
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA

17² Gen.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO DE PRE-INVERSION PARA LA INSTALACION
DE UNA PLANTA DE INYECCION DE PLASTICO ESPECIALIZADA
EN TUBO DE POLIETILENO, CON APLICACION AL
RIEGO POR GOTEO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Ingeniero Mecánico Eléctrico Area Industrial

P R E S E N T A
MANUEL MARTIN OSETE FELIX

GUADALAJARA, JALISCO

1986



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.

INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVO	7
CAPITULO 1 ANTECEDENTES	8
I EL AGUA Y LA DESERTIFICACION EN EL MUNDO	8
II LA SITUACION EN MEXICO	12
CAPITULO 2 RIEGO POR GOTEO	21
I CONCEPTOS BASICOS	21
II DESCRIPCION DEL EQUIPO	42
III OPERACION DEL SISTEMA	48
IV GENERALIDADES DE APLICACION	59
CAPITULO 3 PRODUCCION Y COSTOS	69
I PROTECCION DEL CULTIVO	69
II PRODUCCIONES Y RESPUESTAS DE LOS CULTIVOS	72
III C O S T O S	83
CAPITULO 4 INVESTIGACION DE MERCADO	87
I DESCRIPCION DEL PRODUCTO	87
II ESTUDIO DE LA DEMANDA	88
III MATERIAS PRIMAS	92
IV CAPACIDAD DE MERCADO Y CONSUMO	93
V CANALES DE DISTRIBUCION	95

CAPITULO 5	INGENIERIA DEL PROYECTO	114
I	INGENIERIA DEL PRODUCTO	
II	DIAGRAMA DEL PROCESO	119
III	COTIZACION MAQUINARIA Y EQUIPO	123
IV	DISTRIBUCION DE PLANTA	124
V	CANALES DE DISTRIBUCION	131
CAPITULO 6	LOCALIZACION DE LA PLANTA	135
I	LOCALIZACION DEL MERCADO DE CONSUMO	135
II	LOCALIZACION DE LAS FUENTES DE MATERIA PRIMA	135
III	DISPONIBILIDAD Y CARACTERISTICAS DE LA MANO DE OBRA	136
IV	FACILIDADES DE TRANSPORTE	136
V	DISPONIBILIDAD DE COMBUSTIBLE Y ENERGIA ELECTRICA	137
VI	FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA	137
CAPITULO 7	ANALISIS FINANCIERO	142
I	INVERSION Y FINANCIAMIENTO	142
II	GASTOS DEPARTAMENTALES	147
III	COSTOS UNITARIOS	148
IV	CALCULO DE COSTOS Y VENTAS TOTALES	149
V	DEPRECIACION DE EQUIPO	150
VI	BALANCE GENERAL	151
VII	ESTADO DE RESULTADOS	152
VIII	FLUJO DE EFECTIVO	153
IX	VALOR PRESENTE	154
X	PUNTO DE EQUILIBRIO	155

CONCLUSIONES

157

A P E N D I C E

159

BIBLIOGRAFIA

165

INTRODUCCION.-

La creciente demanda, a nivel nacional y mundial , de un sistema de riego que proporcione soluciones al problema de una oferta insuficiente de agua en las regiones áridas, semiáridas o desérticas, al aprovechamiento de aguas de baja calidad y a los inconvenientes técnicos que presenta la instalación de los sistemas tradicionales en algunas zonas con pendiente, hacen que el riego por goteo se esté convirtiendo paulatinamente en uno de los sistemas más eficaces para resolver estas alternativas.

El sistema de riego por goteo posee tres elementos fundamentales para su identificación : Una aplicación de agua directamente en la zona radicular, constituyendo una irrigación localizada, el empleo dosificado del riego con el mantenimiento de una humedad adecuada del suelo próximo a la planta, y el uso de boquillas o goteros.

La irrigación localizada es practicada desde hace tiempo; en un principio se usó principalmente en la floricultura y en cultivos de producción " forzada " de invernaderos, las superficies eran pequeñas y fácilmente controladas. Observándose las distintas experiencias recogidas, se planteó la manera de poder llevar este sistema a una implementación de mayor envergadura, a explotaciones

comerciales de mayor tamaño y en condiciones de campo.

Simultáneamente se investigó en Italia, Inglaterra, Francia y Estados Unidos, llegándose a buenos resultados, saltando de la etapa experimental a una base de expansión agrícola. En Estados Unidos, adquirió un rápido desarrollo; en California, comenzó en cultivos de invernaderos en el año de 1965 y se extendió a los cultivos frutales tres años después; de ahí en adelante las hectáreas incorporadas a este sistema crecieron en forma vertiginosa. En 1970, California contaba con 4,000 hectáreas de frutales irrigadas con este tipo de riego y hacia 1974 la cifra ascendió a 35,000.

A nivel internacional, la mayor difusión se encuentra en Alemania, Francia, Italia, Holanda, Estados Unidos, Rusia, Australia, Sudáfrica y también México.

Australia, que en 1970 contaba con 1,200 hectáreas acondicionadas con este tipo de riego, pasó a 4,000 en un solo año, incluyendo principalmente montes frutales; Sudáfrica es otro ejemplo de la rápida incorporación; en 1970 poseía sólo 200 hectáreas, en 1971 se extendió unas seis veces más, con cultivos de citrus y plátano.

Éstos datos, sin embargo, resultan hoy lejanos, -

pues la superficie mundial estimada en 1974 era de 75,000 hectáreas, previéndose una cuadruplicación de esta cifra para los cinco y siete años venideros.

El creciente interés por la aplicación del riego - por goteo no se debe simplemente al problema económico de agua que conlleva la práctica, sino también la necesidad de reducir lo máximo posible los costos operacionales y - de equipos, y de obtener mayor cantidad de productos y de mejorar la calidad.

Las ventajas destacadas en primera instancia son:

- 1).- Economía de agua.
- 2).- Alta producción.
- 3).- Economía en mano de obra.
- 4).- Uso óptimo y económico de fertilizantes.
- 5).- Menor crecimiento de " Malas hierbas " (Maleza) y fácil control de las mismas en la línea.
- 6).- Posibilidad de uso de aguas salinas.

El riego por goteo es también llamado riego de -- " Alta frecuencia " o " Irrigación de flujo periódico "; son sistemas que utilizan tubos de plástico que conducen el agua al predio y distribuyen las dosis calculadas de riego por medio de emisores especiales llamados goteros, - funcionando en forma individual, lentamente y con una de-

terminada frecuencia.

El ahorro de agua se realiza al evitar grandes pérdidas de evaporación al suelo, ya que el "Mojado" del mismo es parcial y no total como en el sistema por aspersión y en el riego por surco. Además evitan los arrastres de agua por desnivel del terreno y las pérdidas por precolación. Las plantas usan la cantidad necesaria para su crecimiento y desarrollo evitando los períodos críticos en que las carencias de este recurso originan "abortos" y caídas de flores y frutos, además de otros problemas biológicos.

Generalmente se usan caudales de 2 a 8 litros por hora y por gotero. Las presiones son bajas variando de las atmósferas.

El equipo es de fácil manejo, formado por una unidad de control, (Actualmente se les está programando y automatizando aún más) y por redes de tubos y regantes.

Una vez calculados los gastos reales de agua por planta, medidos en las condiciones climáticas en que se encuentra el cultivo, se planifica la racionalización incluyendo la fertilización en el agua de riego por medio de instalaciones especiales en la unidad de control.

Las producciones logradas superan provisionalmente el 30% de lo obtenido con los métodos convencionales. - Los frutales y viñedos responden muy bien a este sistema de riego en su crecimiento vegetativo y comportamiento en la producción, obteniéndose árboles de mayor porte y productos de mejor calidad. Los frutales que corrientemente se incorporan a este riego son: Manzano, Viñedo, Peral, Ciruelo, Almendro, Albaricoque, Aguacate y Cítricos. Las horticolas también despertaron gran interés desarrollándose en los cultivos de Tomates, Pimientos, Berenjenas y Melones, utilizando en éstos un riego casi continuo sin intervalos como los realizados en montes frutales.

Es obvio que cualquier práctica agrícola pertenece a un total de alternativas posibles. El riego por goteo posee grandes ventajas al respecto, pero también tiene sus inconvenientes específicos, los cuales deben evaluarse correctamente. Estas desventajas proponen paralelamente una serie de soluciones válidas técnica y económicamente. Los cálculos de agua deben ser perfectamente controlados así como el funcionamiento general del equipo, pues son corrientes los problemas de obturación de los goteros, debiéndose instalar un sistema de filtrado.

Los costos iniciales de instalación son elevados ;

de ahí la importancia de elaborar un buen diseño que responda a todas las necesidades de la explotación.

Como podremos observar que todo lo mencionado anteriormente está estrechamente ligado con el problema del agua en el estado de Sonora, principalmente en la parte noroeste que es donde se localiza la mayor porción de tierra semidesértica, es por eso que me he motivado a investigar la posibilidad de llevar a cabo este proyecto de la fabricación de tubo de polietileno para aplicarse directamente al riego por goteo, principalmente aplicado al cultivo de la Vid y posteriormente expandernos a un mercado de la horticultura en el estado de Sinaloa.

* OBJETIVO DEL PROYECTO: Este proyecto lleva como fin el análisis económico y financiero para ver si es rentable la instalación de una planta destinada a fabricar tubo de polietileno con aplicación al riego por goteo y para el consumo interno del estado de Sonora ya que todo el tubo de polietileno que se consume dentro del estado de Sonora es importado de otros estados de la República Mexicana.

C A P I T U L O 1

ANTECEDENTES

I.- EL AGUA Y LA DESERTIFICACION EN EL MUNDO:

El agua representa un recurso vital para la existencia de la naturaleza y del hombre. A través de la historia el hombre ha transformado su entorno; las adversidades surgidas en el transcurso de su desarrollo fueron relativamente solucionadas, pues no existen problemas sin soluciones respectivas.

Tomando una perspectiva global, el agua y la desertificación (figuras 1.1 y 1.2) constituyen actualmente -- dos importantes desaffos, los cuales no sólo implican una problematicidad ecológica sino también una dimensión socioeconómica, pues las áreas con más dificultades de este tipo corresponden a los pueblos "en vías de desarrollo".

Entre los dos trópicos se instalan los mayores desiertos del mundo, cubriendo una superficie del 43% del planeta, de los cuales un 36% son naturales y el 7% restante, unos 9'115,000 Km2, provienen del mal manejo de los recursos naturales (suelo y agua principalmente), -- constituyendo el fenómeno de desertificación. En México, por ejemplo, en el estado de Chiapas, la quema de la sel-

va para asentar los cultivos de maíz temporal ha originado una inutilización de casi 9 millones de hectáreas, por problemas de erosión que han arrastrado más de 20 millones de toneladas de suelo.

La tala inicial y el deficiente uso de la tierra han provocado graves problemas de erosión en el estado de Oaxaca, donde grandes cantidades de suelo son arrastradas por el río Papaloapan.

Estos son datos evidentemente alarmantes que requieren una acción inmediata en todos los niveles.

El capital hidrológico de la tierra es aproximadamente de 1,500 millones de kilómetros cuadrados de los cuales el 7% corresponde a una disponibilidad de aguas dulces.

De este 7% la distribución en la hidrósfera es la que figura en la tabla 1.1, según las estadísticas planeadas por la FAO (Organización perteneciente a las Naciones Unidas).

Esta distribución da un alerta sobre la importancia de este recurso, pues las aguas marinas representan el 93% del globo y requieren fuertes insumos para la tecnología de desalinización, estando aún en sus primeros pa

sos técnicos; el 7% de aguas dulces restantes, el 96.58% de la misma (como lo indica la tabla) es agua subterránea, provocando también elevados costos para su utilización además de contener altos porcentajes de sales que bajan su cualificación. A esto se debe sumar la existencia de grandes problemas de evaporación en las zonas cálidas, como es el caso de México, cuyas aguas pluviales antes de ser utilizadas sufren una pérdida por evaporación superior al 55%.

TABLA 1.1

UBICACION:	CANTIDAD (KM3)	PORCENTAJE
Humedad atmosférica	15,000	0.01
Casquetes polares y glaciares de montaña	3'334,000	3.10
Rfos, lagos y lagunas	208,000	0.19
Retenida en el suelo, plantas y animales	127,500	0.12
Subterránea (hasta 16 km. de profundidad)	100'858,000	96.58
T O T A L - - - - -	104'542,500	100.00

Los países en vías de desarrollo demandan el uso de agua fundamentalmente para la agricultura; por ejemplo México, con un consumo per cápita de 920 M3, destina:

4% a zonas rurales y urbanas,
5% para la industria, y
91% para la agricultura.

México es uno de los países "en vías de desarrollo" con el más alto consumo per cápita.

Los países desarrollados como Estados Unidos y la Unión Soviética poseen un alto consumo destinado al funcionamiento industrial. Así, Estados Unidos utiliza un 42% para la agricultura y un 48% para la industria, y la Unión Soviética un 53% y un 39% respectivamente.

Las conclusiones sobre los problemas del agua en el mundo conducen a una serie de puntos a profundizar:

- 1.- Aumentar los estudios sobre el tema, su utilización y alternativas técnicas.
- 2.- Control del agua, aprovechamiento y preservación.
- 3.- Planeación socioeconómica del recurso.

Estos tres ítems están vinculados y orientados hacia la producción de alimentos, el desarrollo rural y regional y la producción energética.

A modo de introducción se han expuesto estas estadísticas para alcanzar una idea global de los problemas del agua y su manejo. Esta generalidad tiene una dimensión más concreta cuando la producción agrícola se ve limitada por este recurso. Las alternativas tecnológicas proponen una solución de grado inmediato y, además de contener las posibilidades técnicas de irrigación, de control y mejor uso, se presentan como alternativas económicas y sociales.

El riego por goteo es una de estas alternativas y a través de varios años de experiencia y experimentación ha logrado resultados suficientemente interesantes como para integrarlo dentro de la producción agrícola.

II.- LA SITUACION EN MEXICO :

La cantidad de agua disponible para la producción agrícola representa un factor importantísimo. Actualmente se están estudiando en México las posibilidades reales del uso de las aguas subterráneas, estimando su caudal aproximado, su calidad y su aprovechamiento económico.

El potencial hídrico del país se estudia en base a estas aguas subterráneas, las pluviométricas y las fluviales y lacustres.

Las necesidades de riego en algunas zonas para aumentar su producción por hectárea y en otras de clima árido y desértico para integrarlas al sector agrícola, traen una serie de dificultades en lo que respecta a las cantidades estimadas a su tecnología y a la distribución del agua de la región. Con el aumento de unidades agrícolas que demandan este recurso se incrementan las dificultades, principalmente en su forma de distribución y aprovechamiento.

Al aumentar la demanda y consecuentemente el costo social del agua se hace necesario encontrar una alternativa para un uso más racional de la misma.

Desde una óptica general en cuanto a climas, precipitaciones y tipos de suelo es posible aproximarse a una cuantificación más real del recurso del agua para poder plantear las distintas alternativas.

En el caso de México resulta interesante dar una reseña general, citando solamente algunos casos de regiones, a modo de ejemplificación, del potencial hídrico del país, tomando en cuenta fundamentalmente sus obras de irrigación y su pluviometría, no así la capacidad hídrica de sus aguas subterráneas que aún está en estudio.

La República Mexicana posee una superficie de - -

196.4 millones de hectáreas, de las cuales el 52% es de clima árido y semiárido. Se consideran tierras aptas o útiles unos 24 millones de hectáreas, resultando con agua suficiente para la producción agrícola aproximadamente la mitad de esta superficie. Mediante obras de irrigación con aguas superficiales pueden atenderse 5 millones, y 3 millones más con aguas subterráneas.

Este alto grado de aridez y tropicalidad se debe a la posición geográfica de México, situada por encima de los 30° de latitud, además de la orografía que determina una distribución del agua deficiente, conjuntamente con una gran cantidad de declives y pendientes proponiéndose allí solamente una explotación de tipo forestal.

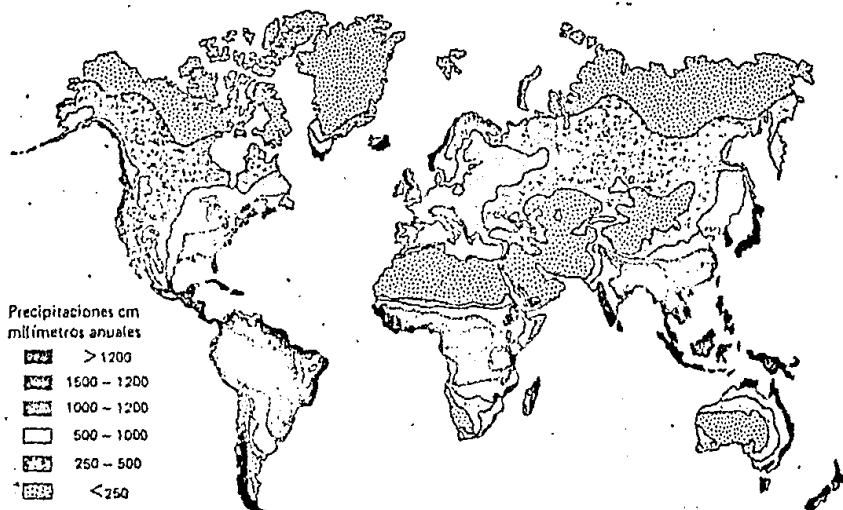


Figura 1.1 - Distribución de las precipitaciones en el mundo.

Las precipitaciones mal distribuidas a través del año son las determinantes de los caracteres áridos y semiáridos.

En la región noroeste, en los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa y parte de Durango es posible detectar tres subregiones de acuerdo a las precipitaciones anuales: Una mayor de 800 mm, considerada una zona de buen temporal; otra de 600-800 mm, con lluvias de julio a septiem-

bre que posibilitan una cosecha al año, aunque estadísticamente cada cinco ciclos agrícolas uno presenta problemas de agua; y otra subregión con menos de 600 mm anuales con una mala distribución pluviométrica que no garantiza una cosecha normal o rentable.

Parte de Nayarit, Jalisco, Michoacán y Colima, que comprenden la región del Pacífico Centro, poseen una buena superficie con una precipitación anual de cerca de 700 mm que va desde junio a septiembre o de julio a octubre; estas lluvias en primera instancia resultan suficientes, pero incentivando el uso racional del riego podría desarrollarse aún más la región. De igual manera la subregión de más de 800 mm del noroeste del país.

En el Bajo Pánuco que comprende parte de los estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Zacatecas, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, es posible hacer una división pluviométrica considerando de buen temporal aquellas regiones que superan los 800 mm anuales, y de mal temporal, con necesidad de riego, aquellas en las que la precipitación es inferior a los 600 mm anuales.

Los vientos cálidos con el consiguiente resecaimiento del aire producen climas áridos, siendo fundamental el

planteo de la irrigación, tal es el caso de algunos valles de Mexicali, Tehuacán y Cañada Oaxaqueña.

También es necesario tener en cuenta el tipo de suelo de las distintas regiones, que determina la aridez aunque existan precipitaciones relativamente medianas o altas. Así están los suelos arenosos de Sonora, Baja California, Chihuahua y los de las costas áridas y semiáridas donde coinciden bajas precipitaciones y suelos con excesiva permeabilidad. En Veracruz, Campeche, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Guerrero, Colima y Jalisco, también existen grandes extensiones de dunas, constituyendo zonas húmedas y muy húmedas.

Otros problemas relativos al suelo son la topografía y las dificultades de drenaje, que hacen difícil el aprovechamiento del agua, como ocurre en las costas de Campeche, Oaxaca, Chiapas, etc. La presencia de calizas o piedras en Tula, Yucatán o Baja California traen las mismas consecuencias en las reservas de humedad del suelo.

Los problemas de mal manejo de riego y la producción en general han degradado gravemente los suelos tropicales como en el sureste de México.

La temperatura es un factor importante en el proce

so de evapotranspiración (que es la suma de la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas, indispensable para su crecimiento y desarrollo), pudiendo haber avidez de agua si la misma no se satisface correctamente; de allí que lugares con la misma precipitación podrían presentar estos problemas carenciales. Tal es el caso de las diferencias de temperatura entre una parte baja (una planicie) y otra parte más alta donde la evaporación es menor porque las temperaturas ambientales también lo son.

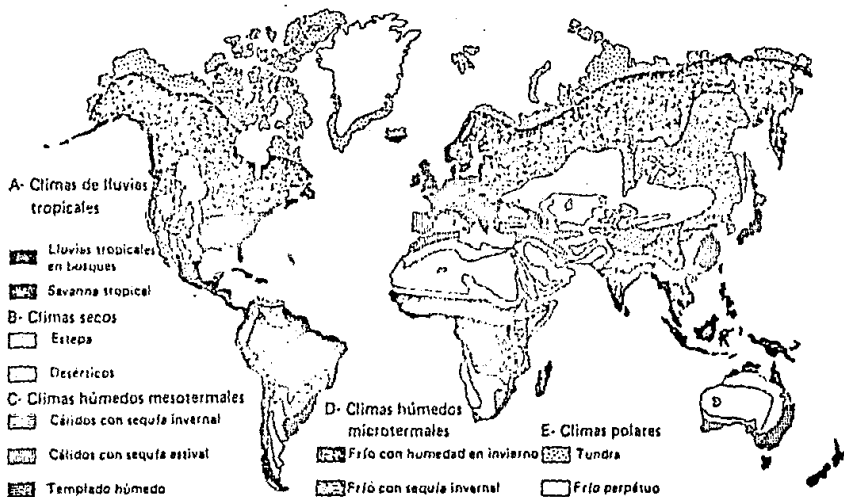
En algunas zonas del norte del país la evapotranspiración es demasiado alta, originando lugares de carácter desértico; en cambio hacia el sur, aunque la evapotranspiración también es elevada, se compensan los requerimientos de agua con las mayores precipitaciones.

Del 75 al 90% de las lluvias de la República se concentran en sólo 4 ó 6 meses del año, estableciéndose un período de 6 a 8 meses de deficiencia hídrica.

Si al volumen de agua llovida se le resta el agua filtrada y la evapotranspiración, se obtiene el volumen de agua escurrida. Se ha calculado que el escurrimiento medio anual es de 337,257 millones de M3 de agua, que debido a la mala distribución regional no puede ser integralmente utilizada, pues se calcula que el 10% de la su-

perficie total del país se concentra el 50% del escurri-
 miento total anual, mientras que el resto, comprendiendo
 el 90% del territorio, presenta grandes dificultades téc-
 nicas y económicas tanto para la captación y el almacena-
 je del agua como para la regularización y protección del
 potencial hídrico.

Figura 1.2 - Distribución
 de los climas en el mundo.



Se ha expuesto de alguna manera y de forma muy generalizada la problemática del agua en México, proponiéndose la ubicación en un planteo nacional; de allí la importancia de los estudios hídricos y de las técnicas de riego, ya que constituyen una alternativa para el crecimiento y el desarrollo de la agricultura y la sociedad en su totalidad.

Como el proyecto que se está realizando es en el estado de Sonora, mostraré (tabla 1.2) una síntesis climatológica, para poder apreciar más la falta de agua en este estado.

CAPITULO 2

" RIEGO POR GOTEO "

I.- CONCEPTOS BASICOS

SISTEMAS CLASICOS Y ASPERSION:

Los sistemas clásicos de riego por alcorques, por tablas y por surco, requieren grandes cantidades de agua y una determinada nivelación del suelo. Es así que estos sistemas se escogen según la pendiente del terreno.

El riego por alcorques se utiliza en pendientes de 0.8 a 2.5 por mil (siendo éstas las óptimas), pero normalmente oscilan entre el 2 y 3% (raramente del 5%).

El riego por tablas se implementa en pendientes mayores, al igual que los sistemas de riego por surco que llegan a utilizarse en pendientes de hasta un 20%, constituyendo en este caso un riego por líneas de nivel.

En los terrenos absolutamente llanos u ondulados resultan ventajosos los sistemas de aspersion y goteo, además del ahorro de agua que significan comparados con otros sistemas.

En la elección del sistema de riego adecuado se --

tienen en cuenta las ventajas y desventajas de las distintas alternativas.

Tanto el riego por surco como el riego por manto (que cubre una determinada superficie), tienen un límite importante e inmediato que es la preparación del terreno en sus correctos niveles. Si el agua es aplicada por surco, ésta debe circular a una velocidad conveniente para evitar los problemas de desborde, insuficiencia de absorción o erosión. El mal manejo de estos sistemas en lo que respecta a cantidades, velocidades medias, salidas de agua, canalización y nivelación, conducen inevitablemente a los graves problemas de erosión, desde algunas pérdidas de perfil agrícola, hasta la formación de cárcavas en las partes desniveladas del lote.

El riego por aspersión tiende a sustituir a estos métodos anteriores pudiéndose precisar algunos límites de su aplicación que esbozan sus ventajas y desventajas.

Se considera apropiada la utilización del riego por aspersión respecto al sistema de surcos, alcorques o por tablas en las siguientes condiciones:

- 1.- Cuando los métodos tradicionales no pueden -- ser aplicados por su limitación básica, es de

cir las pendientes, las formas del terreno, - etcétera.

- 2.- La aspersión es ventajosa en pendientes pronunciadas o irregulares.
- 3.- En suelos poco profundos.
- 4.- En suelos de estructura deficiente.
- 5.- En suelos arenosos con una permeabilidad superior a 30 cm/h.
- 6.- Cuando se requieren dosis menores de 350 a 400 M3/Ha (en el ciclo).
- 7.- También es perfectamente utilizable en suelos muy planos, con pendientes inferiores al 0.8 por 1,000.
- 8.- Cuando los cultivos son de líneas muy próximas, o muy densos como las praderas.
- 9.- Para cultivos de raíz muy superficial.
- 10.- Para establecer rotaciones bien marcadas de cultivos de regadío y de secado.
- 11.- Cuando falta maquinaria especial para una correcta nivelación del suelo para los sistemas anteriores.

Las limitaciones del riego por aspersión son debi-

das al volumen, al tipo de agua y al viento. No siendo -
recomendable en las siguientes situaciones:

- 1.- En riegos de gran volumen, es decir, que re--
quieran más de 1,000 M3/Ha (en el ciclo).
- 2.- Cuando se utilizan aguas de mala calidad como
las turbias, salinas o muy frías.
- 3.- En zonas muy ventosas; el viento restringe en
gran medida la uniformidad de la distribución.

Los sistemas por aspersión necesitan presiones que
oscilan entre 1 y 3 Kg/cm² para su funcionamiento global.
Se utilizan aspersores de chorro fijo, que son equipos -
más pesados, o aspersores rotativos.

Generalmente los riegos se hacen por la tarde evi-
tando las altas temperaturas del mediodía que producen -
grandes evaporaciones de la superficie del terreno. Los_
riegos por la mañana temprano también tienen sus inconve-
nientes en los días calurosos, pues puede haber un dese--
quilibrio entre la absorción radicular y la transpiración.

Además, las gotitas de agua fría sobre las hojas -
calentadas producen en el punto de contacto, por una reac-
ción de los tejidos tiernos, pequeñas manchas que pueden_
rebajar el aspecto comercial del producto.

Se puede decir definitivamente que el riego por as
persión tiene limitaciones en el tiempo de utilización du-
rante el día. Los resultados productivos en experiencias
de campo demostraron un incremento general en la produc-
ción por hectárea, comparativamente con los otros siste-
mas tradicionales; así por ejemplo, en tomate se elevó la
producción en un 25%, un 100% en zanahoria y hasta un -
150% en acelga.

Entre otras características ventajosas el riego --
por aspersión demostró ser eficiente en la protección con
tra las heladas tardías, amortiguando fácilmente la inver-
sión térmica existente. Respecto a algunas enfermedades_
y plagas, por ejemplo, han podido ser controladas en el -
ciclo la "Podredumbre apical" y la "Arañuela roja" del to
mate, aunque existe el peligro de la difusión de otras --
enfermedades criptogámicas.

Los intervalos de riego aplicados varían entre 8 y
14 días en los distintos cultivos, determinados además -
por el volumen de agua en cada turno de irrigación. Esta
fragmentación del riego conlleva una racionalización del
agua total necesaria para el cultivo.

A continuación se describirán los distintos aspec-
tos del riego por goteo; los datos vertidos en los párra-

fos anteriores se interrelacionarán desde un punto de vista crítica, estableciéndose las alternativas viables para una elección del sistema de riego; es decir, tanto las -- ventajas y desventajas que deben ser tomadas en su aspecto relativo y evaluadas en las condiciones reales.

CONCEPTOS BASICOS DE RIEGO POR GOTEO :

El riego por goteo es el sistema de llevar el agua necesaria para los cultivos por medio de tuberías especiales a través de una red diseñada en el terreno; esta agua llega a la base de la planta por "emisores" que funcionan como goteros.

Por medio de este sistema se establece una serie de particularidades que se traducen en un incremento de la producción y en alternativas económicas muy importantes.

La posibilidad de instalación del equipo de riego por goteo requiere de una seria evaluación para su uso racional y para su máxima efectividad. De acuerdo con esto se expondrán las condiciones básicas para su manejo; -- ellas son:

- 1.- Aplicación del agua en la zona radicular de la planta, en donde se halle un porcentaje de

la rizósfera en una continua saturación de este elemento, es decir, que se mantenga potencialmente su capacidad de campo.

- 2.- Los riegos se realizan preferentemente en forma diurna o sea bajo la influencia de la luz y consiguientemente con la mayor capacidad fotosintética de la planta.
- 3.- Los riegos son diarios o por lo menos cada -- dos o tres días, dependiendo de las épocas de cultivo, así como de sus condiciones objeti-- vas.
- 4.- Se aprovecha una fertilización controlada por medio del agua de riego, usándose fertilizantes solubles, generalmente del tipo nitrogenado, que por sus características de solubili-- dad se asimila rápidamente al complejo coloi-- dal (el fósforo y el potasio son menos solu-- bles). También se puede aplicar los micronu-- trientes necesarios. Los posibles problemas_ de solubilidad de nutrientes pueden resolverse por fertilización foliar u otro tipo de - aplicación.
- 5.- La cantidad de agua fertilizada responde al - uso real del cultivo (figura 2.1).

6.- Las raíces desarrollan mediante este sistema una preponderancia superficial, donde se encuentra la mayor capacidad de absorción de este órgano, además de ser la zona más activa biológicamente con las bacterias anaerobias y aerobias y poseer una gran cantidad de nutrientes fácilmente utilizables y solubles para la planta.

Manteniendo una porción de la región radicular casi en el nivel de saturación o capacidad de campo, como una condición potencial, el trabajo de absorción por parte de las raíces es mínimo puesto que la tensión del agua retenida por el suelo se aproxima a cero.

El principio de "sólo regar una parte del terreno" aproximadamente un 25 o 30% se describió según la experiencia de Papadakis en la que la raíz absorbe los nutrientes y el agua necesaria con sólo una parte de sus órganos.

De allí la importancia de los riegos permanentes (figura 2.2), generalmente diarios o cada dos o tres días para mantener el perfil del suelo en un estado de casi saturación, pues así se sostiene baja la tensión de saturación del agua, facilitando el trabajo extractivo del cultivo. Además no se producen costras en la superficie

del suelo que trae como consecuencia una mala aireación del mismo.

En los suelos arenosos una sobredosis de riego -- acarrea una pérdida natural por drenaje, por su gran capacidad de permeabilidad, siendo además necesario regar con la cantidad establecida diariamente para que la planta la consuma según sus necesidades propias y las condiciones climatológicas. Un exceso de saturación del perfil acarrea problemas de asfixia radicular y el desarrollo de algunos hongos, que en general proliferan en suelos húmedos y con poca cantidad de oxígeno.

La aplicación de fertilizantes puede ser graduada_ obteniéndose un mayor ahorro y una mayor eficiencia principalmente de los nitratos que son absorbidos por una parte radicular por el mismo principio citado anteriormente. La localización de los fertilizantes es el método más racional sobre todo con los elementos poco móviles como son el potasio y el fósforo.

Durante el día, en las horas de la luz, las plantas realizan su máxima capacidad de síntesis: la fotosíntesis, que transforma la energía lumínica en energía química, necesita fundamentalmente del agua para su funcionamiento, por eso es importante el riego diurno ya que es -

el momento en que mejor se absorbe la cantidad necesaria. Durante la noche decrece la actividad fotosintética, y si el perfil del suelo se encuentra saturado, el agua no utilizada se perderá por infiltración profunda.

Como ya se dijo, la cantidad de agua necesaria para el crecimiento y desarrollo del cultivo permanece - - constante e independiente en cualquier sistema de riego . El riego por goteo puede utilizarse, si es necesario, con tinuamente durante todo el día; no sucede lo mismo con -- las aspersiones que usualmente están limitadas a un tiempo máximo de 14 a 16 horas, por los problemas de insola-- ción en las horas pico y por el viento que aumenta la eva poración y no permite una buena distribución.

Con el sistema por goteo es posible un gran ahorro de agua a través del sistema de almacenaje y de la red de tubos, es decir, en el aspecto de la forma de conducción_ y manejo.

El almacenamiento de agua es de menor volumen pues se usa entre un 40 y 60% menos que la cantidad utilizada_ en los sistemas por aspersión.

Figura 2.1. Esquematación de la difusión del agua en el suelo por medio de una boquilla de goteo. A: zona saturada; B: zona húmeda; C: zona seca; b: boquilla.

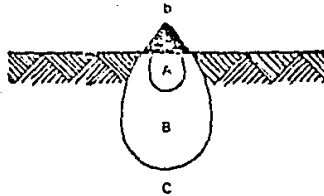
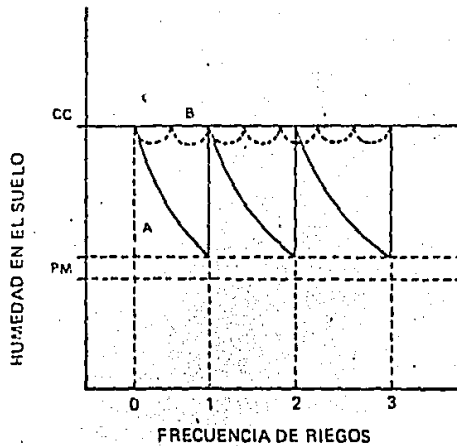


Figura 2.2. En el sistema de riego clásico o tradicional la humedad del suelo situada entre la "capacidad de campo" y el "punto de marchitez" se mantiene en promedio más bajo que en el riego por goteo, tendiendo este último a la "capacidad de campo". A: sistema tradicional; B: sistema por goteo; CC: capacidad de campo; PM: punto de marchitez. (N. y U., 1973)



El ahorro de agua es notorio, en primera instancia, porque la mayor superficie del terreno permanece seca ya que se riegan únicamente las líneas establecidas. Es posible estimar con seguridad que el riego por goteo ahorra más de un tercio del consumo respecto a otros sistemas, siendo el rendimiento por agua gastada el doble -- comparado, por ejemplo, con la aspersión.

Se asegura además una mejor homogeneidad de distribución y un mejor control de la dosis de agua.

En el sistema de riego por aspersión ocurren importantes pérdidas de agua, tal es así que:

- Un 10% se pierde por evaporización antes de llegar al suelo.
- Un 20% se evapora de la superficie después de realizado el riego.
- Una importante pérdida en calles y zonas marginales del área cultivada.

En el proceso de evapotranspiración disminuye, en este sistema de goteo, la cantidad de evaporación de la superficie del suelo. En Estados Unidos se comprobó que esta pérdida de agua podía reducirse a un 50%; sin embargo se debe tener en cuenta que al haber menos evaporación

habrá en la atmósfera una menor presión vapor, es decir , menor humedad, provocando que los estomas de la planta - (que trabajan de acuerdo a las diferencias de presión interna estomática y externa atmosférica) trabajen más, produciéndose un aumento de la transpiración, que de alguna manera compensa los ahorros de evaporación de la superficie del suelo.

Al haber menos humedad ambiental la planta se ralentará más en sus procesos fisiológicos y requerirá una mayor cantidad de agua para la transformación de "Materia seca", aquélla que eliminará por su función básica de transpiración.

La mayor producción está garantizada por las dosis correctas de agua y fertilizantes, pues al controlarse la absorción de las mismas se determina un óptimo crecimiento, floración y cuaje de los frutos.

El mayor rendimiento se ha comprobado en una extensa gama de cultivos: Frutales, horticolas y flores.

Las ventajas que presenta en los montes frutales son numerosas; las hortalizas pueden regarse también bajo cubierta plástica e invernaderos; en floricultura cada sección se puede regar independientemente con un ahorro -

de instalaciones (las flores y las hojas no se humedecen, lográndose una mayor calidad).

El incremento de rendimiento por unidad de superficie, así como la obtención de un grado de precocidad de los productos, se deben a varios factores:

- a).- Correcta dosificación de agua y nutrientes.
- b).- Anulación de períodos críticos para el cultivo.
- c).- En el caso de uso de aguas salinas se evitan los problemas de "quemadura" de la epidermis de los vegetales, lo que provoca pérdidas de las características de color, presentación y calidad.
- d).- El riego frecuente garantiza la eficiencia de utilización del agua por el cultivo, manteniéndose una temperatura y una humedad constante (mediante la aspersión en los momentos de riego baja mucho la temperatura y sube la humedad, variando en el transcurso del intervalo).

Por las grandes pérdidas de evaporación que presenta el sistema de aspersión se riegan grandes porciones -

del predio y con mayores intervalos.

En el uso de aguas salinas el riego por goteo presenta grandes ventajas. En un volumen de agua con una concentración determinada de sales, cuando se produce una evaporación aumenta la cantidad de las mismas, pues sólo se escapa a la atmósfera agua pura. Por ejemplo, si el agua tiene 300 mg de cloruro de sodio (ClNa) por litro, al evaporarse la mitad de ese volumen la concentración aumentará a 600 mg/l. A partir de este principio se deduce que el riego por goteo, por tener menor grado de evaporación, hace que el agua contenga una menor cantidad de sales nocivas, siendo el proceso de salinización del suelo mucho más lento que en el caso del riego por aspersión, de inundación completa o por surco.

El agua se filtra hasta las capas freáticas, las sales se acumulan en los distintos estratos del suelo e inclusive salinizan las aguas subterráneas; en los periodos de sequía el agua asciende por medio de los capilares llevando las sales hacia la superficie. En el riego por goteo, en cambio, al mantenerse constante la humedad del suelo no se permite este ascenso capilar.

Otra de las ventajas que presenta este sistema es que no es necesario interrumpir las distintas labores cul

turales que necesita el cultivo, pudiéndose realizar éstas simultáneamente al riego. En el sistema de aspersión existen problemas de encharcamiento del suelo cuando éste es de textura arcillosa, impidiendo el laboreo del terreno inmediatamente después de la irrigación.

Las hierbas que crecen en la zona del cultivo compiten por agua, luz y nutrientes; el control de las mismas es vital para una explotación racional, combatiéndose con hierbicidas convencionales. En el sistema de goteo estas malezas sólo se desarrollan en las líneas regadas, lo que facilita su control y disminuye los costos de agroquímicos. El deshierbe y la recolección se pueden realizar al mismo tiempo que se riega.

El ahorro de mano de obra está relacionado a las facilidades y complementación del riego, la fertilización y el deshierbe, reduciéndose principalmente el mantenimiento y control del equipo.

SINTESIS DE LAS VENTAJAS:

Esquemáticamente y basándose en los párrafos anteriores, es posible establecer las principales ventajas, en todos los niveles, del riego por goteo, diferenciándolo de los sistemas tradicionalmente utilizados.

Estas ventajas son:

- 1.- Economización de agua, sólo se humedece parcialmente el predio, localizándose el riego_ alrededor de la planta. Se reducen a un mínimo las pérdidas de evaporación.
- 2.- Se puede utilizar en todo tipo de suelos en cuanto a textura y topografía. Se le usa en los más variados climas y preferentemente en los áridos.
- 3.- No se necesita que el terreno esté nivelado, lo que representa siempre un gasto inicial y una alteración inmediata de la fertilidad - del suelo que tarda en recuperarse.
- 4.- No existe interferencia a causa de los vientos, como en el sistema de aspersión.
- 5.- Disminuye el grado de malas hierbas en el terreno debido a la extensa zona seca del predio. Se facilita su control.
- 6.- No se entorpecen las distintas labores culturales (cosecha, aplicación de agroquímicos, etcétera).
- 7.- Ahorro de mano de obra por la facilidad del manejo del equipo; no es necesario mover las

- instalaciones y las tareas se complementan.
- 8.- Posibilidad de fertilizar simultáneamente -- con el riego, aumentando la eficiencia de la localización y dosis de los abonos. El ní--trógeno puede ser aplicado en pequeñas dosis disminuyéndose las pérdidas.
 - 9.- Riego continuo del cultivo durante tiempo -- prolongado sin que esto traiga problemas de asfixia radicular.
 - 10.- Aprovechamiento de aguas con una relativa -- cantidad de sales.
 - 11.- Posibilidad de uso de equipos de bomba, más pequeños, al trabajar con menores caudales.
 - 12.- Aumento de la producción, la calidad y la -- precocidad de muchos de los cultivos. Es re--comendable en frutales y hortalizas (no se -- poseen aún resultados valaderos en los culti--vos de arroz, caña de azúcar y tabaco). Ejem--plo: En los cultivos anuales y en frutales -- son notorios los adelantos posibles en la -- época de producción garantizando mejores re--muneraciones.
 - 13.- Posibilidad de utilización en terrenos con -- pendientes del 50% sin problemas de erosión,

ya que el sistema funciona cerrado, con pocas cantidades de agua y sin desague.

ALGUNOS PROBLEMAS A RESOLVER:

Este sistema, como cualquier otro, tiene una serie de problemas que prefiguran sus desventajas; éstos deben evaluarse correcta y comparativamente con todas las alternativas posibles.

Los problemas se describirán, igual que en el punto anterior, sin establecer prioridades, simplemente citando las dificultades en los distintos niveles, técnico, biológico y económico.

Los problemas a resolver son:

- 1.- Alto costo de inversiones iniciales, debiéndose evaluar comparativamente. El costo es variable dependiendo de muchos factores: Cultivo, condiciones objetivas de producción, - extensión, amortizaciones, etcétera.
- 2.- Los equipos deben de ser de buena calidad en su comportamiento a campo y en el manejo. - Deben soportar condiciones ambientales variables pues las tuberías, los goteros y las --

distintas piezas que lo componen están en la superficie.

- 3.- Requiere una vigilancia constante para detectar las irregularidades del funcionamiento.
- 4.- Problemas de obturación de los goteros debidos a causas orgánicas, minerales, óxidos de hierro, etcétera.
- 5.- Problemas en la utilización de fertilizantes fosfóricos solubles y el nitrato de calcio , que pueden formar "taponamientos" en los goteros y en los conductos.
- 6.- En la zona permanentemente humedecida pueden proliferar algunas plagas y enfermedades - - criptogámicas.
- 7.- Dificultades en el uso de aguas demasiado - turbias, es necesario hacer instalaciones es peciales de decantación.
- 8.- Para el funcionamiento del sistema debe emplearse un buen complejo de filtrado de agua.
- 9.- Es necesario elaborar los proyectos correctamente para que llegue la misma cantidad de - agua a todo el cultivo, es decir, una buena homogeneidad en la distribución.

- 10.- La proliferación de algas puede entorpecer el manejo. Normalmente son utilizados en el control de las mismas: "Simazine" (1 ppm), sulfato de cobre (0.5 a 1 ppm) o cloro (2.5 ppm).
- 11.- Disturbios causados por roedores (ratas, conejos, etc.) e insectos que pueden afectar los tubos de polietileno, debiéndose aplicar sustancias repelentes o insecticidas. También pueden enterrarse algunas porciones de las tuberías (a 5 ó 10 cm. de profundidad) o aumentar el grosor de las mismas.
- 12.- Como la irrigación es localizada, las raíces se concentran en un solo lugar pudiendo traer problemas de "anclaje" en la planta. En el caso de los cultivos perennes es importante seguir el comportamiento, el grado de acumulación de sales y tener en cuenta los distintos niveles de lavado de éstas.

Los diferentes puntos de las ventajas y posibles - desventajas serán tratados en forma más específica en las páginas siguientes, con las que se pretende una exposición más profunda y arribar a soluciones dentro de las alternativas reales.

II.- DESCRIPCION DEL EQUIPO :

El sistema de riego por goteo se caracteriza por-- que funciona a bajas presiones; de allí que sea necesario un menor trabajo por parte de la bomba central, que direc-- tamente se traduce en menores gastos de instalación, por-- lo menos en cuanto a este factor.

Las presiones varían de 0.5 a 2 atm representando, generalmente, un valor inferior si se lo compara con el sistema de aspersión.

Los terrenos con pendientes y ondulaciones (varia-- ciones de nivel) determinan un aumento de presión, a dife-- rencia de un terreno llano. Un nivel de presión muy bajo corresponderá a un aumento de goteros o emisores y aumen-- tará también el número de horas de riego necesarias para-- alcanzar la cuota óptima de agua. Es decir, a más pre-- sión del sistema se ahorrará por un lado cantidad de ho-- ras de riego, aunque aumentará la fuerza necesaria de la bomba.

Fundamentalmente éste es un sistema de bajas pre-- siones posibilitando una distribución homogénea y constan-- te en toda la superficie del regadío, requisito básico pa-- ra el mantenimiento de la capacidad de campo ya explicita-- da.

Para la descripción del sistema se le puede dividir esquemáticamente en tres partes:

- 1.- Una "Unidad de Control".
- 2.- Ramas principales.
- 3.- Sistema de red.

La unidad de control constituye el cerebro del sistema; se establece para cada predio, chico o grande, según el diseño del proyecto; en caso de tener gran superficie o por las condiciones del predio, ya sea por desniveles o desvinculaciones de un punto a otro, se pueden construir distintas unidades de control que regulen y eficienten el riego.

Una unidad de control consta de varias partes:

- 1.- Una bomba central, que junto a los demás elementos se coloca en la parte más alta del terreno debido a la presión que debe realizarse para el funcionamiento total y se conecta a los tanques de almacenamiento de agua, (pudiendo ser automatizada para su constante aprovisionamiento desde una fuente del recurso).
- 2.- Un tubo de conducción central, con un diáme-

tro adecuado al flujo y a las presiones necesarias; generalmente su diámetro es mayor de 5 cm. Este tubo central conecta la bomba con los depósitos de agua.

- 3.- Los depósitos de agua varían según su volumen y los requerimientos. Esta capacidad y forma de almacenamiento es uno de los factores de ahorro de agua. Además, pueden existir depósitos de distintas calidades de agua. En caso de aguas muy salitrosas se realizan las mezclas convenientes con aguas de menor tenor para bajar la cantidad total de sales perjudiciales al cultivo.
- 4.- Filtros de acuerdo a las características del agua. Pueden instalarse filtros que combinen el filtrado de partículas mayores y menores.
- 5.- Un medidor de volumen de agua, con una regulación constante del flujo indispensable.
- 6.- Un manómetro que mide las variaciones de presión.
- 7.- Un rompedor de vacío que evita los cambios internos de presión que alterarían el flujo constante y medido.

- 8.- Válvulas de no-retorno; válvulas de tipo - - "Check" que controlan la salida normal hacia los ramales.
- 9.- Tanques para fertilizantes; su volumen es variable (de 25, 50 ó 100 litros según los requerimientos). Para mezclar los fertilizantes solubles con el agua, saliendo la misma con los abonos específicos solubilizados. - Generalmente la conexión del tanque de fertilización es de plástico transparente con un diámetro de 10 a 15 mm. (diámetro interior).

De la unidad de control salen las ramas principales, constituidas por ramales plásticos; se recomiendan de polietileno negro; su diámetro varía de 25 a 50 mm. de acuerdo al proyecto (tamaño, forma y características del predio).

En las ramas principales se acoplan las demás líneas de la red, con diámetros menores a la anterior, variando entre 10.5, 12.5 y 16 mm. dependiendo del gasto establecido y de la cantidad de emisores; la longitud de los mismos puede ser de 40.5 ó 100 m; al final de cada ramal se encuentra un tapón de cierre del sistema que regula la presión del mismo y que es también utilizado para abrir y lavar las tuberías.

Estas ramas secundarias reciben el nombre de emisores de línea o goteros en línea; los emisores se encuentran generalmente a una distancia de 50 cm, aunque actualmente se proveen a distancias de 60 cm; en algunos cultivos como la vid y los plátanos, y en hortalizas, están a 1 m de separación cada uno. Se encuentran también los emisores laterales que se acoplan a los de línea cuando es necesario cubrir una superficie determinada.

FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA Y DISTRIBUCION :

Los factores que afectan la distribución son la presión del sistema, la descarga de los goteros y la limpieza general de los conductos.

La descarga de los goteros puede tener variaciones debidas a varias causas tales como obturaciones, distintas presiones o construcción técnica de los mismos. Se considera una variación máxima de descarga entre los goteros un 10% de promedio, obviamente la óptima estará por debajo de este nivel.

La revisión periódica, así como la limpieza de los conductos y goteros, es una tarea básica para el mantenimiento eficiente del sistema y su homogénea irrigación en el predio.

La presión inicial debe ser suficiente, cubriendo los siguientes puntos para resolver los problemas de distribución:

- a).- Presión necesaria para la carga total del sistema.
- b).- Considerar las ganancias y pérdidas debidas a la topografía.
- c).- La producción de agua que realiza cada gotero.
- d).- Incluir en el cálculo de las presiones las variaciones que ocasiona el filtro y los reguladores del flujo.

Un buen diseño apunta al ajuste del balance de fricción del agua en toda la red de irrigación, además de aprovechar las ganancias topográficas en los goteros principales; la mayor pérdida de distribución ocurre generalmente en los laterales.

El flujo de agua puede tener las características de un flujo laminar y las de uno turbulento; cuando es laminar la presión es proporcional a lo largo del sistema, pudiendo variar como máximo en un 10%; cuando el flujo se torna turbulento la fricción del agua es mayor en los con

ductos y las diferencias de presión a lo largo del sistema pueden llegar a un 20%. De allí la importancia de estudiar la red y sus gastos de fricción para lograr un resultado óptimo.

III.- OPERACION DEL SISTEMA :

En la operación del sistema se requiere un personal apto para el manejo y el control. En pequeñas superficies no se presentan complicaciones; en cambio éstas -- surgen cuando los predios son extensos y se cuenta con una complicada red de conductos y dos o más cabeceras de irrigación o unidades de control.

Para el operador es importante tener conocimiento del área de irrigación, de las cualidades del agua utilizada, así como de las condiciones de otros predios de la zona.

El operador debe conocer perfectamente el funcionamiento del equipo, las presiones necesarias y las tuberías; además, las cabeceras de irrigación deben tener el suficiente espacio para poder operar fácilmente en ellas.

Lo que básicamente se revisa para garantizar la -- efectividad del sistema es:

- 1.- La cabecera de irrigación o unidad de control
- 2.- Los filtros
- 3.- Los goteros
- 4.- La limpieza de ramales

Cabecera de irrigación o unidad de control:

Se deben inspeccionar y controlar los distintos implementos que la componan en el siguiente orden: Las válvulas de salida del agua, las de vacfo y las de no-retorno (que se encuentran en lo alto del modelado de la cabecera), el filtro, el complejo fertilizante y los distintos reguladores de presión y caudal.

Como ya se ha dicho el sistema trabaja con bajas presiones, inferiores a las utilizadas en la aspersión, variando según las características técnicas del lote. En terrenos ondulados, con diferencias dependientes, la unidad de control se encuentra en la zona más alta y los tubos de derivación y la consiguiente red de ramales se - - tiende de arriba hacia abajo.

Existe una diferencia mínima de distribución del agua, pues en las primeras partes del terreno, por donde viene el flujo, se acumula una cantidad mayor de agua debido a las variaciones de fricción de ésta a lo largo del

recorrido de las tuberías. Se considera una buena distribución cuando las diferencias entre el principio y el final de la red son del 5% del flujo total. De allí la importancia para la instalación del sistema de considerar este dato en correlación a la cantidad de agua utilizada y a la longitud de los ramales.

En terrenos planos ocurre lo mismo aunque las descargas distintas por las diferencias de fricción, de alguna manera se compensan por la temperatura de los tubos, que se incrementa a lo largo de la red; así los tubos finales poseen más temperatura y sus descargas o producciones de agua aumentan, nivelando la distribución general del sistema.

FILTROS :

La limpieza de los filtros debe realizarse con frecuencia, dependiendo del tipo de agua utilizada. En aguas buenas, de alta calidad en el sentido de no poseer muchas sustancias en suspensión (coloides y sales), la limpieza es menos acentuada, resultando lo contrario con aguas menos propicias. El filtro debe controlarse antes de cada riego; en general la limpieza de los mismos implica un trabajo simple y de corta duración.

GOTEROS :

Las líneas de goteros deben ser inspeccionadas con frecuencia para la detección de goteros que no están en funcionamiento por obstrucción. Para su limpieza a veces basta con golpearlos suavemente; otras veces se realiza utilizando aire comprimido o colocándole un flujo de ácido clorhídrico (CIH) que disolverá la causa del taponamiento; finalmente, si no se logra la limpieza se reemplazan los emisores.

Generalmente las causas de la obstrucción están determinadas por la velocidad del agua a través del emisor (en "hélice" o "tornillo"), así como por la cantidad de horas de funcionamiento que es posible calcular anualmente.

La cantidad de goteros obstruidos debe ser inmediatamente baja, lo que dará una pauta de la buena instalación del equipo como de la calidad del mismo; de otra manera se enfrentan problemas que desvirtúan las ventajas del sistema.

RAMALES :

Para el mantenimiento de la red se abren los tapones finales de cada tubo, abriendo el sistema, y haciendo

fluir el agua con una cierta velocidad para que acareé el material acumulado. Generalmente las líneas principales se mantienen en buen estado, concentrándose esta revisión a los ramales secundarios.

RELACION ENTRE CANTIDAD DE AGUA Y GOTEROS :

La cantidad de agua a utilizar depende de varios factores ya descritos: Necesidades reales del cultivo, tipo de suelo y tipo de "bulbo de humedad" en el perfil edáfico.

El número de goteros necesarios para la irrigación está determinado además por una serie de conceptos en su aplicación:

- 1.- No es necesario un gotero por planta para asegurar la eficiencia; el número de los mismos se medirá generalmente relacionado a la superficie del regadío.
- 2.- La distribución de los mismos no tiene que ser necesariamente en forma simétrica, variando de acuerdo a las condiciones reales del cultivo.
- 3.- Es importante que los "bulbos de humedad" no se superpongan en la línea de riego; se sabe que en una irrigación intermitente el diáme-

tro de este bulbo es distinto según el tipo de suelo, variando de 40 a 80 cm de radio - (tomando como centro del círculo el gotero).

- 4.- El número de goteros con descarga necesaria para proveer una superficie del predio con una cantidad de agua y en un tiempo dado es:
 - directamente proporcional a la cantidad de agua, e
 - inversamente proporcional a la cantidad de tiempo de riego.
- 5.- La máxima cantidad de agua para "rellenar" lo que demanda el suelo es directamente proporcional al tiempo de intervalo entre riego y riego, para un área determinada.
- 6.- El número máximo de goteros por unidad de superficie es el número necesario para proveer la cantidad máxima de agua en un área dada.
- 7.- El tiempo de riego no puede ser mayor que el tiempo de intervalo, habiendo asegurado el coeficiente de consumo del cultivo según el clima, el crecimiento y la superficie, no necesitando riegos suplementarios.

La complejidad de la red de tubos depende del tipo de cultivo y de la densidad de siembra establecida para el nivel de producción óptimo; la cantidad de plantas por hectárea es constante según lo determinado técnicamente (es decir, que hay una densidad aconsejada por la cual de bajo de ella y por encima, la producción decrece o se presentan problemas técnicos). El sistema de la red, la cantidad de tubos y emisores, depende de las necesidades del cultivo y de allí la capacidad de campo (o capacidad de almacenamiento de agua), del tipo de suelo.

En suelos pesados, por ejemplo en el caso de hortalizas, se puede utilizar un rama1 por cada hilera, mien--tras que en suelos arenosos (menor capacidad de campo) se usan dos ramales por hilera.

Para el cálculo de la cantidad de agua que arroja_cada gotero (independientemente de los factores perturbadores como el viento y las altas temperaturas diurnas, --factores que afectan en gran medida el flujo de agua que realiza el sistema de aspersión) se supone la cantidad de agua expresada en volumen, requerida para regar una hectárea de cultivo en una situación límite, es decir, en el momento en que la planta requiere más agua y el clima es de alta temperatura y baja humedad atmosférica. Por --ejemplo este volumen, hipotéticamente puede ser de 90 ó -

100 M3 por hectárea y por día (100 M3/Ha/día).

$$90 \text{ M3/Ha/día} = 90,000 \text{ l/Ha/día}$$

que serían : 3,750 l/Ha/h.

Suponiendo además un cultivo en suelo pesado que demande por hectárea 2,000 goteros, la cantidad de agua por hora de cada gotero será :

$$\frac{3,750 \text{ l/Ha/h}}{2,000 \text{ goteros}} = 1,875 \text{ l/h}$$

En cambio, para un cultivo que requiere mayor cantidad de emisores, por ejemplo 15,000, el flujo de cada uno será de:

$$\frac{3,750 \text{ l/Ha/h}}{15,000 \text{ goteros}} = 0.25 \text{ l/h}$$

Evidentemente cuanto menor sea el flujo que proporciona cada gotero menores serán las dimensiones de las tuberías centrales y secundarias como la capacidad de la unidad de control.

Si se conoce la cantidad de agua utilizada durante todo un periodo de riego, sabiendo además la cantidad de agua por hora que suministra un emisor, es posible calcular la cantidad de horas que trabaja un gotero en ese ciclo.

clo agrícola. De alguna manera también se prevén los problemas de obstrucción que puedan tener los emisores, así como se establece una racionalidad de los tubos y goteros a emplear.

Si en un ciclo de riego se gastan 8,000 M3, es decir 8'000,000 litros por Ha. y por año.

a).- Con un sistema que use 15,000 goteros:

$$\frac{8'000,000 \text{ l/Ha/año}}{15,000 \text{ goteros}} = 533 \text{ l/año/gotero}$$

Cada gotero conducirá 533 litros por año. -- Sabiendo que su flujo es de 0.25 l/h, la cantidad de horas que trabaja en el año será de:

$$2,132 \text{ horas} \quad \frac{533 \text{ l/año}}{0.25 \text{ l/h}}$$

b).- Con un sistema que use 2,000 goteros :

$$\frac{8'000,000 \text{ l/Ha/año}}{2,000 \text{ goteros}} = 4,000 \text{ l/año/gotero}$$

Cada gotero conducirá 4,000 litros por año. - Si su flujo es de 1.875 l/h trabajará aproximadamente 2,133 horas al año, es decir:

$$\frac{4,000 \text{ l/año/gotero}}{1,875 \text{ l/h}}$$

Generalmente se usan emisores de 2 litros por hora para las distintas utilizaciones; éstos resuelven el fenómeno de fricción del agua en que la longitud que recorre y la sección transversal coinciden. Estos goteros son -- los más utilizados en el sistema.

Si se aumenta el flujo por ejemplo a 4 l/h, la velocidad del agua es más alta y en cambio disminuirá la cantidad de horas de trabajo anual. Los emisores de alta descarga, mayores de 4 l/h, pueden traer problemas de absorción en suelos muy pesados, pues tienen una permeabilidad menor, aunque su capacidad de campo sea mayor, produciéndose encharcamientos no deseables por la sanidad del cultivo.

El riego de pequeñas cantidades de agua se ha venido utilizando en los invernaderos, en los cuales los ramales son de corta longitud y el nivel es plano, utilizándose se bajas presiones y bajos diámetros.

Caudales altos de 7 a 8 l/h se usan en suelos arenosos y usualmente en sistemas móviles, donde se cambian las líneas de un sitio a otro, una vez descargada el agua necesaria. Aquí se utilizan ramales de mayor diámetro, - de 13 a 16 mm aproximadamente. Además son sistemas de - costo relativamente menor, usados en cultivos que requie-

ren una menor frecuencia de regadío. El trabajo de cambio de líneas en el período de riego conlleva un aumento de la mano de obra.

CALCULO DE UNIDADES DE AGUA :

La cantidad de agua utilizada en el proceso de riego también puede medirse en unidades especiales llamadas "unidades de agua".

Para el proyecto de riego debe calcularse el número de estas unidades a partir de datos que provienen del estudio del sistema como los flujos de los goteros o boquillas, el tiempo de este flujo en los metros lineales del surco, así como la superficie del predio a regar y los espacios entre surcos donde se encuentran las líneas de riego.

Teniendo los siguientes datos:

S = superficie de la parcela (ha)

E = espacio entre surcos (m)

D = flujo adecuado en el punto de entrada para la parcela (cm³/s).

d = tiempo de flujo por metro lineal del surco -- (cm³/s).

El número de unidades de agua (N) será:

$$N = \frac{10 \times d \times S}{E \times D}$$

El resultado se redondeará a la unidad más alta. -
Obtenido el N (número de unidades de agua) se podrá conocer el volumen a distribuir entre unidades, recibiendo ca da unidad una frecuencia de administración a un flujo que será el del tubo de entrada.

Estas unidades de agua se calculan para los proyec tos de automatización del sistema de riego.

IV.- GENERALIDADES DE APLICACION

Las distintas experiencias realizadas en Israel, -
Australia, Estados Unidos, México y otros países, brindan una estimable cantidad de resultados obtenidos, determi--
nándose los momentos óptimos de aplicación de riego, sus cantidades y la manera de distribución.

Se expondrán a continuación algunas generalidades, las que deben ajustarse a los casos concretos que se pre--
senten.

Son aconsejables los tiempos de riego de corta du--
ración, así resulta interesante la aplicación del riego -
diario diurno, o con un intervalo de 3 días, según los -
factores del cultivo y los económicos. Los árboles cadu-

cifolios (durazno, pera, manzano, ciruelo, etc.) en invierno tienen un descanso en la demanda de agua por una mayor evapotranspiración estacional; los riegos entonces se restringen a 1 ó 2 aplicaciones semanales.

El volumen del agua a utilizar en una superficie determinada depende del cultivo y las condiciones climáticas, debiéndose distinguir entre los cultivos anuales y los perennes.

En los cultivos anuales como el maíz y los hortalizas (tomate, pimiento, chile, etc.), la superficie de irrigación es mayor, incrementándose el volumen de agua y el tiempo de aplicaciones (ya sean diarias o semanales). La cantidad de agua dependerá del área de descarga de los goteros (litros/hectárea). Tomando como ejemplo un cultivo de tomate con los siguientes datos:

- Separación entre líneas 1.80 m.
- Separación entre plantas 0.30 m.
- Separación entre goteros 0.50 m.
- Uso diario de agua 6 mm.

El área de riego es 0.9 M² (resultado de 1.80 x 1.50); el consumo es de 5.4 l/dfa (resultado de 0.9 m² x 6 mm/dfa).

En los cultivos perennes se debe distinguir entre las plantas jóvenes (menores de dos años) y las plantaciones establecidas. Estas últimas requieren la máxima cantidad de agua establecida para el necesario crecimiento y desarrollo; en cambio en las plantaciones jóvenes se aplica generalmente la mitad de agua que la utilizada por las plantas de más de dos años de edad.

Para el cálculo de irrigación se consideran las -- llamadas "áreas equivalentes"; éstas pueden ser:

- a).- De pequeña superficie : que puede llegar a 9 M2 por árbol y por cepa, como en el caso de los plátanos y la vid respectivamente.
- b).- De media superficie: Llegando a 25 M2, como el manzano, peral, duraznero, cítricos y -- aguacate chico.
- c).- De gran superficie : Abarcando un área de 40 a 50 M2, como el nogal, olivo, higuera, aguacate grande, mango y tamarindo. El área mayor corresponde a zonas con mayores precipitaciones anuales.

Las formas de irrigación por goteo dependen de las inversiones realizadas, evaluadas las distintas relacio--

nes entre costos y producción. Se tienen en cuenta la --
distribución de los goteros por unidad de superficie o --
por planta, colocados superficialmente ya que los siste--
mas en que se entierran las tuberías no son tan eficien--
tes.

El modo de riego varía según sea un cultivo anual,
plantas perennes jóvenes o ya establecidas (figura 2.3).

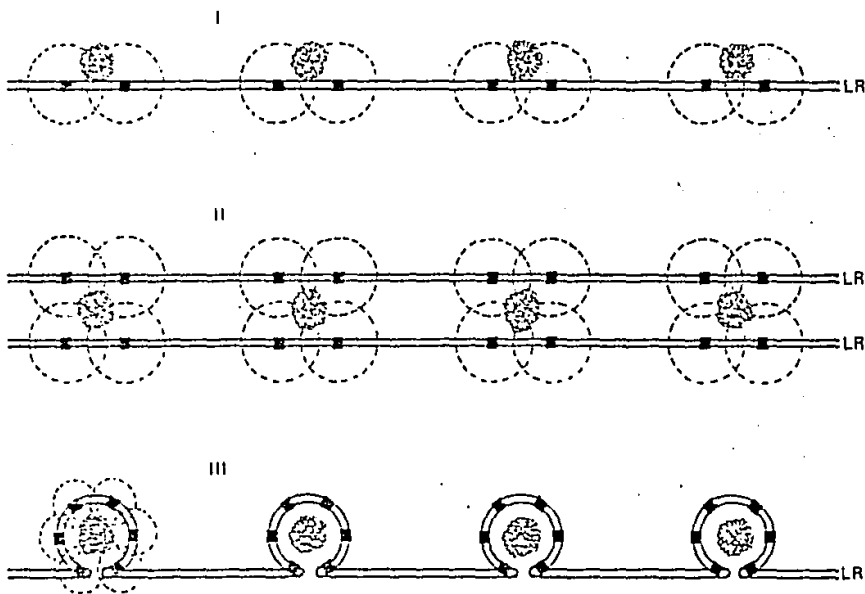
Cultivos anuales (maíz, hortalizas y flores). Con
servando la densidad del cultivo, plantas/Ha, la distribu
ción de los goteros puede hacerse de la siguiente manera:

- 1 línea de goteros por cada 2 líneas de planta
- 1 gotero cada 50 cm. como máximo (figura 2.4)
- La descarga del mismo no debe ser mayor de 2 -
1/h.
- La separación entre hileras de plantas es de -
60 a 70 cm.

Plantas perennes jóvenes. También, conservando la
cantidad de árboles por hectárea la distribución puede -
ser:

- 1 línea de goteros por cada hilera de árboles.
- La separación de goteros no mayor de 1 m.
- La descarga individual de los mismos que no -

Figura 2.3 Disposición de las líneas regantes (LR); I.- Línea con 2 goteros por árbol; II.- Dos líneas con 4 goteros por árbol; III.- Línea rodeando el árbol con 6 goteros (B).



sea menor de 4 l/hora.

- Los goteros deben estar colocados cerca del árbol.
- La cantidad de goteros por planta es variable. En vid (figura 2.5) y plátano se usa 1 gotero por cada metro lineal; en árboles de "superficie chica" (referido al concepto de "área equivalente") se emplean 3 goteros/árbol; en "áreas medianas" de 4 a 5 goteros/árbol, y en "áreas grandes" de 6 a 7 goteros/árbol, generalmente colocándose 4 ó 5 en línea y 2 en forma cruzada.

Plantas establecidas. Las plantas jóvenes no tienen problemas de adaptación al sistema de riego por goteo. Las plantas mayores de 2 años tienen un tiempo transitorio de adaptación a la irrigación, debiéndose tener en cuenta que cuando se les cambia la forma de riego, éste no coincida con la floración, fructificación y maduración.

Se recomienda que en las épocas de brotes vegetativos se haga una buena fertilización. El riego se realiza con una distribución circular, de menor tamaño que el área radicular pero similar a la del sistema de absorción a que estuvo habituada la planta (Figura 2.6 y 2.7).

Figura 2.4 Riego en hortícolas a + b; entre líneas 60 cm; c: entre plantas 25 cm; d: entre goteros 50 cm; G: (2-2.5 l/h)

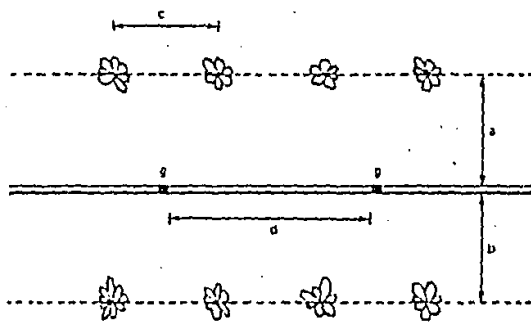


Figura 2.5 Goteros en vid y en bananos; g: - goteros; c: separación entre goteros de 75 a 100 cm; goteros con - 2-2.5 l/h.

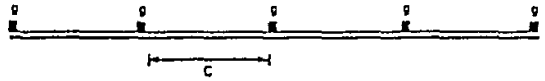


Figura 2.6 Vista de arriba de la distribución de los goteros en árboles ya establecidos. La tubería de llegada es de 16 mm de diámetro, la regante en la periferia del árbol es de 12 mm. La distancia entre un gotero y otro es de 1 m; el diámetro de la zona regada puede variar de 1.80 a 2 m. en estos árboles considerados de área mediana.

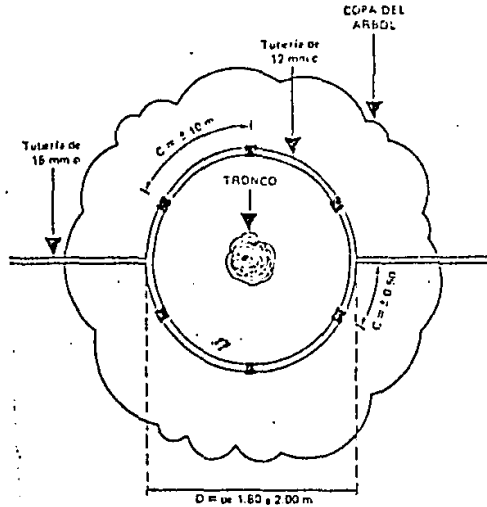
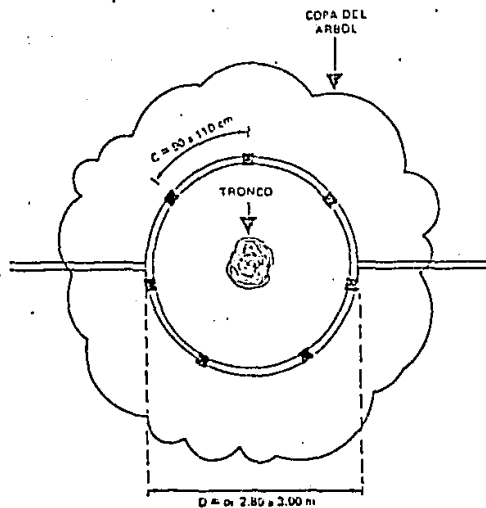


Figura 2.7 Vista de arriba de la distribución de los goteros en árboles considerados de área grande, con un diámetro de hasta 3 m; la distancia entre goteros alrededor del "círculo de mojado" es de 90 a 110 cm.



En los árboles de tamaño mediano (Figura 2.8) se usan de 5 a 6 goteros/planta, con una descarga de 4 a 5 l/hora, en un círculo de un diámetro de 1.80 a 2 metros y un área equivalente a 25 M² por árbol.

En árboles de gran tamaño (figura 2.9) se usan generalmente 6 a 7 goteros/planta, con una descarga de 4 a 5 l/hora, en un círculo de hasta 3 metros de diámetro con un área equivalente de 50 M²/árbol.

Figura 2.8 Árboles de área mediana con goteros de 4-6 l/h; C: separación entre goteros 100 cm.

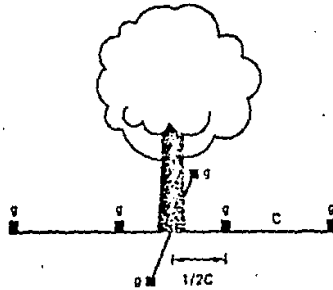
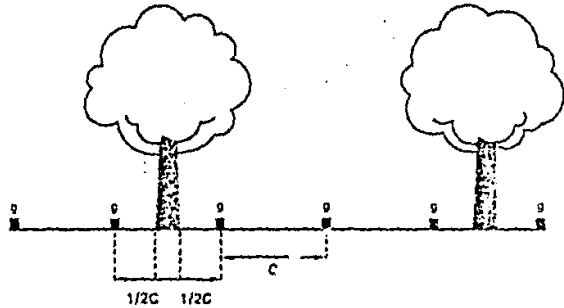


Figura 2.9 Arbol - con 6 goteros, dos de ellos en cruz; C: 100 cm.



CAPITULO 3

PRODUCCION Y COSTOS

I.- PROTECCION DEL CULTIVO :

La protección del cultivo está conformada por las distintas prácticas culturales aplicadas para prevenir o combatir los problemas de distinta índole: climáticos, insectos, enfermedades, hierbas (malezas) y otras plagas.

En la lucha contra el frío el riego por goteo se presta a ser utilizado con protecciones de polietileno, como se hace en los cultivos que se siembran en estas condiciones climáticas.

Algunas veces los conductos de agua del sistema de riego están diseñados también para transportar combustible a los calentadores en el invierno. Este método fue usado en parcelas de citrus donde los conductos de agua cumplen un doble trabajo, como transportadores de combustible (cuando existía peligro de heladas) y luego, en las épocas de riego, se limpiaban perfectamente (es necesario tener cuidado con los derivados del petróleo que resultan tóxicos a las plantas) y se utilizaban normalmente en el sistema de riego por goteo.

Respecto a las enfermedades y pestes, ya se dijo - lo referente a las posibilidades de desarrollo, en las zonas constantemente humedecidas, de ciertos problemas fúngicos; pero por otra parte se evita la difusión de algunas enfermedades al no mojarse la parte aérea de las plantas.

Es importante que el riego por goteo, al no lavar las hojas y los tallos (como sucede con el sistema de aspersión), hace que las aplicaciones de fungicidas, acaricidas e insecticidas sean más eficientes en su acción, -- pues tienen un grado mayor de permanencia en el follaje.

En climas áridos y semiáridos con períodos de sequías relativamente largos, las prácticas comunes de irrigación son las principales responsables de la propagación estacional de las hierbas que compiten con el cultivo, -- las llamadas malezas.

Los sistemas de aspersión, de riego por inundación total o por lomos, al humedecer la totalidad del suelo hacen que las malezas encuentren potencialmente las condiciones de crecimiento y desarrollo adecuadas, además de contribuir a la diseminación, por todo el predio, de las mismas.

Las malezas compiten con el cultivo por agua, luz

nutrientes, produciendo en algunos momentos lo que se llama una crisis biótica, donde el cultivo original es "ganado" por aquéllas, pues poseen un mayor grado de adaptación al sistema ecológico.

El control de las malezas es principalmente químico, a través de los herbicidas convencionales. En el riego por goteo es importante la reducción de los costos en herbicidas, pues las hierbas sólo se desarrollan en la línea de mayor humedad entre los espacios del cultivo. La forma de aplicación también se ve favorecida al igual que las demás prácticas culturales, al mismo tiempo que se continúa con el riego.

II.- PRODUCCIONES Y RESPUESTAS DE LOS CULTIVOS :

Como se ha dicho en páginas anteriores, el riego por goteo ha tenido una gran expansión; también se ha hablado de las causas que produjeron esta gran aceptación del sistema: ahorro de agua y mejor aprovechamiento de las aguas salinas en forma inmediata; sin embargo es importante notar el incremento de las producciones que conlleva esta aplicación racional del agua.

Si bien en un primer momento las evidencias y observaciones no se habían verificado totalmente, el siste-

ma de riego por goteo se extendió en gran medida. En la actualidad existen muchos estudios al respecto comparándolo con otros tipos de riego. Las producciones alcanzadas nunca resultaron menores y, en la mayoría de los casos en que se ajustaron todos los condicionantes necesarios, las mismas aumentaron, llegando a elevaciones del 25 al 50% de la producción respecto a otros métodos, cuyos riegos eran ineficientes o en los que se derrochaba gran cantidad de agua.

Se realizaron mediciones en la mayoría de los cultivos, observándose por separado los cultivos hortícolas y los montes frutales, siempre en condiciones comerciales de explotación. Se observaron los comportamientos del crecimiento radicular y el crecimiento general, el rendimiento, la eficiencia en el consumo de agua por parte de las plantas, la graduación de los frutos y los tiempos de maduración. Además, los comportamientos de la salinidad y las respuestas a las condiciones del suelo.

Los estudios y mediciones fueron divididos según se tratara de:

- Vegetales hortícolas
- Montes frutales.

VEGETALES HORTICOLAS :

Los estudios se llevaron a cabo en campos comerciales, midiéndose la respuesta en varios cultivos, entre ellos: Tomate, pimiento, chiles verdes y melones, además de otras cucurbitáceas y solanáceas.

A continuación se describen algunos de estos cultivos y sus condiciones de producción comparativamente con los sistemas de riego.

TOMATES :

En un clima desértico con plantaciones de tomate, de una densidad de siembra con las distancias de 0.30 m entre plantas y 1.50 entre hileras, y utilizando un agua cuya calidad expresada en mmhos/cm (conductibilidad era de 0.5, se comparó un riego de aspersión (con intervalos de 5 a 14 días) con uno por goteo (con intervalos de 1 a 3 días).

Se observó que el crecimiento vegetativo en el riego por goteo era mayor, así como los rendimientos por hectárea: en este sistema fueron de 60 a 78 ton/Ha, en cambio en el de aspersión de 50 ton/Ha.

En el tratamiento por goteo las raíces se desarro-

llaron concentradas alrededor de la línea, con un diámetro de 30 cm.

En el método de aspersión se notó una clorosis en las hojas (pérdida de clorofila).

CUCURBITACEAS :

En el clima desértico y suelo arenoso, con agua -- cuya calidad era de 3 mmhos/cm, y con una densidad normal para este cultivo, la comparación se hizo entre un riego por goteo y dos tipos de alternativos, uno por aspersión y otro por surco.

Los rendimientos resultaron más altos en el riego por goteo superando ampliamente al sistema del surco. En el primero se obtuvieron 20 ton/Ha de rendimiento y en el segundo sólo 5 ton/Ha.

CHILE VERDE :

En un clima árido y semiárido, en suelo arenoso, -- siendo la calidad del agua normal se compararon el sistema por goteo y el de aspersión. El primero con goteros de -- un flujo normal y con intervalos de 1 a 3 días, y el segundo con intervalos de 7 a 14.

El crecimiento y el rendimiento por hectárea fueron mayores en el primero, alcanzando de 25 a 29 ton/Ha , siendo en el sistema de aspersión de 25 ton/Ha. En el riego por goteo se incrementó el ataque de Sclerotinia, pero hubo una maduración más temprana.

ALCACHOFA :

En clima árido y con suelo de loess, se aplicaron las mismas cantidades de agua en aspersión, con intervalos de 10 a 14 días, y en riego por goteo con goteros de 21/hora de producción.

El rendimiento en el segundo caso fue mucho más alto, un 12.5%, resultando el número de cabezas superior.

CEBOLLAS :

En clima desértico, comparando un sistema de aspersión con el de goteo las respuestas en rendimiento por hectárea fueron mayores.

Los resultados a menudo muestran una sorprendente respuesta de los cultivos al sistema de riego por goteo comparativamente al riego por aspersión por surco. Estos resultados más altos se muestran en :

- Mayor crecimiento general de la planta
- Rendimiento por hectárea
- Eficiencia del uso del agua
- Tamaño y calidad de los frutos
- Menor tiempo para la maduración

Estos resultados se lograron usando una cantidad menor de agua respecto a otros sistemas.

En la respuesta del cultivo se observó una reducción del volumen radicular; hubo signos de inhibición en el crecimiento del mismo, pero el desarrollo de dichos signos es, en todo caso, aparente pues la planta funciona con el sistema radicular necesario. Es sabido que las plantas desarrollan un sistema radicular mayor que el necesario como defensa a los posibles períodos de sequía y para cubrir el mayor volumen de suelo para la extracción del agua en condiciones naturales.

Se cree que las periódicas fluctuaciones de humedad del suelo no son ventajosas para el desarrollo fisiológico de la planta; ésta se puede adaptar a estas fluctuaciones con una pérdida de rendimiento general. El sistema por goteo posibilita una continuidad en la disponibilidad de agua mediante los cortos intervalos de irrigación; de allí los beneficios directos que han obtenido -

los vegetales estudiados.

Se notó que el riego por goteo no produce tan altos trastornos de aireación del suelo como, por ejemplo, las aspersiones de agua donde se inundan todos los poros del mismo. La falta de aireación produce un estado de asfixia radicular provocando en la superficie síntomas de clorosis (pérdida de clorofila y amarillamiento general de la planta). Tampoco la aireación en el riego por goteo es del todo satisfactoria, pero es aconsejable aunque los intervalos de irrigación sean cortos.

La efectividad de este método no es paralela únicamente a los climas y suelos marginales, especialmente en aquellas regiones con pobres cualidades de agua. Si tuviera mejores condiciones aumentaría su eficacia. Este sistema de riego se hace razonable generalmente cuando no queda otra alternativa para desarrollar una agricultura "normal" y en condiciones adversas. Las fertilizaciones a través de este sistema también resultaron en una respuesta más óptima. El fertilizante total utilizado, así como el número de aplicaciones es variable, debiéndose ajustar el óptimo productivo y el óptimo económico.

La prevención del contacto agua-hoja con la irrigación por goteo ayuda a prevenir los daños de salinidad -

causados en la epidermis de las hojas. Correlativamente se minimiza la propagación de las enfermedades foliares - por vectores reconocidos, ya sean bacterias, esporas, etc. Estos tipos de propagación resultan casi imposibles de -- controlar con los métodos de aspersión.

También se debe notar que en algunos cultivos el - mojado de la hoja es beneficioso, como en el caso del to- mate, en el cual la no limpieza foliar alienta el desarro- llo de algunos ataques de Accarinae. Así, la continua hu- medad del suelo también puede condicionar los ataques de hongos que se desarrollan con la mayor humedad, como la - Sclerotinia, que a veces es más severa en sus ataques en los sistemas por goteo. Fundamentalmente estas enfermeda- des criptogámicas se evitan con el cultivo de variedades - resistentes que ya están ampliamente difundidas.

MONTES FRUTALES :

Se citarán en principio algunos datos referidos a - las respuestas de ciertos cultivos frutales. A partir de sucesivos estudios prácticos y en extensiones comerciales - (como en el caso de las hortalizas) se llegó a distintas - conclusiones al respecto.

MANZANO :

Siguiendo con las comparaciones de riego entre los sistemas de goteo y el de aspersión en iguales condiciones, los manzanos, en el primer caso, lograron:

- Mayor circunferencia del tronco
- Frutos más grandes y de color más intenso
- Aumento en la producción por hectárea y por año

PERALES :

Con la misma comparación se aumentaron las producciones y las calidades, llegándose a economizar en el riego por goteo más del 50% de agua.

OLIVOS :

Los rendimientos por árbol resultaron mayores con el riego por goteo, en un orden del 30% superior al sistema de aspersión.

Los resultados en citrus aún no han sido totalmente concluyentes aunque sí se sabe que con el riego por goteo se mantienen promedialmente las producciones por hectárea. Si son afirmativos y determinantes los obtenidos_

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

en los demás frutales y viñedos, reaccionando de una forma aceptable en lo económico y en los aspectos biológicos generales del cultivo, especialmente en donde son practicadas las irrigaciones con cortos intervalos, efectivizando el sistema y variando las aplicaciones entre 1 y 7 días.

El limitado volumen de la zona húmeda determina -- una correspondiente restricción de la rizófera sin traer efectos negativos. El sistema radicular se desarrolla densamente en la región humedecida compensando de alguna manera la pérdida de volumen en las otras partes y estimulándose en gran medida la absorción de agua en la zona desarrollada. Por otra parte, no existen signos de mal anclaje radicular cuando este sistema de goteo es iniciado desde el principio en el monte frutal, o sea desde que se ponen los platines menores de 2 años.

El tratamiento evita la tendencia a un crecimiento desmesurado que no es un índice positivo de productividad en las plantas; esto es notable principalmente en las plantas jóvenes y en los nuevos brotes.

Los árboles ya maduros, como los plantines de más de 2 años, en los que se han utilizado diferentes sistemas de riego de cobertura total antes del uso del riego por goteo, manifiestan una cierta resistencia al nuevo mé

todo; en primer término sufren deficiencias parciales - adaptándose paulatinamente al nuevo régimen; el tiempo de adaptación depende de las pérdidas de volumen de las raíces en las zonas no humedecidas y del incremento de desarrollo que se va realizando en "el bulbo de riego". Es conveniente que estas plantas no sufran un "stress" demasiado violento; de allí la necesidad de aplicar al principio grandes dosis de agua disminuyéndolas paulatinamente hasta la dosis óptima calculada.

La reducción del área húmeda no causa daños severos a las raíces en el verano (época de mayor evapotranspiración) en las zonas secas, cuando las lluvias caídas - u otras aplicaciones artificiales de agua en el invierno, fueron suficientes para una buena renovación de raíces, lo que ocurre en esta etapa del cultivo.

Los resultados generales de producción, como se ha dicho, fueron mayores en el sistema por goteo; no hay signos de menores rendimientos que muestren además las posibilidades potenciales y actuales con respecto a otros sistemas convencionales.

Se da en algunos casos una mayor propensión a la producción de frutos más grandes y pesados, con una fuerte y temprana coloración, aumentando las cualidades comer

ciales; tambien un mayor contenido de azúcares y enriquecimiento del sabor. Si bien en otros casos se muestra un menor tamaño, esto produce, correlativamente, rendimientos totales más altos (a pesar de lo que se entiende comúnmente esto no significa necesariamente un grado de precocidad, pues la disminución del tamaño tambien puede ser causada por el aumento de carga del árbol en producción).

Respecto a citrus se han reportado 6 buenos mejoramientos en los casos de cultivo en condiciones marginales.

La acumulación de sales en el perfil del suelo es un problema latente en este tipo de riego. En montes frutales como en otros cultivos el buen manejo e instalación a decuada prueban un control posible resguardando a los arboles de la potencialidad de los daños.

Numerosos estudios prácticos garantizan el alto nivel del ahorro de agua. Como ejemplos se han citado cultivos como los perales, siendo tambien de amplio conocimiento en las plantaciones bananeras. La economía de agua es demaciado alta en los cultivos juvenes y en los momentos de nuevas brotaciones. Se comprobó repetidamente que las instalaciones más simples de riego por goteo manifiestan el mas barato costo de irrigación en montes frutales, pues los costos iniciales pueden ser recuperados productivamente

y en forma rápida.

En la actualidad se están desarrollando procesos - de control de microclimas para minimizar los daños ocasionales causados por altos porcentajes de humedad en los árboles frutales. El principal método para estos casos es una combinación de sistemas tal como el de aspersión y el de goteo, lo cual debe regularse perfectamente para que ninguno de ellos desplace al otro. Se usa generalmente - una aspersión en las horas pico de humedad y riegos por goteo en las demás situaciones, evitando básicamente que alguno de ellos cree una situación de excesiva humedad.

III.- C O S T O S :

COSTO DEL AGUA:

El costo del agua implica el análisis económico - del cultivo, es decir su rentabilidad media, paralelamente al costo fijo, incluyendo las instalaciones y las condiciones técnicas de ejecución del riego.

En el análisis se incluye tanto el proyecto técnico (caudal, sistema de red, potencia, etc.), como el plan financiero.

En las regiones áridas el número de horas de fun--

cionamiento es alto y el uso de aguas salinas requiere mayores dosis, aumentando el costo unitario.

Disponiendo de una determinada cantidad de agua, - lo determinante serán las cantidades de horas de riego necesarias, pues varían los caudales y las potencias del motor, así como las horas anuales en que trabaja la bomba.

En primera instancia los costos globales iniciales del sistema son considerados elevados. Estos varían según el tipo de cultivo, en montes frutales generalmente - la densidad de la red de irrigación es menos compleja que la de un cultivo hortícola; éste necesita otro grado de irrigación y tiene otra distribución en la superficie.

Los costos varían también según el sistema empleado, por ejemplo, en hortícolas el precio de los sistemas de mangueras de doble tubería perforada resulta más bajo que empleando boquillas tipo vórtice, y con tuberías de mejor calidad. Lo mismo sucede entre un sistema fijo y otro móvil que posee una menor complejidad de instalaciones. Es evidente que cuando se aumenta la sofisticación del sistema (por ejemplo, los completamente automatizados) aumentarán los gastos iniciales.

Para la evaluación de costos primero se debe tener

la certeza de un diseño óptimo de riego por goteo que incluya todas las alternativas posibles dentro del mismo y con los implementos necesarios. De esta observación técnica se obtendrán los gastos reales de agua por cultivo y su eficiencia de uso que influye en gran medida si hay limitaciones de este factor fundamental.

En los costos influyen también las instalaciones de la cabecera del equipo, las líneas principales y las laterales; generalmente las distancias entre las laterales (o líneas regantes) son las que determinan en mayor medida de los gastos, más que la cantidad de goteros por lateral. Las dimensiones de las líneas dependen principalmente de la forma y de la superficie del terreno, y no tanto de la presión y el flujo requerido.

Otro factor de importancia es la limpieza del equipo y también el filtrado, determinando los gastos fijos de los mismos y la atención de la mano de obra.

Todos los factores que intervienen en los costos deben ser llevados e interpretados en costos por hectárea (costo/Ha) para una mejor y más exacta evaluación.

En la correcta evaluación económica se tienen en cuenta las alternativas de riego reales de otros sistemas

en las mismas condiciones, en los cuales se comparan los costos de instalación por hectárea, el retorno - - potencial de esos gastos y las respectivas amortizaciones.

C A P I T U L O 4
I N V E S T I G A C I O N D E M E R C A D O

1).- Descripción del producto :

Como ya vimos en los capítulos anteriores que el ahorro de agua ha venido haciendo conciencia en los últimos años en el agricultor ya que conforme ha ido pasando el tiempo ésta se ha escaseado y a la vez ha afectado directamente en su costo, por lo consiguiente se han venido desarrollando varias técnicas para utilizar mejor este líquido de tan vital importancia; una de estas técnicas es, la de riego por goteo, llevado a cabo mediante la transportación del líquido dentro de un tubo o manguera que es la que nos hemos propuesto a fabricar en este proyecto ; esta manguera que está hecha principalmente de polietileno lo cual facilita su flexibilidad, y así también su fácil manejo. Este tipo de tubo viene flejado en rollos de aproximadamente 200 mts. que pesan alrededor de 9 kg.

Por lo general encontramos este producto en el mercado en color negro, pero como sabemos que este color - - atrae más los rayos solares y éstos, a su vez, van deteriorando este material, estamos pensando en la posibilidad de usar un tipo de pigmento con otra coloración que sea distinta al negro para tratar de aumentar el período

de vida de este producto. Los diámetros que nos interesa fabricar debido a la demanda existente, son de 13 mm. de diámetro interior por 16 mm. de diámetro exterior.

II).- Estudio de la demanda:

Como se ha mencionado anteriormente en el capítulo I acerca de la necesidad que existe hoy en día, del cuidado que debemos de tener en cuanto se refiere a la economía del agua, se ha considerado al estado de Sonora como un factor de demanda sumamente importante, ya que éste sufre sequías la mayor parte del año.

Tenemos 3 regiones de suma importancia con respecto a la agricultura en este estado. Estas están situadas junto a las costas del Mar de Cortés, empezando de sur a norte. Tenemos primeramente en el Valle del Yaqui, que es uno de los valles más productivos del país. En este valle por lo general se siembra el trigo, algodón, garbanzo, que son plantaciones que requieren de bastantes cantidades de agua.

En esta región la escasez de agua no es de mayor importancia, porque todo este valle es regado por medio de canales, que provienen de la presa Alvaro Obregón y el costo por litro es relativamente bajo, es decir, está den

tro del precio para poder competir en el mercado.

Por todo lo mencionado anteriormente, creo que es una región a la cual este proyecto no es, todavía, muy aplicable. Es por eso que haré una explicación de las otras dos regiones potenciales en cuanto a la demanda del tubo de polietileno para aplicarlo a los sistemas de riego.

Tenemos la zona de la costa de Hermosillo, que son tierras altamente productivas, pero con la gran diferencia del Valle del Yaqui, que aquí el precio del agua es muy alto y aparte que está controlada la cantidad que puede uno disponer diariamente para el riego.

La fuente principal de abastecimiento de agua en esta zona es el subsuelo. Con el paso del tiempo estos mantos de agua subterránea se han ido agotando y es por esto que las cantidades de agua las han estado restringiendo cada día más y más. Se calcula que para 1992, en esta región ya no va a existir agua en el subsuelo y ésta es una de las principales razones por las que el agricultor se ha puesto a reflexionar y a cambiar su manera de pensar en cuanto al tipo de riego que está aplicando.

Conforme ha ido pasando el tiempo se ha estado reduciendo la cantidad de agua, y esto tiene una causa di-

recta en cuanto a qué tipo de plantaciones se va a dedicar ese terreno, es decir, que un agricultor en 1982, sembraba 50 hectáreas de trigo, hoy en día no pueden sembrarlas, ya que la cantidad de agua disponible no es la misma, por lo consiguiente tiene que recurrir a lo que se llama rotación de cultivos y dedicarse a sembrar otro tipo de cultivo que no consuma tanta agua.

Hace dos años la mayor parte de los cítricos y frutales se encontraban en Montemorelos, en el estado de Coahuila, pero a causa de unas heladas muy fuertes sufrieron grandes daños y la mayor parte de estos cultivos, ya no existen. A raíz de esto, y de la escasez del agua a través de los años han pasado de ser tierras cultivadas con granos, a ser tierras con árboles frutales, cítricos, vid, etc., y aquí es donde nosotros aplicamos el riego por goteo.

En la región semi-desértica de Caborca, continuamos con problemas muy similares a los de la costa de Hermosillo, excepto que esta es una región de una producción de vid sumamente alta.

Por estudios que ya se han realizado, se ha llegado a la conclusión de que el agricultor de esta región está totalmente decidido a cambiar sus sistemas de riego -

que ha estado utilizando, como es el de gravedad, zurco , etc., por uno más sofisticado en cuanto a inversión original, pero actualmente rentable con el paso del tiempo, ya que sus costos disminuyen considerablemente en el punto - que corresponde la capacidad de mercado y consumo.

Hablaré más detalladamente acerca de cantidades -- disponibles en cuanto a hectáreas y capacidad de instalación de este tipo de riego.

III).- Materias Primas :

Para la fabricación de este producto utilizamos básicamente un polímero llamado polietileno que es fácil de encontrarlo en el mercado nacional, ya que es producido y distribuido por Pemex. Para tener acceso a este tipo de material, es necesario hacer un contrato con dicho distribuidor el cual nos compromete a comprar una cantidad no menor de 2000 kg. de materia prima mensualmente.

El tipo de polietileno que ocupamos es el de baja densidad y dentro de éste existen varios con diferentes características cada uno. El que se escogió para este tipo de producto, es decir, el más apropiado es el polietileno PX-22004, que es apropiado para la fabricación de sacos de uso industrial y de película para aplicaciones - -

agrícolas. Es excelente para la fabricación de sacos que requieren alta resistencia al impacto, al rasgado y a la acción de objetos punzantes; además, presenta buena rigidez para su llenado y son fácilmente sellables.

En moldeado por soplado, este polímero es el más - - apropiado en la fabricación de botellas para detergente - por su excelente resistencia ambiental. También es el -- adecuado para la fabricación de recipientes de gran tamaño para el transporte de líquidos industriales de uso diverso.

El polímero PX-22004 se recomienda para la manufactura de perfiles, tuberías y filamentos, por sus excelentes propiedades de acargamiento y resistencia mecánica.

Cualidades:

Excelente combinación de resistencia al impacto y al rasgado. Máxima resistencia ambiental.

Aplicaciones Principales :

Fabricación de sacos para uso industrial, moldeado -- por soplado, extrusión, perfiles, "tuberías" y filamentos.

Este material se vende en sacos de 25 kg. con un -

precio de \$ 420.00/Kg. al día 15 de Mayo de 1986.

IV).- Capacidad de mercado y consumo :

La actividad frutícola en el estado de Sonora, ha adquirido un papel muy importante en el contexto de la economía regional. Esto se debe a que los productos han venido cambiando de cultivos tradicionales por otros más rentables y adecuados a la problemática que representan los distritos de riego por bombeo.

El caso más importante lo constituye la sobreexplotación de los mantos acuíferos de estos distritos que han traído como consecuencia una acelerada intrusión salina, deterioro creciente de los suelos y una reducción gradual en las extracciones.

Las limitaciones o factores observados han venido definiendo cómo hacer uso eficiente de un recurso escaso, como es el agua. Esto refleja los cambios que están haciendo los cultivos tradicionales, como son : Trigo-Algodón a Frutales como vid, durazno, manzano, etc., permitiendo mayor rentabilidad por volumen de agua extraído, por lo que permite que la actividad de los distritos, no se descapitalice.

El establecimiento de frutales en las zonas costeras del estado, tuvo origen a partir de 1950 en las regiones de Caborca y Hermosillo, con plantaciones de olivo y naranja principalmente. En los últimos 12 años se han venido incrementando, en forma continua, especies como Vid, que en poco tiempo ha ocupado la mayor superficie plantada a nivel estado, Nogal, Olivo, Durazno, Manzana y otros como se demuestran en los cuadros que se anexan.

El auge de las plantaciones ha sido resultado de un plan de reducción de extracciones de agua por bombeo.

Este factor ha traído como consecuencia la reducción de áreas de cultivo anuales, por lo que se refleja un incremento en los costos de operación y una baja rentabilidad. La actividad frutícola es y ha sido una alternativa que ofrece mayor rentabilidad por unidad de producto.

En este Sector se encuentran actualmente establecidas 45,200 hectáreas de diferentes especies frutales, de las cuales 40,242 hectáreas están en producción con un volumen aproximado de 530,000 toneladas en el año.

Comparación de la superficie plantada de frutales con la abierta al cultivo y la neta regable en el estado de Sonora :

Superficie total abierta al cultivo:	793,170 Has.
Superficie neta regable :	680,010 Has.
Superficie plantada de frutales :	46,225 Has.

A continuación mostraré una tabla de las áreas - plantadas con frutales en el estado de Sonora y que están en producción.

De la tabla mostrada voy a utilizar las cantidades de hectáreas cultivadas con cada fruta diferente para poder sacar un estimado de consumo en metros lineales por - hectáreas de cada una de estas plantaciones.

V).- Canales de Distribución :

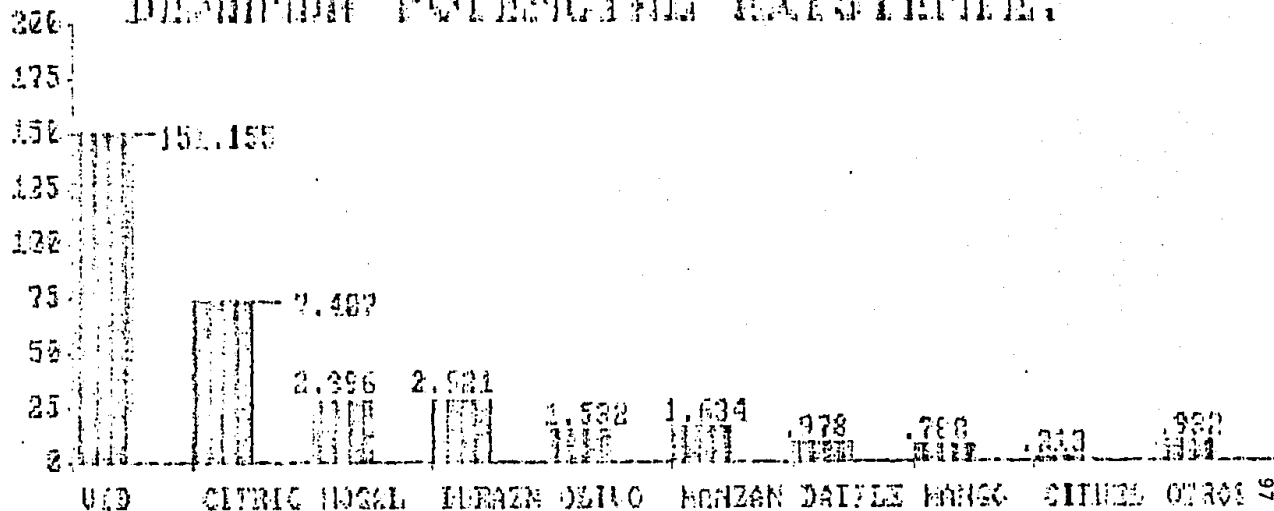
Los principales canales con que contamos en el estado de Sonora, están localizados en su mayoría en la capital de éste mismo, así como también contamos con casas_ que manejan el material que nos proponemos fabricar en la H. ciudad de Caborca, pero los que nos han recomendado - por ser más competentes en el ramo se encuentran, como antes lo mencioné, en esta capital.

¿ Cómo operan estos señores ? La manera de operación de estas casas o empresas prestadoras de servicios - para la aplicación de diferentes tipos de riego, es la si guiente:

Primeramente el cliente (en este caso el agricultor), pida a éstas que se le haga un presupuesto y se le aconseja qué tipo de riego le es conveniente aplicar en su terreno o parcela. Como estas casas llevan años de experiencia se ponen a trabajar con todo el equipo de especialistas con que cuentan y llegan a un acuerdo entre la casa y el cliente. Estas casas entre los muchos consejos que dan es de proporcionar al cliente el tipo de manguera o tubería que deberá de utilizar para el tipo de aplicación que el cliente haya escogido. Es por eso que creemos que el mejor canal de distribución son estas casas.

Ya que lo que nos proponemos a fabricar tiene una alta demanda en el sector agrícola, más que en cualquier otro, es factible acudir a estas empresas.

DEMANDA POTENCIAL INVESTIBLE.

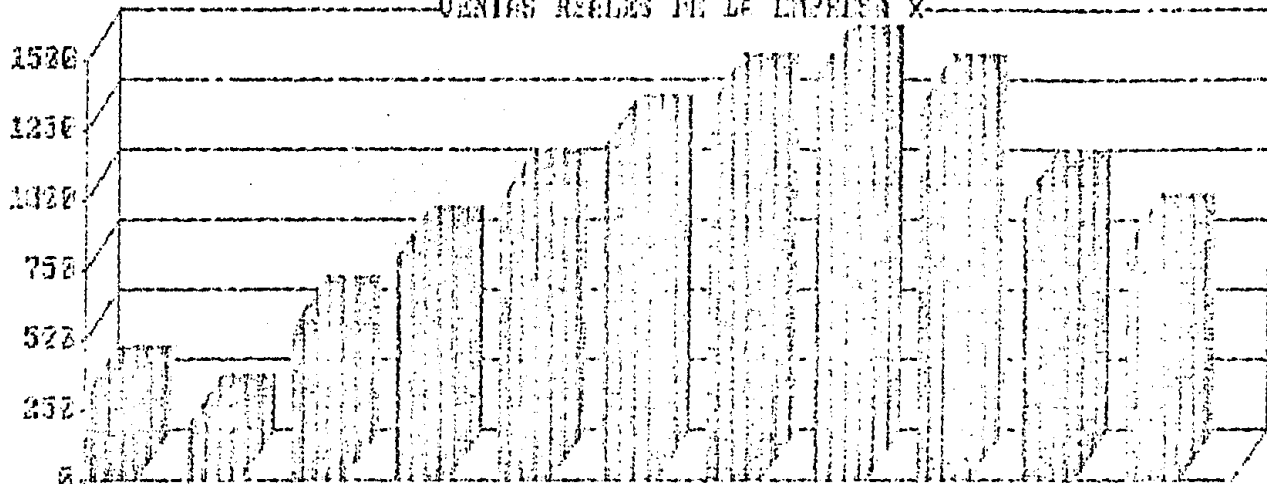


VARIEDAD DE FRUTALES PLANTADOS

Como podemos observar en las tablas anteriores, la demanda potencial es verdaderamente atractiva, ya que tenemos un total de 202 millones de metros que pueden ser vendidos. Con esto, no quiero decir que mi estudio de pre-inversión sea factible, ya que hice un estudio de mercado más minucioso que consistió en hacer unas entrevistas con diferentes agricultores y obtuve tres empresas o casas dedicadas a la comercialización de riego por goteo o aspersión. Posteriormente obtuve de estas tres empresas, las ventas que venían efectuando desde su apertura al mercado. Los datos que me proporcionaron son los siguientes:

Primeramente mostraré las ventas reales de las 3 empresas en los últimos 3 años, y posteriormente, las gráficas de las ventas reales efectuadas en toda su historia.

VENTAS REALES DE LA EMPRESA X.

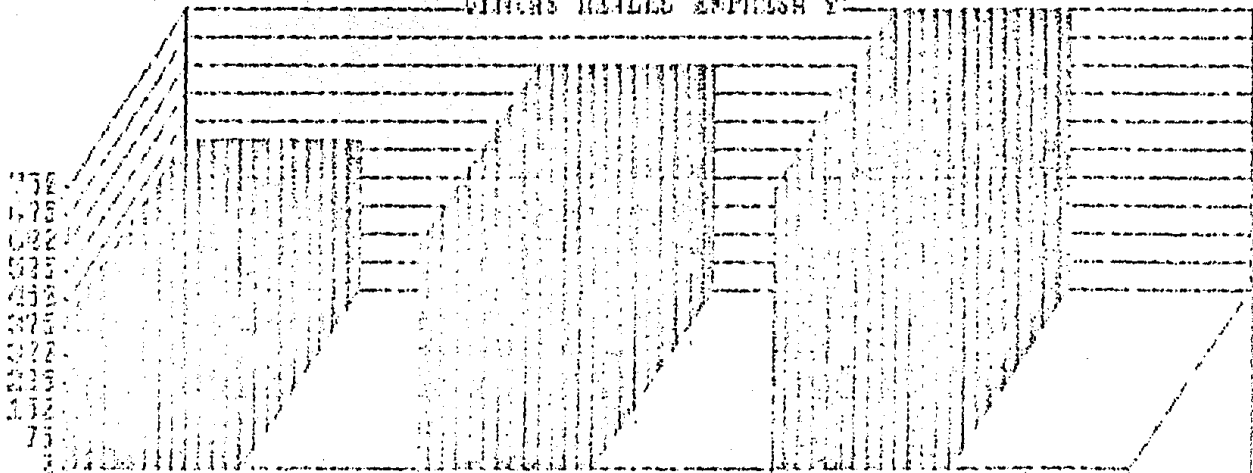


1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 69

AÑOS DE VENTAS

MILLONES DE REALES

VINTAS REALES EMPRESA Y



1950
1954
1955

1950

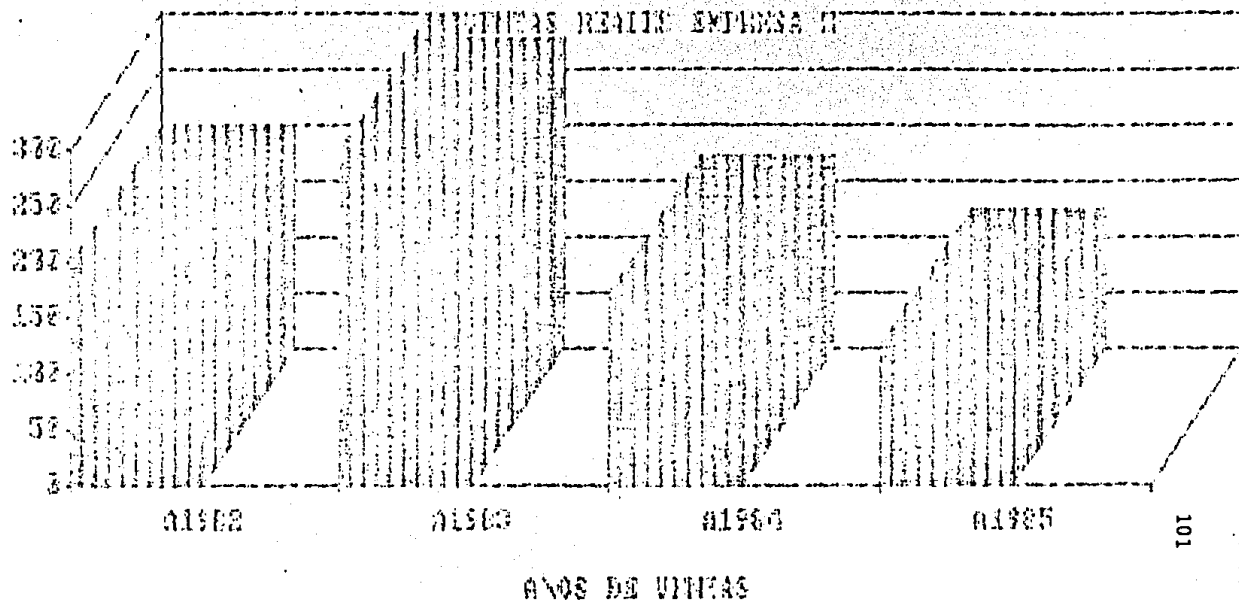
1954

1955

100

ANOS DE VENTAS

RENTES DE EMPRESAS



VENTAS REALES EN MILES DE METROS

EMPRESA	1983	1984	1985
X	1350	1000	850
Y	400	600	750
Z	300	175	125
TOTALES:	2050	1775	1725

PROMEDIO DE VENTAS EN LOS ULTIMOS 3 AÑOS:

1,850

NOTA: Datos tomados de tres diferentes casas de venta de sistemas de riego localizadas en Hermosillo, Sonora.

De las tablas anteriormente mostradas, podemos sacar conclusiones de cómo se encuentra la demanda real en comparación a la demanda potencial existente, que es de aproximadamente el 0,01 por ciento anual, o sea que necesitaríamos cerca de 100 años para poder comercializar este producto. Una de mis dudas, que surgió al observar este bajo porcentaje de consumo fue de que posiblemente no se le haya dado el suficiente empuje con respecto de la comercialización de este producto. Otra fue que posiblemente el agricultor sonorense no estaba totalmente convencido de este sistema de riego, pero platicando con diferentes agricultores del estado de Sonora y con las gentes que están encargadas del departamento de ventas de las diferentes empresas, me dieron las siguientes conclusiones:

- 1).- El agricultor sonorense está 100% convencido del funcionamiento y la eficacia y todos los beneficios que trae consigo este sistema de riego.
- 2).- La comercialización de este sistema es el -- adecuado en el estado de Sonora.
- 3).- Está totalmente dispuesto a efectuar el cambio en su sistema de riego, siempre y cuando reciba apoyo financiero de una institución bancaria, ya que la mayoría de los agricultor

res que han hecho el cambio en su sistema de riego, lo han realizado con capital propio, y no están dispuestos en estos momentos a -- arriesgar una suma alta de dinero en un sistema de riego, ya que no hay seguridad en la tenencia de la tierra.

Con los datos obtenidos por las diferentes empresas, pudimos pronosticar ventas futuras para los años de 1986, 1987, 1988, 1989; desde luego que estos pronósticos se efectuaron en condiciones económicas actuales.

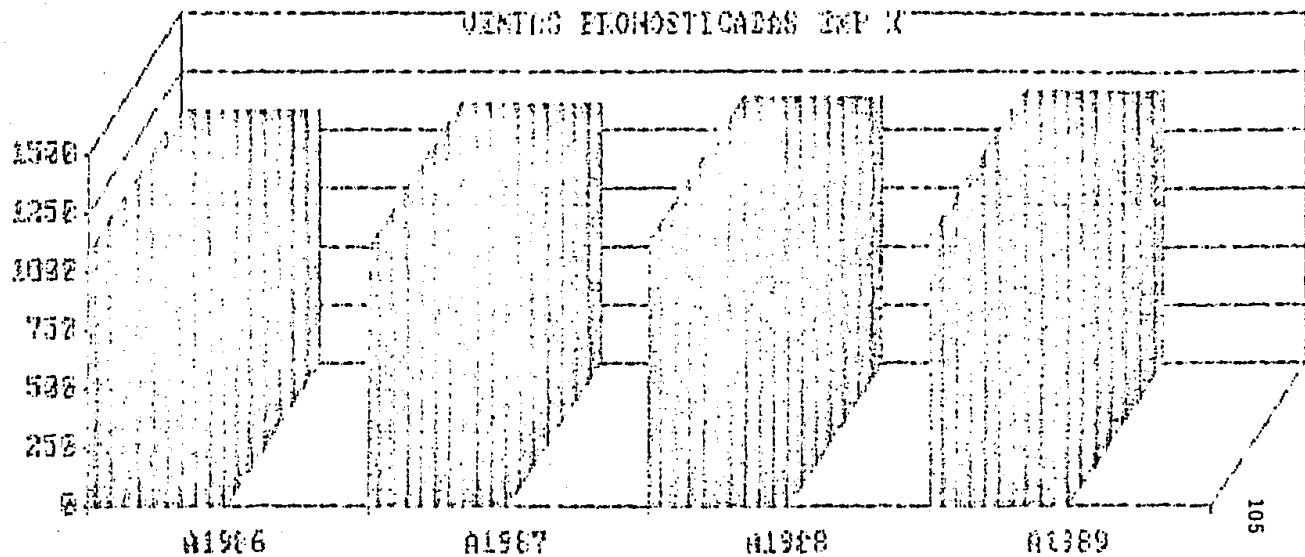
A continuación mostraré datos extraídos de estos pronósticos y también mostraré gráficas correspondientes para cada una de las empresas:

VENTAS PRONOSTICADAS (MILES DE METROS)

EMPRESA :	1986	1987	1988	1989
X	1084	1115	1146	1178
Y	504	509	514	519
Z	195	194	194	193

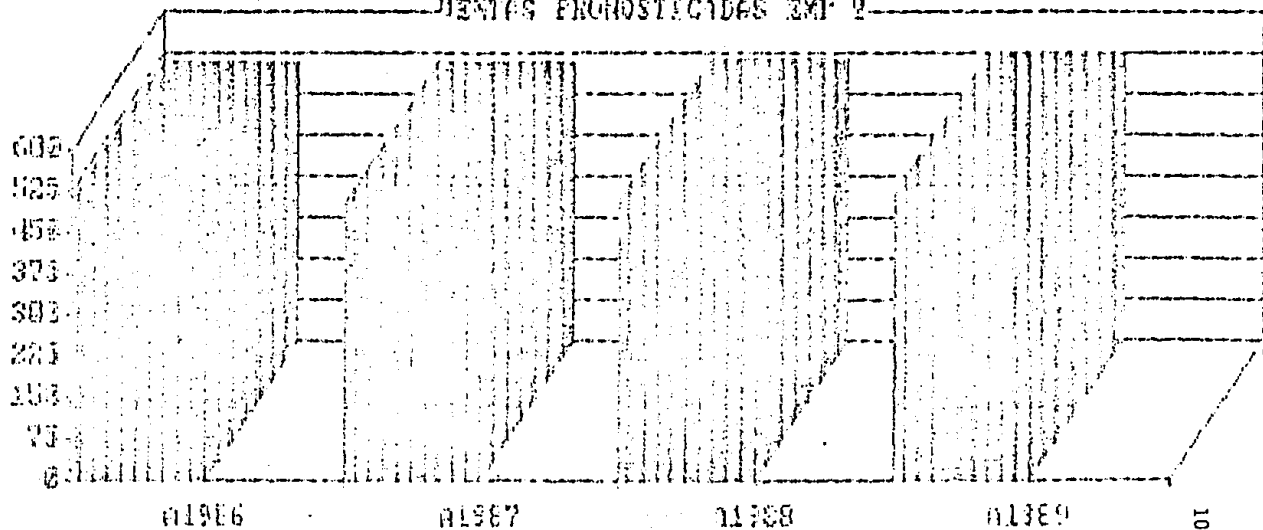
=====
 NOTA: Para pronosticar se utilizó el método de medias móviles.

VENTAS ELASTICAS EMP X



AÑOS ELASTICADOS DE VENTAS

UNIDAS PROYECTADAS EMP 2



MILLER DE METROS

1986

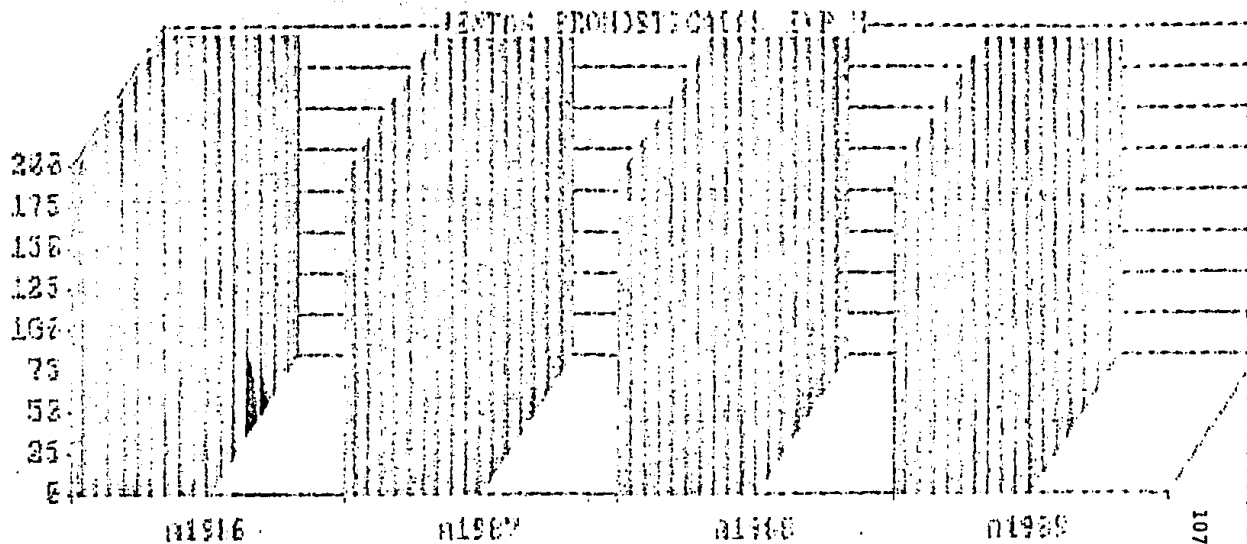
1987

1988

1989

AÑOS PROYECTADOS DE UNIDAS

MILES DE METROS



ANOS INDUSTRIALES DE ACERO

VENTAS TOTALES FIBROSTICIDAS

1985=1784000

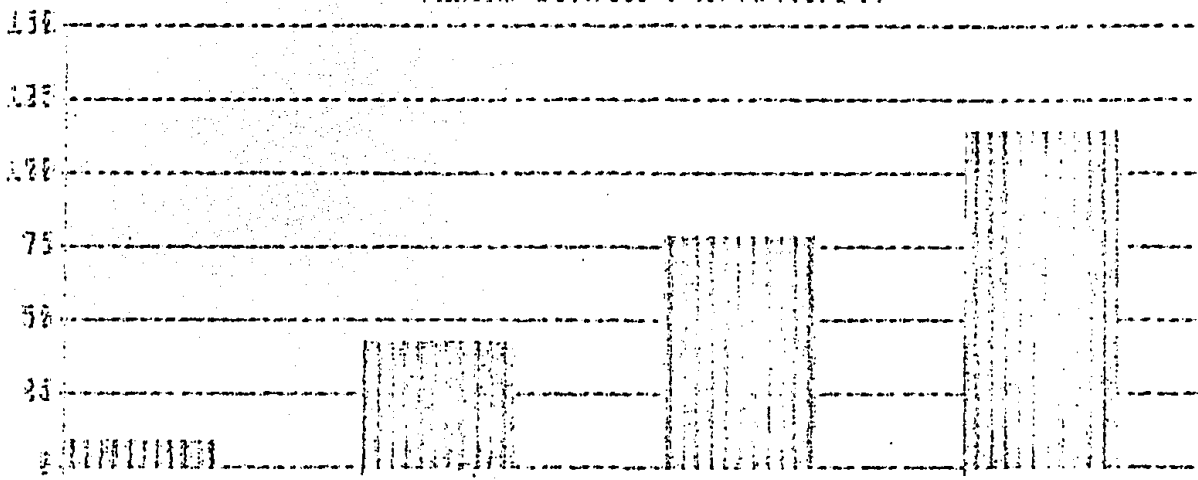
1987=1819000

1988=1854000

1989=1890000

VENTAS TOTALES PROMOTIVAS

M
Y
A
G
O
D
E
M
A
R
C
O



OCTUBRE:
1945

NOV 1945

DIC 1945

ENE 1946

FEB 1946

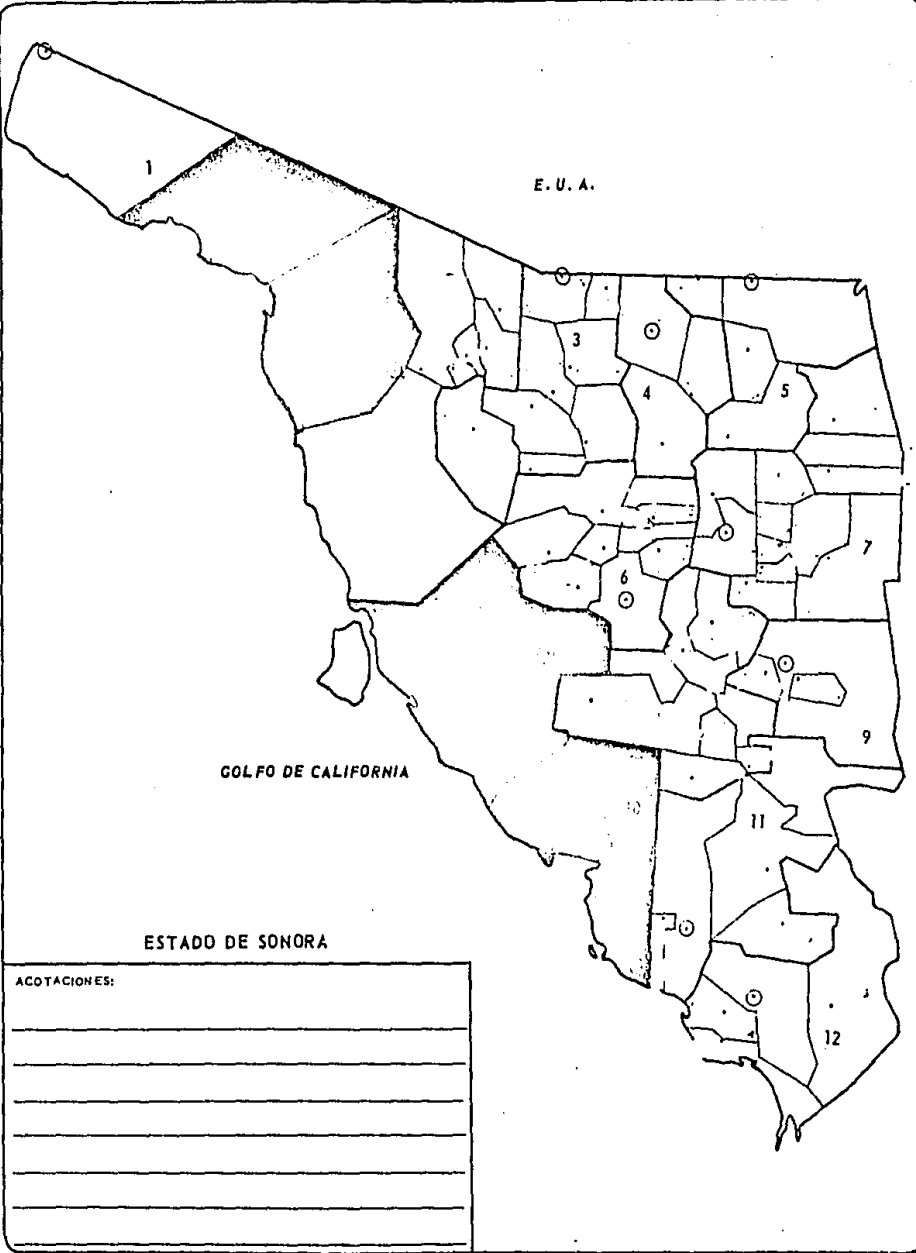
VENTAS PROMOTIVAS

M

REGIONES DEL ESTADO DE SONORA

CON MAYOR

PLANTACION DE FRUTALES



ESTADO DE SONORA

ACOTACIONES:

REGIONALIZACION EN EL ESTADO DE SONORA :

DISTRITO DE:

CABORCA	#	139
MAGDALENA	#	140
AGUA PRIETA	#	141
URES	#	142
MOCTEZUMA	#	143
HERMOSILLO	#	144
MAZATAN	#	145
SAHUARIPA	#	146
GUAYMAS	#	147
CAJEME	#	148
NAVOJOA	#	149

C A P I T U L O 5

INGENIERIA DEL PROYECTO

1.- INGENIERIA DEL PRODUCTO.

El procesamiento de plásticos tiene algunas características comunes al procesamiento de los metales de los materiales cerámicos.

Una de las ventajas claves de la industria de los plásticos es la facultad de producir componentes exactos con una superficie excelente a bajo costo y con gran rapidez.

Parte de este buen éxito se debe a las bajas temperaturas en las cuales los plásticos se licúan comparados con los metales y los materiales cerámicos.

El procedimiento a emplearse depende en gran parte de si tenemos un material termoplástico o termoestable.

Nos preguntaremos qué es un material termoestable y qué es un termoplástico, pues bien:

TERMOESTABLE: Es un alto polímero que se estabiliza en una red rígida. Este polímero no se funde cuando se calienta, sino que se carboniza y descompone, en un proceso denominado "degradación". Estos polímeros no son reutilizables.

TERMOPLASTICO : Es un alto polímero que fluye y se funde cuando se calienta. El residuo se puede reconvertir fundiéndolo y reutilizándolo, adquiriendo la forma que se de seé.

También nos preguntaremos ¿qué es un polímero? --
Pues bien, a continuación daré su significado de la manera más sencilla posible, ya que este campo es sumamente - amplio.

POLIMERO es : Una molécula formada por grupos estructurales repetidos o meros. Por ejemplo, como a nosotros nos interesa el polietileno, daré su estructura, que es: - -
-CH₂ - CH₂-

En la definición de polímero surgió otra incógnita, que es " MERO " que significa : Unidad de pocos átomos que se une con otras para formar un polímero.

Para el moldeo por inyección y extrusión aplicaremos los polímeros del tipo termoplástico y para la comprensión y moldeo por transferencia son más importantes - los termoestables.

Como este proyecto está dirigido a fabricar tubo de polietileno y éste a su vez está en la rama de los ter moplásticos y como sabemos éstos se trabajan por dos tipos de moldeo como lo había mencionado anteriormente, el

tipo de moldeo que nos interesa para la fabricación del tubo de polietileno es por el método de extrusión. A continuación daré una breve explicación de lo que consiste - este método :

" El proceso de extrusión transforma el material termoplástico en estado crudo, en una mezcla derretida y la hace pasar por un dado el cual le da la forma deseada. El producto terminado se puede aplicar a empaque, fibras, laminado, y lo que a nosotros nos interesa, que es la fabricación de tubo de polietileno.

Considero que con lo antes mencionado he llegado - paso por paso desde su estado y composición química hasta el producto terminado pasando por su método de transformación.

El tubo de polietileno que deseamos fabricar se caracteriza por su tipo de densidad; con esto me refiero al tipo de durabilidad que obtendré en mi producto respecto a calidad. Existen tres tipos de tubo de polietileno para este tipo de aplicación, que es el de riego. Al hablar de un fluido dentro de una pared, sabemos que vamos a contar con una presión determinada; por los estudios - que se han hecho se demostró que de los tres tipos que voy a mencionar a continuación pasaron la prueba de resistencia a las presiones deseadas para desempeñar su labor

correspondiente, la única diferencia entre estos tres tipos es, desde luego, que varían en cuanto al precio por el tipo de espesor con que cuentan.

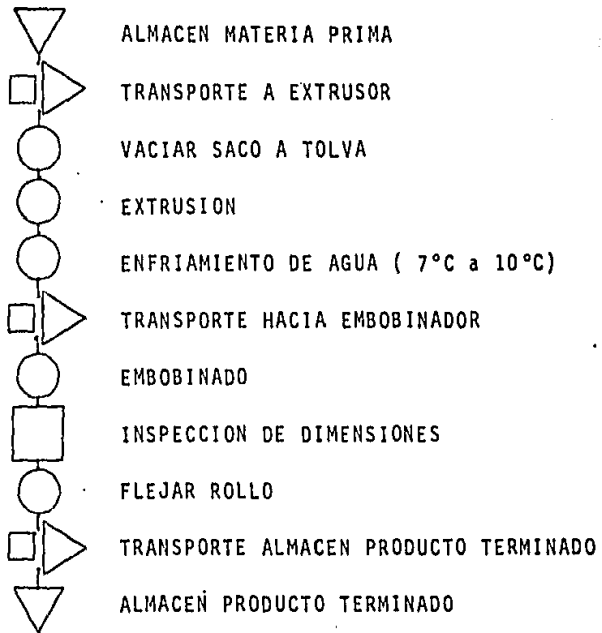
Primeramente tenemos un tipo de manguera o tubo como guste llamársele, que es el de "alta densidad"; éste cuenta con un diámetro exterior de 20 mm. y con un diámetro interior de 16 mm., es decir, que tenemos un espesor de 4 mm. Tenemos otro tipo que es el de mediana densidad y el más usado en esta rama de la agricultura; éste tiene un diámetro exterior de 16 mm. y un diámetro interior de 13 mm., o sea 3 mm. de espesor; por último, tenemos el de baja densidad, que tiene un diámetro exterior de 14 mm. y un diámetro interior de 12 mm.; el espesor nos marca la durabilidad en cuanto al tiempo; el de alta densidad está comprobado que dura aproximadamente 15 años, el de mediana densidad aproximadamente 10 años y el de baja densidad aproximadamente 2 años. Esto sucede desde luego, en condiciones normales; lo que también influye directamente en la duración de este producto es si va a estar expuesto totalmente al sol o bajo sombra.

CUADRO DE ESPECIFICACIONES

	Ø EXT.	Ø INT.	ESPESOR	DURABILIDAD
ALTA DENSIDAD	20 mm.	16 mm.	4 mm.	aprox.15 años
MEDIANA DENSIDAD	16 mm.	13 mm.	3 mm.	aprox.10 años
BAJA DENSIDAD	14 mm.	12 mm.	2 mm.	aprox. 2 años

NOTA: Todas las especificaciones anteriormente mostradas -
 se adquirieron en un análisis que se llevó a cabo -
 con los diferentes distribuidores de sistemas de riego
 en Hermosillo, Son.

II).- ** DIAGRAMA DEL PROCESO **



* **ALMACEN MATERIA PRIMA** : Aquí se almacena la materia recién desembarcada del camión; se maneja en tarimas con un peso de 1000 kg. por tarima; para realizar este movimiento se utiliza un montacargas manual.

* **TRANSPORTE A EXTRUSOR** : En esta etapa se lleva la materia prima por medio de un montacargas manual hasta lo más cerca posible de la tolva de alimentación de la extrusora.

* **VACIAR SACO A TOLVA** : Aquí el operario alimenta su tolva con aproximadamente 50 kg de materia prima, que es la capacidad de esta misma.

* **EXTRUSION**: Empieza lo que realmente es la transformación de la materia prima; primeramente se transforma de un estado crudo en una mezcla derretida y se hace pasar por un dado al cual se da la forma deseada.

* **ENFRIAMIENTO DE AGUA**: Se hace pasar el tubo ya formado pero aún en estado de plastificación, por un recipiente o tina de agua a una temperatura de entre los 7°C y -10°C para que tome la forma definitiva.

* **TRANSPORTE HACIA EMOBINADOR**: El mismo operario con su mano jala el tubo recién salido de la tina hasta el embobinador.

* EMOBINADO : Una vez que el tubo de polietileno está sujeto al embobinador, éste se acciona por medio de un motor eléctrico de bajas revoluciones y velocidad controlada. El embobinado lo efectúa en relación al diámetro deseado de nuestro tubo, entre más rápido se embobine, más pequeño será nuestro diámetro. Los embobinados que se efectúan son de aproximadamente 200 metros y pesan 15 kg.

* INSPECCION DE DIMENSIONES: Se revisan las entradas o más bien las puntas del tubo embobinado que correspondan a las medidas deseadas.

* FLEJAR ROLLO: Se desmonta el tubo de la bobina y se hace flejar por cuatro flejes para facilitar el manejo de este mismo.

* TRANSPORTE PRODUCTO TERMINADO: Una vez que se acumule una cantidad considerable de rollos flejados, se llevan al almacén de producto terminado.

* ALMACEN PRODUCTO TERMINADO: Aquí se almacena el producto hasta ser vendido. La manera de almacenarlo es muy sencilla pues no ocupa estantes especiales.

III.- COTIZACION MAQUINARIA Y EQUIPO:

Para la producción de tubo de polietileno requerimos un tipo de maquinaria especializada en extrusión, como ya se explicó anteriormente. Para poder efectuar la extrusión necesitamos la ayuda de un sistema hidroneumático para el enfriamiento de las máquinas y del material que se está produciendo. A continuación presentaré la cotización obtenida por un proveedor de este tipo de maquinaria, localizado en el estado de México; los precios que a continuación se presentan son en la planta productora de este tipo de maquinaria. La cotización del equipo hidráulico se efectuó en la ciudad de Guadalajara, Jalisco; por lo consiguiente tenemos que agregar aproximadamente un 10% del valor total de las cotizaciones para pagar el costo del flete, el cual, automáticamente en este caso cubre un seguro de cobertura amplia contra cualquier daño sufrido a estos elementos.

La capacidad de producción de la extrusora es de 20 kg/hr., por lo que hemos decidido trabajar dos turnos de 8 horas diarias para poder satisfacer parte de la demanda existente, logrando con ello una producción anual de aproximadamente 1'331,200 mts. lineales de tubo de polietileno; a continuación presento con más detalle los cálculos necesarios para obtener esta producción:

Si trabajamos un promedio de 96 horas por semana, y contamos con 52 semanas por año, tendremos lo siguiente:

$$(96 \text{ Hrs}) (52) = 4,992 \text{ horas de producción / año.}$$

y podemos producir 20 kg/hr., entonces:

$$(20 \text{ kg/hr})(4,992 \text{ hrs}) = 99,840. \text{ Kg/año.}$$

Si cada metro de tubo de polietileno pesa aproximadamente .075 kg. entonces:

$$\frac{99,840,000 \text{ gr.}}{75 \text{ gr/m.}}$$

$$= 1,331,200 \text{ metros de tubo de polietileno por año.}$$

$$= 1,331,200 \text{ metros de tubo de polietileno por año.}$$

Desde luego que estos números resultaron de tomar un 100% de productividad, según gente con una basta experiencia en el ramo, podemos cumplir un 80% de la producción estimada, sin tener mayores dificultades. Eso nos daría una producción anual de 1'064,960 metros.

NOTA: Ver apéndice A para la cotización del sistema hidráulico.

Ver apéndice B para la cotización del equipo eléctrico.

Ver apéndice C para la cotización de maquinaria.

IV).- Distribución de planta:

Se localizaron 10 bodegas en una zona que justifica la ubicación de esta planta por las razones mencionadas en el capítulo anterior. Las bodegas cuentan con 800 M2 cada una, lo cual se presta para la distribución de planta que necesitamos para el tipo de producción al cual nos estamos enfocando. A continuación voy a hacer mención de la manera que se piensa dividir este tipo de bodega para una buena distribución de planta:

- * Area de Acceso.
- * Area de Almacén
- * Area de Oficinas
- * Area para W.C.
- * Area de producción y equipo

- * Area de Acceso :

Estará construída a base de concreto en desnivel para facilitar la carga y descarga de los camiones. Deberá de tener una puerta de 4 metros de ancho por 8 metros de altura. También contará con escaleras por el lado izquierdo para el acceso a la planta. El área total que ocupará esta sección es de 40 M2.

* Area de Almacén:

Estará constituida por dos almacenes independien--tes uno del otro, ya que uno estará destinado a materias_ primas y el otro para el producto terminado. Cada uno -- contará con una superficie de 80 M2., cantidad suficiente para una expansión a futuro de la planta de un 100%.

* Area de Oficinas :

Estará formada por dos plantas de 40 M2. cada una. La planta baja estará destinada para la secretaria y el - encargado de ventas. Esta planta estará destinada a ser la oficina del ingeniero industrial que estará encargado_ de la planta. Esta oficina contará con una ventana que - tendrá vista a toda la planta.

* Area W.C. para obreros :

Contará con dos baños, uno destinado a las damas_ y el otro para uso exclusivo de caballeros; estarán situa_ dos en una parte muy céntrica y de fácil acceso para cual_ quier persona ya que de esta manera podremos controlar la ineficacia del trabajador por tiempo perdido en el W.C.

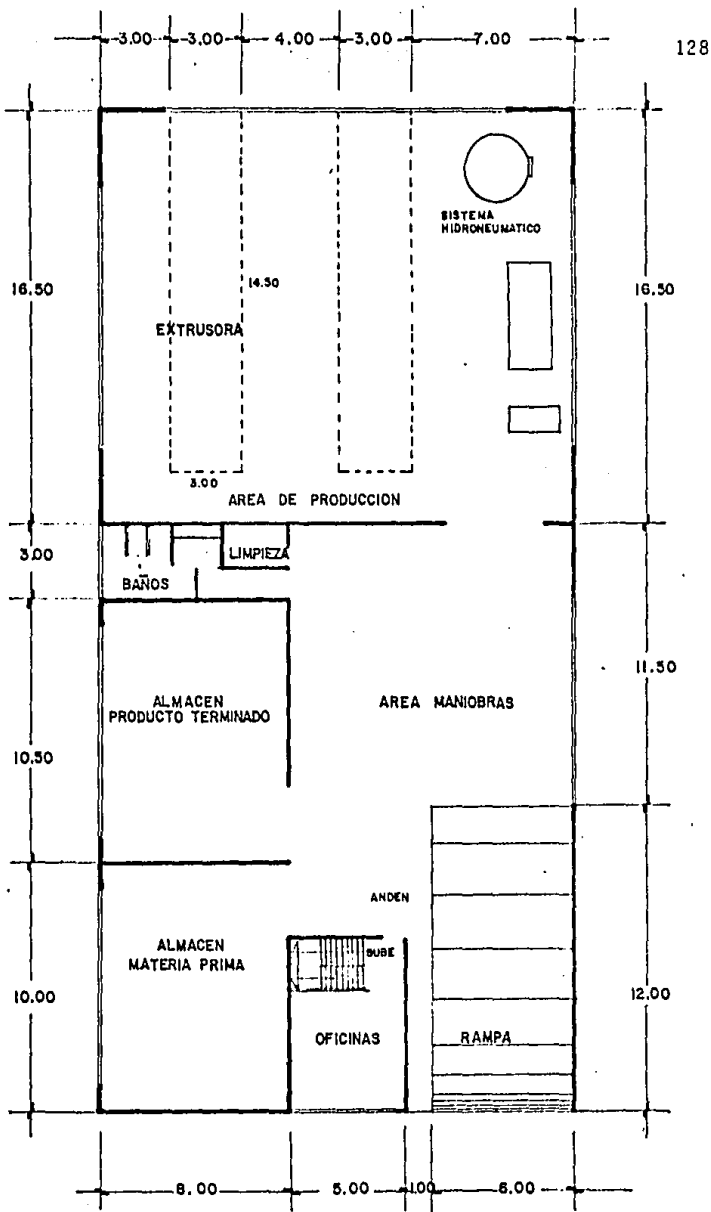
* Area de Producción y Equipo:

Esta será el área mayor de la planta, ya que conta_

rá con una superficie de 330 M2. sobre la cual están planeadas dos máquinas extrusoras y todo el equipo de enfriamiento necesario, así como también el equipo de enfriamiento de agua para el tubo de polietileno y sus respectivas embobinadoras. Contará con el espacio suficiente para que en dado caso que necesitemos efectuar alguna reparación en cualesquiera de las máquinas se pueda realizar cómodamente.

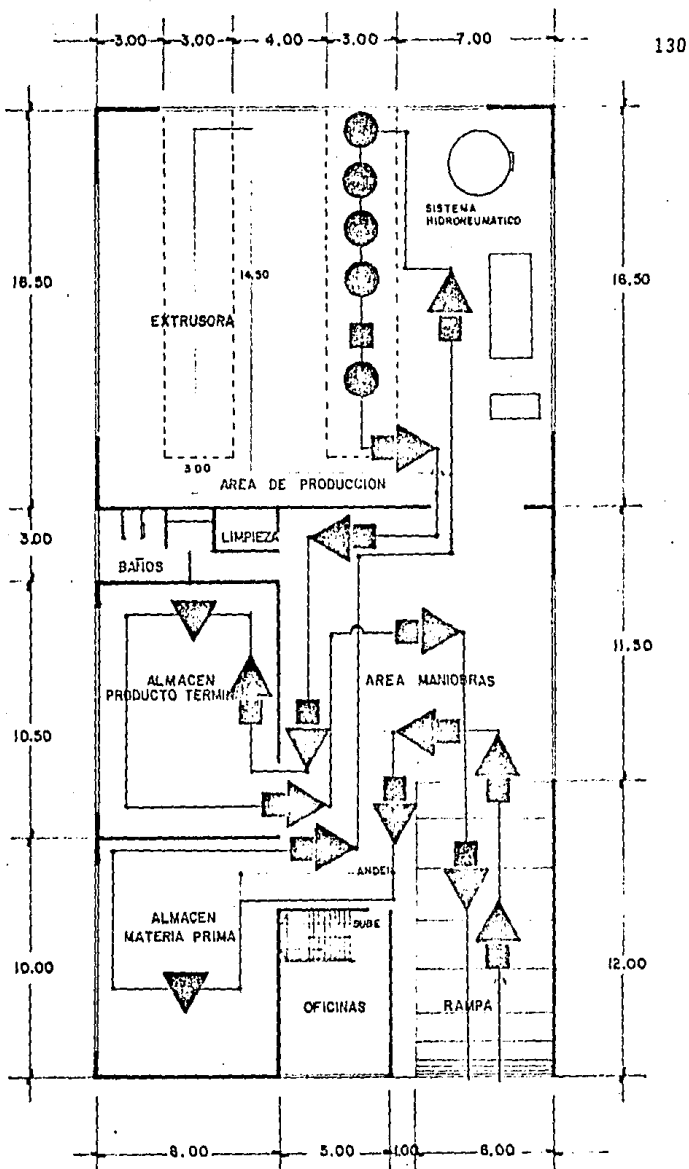
* JUSTIFICACION ECONOMICA DE LA RENTA DE UNA BODEGA DISPONIBLE

Como sabemos, la bodega que se piensa rentar es de una superficie de 800 M2., la cual nos costaría - - - - \$ 3'000,000.00 M.N. anuales de renta, lo que equivaldría a \$ 3,750.00 por metro cuadrado; construir una bodega de esta misma superficie nos saldría costando aproximadamente \$ 70'000,000.00 M.N., o sea que la inversión del terreno únicamente, saldría más alto que el de todo el equipo de producción incluyendo instalación. Es por esto que se decidió por la renta de una bodega.



PLANTA DE DISTRIBUCION
 ESCALA 1:200

" DIAGRAMA DE RECORRIDO "



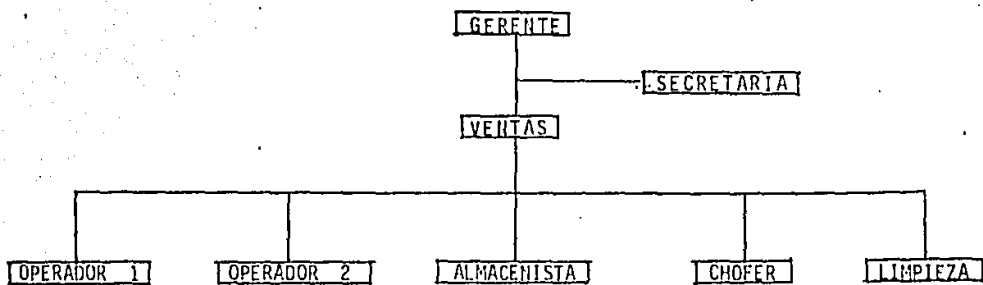
PLANTA DE DISTRIBUCION
 ESCALA 1:200

V.- Canales de Distribución:

Los canales de distribución más adecuados que existen en el estado de Sonora, son aquellos que se dedican a la comercialización de sistemas de riego; son en total seis distribuidores de este tipo de servicio, cuatro de ellos se encuentran en la capital del estado de Sonora (Hermosillo), y el otro se encuentra en la ciudad de Caborca, que se halla al noroeste de Hermosillo; en la región de Caborca es donde se encuentra la mayor área plantada de vid, pero el canal de distribución de esta zona está considerado como muy poco eficiente.

Los canales de distribución que más venden sistemas de riego se encuentran en Hermosillo y están totalmente convencidos y dispuestos a cambiar de proveedor siempre y cuando el producto sea competente en cuanto a calidad y precio. La forma que operan estos distribuidores es al riguroso contado en la rama de tubo de polietileno. Hoy día no se puede otorgar financiamiento, ya que el costo del dinero es sumamente alto. Los nombres de los distribuidores se omiten, ya que este proyecto no está enfocado a la publicidad de los mismos.

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA:



* GERENTE : De preferencia se requiere a un ingeniero industrial para que planeé y dirija la empresa en cuestión de producción y de finanzas.

* SECRETARIA : Sus labores están dirigidas a cumplir las funciones principales de una oficina; trabajará como secretaria para el gerente de la planta, así como para el encargado de ventas y personal.

* VENTAS : Este departamento deberá de estar representado por una persona con fácil trato con la gente, ya que aparte de estar encargado de estas mismas, será quien trate directamente con el resto del personal de la planta.

* OPERADORES : Estarán encargados de manejar las máquinas y el equipo de producción; deberán de ser gentes capacitadas y responsables para evitar daños y accidentes.

* ALMACENISTA : Estará encargado al control de almacén y reportará sus inventarios al encargado de la gerencia para que con estos datos la gerencia haga sus pedidos de materias primas. Será la única persona con acceso a los almacenes ya que en él cae toda la responsabilidad de cualquier faltante que se presente.

* CHOFER : Se encargará de la entrega de pedi-

dos, así como cualquier pendiente que se ofrezca en la planta.

* L I M P I E Z A : Esta persona aparte de efectuar la limpieza general de toda la planta, servirá de velador, - ya que esta tarea se realizará cuando la planta no esté - en producción.

dos, así como cualquier pendiente que se ofrezca en la planta.

* L I M P I E Z A : Esta persona aparte de efectuar la limpieza general de toda la planta, servirá de velador, - ya que esta tarea se realizará cuando la planta no esté - en producción.

C A P I T U L O 6

LOCALIZACION DE LA PLANTA

I).- Localización del mercado de consumo:

Según los estudios realizados en el estado de Sonora, los centros de mayor consumo son los situados en el valle de Caborca o zona Noroeste y los situados en la costa de Hermosillo. La facilidad que presenta Hermosillo, Sonora, es que aquí se encuentran los consumidores de este producto, ya que la mayoría de casas dedicadas a los sistemas de riego, se encuentran en esta ciudad; con esto ya estamos ahorrando una cantidad de dinero considerable en fletes.

II).- Localización de las fuentes de materias primas:

En este punto creo que no nada más Hermosillo está fuera del acceso local de materias primas, ya que en todo el estado de Sonora no se encuentran distribuidores de las mismas; por lo consiguiente tenemos que recurrir a la planta distribuidora de Pemex, situada en Guadalajara, Jalisco. Para conseguirlas el precio aumenta en aproximadamente un 10% del costo en Guadalajara, ya que se tienen que pagar fletes por vías carreteras o ferroviarias.

III.- Disponibilidad y características de la mano de obra:

Como sabemos, Sonora es un estado fronterizo con los Estados Unidos, situación que como nos puede favorecer, también tiene ciertas desventajas con respecto a la mano de obra, ya que la mayoría de la gente que llega de otros estados, viene en busca de trabajo únicamente para poder subsistir unos cuantos días más y así posteriormente continuar su emigración hacia el vecino país del norte.

No quiero decir con esto que no vayamos a encontrar la mano de obra necesaria para poner en marcha nuestra planta, pero debemos de tener mucho cuidado con la selección del personal. Contamos con gente sonoreense que está considerada como gente trabajadora a nivel nacional; lo que sí vamos a tener que ofrecer, son salarios un poco más elevados que el mínimo. Como Hermosillo es la capital del estado, mucha gente de los pueblos busca aquí fuentes de trabajo que no sean tan pesadas como la labranza de la tierra. En conclusión, podemos decir que Hermosillo es buena plaza en este aspecto.

IV.- Facilidades de transporte:

La planta se piensa ubicarla en el kilómetro # 6 - 1/2, carretera a Bahfa Kino; una de las razones de selección

cionar esta localización es que aquí tenemos las facilidades de rentar una de las bodegas que aquí se encuentran ; en su totalidad son diez bodegas situadas a cincuenta metros de la carretera y es por eso que no existe problema de transporte, ya que hay servicio de camiones urbanos -- hasta este punto de la ciudad.

V).- Disponibilidad de combustible y energía eléctrica:

Esta zona está considerada como las afueras de la ciudad de Hermosillo, por lo que se han situado varias industrias en esta zona anteriormente; a raíz de esto se cuenta con instalaciones de suministro de energía eléctrica que reúne nuestras necesidades, lo único que se necesita hacer, es recurrir a Comisión Federal de Electricidad para tramitar un contrato. Con respecto a combustibles : - necesitamos un producto del petróleo llamado destilado, - que es utilizado para los sistemas de calefacción en invierno, servicio que también existe en la zona, ya que hay casas que se dedican al reparto del mismo por medio de pipas.

VI).- Fuentes de suministro de agua:

Aquí contamos con los servicios municipales de Hermosillo en esta rama, así como también se cuentan con di

versos pozos en esta zona.

VII).- Condiciones Climatológicas:

Al clima en Hermosillo se le puede llamar extremo; en el verano se tiene temperatura alrededor de los - 40°C bajo la sombra, condición que nos obliga a poner - - cierto tipo de refrigeración dentro de las instalaciones_ de la planta. También sufrimos de frío en los tiempos de invierno, ya que hay días que rebasa los cero grados. De bemos pensar en un sistema para eliminar estos problemas. Para eliminar el calor se utiliza un sistema muy sencillo que consiste en hacer pasar aire por una cortina de humedad y para el frío necesitamos forzosamente la calefacción en las áreas de trabajo únicamente, ya que sería muy costoso mantener toda la planta con estos sistemas.

EVALUACION POR PUNTOS:

Localización de la Planta: Como podemos observar, en el estado de Sonora existen dos centros de consumo muy importantes por su capacidad de producción agrícola con - que éstos cuentan; éstos son: El Valle de Caborca y la - Costa de Hermosillo, o sea que de aquí podemos concluir - que tenemos dos plazas disponibles para la localización - de la planta, pero no sucede así ya que nuestro produc-

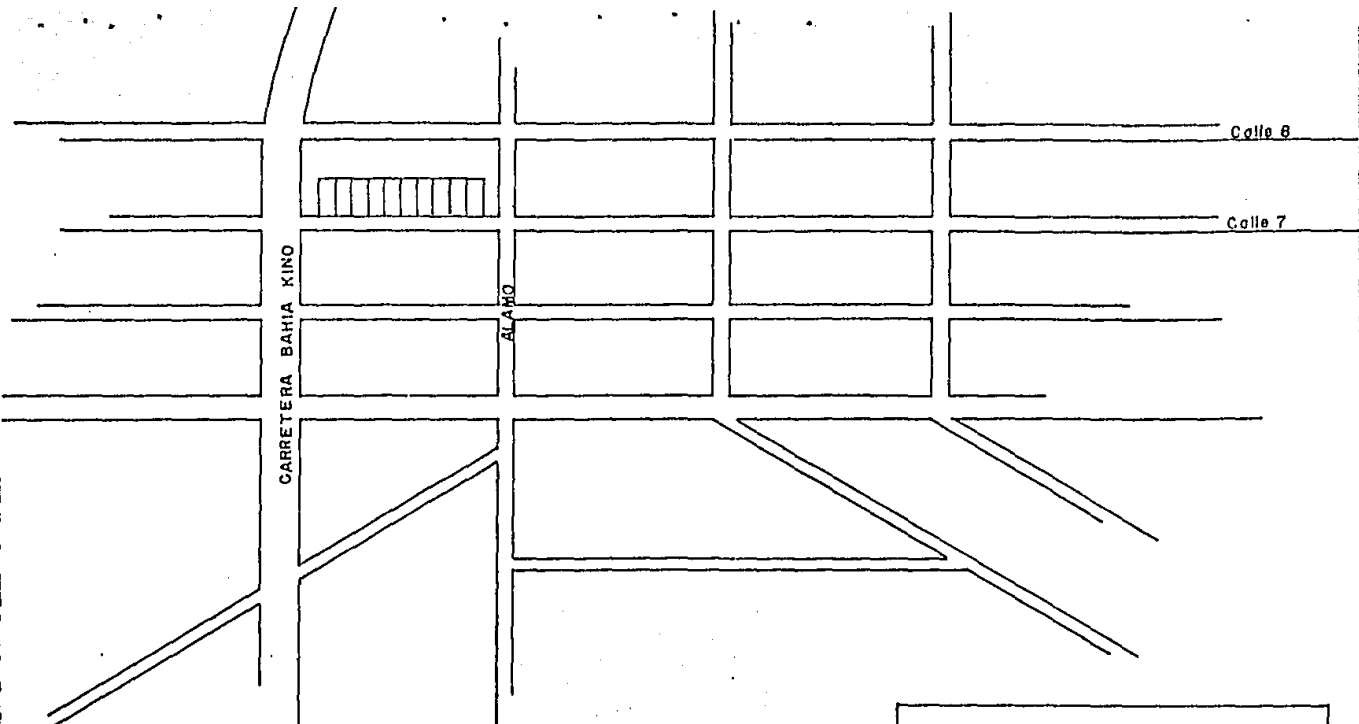
to que vamos a producir lo van a consumir las casas que se dedican a la instalación de este tipo de riego y en el estudio de mercado pudimos observar que en Hermosillo es donde están operando estas mismas; como podemos suponer que si nosotros situamos nuestra planta en el mismo lugar de consumo, nos podemos ahorrar una cantidad de dinero bastante estimable en fletes, y es por esto uno de los factores que influyeron más directamente en la toma de decisión para localizar la planta en Hermosillo, ya que los demás factores que a continuación voy a hacer mención varían muy poco unos de otros respecto a la evaluación por puntos que realice para esta decisión.

	CABORCA	HERMOSILLO
1) Localización de mercado de consumo.	30	100
2) Localización de las fuentes de materias primas.	50	70
3) Disponibilidad y características de la mano de obra.	60	75
4) Facilidades de transporte.	100	100
5) Disponibilidad de combustible y energía eléctrica	100	100
6) Condiciones climatológicas.	75	75
7) Vivienda	60	60
T O T A L	475	520

* La mayor puntuación que se otorga por factor es de 100 puntos o sea que lo máximo que podemos obtener son 700 - puntos en total.

PLANO DE LOCALIZACION DE LA PLANTA:

Saliendo rumbo al oeste de la ciudad de Hermosillo, Sonora se encuentra la carretera que va de Bahfa Kino, aproximadamente en el kilómetro 5 1/2, empieza la zona industrial de esta ciudad. A la altura del kilómetro 6 1/2, sobre la misma carretera se encuentra una calle -- denominada con el número 7 y es aquí el lugar en donde se encuentran disponibles 10 bodegas de 800 M2. cada una. - A continuación presento un plano para mejor comprensión - de la ubicación.



LOCALIZACION DE PLANTA

UBICACION: Carretera Bahio Kino Km. 6 ½.
esquina con Calle 7.

LOCALIZACION: Hermosillo, Sonora.

ESCALA: 1:75

C A P I T U L O 7
ANALISIS FINANCIERO

1).- INVERSION Y FINANCIAMIENTO:

INVERSION:

Maquinaria	\$ 14'000,000
Sistema eléctrico	2'000,000
Sistema hidráulico	6'888,000
Montacarga	200,000
Equipo de oficina	1'000,000
Equipo de seguridad	3'000,000
Equipo de transporte	3'500,000
Equipo de empaque	500,000
Equipo de limpieza	50,000
Aire acondicionado	2'000,000
Calefacción	<u>1'980,000</u>
	<u>\$ 35'118,000</u>
	=====

Aportación equivalente al 20% de la cantidad requerida.

= \$ 7'023,600.00

Cantidad solicitada:

= \$ 28'094,400.00

NOTA: Todas las cantidades utilizadas en el análisis financiero son de la fecha del 26 de mayo de 1986.

Financiamiento:

Se pretende utilizar un crédito refaccionario financiado por Fogafn con un interés del 72% sobre saldos insolutos; necesitamos un capital de : \$ 35'118,000.00 para poder comprar los activos requeridos. Una de las condiciones de este crédito, es que el acreditado aporte el 20% del total del préstamo solicitado; por lo consiguiente la cantidad que se nos puede otorgar es de : - \$ 28'094,400.00; las condiciones de pago son las siguientes: Se deberá pagar a cinco años, con un año de gracia. A continuación se presenta en forma desglosada cómo deberemos de pagar este crédito.

Préstamo requerido: \$ 28'094,000.00 entre 48 amortizaciones iguales y sucesivas equivalentes a \$ 585,300 mensuales a partir del 13° mes en adelante.

Como el préstamo es con un año de gracia tomamos el primero, pero al finalizar el año debemos pagar la cantidad de: \$ 20'227,968.00 por concepto de intereses únicamente. Después del primer año tendremos los siguientes pagos sobre saldos insolutos:

2o. AÑO :

13	1'685,664	28'094,400
----	-----------	------------

14	1'650,546	27'509,100
15	1'615,428	26'923,800
16	1'580,310	26'338,500
17	1'545,192	25'753,200
18	1'510,074	25'167,900
19	1'474,956	24'582,600
20	1'439,838	23'997,300
21	1'404,720	23'412,000
22	1'369,602	22'826,000
23	1'334,484	22'241,400
24	1'299,366	21'656,100

Toda la suma de estos pagos nos da un total de :
 \$ 17'910,180, que corresponde al pago del segundo año, -
 con una amortización de capital de : \$ 7'023,600.

3er. AÑO :

Vamos a amortizar \$ 7'023,600.00; por lo tanto vamos a pagar intereses sobre : \$ 21'070,800 :

25	1'264,248	21'070,800
27	1'194,012	19'900,200
28	1'158,894	19'314,900
29	1'123,776	18'729,600
30	1'088,658	18'144,300
31	1'053,540	17'559,000

32	1'018,422	16'973,700
33	983,304	16'388,400
34	948,186	15'803,100
35	913,068	15'217,800
36	877,950	14'632,500

Toda la suma de estos pagos nos da un total de :
 \$ 12'853,188, que corresponde al pago del tercer año con
 una amortización de capital de : \$ 7'023,600.

4to. AÑO :

Vamos a amortizar 7'023,600, por lo tanto vamos a
 pagar intereses sobre : \$ 14'047,200 :

37	842,832	14'047,200
38	807,714	13'461,900
39	772,596	12'876,600
40	737,478	12'291,300
41	702.360	11'706,000
42	667,242	11'120,700
43	632,124	10'535,400
44	597,006	9'950,100
45	561,888	9'364,800
46	526,770	8'779,500
47	491,652	8'194,200
48	456,534	7'608,900

Toda la suma de estos pagos nos da un total de :
 \$ 7'796,196, que corresponde al pago del cuarto año con -
 una amortización de capital de : \$ 7'023,600.

5to. AÑO :

Vamos a amortizar \$ 7'023,600; por lo tanto vamos -
 a pagar intereses sobre : \$ 7'023,600 :

49	421,416	7'023,600
50	386,298	6'438,300
51	351,180	5'853,000
52	316,062	5'267,700
53	280,944	4'682,400
54	245,826	4'097,100
55	210,708	3'511,800
56	175,590	2'926,500
57	140,472	2'341,200
58	105,354	1'775,900
59	70,354	1'170,600
60	35,118	585,300

Toma la suma de estos pagos nos da un total de:
 \$ 2'739,204, que corresponde al pago del quinto año con -
 una amortización de capital de : \$ 7'023,600.

II).- GASTOS DEPARTAMENTALES:

Ingeniero Industrial	\$ 3'600,000
Ventas	3'000,000
Secretaria	960,000
Chofer	720,000
Limpieza	600,000
Energía eléctrica	120,000
Papeleria	100,000
Cuotas y suscripciones	60,000
Teléfono	90,000
Reparación Vehículos	200,000
Combustible	500,000
Herramientas	150,000
Renta Edificio	3'000,000
TOTAL ANUAL :	<u>\$13'100,000</u> =====

III).- COSTOS UNITARIOS:

Cálculo para el costo unitario por metro lineal.

Materia prima = \$ 420.00 kg.

Si necesitamos .075 kg para producir un metro, -
entonces de materia prima se consume : \$ 31.50.

MANO DE OBRA DIRECTA:

2 operarios : \$ 65,000.00 = \$ 1'560,000.00

1 Almacenista \$ 40,833.33 = 490,000.00

T O T A L = \$ 2'050,000.00

M.O.D. = $\frac{2'050,000}{1'065,000} = 1.90$

GASTOS DIRECTOS DE FABRICACION:

Empaque y fleje \$ 100,000.00

Luz 700,000.00

Agua 80,000.00

Mantenimiento 600,000.00

\$ 2'200,000.00

G.I.F. = $\frac{2'200,000}{1'065,000} = 2.065$

C.U.P. = 31.50 + 1.90 + 2.065 = 35.40 por metro lineal.

IV.- CALCULO DE COSTOS Y VENTAS TOTALES :

" CALCULO DE COSTOS TOTALES DE PRODUCCION "

	1986	1987	1988	1989
Producción		Increment. = 85%	Increment. = 90%	Increment. = 90%
Anual	1'065,000m	1'065,000m	1'065,000m	1'065,000m
Costo Unit.	35.40	65.49	124.43	236.41
Costo total	37'701,000	69'746,850	132'517,950	251'776,650

" CALCULO DE VENTAS TOTALES "

	1986	1987	1988	1989
Ventas		Increment.=85%	Increment.=90%	Increment.=90%
Anuales (miles de mts.)	1'065,000	1'065,000	1'065,000	1'065,000
Precio de Venta	57.00	105.45	200.00	380.00
Ventas Totales	60'705,000	112'304,250	213'000,000	404,700,000

V).- DEPRECIACION DE EQUIPO :

EQUIPO	MONTO	V.UTIL	DEP.ANUAL
Eq. de Oficina	1'000,000	5 años	200,000
Eq. de Seguridad	3'000,000	5 años	600,000
Eq. de Transporte	3'500,000	3 años	1'166,000
Eq. de Empaque	500,000	5 años	100,000
Eq. de Limpieza	50,000	3 años	16,666
Eq. de Montacarga	200,000	3 años	66,670
Eq. Hidráulico	6'888,000	10 años	688,800
Eq. Eléctrico	2'000,000	10 años	200,000
Eq. Aire Acondic.	2'000,000	5 años	400,000
Eq. Calefacción	<u>1'980,000</u>	5 años	<u>396,000</u>
	21'118,000		3'834,136

DEPRECIACION MAQUINARIA :

MONTO	VIDA UTIL	DEP. ANUAL
14'000,000	10 años	1'400,000

GASTOS INSTALACION AMORTIZACION :

1'564,000 a 5 años = 312,800 anuales.

TOTAL GASTOS DEPRECIACION ANUALES: \$ 5'596,800

VI.- BALANCE GENERAL :

A C T I V O :	1986	1987	1988	1989
<u>CIRCULANTE:</u>				
Caja y Bancos	24'794,032	25'207,102	46'303,774	75'123,501
<u>F I J O :</u>				
Maquinaria	12'600,000	11'200,000	9'800,000	8'400,000
Equipo	17'284,000	13'450,000	9,616,000	5'782,000
Gastos de Inst.	1'564,000	1'252,000	940,000	628,000
(-)Amortización	312,000	312,000	312,000	312,000
TOTAL ACTIVO :	55'930,032	50'797,102	66'347,774	89'621,501
=====				
<u>P A S I V O :</u>				
Préstamo Bancario	28'094,400	21'070,800	14'047,200	7'023,600
<u>CAPITAL CONTABLE :</u>				
Capital	7'023,600	7'023,600	7'023,600	7'023,600
Utilidades	(10'323,968)	412,820	21'095,214	28'819,727
Revaluación Activo	20'812,032	22'289,882	24'181,760	46'154,574
TOTAL PASIVO Y CAPITAL:	55'930,032	50'797,102	66'347,774	89'621,501
=====				

NOTA: Revaluación de activos compensando incrementos de
inflación.

VII).- ESTADO DE RESULTADOS :

	1986	1987	1988	1989
Ventas netas	60'705,000	112'304,000	213'372,000	404'700,000
Costo de Ventas	37'701,000	69'746,000	132'517,000	251'776,000
Venta Bruta	23'004,000	42'558,000	80'855,000	152'924,000
Gastos de Operación		85%	90%	90% (*)
Gastos departamentales	13'100,000	24'235,000	46'046,500	87'488,350
Gastos Financieros	20'227,968	17'910,180	12'853,188	7'796,196
Utilidad antes ISR y PTU	(10'323,968)	423,820	21'955,312	57'639,454
I.S.R. y P.T.U.	- -	-(**)-	860,098	28'819,727
UTILIDAD NETA :	(10'323,968)	412,820	21'095,214	28'819,727

=====

(*) Supuestos incrementos.

(**) No hay impuesto porque pérdida 1986, se compensa 4 años hacia adelante. (Incentivo Fiscal, Ley del Impuesto sobre la Renta).

412,820	10'117,558	
<u>X .5</u>	<u>10'977,656</u>	
206,410	860,098	= IMPUESTO A PAGAR
10'323,968	=====	
<u>206,410</u>		

VIII).- FLUJO DE EFECTIVO :

	1986	1987	1988	1989
<u>INGRESOS :</u>				
Saldo Anterior		24'794,032	25'207,162	46'303,774
Ventas	60'705,000	112'304,250	213'372,750	404,700.000
Créditos Bancarios	28'094,400			
Aportaciones	7'023,600			
TOTAL INGRESOS:	95'823,000	137'098,282	238'579,852	451'003,774
<u>EGRESOS :</u>				
Pago Cred.Bancarios	20'227,968	17'910,180	12'853,188	7'796,196
Costo de Ventas	37'701,000	69'746,000	132'517,000	251'776,000
Gastos Fijos	13'100,000	24'235,000	46'046,500	87'488,350
I.S.R. y P.T.U.			860,098	28'819,727
TOTAL EGRESOS:	71'028,968	111'891,180	192'276,786	375'880,273
SALDO DEL EJERCICIO	24'794,032	25'207,162	46'303,774	75'123,501

=====

* NO HAY RETIRO DE UTILIDADES LOS PRIMEROS 4 AÑOS.

IX).- VALOR PRESENTE :

FLUJO	CANTIDAD	CONCEPTO
1	- 35'118,000	Inversión Original
2	24'794,032	Flujo 1986
3	25'207,162	Flujo 1987
4	46'303,774	Flujo 1988
5	75'123,501	Flujo 1989

Con estos flujos tenemos un valor presente de:

\$ 5'500,909.92

FLUJO	CANTIDAD	CONCEPTO
1	- 35'118,000	Inversión Original
2	24'794,032	Flujo 1986
3	25'207,162	Flujo 1987
4	46'303,774	Flujo 1988
5	75'123,501	Flujo 1989

TIR = 83.50 %

X).- PUNTO DE EQUILIBRIO:

C F = Costos Fijos

P = Precio de venta por unidad

C V = Costos variables por unidad

C F = \$ 41'924,768.00

P = \$ 57.00

C V = \$ 35.40

$$Q = \frac{C F}{P - C V}$$

$$Q = \frac{41'924,768}{57 - 35.40}$$

Q = 1'940,961.48 Unidades

A continuación se muestra la gráfica :

250
240
230
220
210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

1000

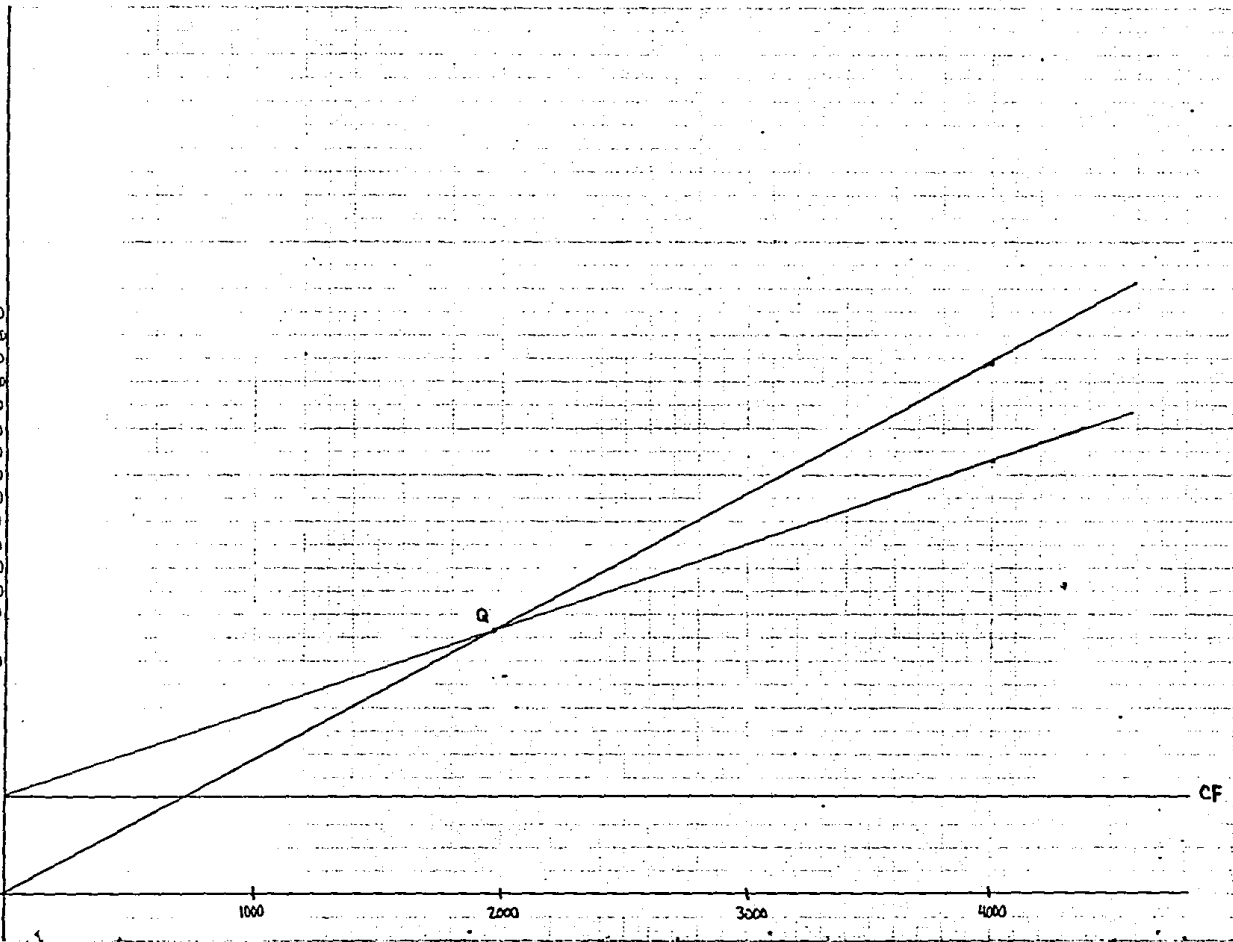
2000

3000

4000

CF

Q



C O N C L U S I O N E S

Como podemos observar, el agua es un factor vital_ para la subsistencia de todo ser viviente, ya que sin ese líquido tanpreciado no podríamos realizar nada de nuestras actividades.

Desgraciadamente existen aún miles de personas que no están conscientes de este problema, pero también existen otras que sí lo están, y una parte de esas personas - son aquellos agricultores que están buscando la manera de solucionar este problema tan grave; creo que aún es muy - poco tiempo el que se ha dedicado a la publicidad de los diferentes sistemas de riego que existen en el mercado, - aparte que todavía tenemos y disponemos de grandes cantidades de agua.

Es interesante observar, cómo los materiales plásticos han ido y están sustituyendo a tantos materiales - que jamás se pensó que desaparecerían o perderían mercado.

Creo que si existiera un apoyo financiero adecuado serían cada día más los agricultores que estarían empleando algún sistema de riego con el fin de economizar tanto_ agua como dinero.

Pienso que Sonora es un estado totalmente dispuesto a dar ese cambio siempre y cuando encontremos el apoyo necesario.

De acuerdo al resultado de análisis financiero, -- creo que es un proyecto factible, pero tiene un riesgo -- bastante alto ya que la tasa interna de retorno fué de - 83.50% y esto apenas cubre la inflación. Las ventas se - pronosticaron hasta el 1989, las cuales resultaron satisfactorias pero desgraciadamente la economía del país no - lleva una norma o camino bien definido y la situación pue de cambiar bruscamente de un día para otro, como en años anteriores.

Yo en lo personal, como se presentó la situación - de este estudio de preinversión, no arriesgaría mi dinero en una inversión de este tipo ya que su T.I.R. es muy similar a la inflación.

APENDICE A

COTIZACION SISTEMA HIDRAULICO

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO
1	ALJIBE DE 5m x 4m x 2m = 80 M3 DE CAPACIDAD, CONSTRUIDO DE CON CRETO VACIADO Y VARILLA CORRUGA DA.	\$ 2'280,000
1	BOMBA DE 2 H.P. CENTRIFUGA HORI ZONTAL MARCA JACUZZI	150,000
1	TAMBO HIDRONEUMATICO DE 600 LTS.	150,000
1	COMPRESOR DE AIRE DE 1/3 H.P.	180,000
1	EQUIPO DE REFRIGERACION YORK DE 3 - TONELADAS.	2'200,000
1	EQUIPO NEUMATICO PARA LIMPIEZA : 1 COMPRESOR DE VILBISS DE 3 H.P.	780,000
	INSTALACION (20 %)	1'148,000
	T O T A L - - - - -	\$ 6'880,000

(*) TODOS LOS PRECIOS INCLUYEN I.V.A.
PRECIOS AL 26 DE MAYO DE 1986.

APENDICE B

COTIZACION SISTEMA ELECTRICO

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO:
	TRANSFORMADOR DE 75 Kva Y COMPONENTES DE TRABAJO	\$ 1'500,000

(+) 15% DE INSTALACION

(*) TODOS LOS PRECIOS TIENEN IVA INCLUIDO

(*) PRECIOS AL 26 DE MAYO DE 1986.

APENDICE C

Oficinas Calle de la Viga 1974
Mexico, 09910 DF
Talleres Calle 11 No 714-26
Mexico, 09950 DF.
Tels: 670-03-28, 670-03-81

*COTIZACION DE
MAQUINARIA*

A: **ING. MANUEL OSETE.**
Ottawa 1422
Cot: Providencia.
Guadalajara Jalisco.

Fecha: 19 de Mayo de 1986

Referencia: 417-777

Cotización: #4271

Agradecemos la oportunidad de cotizar lo siguiente:

Cantidad	Descripción	Precio
	Equipo para producir tubería de polietileno de 16 mm de Ø exterior <u>com</u> puesto de lo siguiente:	
1	EXTRUSOR MONOHUSILLO MARCA "NIETO" Mod. HD 50/22 de construcción alta, compuesto de lo siguiente:	
a).	GRUPO REDUCTOR de velocidad, contenido en caja de acero. Los engranes están contruidos a dentado helicoidal en acero tratado térmicamente; todos los ejes se hallan montados sobre rodamientos de amplias dimensiones; la lubricación se obtiene mediante circulación de aceite. El grupo está calculado para una potencia de 24 H.P. a 100 R.P.M., en la salida; factor de servicio 1.6	
b).	GRUPO DE RESISTENCIA al empuje interconstruido en el reductor. El rodamiento de carga axial esta calculado para una duración promedio de 156,700 horas a 80 R.P.M. con 5,000 P.S.I (B 10 Life).	
c).	TOLVA DE ALIMENTACION de aproximadamente 50 litros; la zona de alimentación está enfriada mediante circulación de agua, dentro de una cámara fácilmente retirable para poder eliminar cualquier obstrucción.	
d).	CILINDRO fabricado en acero de nitruración con relación 22:1 Calentamiento mediante resistencias eléctricas tipo banda, subdivididas en 3 zonas, con una potencia de 6.7 K.W.	
e).	HUSILLO construido en acero de nitruración (68-70 R.C),rectificado y lustrado a espejo, (50 mm de diámetro) diseño especial según el material a procesar.	
f).	ARMARIO DE CONTROL DE TEMPERATURAS DE 5 ZONAS, equipado con pirómetros electrónicos de estado sólido marca WEST margen 50°...450°C. Amperímetros marca INSTRELEC de estado sólido. Contactores marca TELEMECANIQUE de 30 amps. Breakers de protección para cada zona. Arrancador general con protección térmica. Accionado por motor de 10 H.P. C.A.	
	Cambiador de filtros modelo CB/50.	
	Cabezal para tubo completo y con elementos calefactores.	

COTIZACION

164

NIETO

Maquinaria Plástica
Mexicana, S.A. de C.V.

Oficinas: Calz. de la Vega 1974
Mexico, 09810 DF
Talleres: Calle 11 No. 714-26
Mexico, 09150 DF.
Tels: 670-03-28, 670-03-81 Y 582-66-95

A: ING. MANUEL OSETE.
Ottawa no. 1422
Col: Providencia.
Guadalajara Jalisco.

Fecha: 19 de Mayo de 1986.

Referencia: Hoja No.2

Cotización: #4270

Agradecemos la oportunidad de cotizar lo siguiente:

Cantidad	Descripción	Precio
	Tina de enfriamiento con cámara de vacío accionada por bomba de 1 H.P., con altura y desplazamiento ajustable.	
	Banco de tiro doble oruga, para tubería, accionado por motor de 1 HP., velocidad variable.	
	Enrollador para tubo accionado por motor de 1 H.P. y clutch mecánico. + 15% de I.V.A.:	12'524,000.00 1'878,600.00
	T O T A L:	\$14'402,600.00
	Dado extra: <u>\$150,000.00</u>	=====
	Formador extra: <u>\$ 80,000.00</u>	
	Precios más 15% de I.V.A.	
<p>PRECIOS L. A. B. NUESTRA PLANTA</p>		
Condiciones de Pago	Tiempo de entrega	
50% con el pedido y el 50% restante contra entrega del equipo.	120 días	

Observaciones: VALIDEZ DE LA OFERTA 30 DIAS.

Maquinaria Plástica Mexicana, S.A. de C.V.

Manuel Osete
SR. JESUS M NIETO P.

** BIBLIOGRAFIA **

BIBLIOGRAFIA

- * El riego en México; SARH, 1980.
- * Enríquez Harper; "Manual de Instalaciones Eléctricas - Residenciales e Industriales", tercera edición, 1981.
- * Elwood S. Buffa; Administración y Dirección Técnica de la Producción, Ed. Limusa, Cuarta Edición, 1984.
- * Florencio Rodríguez SUPPO; Riego por Goteo, Ed. AGT Editor, S.A., 1982.
- * Fonei; "La Formulación y Evaluación Técnico-Económica - de Proyectos Industriales", Tercera edición, 1981.
- * Golddberg y Shmundi: Drip Irrigation a Method used under arid an desert conditions of high water and soil salinity; TASAE-13, 1976.
- * J.F. Weston y E.F. Brigham; Fundamentos de Administración financiera, Ed. Interamericana, quinta edición, 1982.
- * "Modern Plastics Encyclopedia"; Ed. Mc Graw Hill, - - 1985-1986.
- * OIT; Introducción al Estudio del Trabajo, Tercera edición revisada, 1983.

- * Negueroles y Uriu; Riego por goteo. Ed. Agrícola Española, S.A. 1973.
- * Richard A. Flinn y Paul K. Trojan; Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones. Ed. Mc Graw Hill, 1982.
- * Richard Muther; Distribución en Planta, Ed. Hispano Europea, Tercera edición, 1977.
- * William J. Stanton; Fundamentos de Marketing, Ed. Mc -- Graw Hill, quinta edición, 1980.