

870117

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



F²
Ejers

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

•PROYECTO DEL CALCULO Y SELECCION DEL SISTEMA DE
RIEGO POR ASPERSION PARA UNA SUPERFICIE
EN DECLIVE DE 53,730 M2.”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

GERARDO FLORES SAHAGUN

GUADALAJARA, JALISCO 1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO I. ANTECEDENTES Y NECESIDADES	
1.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA REGION DONDE ESTA UBICADO EL -- PREDIO.	
1.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA	2
1.1.2 SUELOS	6
1.1.3 CLIMATOLOGIA	6
1.1.4 VIAS DE COMUNICACION	7
1.1.5 CULTIVOS QUE SE PUEDEN DESARROLLAR EN LA REGION	8
1.1.6 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CULTIVOS RECOMENDABLES EN LA ZONA DE ESTUDIO Y SUS NECESIDADES DE AGUA	8
1.2 HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION	16
1.2.1 DEFINICION DE RIEGO POR ASPERSION	18
1.2.2 VENTAJAS DEL RIEGO POR ASPERSION	18
1.2.3 DESVENTAJAS DEL RIEGO POR ASPERSION	19
1.2.4 CLASIFICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EQUIPOS DE RIEGO POR ASPERSION	21
1.2.5 CARACTERISTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EQUIPOS	21
1.2.6 SELECCION DEL EQUIPO DE RIEGO POR ASPERSION	26

CAPITULO II. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.	
2.1 DIMENSIONES DEL TERRENO	27
2.2 TOPOGRAFIA	27
2.3 ANALISIS FISICO Y QUIMICO DEL SUELO	30
2.3.1 INTERPRETACION DE CADA UNO DE LOS CONCEPTOS	30
2.4 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL AGUA DE RIEGO	41
2.4.1 CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION	43
2.5 ESTUDIO DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS TOMADAS EN LA ESTACION EL FUERTE EN EL MUNICIPIO DE COCULCAN, JALISCO	43
2.6 DISPONIBILIDAD DEL AGUA	47
CAPITULO III. CALCULOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION	
3.1 PARTES QUE LO FORMAN	49
3.1.1 UNIDAD DE RIEGO	49
3.1.2 LINEA DE CONDUCCION	49
3.1.3 EQUIPO MOTOBOMBA	50
3.2 DISEÑO DEL SISTEMA	
3.2.1 INFORMACION BASICA REQUERIDA PARA CALCULAR O PRECISAR LA CAPACIDAD DEL SISTEMA ES NECESARIO DETERMINAR ANTES LO SIGUIENTE	50
3.2.2.1 CALCULO DE LA LAMINA DE RIEGO	51
3.2.2.2 CALCULO DE LA LAMINA NETA POR RIEGO	53

3.2.2.4 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA	54
3.2.5 SELECCION DEL TIPO DE ASPERSOR	56
3.2.5.1 DETERMINACION DEL No. DE POSICIONES POR LATERAL, GASTO DEL BLOQUE, No. DE ASPERSORES POR LATERAL DE LA LINEA PRINCIPAL 1	57
3.2.5.2 DETERMINACION DEL No. DE POSICIONES POR LATERAL, GASTO DEL BLOQUE, No. DE ASPERSORES POR LATERAL EN LA LINEA PRINCIPAL 2.	60
3.2.6 CALCULO DE LA PERDIDA DE PRESION PERMISIBLE EN LOS LATERALES	61
3.2.7 DETERMINACION DEL DIAMETRO DEL LATERAL	62
3.2.8 DETERMINACION DE LAS PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN EL LATERAL	62
3.2.9 CALCULO DE LA PRESION REQUERIDA EN EL PRINCIPAL	64
3.2.10 DETERMINACION DE LAS PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN EL PRINCIPAL	65
3.2.10.1 PARA LA LINEA PRINCIPAL 1.	65
3.2.10.2 PARA LA LINEA PRINCIPAL 2	67
3.2.11 CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA	69
3.2.11.1 PARA LA LINEA PRINCIPAL 1	69
3.2.11.2 PARA LA LINEA PRINCIPAL 2	70
3.2.12 CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA PARA EXTRAER EL AGUA DEL POZO	71

3.2.13 CALCULO DE LA INSTALACION ELECTRICA	74
3.2.13.1 CALCULOS REALIZADO	74
3.2.13.2 DIAGRAMA UNIFILAR DEL CIRCUITO	77
3.2.13.3 PLANO DE UBICACION DE LOS MOTORES E INSTALACIONES	78

CAPITULO IV. SELECCION DEL EQUIPO

4.1 ASPERSORES SELECCIONADOS	79
4.2 TUBERIA SELECCIONADA	
4.2.1 TUBERIA PARA LOS LATERALES	79
4.2.2 TUBERIA PARA LOS ELEVADORES	79
4.2.3 TUBERIA PARA LAS LINEAS PRINCIPALES	79
4.3 HIDRANTES UTILIZADOS ENTRE LINEA PRINCIPAL Y LATERAL	80
4.4 CONEXION UTILIZADA EN LA LINEA PRINCIPAL 1	80
4.5 VALVULAS UTILIZADAS EN LAS LINEAS PRINCIPALES	80
4.6 MANOMETROS REQUERIDOS	80
4.7 TAPON PARA LINEA LATERAL	80
4.8 SELECCION DE LOS EQUIPOS MOTOBOMBA	81
4.8.1 MOTOBOMBA SELECCIONADA PARA LA LINEA PRINCIPAL 1	81
4.8.2 MOTOBOMBA SELECCIONADA PARA LA LINEA PRINCIPAL 2	81
4.8.3 MOTOBOMBA SELECCIONADA PARA EXTRAER EL AGUA DEL POZO AL ESTANQUE	81
4.9 TUBERIA UTILIZADA PARA LA MOTOBOMBA -- PARA EXTRAER EL AGUA DEL POZO Y ACCESORIO	82
4.10 ARRANCADORES SELECCIONADOS Y PROTECCIONES	82
4.10.1 PARA LOS MOTORES DE 5 H.P.	82

	Página
4.10.2 PARA EL MOTOR DE 20 H.P.	82
4.10.3 CAJA DE FUSIBLES	83
4.11 TUBERIA Y CONEXIONES UTILIZADAS PARA LA INSTALACION ELECTRICA	83
4.12 CONDUCTORES SELECCIONADOS	83
CAPITULO V. ESTUDIO ECONOMICO DEL SISTEMA	
5.1 COTIZACION DEL SISTEMA	84
5.2 COSTO DE LA SIEMBRA	85
5.3 GASTOS POR AÑO DE LA SIEMBRA	86
5.4 GANANCIA PROMEDIO DEL CULTIVO	86
5.5 ANALISIS ECONOMICO	86
CONCLUSIONES	95
BIBLIOGRAFIA	97
TABLAS	(anexo)

LISTA DE PLANOS

Planos		Página
1.	LOCALIZACION DEL ESTADO DE JALISCO EN LA REPUBLICA MEXICANA.	3
2.	LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE OCOTLAN EN EL ESTADO DE JALISCO.	4
3.	UBICACION DEL PREDIO EN EL MUNICIPIO DE OCOTLAN.	5
4.	PLANO DEL TERRENO A IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION.	28
5.	PLANO DEL TERRENO Y LOCALIZACION DE LOS PUNTOS DONDE SE OBTUVIERON LAS MUESTRAS DEL SUELO.	33
6.	PLANTA DE DISTRIBUCION PROPUESTA PARA EL TRAZO DE LINEAS LATERALES Y PRINCIPALES.	55

LISTA DE CUADROS

Cuadros

1.	ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS.	31
2.	ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO.	42

GRAFICA

1.	PERFIL DEL TERRENO EN ESTUDIO	29
----	-------------------------------	----

I N T R O D U C C I O N

Ante la problemática que se presenta en nuestro -- país del bajo nivel de explotación de terrenos por factores topográficos y abastecimiento de agua, se requiere diseñar sistemas de riego que ayuden a solucionar esta problemática.

Para el siguiente diseño que se presenta surgió ante la necesidad del aprovechamiento de un predio que por su problemática de estar con una pendiente considerable y sus suelos no es posible cultivarse en temporada de secas.

En el Capítulo I se presenta la ubicación del predio, los cultivos que se pueden sembrar en la región, a su vez se define los diferentes tipos de equipos de riego por aspersión y se da el óptimo para implementarse en el predio.

En el Capítulo II se obtiene todos los datos requeridos para llevar a cabo el diseño en los cuáles se indican las dimensiones del predio, su topografía, análisis físico y químico del suelo, análisis del agua, capacidad disponible de agua, así como las condiciones climatológicas del municipio donde se encuentra el predio.

Los cálculos del sistema de riego por aspersión seleccionado se presenta en el Capítulo III donde se indica la distribución y características del sistema de riego, así como la Instalación eléctrica requerida.

Una vez calculado el sistema se prosigue a la selección del equipo y sus características que se presenta en el Capítulo IV.

Ante la evolución económica actual se presenta la necesidad de que cualquier inversión se requiere que sea rentable, por lo que se elabora un Estudio Económico presentado en el Capítulo V, para el cuál se obtiene la cotización del equipo y costo de implementación del cultivo, para así ver si es rentable la inversión.

C A P I T U L O I

ANTECEDENTES Y NECESIDADES

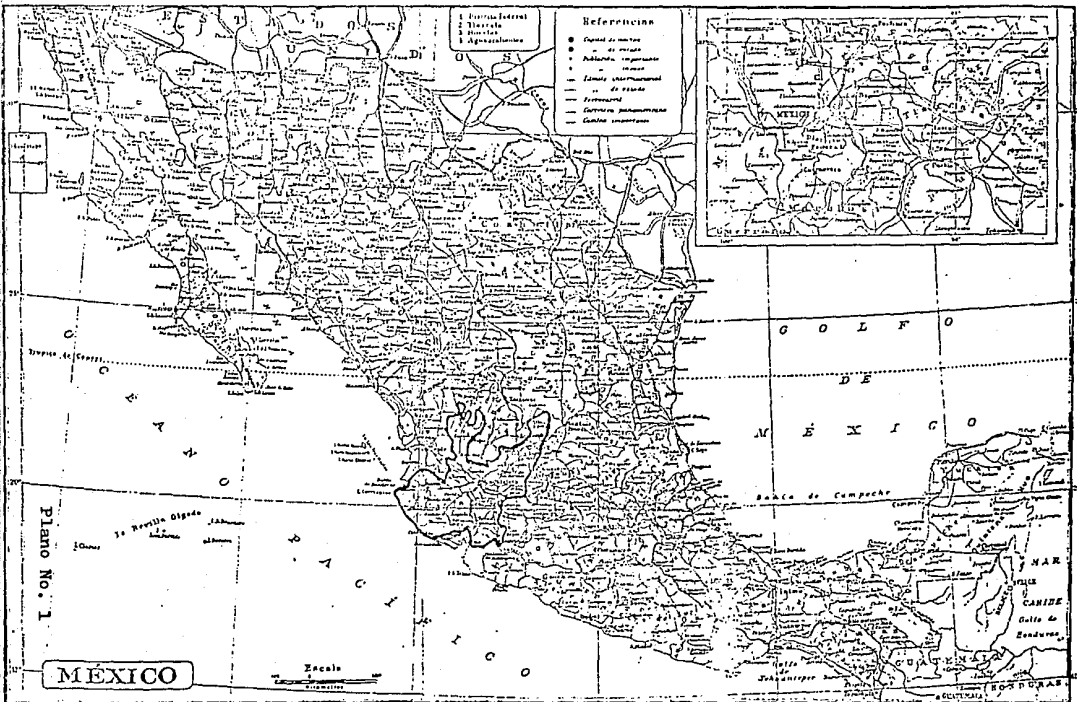
1.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA REGION DONDE ESTA UBICADO EL PREDIO.

1.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA.

La ubicación del predio en donde se va a implementar el sistema de riego por aspersión se encuentra en el municipio de Ocotlán del estado de Jalisco de la República Mexicana, a una latitud de $20^{\circ} 18' N'$ y a una altitud de 1542 metros sobre el nivel del mar.

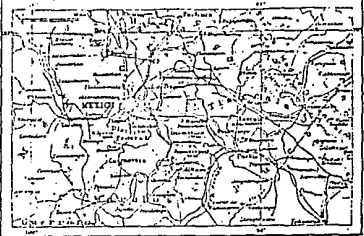
A continuación se presentan los planos para poder localizar más fácilmente la ubicación del predio:

- Plano No. 1 Localización del estado de Jalisco en la República Mexicana.
- Plano No. 2 Localización del municipio de Ocotlán en el estado de Jalisco.
- Plano No. 3 Ubicación del predio en el municipio de Ocotlán.



- 1 Territorio Federal
- 2 Estados
- 3 Municipios
- 4 Aglomeraciones

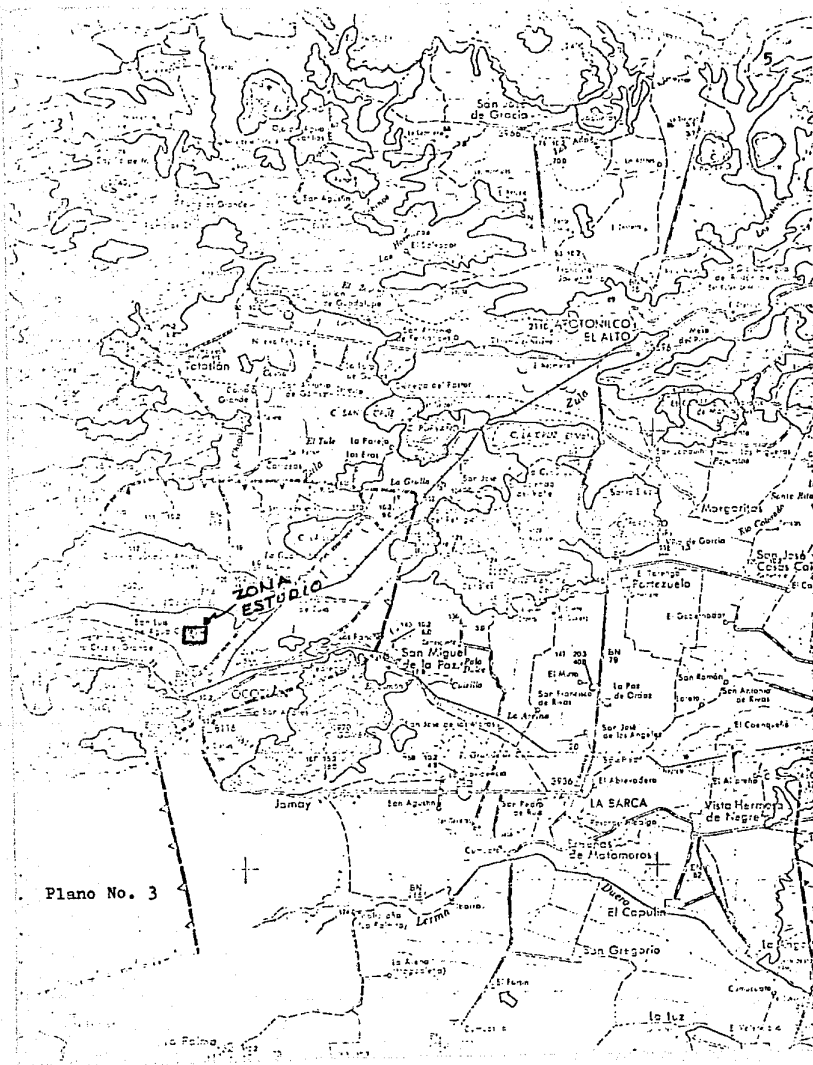
Referencias	
●	Capital de estado
○	de ciudad
●	Población importante
○	de menor
—	Límite internacional
—	de estado
—	Ferrocarril
—	Carreras postales
—	Cables telegráficos



Plano No. 1

MEXICO

Escala
1:100,000



Plano No. 3

1.1.2. SUELOS.

La superficie de la región tiene una considerable extensión de terreno con pequeños desniveles en la cual su sistema orográfico en sus alrededores es: al norte con el cerro los Ocotes (1930 m.s.n.m.), al suroeste con el cerro del Chiquihuitillo y al sureste con el cerro Gomeno (1970 m.s.n.m.).

En general, el suelo en la región se identifica como del tipo chernozán que presentan las siguientes características: un color negro o pardo muy oscuro en un espesor de 60 a 100 cm., estructura granular o grumosa, ricas en materia orgánica y bien drenados.

1.1.3. CLIMATOLOGIA.

Según el sistema de clasificación climática de Köppen, modificada por Enriqueta García, el clima se clasifica como (A) C (Wo) (W) a (c) g, que indica un clima semicálido, con temperatura media anual entre 18° y 22° C, con temperatura del mes más frío de 16.8° C y la temperatura media del mes más caliente de 24° C; templado subhúmedo con lluvia en verano y con el mes más caliente antes del solsticio de verano.

Los datos climatológicos más importantes desde el punto de vista agrícola fueron obtenidos de la estación climatológica más cercana al predio en estudio.

a) TEMPERATURA:

a.1.) Temperatura media anual registrada	19.96°C
a.2.) Temperatura máxima diaria registrada	34.6°C
a.3.) Temperatura mínima diaria registrada	3.0°C

b) PRECIPITACION:

b.1.) Precipitación anual media registrada	869.5 mm
b.2.) Precipitación anual máxima registrada	1,101.9 mm
b.3.) Precipitación anual mínima registrada	638.5 mm

c) DIAS CON HELADAS PROMEDIO AL AÑO:

	3
c.1.) Mes que cae la primera helada	Enero
c.2.) Mes que cae la última helada	Marzo

d) DIAS CON GRANIZO PROMEDIO AL AÑO:

1

e) DIRECCION DE LOS VIENTOS DOMINANTES:

Noreste

f) EVAPORACION:

f.1.) Máxima diaria	9.72 mm
f.2.) Mínima diaria	1.03 mm
f.3.) Media diaria	5.25 mm
Total anual	2035.75 mm

+ ESTACION CLIMATOLOGICA "EL FUERTE, MUNICIPIO DE OCOTLAN JALISCO. Años de registro = 6; Coordenadas: Latitud de 20° 18' N; Longitud de 102° 46' W.G. y Altitud 1542 m.s.n.m.

1.1.4. VIAS DE COMUNICACION.

El predio cuenta con una vía de acceso, consistente en un camino de terracería de 3 Km. que se comunica al este del terreno, el cual entronca con la carretera -- Ocotlán - Tototlán, localizandose dicho entronque a 5 Km.

de Ocotlán y a 20 Km. de Tototlán. En la ciudad de Ocotlán cruza la carretera Guadalajara - La Barca, habiendo una -- distancia de Ocotlán a Guadalajara de 80 Km. aproximadamente.

1.1.5. CULTIVOS QUE SE PUEDEN DESARROLLAR EN LA REGION.

Los cultivos de riego y medio riego que se recomiendan en la región son:

Alfalfa
Avena forrajera
Alfiste
Cebada
Trigo
Cártamo
Garbanzo
Cebolla

} DE RIEGO

Maíz

Sorgo

} DE MEDIO RIEGO

1.1.6. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CULTIVOS RECOMENdables EN LA ZONA DE ESTUDIO Y SUS NECESIDADES DE AGUA.

a) CULTIVOS DE RIEGO.

a.1.) Alfalfa de riego (ciclo invierno)

Selección del terreno; se desarrolla en suelos francos, profundos; también prospera en suelos con textura ar-

ciliosa, con pH entre 7.0 y 8.0.

Algunas variedades se requiere de una densidad - de siembra de 25 - 30 Kg/ha, cuya época de siembra es del 1o. Nov. - 30 Dic. y sus ciclos vegetativos varían de 3 a 7 años.

Calendario tentativo de riegos:

Riego	Intervalo aproximado entre riego (días)	Lámina (cm)
1er. riego	A la siembra	10 - 12
2do. riego	15 días después del 1o.	12
3er. riego	25 días después del 2do.	12
4to. riego	20 días después del 3er.	20
5to. riego	20 días después del 4to.	20
6to. riego	20 días después del 5to.	20
7mo. riego	20 días después del 6to.	20
8vo. riego	20 días después del 7mo.	20
9no. riego	20 días después del 8vo.	20

Cosechas:

Condiciones de madurez. En épocas de calor se -- realizan los cortes al iniciarse la floración, mas o menos cuando exista un 10% de flores. En invierno se debe cose-- char cuando los brotes nuevos tengan de 3 a 5 cm. de altura.

a.2.) Alpiste de riego.

Selección del terreno:

Da mejores resultados en terrenos francos, ricos; -- aunque también en suelos pobres y ligeros, así como en los terrenos arcillosos con fertilidad rica o media.

Siembra:

La densidad de siembra es de 50 Kg/ha., cuya varie-- dnd es criolla, su ciclo vegetativo de 145 - 155 días y la época de siembra del 1o. Dic. a 25 Dic.

Calendario tentativo de riegos:

Riego	Intervalo aproximado entre riego (días)	Lámina (cm)
1er. riego	Inmediato a la siembra	10
2do. riego	35 días después del 1er.	12
3er. riego	35 días después del 2do.	14
4to. riego	18 días después del 3er.	14
5to. riego	12 días después del 4to.	14
6to. riego	12 días después del 5to.	14

Cosechas:

Para evitar que la cosecha quede expuesta a las primeras lluvias, debe cosecharse lo mas pronto posible, cuando el grano está maduro, lo que ocurre generalmente en el mes de mayo.

Rotación de cultivos:

Alpiste	Diciembre a Abril
Sorgo	Mayo a Octubre
Cártamo	Noviembre a Abril
Maíz	Mayo a Octubre
Alpiste	Diciembre a Abril

a.3.) Avena forrajera de riego.

Selección del terreno:

Este cultivo prospera en la mayoría de los suelos; sin embargo, los mas apropiados son aquellos que presentan una textura franco - arcillosa, profundos, nivelados y libres de malas hierbas.

Siembra:

La densidad de siembra es de 100 - 120 Kg/ha., la época de siembra es del 15 Noviembre a 30 Diciembre y de las variedades que hay, su ciclo vegetativo es de 105 a 115 días.

Calendario tentativo de riegos:

Riego	Intervalo aproximado entre riego (días)	Lámina (cm)
1er. riego	De siembra	12
2do. riego	35 días después del 1er.	12
3er. riego	35 días después del 2do.	14
4to. riego	18 días después del 3er.	15
5to. riego	12 días después del 4to.	15
6to. riego	12 días después del 5to.	15

Cosechas:

Condiciones de madurez: Podrá efectuarse el primer corte entre los 50 y 60 días, después se hará el segundo corte al principiar el espigamiento. Se recomienda no cortar después de la época, ya que la planta de avena no se recupera.

a.4.) Cártamo de riego.

Selección del terreno:

Este cultivo se desarrolla bien en terrenos ligeros o francos, bien nivelados y con buen drenaje, profundo, fértiles y libres de sales.

a.5.) Cebada de riego.

Selección del terreno:

Este cultivo es excelente en suelos de textura franca nivelados, bien drenados y libres de malas hierbas; sin embargo, en estas zonas se cultivan en suelos pesados mediante buen manejo del riego, el cual se aplica en forma semejante a la Avena forrajera o el Trigo.

a.6.) Cebolla de riego.

Selección del terreno:

La cebolla se desarrolla en cualquier tipo de suelo, pero preferentemente en migajones arenosos, limosos y sue-

los orgánicos con un pH de 6.0 a 6.8.

a.7.) Garbanzo de riego.

Selección del terreno:

Este cultivo se adapta bien a suelos de textura pesada, aprovechando la humedad residual que dejan las lluvias del ciclo anterior, ya sea que el terreno se haya dejado - exclusivamente para sembrar garbanzo o bien, después de - efectuar la cosecha de maíz oportunamente.

Calendario tentativo de riegos:

Riego	Intervalo aproximado entre riego (días)	Lámina (cm)
1er. riego	8 a 10 días antes de sembrar	25
2do. riego	30 a 40 días después del 1er.	15
3er. riego	En la floración	15

Rotación de cultivos:

Garbanzo	Noviembre a Abril
Maíz	Mayo a Octubre
Trigo	Noviembre a Mayo
Sorgo	Mayo a Octubre

a.8.) Trigo de riego.

Selección del terreno:

Este cultivo prospera en la mayoría de los suelos. Sin embargo, lo más apropiados son aquellos que presentan una textura apropiada, o sea franco - arcillosa, con buena profundidad, nivelados y libres de malas hierbas difíciles de combatir; con pH cerca al neutro.

Siembra:

La densidad de siembra es de 120 Kg/ha, cuya época - de siembra es del 15 Nov. al 10 Dic., al ciclo vegetativo de 150 días; hay unos precoces de 120 días y su época de - siembra es del 10 Dic. a 25 Dic.

Calendario tentativo de riegos:

Riego	Intervalo aproximado entre riego Suelo Pesado	Lámina (cm)
1er.	A la siembra	10
2do.	35 días después del 1er.	10
3er.	35 días después del 2do.	14
4to.	18 días después del 3er.	15
5to.	12 días después del 4to.	15
6to.	12 días después del 5to.	15

Calendario tentativo de riegos:

Riego	Intervalo aproximado entre riego Suelo ligero	Lámina (cm)
1er.	A la siembra	10
2do.	30 días después del 1er.	10
3er.	20 días después del 2do.	14
4to.	16 días después del 3er.	15
5to.	12 días después del 4to.	15
6to.	12 días después del 5to.	15

Cosecha:

Condiciones de madurez fisiológica. Prácticamente se determina cuando al morder el grano este truene, y las plantas toman una coloración dorada. Debe cosecharse lo mas pronto posible.

b) CULTIVOS DE MEDIO RIEGO.

b.1.) Maíz de medio riego.

Selección del terreno:

Este cultivo prospera en muy diversos tipos de suelos sin embargo, para siembras de riego se prefieren suelos con texturas que están entre grancos y franco - arcillosos, además de ser profundos, fértiles y con pH entre 5.6 y 8.0.

Siembra:

La densidad de siembra es de 20 Kg/ha, el ciclo vegetativo va de 135 - 145 días en las diferentes variedades, - su época de siembra es del 10. de marzo al 15. de mayo.

Recomendaciones para regar en suelos negros y pesados

Riegos	Calendario tentativo de riegos:	
	Intervalo aproximado entre riego.	Lámina (cm)
1er. riego	13 a 16 días antes de la siembra	20
2do. riego	15 días después del 1er. (cuando están punteando las plantas)	10
3er. riego	A los 20 días después del 2do.	10
4to. riego	En caso que se retrasen las lluvias se realiza a los 20 días del 3er.	10

NOTA: Dar un 5to. riego cuando esté floreciendo el maíz en caso que haya deficiencias de lluvias.

Cosecha:

Se debe iniciar cuando el grano haya alcanzado su madurez completa, verificando el desgrane cuando el grano con tenga del 14 al 18% de humedad, o bien cuando al morder el grano éste se rompa fácilmente.

b.2.) Sorgo para grano de medio riego.

Selección de terreno:

Prospera bien en una gran variedad de suelos, pero su máxima rendimiento se obtiene en suelos de textura migajón/arenosa, migajón/arcillosa fértiles y nivelados.

Siembra:

La densidad de siembra es de 10. - 12 Kg/ha, la época de siembra es del 15 de abril al 15 de mayo, el ciclo vegetativo en las variedades tardías es de 120 - 130 días, en las intermedias de 110 - 120 días y las precoces de 100 - 110 días.

Riegos:

Se le dará un riego de germinación y otro auxiliar a los 25 días, aproximadamente, tomando en cuenta la humedad aprovechable que tenga el terreno.

Cosecha:

Condiciones de madurez: Si al morder el grano lo siente duro y truena al quebrarse, tiene alrededor de un 14 a 16% de humedad y puede cosecharse.

1.2. HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION.

La aspersión como procedimiento de riego se inició en E.E.U.U. alrededor de 1900. En esta primera etapa de desarrollo del método, los sistemas de aspersión en su gran mayoría consistían en instalaciones de tuberías perforadas; también comenzaron a desarrollarse sistemas de aspersión en los que se utilizaban aspersores giratorios, pero éstos no eran más que una primera evolución de los aspersores que se usaban en jardinería.

Los cultivos en los que se utilizaban dichos sistemas estaban restringidos a tan sólo unos cuantos como -- son las hortalizas, los viveros y los huertos de frutales; esto se debía a que era necesario hacer una inversión inicial alta para la adquisición del equipo y sólo estos cultivos que son altamente remunerativos podían pagar dicha inversión.

También las áreas puestas bajo riego por este método, en un principio fueron muy reducidas debido a que se le atribuían una serie de desventajas como las siguientes: que estropeaba los frutos, que apelmazaba el terreno, que -- favorecía el desarrollo de enfermedades fungosas, etc. y -- además los agricultores todavía afirmaban que con este método se regaba peor que con los tradicionales.

En relación a lo anterior en parte tenían razón -- los agricultores al hacer tales afirmaciones, ya que este método de riego sin pasado y sin historia, entraba a competir con otros métodos ya muy conocidos por los técnicos y -- los mismos agricultores, pretendiendo desplazar de la noche a la mañana a otras técnicas de riego que contaban con los perfeccionamientos que el hombre había conseguido a través de varios siglos.

Pero todo esto fue evolucionando y los proyectos e instalaciones que se diseñaban cada día más eficientes, - y además, algo muy importante; el agricultor comenzó a capacitarse técnicamente para hacer un uso óptimo del sistema, todo esto aunado a las innovaciones técnicas como la introducción de las tuberías hechas de aleaciones y los acoplamientos rápidos, vino a darles un gran auge a este método - de riego.

A principio de los años treinta se desarrollan -- los equipos de aspersión portátiles, trayendo como conse--- cuencia una reducción notable en los costos de inversión pa ra la adquisición del equipo, y por lo tanto se vió incre-- mentado el número de instalaciones de este tipo.

Poco después, debido al perfeccionamiento de los aspersores, al poco peso de los tubos de aleación de alumi-- nio, a los equipos de bombeo de mayor rendimiento, así como la disponibilidad y tarifa reducidas de energía eléctrica y de aceites para los motores de combustión interna, el núme-- ro de instalaciones de riego por aspersión ha aumentado --- considerablemente desde el final de la Segunda Guerra Mun-- dial, habiéndose utilizado para cultivos muy variados, so-- bre suelos de tipos diversos y pendientes diferentes.

En la actualidad ya se han desarrollado una gran cantidad de tipos de equipos de riego por aspersión, como - son el power roll, pivote central, cañon viajero y uno de - los más sofisticados y avanzados el lateral móvil; además - existen instalaciones totalmente automatizadas que riegan - bajo el impulso que provoca la sequedad del terreno, accio-- nadas por mecanismos electrónicos; es claro que la mayoría de las grandes superficies que actualmente se riegan por as-- persión, están lejos de esta imagen.

Actualmente en los Estados Unidos el incremento - anual es mayor que en los sistemas por superficie, en los - países de Europa y en Israel, representa prácticamente el - único método empleado en las áreas que se ponen actualmente bajo riego.

En los países latinoamericanos su difusión ha sido limitada con respecto al agua regada por superficie. Se le emplea en equinos individuales con su propia fuente de agua, pero existen pocos proyectos desarrollados íntegramente por aspersión.

1.2.1. DEFINICION DE RIEGO POR ASPERSION.

Es un método de riego en el cual se conduce el agua a presión hasta el terreno donde se aplica semejando una lluvia; ésto se logra mediante el empleo de aspersores que tienen la función de pulverizar el agua, para que de esta manera se aplique a la superficie del suelo de un modo uniforme y con una intensidad menor a la que infiltre en dicho suelo.

1.2.2. VENTAJAS DEL RIEGO POR ASPERSION.

(con respecto al riego superficial)

I).- Proveen un control de primera calidad sobre la cantidad y velocidad de aplicación del agua.

Los sistemas son adaptables a:

- A) Suelos de todas clases
- B) Cultivos que requieren riegos frecuentes
- C) Suelos con capacidad de retención baja
- D) Suelos ligeros con escasa capacidad de trasporo.
- E) Suelos pesados con amplia capacidad de trasporo.
- F) Areas con mantos freáticos someros.

II).- No se necesita nivelar con mucha aproximación (por lo que en el terreno a implementar el sistema se requiere si no se utiliza éste sistema).

- A) Se reduce costos de nivelación

- B) Se adapta a topografía ondulada.
 - C) La tierra se puede poner en producción - rápidamente.
 - D) Se adapta a suelos someros que no pueden ser nivelados.
- III).- Se pueden usar gastos pequeños eficientemente.
- IV).- Eliminar la necesidad de regaderas, bordos, etc., haciendo mas eficiente el empleo de la maquinaria agrícola.
- V).- Eficiencias de riego altas son muy posibles de alcanzar.
- VI).- Permiten la aplicación eficiente de productos químicos a través de la propia agua de riego.
- VII).- Se requiere la reducción al peligro de la erosión.
- VIII).- Proporciona protección contra heladas (cuando el diseño del equipo se hace con tal propósito).

1.2.3. DESVENTAJAS DEL RIEGO POR ASPERSION.

(con respecto al riego superficial)

- I).- La inversión inicial puede llegar a ser alta
- II).- El viento distorsiona bastante la distribución del agua.
- III).- Puede haber fuertes pérdidas por evaporación y por el mismo viento (muy difíciles de estimar).
- IV).- Lavar los insecticidas aplicados.
- V).- Puede ocasionar daño sobre flores, problema de enfermedades fúngicas o puede reducir la calidad del fruto (En regiones con alta humedad relativa).

- VI).- Si los suelos son "pegajosos" puede haber -- ciertas dificultades para mover el equipo.
- VII).- Se requiere usar agua limpia (aunque el problema no estan grave como en riesgo por goteo en el diseno del presente trabajo se utilizara agua limpia).
- VIII).- Las aguas muy salinas pueden dañar las plantas (el agua que se va a utilizar en el proyecto tiene mediana salinidad, por lo que no existe problema).
- IX).- Se requiere de un consumo grande de energía.

1.2.4. CLASIFICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EQUIPOS DE RIEGO POR ASPERSION.

C L A S I F I C A C I O N G E N E R A L	{	A) Equipos fijos	a.1.) Totalmente perma- tes.
			a.2.) Semipermanentes.
		B) Equipos portá- tiles.	b.1.) Totalmente portá- til.
			b.2.) Semiportátil.
		C) Equipos de mo- vimiento in- termitente.	c.1.) Power roll
			c.2.) Unidades de des- plazamiento longi- tudinal.
		D) Equipos de mo- vimiento con- tinuo.	d.1.) Cañón viajero.
			d.2.) Pivote central.
			d.3.) Lateral móvil.

1.2.5. CARACTERISTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EQUIPOS.

a) Equipos fijos.

a.1.) Equipo de riego por aspersión totalmente perma- te.

Se denomina así aquellos en los que todas las líneas laterales y principales se instalan de forma permanente en el terreno y con una planta de bombeo estacionaria. Generalmente las tuberías en este sistema van enterradas. Este tipo de equipo es usado para cultivos de alta rentabilidad (huertos, viñedos, árboles frutales, etc.) y además para cuando se necesitan riegos frecuentes y de poca intensidad; un problema serio de estos equipos es el viento, ya que los volúmenes de agua que se aplican son pequeños y los periodos de aplicación son cortos; debido a esto, cuan

do existen cambios en la dirección y velocidad del viento, puede provocar una mala distribución del agua asperjada.

El propósito de estos equipos es reducir los costos de mano de obra al mínimo, y cuando se diseñan y se utilizan adecuadamente los rendimientos son máximos. Sin embargo, estos tipos de equipos no son muy usados debido a los altos costos de instalación, pero cuando no hay disponibilidad de mano de obra y el cultivo requiere de riegos frecuentes, entonces la fuerte inversión que se requiere en la instalación del equipo es justificable.

a.2.)- Equipos de riego por aspersión semipermanentes.

Este no es más que una variante del equipo anterior, ya que este sistema utiliza líneas laterales portátiles, pero las líneas principales son estacionarias (generalmente enterradas) así como el equipo de bombeo. Si bien esta medida implica una reducción en el costo de adquisición, con ello también se incrementa la mano de obra requerida; pero si existe disponibilidad y además resulta más económico, es factible utilizar esta variante.

b) Equipos de riego por aspersión portátiles.

b.1.) Totalmente portátiles.

En este tipo de equipos tanto la línea principal y líneas laterales, así como aspersores y planta de bombeo son portátiles.

El diseño de equipos de riego por aspersión totalmente portátiles, se hace con el objetivo de que una vez terminado el riego en la primera posición, se cierra el paso del agua y las líneas laterales se desplazan a la segunda posición. Terminado el riego de todo el terreno, las tuberías, así como la planta de bombeo pueden ser desplazadas a otra parcela, repitiéndose el procedimiento hasta regar toda la superficie, de esta manera se hace un uso eficiente del equipo y esto trae como consecuencia que sea fácilmente

amortizable.

Sin embargo, este equipo tiene las mayores exigencias de mano de obra y deberá diseñarse de tal manera que pueda satisfacer la demanda de agua del período de mayor intensidad en la temporada de riego.

Este tipo de equipo deberá elegirse cuando el riego sea de naturaleza infrecuente o suplementaria y cuando los gastos de mano de obra son relativamente bajos, o cuando sea difícil de obtener el capital necesario para invertirlo en la adquisición de un sistema más costoso.

b.2.) Semiportátiles.

El equipo de riego por aspersión semiportátil es idéntico al totalmente portátil, excepto que no se desplaza la planta de bombeo. Un sistema de este tipo, por su naturaleza no puede trasladarse de una parcela a otra, a menos que se cuente con más de una planta de bombeo estacionaria. Generalmente la fuente de abastecimiento de agua es un pozo, un depósito cerrado o un pequeño lago.

c) Equipos de movimiento intermitente.

Se denominan así aquellos equipos en los que las líneas laterales son trasladadas por medios mecánicos; generalmente en estos sistemas la tubería principal se encuentra enterrada y sólo existe un hidratante cada determinada longitud, para poder conectar los laterales y así poder abastecerlos con el gasto requerido por éstos.

El objetivo principal de este tipo de sistemas es reducir al mínimo el tiempo requerido (tiempos muertos) para los cambios de posición de los laterales de un lugar a otro una vez que se ha aplicado la lámina requerida. Además con este tipo de equipos se reduce notablemente el empleo de mano de obra.

c.1.) Power Roll.

Dentro de los equipos de movimiento intermitente está el sistema de movimiento por ruedas o power roll, - éste utiliza la tubería lateral como un eje y mediante el - montaje de ruedas de gran diámetro se puede mover la tube-- ría paralelamente al si misma.

Los diámetros de las ruedas generalmente miden de 1.5 a 2 m y se encuentran espaciadas de 9 a 12 m.

El funcionamiento del Power Roll es el siguiente: Se encierra la llave de paso del agua y se desmonta el empalme de la toma de agua del hidrante, la desaparición de la presión hace que las válvulas en el punto central de cada tubo se abran y escurra el agua. El sistema es así suficientemente ligero para el traslado.

El sistema se traslada a la siguiente posición paralela mediante el accionamiento de un pequeño motor de - gasolina que impulsa una rueda independiente en el centro - de la línea lateral.

La línea lateral vuelve a colocarse a la toma de agua o hidratante dándose paso al agua. Una vez aplicada la lámina deseada en esta posición, se vuelven a repetir -- los dos anteriores pasos y se sigue este mismo procedimiento hasta terminar de regar toda la superficie.

Este tipo de equipo se adapta en especial a -- grandes campos de forma rectangular o cuadrados de alfalfa y también a cultivos en hileras, pero cabe mencionar que di-- chos cultivos deben ser de bajo porte.

Existen gran cantidad de suelos que son blan-- dos e inestables después del riego; en éstos las ruedas tienden a hundirse dificultando los desplazamientos y el barro suele solidificarse en las ruedas, por ello es conveniente analizar primero si el tipo de suelo permite la utilización de estos equipos.

0.2.) Unidades de desplazamiento longitudinal.

Las unidades de desplazamiento longitudinal -- consisten de una línea lateral que va montada sobre unas pequeñas ruedas o patines que permiten desplazar la línea lateral de una posición a otra mediante una unidad de fuerza como puede ser un tractor.

La línea principal se encuentra enterrada en la parte media del campo, la línea lateral se sitúa primero en uno de los lados del campo y luego se desplaza al otro lado en prolongación de la primera posición. Como este tipo de equipo generalmente no ha tenido gran aceptación en México, sólo se menciona brevemente.

d) Equipos de riego por aspersión de movimiento continuo.

La mayor parte de los sistemas de aspersión -- son portátiles en medida variable y deben recurrir al desplazamiento o traslado para cubrir toda la zona. La portabilidad es el medio de reducir la inversión de capital necesario y ello a expensas de la mano de obra. A medida que el costo de esta última aumenta y que son mayores las disponibilidades de capital, puede esperarse una tendencia hacia una mayor automatización.

Dentro de estos sistemas automáticos, se encuentran los equipos de riego por aspersión de movimiento continuo. Estos sistemas tienen el potencial de proveer una distribución muy uniforme del agua debido al carácter mismo del sistema (movimiento sin interrupción) además reducen al mínimo los tiempos muertos como es el caso del cañon viajero o sencillamente no existen, como es el caso del lateral, móvil y pivote central y además la mano de obra requerida es mínima.

2.2.6. SELECCION DEL EQUIPO DE RIEGO POR ASPERSION.

De acuerdo con los sistemas de riego por aspersión que se han descrito, en el predio en el cual se piensa implementar un sistema de riego por aspersión, y de acuerdo con las características se mencionaron anteriormente.

El diseño del sistema de riego por aspersión se anotará en el capítulo correspondiente.

C A P I T U L O I I

CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 DIMENSIONES DEL TERRENO.

Enseguida se muestra las dimensiones del predio a implementar el sistema de riego por aspersión (Plano No.4).

La superficie total es de 60,580.8 m² en la cual se encuentra una superficie de 6,851.1 m² que no se comprende en la superficie de riego, por lo que la superficie a regar por el sistema que se diseñará comprende una área de --- 53,729.7 m².

En dicho plano se muestra la localización del pozo profundo de donde se abastecerá agua para el sistema de riego por aspersión. A su vez se muestra la localización de donde se alimentará de energía eléctrica.

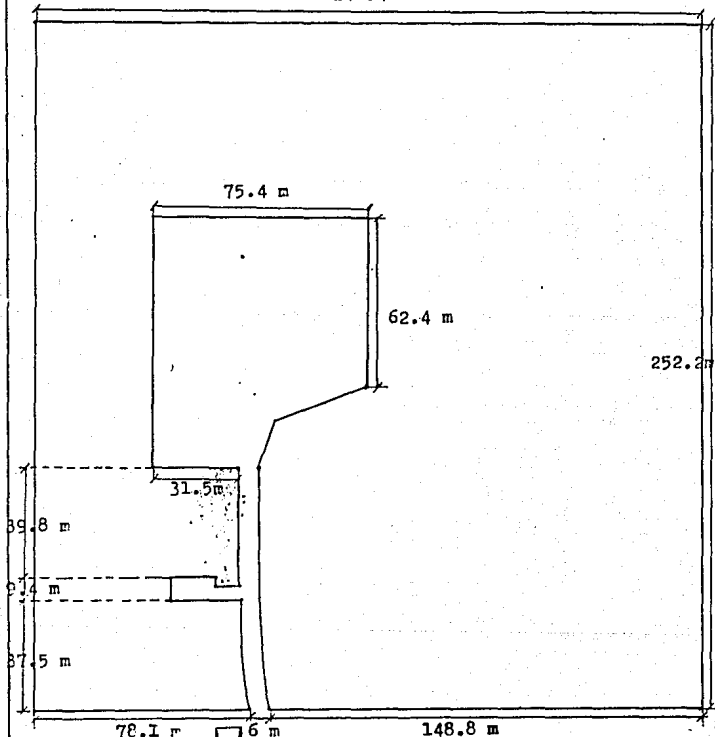
2.2 TOPOGRAFIA.

En la gráfica No.1 que se presenta se muestra un perfil del terreno en estudio, el cual tiene una diferencia de 17.2 m desde el lugar de abastecimiento de agua hasta la parte más alta del predio (Sur a Norte); en lo ancho del terreno no presenta una considerable pendiente (Este-Oeste).



PLANO No. 4 DEL TERRENO A
IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE RIEGO POR ASP.

240.4 m

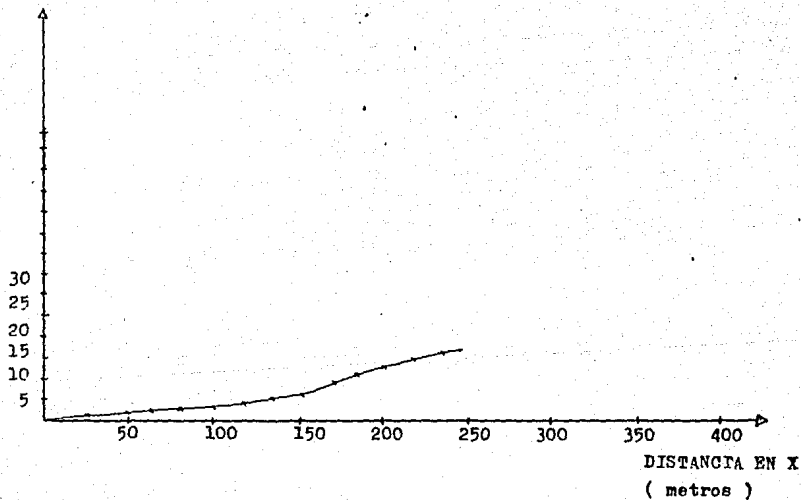


Fozo Subestación
Profundo Eléctrica

Superficie total 60,580.8 m²
Superficie a Regar 53,729.7 m²

GRAFICA No. 1 DEL PERFIL DEL
TERRENO EN ESTUDIO.

ALTURA
(metros)



2.3 ANALISIS FISICO Y QUIMICO DEL SUELO .

En el análisis físico y químico del suelo presentado en cuadro No.1, se toma en cuenta cuatro muestras del suelo, de tal forma que de cada una se divide en dos: una se extrae de 0-30 cm de profundidad y la otra de 30-60 cm de profundidad.

Cada una de las cuatro muestras se extrajo de 4 -- puntos diferentes distribuidos en el predio como se presenta en plano No.5.

2.3.1 INTERPRETACION DE CADA UNO DE LOS CONCEPTOS.

Para lograr el diseño adecuado del sistema y de acuerdo al análisis presentado anteriormente, se debe tomar en cuenta los siguientes conceptos en los suelos.

- A. Textura
- B. Estructura
- C. Porosidad y Densidad aparente
- D. Velocidad de infiltración
- E. Características de retención
 - e.1) Capacidad de campo
 - e.2) Punto de marchitamiento permanente
 - e.3) Humedad aprovechable
- F. Salinidad

CONTINUACION CUADRO No. 1



SARH

SUB-SECRETARÍA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA SANTIAGO

Guadalajara Jal. de 19

Nombre: GERARDO FLORES S. Localidad: Ocotlan.

Estado: JALISCO Municipio: JALISCO

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

Número de muestras	M-1	M-1	M-2	M-2	M-3	M-3
	1	2	3	4	5	6
Profundidad (cm)	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
Densidad real (g/cm ³)	2.65					
Densidad aparente (g/cm ³)	1.00	1.00	1.05	1.20	1.06	1.13
Capacidad de campo (%) (P _c)	20.145	25.109	17.719	33.517	51.001	53.406
Presión permanente (%) (P _p)	13.981	13.427	25.531	17.930	27.274	28.559
Agua aprovechable (%)	12.164	11.682	22.215	15.608	23.730	24.847
Arena (%)	55.84	57.84	35.84	49.84	39.84	31.84
Arcilla (%)	18.88	18.88	44.88	32.88	44.88	54.88
Limo (%)	25.28	23.28	19.28	17.28	15.28	13.28
Clasificación textural	tu	tu	lt	ftu	lt	lt
Capacidad de intercambio catiónico (me/100g)						
Calcio (me/100g)						
Magnesio "						
Sodio "						
Potasio "						
Materia orgánica (%)	1.65	0.55	3.17	1.58	3.38	1.58
Cond. elec. en saturación de agua en el suelo	0.90	0.70	0.70	0.55	0.60	0.60
Cond. elec. en saturación de agua en el suelo						
pH en agua rel (1:2)	6.8	7.4	7.6	8.0	7.7	8.0
Calcio (me/litro)	6.80	5.40	4.60	3.40	3.00	2.80
Magnesio "	1.60	1.20	2.00	1.80	2.60	2.80
Sodio "	0.60	0.40	0.40	0.30	0.40	0.40
Potasio "						
Carbonatos "	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hicarbonatos "	5.00	4.40	5.00	4.00	3.60	4.00
Cloruros "	2.30	1.60	1.30	1.00	1.30	1.00
Sulfatos "	1.70	1.00	0.70	0.50	1.10	1.00
Boro ppm (ppm)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
pH (Estrato de sal)						
Fósforo aprovechable (ppm)						
Carbonato de calcio (%)						
Nitrógeno total (%)						

Clasificación por salini NORMAL NORMAL NORMAL NORMAL NORMAL NORMAL
EL ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS. EL RESIDENTE DEL LABORATORIO.



SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA SANTIAGO

Guadalajara Jal. 22 DE MAYO de 19 89.

Nombre: GERARDO FLORES S. Localidad: OCOTLAN.

Estado: JALISCO Municipio:

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

Número de muestras		7	9
Profundidad (cm)		M-4	M-4
Densidad real (g/cm ³)			
Densidad aparente (g/cm ³)		1.12	1.05
Capacidad de campo (%)		42.673	44.511
Punto de marchitamiento permanente (%)		22.819	23.802
Agua aprovechable (%)		19.854	20.709
T E X T U R A	Arena (%)	35.64	27.84
	Arcilla (%)	42.88	52.88
	Limo (%)	21.28	19.28
	Clasificación textural	R	R
Capacidad de intercambio catiónico (me/100g)			
C A T I O N E S I N T E R C A M B I A B I L E S	Calcio (me/100g)		
	Magnesio "		
	Sodio "		
	Potasio "		
Materia orgánica (%)		1.38	0.48
Conductividad en extracto de saturación (D.S. 1105) 7 cm. conductividad aparente en suelo saturación (%)		0.95	0.70
pH en agua rel. (1:2)		6.8	7.8
S O L U B I L I D A D E S	Calcio (me/litro)	4.60	2.40
	Magnesio "	4.80	3.80
	Sodio "	0.10	0.80
	Potasio "		
	Carbonatos "	0.00	0.00
	Bicarbonatos "	2.80	3.60
	Cloruros "	1.20	1.30
	Sulfatos "	5.50	2.10
	Boro PSI (ppm)	0.10	0.25
	pH (Extracto de sal)		
Fósforo aprovechable (ppm)			
Carbonato de calcio (%)			
Nitrógeno total (%)			

Clasificación por Salini: NORMAL NORMAL
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS,

EL RESIDENTE DEL LABORATORIO.

Plano. 5. Plano del Terreno y Localización de los puntos donde se obtuvieron las muestras del suelo.

Muestra
No.3 → ⊙

Muestra
No.2 → ⊙

Muestra
No.4 → ⊙

Muestra
No.1 → ⊙

ESCALA 1: 1250

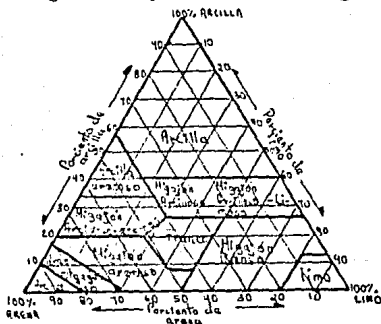
A) La textura del suelo tiene una influencia importante en el flujo del agua y la circulación del aire, procesos vitales para la vida de las plantas.

El sistema suelo consiste de partículas sólidas de diferentes tamaños, las cuales se han clasificado de acuerdo a sus diámetros equivalentes en : Arenas, Limos y Arcillas. La proporción de estas fracciones determinan la textura.

De acuerdo al análisis presentado y los porcentajes de Arena, Arcilla y Limo de cada muestra se tiene la siguiente clasificación textural.

Muestra-1	Fa. (Franco arenoso)
Muestra-2	R y Fra. (Arcilloso y Franco arcilloso arenoso)
Muestra-3	R. (Arcilloso)
Muestra-4	R. (Arcilloso)

Enseguida se presenta el Triángulo de Texturas:



Triángulo de texturas mostrando los porcentajes de arena, limo y arcilla, en clases texturales.

En varios países el término migajón es sustituido por el de franco. Así se tienen expresiones de textura franco arcillosa, franco arenosa, etc.

B) Estructura. La estructura también juega un papel muy importante, ya que afecta el movimiento del agua en el suelo y la resistencia del suelo a la erosión.

La estructura del suelo se define a través del tamaño, forma de los grupos de partículas y el acomodo de estas entre sí.

El tipo de estructura que presenta en general el terreno es granular que se considera buena para la agricultura.

C) Espacio poroso, porosidad y densidad aparente.

El volumen del suelo no ocupado por sólidos se conoce por espacio poroso; dicho volumen está formado por macroporos y microporos y la relación entre ellos depende de la textura y estructura del suelo. Generalmente los suelos pesados contienen un gran porcentaje de microporos, mientras que los suelos ligeros contienen mayor cantidad de macroporos.

Los suelos con predominancia de microporos tienen mayor capacidad para almacenar agua, en tanto que los suelos con alto porcentaje de macroporos, almacenan menor cantidad de agua, pero presentan mejores condiciones de drenaje que los suelos con predominancia de microporos.

La principal fuerza que actúa sobre el agua en los macroporos del suelo es la gravedad y cuando existen condiciones apropiadas de drenaje, el agua se percola drenando estos poros, los que son ocupados por aire que es vital para el crecimiento normal de las plantas.

La porosidad del suelo del predio es calculada por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{DR - Da}{DR} \times 100\%$$

DR

La Densidad real del Suelo es 2.65 g/cm^3 ; dicho valor es un promedio de la mayoría de los Suelos minerales y - se considera como un valor casi constante y uniforme para -- cualquier tipo de suelo.

La porosidad de acuerdo al número de muestra es: (tomando la densidad aparente de cada muestra del análisis - Físico y Químico).

• M - 1 (0-30 cm)	$P = \frac{(2.65 - 1)}{2.65}$	x 100% = 62.2%
• M - 1 (30-60 cm)	$P = \frac{(2.65 - 1)}{2.65}$	x 100% = 62.2%
• M - 2 (0-30 cm)	$P = \frac{(2.65-1.05)}{2.65}$	x 100% = 60.37%
• M - 2 (30-60 cm)	$P = \frac{(2.65-1.20)}{2.65}$	x 100% = 54.71%
• M - 3 (0-30 cm)	$P = \frac{(2.65-1.06)}{2.65}$	x 100% = 60%
• M - 3 (30-60 cm)	$P = \frac{(2.65-1.11)}{2.65}$	x 100% = 57.35%
• M - 4 (0-30 cm)	$P = \frac{(2.65-1.12)}{2.65}$	x 100% = 57.73%
• M - 4 (30-60 cm)	$P = \frac{(2.65-1.05)}{2.65}$	x 100% = 60.37%

Por lo que se concluye que el Porcentaje de Porosidad oscila entre los valores de: 54.71% a 62.2% , dichos valores son los porcentajes del volumen total de suelo que está ocupada por los poros.

Densidad Aparente.

Se define como densidad aparente el cociente que - resulta de dividir el peso del suelo seco entre el volumen - total incluyendo poros. Usualmente se expresa en gr/cm^3 .

Para fines prácticos, numéricamente esto es lo mismo que la gravedad específica o peso volumétrico (para el sistema métrico decimal).

$$D_a = \frac{P_{ss}}{V_t}$$

D_a = densidad aparente

P_{ss} = peso de suelo seco

V_t = volumen total cm^3

Los suelos arenosos son relativamente bajos en espacio poroso total y proporcionalmente tiene densidades aparentes altas.

Las densidades aparentes aumentan con la profundidad en el perfil del suelo; esto se debe a más bajos niveles de materia orgánica, menor agregación y más compactación.

La densidad aparente del análisis presentado indica que de las muestras extraídas a una profundidad de 0- 30 cm varían entre los valores de 1 a 1.12 gr/cm^3 , y de las muestras extraídas de 30-60 cm varían entre los valores de 1 a 1.20 gr/cm^3 , esto nos indica en base a que los valores de la densidad aparente varían en función de las propiedades de los suelos, fundamentalmente con la textura y el contenido de materia orgánica; que se trata de un suelo Arcilloso, en base con valores medios se tienen los siguientes :

Arenas 1.6 a 1.7 gr/cm^3

Francos 1.3 a 1.4 gr/cm^3

Arcillas 1.0 a 1.2 gr/cm^3

Suelos Orgánicos 0.7 a 1.0 gr/cm^3

D) Velocidad de infiltración.

La infiltración es una propiedad del suelo de gran importancia para el proyecto de sistemas de riego.

La velocidad de infiltración es la relación entre la lámina que se infiltra y el tiempo que tarda en hacerlo,

expresada generalmente en cm/hr o cm/min.

Infiltración básica.

Se llama infiltración básica a la velocidad de infiltración que más o menos se mantiene constante a través -- del tiempo, es decir, cuando la variación respecto al tiempo es muy pequeña.

Determinación de la intensidad de aplicación adecuada en el riego por aspersión.

Si se aplica agua a la superficie de un suelo a -- una velocidad constante mayor que la infiltración básica, -- llegará el momento en que el agua aplicada comenzará a exceder la capacidad de absorción del suelo y el exceso de agua se acumulará en la superficie, provocando encharcamiento y/o escurrimiento.

En el capítulo correspondiente se presentan cálculos para evitar lo anterior.

La Infiltración básica del Predio se puede obtener con pruebas de infiltración en el campo y también por medio de tablas.

El valor de la Infiltración básica para un suelo es de 5mm/hora

E) Características de retención de humedad de los suelos.

e.1) Capacidad del campo (c.c.)

La capacidad de campo se define como el contenido de humedad del suelo después de un riego pesado, una vez que se ha eliminado el exceso de agua por acción de la fuerza de gravedad. Se ha demostrado que la capacidad de campo es el contenido de agua retenida en el suelo a una tensión de $1/3$ de atmósfera aproximadamente, como un valor medio para todos los suelos.

Para el predio en estudio los porcentajes del contenido de humedad del suelo (Psc) indica que la capacidad de campo obtenida en el Laboratorio, se ajusta a la textura determinada.

e.2) Punto de marchitamiento permanente (PMP)

Cuando el agua en los poros capilares del suelo es consumida por las raíces de la planta, y por la evaporación que ocurre en el horizonte superior, el contenido de humedad desciende hasta un determinado límite en el cual la planta es incapaz de extraer el agua eficientemente, por lo que se marchita. Este límite inferior se conoce como punto de marchitamiento permanente (PMP) y la tensión a la cual ocurre es alrededor de 15 atmósferas en promedio para todos los cultivos, pudiendo variar hasta más de 40, dependiendo de diversos factores como contenido de sal, textura y estructura del suelo, pero fundamentalmente al factor planta, ya que los cultivos tienen diferente capacidad de absorción. Los valores obtenidos en el Laboratorio guardan una proporción correcta con los de capacidad de campo (\pm 1:2) de acuerdo a la textura.

e.3) Humedad aprovechable (H.A.)

El contenido de humedad dentro del rango de P.M.P. y C.C. se define como humedad aprovechable para las plantas.

Se ha mostrado con varios experimentos, que los rendimientos óptimos se obtienen cuando se le deja consumir solamente una parte de la humedad aprovechable. El contenido mínimo de humedad al que se permite descender para lograr los mejores rendimientos es conocido como contenido crítico de humedad o punto crítico.

Puesto que las raíces de las plantas no extraen el agua igualmente en diferentes horizontes, en la práctica se

designa el contenido de humedad crítico por el valor medio -- de la zona radical.

Otro parámetro que puede definirse aquí es el rango entre el contenido de humedad crítico y capacidad de campo, - el cual se conoce como contenido de humedad aprovechable inmediato. Cuando baja el contenido de humedad en una cierta profundidad y se alcanza el punto crítico, se requiere una cantidad de agua igual a la lámina consumida para poner el suelo - de nuevo a capacidad de campo.

Generalmente, y confines de planeación, se considera que la humedad aprovechable en el suelo cuando ya existe - un cultivo no debe ser menor del 20 o 30%, es decir, se debe regar cuando ya se ha consumido y que dentro de la zona radicular de un cultivo se considera como humedad aprovechable para la planta.

G) Salinidad.

Es importante determinar la salinidad del suelo para precisar las láminas de sobreriego que se deben aplicar - para mantener a las sales fuera de la zona radical.

El suelo del predio en estudio no presenta proble-- mas de sales como lo indica el Análisis Físico y Químico que da una clasificación Normal de acuerdo a los valores de sales ya que los suelos sin problemas de sales se considera a aque-- llos cuya conductividad eléctrica del extracto de saturación es menor a 4 milímetros/cm a 25° C de temperatura (todas las - muestras analizadas tienen valores menores de 1 milímetros/cm)

H) PH del suelo o reacción del suelo

En sus reacciones químicas los suelos son neutrales o neutros, ácidos o alcalinos. El grado de su acidez o el de su alcalinidad se expresa como valores de PH, símbolo que en química sirve para expresar el antilogaritmo de los iones de hidrógeno existentes en una solución. Entre menor sea el va-- lor en la escala PH mayor es la acidez de la solución y cuan--

-to más elevado sea ese valor, mayor es su alcalinidad.

En el diagrama que enseguida se presenta, la escala del PH se indica el mejor rango para la mayoría de las cosechas y la cual es entre los valores 6 y 8.

		Escala				
		PH				
iones - no fácilmente absorbibles	{	10,000	11	} Excesivamente alcalino	} Mejor rango para todas las cosechas.	
		1,000	10			
		100	9			} Fuertemente alcalino Alcalino, Alcalino Negro
		10	8			
1	7	} Alcalino Débil Débilmente ácido - Neutral				
10	6					
iones + no fácilmente absorbibles	{	100	5	} Acido		
		1,000	4			} Fuertemente ácido Excesivamente ácido
		10,000	3			

.Escala de la Alcalinidad y acidez del suelo (según Textbook of Sprinkler Irrigation).

Por lo que el PH en agua su relación es (1:2) del análisis Físico y Químico nos indica que los valores oscilan de las diferentes muestras entre 6.8 y 8 y de acuerdo al diagrama presentado, estos valores son cercanos al 7 (neutro) - el cual es el mejor para todas las cosechas.

2.4 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL AGUA DE RIEGO.

El siguiente análisis que se presenta a partir de una muestra (1 litro) de agua del pozo profundo se tienen -- los siguientes resultados que se presentan en el cuadro No.2.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

42

CUADRO No. 2

COMITE TECNICO ASESOR CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO TECNICO

RESIDENCIA REGIONAL EN GUADALAJARA, JAL.



LABORATORIO DE AGUAS

ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO

Muestra No. UNICA Fecha Muestreo _____ Fecha Análisis 13 DE MAYO DE 89
 Proyecto OCOTLAN
 Remitida por: GERARDO FLORES S.
 Municipio OCOTLAN Estado JALISCO
 pH 8.10
 Conductividad Eléctrica en micro-mhos/cm a 25°C 400.00
 Conductividad Eléctrica en mili-mhos/cm a 25°C 0.49 (A)
 Cationes Totales en meq/l 4.97 (B)
 Iones (Ca + Mg) en meq/l (EDTA) 0.24 (C)
 Calcio en meq/l (EDTA) 0.12
 Magnesio en meq/l (EDTA) 0.12
 Potasio en meq/l (Flamometría) 0.13
 Sodio en meq/l (Flamometría) 4.50
 Relación de Adsorción de Sodio (RAS) 13.00
 Aniones Totales en meq/l = B 5.35
 Cloruros en meq/l (Inhor-Argentometría) 0.62
 Sulfato en meq/l (Espectrofotometría) 0.11
 Carbonatos en meq/l (Warder-fenoltaleína) 0.00
 Bicarbonatos en meq/l (Warder-Anaranjado de Metilo) 4.72
 Hidroxilos en meq/l (Warder-Cálculo) 0.00
 Iones (CO₃ + HCO₃) en meq/l (Cálculo) 4.32 (D)
 Carbonato de Sodio Residual en meq/l = D-C 1.00
 Boro p.p.m. (Espectrofotometría) 1.0
 Clasificación del Agua 3.33
 Otras determinaciones _____

Vo. Bo. El Residente

El Encargado del Laboratorio

M. Evelia Martínez A.

TOAA. EVELIA MARTINEZ A.

Interpretaciones a la vuelta.

pu
[Signature]

ING. RIGOBERTO PARGA INIGUEZ

2.4.1 CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION.

Lo importante de este análisis para los fines del sistema de riego es la clasificación del Agua que es C2S2 cuyas características son:

En las condiciones de Salinidad se clasificó en C2 - que son aguas medianamente salinas que pueden ser usadas para riego, si se proporciona un pequeño excedente con fines de lavado moderadamente tolerante, sin prácticas especiales para control de salinidad.

En las condiciones de Sodio se clasificó en S2 que son aguas medias en sodio que pueden ser muy peligrosas en suelos de texturas finas que tengan una alta capacidad de intercambio de bases, especialmente cuando no se puede proporcionar un exceso para lavado, a menos que los suelos contengan yeso. Estas aguas pueden ser usadas en suelos de texturas gruesas orgánicas con buena permeabilidad.

Para el terreno en estudio, se recomienda agregar yeso en proporción de 2 toneladas/Ha cada ciclo agrícola para reducir el peligro de acumulación de sodio como carbonato de sodio residual (4.08 meq/l) que es un valor encima del límite máximo permisible.

2.5 ESTUDIO DE LAS CONDICIONES CLIMATOLGICAS TOMADAS EN LA ESTACION EL FUERTE EN EL MUNICIPIO DE OCOTLAN, JALISCO.

Cuya altitud es de 1,542 m.s.n.m. y $20^{\circ}18''$ y una longitud de $102^{\circ}46''$.

Los datos presentados son los valores extremos registrados de los años 1984 - 1989 en cada mes.

RESUMENES MENSUALES 1984 - 1989

	Agosto	Julio	Junio	Mayo	
\bar{x} Valores máximos o mínimos en los 5 años.					
- Temp ($^{\circ}\text{C}$)					
1	Máxima en el mes \bar{x}	32	30	34	34
2	Mínima en el mes \bar{x}	14	14	14	9
3	Media 1984-1989	22.125	22	23.3	24
- Lluvia en mm					
4	Máxima en 24 hrs. \bar{x}	52	52	37.2	43
5	Mínima en 24 hrs. \bar{x}	1	1	1	1
6	Media del mes	13.77	11.19	4.7	1.4
7	Media del total del mes	228.2	144	141	144
- Evaporación mm					
8	Máxima en el mes en un día \bar{x}	8.45	8	9.36	11.7
9	Mínima en el mes en un día \bar{x}	1.86	1.09	2.2	2.7
10	Media en el mes	3.54	4.8	6	8.1
11	Media del total del mes	138	145	180	242
- Número de días (valores extremos de los años 1984 - 1989) \bar{x}					
12	Con lluvia de 0.1 mm en adelante.	19-16	21-17	16-13	5-3
13	Con lluvia inapreciable	8-2	4-2	6-4	4-3
14	Con helada	-	-	-	-
15	Con granizo	-	1-0	-	-
16	Despejados	10-2	1-1	8-4	11-5
17	Medio Nublados	10-4	14-3	11-6	20-7
18	Nublados	21-5	22-15	16-15	19-11
- Viento					
19	Dirección	NW	NE	NE	NE

	Abril	Marzo	Febrero	Enero
- Temp (°C)				
1 Máxima en el mes \bar{x}	34	32.5	28.5	27
2 Mínima en el mes \bar{x}	8	5	3	3
3 Media 1984-1989	22	19	17.7	16.52
- Lluvia en mm				
4 Máxima en 24 hrs. \bar{x}	1.2	30.2	3.7	4
5 Mínima en 24 hrs. \bar{x}	INAP	0	1.2	0
6 Media del mes	0	.25	0.1	1
7 Media del total del mes	0.3	8	1.2	2
- Evaporación mm				
8 Máxima en el mes en un día \bar{x}	9.69	8.79	6.92	6.31
9 Mínima en el mes en un día \bar{x}	4.5	1.11	1.26	1.18
10 Media en el mes	7	5.8	4.42	3.42
11 Media del total del mes	220	184	125	105
- Número de días (valores extremos de los años 1984 - 1989) \bar{x}				
12 Con lluvia de 0.1 mm en adelante.	1-0	4-0	0	21-0
13 Con lluvia inapreciable	1-0	1-0	3-0	1-0
14 Con helada	Ninguno	1-0	3-0	3-0
15 Con granizo	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
16 Despejados	22-9	29-16	25-14	28-16
17 Medio Nublados	16-6	8-2	6-3	12-2
18 Nublados	8-2	8-2	10-1	9-2
- Viento				
19 Dirección	NE	NE	NW	NE
20	de 4-8km/hr 8-12km/hr 4-8km/hr 4-8km/hr			

Diciembre Noviembre Octubre Septiembre

- Temp (°C)				
1 Máxima en el mes $\bar{+}$	27	28.5	31	31
2 Mínima en el mes $\bar{+}$	6	5.5	2.9	12.5
3 Media 1984-1989	16.8	18	20.5	22
- Lluvia en mm				
4 Máxima en 24 hrs. $\bar{+}$	6.3	0	41	60
5 Mínima en 24 hrs. $\bar{+}$	0	0	0	1
6 Media del mes	0.1	0	1.5	4.81
7 Media del total del mes	3.5	0	28.7	129
- Evaporación mm				
8 Máxima en el mes en un día $\bar{+}$	8.7	7.01	7.37	8.72
9 Mínima en el mes en un día $\bar{+}$	1.31	2.15	1.06	1.49
10 Media en el mes	3.5	3.8	3.73	4.06
11 Media del total del mes	110	120	115.3	121.8
- Número de días (valores extremos de los años 1984 - 1989) $\bar{+}$				
12 Con lluvia de 0.1 mm en adelante	1-0	1-0	10-1	18-0
13 Con lluvia inapreciable	1-0	1-0	3-1	4-1
14 Con helada	Ninguno	Ninguno	Ninguno	1-0
15 Con granizo	Ninguno	Ninguno	Ninguno	1-0
16 Despejados	17-4	27-10	24-7	9-3
17 Medio Nublados	10-7	13-3	12-6	11-8
18 Nublados	9-7	9-0	13-1	17-12
- Viento				
19 Dirección	NW	NW	N	NE
20	de 4-8km/hr	4-8 km/hr	4-8 km/hr	4-8km/hr

Los valores anteriores nos indican lo siguiente:

La temperatura más alta registrada en los últimos 5 años es de 34°C.

La temperatura más baja registrada en los últimos 5 años es de 2.9°C.

La temperatura media al año de los años 1984-1989 es de 20.32°C.

La Máxima precipitación en 24 hrs registrada en los últimos 5 años es 60 mm.

La Mínima precipitación en 24 hrs registrada en los últimos 5 años es 0.

La precipitación promedio total en un año de los últimos 5 años es 829.7 mm.

La Evaporación máxima es un día registrada en los últimos 5 años es 9.69 mm.

La Evaporación mínima en un día registrada en los últimos 5 años es 1806.1 mm.

Referente a los vientos la dirección que predomina es NE con una velocidad mínima de 4 m/s y máxima de 12 m/s.

2.6 DISPONIBILIDAD DEL AGUA

Se cuenta con un pozo profundo del cual se muestra -- los resultados del Aforo y las características del pozo, así como de la bomba con la que se realizó el aforo.

Cuadro de Resultados.

Características del Pozo

Profundidad Total	:	200 mts.
Diámetro de ademe	:	12 pulg.
Nivel Estático	:	10 mts.
Fecha de Aforo	:	Febrero/22/87
Inició de Aforo	:	11:00 am

Características de la Bomba

Tipo de Bomba	:	Turbina
Diámetro de Columna	:	8 pulg.
Long. de Columna	:	85 mts.
Diámetro de Descuento	:	8 pulg.
Diámetro de Boq.	:	6 pulg.
Pot. de Motor	:	335 H.P.

Por lo que se concluye que el nivel estático se encuentra a 10.05 m y el nivel dinámico a 16 m.

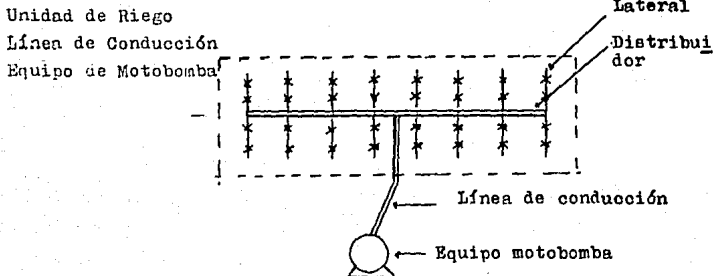
Con la Bomba utilizada en el aforo y a 2,000 rpm se puede extraer 87.64 L/seg de agua limpia.

Estos datos se utilizarán en el capítulo correspondiente donde se vea la capacidad del sistema (caudal).

CAPITULO III

CALCULOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION

3.1 PARTES QUE LO FORMAN



Partes que componen un sistema de riego por aspersión.

3.1.1 UNIDAD DE RIEGO

La Unidad de riego se encuentra formada por los aspersores, elevadores, laterales y distribuidor, así como otros accesorios (válvulas, coples, empaques, etc.)

3.1.2 LINEA DE CONDUCCION

La línea de conducción se encuentra formada por la línea principal y otros accesorios (válvulas, coples, etc.) y se encarga de alimentar al distribuidor.

3.1.3. EQUIPO MOTOBOMBA

El equipo Motobomba tiene como propósito aspirar el agua desde la fuente de abastecimiento e impulsarla a través del sistema. Debe ser capaz de proporcionar la presión para el funcionamiento de los aspersores incluyendo la presión necesaria para compensar las pérdidas por fricción y desnivel topográfico.

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA

3.2.1 INFORMACION BASICA REQUERIDA

Cultivo seleccionado : Alfalfa

Profundidad radical : 60 cm

Suelo : considerado básicamente arcilloso

Uso consuntivo del agua máximo por día : 0.8 cm/día = 8mm/día

Velocidad de infiltración básica : 10 mm/hora (por ser suelo de tipo arcilloso)

Eficiencia de Riego : 70% (Por evaporación y falta de uniformidad de aplicación).

Superficie del Terreno: 53,729 m²

Precipitación promedio en un año: 829.7 mm

Temperatura más alta registrada : 34°C

Temperatura más baja registrada : 2.9°C

Altitud : 1,542 m.s.n.m.

Velocidad del Viento más alta 8 km/hr

Dirección del Viento que predomina NE

Cantidad de Agua que se dispone : 85.64 litros/seg (según Aforo)

Nivel del agua : a partir de la superficie del suelo = 10m.

Horas de Operación : 10 hrs.

3.2.2 PARA CALCULAR O PRECISAR LA CAPACIDAD DEL SISTEMA ES NECESARIO DETERMINAR ANTES LO SIGUIENTE.

3.2.2.1 CALCULO DE LA LÁMINA DE RIEGO

Con algunos datos de la información básica y del análisis Físico y Químico del suelo presentado la lámina de riego se calcula con la fórmula siguiente:

$$Lr = \frac{K (P_{scc} - P_{spmp}) Da Pr}{100}$$

Lr = Lámina de riego en centímetros

P_{scc} = Porcentaje de humedad a cc

P_{spmp} = Porcentaje de humedad a pmp

Da = Densidad Aparente

Pr = Profundidad radical en cm

K = Nivel de la humedad aprovechable que se deja consumir o se debe reponer al suelo.

(K=0.5 para riegos de auxilio, es decir cuando hay cultivo y K=1.0 en riego de presiembra)

Se toma K=0.5 para el diseño

De acuerdo a cada muestra se obtiene el valor de la Lr da cada una de las profundidades.

Muestra 1

0-30 cm

30-60 cm

Da = 1

Da = 1

P_{scc} = 26.145%

P_{scc} = 25.109%

P_{spmp} = 13.981%

P_{spmp} = 13.427%

Pr = 30 cm

Pr = 30 cm

Por lo que el valor de la lámina de riego es igual a:

$$Lr_{0-30cm} = 0.5 \frac{(26.145-13.98)}{100} (1) (30cm) = 1.8246 \text{ cm}$$

$$Lr_{30-60cm} = 0.5 \frac{(25.109-13.427)}{100} (1) (30cm) = 1.7523 \text{ cm}$$

$$Lr_{30-60cm} = Lr_{0-30cm} + Lr_{30-60cm} = 3.577 \text{ cm}$$

Muestra 2

$$0-30 \text{ cm} \qquad \qquad \qquad 30-60 \text{ cm}$$

$$Da = 1.05 \qquad \qquad \qquad Da = 1.2$$

$$P_{scc} = 47.749\% \qquad \qquad \qquad P_{scc} = 33.547\%$$

$$P_{spmp} = 25.534\% \qquad \qquad \qquad P_{spmp} = 17.939\%$$

$$Pr = 30 \text{ cm} \qquad \qquad \qquad Pr = 30 \text{ cm}$$

$$Lr_{0-30 \text{ cm}} = 0.5 \frac{(47.749-25.534)}{100} (1.05) (30cm) = 3.4985 \text{ cm}$$

$$Lr_{30-60 \text{ cm}} = 0.5 \frac{(33.547-17.939)}{100} (1.2) (30cm) = 2.809 \text{ cm}$$

$$Lr_{0-60 \text{ cm}} = Lr_{0-30 \text{ cm}} + Lr_{30-60 \text{ cm}} = 6.308 \text{ cm}$$

Muestra 3

$$0-30 \text{ cm} \qquad \qquad \qquad 30-60 \text{ cm}$$

$$Da = 1.06 \qquad \qquad \qquad Da = 1.13$$

$$P_{scc} = 51.004\% \qquad \qquad \qquad P_{scc} = 53.406\%$$

$$P_{spmp} = 27.274\% \qquad \qquad \qquad P_{spmp} = 28.559\%$$

$$Pr = 30 \text{ cm} \qquad \qquad \qquad Pr = 30 \text{ cm}$$

$$Lr_{0-30 \text{ cm}} = 0.5 \frac{(51.004-27.274)}{100} (1.06) (30 \text{ cm}) = 3.773 \text{ cm}$$

$$Lr_{30-60 \text{ cm}} = 0.5 \frac{(53.406-28.559)}{100} (1.13) (30 \text{ cm}) = 4.2115 \text{ cm}$$

$$Lr_{0-60 \text{ cm}} = Lr_{0-30 \text{ cm}} + Lr_{30-60 \text{ cm}} = 7.9845 \text{ cm}$$

Muestra 4

0-30 cm	30-60 cm
Da = 1.12	Da = 1.05
Psc = 42.673%	Psc = 44.511%
Pspmp = 22.819%	Pspmp = 23.802 %
Pr = 30 cm	Pr = 30 cm

$$Lr_{0-30cm} = 0.5 \left(\frac{42.673-22.819}{100} \right) (1.12)(30cm) = 3.3355 \text{ cm}$$

$$Lr_{30-60cm} = 0.5 \left(\frac{44.511-23.802}{100} \right) (1.05)(30cm) = 3.2615 \text{ cm}$$

$$Lr_{0-60cm} = Lr_{0-30cm} + Lr_{30-60cm} = 6.597 \text{ cm}$$

3.2.2.2. CALCULO DE LA LAMINA NETA POR RIEGO

Se determina la lámina neta por riego, usando la eficiencia de aplicación mencionada (0.70 ó 70 %)

$$LN = \frac{Lr}{Ea}$$

LN = lámina neta en cm

Lr = lámina de riego en cm

Ea = Eficiencia de aplicación en forma decimal

De acuerdo a cada muestra la LN es :

Muestra 1

$$LN_1 = \frac{3.577}{0.70} \text{ cm} = 5.109 \text{ cm}$$

Muestra 2

$$LN_2 = \frac{6.308}{0.70} \text{ cm} = 9.01 \text{ cm}$$

Muestra 3

$$LN_3 = \frac{7.9845}{0.70} \text{ cm} = 11.406 \text{ cm}$$

Muestra 4

$$LN_4 = \frac{6.597}{0.70} \text{ cm} = 9.424 \text{ cm}$$

Se obtiene de las 4 muestras la Lámina Neta prome

dio :

$$LN_p = (LN_1 + LN_2 + LN_3 + LN_4) / 4 = 8.7 \text{ cm}$$

3.2.2.3. DETERMINACION DEL INTERVALO DE RIEGO

Para calcularlo es base a la fórmula siguiente:

$$Ir = \frac{Lr}{U.C.M\acute{a}x.}$$

Ir = Intervalo de riego en días

Lr = Lámina de riego

U.C.Max. = Uso consuntivo máximo por días (cm/día)
= 0.8 cm/día

De acuerdo a cada muestra el Ir es :

Muestra 1

$$Ir_1 = \frac{3.577 \text{ cm}}{0.8 \text{ cm/día}} = 4.47 \text{ días}$$

Muestra 2

$$Ir_2 = \frac{6.308 \text{ cm}}{0.8 \text{ cm/día}} = 7.88 \text{ días}$$

Muestra 3

$$Ir_3 = \frac{7.9845 \text{ cm}}{0.8 \text{ cm/día}} = 9.9805 \text{ días}$$

Muestra 4

$$Ir_4 = \frac{6.597 \text{ cm}}{0.8 \text{ cm/día}} = 8.246 \text{ días}$$

Se hace un intervalo de riego promedio

$$Irp = (Ir_1 + Ir_2 + Ir_3 + Ir_4) / 4 = 7.64 \text{ días}$$

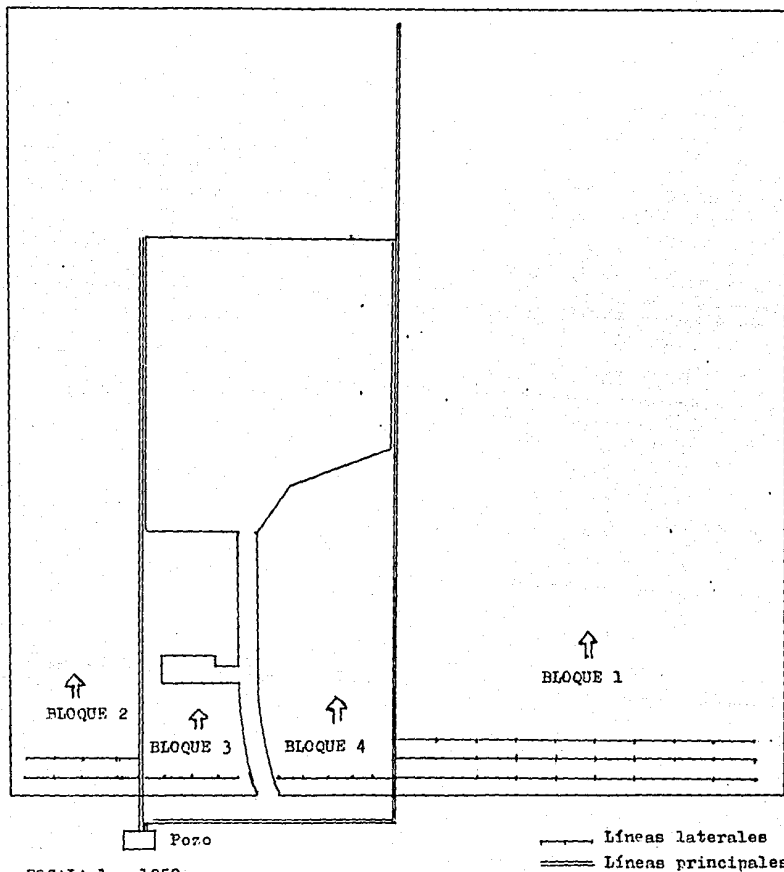
Nota : Para este tipo de suelo arcilloso se recomienda en el primer riego después de la siembra se haga con Ir de 4 a 5 días, ya que se forma una costra, para ayudar a que germine la semilla.

3.2.2.4. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA

Para la determinación de la capacidad del sistema se usará la siguiente fórmula :

$$Q (\text{ litros/seg }) = \frac{2.78 \times \text{Area (Ha)} \times \text{Lámina neta prom. (mm)}}{(\text{Horas de Bombeo por día})(\text{Interv. de riego en días})}$$

PLANO 6. Planta de distribución propuesta para el trazo de líneas laterales y principales.



ESCALA 1 : 1250

Por lo tanto la capacidad requerida es :

$$Q = \frac{2.78 \times 5.3729 \text{ Ha} \times 87 \text{ mm}}{(10 \text{ horas/día})(7.64 \text{ días})} = 17.009 \text{ litros/seg}$$

Por lo que nos indica que dicho caudal es menor del que puede dar el pozo profundo según el aforo.

$$17.009 \text{ litros/seg} < 85.64 \text{ litros/seg}$$

3.2.3. DETERMINACION DE LA VELOCIDAD PROMEDIO DE APLICACION DE LOS ASPERSORES

Fórmula

$$V_{\text{prom}} = \frac{LNd}{T.O.} = \frac{8.7 \text{ cm}}{10 \text{ horas}} = 0.87 \text{ cm/hr}$$

3.2.4. PLANTA DE DISTRIBUCION PROPUESTA PARA EL TRAZO DE LINEAS LATERALES Y PRINCIPALES

La planta de distribución se muestra en el Plano 6. Como se indica en la planta de distribución se cuenta con 2 líneas principales.

Una su longitud de 175.68 m y la otra de 317.6 m, se cuenta con 4 diferentes tamaños de ramales cuyas longitudes son :

- 109.7 m
- 27.4 m
- 36.5 m
- 30.48 m

3.2.5. SELECCION DEL TIPO DE ASPERSOR

Para selección del aspersor se entra a la Tabla A con los siguientes datos.

$$V_{\text{prom}} = 0.87 \text{ cm/hr} = 0.3426 \text{ pulg/hr}$$

$$\text{Velocidad del viento} = 8 \text{ Km/hr} = 5 \text{ millas/hr}$$

por lo que se considera el 60 % del diámetro de mojado y se toma en cuenta que el intervalo de riego es de

7.64 días, por lo que se tomará de 7 días.

Para que el intervalo de riego sea de 7 días se determina que se debe utilizar dos tipos de aspersores.

3.2.5.1. SELECCION DEL TIPO DE ASPERSOR PARA LA LINEA PRINCIPAL.

En la línea principal 1, se determina de acuerdo a la Tabla A el siguiente aspersor :

$S_l = 30'$	$P_o = 55 \text{ PSI}$
$S_m = 50'$	$C_u = 85\%$
$db = 5/32''$	$q_a = 5.4 \text{ gpm}$
$dm = 91'$	
$S_{m\acute{x}} = 0.6 (91') = 54.6'$	$S_m \quad S_l$

Donde :

S_l = Separación entre aspersores

S_m = Separación entre laterales

db = Diámetro de boquilla

dm = Diámetro de mojado

P_o = Presión de operación de los aspersores

C_u = Coeficiente de uniformidad

q_a = Gasto del aspersor en gpm

Puesto que este tipo de aspersor no es comercial en la zona, se selecciona el siguiente aspersor que se asemeja al anterior : (Tabla C)

M20G Entrada macho de 3/4 "

$S_l = 30' = 9.144 \text{ m}$	$P_o = 45 \text{ PSI (ventaja)}$
$S_m = 50' = 15.24 \text{ m}$	$C_u = 85\%$
$db = 5/32''$	$q_a = 5.6 \text{ gpm} = 0.3528 \text{ lt/seg}$
$dm = 94'$	
$S_{m\acute{x}} = 0.6 (94') = 56.4'$	$S_m \quad S_l$

3.2.5.1.a DETERMINACION DEL N^o. DE POSICIONES POR LATERAL, GASTO DEL BLOQUE, N^o. DE ASPERSORES POR LATERAL DE LA LINEA PRINCIPAL 1

El N^o. de posiciones del lateral o laterales del

bloque No. 1 de riego.

Long. de la trayectoria de los laterales = 326.4m

Long. de la lateral = 109.7 m

No. de posiciones = $\frac{\text{Long. de Tray.}}{\text{Sm}} = \frac{326.4\text{m}}{15.7\text{m}} = 21$

Sm

Por lo que se tomará 21 posiciones, ya que el Ir= 7 días y si se usa un lateral operando 10 horas al día, se requieren 3 laterales para cubrir el Area de 3.9331 Ha (que corresponde a dicho bloque) en 7 días.

Para calcular el caudal que se requiere esa Area se utiliza la fórmula ya utilizada anteriormente para conocer la capacidad del sistema, tomando la mayoría de los datos utilizados excepto el area determinamos el caudal :

$$Q_{\text{Bloque 1}} = \frac{2.78 \times 3.9331 \text{ Ha} \times 87 \text{ mm}}{(10 \text{ horas/día})(7.64 \text{ días})} = 12.451 \text{ lt/seg}$$

Para calcular el No. aspersores del Bloque 1 con el $Q_{\text{Bloque 1}}$ y el gasto del aspersor seleccionado se determina :

$$\text{No. asp.} = \frac{Q_{\text{Bloque 1}}}{q_a} = \frac{12.451 \text{ lt/s}}{0.3528 \text{ lt/s}} = 35.29$$

tomando 36 aspersores.

Para calcular el No. de aspersores por lateral - es :

$$\text{No. asp. por lateral} = \frac{\text{No. asp}}{\text{No. laterales}} = \frac{36}{3} = 12$$

Para determinar el gasto por lateral se determina de la siguiente manera :

$$Q_{\text{lateral}} = \text{No. asp.} \times q_a = 12 \times 5.6 \text{ gpm} = 67.2 \text{ gpm}$$

Para el Bloque 4 se determina el mismo tipo de aspersor utilizado en el Bloque 1.

Se utiliza la misma secuencia y fórmulas del Bloque 1.

Long. de la trayectoria de los laterales = 110.6 m

Long. de la lateral = 27.4 m

No. de posiciones = $\frac{110.6 \text{ m}}{15.24 \text{ m}} = 7.25$

tomando 7 posiciones, por lo que se requiere solo 1 lateral para regar en 7 días.

Si el área es de 0.3537 Ha el caudal que se requiere es de :

$$Q_{\text{Bloque 4}} = \frac{2.78 \times 0.3537 \text{ Ha} \times 87 \text{ mm}}{(10 \text{ horas/día})(7.64 \text{ días})} = 1.12 \text{ litros/seg}$$

$$\text{No. aspersores} = \frac{Q_{\text{Bloque 4}}}{q_a} = \frac{1.12 \text{ litros/seg}}{0.3528 \text{ litros/seg}} = 3.17$$

tomando 3 aspersores.

Puesto que es un solo lateral se requieren 3 aspersores por lateral.

$$Q/\text{lateral} = 3 (5.6 \text{ gpm}) = 16.8 \text{ gpm}$$

Bloque 4

3.2.5.2. SELECCION DEL TIPO DE ASPERSOR PARA LA LINEA PRINCIPAL 2

Para la línea principal 2 se determina de acuerdo a la Tabla A el siguiente aspersor :

$$S_1 = 20^\circ$$

$$P_o = 40 \text{ PSI}$$

$$S_m = 40^\circ$$

$$C_u = 84 \%$$

$$d_b = 1/8 \text{ "}$$

$$q_a = 2.9 \text{ gpm}$$

$$d_m = 78^\circ$$

$$S_{\text{máx.}} = 0.6 (78^\circ) = 46.8^\circ$$

Puesto que este tipo de aspersor no es comercial se selecciono el siguiente aspersor semejante al anterior : (Tabla C.)

$$S_1 = 20^\circ = 6.096 \text{ m}$$

$$P_o = 40 \text{ PSI}$$

$$S_m = 40^\circ = 12.192 \text{ m}$$

$$q_a = 3.6 \text{ gpm} = 0.2268 \text{ lt/s}$$

$$d_b = 9/64 \text{ "}$$

$$C_u = 84 \%$$

$$d_m = 84^\circ$$

$$S_{\text{máx.}} = 0.6 (84^\circ) = 50.4^\circ$$

3.2.5.2.a DETERMINACION DEL No. DE POSICIONES POR LATERAL,
GASTO DEL BLOQUE, No. DE ASPERSORES POR LATERAL
EN LA LINEA PRINCIPAL 2.

El No. de posiciones del lateral o laterales del
Bloque 2 de riego.

Long. de la trayectoria de los laterales = 175.7m

Long. de la lateral = 36.576 m = 120'

No. de Posiciones = $\frac{175.7m}{40'} = \frac{576.4'}{40'} = 14.41$

por lo que se toma 14 posiciones, ya que el Ir= 7 días y -
si se usa un lateral operando 10 horas al día, se requieren
2 laterales para cubrir el area de 0.7654 Ha (que corres-
ponde a dicho bloque) en 7 días.

Utilizando la fórmula del caudal utilizada ante-
riormente se obtiene :

$$Q_{\text{Bloque 2}} = \frac{2.78 \times 0.7654 \text{ Ha} \times 87 \text{ mm}}{(10 \text{ horas/día})(7.64 \text{ días})} = 2.42 \text{ lt/seg}$$

Por lo que el No. aspersores correspondiente a di-
cho bloque es :

$$\text{No. asp.} = \frac{Q_{\text{Bloque 2}}}{q_a} = \frac{2.42 \text{ lt/seg}}{0.2268 \text{ lt/seg}} = 10.67$$

tomando 12 aspersores.

Para el número de aspersores por lateral para di-
cho Bloque es :

$$\text{No. asp. por lateral} = \frac{\text{No. asp. Bloque 2}}{\text{No. laterales}} = \frac{12}{2} = 6$$

Para el gasto por lateral se determina ;

$$Q/\text{lateral} = 6 \text{ asp/lateral} \times 3.6 \text{ gpm} = 21.6 \text{ gpm}$$

Bloque 2

Para el Bloque 3 se determina el mismo tipo de -
aspersor que para el bloque 2.

Utilizando la misma secuencia.

Long. de la Trayectoria de los laterales = 77.3 m

Long. de la lateral = 24.384 m

No. de posiciones = $\frac{77.3 \text{ m}}{12.19m} = 6.34$

tomando 7 posiciones por lo que se requiere 1 lateral para regar en 7 días.

Si el área es de 0.2735 Ha (que corresponde a dicho Bloque) el caudal que se requiere es de :

$$Q_{\text{Bloque 3}} = \frac{2.78 \times 0.2735 \text{ Ha} \times 87 \text{ mm}}{(10 \text{ horas/día})(7.64 \text{ días})} = 0.8659 \text{ litros/s}$$

$$\text{No. aspersores} = \frac{Q_{\text{Bloque 3}}}{q_a} = \frac{0.8659 \text{ litros/seg}}{0.2268 \text{ litros/seg}} = 3.81$$

tomando 4 aspersores y como es 1 lateral se utiliza los 4 - aspersores por lateral.

$$Q/\text{lateral Bloque 3} = 4 (3.6 \text{ gpm}) = 14.4 \text{ gpm}$$

Caudales totales de cada línea principal

Línea Principal 1

$$\begin{aligned} Q_{\text{L.P.1}} &= \text{No. lat}_{\text{B.1}} \times Q/\text{lat.}_{\text{B.1}} + \text{No. lat}_{\text{B.4}} \times Q/\text{lat.}_{\text{B.4}} \\ &= 3 \times 67.2 \text{ gpm} + 1 \times 16.8 \text{ gpm} = 218.4 \text{ gpm} \\ &= 13.759 \text{ litros/seg} \end{aligned}$$

Línea Principal 2

$$Q_{\text{L.P.2}} = \text{No. lat}_{\text{B.2}} \times Q/\text{lat.}_{\text{B.2}} + \text{No. lat}_{\text{B.3}} \times Q/\text{lat.}_{\text{B.3}}$$

3.2.6. CALCULO DE LA PERDIDA DE PRESION PERMISIBLE EN LOS - LATERALES.

Fórmula

$$P_{\text{Hfperm}} = 0.20 P_o$$

Donde :

P_o = Presión de operación del aspersor

En el Bloque 1 y 4 (línea principal 1) $P_o = 45 \text{ PSI}$

$$\begin{aligned} P_{\text{Hfperm}} &= 0.20 (45 \text{ PSI}) = 9 \text{ PSI} \\ &= 20.763 \text{ pies de columna de agua} \end{aligned}$$

En el Bloque 2 y 3 (Línea principal 2) $P_o = 40 \text{ PSI}$

$$P_{Hfrerm} = 0.20 (40 \text{ PSI }) = 8 \text{ PSI}$$

= 18.456 pies de columna
de agua

3.2.7. DETERMINACION DEL DIAMETRO DEL LATERAL

La determinación del diámetro del lateral (basan
dose en la Tabla 4).

Entrando con los siguientes datos :

Laterales del Bloque No.	No. de Asp./lat.	Q/ asp.	Sl	Long. del lateral.	Valor Encon trado del Diá metro del Lat.
1 - 3 laterales	12	5.6 gpm	30'	109.7 m	2 "
4 - 1 lateral	3	5.6 gpm	30'	27.4 m	2 "
2 - 2 laterales	6	3.6 gpm	20'	36.5 m	2 "
3 - 1 lateral	5	3.6 gpm	20'	30.48 m	2 "

3.2.8. DETERMINACION DE LAS PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN EL LATERAL.

Datos requeridos

Bloque que corresponde	Long. del lateral (Pies)	Diámetro (pulg)	Gasto/lateral (gpm)
L-1	360	2	67.2
L-4	90	2	16.8
L-2	120	2	21.6
L-3	100	2	14.4

Para Tubería de Aluminio

(De acuerdo a la Tabla 1) interpolando

L-1

60 - 9.67

10 - 3.28

70 - 12.95

7.2- X

X = 2.3616

$$H_{fL-1} = 9.67 + X = 12.03 \text{ pies/100 pies}$$

L-4

$$10 - 0.32 \quad 10 - 0.88$$

$$20 - 1.2 \quad 6.8 - X \quad X = 0.5984$$

$$H_{fL-4} = 0.32 + X = 0.9184 \text{ pies}/100 \text{ pies}$$

L-2

$$20 - 1.2 \quad 10 - 1.38$$

$$30 - 2.58 \quad 1.6 - X \quad X = 0.2208$$

$$H_{fL-2} = 1.2 + X = 1.4208 \text{ pies}/100 \text{ pies}$$

L-3

$$10 - 0.32 \quad 10 - 0.88$$

$$20 - 1.2 \quad 4.4 - X \quad X = 0.3872$$

$$H_{fL-3} = 0.32 + X = 0.7072 \text{ pies}/100 \text{ pies}$$

De acuerdo a la longitud de cada lateral

$$H_{FL} = H_{fL} \times \text{Longitud del lateral}$$

$$H_{FL-1} = \frac{12.03 \text{ pies}}{100 \text{ pies}} (360 \text{ pies}) = 43.308 \text{ pies}$$

$$H_{FL-4} = \frac{0.9184 \text{ pies}}{100 \text{ pies}} (90 \text{ pies}) = 0.8265 \text{ pies}$$

$$H_{FL-2} = \frac{1.4208 \text{ pies}}{100 \text{ pies}} (120 \text{ pies}) = 1.7049 \text{ pies}$$

$$H_{FL-3} = \frac{0.7072 \text{ pies}}{100 \text{ pies}} (100 \text{ pies}) = 0.7072 \text{ pies}$$

Considerando las salidas se tendrá que las pérdidas de carga serán ;

Con ayuda de la Tabla 3 y con $m = 1.9$

No. de lateral	No. de aspersor	factor F	$H_{FtotL-X} = H_{FL-X} \times F$
L-1	12	0.388	43.308' (0.388) = 16.803'
L-4	3	0.529	0.8265' (0.529) = 0.437'
L-2	6	0.433	1.7049' (0.433) = 0.738'
L-3	5	0.451	0.7072' (0.451) = 0.318'

Por lo que ninguna pérdida de presión rebasa de - las permitidas.

En los laterales del Bloque 1 y 4 (línea principal 1).

	$H_{\text{ptot L-X}}$	P_{Hperm}
L-1	16.803 pies	20.763 pies
L-4	0.437 pies	20.763 pies

En los laterales del Bloque 2 y 3 (línea principal 2).

	$H_{\text{ptot L-X}}$	P_{Hperm}
L-2	0.738 pies	18.456 pies
L-3	0.318 pies	18.456 pies

3.2.9. CALCULO DE LA PRESION REQUERIDA EN EL PRINCIPAL.

La fórmula es :

$$P_p = P_o + 3/4 P_{\text{HFL}} + P_e$$

Donde :

P_o = Presión de operación del aspersor

P_{HFL} = Presión requerida para vencer las pérdidas de carga por fricción en el lateral.

P_e = Presión necesaria para elevar el agua en los aspersores.

Línea principal 1

Considerando lateral del Bloque 1

$P_o = 45 \text{ PSI} = 103.815 \text{ pies de columna de agua}$

$P_e = 2'$ de altura (para elevar el agua en los - aspersores).

$$P_{\text{HFL-1}} = 16.803'$$

$$P_{\text{PL-1}} = 103.815' + 3/4 (16.803') + 2' = 118.42'$$

Considerando lateral del Bloque 4

$P_o = 103.815 \text{ pies de columna de agua}$

$P_e = 2'$

$$P_{\text{HFL-4}} = 0.4372'$$

$$P_{\text{PL-4}} = 103.815' + 3/4 (0.4372') + 2' = 106.14'$$

Por lo que para fines de cálculo en la Línea principal 1 se toma la de 118,417'.

Línea principal 2

Considerando lateral del Bloque 2

$P_o = 40 \text{ PSI} = 92.27 \text{ pies de columna de agua}$

$P_e = 2 \text{ pies de columna de agua}$

$P_{HFL-2} = 0.7382 \text{ pies de columna de agua}$

$P_{PL-2} = 92.27' + 3/4 (0.7382') + 2' = 94.82'$

Considerando lateral del Bloque 3

$P_o = 40 \text{ PSI} = 92.27 \text{ pies de columna de agua}$

$P_e = 2 \text{ pies de columna de agua}$

$P_{HFL-3} = 0.3189 \text{ pies de columna de agua}$

$P_{PL-3} = 92.27' + 3/4 (0.3189') + 2' = 94.509'$

Por lo que para fines de cálculo en la Línea principal 2 se toma la de 94.82'.

3.2.10. DETERMINACION DE LAS PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN EL PRINCIPAL.

Criterio de diseño.

Las pérdidas de carga por fricción en la línea principal no deberán exceder de 10 PSI (23.1 pies de columna de agua).

3.2.10.1 PARA LA LÍNEA PRINCIPAL 1.

Se tomarán las condiciones en la posición crítica de los laterales.

Si el gasto es de la L.P.1 = 218.4 gpm = 13.759 lt/s y la longitud del principal = 1042' = 317.6 m

Considerando un diámetro de 5" = 0.127 m

Mediante la fórmula para evaluar las pérdidas de carga por fricción de Darcy - Weisbach

$$H_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

donde :

H_f = Pérdida de carga por fricción en m

f = Factor de fricción, sin dimensiones

g = Aceleración de la gravedad en m/s^2

D = Diámetro de la tubería en m .

V = Velocidad media en m/seg

tomando f de acuerdo al material de Aluminio nuevo que va de 0.03 a 0.035 considerando el de 0.035.

$$\text{La velocidad} = Q/A = \frac{13.7592 (4)}{10 (1.27)^2} = 1.086 \text{ m/s}$$

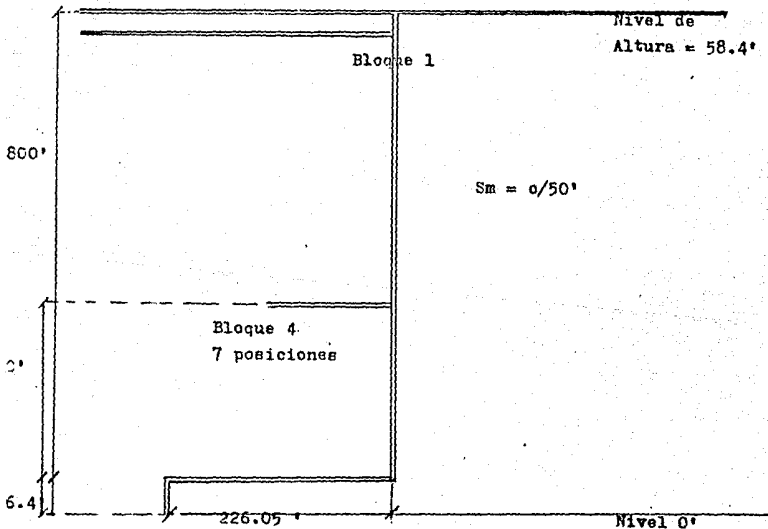
Por lo que :

$$H_{fL.P.1} = \frac{0.035 (317.6m)(1.086 \text{ m/s})^2}{(0.127 \text{ m}) (2)(9.81 \text{ m/s}^2)} = 5.2614 \text{ m}$$

$$= 17.2618 \text{ '}$$

5 posiciones

16 posiciones



Las pérdidas secundarias.

Obteniendo la longitud equivalente de cada accesorio del Nomograma Tabla 7.

2 codos de $\phi = 5$ " $Le = 8m (2) = 16 m$

Válvula Globo de 5" $Le = 40 m$

Válvula de retención 5" $Le = 22 m$

$$\begin{aligned} \text{Si } V = 1.086 \text{ m/s entonces } Re &= \frac{VD}{\nu} = \frac{(1.086)(0.127)}{1.0036 \times 10^{-6}} \\ &= 137,420.7 \end{aligned}$$

y $K/D = 0.0039$.

Con los valores de K/D y de Re entra al Diagrama de Moody (Tabla 5), y se obtiene el valor de $\lambda = 0.028$.

Con los datos anteriores obtenidos, se utiliza la siguiente fórmula para obtener las pérdidas secundarias :

$$H_r = \lambda \frac{Le}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Por lo que :

$$\begin{aligned} H_{rL.P.1} &= \frac{0.028 (.16m+40m+22m)(1.086 \text{ m/s})^2}{(0.127 \text{ m})(2)(9.81 \text{ m/s}^2)} \\ &= 1.0337 \text{ m} = 3.3915' \end{aligned}$$

Por lo tanto las pérdidas totales en la Línea principal 1 son :

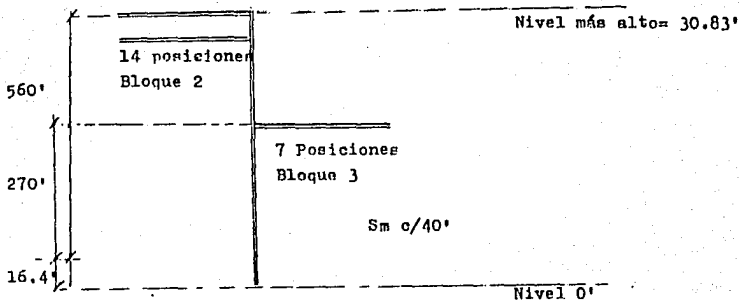
$$\begin{aligned} H_{TL.P.1} &= H_{fL.P.1} + H_{rL.P.1} \\ &= 17.2618' + 3.39' = 20.65' \end{aligned}$$

Verificando que son menores de las permitidas

$$H_{TL.P.1} = 20.65' < 23.1 \text{ (que no debe exceder)}$$

3.2.10.2 . PARA LA LINEA PRINCIPAL 2

Se tomará las condiciones también en la posición crítica.



Si el $Q_{L.P.2} = 57.66 \text{ ppm} = 3.6288 \text{ lt/seg}$

Longitud = 576.4' = 175.68 m

Considerando un diámetro de 3" = 0.0762 m. = 0.762

dm. Mediante la fórmula $V = Q/A$, se calcula la velocidad;

$$V = \frac{3.6288 \text{ lt/s (4)}}{\pi (0.762 \text{ dm})^2} = 7.957 \text{ dm/s} = 0.7957 \text{ m/s}$$

si $f = 0.035$ para el Aluminio Nuevo y mediante la fórmula de Darcy - Weisbach se calcula las pérdidas primarias:

$$\begin{aligned} H_{PLP.2} &= f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \\ &= \frac{0.035 (175.68 \text{ m}) (0.7957 \text{ m/s})^2}{(0.076 \text{ m}) (2) (9.81 \text{ m/s}^2)} = 2.604 \text{ m.} \\ &= 8.5435' \end{aligned}$$

Considerando las pérdidas secundarias y de acuerdo al monograma fig. 11 - 15 (tabla) se obtiene la longitud -- equivalente de los accesorios.

Válvula Globo 3"

$L_e = 22 \text{ m}$

Válvula de Retención 3"

$= 4.5 \text{ m}$

$$\text{Si } Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{0.7957 (0.0762)}{1.0036 \times 10^{-6}} = 57,776$$

La potencia al freno.

Se obtiene dividiendo la potencia teórica entre la eficiencia mecánica de la bomba y es la potencia que se necesita entregar a la flecha del impulsor de la bomba.

$$P_F = \frac{P_t}{\eta_m}$$

P_F = Potencia a la flecha en H.P.

$$\eta_m = \text{Eficiencia mecánica} \\ = 75\%$$

$$P_{FLP1} = \frac{10.89 \text{ H.P.}}{0.75} = 14.52 \text{ H.P.}$$

La potencia del motor.

$$P_m = \frac{P_F}{\eta_t}$$

P_m = Potencia del motor en H.P.

$$\eta_t = \text{Eficiencia de la transmisión} \\ = 90\%$$

$$P_{mL.P.1} = \frac{14.52 \text{ H.P.}}{0.90} = 16.1344 \text{ H.P.}$$

tomando un motor de 20 H.P. (puesto que no hay de 17 H.P.)

3.2.11.2 PARA LA LINEA PRINCIPAL 2.

(siguiendo la misma secuencia y utilizando las mismas fórmulas).

La carga Vanométrica es:

$$H_{mL.P.2} = 94.946' + 9.611' + 30.83' = 135.387'$$

La potencia teórica es:

$$P_{ot \text{ L.P.2}} = \frac{(57.6 \text{ gpm})(135.387')}{3960} = 1.969 \text{ H.P.}$$

3960

La potencia al freno es:

$$P_{FLP2} = \frac{1.969 \text{ H.P.}}{0.75} = 2.625 \text{ H.P.}$$

La potencia del motor:

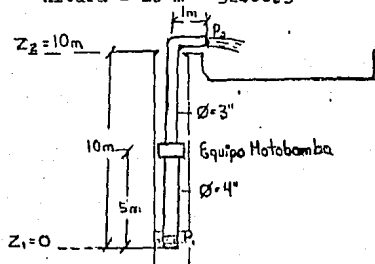
$$P_{mL.P.2} = \frac{2.625 \text{ H.P.}}{0.90} = 2.917 \text{ H.P.}$$

tomando un motor de 5 H.P.

3.2.12.1. CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA PARA EXTRAER EL AGUA DEL POZO.

$$Q_T = Q_{L.P.1} + Q_{L.P.2} = 276 \text{ gpm} = 17.388 \text{ lt/s}$$

$$\text{Altura} = 10 \text{ m} = 32.8083'$$



Utilizando la ec. de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - H_m - H_{PT} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} = 0$$

Por lo tanto :

$$H_m = z_1 - z_2 - H_{PT} = -(z_2 - H_{PT})$$

$$H_{PT} = H_{ra} + H_{ri} \quad \text{donde}$$

H_{PT} = Pérdida de carga total por fricción en la Tubería.

H_{ra} = Pérdida de carga en la tubería de aspiración

H_{ri} = Pérdida de carga en la tubería de impulsión.

Si $Q = 0.017388 \text{ m}^3/\text{s}$

$$A_{\phi=4"} = \frac{Q}{v} = \frac{0.017388 \text{ m}^3/\text{s}}{4} = 0.004347 \text{ m}^2$$

$$A_{\phi=3"} = \frac{Q}{v} = \frac{0.017388 \text{ m}^3/\text{s}}{3} = 0.005796 \text{ m}^2$$

Si $V = Q/A$ tomando $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$$V_a = 2.1466 \text{ m/s} \quad \text{y} \quad \frac{V_a^2}{2g} = 0.2348$$

$$V_i = 3.8131 \text{ m/s} \quad \text{y} \quad \frac{V_i^2}{2g} = 0.74108$$

Utilizando las fórmulas para calcular las pérdidas primarias y secundarias utilizadas en los análisis anteriores requerimos contar con los siguientes datos:

- d) Valor de la rugosidad del hierro galvanizado, - obtenido de la Tabla 8 $k = 0.2 \text{ mm}$

y para cada diámetro

$$\phi = 4" \quad K/D = 0.2 \text{ mm} / 101.6 \text{ mm} = 0.001968$$

$$\phi = 3" \quad K/D = 0.2 \text{ mm} / 76.2 \text{ mm} = 0.002624$$

- b) Valor del número de $Re = VD/\nu$

$$\text{si } \nu = 1.0036 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

para

$$\phi = 4" \quad Re = (V_a \times D) / \nu = 23770$$

$$\phi = 3" \quad Re = (V_i \times D) / \nu = 289515$$

- c) Con estos valores de Re y K/D entramos al diagrama de Moody (Tabla 5) y encontramos el valor de λ

$$\phi = 4" \quad \lambda = 0.0265$$

$$\phi = 3" \quad \lambda = 0.0285$$

- d) El valor de la longitud equivalente para el codo de 90° obtenido de la Tabla 7 es $L_e = 5 \text{ m}$

- e) El valor de l para la válvula de pie obtenido de la Tabla 6 es $l = 6.8$

Así con estos datos

$$H_{ra} = \left(1 + \frac{L_a \lambda}{D} \right) \frac{V_a^2}{2g} = \left(6.8 + \frac{5(0.0265)}{0.1016} \right) (0.2348)$$

$$= 1.9028 \text{ m}$$

$$y$$

$$H_{ri} = \lambda \left(\frac{L_i + L_e}{D} \right) \frac{V^2}{2g} = 0.0285 \left(\frac{6+5}{0.0762} \right) (0.74108)$$

$$= 3.0489 \text{ m}$$

Por lo tanto

$$H_{pT} = H_{ra} + H_{ri} = 4.1417 \text{ m}$$

$$H_m = Z_2 + H_{pT} = 10 \text{ m} + 4.1417 \text{ m} = 14.1417 \text{ m}$$

$$= 46.396 \text{ pies de columna de agua}$$

La potencia Teorica es:

$$Pot_T = \frac{Q(\text{gpm}) \cdot H_m(\text{en pies})}{3960} = \frac{276 \text{ gpm}(46.396')}{3960}$$

$$= 3.233 \text{ H.P.}$$

La potencia al Freno es con $\eta_m = 75\%$

$$Pot_F = \frac{3.233 \text{ H.P.}}{0.75} = 4.3116 \text{ H.P.}$$

La potencia del motor con $\eta_t = 90\%$

$$Pot_m = \frac{4.3116 \text{ H.P.}}{0.90} = 4.79068 \text{ H.P.}$$

Por lo que se toma un motor de 5 H.P.

Para checar que la altura de succión es la adecuada para evitar cavitación, se toma el dato del fabricante del N.P.S.H. = 2m y con los siguientes datos:

$$\text{Agua a } 20^\circ \text{C} = 1000 \text{ Kg/cm}^3 \quad P_v = 0.01925 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Presión barometrica } P_b = 1 \text{ Kg/cm}^2$$

Utilizando la siguiente Fórmula

$$H_s = \frac{P_b}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_{ra} - V_a^2 - \text{N.P.S.H.} = 10 - 0.1925 - 1.9$$

$$- 0.2348 - 2 = 5.6699 \text{ m}$$

Por lo que H_s es mayor que la que se diseño la bomba de 5 m, por lo tanto no tendrá problemas de cavitación.

3.2.13 . CALCULO DE LA INSTALACION ELECTRICA

3.2.13.1. CALCULOS REALIZADOS

a) Capacidad de los motores

Motor 1 : 5 H.P.

Motor 2 : 5 H.P.

Motor 3 : 20 H.P.

b) Corrientes nominales CIRCUITOS DERIVADOS

De la Tabla 12 a 440 V

Ipc 1 = 7.5 A

Ipc 2 = 7.5 A

Ipc 3 = 26.0 A

Corriente del circuito derivado

$$I = 1,25 \times Ipc$$

Icd 1 = $1.25 \times 7.5 \text{ A} = 9.375 \text{ A}$ Icd 2 = $1.25 \times 7.5 \text{ A} = 9.375 \text{ A}$ Icd 3 = $1.25 \times 26.0 \text{ A} = 32.500 \text{ A}$

c) Calibre conductores de cobre, de la Tabla 10

Tipo T.W. 60°C

Calibre C.D. 1 = TW 14

Calibre C.D. 2 = TW 14

Calibre C.D. 3 = TW 8

d) Diámetro de la tubería (de acuerdo a la Tabla 11), el diámetro de la tubería conduit de acuerdo a las características de los circuitos derivados a utilizar en esta instalación eléctrica es de media pulgada.

$$\phi \text{ de la Tubería del CD} = 1/2''$$

e) Protecciones termomagnéticas para los circuitos derivados de la Tabla 14.

Ipc X % Interruptor tiempo inverso

Motor 1 y 2 arranque a voltaje pleno de acuerdo a su potencia de 5 H.P. la letra clave Nema que le corresponde basandose en Tabla 13 es la H y el % del interruptor de tiempo inverso es 250 %.

M1 y M2 = Ipc X % Interruptor = $7.5 \times 2.5 = 18.75 \text{ A}$

Valor comercial 6 X 20 A (no requerido si está incluido en el arrancador)

M-3 en base a la Tabla 14

en arranque por autotransformador sin letra de código es de 200 %.

$$M-3 \rightarrow 26 \text{ A} \times 2 = 52 \text{ A}$$

Valor comercial $3 \times 70 \text{ A}$ (no requerido si está incluido en el arrancador)

f) Protección con fusibles para los circuitos derivados.

Ipc \times % Fusible

En base a la Tabla 13

$$M 1 \text{ y } M 2 \rightarrow 7.5 \times 3 = 22.5 \text{ A}$$

Valor comercial $6 \times 30 \text{ A}$

En base a la Tabla 14

$$M-3 \rightarrow 26 \text{ A} \times 2.5 = 65 \text{ A}$$

Valor comercial $3 \times 70 \text{ A}$ (no requerido si está incluido en el arrancador)

g) Protección de los motores (Arrancadores con protección).

1.25 \times Ipc

Modelo en el Mercado

$$M 1 \rightarrow 1.25 \times 7.5 \text{ A} = 9.375 \text{ A}$$

3TW44 Siemens

$$M 2 \rightarrow 1.25 \times 7.5 \text{ A} = 9.375 \text{ A}$$

3TW44 Siemens

$$M 3 \rightarrow 1.25 \times 26 \text{ A} = 32.500 \text{ A}$$

K915 Siemens

i) Protección caja de cuchillas de los C.D. :

$I = 1.15 \times \text{Ipc}$

Modelo en el Mercado

$$M 1 - 1.15 \times 7.5 \text{ A} = 8.625 \text{ A}$$

30 A

$$M 2 - 1.15 \times 7.5 \text{ A} = 8.625 \text{ A}$$

30 A

$$M 3 - 1.15 \times 26.0 \text{ A} = 29.900 \text{ A}$$

30 A (no requerido si está en el arrancador).

Según proveedor Square-D cat. No. 99351 Nema 1 el interruptor de seguridad se fabrican en distintas capacidades de amperaje y servicio, siendo los de 30 A los de menor capacidad, por lo cuál se utiliza estos.

j) Corriente del C.A. CIRCUITO ALIMENTADOR

I c.a. = 1.25 Ipc (motor mayor) + Sumatoria de Ipc (demás motores).

$$I \text{ c.a.} = 1.25 (26 \text{ A}) + 7.5 \text{ A} + 7.5 \text{ A} = 47.5 \text{ A}$$

k) Calibre del conductor de cobre del C.A., de la Tabla 10.

Dado que la instalación es trifásica se manejan 3 hilos.

Para una capacidad de corriente de 47.5 A se utiliza un calibre de TW 6 que alcanza a soportar una corriente de 55 A.

l) Diámetro de la tubería conduit para el C.A., - según Tabla 11.

$$\text{Diámetro de la Tubería} = 1''$$

m) Protección termomagnética del C.A.

Iprot. c.a. = Iarr (motor mayor) + Sumatoria de Ipc (demás motores).

$$I_{\text{prot. c.a.}} = 2.5 (26 \text{ A}) + 7.5 \text{ A} + 7.5 \text{ A} = 80 \text{ A}$$

Valor comercial 3 X 100 A (no es requerido, si se usa la - protección con fusibles)

n) Protección de caja de cuchillas del C.A.

Cálculos igual que los anteriores.

Valor comercial según Square-D cat. No. D93353 Nema 1 es de 100 A.

p) Protección con fusibles para el C.A.

Cálculos iguales que los dos anteriores.

Valor comercial 3 X 100 A

q) Verificación de que el transformador existente es de la capacidad del requerido.

$$\begin{aligned} \text{Carga} &= 20 \text{ H.P.} + 5 \text{ H.P.} + 5 \text{ H.P.} = 30 \text{ H.P.} \\ &= 22.35 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Según Tabla 9 F.D. = 0.9, por lo que :

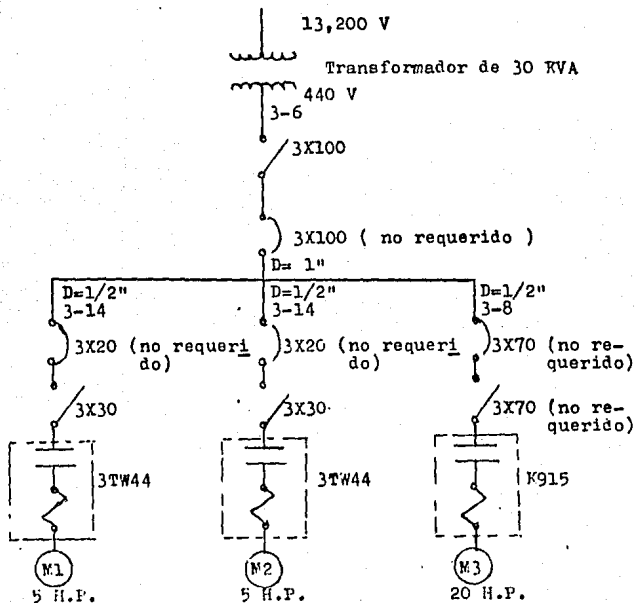
$$P_{\text{T}} = 22.35 \text{ Kw} (0.9) = 20.115 \text{ Kw}$$

La capacidad del transformador considerando un f.p. (factor de potencia) = 0.85

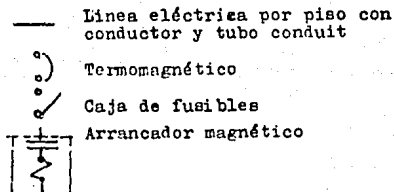
$$\text{EVA Transformador} = 22.115 \text{ Kw} / 0.85 = 23.66$$

El existente es de 30 KVA por lo que se utiliza, ya que es mayor que el calculado.

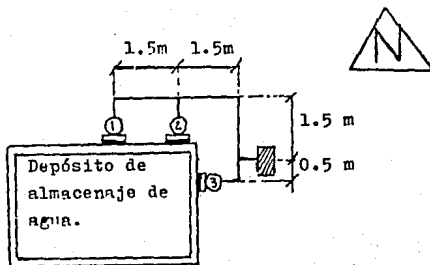
3.2.13.2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL CIRCUITO



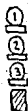
Simbología



3.2.13.3. PLANO DE UBICACION DE LOS MOTORES E INSTALACIONES



Simbología



Motor trifásico de 20 HP.

Motor trifásico de 5 HP.

Motor trifásico de 5 HP. (a 5 mts de profundidad)

Tablero de fuerza

Cantidad	Material requerido
5	Codos de 1/2"
1	Te de 1 "
9 mts	de tubería conduit $\phi = 1/2"$
3 mts	de tubería conduit $\phi = 1"$
13.5 mts	conductor TW 14 cobre
13.5 mts	conductor TW 12 cobre
3 mts	conductor TW 6 cobre
1	arrancador K915 a 440 V (Siemens)
2	arrancadores 3T744 a 440 V (Siemens)
1	interruptor de cuchillas 3X100A (Roller)
3	Fusibles de 100 A
2	Cajas de de fusibles 3X30 (Roller)

C A P I T U L O I V

SELECCION DEL EQUIPO.

4.1. ASPERSORES SELECCIONADOS.

Para su selección se toma la tabla C que es comercial en la región.

Para la línea principal 1 el que satisface las características con un mejor rendimiento es:

- . Aspersor M - 20 G Entrada macho de 3/4"
- db = 5/32"
- qa = 5.6 gpm
- Po = 45 PSI

Para la línea principal 2 es:

- . Aspersor M - 20 G Entrada macho de 3/4"
- db = 9/64"
- qa = 3.6 gpm
- Po = 40 PSI

4.2. TUBERIA SELECCIONADA (de acuerdo a tabla D)

4.2.1. Tubería para los laterales de aluminio de acuerdo al catalogo Ames - Tinsa (tubería Z). Tramos de 30 y 20 pies - de un diámetro de 2".

4.2.2. Tubería para elevadores de 3/4" de diámetro y tramos de 2 pies de aluminio.

4.2.3. Tubería para las líneas principales de aluminio de acuerdo al catalogo Ames - Tinsa. Tubería con coples Z. Tramos de 20 y 30 pies de un diámetro de 3". Tramos de 20 y 30 pies de un diámetro de 5".

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

4.3. Hidrantes utilizadas entre línea principal y lateral Utilizando para su selección las tablas E y F del catalogo de AMES - TINSA.

- . Válvula Hidrante en Te Z - VTH de 5" a 3"
- . Hidrante sencillo Z - ONL de 3" a 2"
- . Te de línea reducida Z - STR de 3" a 2"
- . Codo de 90° reducida Z - NLR del 3" a 2"

4.4. Conexión utilizada en la línea principal l utilizando para su selección la tabla F del catalogo de AMES - TINSA.

- . Codo de 90° Z - NL de 5" de diámetro

4.5. Válvulas utilizadas para regular la presión en las líneas principales, así como de retención para evitar el golpe de ariete.

Marca seleccionada URREA.

- . Válvula reguladora de presión de 5"
- . Válvula reguladora de presión de 3"
- . Válvula de retención de 5"
- . Válvula de retención de 3"
- . Pichancha de 5"
- . Pichancha de 3"

4.6. Manómetros requeridos para verificar la presión requerida en las principales.

Marca ROSS con un rango de 0 -100 lb/pulg²

4.7. Tapón para la línea lateral de 2" de diámetro.

Utilizando para su selección la tabla G del catalogo de AMES - TINSA.

- Tapón Z - W de 2"

4.8. Para la selección de los equipos motobombas.

4.8.1. La motobomba seleccionada para la línea principal 1 es:

Utilizando la tabla H correspondiente al catalogo de ambas mejorada, con los siguientes datos:

- . Hm = 197.47' = 60.18 m
- . Q = 218.4 gpm = 825.55 L.P.M.

Se encuentra que se requiere un equipo motobomba de 20 H.P., cuyo modelo es 3P - 2000 ME con una succión de 4" y descarga de 3", para la cual se coloca de 5" para conectarla a la línea.

El motor eléctrico es marca Siemens de 20 H.P. a 440 V y 3500 R.P.M.

4.8.2. La Motobomba seleccionada para la línea principal 2 es:

Utilizando la tabla I correspondiente al catalogo de bombas mejoradas, con los siguientes datos.

- . Hm = 135.38' = 41.26 m
- . Q = 57.6 gpm = 218 L.P.M.

Se encuentra que se requiere un equipo motobomba de 5 H.P., cuyo modelo es 5 - 500 - ME con una succión de 2" y una descarga de 1 1/2", para la cual se coloca de 3" para conectarla a la línea.

El rotor eléctrico es marca General Electric de 5 H.P. Modelo 18 ET5022CFA.

Diseño B

Voltaje a 440 V y a 3450 R.P.M.

cuyo factor de servicio es 1.

4.8.3. La Fotobomba seleccionada para extraer el agua de - pozo al estanque es:

Utilizando la tabla l correspondiente al catalogo de bombas mejoradas, con los siguientes datos:

- . Hm = 14.14'

. Q = 276 gpm = 1043 L.P.M.

se encuentra que se requiere un equipo motobomba de 5 H.P., cuyo modelo es 6 - 500 - ME cuya succión es de 4" y la descarga de 3".

El motor eléctrico es marca General Electric de 5 H.P. Modelo 18 KT5022CFA

Diseño B

Voltaje a 440 V y a 3450 R.P.M.

cuyo factor de servicio es 1

4.9. Tubería utilizada para la motobomba para extraer el agua del pozo y accesorio.

Tubería de hierro galvanizado.

. tramo de 6 m con un diámetro de 4"

. tramo de 6 m con un diámetro de 3"

. Pichancha con un diámetro de 4"

4.10. Arrancadores seleccionados y protecciones.

4.10.1. Para los motores de 5 H.P. el seleccionado es:

Arrancador magnético a plena tensión, tipo 3TW44 marca Siemens, cuyas características que tiene son:

- . Diseño normalizado
- . Totalmente alambrado, disponible para ser integrado a la línea y a su carga.
- . Protección para efectos contra sobrecarga y falla en la fase en las 3 vías de corriente.
- . Compensación automática de temperatura ambiente desde -20 hasta +55°C.

4.10.2. Para el motor de 20 H.P. el seleccionado es:

Arrancador K915, marca Siemens, arranca a tensión reducida, cuyas características son:

- . Protección contra sobre voltaje.
- . Protección contra sobre carga.
- . Compensación automática de temperatura ambiente desde -20 hasta +55°C

4.10.3. Caja de fusibles con fusibles, marca Roller 3X30 - para los circuitos derivados de los motores de 5.H.P.

Fusibles de 100 amp. para el circuito alimentador.

Interruptor de cuchillas 3X100 A, marca Roller - para el circuito alimentador.

4.11. Tubería y conexiones utilizadas para la instalación eléctrica.

- . Tubería conduit de 1/2" de diámetro.
- . Tubería conduit de 1" de diámetro
- . Codo conduit de 1/2" de diámetro.
- . Te conduit de 1" de diámetro.

4.12. Conductores seleccionados (tipo T.W. 60°C)

- . Conductor TW 14
- . Conductor TW 12
- . Conductor TW 6

C A P I T U L O V
ESTUDIO ECONOMICO DEL SISTEMA

5.1. COTIZACION DEL SISTEMA

(Precios vigentes al 31 de Enero de 1990)

Cantidad	Articulo	Precio unitario	Total
56	Aspersores N-20G	\$ 34,000.00	\$ 34,000.00
39 Tramos	Tubería $\phi=2"$ de 30'c/tramo	\$ 102,963.00	4'015,557.00
17 Tramos	Tubería $\phi=2"$ de 20'c/tramo	\$ 77,585.00	1'318,945.00
29 Tramos	Tubería $\phi=3"$ de 20'c/tramo	\$ 114,986.00	3'334,008.00
16 Tramos	Tubería $\phi=5"$ de 20'c/tramo	\$ 203,378.00	3'255,008.00
24 Tramos	Tubería $\phi=5"$ de 30'c/tramo	\$ 270,378.00	6'489,072.00
1	Válvula check $\phi=5"$	\$ 390,000.00	390,000.00
1	Válvula check $\phi=3"$	\$ 205,720.00	205,720.00
1	Válvula reg. de Presión de un $\phi =5"$	\$ 520,000.00	520,000.00
1	Válvula Reg. de Presión de un $\phi = 3"$	\$ 309,000.00	309,000.00
4	T hidrantes VTH $\phi=5"$ a3"	\$ 279,373.00	1'117,492.00
4	Hidrantes sencillos de un $\phi = 3"$ a 2"	\$ 142,130.00	568,820.00
2	Te Z-STR 3" a 2"	\$ 85,213.00	170,426.00
1	Codo de 90° Z-NLR 3" a 2"	\$ 30,343.00	30,343.00
1	Pichancha $\phi = 5"$	\$ 72,458.00	72,458.00
1	Pichancha $\phi = 3"$	\$ 63,910.00	63,910.00
1	Motobomba 5-500-Me 5 HP	\$1'115,200.00	1'115,200.00
1	Motobomba 6-500-Me 5 HP	\$1'164,500.00	1'164,500.00
1 Tramo	Tubería hierro galvaniza da $\phi =4"$ y 6mts c/tramo	\$ 28,241.00	28,241.00
1 Tramo	Tubería hierro galvaniza da $\phi =3"$ y 6mts c/tramo	\$ 17,577.00	17,577.00
1	Codo de 90° Z-NL de 5"	\$ 39,000.00	39,000.00
7	Tapones	\$ 11,000.00	11,000.00
1	Pichancha $\phi = 4"$	\$ 67,820.00	67,820.00
5	Codos conduit de 1/2"	\$ 1,290.00	6,450.00
1	Te conduit de 1"	\$ 8,364.00	8,364.00

9 mts	Tubería conduit $\phi=1/2"$	\$	3,654.00	32,886.00
3 mts	Tubería conduit $\phi= 1"$	\$	7,201.00	21,603.00
13.5 m	Conductor TW 14	\$	460.00	6,210.00
13.5 m	Conductor TW 12	\$	669.00	9,032.00
3 m	Conductor TW 6	\$	3,018.00	9,054.00
1	Arrancador K915 a 440 V	\$2'	400,000.00	2'400,000.00
2	Arrancadores 3TW44 a440V	\$	336,500.00	673,000.00
1	Interrupor de cuchillas			
	3 X 100 A	\$	109,000.00	109,000.00
3	Fusibles de 100 A	\$	3,795.00	11,385.00
2	Cajas confusibles 3X30 A	\$	28,000.00	56,000.00
2	Manómetros 0-100 lb/in ²	\$	30,000.00	60,000.00
			TOTAL	\$34'870,011.00

5.2. COSTO DE LA SIEMBRA

(Precios vigentes al 31 de Enero de 1990)

Cultivo Alfalfa

Cantidades por Hectarea

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo Total
30 Kilos	Semilla de alfalfa	\$ 15,000.00	\$ 450,000.00
1 bulto(20K)	Insecticidad	\$ 80,000.00	80,000.00
100 Kilos	Urea (46% N)	\$ 305.00	30,500.00
391 Kilos	Superfosfato Triple de calcio (46% P ₂ O ₅)	\$ 370.00	144,670.00
50 Kilos	Cloruro de potasa Ley 60 (60% K ₂ O)	\$ 372.00	18,600.00
GASTOS de preparación del terreno			
1	Barbecho	\$ 120,000.00	120,000.00
1	Rastra	\$ 60,000.00	60,000.00
1	Cruza	\$ 60,000.00	60,000.00
1	Siembra(con sembradora)	\$ 120,000.00	120,000.00
TOTAL DE GASTOS DE ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO			\$ 1'083,770.00
DE ALFALFA / HECTAREA.			

Si la superficie del terreno es de 5.3729 Ha, entonces para calcular el costo global de establecimiento del cultivo para el predio es:

$$5.3729 \text{ Ha} \times \$ 1'083,770.00 = \$ 5'822,987.00$$

5.3. GASTOS POR AÑO DE LA SIEMBRA

a) \$ 250,000.00 por aplicación de insecticidad - Faleaton 500 c/15 días durante 6 meses al año.

b) \$ 120,000 X 12 = \$ 1'440,000.00 por consumo de luz (pagando c/mes).

5.4. GANANCIA PROMEDIO DEL CULTIVO (datos obtenidos en la región)

Son 10 cortes al Año.

Ganancia promedio por corte/ Ha (sin cortarla)
= \$ 400,000.00

Si la superficie es de 5.3729 Ha, por lo tanto se tiene una ganancia total de la superficie en promedio por corte de :

$$5.3729 \text{ Ha} \times \$ 400,000.00 = \$ 2'149,160.00$$

Para facilitar los cálculos del estudio económico se resta los gastos por año en lo correspondiente por el periodo de cada corte; tomando de \$ 149,160 de gastos/corte, por lo que se resta de la ganancia total por corte.

Teniendo una ganancia total de \$ 2'000,000/corte.

5.5. ANALISIS ECONOMICO

Por medio del presente análisis económico que se presenta, se determina el tiempo en que se va amortizar la inversión del equipo y la del costo de establecimiento del cultivo.

A) Se parte a partir de los siguientes datos :

- I. Costo del sistema de riego \$ 34'870,000.00
 II. Costo de establecimiento del cultivo \$ 5'822,987.00
 III. Ganancia por corte de \$ 2'000,000.00, considerando ya los gastos por año y se tiene 10 cortes al año.

B) Política de créditos para el campo:

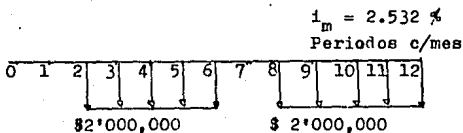
De acuerdo a información proporcionada por el -- FIRA y BANRURAL se tienen dos tipos de créditos para los dos costos :

- Para el costo del sistema de riego se maneja el crédito refaccionario cuya forma de pago es semestralmente durante 4 a 5 años según se requiere para amortizar el capital, cuya tasa de interés anual vigente al mes de Enero de 1990 es de 40%.

- Para el costo de establecimiento del cultivo se maneja el crédito de Avío cuya forma de pago es a los seis meses o dos pagos semestrales al año, la política que toma el Banco es otorgar este crédito de tal forma que el beneficiario aporte un 10% del costo de establecimiento del cultivo, la tasa de interés que tiene anual es del 41 %.

C) Cálculo de la ganancia obtenida semestramente del cultivo.

Para dicho cálculo se toma el interés mensual que paga el Banco de Bancomer de 2.532 %, como se obtiene 10 -- cortes al año, con una ganancia por corte de 2 millones se tiene el siguiente diagrama de flujo:



Por medio de la fórmula $F = A \left(\frac{1 + i_m'}{1} \right)^{n-1}$

i_m'

considerando $i_m' = i_n' / 100$

A = \$ 2'000,000

F = ? (Cantidad a los 6 meses con
interés acumulados de los
5 depósitos)

n = Número de depósitos al banco = 5

entonces :

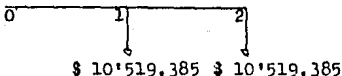
$$F = \$ 2'000,000 ((1 + 0.02532)^5 - 1) / 0.02532$$

$$F = \$ 10'519,385.00$$

Por lo que c/6 meses se tiene una ganancia de ----
\$ 10'519,385.00 del cultivo.

El diagrama de flujo que resulta es :

Periodo c/6 meses



D) Para la forma de pago de los 2 créditos considerando la ganancia del cultivo semestral se presenta 2 opciones :

Para las 2 Opciones se utiliza las siguientes fórmulas para calcular los pagos semestrales de cada crédito.

$$I. As = P \frac{i_s' (i_s' + 1)^n}{(1 + i_s')^n - 1}$$

donde:

As = Pago semestral

P = Cantidad de cada crédito

$i_s' = i_s / 100$

i_s = tasa de interés semestral

n = periodo de pago

$$II. i_s = \left(\left(\frac{i_a}{100} + 1 \right)^{1/2} - 1 \right) \times 100 \%$$

donde:

i_s = tasa de interés semestral

i_a = tasa de interés anual de acuerdo al crédito

En primer lugar se calcula la tasa de interés semestral de cada crédito :

Para el crédito refaccionario si el $i_a = 40 \%$ se tiene que :

$$i_{SR} = \left(\left(\frac{40}{100} + 1 \right)^{1/2} - 1 \right) \times 100\% = 18.32 \%$$

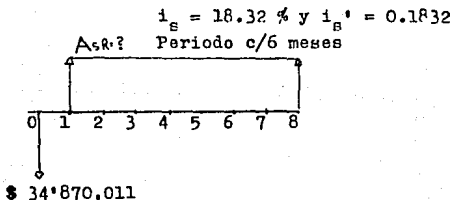
Para el crédito de Avío si el $i_a = 41 \%$ se tiene que :

$$i_{SA} = \left(\left(\frac{41}{100} + 1 \right)^{1/2} - 1 \right) \times 100\% = 18.74 \%$$

La 1ª Opción

En esta opción se toma la forma de pago en 4 años para el crédito refaccionario y de 1 año para el crédito de Avío.

- Con el crédito refaccionario se tiene el siguiente diagrama de flujo :

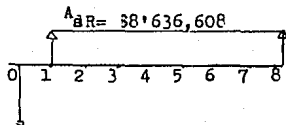


utilizando la fórmula para el cálculo de A_{SR} se tiene que :

$$A_{SR} = \$ 34'870,011 \frac{(0.1832 (0.1832 + 1)^6)}{(1 + 0.1832)^6 - 1}$$

$$= \$ 8'636,608$$

cuyo diagrama de flujo es :



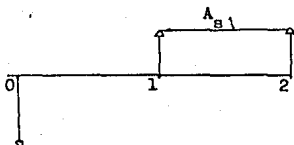
\$ 34'870,011

- Con el crédito de Avío, considera la política - del Banco del 10 % de amortización del beneficiario, se tiene si el costo de establecimiento del cultivo es de \$ 5'822,987 el 10 % es \$ 582,298 por lo que el crédito es de \$ 5'240,689

El diagrama de flujo es :

$$i_{BA} = 18.74 \% \quad i_{BA}^1 = 0.1874$$

Periodo 0/6 meses



Cantidad \$ 582,298
que aporta el beneficiario
Crédito

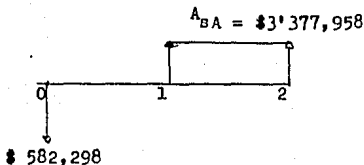
por \$5'240,689

Utilizando la fórmula para el cálculo de A_{BA} se tiene que :

$$A_{BA} = \$ 5'240,689 \left(\frac{0.1874 (0.1874 + 1)^2}{(1 + 0.1874)^{-1}} \right)$$

$$= \$ 3'377,958$$

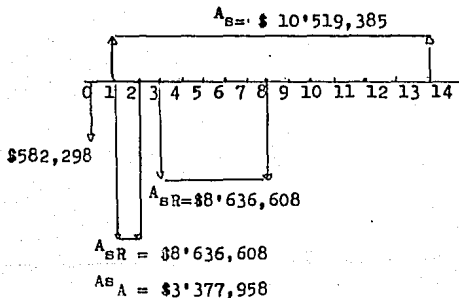
Por lo que el diagrama resultante de este crédito es :



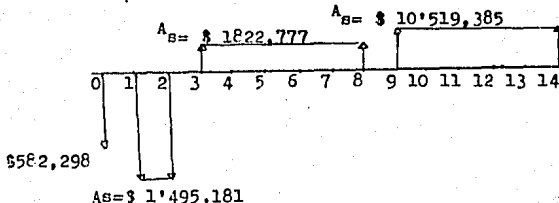
El diagrama de flujo de los 2 créditos y de las ganancias del cultivo considerando 7 años que es la duración del cultivo, se tiene de acuerdo a los resultados anteriores dicho diagrama :

Se considera Ganancias y Pagos

Periodo c/6 meses



Simplificando se tiene :



Cuyos resultados de esta opción se tiene que al inicio se tiene que hacer un pago de \$ 582,298 y el primer año dos pagos c/6 meses de \$ 1'495,181 ; a partir del tercer al octavo semestre se recibirá una utilidad neta de -- \$ 1'822,77 y del noveno al catorceavo semestre una utilidad neta de \$ 10'519,385.

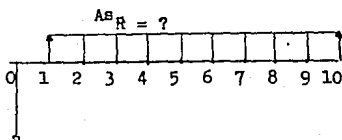
La II^o Opción.

En esta opción se toma la forma de pago en 5 años para el crédito refaccionario y el mismo de 1 año para el crédito de Avío.

= Con el crédito refaccionario se tiene el siguiente diagrama de flujo :

$$i_s = 18.32 \% \text{ y } i'_s = 0.1832$$

Periodos c/6 meses



\$ 34'870,011

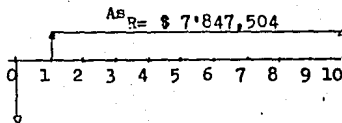
Utilizando la fórmula para el cálculo de AS_R , se tiene que :

$$AS_R = \$ 34'870,011 \left(\frac{0.1832 (0.1832 + 1)^{10}}{(1 + 0.1832)^{10} - 1} \right)$$

$$= \$ 7'847,504$$

cuyo diagrama de flujo es :

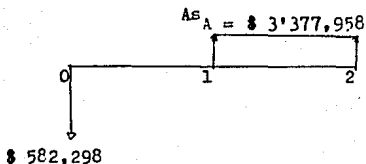
Periodos c/6 meses



\$ 34'870,011

Con el crédito de Avío es la misma forma de pago - de la I^o Opción por lo que el diagrama de flujo es el mismo.

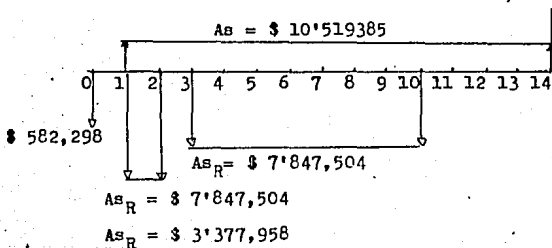
Período c/6 meses



El diagrama de flujo de los créditos y de las ganancias del cultivo considerando 7 años, se obtiene de acuerdo a los resultados anteriores de esta II^o Opción dicho diagrama :

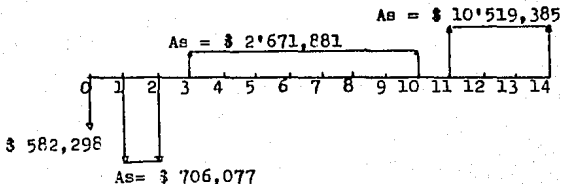
Se considera también Ganancias y Pagos

Periodos c/6 meses



Simplificando

Período c/6 meses



Cuyos resultados de esta II^o Opción se tiene que al inicio se tiene que hacer un pago de \$ 582,298 y el primer año dos pagos cada 6 meses de \$ 706,077 ; a partir del tercer al décimo semestre se recibirá una utilidad neta de \$ 2'671,881 y del 11^o al 14^o semestre una utilidad neta de \$ 10'519,385.00

CONCLUSIONES

Se concluye que para elaborar un diseño de riego - por aspersión se tienen 4 etapas que son:

Investigar - Calcular - Seleccionar - Ver Rentabilidad

El análisis físico y químico del suelo, es importante para conocer la calidad del suelo y obtener datos que se requieren para calcular la capacidad del sistema.

El clima de la región no afecta considerablemente al riego impartido por el sistema de riego por aspersión.

De acuerdo al análisis del agua para el terreno en estudio, se recomienda agregar CaCl_2 y eso en proporción de 2 ton./Ha cada ciclo agrícola para reducir el peligro de acumulación de sodio como carbonato residual (4.08 meq/l).

Se determina que la capacidad de agua del pozo profundo está sobrado para la requerida por el sistema de riego.

Se concluye que para el cálculo del diámetro de la tubería que entre menor sea, el diámetro mayores son las pérdidas de presión y mayor la potencia de la bomba requerida y viceversa si el diámetro se aumenta, en ambos influye el factor económico; por lo que debe seleccionarse un diámetro óptimo.

Se tiene que para obtener diferente caudal y presión en líneas principales, se requiere contar con dos equipos de bombeo independientes para no afectar una de las 2 variables.

Se presenta el caso de que generalmente en las bombas centrífugas, la máxima altura de succión no es mayor de 6 m.

Las bombas que más se utilizan de bajo caudal son las centrífugas en equipos de rebombeo, por ser más económicas y que para su uso son aceptables en el sistema de riego diseñado.

Se utiliza en la instalación eléctrica de motores de alto caballaje arrancadores a voltaje reducido para disminuir el costo de corriente y a su vez disminuir la capacidad del transformador que afecta económicamente.

Y referente a la rentabilidad del sistema se concluye que resulta rentable; para el cuál se tiene dos formas de pago del equipo en 4 y 5 años, de los cuáles el pago a 4 años es el ideal, pero a su vez depende de las necesidades del cliente el optar por el pago del equipo en 5 años; esta diferencia estima principalmente en los 2 primeros pagos que se hace en cada crédito.

B I B L I O G R A F I A

1. Colaco Catao Jose. Evaluación del método de riego por aspersión basad en patrones de aplicación 1978. Tesis Profesional. Chapingo, México.
2. Correau Gleaves Sergio. 1978. Riego por aspersión en el cultivo del cártamo en parcelas del ejido Sataya 1978. Tesis Profesional. Chapingo, Mex.
3. D'at de Saint- Foulc 1975. El Riego por aspersión . Editorial E.T.A. Barcelona, España.
4. Gómez Pompa Pedro 1974. La Técnica y la Tecnología del riego por aspersión. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
5. Guajardo García Alejandro 1971. Métodos de Riego. Tesis Profesional. Chapingo, Mex.
6. Israelsen-Hunsen. 1975. Principios y aplicaciones del riego. Ed. Reverte S.A., España.
7. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 1976. El empleo del riego por Aspersión . Italia.
8. Servicio de conservación de suelos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1973. Riego por Aspersión. Editorial Dian, México.
9. Zimmerman Josef D. 1976. El Riego. CECSA. México.
10. Ing. Ildelfonso de la Peña. 1981. El Buen uso y Manejo del agua de riego. Boletín Técnico No. 8. Segunda Parte.
11. J. Vicente Ortega Hernandez. 1981. Riego por Aspersión. - Boletín Técnico No. 23, Chaningo, México.
12. Claudio Nataix. 1982. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Edit. Harla, Segunda Edición, México, D.F.
13. R.W. Fox, A.T. McDonald. 1983. Introducción a la Mecánica de Fluidos.
14. Claude H. Pair, 1975. Sprinkler Irrigation Fourth Edition.
15. Enríquez Harper. 1987, Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales. Ed. Limusa.
16. Leland Blank. 1986. Ingeniería Economica. Edit. Mc.Graw - Hill.

17. DUCHAUFOUR, P .-MANUAL DE EDAFOLOGIA. 1975. Edit. Toray Masson, S.A. Barcelona, España
18. GARCIA, ENRIQUETA.- 1973. Modificaciones al sistema de - clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).- UNAM, México, D.F.
19. Guía para la asistencia técnica del CIAB 1969, INIA/SAG
20. Principales cultivos de la región del CIAB, 1974
21. Variedades, época de siembra y cosecha de los principales cultivos ciclo P.V. 74 Dirección General de Agricultura.

A N E X O

TABLA A
Gufa General para la selección del Aspersor para velocidades del viento de menos de 5 millas por hora (Ames.1)

a s p e r s o r		v e l o c i d a d d e a p l i c a c i ó n e n p u l g / h o r a .									
Separación	especificaciones	0.03-0.07	0.08-0.12	0.11-0.17	0.18-0.22	0.23-0.27	0.28-0.32	0.33-0.37	0.38-0.42	0.43-0.47	0.48-0.52
20' x 40'	boquilla	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{9}{64}$	$\frac{1}{8} \times \frac{3}{32}$	$\frac{1}{8} \times \frac{3}{32}$
	presión	30	30	30	45	35	34	40	35	32	40
	gasto	0.5	0.8	1.3	1.6	2.2	2.5	2.9	3.4	3.7	4.2
	diam. mojado	61	65	68	72	72	74	78	80	74	76
	Cu	84	84	84	84	84	84	84	84	90	90
30' x 40'	boquilla	$\frac{5}{64}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{9}{64}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{9}{64} \times \frac{3}{32}$	$\frac{5}{32} \times \frac{3}{32}$	$\frac{5}{32} \times \frac{3}{32}$
	presión	30	30	50	45	47	35	40	38	35	43
	gasto	0.8	1.3	1.7	2.5	3.0	3.8	4.6	4.9	5.5	6.2
	diam. mojado	65	68	74	75	83	85	89	77	85	88
	Cu	81	82	83	82	83	83	85	88	88	90
30' x 50'	boquilla	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{9}{64}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{11}{64}$	$\frac{5}{32} \times \frac{1}{8}$	$\frac{11}{64} \times \frac{3}{32}$
	presión	25	40	40	45	50	45	55	55	40	46
	gasto	1.2	1.5	2.3	3.1	4.0	4.9	5.4	6.2	7.2	7.8
	diam. mojado	66	71	73	83	86	90	91	97	87	92
	Cu	83	83	88	86	86	84	85	86	86	90
40' x 40'	boquilla	$\frac{3}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{9}{64}$	$\frac{1}{8} \times \frac{3}{32}$	$\frac{5}{32} \times \frac{3}{32}$	$\frac{5}{32} \times \frac{3}{32}$	$\frac{5}{32} \times \frac{1}{8}$	$\frac{11}{64} \times \frac{3}{32}$	$\frac{11}{64} \times \frac{1}{8}$
	presión	25	30	35	35	40	35	40	35	40	43
	gasto	1.2	2.0	2.7	3.4	4.2	5.3	6.0	6.7	7.4	8.3
	diam. mojado	66	69	77	95	76	84	89	85	91	91
	Cu	77	78	82	86	87	88	89	90	90	90

TABLA B

GUIA GENERAL PARA LA SELECCION DEL ASPERSOR PARA VELOCIDADES DEL VIENTO DE MENOS DE 5 MILLAS POR HORA (Ames 1).

aspersor

velocidad de aplicación en pulg./hora.

separación	especificaciones	0.03-0.07	0.08-0.12	0.13-0.17	0.18-0.22	0.23-0.27	0.28-0.32	0.33-0.37	0.38-0.42	0.43-0.47	0.48-0.52
30' x 60'	boquilla presión gasto diam. mojado Cu			$1/8$ 40 2.9 80 88	$9/64$ 45 3.8 85 88	$5/32$ 45 4.9 90 89	$11/64$ 45 5.7 94 88	$3/16$ 45 6.8 100 .85	$3/16$ 55 7.6 102 87	$13/64$ 52 8.5 103 84	$7/32$ 50 9.5 106 89
40' x 50'	boquilla presión gasto diam. mojado Cu				$5/32$ 35 4.3 88 78	$5/32 \times 3/32$ 35 5.5 85 83	$5/32 \times 3/32$ 45 6.5 88 84	$11/64 \times 3/32$ 40 7.4 91 88	$3/16 \times 3/32$ 40 8.3 95 89	$3/16 \times 1/8$ 45 9.4 97 90	$13/64 \times 1/8$ 45 10.5 100 90
40' x 60'	boquilla presión gasto diam. mojado Cu				$5/32$ 50 5.2 91 83	$11/64$ 55 6.2 97 85	$3/16$ 55 7.5 102 85	$13/64$ 55 8.7 104 84	$7/32$ 55 10.0 107 86	$13/64 \times 1/8$ 50 11.2 101 88	$7/32 \times 1/8$ 53 12.4 105 86
40' x 70'	boquilla presión					$3/16$ 55	$13/64$ 52	$7/32$ 58	$7/32$ 64	$1/4$ 70	$9/32$ 65
40' x 80'	boquilla presión gasto diam. mojado					$40' \times 70'$ 7.4 123 88	$40' \times 70'$ 8.5 104 88	$40' \times 70'$ 10.4 108 88	$40' \times 70'$ 11.0 132 88	$40' \times 80'$ 15.4 141 84	$40' \times 90'$ 18.7 142 88
40' x 90'	boquilla presión gasto diam. mojado Cu										
60' x 60'	boquilla presión gasto diam. mojado Cu				$3/16$ 60 7.8 126 88	$13/64$ 65 9.7 130 88	$7/32$ 65 11.1 134 88	$7/32$ 80 12.6 140 88	$1/4$ 58 15.2 140 88	$7/32 \times 3/16$ 50 16.6 120 84	$1/4 \times 13/16$ 50 19.1 125 88

TABLAS DE OPERACION.

TABLA C

M20-G ENTRADA MACHO DE 3/4" (HAY QUE UTILIZARLO)

PRESION LPC	DIAMETRO DE BOQUILLAS											
	9/64		5/32"		11/64		3/16		13/64		7/32	
	DIA	GPM	DIA	GPM	DIA	GPM	DIA	GPM	DIA	GPM	DIA	GPM
30	82	3.1	86	3.8	89	4.5	92	5.5	97	7.08		
35	83	3.4	87	4.1	91	4.9	95	5.9	99	7.60		
40	84	3.6	88	4.4	93	5.3	97	6.3	101	8.07		
45	85	3.8	90	4.7	94	5.6	98	6.7	103	8.49	110	9.80
50	86	4.0	92	4.9	96	5.9	100	7.0	105	9.20	112	10.50
55	87	4.2	93	5.2	98	6.2	102	7.3	107	9.78	113	11.40
60	88	4.3	94	5.4	99	6.5	103	7.7	109	10.52	114	12.10

M20-G2 ENTRADA MACHO DE 3/4"

PRESION LPC	DIAMETRO DE BOQUILLAS									
	5/32 x 1/8		11/64 x 1/8		3/16 x 1/8		13/64 x 1/8		7/32 x 1/8	
	DIA	GPM	DIA	GPM	DIA	GPM	DIA	GPM	DIA	GPM
30	88	6.2	89	6.9	92	7.9	95	8.9	98	9.9
35	87	6.7	91	7.5	95	8.5	97	9.6	100	10.6
40	88	7.2	93	8.1	97	9.1	100	10.2	103	11.3
45	90	7.8	94	8.6	98	9.6	102	10.8	104	12.0
50	92	8.0	96	9.0	100	10.1	103	11.4	108	12.7
55	93	8.4	98	9.5	102	10.8	104	12.0	108	13.3
60	94	8.8	99	9.9	103	11.1	106	12.5	109	13.9

* BOQUILLAS ESTANDAR, SI NO SE INDICAN OTRAS.

LAS AREAS SOMBRADAS MUESTRAN LA PRESION DE TRABAJO MAS RECOMENDABLE.

AL ORDENAR FAVOR DE ESPECIFICAR CANTIDAD, MODELO Y BOQUILLAS DESEADAS.

EJEMPLO: 10 860 G CON BOQUILLA 5/32"
 10 860 G2 CON BOQUILLAS 3/16" x 1/8"



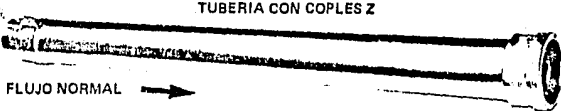
TABLA D

Equipo para sistemas
Portátiles
de Riego por Aspersión

TUBERIA



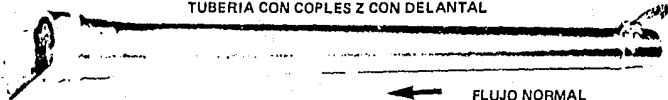
TUBERIA CON COPLES Z



FLUJO NORMAL →

SIMBOLO	Z-MHH	Z-MG	Z-MH	Z-MJ	Z-MK
LONGITUD	9.15m	6.10	4.55	3.05	1.52

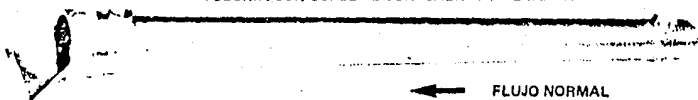
TUBERIA CON COPLES Z CON DELANTAL



← FLUJO NORMAL

SIMBOLO	Z-MHH-AP	Z-MG-AP	Z-MH-AP	Z-MJ-AP	Z-MK-AP
LONGITUD	9.15 m	6.10	4.55	3.06	1.52

TUBERIA CON COPLES Z CON SALIDA Y DELANTAL



← FLUJO NORMAL

SIMBOLO	Z-RHH	Z-RG	Z-RH	Z-RJ	Z-RK
LONGITUD	9.15m	6.10	4.55	3.06	1.52

El diámetro de las salidas verticales es standard de 3/4" en Tubería de 2"
En tubería de 3 y 4" la salida es de 1" de diámetro.
El delantal es Standard en los coples de 2, 3 y 4" de diámetro.
Los de 5 y 6" no se fabrican con delantal ni con salida.

AMES-TINSA, S.A.

FELIX CUEVAS 120 MEXICO 12, D. F. TELS. 575-9411 Y 575-1162




Equipo para sistemas
Portátiles
de Riego por Aspersión

TABLA E

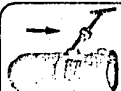
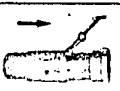

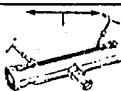
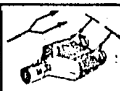
VALVULAS
E HIDRANTES



VALVULAS SERIE F





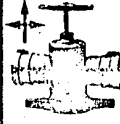
Artículo		
Símbolo	Z-FFX	Z-FNX
DESCRIPCIÓN	Válvula Check de Descarga con Brida	Válvula Check de Descarga con Niple

VALVULAS SERIE D

Artículo					
Símbolo	Z-VBD	Z-VND	Z-VILD	Z-CTD	Z-CYD
Descripción	Válvula a Búscas con Copie Z en la Salida y Entrada Lisa	Válvula con Copie Z en la Salida y Niple en la Entrada	Válvula en Línea	Ta de Control con 2 Válvulas	Ye de Control con 2 Válvulas

VALVULAS HIDRANTES "Z"

HIDRANTES

Artículo					
Símbolo	Z-VBH	Z-VCH	Z-VTH	Z-ONL	Z-OLT
Descripción	Válvula Hidrante básica de Aluminio	Válvula Hidrante con copie roscado	Válvula Hidrante en Te	HIDRANTE SENCILLO	HIDRANTE DOBLE

NOTAS

Los hidrantes son de Aluminio duro y están dotados de empaques.

Los hidrantes los hay con la o las salidas reducidas. Agréguese una "R" al símbolo para indicar la reducción.

Al ordenar especifíquese: (a) Cantidad; (b) Diámetro de entrada o principal y diámetro del hidrante o de salida; (c) Símbolo.

EJEMPLO. 64" ZVBH
156x4" Z-VTHR
34x3" Z-OLTR

Los coples y nipples tienen cuerdas standard.


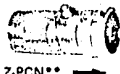



AMES-TINSA, S. A.








TABLA F
Equipo para sistemas
Portátiles
de Riego por Aspersión

CONEXIONES



ARTICULO Y SIMBOLO	DESCRIPCION
 Z-PCF	Conexión para Descarga de la Bomba con Brida
 Z-PCN**	Conexión para Descarga de la Bomba con Niple
 Z-GO***	Cuello de Ganso
 Z-NL	Codo de 90
 Z-NLR*	Codo de 90° Reducido

ARTICULO Y SIMBOLO	DESCRIPCION
 Z-FL	Codo de 45°
 Z-ST	Te de Línea
 Z-STR*	Te de Línea Reducida
 Z-LT	Te Final
 Z-LTR*	Te Final con Reducción

NOTAS

- * El diámetro mayor determina el precio.
 - ** El cople Z determina el precio. El diámetro del Cople o Niple no debe exceder el diámetro del Cople Z, pero sí puede ser menor. Todas las Conexiones de Descarga Z tienen un Cople de 1/4" que permite instalar manómetros o vacuómetros.
 - *** Los Niples y Coples tienen cuerdas standard para tubo de acero.
- Cuando se ordenen Cuellos de Ganso especifíquese: (a) Cantidad; (b) Diámetro; (c) Símbolo; (d) Longitud de la Caída
- Cuando se ordenen Conexiones Z para la Bomba especifíquese: (a) Cantidad; (b) Diámetro; (c) Símbolo. (d) Diámetro standard para tubo de acero.

EJEMPLO: 3 6" Z-60 con 75 cm de longitud, 5 3" Z-PCN con Niple de 3"

AMES-TINSA, S.A.

FELIX CUEVAS 120 MEXICO 12, D. F. TELS. 575-9411 Y 575-1162

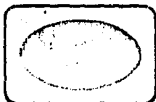



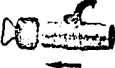





TABLA G
Equipo para sistemas
Portátiles
de Riego por Aspersión

CONEXIONES



ARTICULO Y SIMBOLO	DESCRIPCION
 Z-CR*	Cruz
 Z-R*	Reducción
 Z-W	Tapón
 Z-POW	Tapón con Válvula Dren

ARTICULO Y SIMBOLO	DESCRIPCION
 Z-F	Pie
 Z-Q	Empaque para Cople
 Z-PT-PG	Manómetro con Tubo de Pitot

NOTAS:

- El diámetro mayor determina el Precio.

Cuando se ordenen Conexiones con Reducción especifíquese: (a) Cantidad; (b) Diámetro de la entrada y la salida; (c) Símbolo.

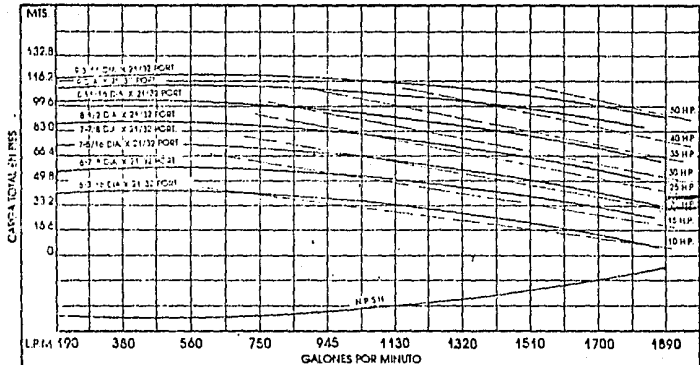
EJEMPLO: 5 4 x 3" ZR

AMES-TINSA, S. A.

FELIX CUEVAS 120 MEXICO 12, D. F. TELS. 575-9411 Y 575-1162

TABLA H

MODELO 3 P SUCCION 4" DESCARGA 3" 3500 R.P.M.



MODELO 3 P SUCCION 4" DESCARGA 3" VELOCIDAD VARIABLE IMP. 9 1/16"

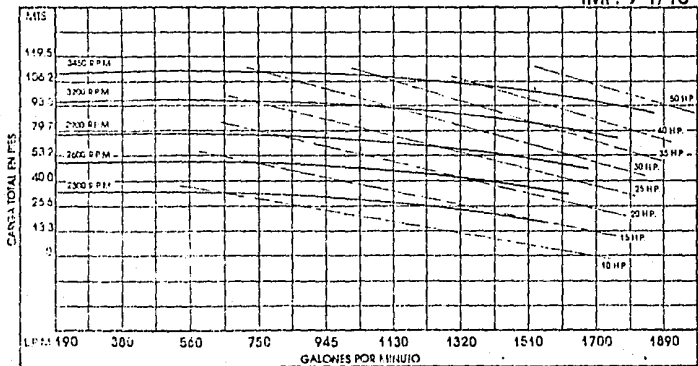


TABLA I
Bombas Centrífugas Domésticas, Agrícolas e Industriales

TABLA DE RENDIMIENTOS

MODELO 5 SUCCION 2" DESCARGA 1 1/2" 3500 R.P.M.

H.P.	CARGA EN METROS												
	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
3	597	568	529	484	431	355	257						
5					608	572	552	503	439	340	227		
7 1/2							607	565	522	461	404	325	232
LITROS POR MINUTO AL NIVEL DEL MAR													

MODELO 6 SUCCION 4" DESCARGA 3" 3500 R.P.M.

H.P.	CARGA EN METROS														
	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
3	905	833	757	662	530	341									
5		1058	1040	960	871	795	681	511							
7 1/2				1156	1091	1061	1001	927	833	719	568				
10									1176	1091	1041	965	852	757	568
LITROS POR MINUTO AL NIVEL DEL MAR															

TABLA No. 1
 PERDIDAS DE CARGA EN PIES/100 PIES
 EN TUBERIA DE ALUMINIO

$K_a = 0.34$ para 2", $K_b = 0.33$ para 3", $K_c = 0.32$ para otros tamaños)

P.M.	C.F.S.	*2" D.E. *(0.05")	3" D.E (0.05")	4" D.E (0.063")	5" D.E. (0.063")	6" D.E. (0.063")	7" D.E. (0.078")	8" D.E. (0.094")
5	.01	.07						
10	.02	.32	.04					
20	.04	1.20	.15	.04				
30	.07	2.58	.32	.08				
40	.09	4.49	.56	.13	.04			
50	.11	6.85	.85	.20	.07	.03		
60	.13	9.67	1.21	.28	.09	.04		
70	.15	12.95	1.61	.38	.12	.05		
80	.18	16.70	2.06	.49	.16	.06	.03	
90	.20	20.80	2.58	.60	.20	.08	.04	
100	.22	25.40	3.18	.74	.24	.10	.05	.03
120	.27		4.51	1.06	.34	.14	.07	.04
140	.31		6.00	1.41	.46	.19	.09	.05
160	.36		7.76	1.82	.59	.24	.11	.06
180	.40		9.67	2.27	.73	.30	.14	.07
200	.45		11.83	2.78	.89	.36	.17	.09
220	.49		14.12	3.31	1.07	.44	.20	.11
240	.54		16.72	3.91	1.27	.52	.24	.13
260	.58		19.42	4.56	1.47	.60	.28	.15
280	.62		22.40	5.26	1.71	.69	.33	.17
300	.67		25.45	5.98	1.93	.79	.37	.19
350	.78			8.03	2.59	1.05	.50	.26
400	.89			10.36	3.33	1.35	.64	.33
450	1.00			12.90	4.15	1.69	.80	.41
500	1.12			15.73	5.07	2.06	.97	.50
550	1.23			19.12	6.16	2.50	1.18	.62
600	1.34			22.46	7.24	2.94	1.38	.72
650	1.45			26.10	8.42	3.41	1.62	.84
700	1.56				9.68	3.92	1.86	.97
750	1.67				11.05	4.46	2.11	1.10
800	1.79				12.48	5.03	2.38	1.24
850	1.90				13.95	5.64	2.67	1.39
900	2.01				15.65	6.35	2.98	1.56
950	2.12				17.35	7.02	3.32	1.73
1000	2.23				19.10	7.72	3.64	1.90
1100	2.46				22.85	9.22	4.37	2.27
1200	2.68				26.95	10.88	5.16	2.68
1300	2.90					12.62	5.96	3.10
1400	3.12					14.65	6.90	3.60
1500	3.34					16.67	7.87	4.07
1600	3.57					18.80	8.89	4.62
1700	3.79					20.95	9.95	5.16
1800	4.01					23.60	11.15	5.79
1900	4.24						12.35	6.42
2000	4.46						13.65	7.10

La basada en la Fórmula de Scobey.

a tabla fue calculada para Tubería de Aluminio con Coples)

T A B L A No. 2

Tabla para obtener pérdidas de carga por fricción en tubería de aluminio con tramos de 30 pies de longitud (m/100 m).

Basada en la Fórmula de Scobey ($K_s = 0.40$)

Para longitudes de 20 pies aumentar los valores en un 72 y reducir los valores en 32 si se utilizan tramos de 40 pies.

Calo- nes por pi nuto	3 in OD	4 in OD	5 in OD	6 in OD	7 in OD	8 in OD	10 in OD
	2.914 ID	3.915 ID	4.896 ID	5.884 ID	6.872 ID	7.856 ID	9.818 ID
40	.658	.157					
50	1.006	.239					
60	1.423	.339					
70	1.906	.449	.150				
80	2.457	.584	.193				
90	3.073	.731	.242				
100	3.754	.893	.295	.120			
120	5.307	1.243	.417	.170			
140	7.113	1.693	.560	.227			
160	9.169	2.132	.721	.293			
180	11.47	2.729	.967	.366			
200	14.01	3.333	1.102	.448	.209		
220	16.79	3.956	1.321	.537	.251		
240	19.81	4.713	1.558	.633	.296		
260	23.05	5.498	1.814	.737	.344		
280	26.27	6.316	2.089	.849	.397		
300	34.22	7.253	2.381	.967	.452	.235	
320	38.39	8.142	2.692	1.094	.511	.265	
340	42.80	9.137	3.020	1.227	.573	.298	
360	47.43	10.18	3.366	1.368	.639	.332	
380	52.38	11.29	3.731	1.516	.708	.368	
400		12.44	4.113	1.671	.781	.399	.136
420		13.65	4.930	1.811	.857	.445	.149
440		14.57	5.364	1.958	.936	.486	.163
460		15.23	5.815	2.179	1.019	.529	.177
480		17.55	6.284	2.363	1.104	.573	.192
500		19.01	7.532	2.554	1.193	.620	.208
550		22.79	8.886	3.060	1.430	.742	.249
600		26.88	10.35	3.611	1.687	.876	.294
650		31.30	11.81	4.204	1.965	1.020	.342
700		36.03	13.58	4.839	2.262	1.174	.394
750			17.22	5.517	2.520	1.339	.449
800			19.20	6.237	2.915	1.513	.507
850			21.28	6.999	3.271	1.693	.569
900			23.45	7.801	3.646	1.893	.635
950			28.11	8.645	4.041	2.097	.703
1000			31.75	9.530	4.454	2.312	.775
1100				11.42	5.338	2.771	.929
1200				13.58	6.298	3.269	1.090
1300				15.69	7.333	3.806	1.277
1400				18.06	8.441	4.382	1.470
1500				20.59	9.264	4.990	1.675
1600				23.28	10.88	5.648	1.894
1700				26.12	12.21	6.337	2.125
1800					13.61	7.064	2.369
1900					15.08	8.829	2.625
2000					16.62	8.630	2.894

T A B L A No. 3

FACTORES F Y F' PARA LATERALES

NUMERO DE SALIDAS (N)	F SP = S			F' SP = S/2		
	* m = 1.85	* m = 1.90	** m = 2.00	* m = 1.85	* m = 1.90	** m = 2.00
1	1.000	1.000	1.000	I	I	I
2	.639	.634	.625	.518	.512	.500
3	.534	.529	.519	.441	.435	.422
4	.485	.480	.469	.412	.405	.393
5	.457	.451	.440	.397	.390	.378
6	.438	.433	.421	.387	.381	.369
7	.425	.419	.408	.381	.375	.363
8	.416	.410	.398	.377	.370	.358
9	.408	.402	.391	.374	.367	.355
10	.402	.396	.385	.371	.365	.353
11	.398	.392	.380	.369	.363	.351
12	.394	.388	.376	.367	.361	.349
13	.390	.384	.373	.366	.360	.348
14	.387	.381	.370	.365	.358	.347
15	.385	.379	.367	.364	.357	.346
16	.383	.377	.365	.363	.357	.345
17	.381	.375	.363	.362	.356	.344
18	.379	.373	.362	.361	.355	.343
19	.378	.372	.360	.361	.355	.343
20	.376	.370	.359	.360	.354	.342
22	.374	.368	.356	.359	.353	.341
24	.372	.366	.354	.359	.352	.341
26	.370	.364	.353	.358	.352	.340
28	.369	.363	.351	.357	.351	.340
30	.368	.362	.350	.357	.351	.339
35	.365	.359	.348	.356	.350	.338
40	.363	.357	.346	.355	.349	.338
45	.362	.356	.345	.355	.349	.337
50	.361	.355	.343	.354	.348	.337
55	.360	.354	.342	.354	.348	.336
60	.359	.353	.342	.354	.348	.336
65	.359	.353	.341	.354	.348	.336
70	.358	.352	.341	.353	.347	.336
75	.358	.352	.340	.353	.347	.336
80	.357	.351	.340	.353	.347	.335
85	.357	.351	.339	.353	.347	.335
90	.356	.350	.339	.353	.347	.335
95	.356	.350	.339	.353	.347	.335
100	.356	.350	.338	.353	.347	.335

T A B L A No. 4

GUIA PARA SELECCIONAR EL DIAMETRO DE LOS LATERALES

Q por aspersor (g.p.m.)	Número máximo de aspersores para cada lateral, con espaciamento de:											
	20 PIES				30 PIES				40 PIES			
	DIAMETROS				DIAMETROS				DIAMETROS			
	2"	3"	4"	5"	2"	3"	4"	5"	2"	3"	4"	5"
1.0	36	72	125	280	31	62	104	200	28	56	93	160
1.5	27	56	91	156	24	48	76	120	21	44	72	106
2.0	23	46	71	114	21	43	70	97	18	38	62	88
2.5	21	43	72	105	18	38	62	90	16	34	56	82
3.0	19	39	67	93	16	35	56	84	15	31	52	76
3.5	18	37	62	88	15	32	53	78	14	29	48	70
4.0	16	34	56	82	14	29	49	72	13	27	44	64
4.5	15	32	52	78	13	28	46	68	12	25	41	61
5.0	14	31	50	74	12	27	44	64	11	24	39	58
6.0	13	27	46	66	11	24	40	58	10	21	36	53
7.0	12	25	41	60	10	21	36	53	9	19	33	48
8.0	11	23	39	57	9	20	34	50	8	18	31	45
9.0	10	22	37	54	9	19	32	47	8	17	29	42
10.0	9	20	34	50	8	18	30	44	7	16	27	40
12.0	8	18	31	45	7	16	27	39	6	14	24	35
14.0	7	16	28	42	6	14	25	36	6	13	22	32
16.0	7	15	26	39	6	13	23	34	5	12	20	30
18.0	6	14	24	36	5	12	21	31	5	11	19	28
20.0	6	13	23	34	5	11	20	29	4	10	18	26
22.0	5	13	22	33	5	11	19	28	4	10	17	25
24.0	5	12	21	31	4	10	18	27	4	9	16	24
26.0	5	11	20	29	4	10	17	26	4	9	15	23
28.0	4	11	19	28	4	9	16	25	3	8	14	22
30.0	4	11	18	27	4	9	16	24	3	8	14	21
35.0	4	10	16	25	3	8	14	21	3	7	13	19
40.0	3	9	15	23	3	7	13	20	2	7	12	18
45.0	3	8	14	21	2	7	12	18	2	6	11	17
50.0	3	8	13	20	2	6	11	17	1	6	10	16

En el supuesto de que las pérdidas por fricción en el lateral, no exceden del 20% de la presión probable de operación del sistema.

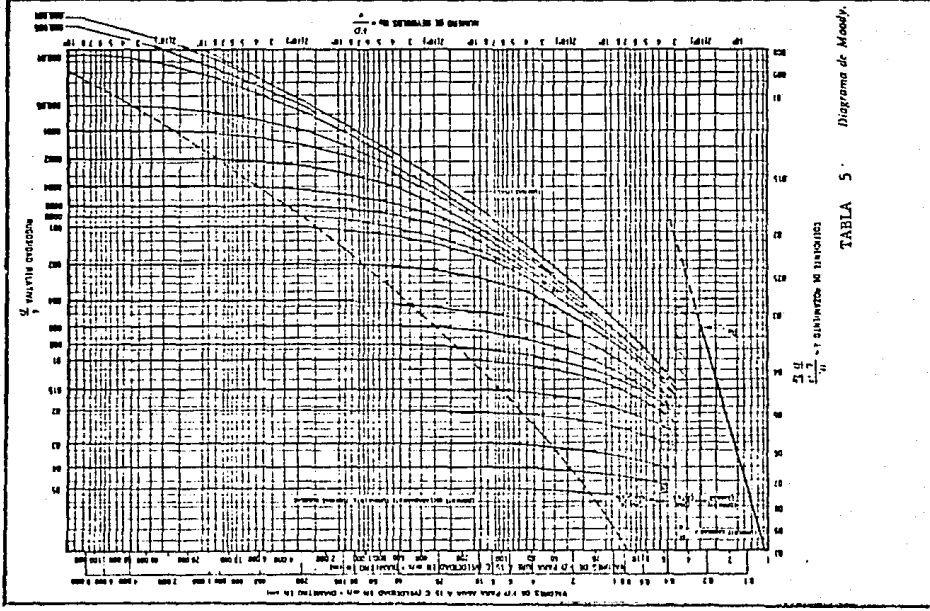
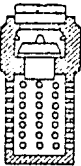


TABLA 5 Diagrama de Moody.

$\frac{U}{V}$
 $\frac{L}{R}$
 $\frac{V}{U}$

TABLA 6



D mm	ζ	D mm	ζ
40	13,0	200	5,2
50	10,0	250	4,4
65	8,8	300	3,7
80	8,0	350	3,4
100	7,0	400	3,1
125	6,5	450	2,8
150	6,0	500	2,5

Fig. 11-13. Válvula de pie con alcachofa.
Los coeficientes ζ figuran en la tabla 11-6.

11.3.6.3. Válvula de pie con alcachofa

Este accesorio representado en la Fig. 11-13 es standard en las aspiraciones de las bombas (véase Fig. 19-1). El coeficiente ζ se toma de la

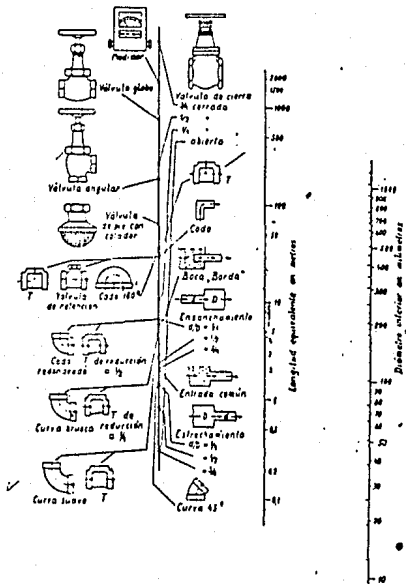


TABLA 7. Nomograma de pérdida de carga secundaria de la firma Gould Pumps, U.S.A. en aspiraciones de tubería para agua.

TARIFA # COEFICIENTE DE RUGOSIDAD ABSOLUTA, k PARA TUBERIAS COMERCIALES			
Tipo de tubería	Rugosidad absoluta — k (mm)	Tipo de tubería	Rugosidad absoluta — k (mm)
Vidrio, cobre o latón estirado..	<0,001 (o lisa)	Hierro galvanizado.....	0,15 a 0,20
Larón industrial.....	0,025	Fundición corriente nueva...	0,25
Acero laminado nuevo.....	0,05	Fundición corriente oxidada...	1 a 1,5
Acero laminado oxidado.....	0,15 a 0,25	Fundición asfaltada.....	0,1
Acero laminado con incrustaciones.....	1,5 a 3	Cemento alisado.....	0,3 a 0,8
Acero asfaltado.....	0,015	Cemento bruto.....	Hasta 3
Acero roblonado.....	0,03 a 0,1	Acero roblonado.....	0,9 a 9
Acero soldado, oxidada.....	0,4	Ducías de madera.....	0,183 a 0,91

TABLA 9 FACTORES DE DEMANDA TÍPICOS	
CARGA	FACTORES DE DEMANDA EN %
FACTORES	
De propósitos generales	30
Para procesos semicontinuos	60
De operación continua	90
RESISTENCIAS DE CALEFACCIÓN	80
HORNO DE INDUCCIÓN	80
HORNOS DE ARCO	100
ALUMBRADO	100
SOLDADORAS DE ARCO	30
SOLDADORAS DE RESISTENCIA	20

TABLA 10

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE CU BASADA EN UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30°C.

CORRIENTE	60°C.				VINYL 900 75 °C			
	1 # 3 COND. TUBO	4 # 6 COND. TUBO	6 # 9 COND. TUBO	1 COND. WIRE	1 # 3 COND. TUBO	4 # 6 COND. TUBO	6 # 9 COND. TUBO	1 COND. WIRE
14	15	12	10	20	15	12	10	20
12	20	16	14	25	20	16	14	25
10	30	24	21	40	30	24	21	40
8	40	32	28	55	45	36	31	65
6	55	44	38	80	65	52	45	95
4	70	56	49	105	85	68	59	125
2	95	76	66	140	115	92	80	170
0	125	100	87	195	150	120	105	230
00	145	116	110	225	175	140	122	265
000	165	132	115	260	200	160	140	310
000	195	156	132	300	230	180	161	360
000	215	172	150	340	255	204	178	405
000	240	192	168	375	285	228	199	445
000	260	208	182	420	310	248	217	505
000	280	224	196	455	335	268	234	545
000	320	256	224	515	380	304	266	680

TABLA 11

NUMERO DE CONDUCTORES TIPO TW Y VINANEL 900 NORMAL QUE PUEDEN INSTALARSE DENTRO DE UN TUBO CONDUIT DE AGUERO CON LOS FACTORES DE RELLENO ESTABLECIDOS.

C-LIBRE	TAMANO DEL TUBO CONDUIT												
	1" 2	3" 4	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/4"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"	
M. C. H.	13mm	19mm	25mm	31mm	38mm	51mm	64mm	76mm	89mm	101mm	127mm	152mm	
18	13	24	39	68	92								
16	11	19	31	54	74								
14	9	13	25	44	60	99							
12	7	12	20	34	47	78							
10	5	9	15	26	36	60	85						
8	3	5	8	14	20	32	46	72					
6	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62			
4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	46	63		
2	1	1	1	4	5	9	12	20	26	34	54	78	
1	0	1	1	2	4	6	8	14	19	25	39	57	
0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	45	
00	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18	28	41	
000	0	0	1	1	1	4	4	9	12	15	24	35	
0000	0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	20	29	
250				1	1	2	3	6	8	10	16	23	
300				1	1	1	2	5	7	9	14	20	

TABLA 12

INTENSIDAD DE CORRIENTE A PLENA CARGA,* MOTORES DE C.A TRIFASICOS

CV	MOTOR DE INDUCCION JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVAWADO					MOTOR SINCRONICO FACTOR DE POTENCIA UNIDAD			
	110 V	220 V	440 V	550 V	2 300 V	220 V	440 V	550 V	2 300 V
1/2	4	2*	1	0.8					
3/4	5.6	2.8	1.4	1.1					
1	7	3.5	1.8	1.4					
1 1/2	10	5	2.5	2.0					
2	13	6.5	3.3	2.6					
3	--	9	4.5	4					
5	--	15	7.5	6					
7 1/2	--	22	11	9					
10	--	27	14	11					
15	--	40	20	15					
20	--	52	26	21					
25	--	64	32	26	7	54	27	22	5.4
30	--	78	39	31	8.5	55	33	26	6.5
40	--	104	52	41	10.3	66	43	35	8
50	--	125	63	50	13	108	54	44	10
60	--	150	75	60	16	128	64	51	12
75	--	185	93	74	19	161	81	65	15
100	--	245	123	98	25	211	106	85	20
125	--	310	155	124	31	264	132	106	25
150	--	360	180	144	37	--	158	127	30
200	--	480	243	192	48	--	210	168	40

Para intensidades de corriente a plena carga de motores de 200 y 200 V, increméntese la intensidad de corriente a plena carga correspondiente al motor de 220 V en un 5 y 10%, respectivamente.

* Estos valores de intensidades de corriente a plena carga se refieren a motores que giran a velocidades estándar para motores con correa y motores con características nominales de par resistente. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o para pares resistentes especialmente grandes pueden requerir 33 intensidad de corriente, en cuyo caso se empleará la corriente de régimen de la placa inductora.

! Para factores de potencia del 90 y del 80%, las cifras anteriores deben multiplicarse por 1.1 y 1.25 respectivamente.

Las tensiones se refieren a tensiones nominales para los motores.

MAXIMO RANGO DE PROTECCION PARA CIRCUITOS
DERIVADOS PARA MOTORES TABLA 14

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA			
	FUSIBLE	FUSIBLE DOBLE ELEMENTO	INTERRUPTOR DISPARO INSTANTANEO	INTERRUPTOR TIEMPO INVERSO
Monofásicos todo tipo sin letra de código.	300	175	700	250
* Todos los motores de c.a. monofásicos y polifásicos de jaula de ardilla y sincrónicos, con arranque a tensión completa por resistencia o reactancia:				
Sin letra de código < 15 H.P.	300	175	700	250
Letra de Código F a V	300	175	700	250
Letra de Código 8 a E	250	175	700	200
Letra de Código A	150	150	700	150
* Todos los motores de c.a. de jaula de ardilla y sincrónicos con arranque por autotransformador - <i>Rotar de banco</i>				
No más de 30A				
Sin letra de Código	250	175	700	200
Más de 30A				
Sin letra de Código	200	175	700	200
Letra de Código F a V	250	175	700	200
Letra de Código de 8 a E	200	175	700	200
Letra de Código A	150	150	700	150
* Jaula de ardilla de gran reactancia				
No más de 30A				
Sin letra de Código	250	175	700	250
Más de 30A				
Sin letra de Código	200	175	700	200
* Rotar de banco				
Sin letra de Código	150	150	700	150
Corriente directa (voltaje constante)				
No más de 50 H.P.				
Sin letra de Código	150	150	250	150
Más de 50 H.P.				
Sin letra de Código	150	150	175	150

S.A. de C.V.

TESIS PROFESIONALES

TESINAS • MEMORIAS • INFORMES

8 DE JULIO No. 13

(ENTRE P. MORENO Y MORELOS)

TELS. 14 - 01 - 22 ; 13 - 61 - 42

GUADALAJARA, JAL.

PASAMOS SU TESIS
EN MAQUINA IBM



USAMOS EQUIPOS XEROX Y OFFSET

- TRANSCRIPCION
- PREPARACION DE INDEXES
- PROCESOS IBM
- COPY SHOP PROFESIONAL
- SERVICIO DE FORMATEO
- IMPRESTADO

HELIOGRAFICAS

- COPIAS BOND
- PAPELERIA PARA SU EMPRESA
- REDUCCIONES
- AMPLIFICACIONES