464	21.290	17.183	14.411	14.009
C-1	60-70	Franco arcilloso arenoso	1.1230	27.609	20.799	16.556	16.545

5.4 Estudios de disponibilidad y calidad de Agua

La fuente con que se cuenta es el río denominado Patzaj, el cual se forma por varios manantiales, uno de importancia y un sinnúmero de pequeñas corrientes. Por la posición de la fuente, se pre-
vee que dichas aguas pueden ser conducidas total-
mente por gravedad a las áreas por irrigar a tra-
vés de un kilómetro y medio que dista al centro
de la población.

Por no contarse con ningún tipo de registros se hizo necesario efectuar aforos de la fuente, éstos fueron realizados en los meses de marzo-abril, considerados como los más críticos en cuanto a disponibilidad de agua. El método de aforo empleado fué el volumétrico, reportándose un caudal mínimo de 9 l/s, según informes verbales de los pobladores del lugar, éste caudal ha fluctuado en poca medida en años anteriores.

Se determinó la calidad del agua en base a muestras tomadas al momento del aforo, las que fueron analizadas en el laboratorio de suelos de DIRENARE. Los resultados se adjuntan en el cuadro No. 3

CUADRO No. 3

CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA MUESTREADA

P_H 7.53

C.E. $\times 10^{-6}$ a 25°C. 90

Sólidos en suspensión

(ppm) 113

<u>Cationes</u>	<u>(meq/lts)</u>	<u>Aniones</u>	<u>(meq/lts)</u>
Ca ++	0.20	CO ₃	0
Mg ++	0.20	HCO ₃ ⁻	1.02
Na +	0.35	Cl ⁻	0.15
K +	0.09	SO ₄ ⁼	0.12
SUMA	0.84	SUMA	1.29
% Sodio soluble	41.67	Na ₂ CO ₃ resi- dual	0.62
RAS	0.78	Clase	C ₁ S ₁

Con los datos reportados de laboratorio pudo ser clasificada químicamente la muestra, tomando en cuenta los parámetros de la relación de adsorción de sodio (RAS) y la conductividad eléctrica (CE), utilizando para ello el diagrama establecido por la Universidad de Riverside. Figura No. 4 Apéndice. que considera los valores de $CE \times 10^6$ y RAS identificándola como $C_1 S_1$, que la establece como buena para fines de riego, sin ninguna restricción en su uso y pudiendo usarse en la mayor parte de los suelos y cultivos.

5.5 Determinación del consumo de agua o evapotranspiración.

Esta se determinó por el método de Blaney-Criddle modificado por Phelan, donde se requieren datos de temperaturas y porcentajes de insolación mensuales para latitud 14° . El cálculo obtenido se presenta en el cuadro No. 4.

$$Et = K F$$

Et = evapotranspiración real total del cultivo (cm)

K = coeficiente total de ajuste, depende del cultivo y de la ubicación de la zona de estudio.

$$F = \sum_{i=1}^n f$$

$$f = \frac{(t + 17.8)}{21.8} \cdot \frac{P}{100} \quad \text{valores mensuales}$$

$$t = \text{temperatura media mensual } ^\circ\text{C}$$

$$P = \% \text{ de insolación para latitud } 14^\circ$$

Como la evapotranspiración global es menor que la evapotranspiración calculada, se ha de encontrar el ajuste necesario para obtener la evapotranspiración calculada.

$$Et = 0.60 \times 155.60 = 93.36$$

$$Et' \text{ calculada} = 113.07$$

Donde:

$$93.36 < 113.07 \quad \text{se buscará un factor de corrección}$$

$$Et = K.F. \quad K' = \frac{et}{F}$$

$$\text{Factor de corrección} = \frac{K}{K'}$$

$$K = 0.60 \quad (\text{cuadro No. 7 Apéndice})$$

$$K' = \frac{Et}{F} = \frac{113.07}{155.60} = 0.73$$

$$\text{Factor de corrección} = \frac{0.60}{0.73} = 0.8257 \quad (\text{éste})$$

CUADRO No. 4

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION ACTUAL

Mes	Tem. C°.	$\frac{t + 17.8}{21.8}$	P(%)	f (cm.)	Kt	f.Kt	Kc	Et (cm.)	Et (cm.)	Et Acumulado
Noviembre	15.3	1.518	7.85	11.92	0.716	8.54	0.46	3.93	3.46	3.46
Diciembre	14.5	1.482	8.04	11.92	0.691	8.24	1.15	9.47	8.33	11.79
Enero	14.4	1.477	8.08	11.93	0.688	8.21	1.34	11.00	9.68	21.47
Febrero	14.9	1.500	7.39	11.09	0.704	7.80	0.46	3.59	2.84	24.31
Marzo	16.0	1.550	8.43	13.07	0.738	9.64	1.15	11.09	8.77	33.08
Abril	17.0	1.596	8.44	13.47	0.769	10.36	1.34	13.88	10.27	44.05
Mayo	17.3	1.610	8.90	14.33	0.778	11.15	0.46	5.13	4.17	48.22
Junio	16.3	1.564	8.73	13.65	0.747	10.20	1.15	11.73	9.54	57.76
Julio	16.4	1.569	8.99	14.11	0.750	10.59	1.34	14.19	11.54	69.30
Agosto	16.8	1.587	8.79	13.95	0.763	10.64	0.46	4.90	4.06	73.36
Septiembre	16.5	1.573	8.28	13.02	0.753	9.81	1.15	11.28	9.34	82.70
Octubre	15.8	1.587	8.28	13.14	0.732	9.61	1.34	12.88	10.67	93.37
155.60					114.79		113.07		93.37	

factor varía cada tres meses estimada la siembra en esos periodos).

Con el factor de corrección se ajusta Et' .

5.6 Cálculo de requerimiento de riego

Una vez determinada la evapotranspiración real del cultivo para distintas épocas de desarrollo durante el año y cuyos resultados se muestran en el (cuadro No. 4) y utilizando los valores de precipitación media (cuadro No. 1), se determinó el requerimiento de riego mediante la siguiente expresión:

$Et' - \bar{P}$ con requerimiento de riego (meses secos)

$\bar{P} - Et'$ sin requerimiento de riego (meses húmedos)

CUADRO No. 5

DETERMINACION DEL REQUERIMIENTO DE RIEGO			
Mes	Et (cm.)	Presipit	Rr (cm.)
Nov.	3.47	-----	3.47
Dic.	8.36	-----	8.36
Ene.	9.71	-----	9.71
Feb.	2.83	-----	2.83
Mar.	8.76	-----	8.76
Abr.	10.96	-----	10.96
May.	4.17	10.78	-----
Jun.	9.54	20.33	-----
Jul.	11.54	11.60	-----
Ago.	4.06	15.05	-----
Sep.	9.33	18.68	-----
Oct.	10.67	12.05	-----

NOTA: Son considerados como meses secos los correspondientes a: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril. Durante éstos meses la precipitación efectiva se considera nula, debido a que la precipitación media no es significativa.

5.7 Factores de prediseño

5.7.1 Cultivos a regar

De acuerdo a la zonificación de cultivos, ésta área es favorable para el cultivo de hortalizas: fresa, crucíferas, papas, miltomate; de hábitos similares por lo que se toma como profundidad radicular para estimar la lámina de riego a 0.70 m.

5.7.2 Características físicas del suelo (cuadro No. 2)

5.7.3 Velocidad de infiltración, en el cuadro No. 8.

Apéndice. Se consideran las tasas de aplicación recomendadas para diferentes texturas y perfiles de suelo así como diversas condiciones de pendiente. En el presente estudio el tipo de suelo crítico es el franco arcilloso y con pendiente de 8-10% en la mayoría de las parcelas de riego. Se recomienda tasas hasta de 10 mm/hora.

5.7.4 Determinación de lámina de riego

Lámina de humedad aprovechable.

Es la lámina de agua que el suelo puede retener

entre los límites de capacidad de campo y punto de marchitez permanente la ecuación para calcular la es:

$$LHA = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) Da \cdot Z$$

Donde:

- LHA = lámina de humedad aprovechable (cms)
CC = capacidad de campo (%)
PMP = punto de marchitez permanente (%)
Da = densidad aparente
Z = profundidad del suelo (cms)

CUADRO No. 6
DETERMINACION DE LA LAMINA DE RIEGO

Profundidad del suelo (cms.)	Capacidad de campo (%)	Punto de marchitez permanen- te (%)	Densidad Aparente	Lámina de Humedad a provecha- ble (cms)
0 - 30	23.81	16.29	1.1333	2.56
30 - 60	21.29	14.00	1.2464	2.73
60 - 70	27.61	16.54	1.1230	1.24

= 6.53

5.7.5 Lámina de riego neta (Ln)

La lámina de riego neta es aquella lámina de agua que es necesario aplicar al cultivo en cada riego,

para mantener la humedad del suelo en tensiones adecuadas y que éste pueda aprovecharla sin resentirse, la ecuación a usar es:

$$Ln = Y (LHA_{total})$$

Y = porcentaje de lámina de agua aprovechable dentro del sistema radicular que puede ser usado por el cultivo sin que éste se resienta, en el presente caso se usará 0.6, por tratarse de un cultivo de hortalizas, el que es susceptible a la falta de humedad.

$$Ln = 0.6 (6.53)$$

$$Ln = 3.92 \text{ cm.}$$

5.7.6 Frecuencia y número de riegos

Se determinó por el método gráfico, utilizando los requerimientos de riego acumulado y la lámina neta de riego, en función del tiempo correspondiente al ciclo vegetativo de los cultivos. El procedimiento a seguir fué el siguiente: en un eje coordinado se plotearon los requerimientos de riego acumulado (y-y) con respecto a cada mes (x-x) obteniéndose una curva, se interceptan los valores de la lámina neta de riego con la curva anterior proyectando perpendicularmente al eje (x-x)

el número y frecuencia de riegos. Gráfica No. 2.

5.7.7 Intervalo de riego crítico

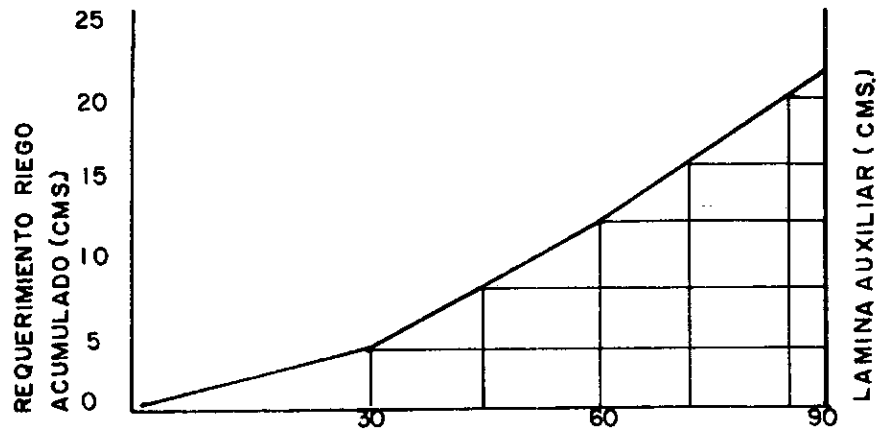
El riego crítico se efectúa a los 11 días y se de terminó mediante la gráfica No. 2, localizándose en el mes de abril.

5.7.8 Número de riegos por temporada seca

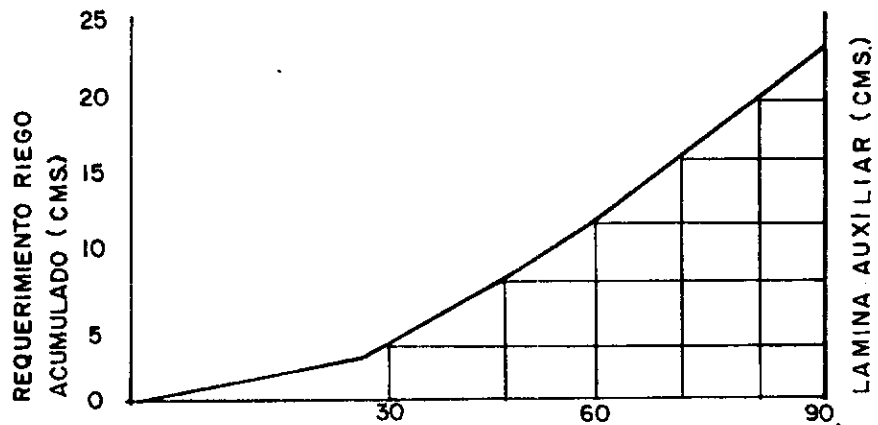
Corresponde a 12 riegos, y se determinó mediante la misma gráfica No. 2

GRAFICA N° 2

CALCULO DEL CALENDARIO TEORICO DE RIEGO



A. PRIMER CULTIVO (HORTALIZAS)



B. SEGUNDO CULTIVO (HORTALIZAS)

NOTA: PRIMER RIEGO SE APLICARA UNA LAMINA DE 8.16 CENTIMETROS CUANDO EL SUELO ESTE A P.M.P. O PROXIMO A EL.

RIEGOS POSTERIORES SE APLICARA UNA LAMINA DE 4.90 CENTIMETROS CUANDO LA HUMEDAD APROVECHABLE BAJE HASTA UN 60%.

VI DISEÑO

6.1 Captación

Se deberá contemplar la construcción de una presa construída rústicamente con piedra y material ciclópeo, a fin de elevar el tirante hidráulico.

Las funciones secundarias de ésta estructura será desviar y desarenar el líquido antes de conducirse por la correspondiente tubería de conducción.

6.2 Selección de tubería a emplear

Se seleccionó tubería del tipo P.V.C. (cloruro de polivinilo) por las siguientes razones:

- a. En la zona se puede excavar una zanja adecuada, puesto que se carece de áreas rocosas o pedregosas que presenten dificultad.
- b. Este tipo de tubería se recomienda emplearlo entre los límites de altura mayores de 1,000 m.s.n.m. y el lugar bajo estudio se sitúa en tre éste límite
- c. Se puede estimar una duración de hasta 30 años para fines de diseño

- d. El costo de tubería por unidad de longitud es el más bajo de los materiales existentes en el mercado local.
- e. El coeficiente de fricción en tubería de P.V. C. es bastante alto (C 150), de acuerdo a Hazen-Williams.

6.3 Caudal disponible

Se efectuó una serie de aforos durante el mes de abril y el caudal mínimo fué de 9 l/s; asumiendo un 35% como factor de seguridad, se tiene un caudal disponible de 5.85 l/s.

6.4 Selección del aspersor

6.4.1 Máxima tasa de aplicación recomendada (5) 10 m.m./hora

6.4.2 Lámina de riego neta 39 m.m.

6.4.3 Eficiencia de aplicación 80%

6.4.4 Lámina de riego bruta 49 m.m.

6.4.5 Tiempo de riego por posición 11 Hrs.
(Para poder efectuar 2 turnos por día, ya que el sistema estará en funcionamiento durante el día

y la noche).

6.4.6 Intensidad de riego (Ir)

$$Ir = \frac{lrb}{Tpr} = \frac{49 \text{ m.m.}}{11 \text{ Hrs.}} = 4.45 \text{ m.m./hora}$$

lrb = lámina de riego bruta

Tpr = tiempo de riego por posición

4.45 m.m./Hr.	<	10 m.m./Hr.
intensidad de riego		máxima intensidad de riego permisible

El riego con esta intensidad de aplicación se considera satisfactoria, al no exceder al limitante recomendado.

6.4.7 Aspersores de mediana presión (45 a 60 P.S.I.)

con alcances que varían de 23 a 37 m. se considera buena opción al presente estudio.

6.4.8 Velocidad del viento

En la zona de Patzaj oscilan en el orden de 16 Km/h.*

El espaciamiento para estas condiciones de viento, entre laterales no debe exceder el 65% del diámetro de riego, y el espaciamiento de los aspersores

FUENTE: Instituto de Sismología, Vulcanología, Metereología e Hidrología (INSIVUMEH)

a lo largo del lateral no deberá ser mayor del 50% del diámetro de riego recomienda (6)

Caudal del aspersor (q_a)

$$q_a = \frac{S_a \times S_l \times I_r}{1000} = \frac{12 \times 16}{1000} \times 4.45 = 0.86 \text{ m } 3/h$$

$$q_a = 0.86 \text{ m } 3/h = 0.24 \text{ l/s} = 3.79 \text{ GLM}$$

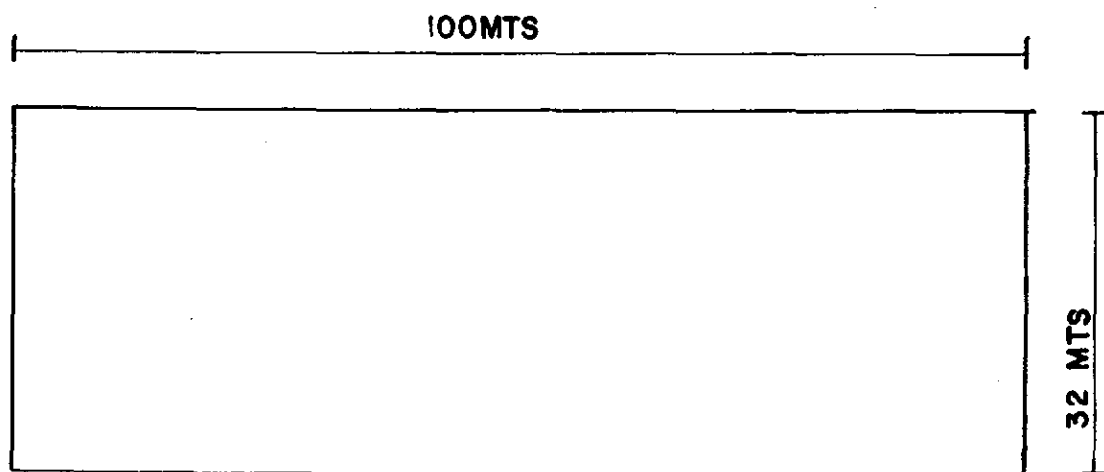
S_a = separación entre aspersores 16 m.

S_l = separación entre laterales 12 m.

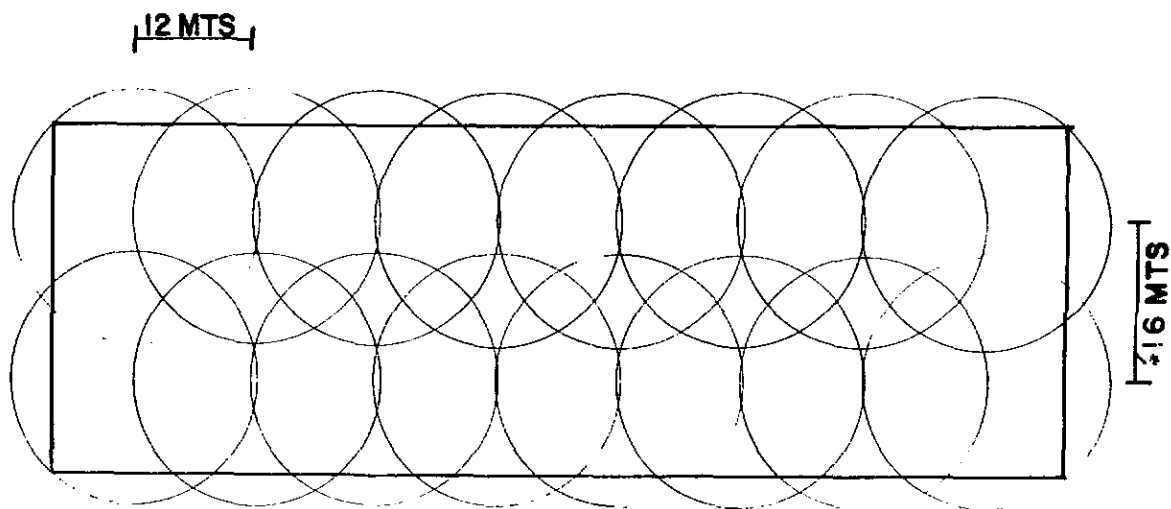
I_r = intensidad de riego 4.45 m.m./hr.

Debido a que el dimensionamiento de las parcelas es muy variable se optó por asumir una parcela tipo para fines de diseño (gráfica No. 3), en base a lo acordado, la distribución de los aspersores serán como se indica en la gráfica No. 4.

Habiendo planificado el distanciamiento conveniente, así como el caudal requerido en el aspersor, se consultarán catálogos de aspersores para seleccionar: boquilla, presión y diámetro de mojado que cumplan con estas condiciones.



GRAFICA N° 3 DIMENSIONAMIENTO PARCELA TIPO



GRAFICA N° 4 DISTRIBUCION DE LOS ASPERSORES EN LA PARCELA TIPO

6.5 Características del rociador elegido

Presión de operación	45 P.S.I.	Diámetro de boquilla	9/64"
Caudal del aspersor	3.78 GLM	Diámetro de mojado	24.40 m.
Modelo	20	de la casa Rain Bird	

Al presente rociador se le considera como de moderado alcance y presión intermedia, el traslape es superior al recomendado con lo cual es satisfecho lo observado en el inciso 6.4.8

6.6 Número de parcelas a regar simultáneamente

Se tiene un área definida por usuario y considerando un 80% de eficiencia de aplicación, se puede determinar el caudal necesario para el riego en dicha área.

$$Q_p = \frac{A \times lrb}{t} = \frac{3,100 \times 0.049}{22 \times 3600} = 0.00192 \text{ M}^3/\text{s} = 1.92$$

A = área (m.)

lrb = lámina de riego bruta (m.)

t = tiempo (s.)

Qp = caudal por parcela

Con el caudal por parcela (Q_p) y el caudal disponible (Q_d) se puede encontrar el No. de parcelas - (N_p) que se regarán conjuntamente.

$$N_p = \frac{Q_d}{Q_p} = \frac{5.85}{1.92} = 3.05$$

$$N_p = 3 \text{ parcelas}$$

Debido a la distribución de las parcelas en el área, al número de las mismas (24) y el intervalo crítico, se considera conveniente el ampliar el número de parcelas por riego, aunque irrigando - siempre la correspondiente área equivalente a las 3 parcelas como se definió anteriormente. Con la disposición anterior se logra reducir los diámetros de tubería y consecuentemente los costos, para ello fué necesario ampliar el ciclo de riego en dos días.

$$Q_p = \frac{A \times lrb}{t} = \frac{3,100 \times 0.049}{22 \times 3600 \times 2} = \frac{0.00096 \text{ M}^3/\text{s}}{0.96 \text{ l/s}}$$

$$Q_p = 0.96 \text{ l/s}$$

Donde el número de parcelas a regar simultáneamente será:

$$N_p = \frac{Q_d}{Q_p} = \frac{5.85 \text{ l/s}}{0.96 \text{ l/s}} = 6.06$$

$$N_p = 6 \text{ parcelas}$$

Con lo anterior se indica que se regarán 6 parcelas cada dos días y se tomó esta decisión debido al insuficiente caudal con que se dispone, dividiéndose al grupo original de 24 usuarios en tres subgrupos de 8 cada uno. El servicio será entregado mediante previo calendario de riego, en forma sectorizada por turnos y horarios fijos. Figura No. 1

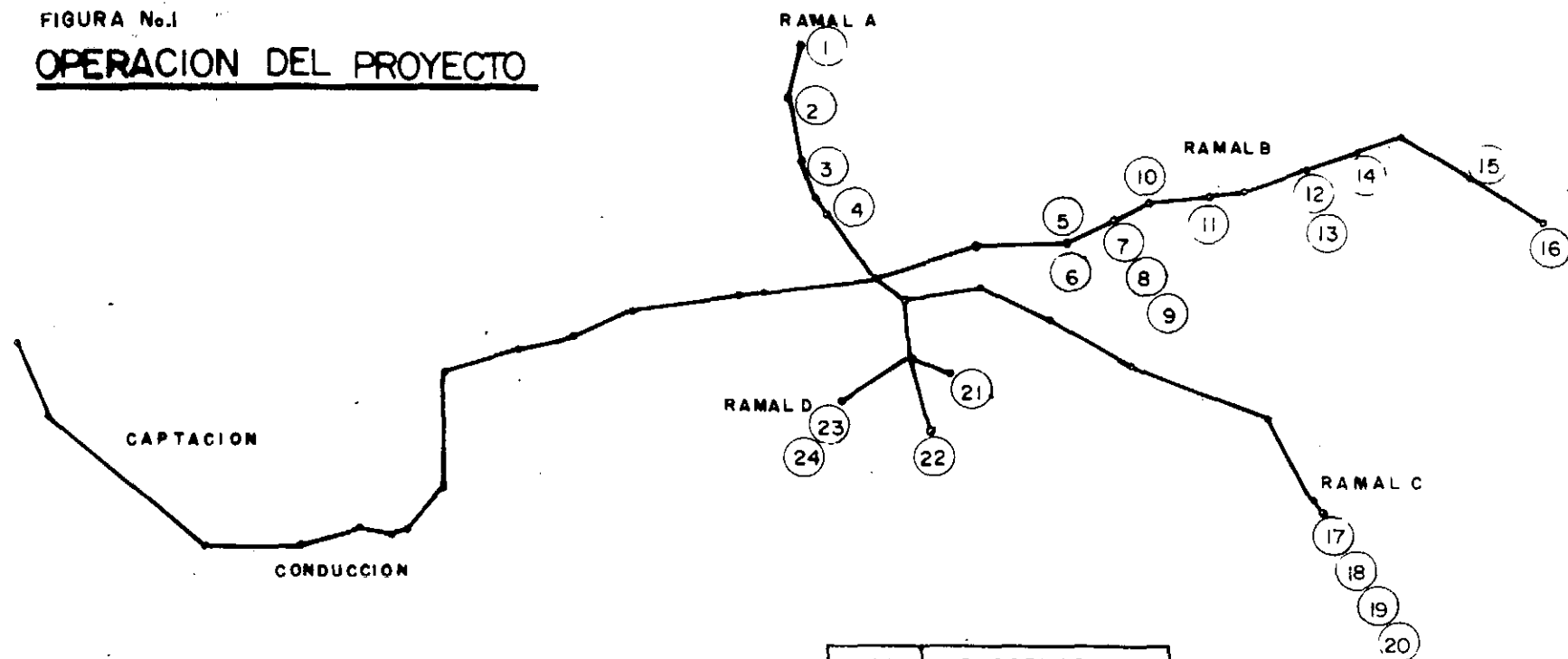
Como fue descrito anteriormente se ha de regar la totalidad del proyecto en 8 días, o sea el equivalente a las 24 parcelas que lo conforma. Como el intervalo de riego crítico es de 11 días, se considera que la distribución es adecuada pues dá un margen de 3 días para efectuar labores de mantenimiento del proyecto.

6.7 Número total de aspersores funcionando (Nf)

$$N_f = \frac{Q_d}{q_a} = \frac{5.85 \text{ l/s}}{0.24 \text{ l/s}} = 24.38$$

FIGURA No.1

OPERACION DEL PROYECTO



PRIMER G.	SEGUNDO G.	TERCER G.
HORARIO DE RIEGO		
1 4 8 4	8 16 12 16	12 17 21 17 21
2 4 8 4	8 16 12 16	12 17 21 17 21
3 3 7 3	7 15 11 15	11 18 22 18 22
4 3 7 3	7 15 11 15	11 18 22 18 22
5 2 6 2	6 14 10 14	10 19 23 19 23
6 2 6 2	6 14 10 14	10 19 23 19 23
7 1 5 1	5 13 9 13	9 20 24 20 24
8 1 5 1	5 13 9 13	9 20 24 20 24

GRUPO No.	PARCELAS
I	1,2,3,4,5,6,7,8
II	9,10,11,12,13,14,15,16
III	17,18,19,20,21,22,23,24

NOTA: HORAS EFECTIVAS DE RIEGO 22 H.
 HORAS PARA EFECTUAR CAMBIOS 2 H.
 HORAS BRUTAS DE OPERACION 24 H.

Nf = 24 aspersores

6.8 Número de aspersores funcionando por parcelas (nf)

$$nf = \frac{Nf}{pr} = \frac{24}{6} = 4$$

nf = 4 aspersores

pr = parcelas regando

Nf = total de aspersores funcionando

6.9 Caudal de diseño por parcela

$$Qp = nf \times qa$$

$$Qp = 4 \times 0.24 = 0.96 \text{ l/s}$$

$$Qp = 0.96 \text{ l/s}$$

nf = número de aspersores por parcela

qa = caudal por aspersor

6.10 Cálculo del ramal parcelar

Este lo conforma una tubería terciaria de P.V.C. la cual irá enterrada a lo largo de cada microparcela, cuya área promedio por usuario será de 3 cuerdas de 40 varas por lado, con dimensiones de 32 X 100 m. (gráfica No. 3)

Este ramal parcelar puede considerarse a la vez como un lateral, ya que, su cálculo tendrá implícito recomendaciones técnicas de diseño, donde la presión no debe de variar en un 20% entre el primero y el último de los aspersores funcionando, puesto que ésto significa una variación del 10% traducido en la descarga (5).

El estudio hidráulico consistió en ir seleccionando los diámetros adecuados de tubería, con el caudal de diseño por parcela (Q_p) de 0.96 l/s, logrando una uniformidad en la descarga de los aspersores, enmarcados dentro del criterio de mínima variación de presión. Para poder llevar a cabo éste estudio se determinaron las cotas en las microunidades de riego al distanciamiento de 12 m. en el sentido de la pendiente y se presentaron dos condiciones de cálculo debido a:

6.10.1 Existencia de pendiente positiva

Resulta favorable en el cálculo, se pueden seleccionar diámetros más económicos con fuerte pérdidas de carga por fricción, siendo fácilmente compensadas por la ganancia de altura.

Por medio de una gráfica se ejemplifica la presente situación.

Aplicando la ecuación de Bernoulli

$$H_1 + P_1 = H_2 + P_2 + H_f$$

Donde:

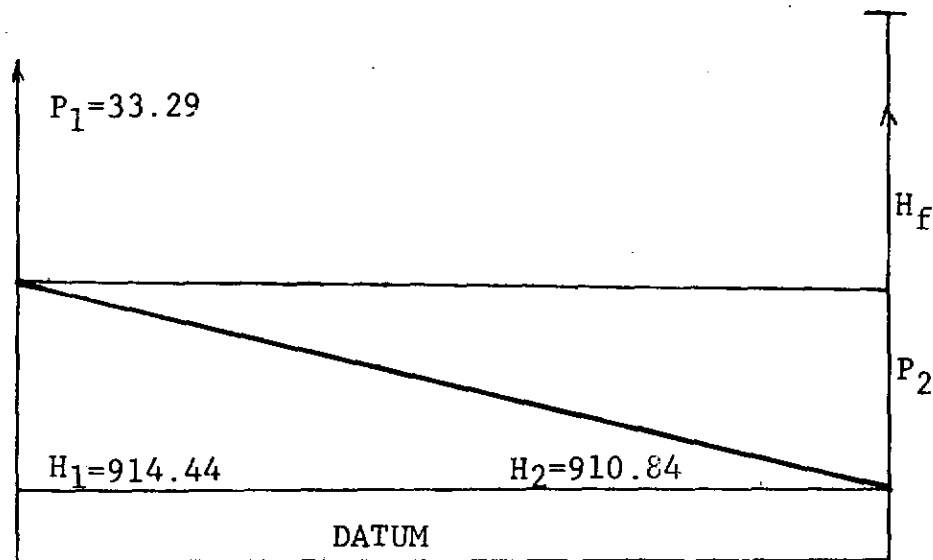
H_1 = cota al inicio del lateral

H_2 = cota al final del lateral

P_1 = presión al inicio del lateral

P_2 = presión al final del lateral

H_f = pérdida de carga por fricción $P_{to1} - P_{to2}$



P_{to1}

P_{to2}

$H + P_1$

$H + P + H$

P_2

$H - H_2 + P_1 - H_f$

$P_2 = 35.63 \text{ m.}$

$P_1 = 0.93 (P_2) \text{ satisfactorio}$

$P_2 = 0.80 (P_1) \text{ condición mínima}$

$$H_f = h_f + F_m$$

$$h_f = 2.62 \text{ m. tubo cerrado de } \phi=1", Q=1 \text{ l/s y}$$

$$L = 36 \text{ m.}$$

$$F = 0.48 \text{ factor para tubo con salidas múltiples}$$

$$H = 2.62 \times 0.48$$

$$H = 1.26 \text{ m.}$$

Las pérdidas de carga por fricción se muestra en la tabla No. 1. Los valores intermedios considerados fueron calculados mediante la ecuación conocida como fórmula de Hazen-Williams.

$$h_f = \left(\frac{V}{0.8494 C_1 R^{0.63}} \right)^{1.85}$$

Donde:

$$C_1 = \text{según Hazen-Williams para tubería P.V.C.}$$

$$C_1 = 150$$

$$R = \text{radio hidráulico (r)} \quad r = \frac{\text{radio}}{2}$$

$$h_f = \text{pérdida de carga m/m}$$

$$V = \text{velocidad del fluido (m.)} \quad V = \frac{Q}{A}$$

$$\text{Por continuidad } Q = V \times A.$$

$$V = Q/A$$

A = área

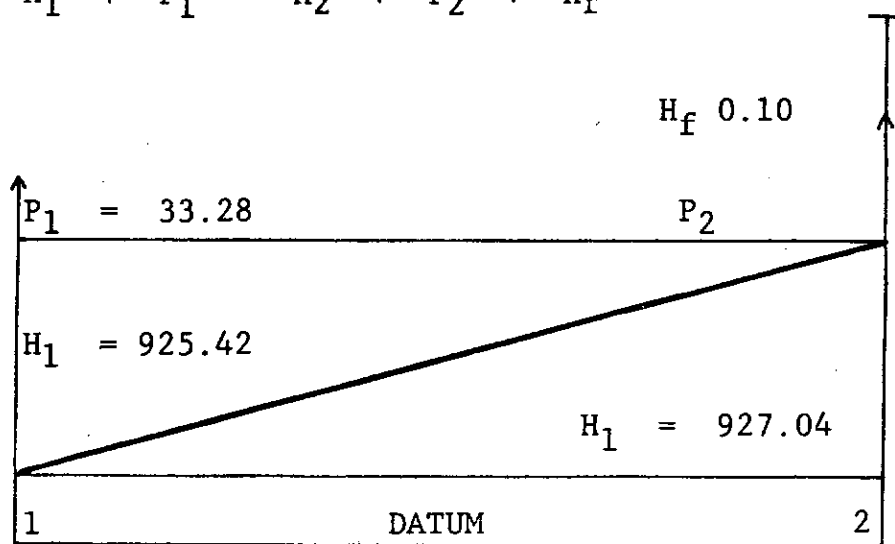
Q = caudal

6.10.2 Existencia de pendiente negativa

En el presente caso, las pérdidas de carga por fricción han de ser minimizadas más las pérdidas de carga por concepto de altura, acentúan que el factor presión mínima esté sobre el económico, - traducido en mayores diámetros. Gráficamente se describe ésta situación.

Aplicando la ecuación de Bernoulli

$$H_1 + P_1 = H_2 + P_2 + H_f$$



Pto₁

H₁ + P₁

=

Pto₂

H₂ + P₂ + H₂

$$P_2 = H_1 - H_2 + P_1 - H_f$$

$$P_2 = 31.56 \text{ m.}$$

$$P_2 = 0.95 (P_1) \text{ satisfactorio}$$

$$P_2 = 0.80 (P_1) \text{ condición mínima}$$

$$H_f = h_f \times F_m$$

$$h_f = 0.15 \text{ m. tubo cerrado de } 0.2 \text{ Q. } 1 \text{ l/s y}$$
$$L \text{ } 36 \text{ m.}$$

$$F_m = 0.48 \text{ factor para tubo con salidas}$$
$$\text{múltiples}$$

$$H_f = 0.15 \times 0.48$$

$$H_f = 0.07 \text{ m.}$$

Las pérdidas de carga por fricción se muestran en la tabla No. 1 y los valores intermedios fueron calculados mediante la ecuación de Hazen-Williams, descrita anteriormente. Para calcular pérdidas por fricción en tubería con salidas múltiples usar la tabla No. 2

6.11 Laterales

Propiamente serán mangueras de polietileno con un aspersor terminal, colocados en el sentido de la pendiente los que tendrán movimiento transversal a ésta para realizar un cambio de posición.

6.12 Cálculo línea de Distribución

Su objetivo es llevar el caudal proveniente de la línea principal y hacerla llegar a puntos donde se localizan las áreas de interés; áreas que irán siendo regadas de acuerdo a turnos específicos.

En el recorrido de ésta línea se dispondrán acometidas que alimenten a los laterales, haciéndoles funcionar con un caudal a determinada presión.

Son cuatro los ramales de distribución necesarios para completar la red de irrigación, misma que totaliza una longitud de 1,641.61 m. Para seleccionar los diámetros apropiados se hizo por tanteos utilizando el caudal de diseño por parcelas (Q_p) 0.96 l/s. El cálculo hidráulico por tramos y sus diámetros se muestra en los cuadros Nos. 7 y 8, las pérdidas de carga por fricción se calcularon con la tabla No. 1.

6.13 Dispositivos especiales en la línea de distribución.

Dada la configuración topográfica que presenta se hace necesario considerar en el diseño, válvulas de aire automáticas en las cimas, que por su altu

CUADRO No. 7
LINEA DE DISTRIBUCION
CALCULO HIDRAULICO

Ramal A

Tramo	L	Q	O	hf/100	hf	Pw	cota	As
15						977.42	909.44	67.98
15-16	93.13	1	1 1/4	2.43	2.26	975.16	940.44	34.72
16-17	34.64	1	1 1/4	2.43	0.84	974.32	939.06	35.26
17-18	72.13	1	1 1/4	2.43	1.75	972.57	941.31	31.26
18-19	45.22	1	1 1/4	2.43	1.10	971.44	942.47	28.65

CUADRO No. 7
LINEA DE DISTRIBUCION
CALCULO HIDRAULICO

Ramal B

Tramo	L	Q	O	hf/100	hf	Pw	cota	As
15						977.42	909.44	67.98
15-16	96.91	3	1 1/2	8.91	3.66	968.79	912.35	56.44
16-17	82.06	3	1 1/2	8.91	7.31	961.48	921.18	40.30
17-18	60.81	3	2	3.12	1.90	959.58	923.31	36.27
18-19	21.01	2	1 1/2	4.21	0.88	958.70	925.06	33.64
19-20	69.10	2	1 1/2	4.21	2.91	955.79	925.00	30.79
20-21	22.32	2	2	1.47	0.33	955.46	924.38	31.08
21-22	63.03	2	2	1.47	0.93	954.53	925.31	29.22
22-23	39.80	1	1 1/4	2.43	0.97	953.56	919.12	34.44
23-24	50.20	1	1 1/4	0.43	1.22	952.34	920.50	31.84
24-25	72.60	1	1 1/4	2.43	1.76	950.58	918.29	32.29
25-26	81.40	1	1 1/4	2.43	1.98	948.60	915.24	33.36

REFERENCIAS

L = longitud (m.)
Q = caudal (l/s)
O = diámetro (pulg)

Pw = altura piezometrica(m.)
As = presión disponible(m.)
hf = pérdida de carga (m.)

CUADRO No. 8
LINEA DE DISTRIBUCION
CALCULO HIDRAULICO

Ramal C

Tramo	L	Q	O	hf/100	hf	Pw	cota	As
16						975.95	910.91	65.04
16-17	65.78	1	1 1/4	2.43	1.60	974.45	906.97	67.38
17-18	70.43	1	1	7.28	5.13	969.22	900.50	68.72
18-19	84.18	1	1	7.28	6.13	963.09	896.14	66.95
19-20	135.70	1	1	7.28	9.88	953.21	889.98	63.23
20-R1	83.63	1	1	7.28	6.09	947.12	913.15	33.97
R1-R2	15.64	1	1	7.28	1.14	945.98	915.88	30.10

CUADRO No. 9
LINEA DE DISTRIBUCION

Ramal D

Tramo	L	Q	O	hf/100	hf	Pw	cota	As
15						977.42	909.44	67.98
15-16	34.96	2	1 1/2	4.21	1.47	975.95	910.91	65.04
16-17	68.15	1	1 1/4	2.43	1.66	974.29	920.20	54.09
17-R3	70.45	1	1 1/4	2.43	1.71	972.58	940.09	32.49
17						974.29	920.20	54.09
17-R4	34.13	1	3/4	17.86	6.10	968.19	930.40	37.79
17						974.29	920.20	54.09
17-R5	74.20	1	3/4	17.86	13.25	961.04	931.10	29.94

REFERENCIAS

L = longitud (m.)
Q = caudal (l/s)
O = diámetro (pulg)

Pw = altura piezometrica (m.)
As = presión disponible (m.)
hf = pérdida de carga (m.)

ra con respecto a la demás tubería, contribuyen al estrangulamiento de la sección útil de ésta, con acumulación de aire. En los puntos bajos de éstas líneas se instalaron válvulas de limpieza.

6.14 Energía disponible

Mediante el estudio topográfico se determinó que donde se ubicará la captación y el área de riego, se tiene una carga de altura positiva así:

$$\begin{array}{rcl} \text{cota } 993.68 & - & \text{cota } 909.44 = 84.24 \text{ m.} \\ \text{(posición de la} & \text{(fin de la línea)} & \text{(altura dis} \\ \text{fuente)} & & \text{ponible)} \end{array}$$

Según requerimientos de presión para los aspersores hacen innecesario la utilización de una planta de bombeo, lo que constituye un ahorro notable en cuanto a costos iniciales, manejo y operación del sistema.

6.15 Cálculo de la línea de conducción

Su función es hacer conducir el caudal captado necesario para regar el área del proyecto. De acuerdo a la altura positiva disponible se aprecia

un margen para seleccionar el diámetro más económico entre varias alternativas. Para ello se realizó una serie de tanteos estableciendo las pérdidas de carga para cada diámetro, así como la presión que se puede esperar al final de la línea, utilizando el caudal de diseño (Q_d) = 5.85 l/s

Cuadro No. 9

El cálculo hidráulico final de la alternativa elegida se muestra en el cuadro No. 10. Para calcular las pérdidas de carga se usó la tabla No. 1

CUADRO No. 9

ALTERNATIVAS DE DIAMETROS A USAR EN LA LINEA DE
CONDUCCION

Diámetro de tubería	Carga estática m.	Carga dinámica disponible m.	Pérdida de carga m.
2 1/2"	84.24	42.05	42.19
3" y 2 1/2"	84.24	58.03	26.21
3"	84.24	67.98	16.26
4" y 3"	84.24	69.19	15.05
4"	84.24	79.51	4.73

CUADRO No. 10
LINEA DE CONDUCCION
CALCULO HIDRAULICO

Tramo	L	Q	O	hf/100	hf	Pw	cota	As
1						993.68	993.68	0
1-2	57.74	6	3	1.65	0.95	992.73	985.00	7.73
2-3	164.09	6	3	1.65	2.71	990.02	967.70	22.32
3-4	83.57	6	3	1.65	1.38	988.64	961.62	27.02
4-5	60.86	6	3	1.65	1.00	987.64	955.79	31.85
5-6	31.96	6	3	1.65	0.53	987.11	952.62	34.49
6-7	14.78	6	3	1.65	0.24	986.87	950.52	36.35
7-8	53.89	6	3	1.65	0.89	985.98	947.87	38.11
8-9	111.50	6	3	1.65	1.84	984.14	940.51	43.63
9-10	70.96	6	3	1.65	1.17	982.97	938.62	44.35
10-11	55.00	6	3	1.65	0.91	982.06	937.65	44.41
11-12	59.86	6	3	1.65	0.99	981.07	934.60	46.47
12-13	84.19	6	3	1.65	1.39	979.68	929.29	50.39
13-14	36.64	6	3	1.65	0.60	979.08	922.43	56.65
14-15	100.71	6	3	1.65	1.66	977.42	909.44	67.98

REFERENCIAS

L = longitud (m.)
Q = caudal (l/s)
O = diámetro (pulg)

Pw = altura piezometrica (m.)
As = presión disponible (m.)
hf = pérdida de carga (m.)

TABLA No. 1

PERDIDA DE CARGA POR FRICCION EN TUBO SEMIRIGIDO UTILIZADO PARA
RIEGO (RELACION NORMAL DE DIMENSIONES = 21)¹

Pérdida en la carga por fricción expresada en m. por cada 100 m.								
1/s	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2 "	2"	2 1/2"	3"
	0.76 DL	0.95 DL	1.189DL	1.502DL	1.720DL	2.149DL	2.601DL	3.166DL
0.126	1.35	0.39	0.15	0.04	0.02			
0.252	4.87	1.39	0.54	0.17	0.09	0.03	0.01	
0.378	10.31	2.95	1.15	0.37	0.19	0.06	0.02	
0.503	17.50	5.01	1.97	0.63	0.32	0.11	0.04	0.01
0.631	26.62	7.62	2.98	0.95	0.49	0.16	0.06	0.02
0.946		16.12	6.32	2.03	1.04	0.35	0.14	0.05
1.26		27.39	10.79	3.46	1.78	0.60	0.23	0.09
1.58			16.30	5.22	2.70	0.91	0.36	0.13
1.89			22.86	7.32	3.78	1.27	0.50	0.19
2.21				9.75	5.03	1.70	0.67	0.25
2.52				12.46	6.46	2.18	0.86	0.32
2.84				15.51	8.02	2.71	1.07	0.40
3.15				18.87	9.75	3.30	1.30	0.49
3.47				22.48	11.64	3.94	1.54	0.59
3.79					13.64	4.62	1.81	0.69
4.10					15.85	5.36	2.10	0.80
4.42					18.19	6.14	2.42	0.92
4.73					20.65	6.99	2.75	1.06
5.05					23.28	7.86	3.10	1.19
5.36						8.81	3.47	1.33
5.68						9.79	3.85	1.48
5.99						10.82	4.25	1.64
6.31						11.89	4.69	1.80
6.94						14.21	5.59	2.14

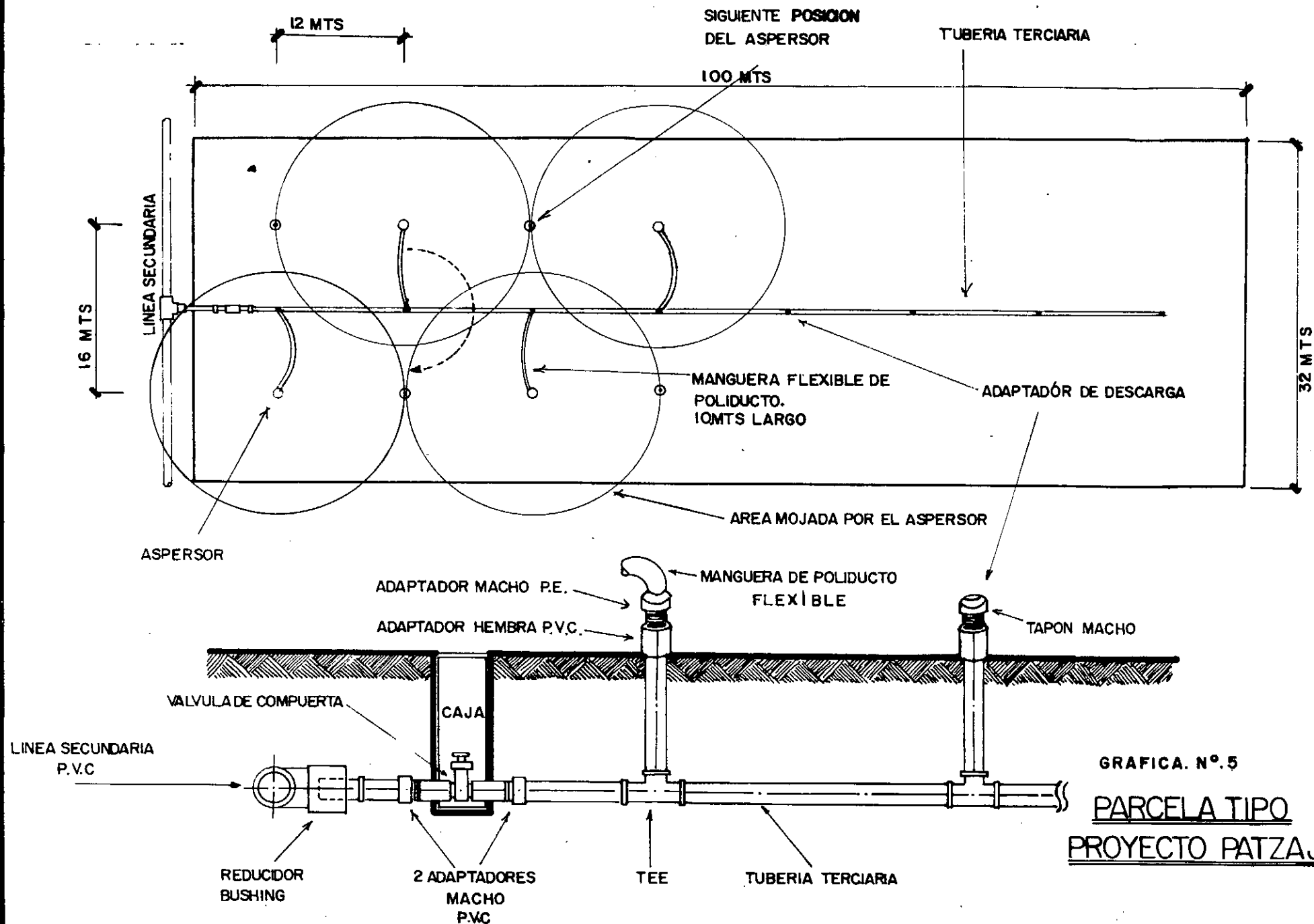
FUENTE: (5)

TABLA BASADA EN LA ECUACION DE HANZEN-WILLIAMS $-C_1 = 150$

- 1 Para calcular la pérdida de carga por fricción en tubos de P.V.C. que tengan relación normal de dimensiones diferentes de 21, deben multiplicarse por los valores de la tabla por el factor de conversión apropiado entre los que a continuación se indican:

Relación normal
de dimensiones

(SDR) NUMERO	FACTOR DE CONVERSION
13.5	1.35
17	1.13
21	1.00
26	0.91
32.5	0.84



GRAFICA. N° 5
PARCELA TIPO
PROYECTO PATZAJ

6.16 Cálculos generales y básicos de operación

Area total aproximada a regar	7.44 Has.
Area de riego por día	0.93 Has.
Número máximo de turnos/día/parcela	2
Número de turnos por proyecto/día	12
Area de riego por turno	0.46 Has.
Número de horas por posición/turno	11 Hrs.
Máximo de horas de operación al día	22 Hrs.
Duración del ciclo de riego	2 días
Número de posiciones por parcela/día	8
Número de posiciones por parcela/ciclo de riego	16

VII ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

7.1. Especificaciones Técnicas

Cultivo	
Siembra	1ra. 1o. Nov. 2da. 1o. feb.
Cosecha	1ra. 30 En. 2da. 29 abr.
Profundidad radicular	0.70 m.
Altura media	0.50 m.
Riego	
Intervalo crítico	11 días
Mes del intervalo crítico	abril
Número de riegos aproximados por temporada seca	12
Aspersores	
Boquilla	9/64"
Caudal	0.24 l/s = 0.86 M3/Hr.
Tasa de aplicación	4.45 m.m./Hr.
Presión (rango promedio)	45 P.S.I.
Diámetro de cobertura	24.39 m.
Modelo recomendado	20 Rain Bird
Separación entre aspersores	16 m.
Laterales	
Diámetro	25 m.m. 4 atmósferas.
Material	Polietileno de alta densidad

Separación	12 m.
Longitud	10 m.
Tubería secundaria (ramales A,B,C,D)	
Diámetro	3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2" y 2".
Material	P.V.C. (cloruro de polivinilo)
Longitud	1641 m.
Tubería terciaria (Ramal parcelar)	
Diámetro	3/4", 1" y 2"
Material	P.V.C.
Longitud	80 m. cada parcela
Tubería principal (Línea de conducción)	
Diámetro	3"
Material	P.V.C.
Longitud	985.75 m.

7.2. Especificaciones de Operación y manejo

Área total de riego	7.44 Has.
Área de riego por parcela	0.31 Has.
Área de riego por día	0.93 Has.
Área de riego por turno	0.47 Has.
Área de riego por lateral	0.16 Has.
Número de laterales por parcela/turno	4
Número de aspersores por lateral por parcela	1
Gasto por lateral	0.24 l/s = 0.86 M ³ /hr.

Carga total requerida por parcela	33.16 m.
Carga total requerida	67.98 m.
Número de grupos	3
Número de parcelas por grupo	8
Número de parcelas regando por día/grupo	2
Volúmen de agua por grupo/día	152.06 M3
Número total de aspersores por Unidad de riego	24
Número de parcelas regando por Unidad/día	6
Número de aspersores por grupo	8
Caudal del sistema	5.85 l/s = 21.06 M3 /Hr.
Caudal por grupo	1.92 l/s = 6.91 M3/Hr.
Caudal por parcela	0.96 l/s = 3.46 M3/Hr.

7.3. Especificaciones de materiales.*

Captación

Caja de captación (cemento, arena, hierro, otros)

Conducción

- 165 tubos de 3" 160 P.S.I.
- 1 válvula de compuerta de 3"
- 2 adaptadores macho de 3"
- 3 codos de 45° de 3"
- 2 codos de 90° de 3"
- 1 cruz de 3"
- 1 tee de 3" con rosca
- 1 tapón de 3" con rosca

Distribución

- 25 tubos de 2" de 125 P.S.I.
- 51 tubos de 1 1/2" 125 P.S.I.
- 116 tubos de 1 1/4" 125 P.S.I.
- 5 Tubos de 1" 125 P.S.I.
- 9 tubos de 3/4" 125 P.S.I.
- 2 válvulas de compuerta de 1 1/2"
- 1 válvula de compuerta de 1 1/4"
- 3 válvula de pie 1"
- 1 codo de 45° de 2"
- 1 codo de 45° de 1 1/2"
- 6 codos de 45° de 1 1/4"
- 2 codos de 45° de 1"
- 1 codo de 90° de 1 1/2"
- 1 codo de 90° de 1"
- 2 codos de 90° de 1 1/4"
- 11 cruces de 2"
- 1 cruz de 1 1/4"
- 2 tees de 1 1/2"
- 8 tees de 1 1/4"
- 10 tees de 1"
- 1 yee de 1 1/2"
- 2 reductores bushing de 3"-1 1/2"
- 1 reductor bushing de 3"-1 1/4"
- 4 reductores bushing de 2"-1 1/2"
- 1 reductor bushing de 2"-1"
- 3 reductores bushing de 2"-1 1/4"
- 2 reductores bushing de 1 1/2"-1 1/4"
- 9 reductores bushing de 1 1/4"-1"
- 2 reductores bushing de 1 1/4"-3/4"
- 1 reductor bushing de 1 1/2"-1"

4 adaptadores macho de 1 1/2"
2 adaptadores macho de 1 1/4"
5 adaptadores macho de 1"

Entrega

334 tubos de 1" de 100 P.S.I.
31 tubos de 2" de 100 P.S.I.
960 m.l. de polietileno de 25 m.m. 4 atmósferas
192 adaptadores hembra de 1"
168 tees de 1"
32 codos de 90° de 1"
2 codos de 90° de 2"
20 reductores bushing de 2"-1"
96 adaptadores con rosca de 1"-25m.m. polietileno
96 codos reductores de 25 m.m. polietileno-3/4" con rosca
96 niples de Hg. 3/4"X36"
96 reductores campana 3/4"-1/2"
96 aspersores de 4 gls.
96 bases estabilizadoras de hierro corrugado de 3/8
96 tapones de polietileno de 1"
4 tees de 2"
24 válvulas de compuerta de 1"
48 adaptadores macho de 1"

T O T A L

Q 7,000.62
=====

* Los precios unitarios no están consignados, y éstos corresponden a precios especiales por contrato abierto entre el gobierno y la empresa productora y/o importadora.

CUADRO No. 11

7.4 ESPECIFICACIONES DE MANO DE OBRA

Fase del proyecto	Clase de trabajo	Cantidad	Cociente de rendimiento	total	total fase
1. trabajos preliminares	Limpieza de captación y trazo	1,025 M2	Q 0.10 M2	Q 102.50	Q 102.50
2. Captación	manpostería	0.25 M3	Q 8.00 c/u	Q 2.00	
	concreto	0.88 M3	Q 13.00 c/u	Q 11.44	
	armado	6.60 ML	Q 0.08 c/u	Q 0.53	
	formaleta	4.83	Q 1.80 c/u	Q 8.69	
	repello y sabieta	14.25 M2	Q 0.80 c/u	Q 11.40	
	afinado de cemento	9.00 M2	Q 0.30 c/u	Q 2.70	Q 36.76
3. Conducción	abrir zanja (excavación y relleno)	473.16 M3	Q 3.80 c/u	Q 1,798.01	
	unir tubería	985.75 ML	Q 0.09 c/u	Q 88.72	Q 1,886.73
4. Distribución	abrir zanja (excavación y relleno)	787.97 M3	Q 3.80 c/u	Q 2,994.29	
	unir tubería	1,641.61 ML	Q 0.09 c/u	Q 147.74	
	colocación de válvulas	5 U	Q 12.00 c/u	Q 60.00	Q 3,202.03
5. Entrega	abrir zanja	729.60 M3	Q 2.25 c/u	Q 1,641.60	
	unir tubería	1,500.00 ML	Q 0.09 c/u	Q 135.00	
	colocación de válvulas	24 U	Q 10.00 c/u	Q 240.00	Q 2,016.60
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 7,288.31

FUENTE D.G.O.P. & I.N.F.O.M. (cocientes de rendimiento)

VIII CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio realizado se concluye lo siguiente:

- 8.1 Una de las alternativas para el incremento de la productividad agrícola de la aldea Patzaj, Comalapa, Chimaltenango, es la utilización racional del recurso agua en la época seca.
- 8.2 Sí es factible la introducción de riego en dicha aldea, utilizando el sistema de riego por aspersión.
- 8.3 El agua disponible de la fuente es de buena calidad, con un caudal en época seca de 9 l/s, con el cual se podrán regar 10.63 manzanas, beneficiándose a 24 propietarios.
- 8.4 La lámina neta por riego es de 3.92 con un intervalo de riego crítico de 11 días.
- 8.5 Las especificaciones del equipo para el sistema propuesto se da en el inciso VII. 7.3.

8.6 Las especificaciones de las operaciones del siste
ma deberá efectuarse según lo establecido en el in
ciso VII. 7.2

8.7 El costo inicial del sistema será de Q. 14,288.93,
los costos unitarios de Q. 1,344.00/manzana.

IX RECOMENDACIONES

En base al estudio realizado se recomienda:

- 9.1 La organización de los productores desde el inicio del funcionamiento del proyecto, de acuerdo a las características propias de éste, de la región donde se encuentre ubicado y de los propios usuarios; sobre este particular se sugiere consultar reglamentos para unidades de riego, y hacer los ajustes convenientes.
- 9.2 Considerar en planes posteriores a la ejecución del proyecto, una asesoría en la aplicación adecuada del agua de riego logrando una alta eficiencia, destreza tal, que el agricultor no puede desarrollar solo; llegando así a un grado de experiencia tal, que le permita paulatinamente ir consolidando técnicamente su empresa agrícola.
- 9.3 Para la realización del presente proyecto se haga uso del convenio de crédito 520-T-026, en donde los proyectos de miniriego son parte de las actividades del mejoramiento de los recursos agua.

Convenio sostenido entre los gobiernos de Guatemala y los Estados Unidos, a través de la (A.I.D.).

- 9.4 La presencia de un agente de extensión agrícola, que promueva la productividad alta, mediante el mejoramiento de las técnicas de cultivo, y que to me papel importante en la formulación de calendarios de riego.
- 9.5 Que las áreas a irrigar con topografía quebrada, alrededor del 8 al 10% de pendiente, sean estric tamente conservadas mediante estructuras que garanticen por muchos años el uso eficiente del re curso suelo.
- 9.6 Aplicar técnicas de conservación de suelos y aguas en la cuenca, a la cual pertenece la fuente de agua, a fin de garantizar el suministro permanente del preciado recurso.

XII BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA CONTREPAS M. Relaciones agua- suelo-atmósfera Tesis de Ing. Agr. Universidad Autónoma Chapingo, México, 1979. 365 p.
2. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Curso de adiestramiento en la distribución del agua. Trad. por Centro Regional de Ayuda Técnica. México, AID/RTAC, 1966 167 p.
3. CHANG, L. La evapotranspiración. Lima, Perú, Centro de Drenajes y Recuperación de Tierras, 1974 Cap. 6 (mimeo)
4. CISNEROS ARAGON, C. Copias del curso de riegos y drenajes I. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1980.
5. CLARENCE, J.H. Guía para el riego por aspersión. México, AID/RTAC, 1974. 90 p.
6. ESTADOS UNIDOS DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS. Riego por aspersión. México, Diana, 1972. 102 p.
7. GRASSI, C.J. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riegos con fines de formulación y diseño de proyectos. Mérida, Venezuela. Centro Internacional de Desarrollo Integral de Aguas, 1976, 90 p.
8. GUATEMALA, DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, Instructivo para el muestreo y registros de datos é interpretación de calidad del agua para riego agrícola. Memorándum Técnico No. 17 1978. 67 p.
9. GUNDERSEN, W. Riego y manejo del agua. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974 22 p.
10. HANSEN, O. é ISRAELSEN, V. Principios y aplicaciones de riego. 2a. ed. Madrid, España, Editorial Reverté 1975. 396 p.

11. MILLER, C. E. et al Fundamentos de la ciencia del suelo Tras. por Angel Reynosa F. México, Continental, 1967. 612 p.
12. MINERA BARILLAS, A. A. Compración de métodos para pronostocar evapotranspiración en Guatemala, Tesis -- Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. 88 p.
13. NACIONES UNIDAS. CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL. Estado actual y desarrollo propuesto para el riego en Guatemala. México, Comisión Económico para América Latina (CEPAL) 1977. 51 p. (mimeo)
14. PALENCIA ORTIS, J. A. Caracterización de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas en Centroamérica. - Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, Centro de Enseñanza e Investigación, 1969. 168 p.
15. ROJAS, M. R. Manuel de riego por aspersión. México, - Venezuela, CIDIAT, 1980. 206 p.
16. SALLOVITZ, M. Tratado de Ingeniería sanitaria 4a. ed. Buenos Aires, "El Ateneo", 1944. 450 p.
17. SANDOVAL ILLESCAS, J. E. Diseño de dos sistemas de riego (aspersión y goteo) para el campo experimental de la Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, - Universidad de San Carlos, 1977. 72 p.
18. SIMMONS, C., TARAMO, J. M. y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
19. WEINER, A. La situación de la alimentación en el mundo y los proyectos de riego, México. Secretaría de Recursos Hidrológicos. Memorándum Técnico No. 349 - 1976. 31 p.

A P E N D I C E

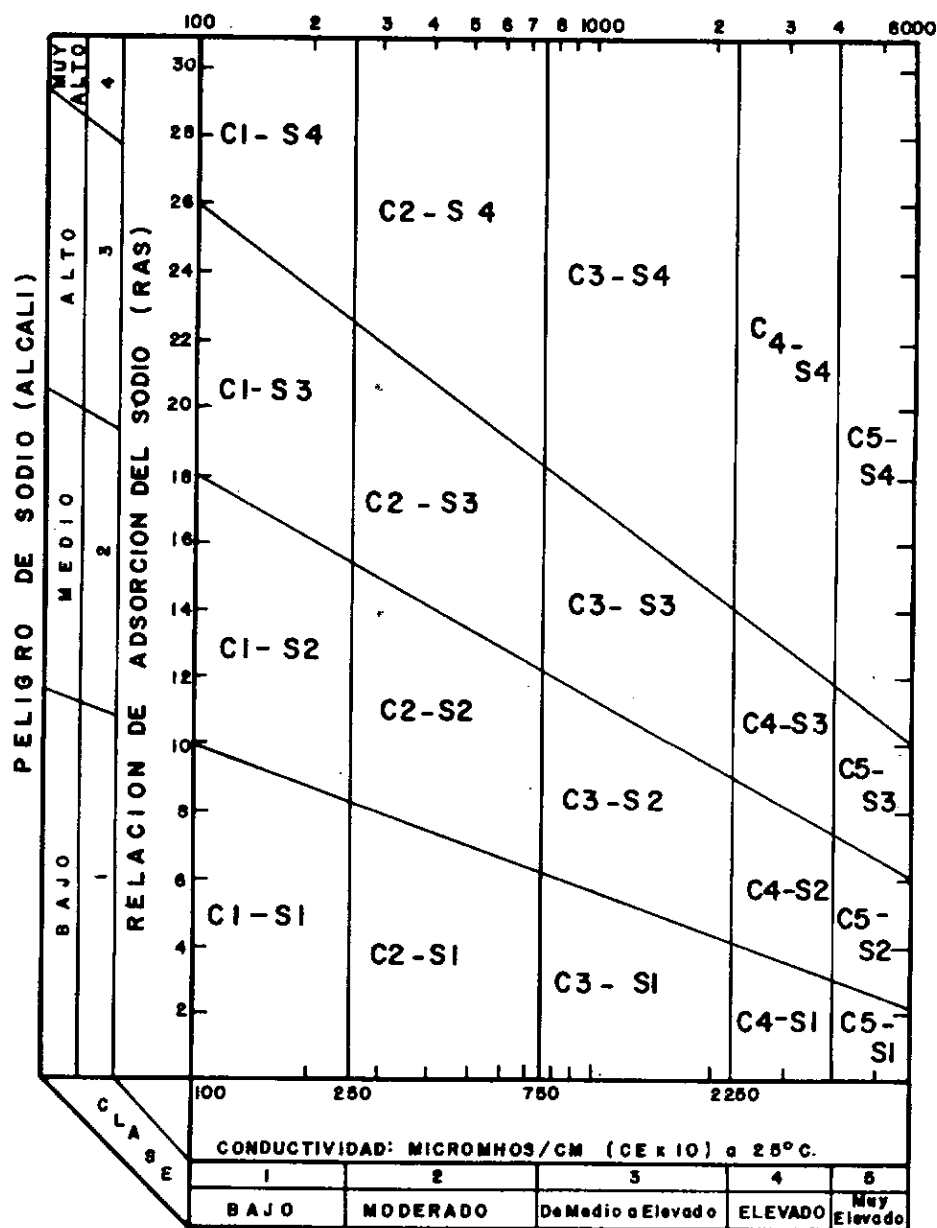


DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS PARA RIEGO

TABLA No. 1

<u>% DE INSOLACION PARA LOS DISTRITOS DE RIEGO EN GUATEMALA</u>											
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
8.08	7.39	8.43	8.44	8.90	8.73	8.99	8.79	8.28	8.28	7.85	8.04

FUENTE: INSIVUMEH

CUADRO No. 1

ALGUNOS VALORES DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN LOS MESES CRITICOS EN
EL ALTIPLANO

Estación	Latitud	Longitud	Elevación (m)	Marzo (mm)	Abril (mm)
Labor Ovalle	15° 28'	90° 22'	1,316.61	3.28	3.68
Huehuetenango	15° 19'	91° 28'	1,902	4.76	4.66
Jardín Mil F.	14° 27'	90° 38'	1,189	4.50	5.55
San Martín Jil.	14° 47'	90° 47'	1,820	4.47	4.75
Los Aposentos	14° 38'	90° 48'	1,776	4.00	4.33
Sta. Cruz B.	14° 41'	90° 55'	2,060	4.22	4.49

FUENTE: INSIVUMEH

CUADRO No. 2
DISTRIBUCION DE LA
ASPERSION EN GUATEMALA

Zona	Area cubierta (Mz.)	Cultivos	%
Altiplano	1,170	flores, café almá cigos, hortalizas frutales.	8.25
Costa sur	10,000	pastos, caña.	70.57
Oriente	3,000	hortalizas, café	21.17
total	14,170		100.00

FUENTE: Compañías TOPKE, TECUN, TECNIRIEGOS. Sección Socioeconómica.

CUADRO No. 3
ASPERSION EN EL ALTIPLANO
A NIVEL DE PEQUEÑO AGRICULTOR

Proyecto	Localización	Tipo de sistema	No. de fams.	Area (Has.)
Buena Vista	San Marcos	Grav/asp.	58	18
El Rosario	San Marcos	Grav/asp.	40	20
Esquipulas	San Marcos	Grav/asp.	83	60
Las Cruces	Quezaltenango	Grav/asp.	6	4
Los Alisos	Huehuetenango	Grav/asp.	120	150
Pacul	Chimaltenango	Grav/asp.	22	7
Rincon Grande	Chimaltenango	Bom/asp.	40	20
San Andrés Chapil-1	San Marcos	Grav/asp.	23	15
San Ramón	San Marcos	Grav/asp.	23	5
Santa Rita	San Marcos	Grav/asp.	17	30
Santa María Cauque	Sacatepequez	Bom/asp.	30	20
Sarayá	Chimaltenango	Grav/asp.	26	10
Tuixmil	San Marcos	Grav/asp.	13	17
Tzanjón	Totonicapán	Grav/asp.	8	3

FUENTE: Sub-Unidad de Asistencia Técnica REGION V DIGESA.

Cuadro N° 4. Coeficientes de desarrollo Kc para el uso en el cálculo de usos consuntivos.

% DE DESARROLLO	C U L T I V O S A N U A L E S																
	MAIZ	TRIGO	ALGODON	SORGO	CARTAMO	SOYA	ARROZ	FRIJOL	AJOYOLI	GARBANZO	CEBADA	TOMATE	LINAZA	CHILE	PAPA	CACAHUATE	CUCURBITACEAS
0	0.42	0.15	0.20	0.30	0.14	0.51	0.45	0.50	0.30	0.30	0.15	0.43	0.30	0.48	0.30	0.15	0.45
5	0.45	0.20	0.22	0.35	0.16	0.45	0.50	0.54	0.35	0.35	0.20	0.43	0.35	0.50	0.35	0.17	0.47
10	0.48	0.30	0.25	0.40	0.18	0.41	0.55	0.60	0.40	0.40	0.30	0.43	0.40	0.55	0.40	0.20	0.50
15	0.51	0.40	0.28	0.48	0.22	0.45	0.65	0.65	0.50	0.50	0.40	0.45	0.50	0.65	0.45	0.25	0.53
20	0.60	0.55	0.32	0.60	0.27	0.51	0.72	0.73	0.60	0.55	0.55	0.48	0.55	0.75	0.50	0.28	0.58
25	0.65	0.70	0.40	0.70	0.35	0.51	0.80	0.80	0.70	0.65	0.70	0.50	0.70	0.80	0.60	0.35	0.60
30	0.70	0.90	0.50	0.80	0.44	0.51	0.85	0.90	0.80	0.70	0.90	0.55	0.90	0.90	0.70	0.43	0.65
35	0.80	1.10	0.62	0.90	0.54	0.52	0.90	0.97	0.87	0.75	1.10	0.65	1.00	0.95	0.82	0.52	0.70
40	0.90	1.25	0.89	1.00	0.64	0.55	0.92	1.05	0.85	0.78	1.25	0.75	1.10	0.95	0.97	0.61	0.75
45	1.00	1.40	0.90	1.08	0.75	0.57	0.93	1.10	1.00	1.60	1.40	0.85	1.15	1.05	1.05	0.61	0.80
50	1.05	1.50	0.98	1.07	0.85	0.60	0.93	1.12	1.10	0.82	1.50	0.95	1.20	1.05	1.15	0.63	0.81
55	1.07	1.57	1.00	1.05	0.97	0.63	0.93	1.12	1.20	0.85	1.57	1.00	1.28	1.05	1.25	0.60	0.82
60	1.08	1.62	1.02	1.00	1.07	0.65	0.92	1.10	1.28	0.85	1.62	1.03	1.30	1.05	1.30	1.00	0.80
65	1.07	1.61	1.00	0.95	1.07	0.68	0.90	1.05	1.30	0.82	1.61	1.02	1.35	1.05	1.35	1.01	0.79
70	1.05	1.55	0.95	0.90	1.08	0.70	0.85	1.02	1.32	0.80	1.55	0.98	1.30	1.00	1.38	1.02	0.77
75	1.02	1.45	0.87	0.82	1.02	0.70	0.80	0.95	1.29	0.75	1.45	0.95	1.28	0.97	1.38	0.91	0.75
80	1.00	1.30	0.80	0.75	0.95	0.69	0.68	0.87	1.25	0.70	1.30	0.90	1.25	0.90	1.35	0.80	0.72
85	0.95	1.10	0.75	0.70	0.85	0.63	0.63	0.80	1.10	0.65	1.10	0.85	1.10	0.85	1.35	0.60	0.71
90	0.90	0.95	0.65	0.65	0.75	0.55	0.55	0.72	1.00	0.60	0.95	0.80	0.95	0.80	1.30	0.41	0.70
95	0.87	0.80	0.55	0.60	0.60	0.43	0.55	0.70	0.90	0.50	0.90	0.75	0.80	0.70	1.25	0.25	0.67
100	0.85	0.62	0.50	0.55	0.45	0.31	0.47	0.62	0.80	0.40	0.62	0.70	0.60	0.60	1.20	0.11	0.65

Fuente: (1)

Cuadro N° 5. Coeficientes de desarrollo Kc para uso en el cálculo de usos consuntivos.

MES	CAÑA	ALFALFA	PASTO	VID	CITRICOS	FRUTALES DE HOJA CADUCA	FRUTALES DE HOJA PERENNE
1	0.30	0.65	0.48	0.20	0.65	0.20	0.60
2	0.35	0.75	0.60	0.23	0.67	0.25	0.75
3	0.50	0.85	0.75	0.30	0.69	0.35	0.85
4	0.60	1.00	0.85	0.50	0.70	0.65	1.00
5	0.77	1.10	0.87	0.70	0.71	0.85	1.10
6	0.90	1.13	0.90	0.80	0.72	0.95	1.12
7	0.98	1.12	0.90	0.80	0.72	0.98	1.12
8	1.02	1.08	0.87	0.75	0.71	0.85	1.05
9	1.02	1.00	0.85	0.67	0.70	0.50	1.00
10	0.98	0.90	0.80	0.50	0.68	0.30	0.85
11	0.90	0.80	0.65	0.35	0.67	0.20	0.75
12	0.78	0.65	0.60	0.25	0.65	0.20	0.60

Fuente: (1)

Cuadro N° 6. Valores de la expresión $\frac{1+17.8}{21.8}$ en relación con temperaturas medias en °C para usarse en la fórmula de Blaney y Criddle.

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3....	0.954	0.959	0.963	0.968	0.972	0.977	0.982	0.986	0.991	0.995
4....	1.000	1.005	1.009	0.014	1.018	1.023	1.028	1.032	1.037	1.041
5....	1.046	1.050	1.055	1.060	1.064	1.069	1.074	1.078	1.083	1.087
6....	1.092	1.096	1.101	1.106	1.110	1.115	1.119	1.124	1.128	1.133
7...	1.138	1.142	1.147	1.151	1.156	1.161	1.165	1.170	1.174	1.179
8...	1.183	1.188	1.193	1.197	1.202	1.206	1.211	1.216	1.220	1.225
9...	1.229	1.234	1.239	1.243	1.248	1.252	1.257	1.261	1.266	1.271
10...	1.275	1.279	1.284	1.289	1.294	1.298	1.304	1.307	1.312	1.317
11...	1.321	1.326	1.330	1.335	1.339	1.344	1.349	1.354	1.358	1.362
12....	1.367	1.372	1.376	1.381	1.385	1.390	1.394	1.400	1.404	1.408
13...	1.413	1.417	1.422	1.427	1.431	1.436	1.440	1.445	1.450	1.454
14...	1.459	1.463	1.468	1.472	1.477	1.482	1.486	1.491	1.495	1.500
15...	1.505	1.509	1.514	1.518	1.523	1.528	1.532	1.537	1.541	1.546
16...	1.550	1.555	1.560	1.564	1.569	1.573	1.578	1.583	1.587	1.592
17...	1.596	1.601	1.606	1.610	1.615	1.619	1.624	1.628	1.633	1.638
18...	1.642	1.647	1.651	1.656	1.661	1.665	1.670	1.674	1.679	1.683
19...	1.688	1.693	1.697	1.702	1.706	1.711	1.716	1.720	1.725	1.729
20...	1.734	1.739	1.743	1.748	1.752	1.757	1.761	1.766	1.771	1.775
21...	1.780	1.784	1.789	1.794	1.798	1.803	1.807	1.812	1.817	1.821
22...	1.826	1.830	1.835	1.839	1.844	1.849	1.853	1.858	1.862	1.867
23...	1.872	1.876	1.881	1.885	1.890	1.894	1.899	1.904	1.908	1.913
24...	1.917	1.922	1.927	1.931	1.936	1.940	1.945	1.950	1.954	1.959
25...	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982	1.986	1.991	1.995	2.000	2.004
26...	2.009	2.014	2.018	2.023	2.028	2.032	2.037	2.041	2.046	2.050
27...	2.055	2.060	2.064	2.069	2.073	2.078	2.083	2.087	2.092	2.096
28...	2.101	2.106	2.110	2.115	2.119	2.124	2.128	2.133	2.138	2.142
29...	2.147	2.151	2.156	2.161	2.165	2.170	2.174	2.179	2.183	2.188
30...	2.193	2.197	2.202	2.206	2.211	2.216	2.220	2.225	2.229	2.234
31...	2.239	2.243	2.248	2.252	2.257	2.261	2.266	2.271	2.275	2.280
32...	2.284	2.289	2.294	2.298	2.303	2.307	2.312	2.317	2.321	2.326
33...	2.330	2.335	2.339	2.344	2.349	2.353	2.358	2.362	2.367	2.372
34...	2.376	2.381	2.385	2.390	2.394	2.399	2.404	2.408	2.413	2.417
35...	2.422	2.427	2.431	2.436	2.440	2.445	2.450	2.454	2.459	2.463

FUENTE (1)

Quadro 7. Coeficientes globales de uso consuntivo (K_G) para diferentes cultivos.

CULTIVO	Período de Crecimiento (Vegetativo)	Coeficiente Global K_G		
Aguacate	Todo el año	0.50	a	0.55
Ajonjolí	3 a 4 meses	0.80		
Alfalfa	Entre Heladas	0.80	a	0.85
	En invierno	0.60		
Algodón	6 a 7 meses	0.60	a	0.65
Arroz	3 a 5 meses	1.00	a	1.20
Cacahuete	5 meses	0.60	a	0.65
Cacao	Todo el año	0.75	a	0.80
Café	Todo el año	0.75	a	0.75
Camote	5 a 6 meses	0.60		
Caña de Azúcar	Todo el año	0.75	a	0.90
Cártamo	5 a 8 meses	0.55	a	0.65
Cereales de granos pequeños	3 a 6 meses	0.75	a	0.85
(Alpiste)				
(Avena)				
(Cebada) (Centeno)				
(Trigo)				
Cítricos	7 a 8 meses	0.50	a	0.65
Chile	3 a 4 meses	0.60		
Espárrago	6 a 7 meses	0.60		
Fresa	Todo el año	0.45	a	0.60
Frijol	3 a 4 meses	0.60	a	0.70
Frutales de hueso y pepita				
(hoja caduca)	Entre heladas	0.60	a	0.70
Frutales establecidos de climas tropicales y subtropicales	Todo el año	$0.75E_{TA}$	+	$0.80E_{TA}$
(Hoja descidua)		$2 \sum f$		
En donde:				
E_{TA} = Evaporación de tanque tipo A				
f = Factor de luminosidad y temperatura				
Garbanzo	4 a 5 meses	0.60	a	0.70
Girasol	4 meses	0.50	a	0.65
Gladiola	3 a 4 meses	0.60		
Haba	4 a 5 meses	0.60	a	0.70
Hortalizas	2 a 4 meses	0.60		
Jitomate	4 meses	0.70		
Lechuga y Col	3 meses	0.70		
Lenteja	4 meses	0.60	a	0.70
Lino	7 a 8 meses	0.70		0.80

FUENTE: (1)

Nota: Los valores menores de K_G corresponden a las regiones costeras y los valores máximos a las zonas de clima árido.

CUADRO No. 8

TASAS MAXIMAS DE APLICACION QUE SE SUGIEREN PARA ROCIADORES, PARA
SUELOS, PENDIENTES Y PROFUNDIDADES DE LABRANZA MEDIOS

Textura y perfil del Suelo	Pendiente de 0 a 5 % mm/hora	Pendiente de 5 a 8 % mm/hora	Pendiente de 8 a 12 % mm/hora	Pendiente de 12 a 16 % mm/hora
Suelo arenoso de grano burdo hasta 2 m.	51	37.5	25.4	12.7
Suelos arenosos de grano burdo encima de estratos más densos	37.5	25.4	19	10.2
Barros ligeramente arenosos hasta 2 m.	25.4	20.3	15	10.2
Barros ligeramente arenosos sobre estratos más densos	19	12.7	10.2	7.6
Barros con cieno hasta 2 m.	12.7	10.2	7.6	5.1
Barro con cieno sobre estratos más densos	7.6	6.3	3.8	2.5
Arcillas densas o barro arcillosos	3.8	2.5	2	1.5

FUENTE: (5)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

Dr. Antonio A. Sandoval S.
DECANO

