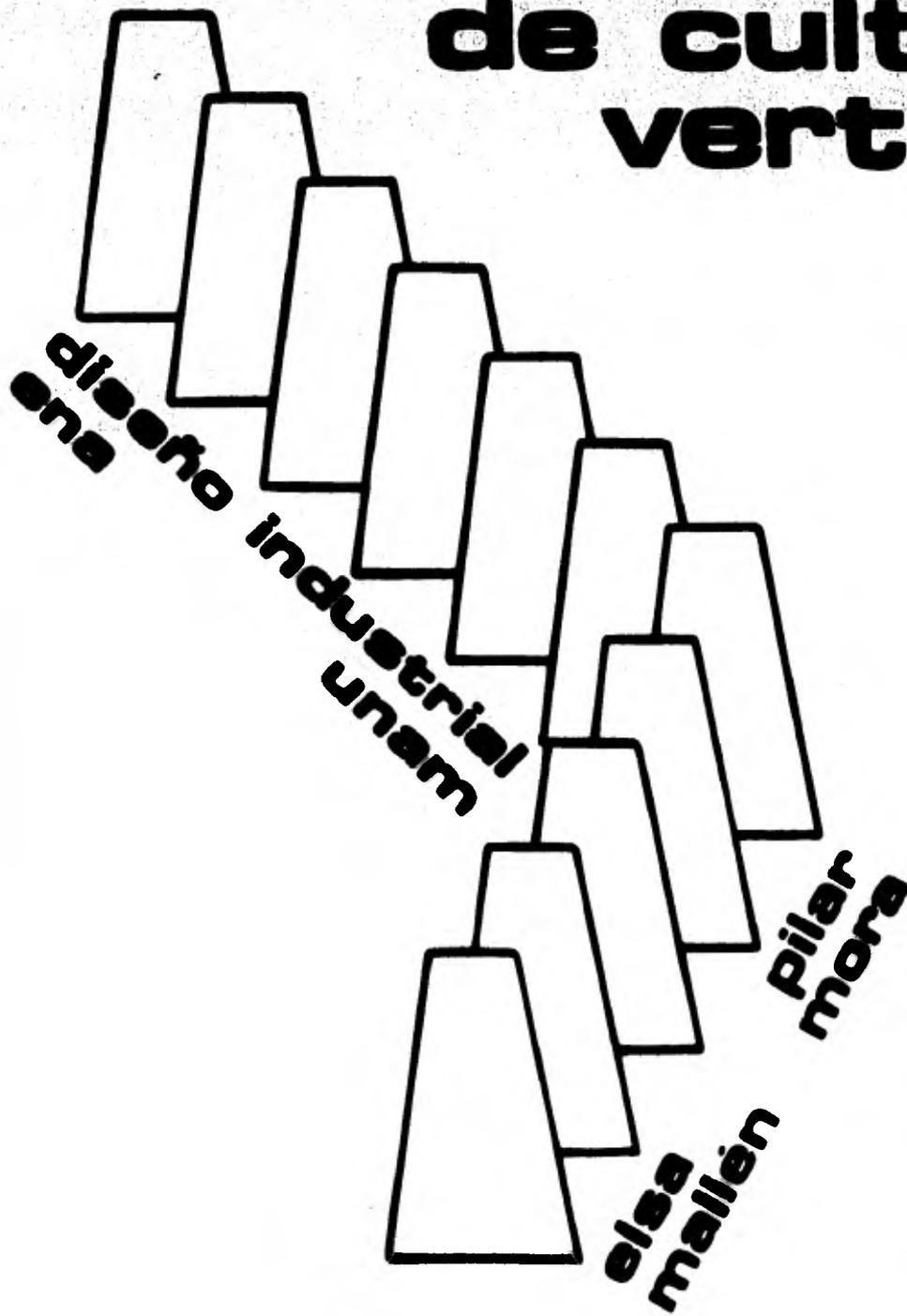


# sistema de cultivo vertical





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## INDICE.

- UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DEL SUFRIMIENTO DE LA  
Población, es la carencia de fuerza física. Mediante los  
1.- **INTRODUCCION.**  
2.- **OBJETIVOS.**  
3.- **DEFINICION DEL PROYECTO.**  
4.- **ANTECEDENTES.**  
5.- **INVESTIGACION AGRICOLA.**  
6.- **INVESTIGACION DE RIEGO.**  
7.- **INVESTIGACION DE MATERIALES Y PROCESOS.**  
8.- **DISEÑO EXPERIMENTAL.**  
9.- **SINTESIS.**  
10.- **DESARROLLO DEL PROYECTO**  
a).- **Planes.**  
b).- **Ergonomia.**  
c).- **Antropometria.**  
d).- **Memoria Descriptiva.**  
e).- **Procesos.**  
f).- **Costos.**  
g).- **Recomendaciones de Uso.**  
11.- **CONCLUSIONES.**  
12.- **BIBLIOGRAFIA.**  
13.- **LUGARES VISITADOS.**

Sin adelantarnos en las etapas de investigación de  
campo, nos dirigiremos a la descripción de la planta;

para describirla en sus partes y en sus  
funciones. En seguida se describirá el terreno de  
estudio y se describirá el tipo de cultivo que se  
está haciendo en él.

Además para la subsistencia de la planta hay que tomar muy en cuenta desde los agentes atmosféricos que son ajenos al control humano, hasta la colocación de los nutrientes adecuados ya sean naturales o producidos químicamente.

Es muy importante tomar en consideración el problema que se refiere a la falta de alta tecnología, ya que ésta no se encuentra al alcance económico del campesino ni a la cantidad de tierra laborable que le pertenece.

Una vez que se inicia la etapa de recolección nos damos cuenta de que el campesino no tiene un adecuado sistema sobre su producción, de tal manera que desconoce la redituabilidad de la tierra.

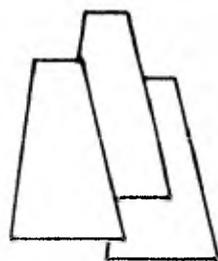
Aunado con lo anterior tenemos otros problemas como son: la erosión parcial o total de la tierra, haciendola difícil o definitivamente incultivable, la carencia parcial o total de agua para irrigación, y los problemas de tenencia de la tierra.

Observando el cúmulo de problemas como los anotados arriba pretendemos resolver o cuando menos mejorar algunas de las condiciones existentes por medio de la implantación del Sistema de Cultivo Vertical.

## OBJETIVOS.

Se pretende diseñar un sistema por medio del cual:

- 1.- Se pueda obtener un mejor control de plagas y enfermedades por medio de una fácil detección que facilite su exterminación.
- 2.- Disminuir la dependencia a los agentes atmosféricos.
- 3.- Evitar pérdidas excesivas de agua para irrigación.
- 4.- Eliminar al máximo la utilización de alta tecnología en el campo, ya que esta no se encuentra al alcance de las mayorías.
- 5.- Que exista un mejor aprovechamiento de la tierra parcial o totalmente erosionada que en condiciones normales no es utilizada para siembra.
- 6.- Aprovechamiento máximo en la superficie cultivable.
- 7.- Mejoramiento de las condiciones de trabajo del campesino.



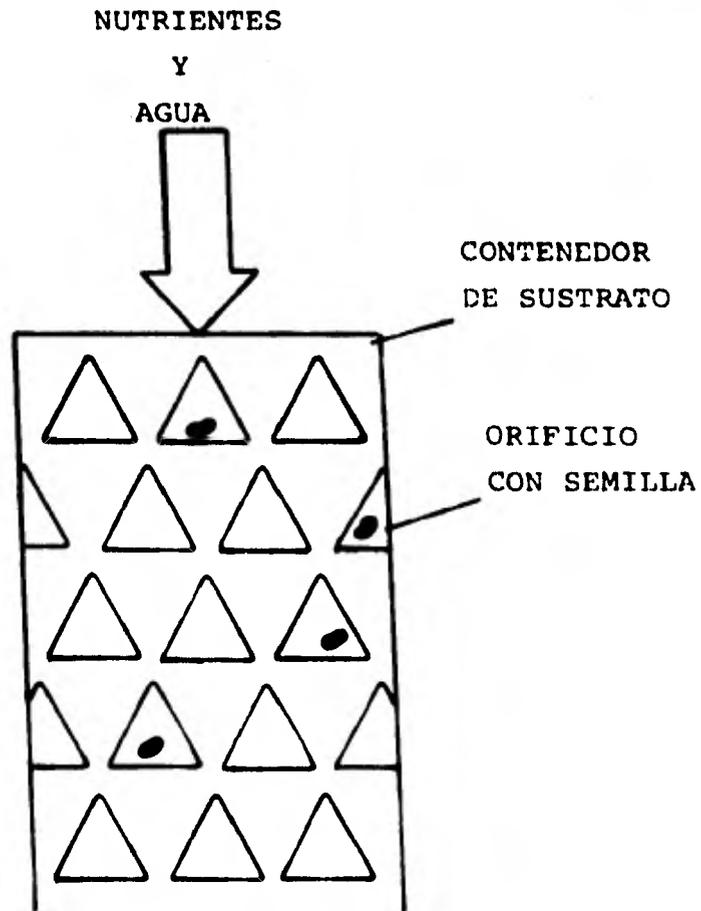
# **definición del proyecto**

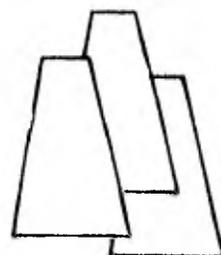
## DEFINICION DEL PROYECTO.

De acuerdo con los objetivos mencionados anteriormente, se llegó al diseño de un sistema que hemos llamado de Cultivo Vertical: este sistema consiste básicamente en:

Un contenedor de sustrato en cuyas paredes se encuentran orificios, en los cuáles se colocarán las semillas y crecerán las plantas.

Los fertilizantes acuosos o líquidos así como el agua son vertidos de un modo controlado en la mezcla que sirve de sustentación de las plantas.





**antecedentes**

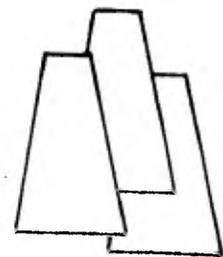
**ANTECEDENTES**

El primer antecedente conocido que se tiene de cultivo vertical se encuentra en Israel, en un Instituto de Investigación de la Universidad de Israel, el cual se originó debido a las enormes deficiencias que contempla este país, en cuanto a cantidad de suelo cultivable y agua.

Con respecto a nuestro país encontramos un experimento localizado en los viveros de Coyoacan SARH: El cual fué abandonado debido a circunstancias desconocidas pese a los resultados positivos.

En la Universidad de Chapingo se han empezado ha utilizar cilindros de tela de alambre para experimentar este tipo de cultivo.

En resumen , de todo lo anteriormente mencionado no se ha obtenido resultados definitivos, aunque se continuan los experimentos en vista de las probabilidades de éxito.



# **investigación agrícola**

## INVESTIGACION AGRICOLA

Los cultivos que probablemente se adapten más al sistema propuesto son: las hortalizas y las flores.

Nos referiremos principalmente a la hortalizas ya que éstas desempeñan un papel importante en la alimentación.

A continuación trataremos los siguientes puntos:

- 1.- Clasificación según su aprovechamiento.
- 2.- Tipos y dimensiones de las raíces.
- 3.- Formulas de soluciones de nutrientes.
- 4.- Tipos de suelos según el cultivo.
- 5.- Requerimientos de temperatura y ph para hortalizas.
- 6.- Enfermedades y plagas.
- 7.- Siembra conveniente de hortalizas según las zonas climatológicas de México.
  - a).-Zonas cálidas.
  - b).-Zonas templadas.
  - c).-Zonas frias.
  - d).-Zonas extremosas.
- 8.- Clasificación de suelos, según su granulometría.

## CLASIFICACION SEGUN SU APROVECHAMIENTO.

### 1.- Plantas aprovechables por sus raices, bulbos y tuberculos:

Rabano.	Nabo.	
Patatas.	Betabel.	Cebolla.
Zanahoria.	Ajo.	Porro.

### 2.- Plantas aprovechables por sus tallos:

Esparrago.  
Apio.

### 3.- Plantas aprovechables por sus hojas:

Acelga.	Verdolaga.	Guanzontle.
Col.	Espinaca.	
Lecuga.	Berros.	Cilantro.

### 4.- Plantas aprovechables por sus flores, frutos y semillas:

Alcachofa.	Haba.	Jitomate.	
Berenjena	Pepino.	Chícharo.	Uvas.
Brocoli.	Tomate.	Ejote.	Ajonjoli.
Calabaza.	Chile.	Garbanzo.	Frijol.
Fresa.	Chayote.	Coliflor.	Algodon.
Alcaparra.			Cartamo.

## TIPOS Y DIMENSIONES DE RAICES.

### 1.- Raíz Adventicia



### 2.- Raíz Pivotal



a).- Por sus hojas, tallos,  
frutos y semillas.  
Extensión horizontal el  
80% del diámetro del  
follaje.  
Extensión vertical del  
20 al 40% de la longitud  
del follaje.

b).- Por sus raíces, bulbos  
y tubérculos.  
Para extensión horizontal  
del 20 al 70% del bulbo.  
Para extensión vertical  
del 100 al 120% del bulbo.

a).- Por sus hojas, tallos  
frutos y semillas.  
Extensión horizontal  
el 30% del diámetro  
del follaje.  
Extensión vertical  
del 30 al 50% de la  
longitud del follaje.

b).- Por sus raíces, bulbos  
y tubérculos.  
Para extensión  
horizontal el 30%  
del bulbo.  
Para extensión vertical  
el 100% del bulbo.

#### FORMULAS DE SOLUCIONES DE NUTRIENTES.

Clima cálido

750 gr. Nitrato de Chile.  
350 gr. Superfosfato triple.  
700 gr. Sulfato Potásico.  
200 gr. Sulfato Cálcico  
450 gr. Sulfato Manganésico.  
5 gr. Sulfato de Hierro.  
20 gr. Bórax.  
0.1 gr. Sulfato de Cobre.  
0.2 gr. Sulfato de Zinc.  
1 gr. Sulfato de Manganeseo.  
SOLUCION EN 1000 Lt. DE AGUA.

**Clima templado.**

540 gr. Nitrato Potásico.  
90 gr. Nitrato Cálcico.  
140 gr. Fosfato Monocálcico.  
130 gr. Sulfato de Magnesio.  
14 gr. Sulfato de hierro.  
2 gr. Sulfato de Manganeso.  
1.7 gr. Bórax.  
0.6 gr. Sulfato de Cobre.  
0.8 gr. Sulfato de Zinc.  
SOLUCION EN 1000 Lt. DE AGUA.

**Clima frio.**

868 gr. Nitrato Cálcico.  
416 gr. Nitrato Potásico.  
10 gr. Sulfato Amónico.  
284 gr. Fosfato Monopotásico.  
378 gr. Sulfato Magnésico.  
20 gr. Sulfato de Hierro.  
10 gr. Bórax.  
5 gr. Sulfato de Manganeso.  
.04 gr. Sulfato de Zinc.  
.04 gr. Sulfato de Cobre.  
SOLUCION PARA 1000 Lt. DE AGUA.

## TIPOS DE SUELO SEGUN EL CULTIVO.

ESPARRAGO	Siliceo-arcilloso. Sin exceso de cal. No más del 25% de níquel. 8% de arcilla. Salinos. Suelos. Frescos.
ACELGA	Profundos. De consistencia media. Frescos. Muy abonados.
APIO	Frescos. Pantanosos. Provistos de humus. Calizos.
COL BERZA	Frescos. Profundos. Calizos. Graníticos. Recientemente roturados.
ESPINACA	Fértiles. Abundante en abonos. Tierras sueltas, profundas y francas. No suelos ácidos.
LECHUGA	Lechugas de invierno en terrenos sueltos, de verano, terrenos compactos.
BERENJENA	Tierras francas. Suaves. Suelas. Humíferas
COLIFLOR	Frescos. Profundos. Calizos. Graníticos. Recientemente roturados.
FRESA	Siliceo-arcilloso. Calizos. Francos.
CHICHARO	Siliceo-arcilloso.
PEPINOS Y PEPINILLOS	Frescos y muy ricos en materias orgánicas.
PIMIENTO	Tierras mullidas de mediana consistencia. Recomendables enmiendas arenosas.
TOMATE	Tierras francas. Suaves. Suelas. Humíferas.
JUDIA (FRIJOL)	Frescos. Hondos y permeables.
ANIS	Suelos. Frescos. Permeables.
AZAFRAN	Tierras de Secano.

**REQUERIMIENTOS DE TEMPERATURA Y PH PARA  
HORTALIZAS.**

PLANTA	PH DEL SUELO	REQUERIMIENTOS DE TEMPERATURA EN °C
Alcachofa		15°- 18°
Espárragos	6.0-6.8	- 1°
Haba	5.5-6.8	15°- 18°
Frijol común	5.5-6.8	15°- 21°
Frijol lima	5.5-6.8	15°- 21°
Ejotes	5.5-6.8	15°- 21°
Col	6.0-6.8	15°- 18°
Zanahoria	5.5-6.8	15°- 18°
Elote	5.5-6.8	15°- 24°
Chícharo de vaca		15°- 24°
Pepino	5.5-6.8	18°- 24°
Ajo	5.5-6.8	13°- 24°
Puerro	6.0-6.8	13°- 24°
Lechuga cabezona	6.0-6.8	15°- 18°
Lechuga orejona	6.0-6.8	15°- 18°
Chícharo	5.5-6.8	15°- 18°
Chile	5.5-6.8	21°- 29°
Pimiento	5.5-6.8	21°- 24°
Calabaza	5.5-6.8	18°- 24°
Espinaca	6.0-6.8	15°- 18°
Espinaca de		
Nueva Zelanda	6.0-6.8	15°- 24°
Frijol soya	6.0-6.8	18°- 24°
Calabaza de		
cuello de verano	5.5-6.8	18°- 24°
Tomate	5.5-6.8	21°- 24°

## ENFERMEDADES Y PLAGAS .

Durante el desarrollo de la planta, ésta se encuentra expuesta a varias enfermedades y plagas que pueden ser producidas por parásitos o insectos o deficiencias en cuanto a nutrientes, ph, nivel de CO<sub>2</sub> en el ambiente, oxigenación en las raíces, falta de agua, etc.

Estas enfermedades y plagas pueden atacar la semilla e impedir la germinación o bien cuando la planta ya se ha desarrollado pueden dañar; las raíces, las hojas, los tallos o los frutos, y afectar al cultivo llevandolo en ocasiones hasta la muerte.

Existen diversos métodos para el combate de éstas, dependiendo del tipo de enfermedad o plaga.

Cuando se trata de enfermedades producidas por alguna deficiencia, los tratamientos más comunes son:

- a).- Cubrir la deficiencia.
- b).- Rotación de cultivos.
- c).- Aplicar cal para convertir el suelo en ligeramente alcalino.
- d).- Destrucción de las plantas enfermas para evitar que se propage la enfermedad.
- e).- Cultivar variedades resistentes.

Cuando se trata de enfermedades producidas por insectos normalmente se aplican productos químicos, ya sea por aspersión o directamente en el suelo.

SIEMBRA CONVENIENTE DE HORTALIZAS SEGUN LAS ZONAS CLIMATOLOGICAS DE MEXICO.

ZONAS CALIDAS.

Cultivo	Variedad	Cantidad de semilla	Distancia 10m.entre p.y.p.	Mejores epocas de siembra.	Dias de la siembra.	
Acelga	Fordhook Giant	8 gr.	20 a 30	Oct. a Mar.	50 a 60	75
Brócoli	Waltham 29	4 gr.		60 Oct. a Ener.	70 a 80	75
Calabacita	Caserta					
	Zucchinni Gray.	40 sem.	75	Nov. a Dic.	60 a 70	100
Col	Resistant					
	Detroit	5 gr.	60	Oct. a Ener.	75 a 80	75
Coliflor	Snowball X	5 gr.	60	Oct. a Ener.	75 a 80	75
Chile	Serrano	5 gr.	50 a 70	Sept. a Mar.	150 a 180	75
Frjol Ejotero	Contender					
	Tender green	80 gr.	7	Sept. a Ener.	60 a 70	75
Jitomate	Ace, Roma	5 gr.	70	Sept. a Febr.	130 a 150	150
Lechuga	Imperial 487 y					
	Grat lakes	3 gr.	30	Oct. a Ener.	60 a 70	75
Melón	S.R. 91	40 sem.	50	Nov. a Dic.	90 a 120	150
Pepino	Poinsset,					
	Marketer y Palmetto	40 sem.	50	Nov. a Dic.	70 a 90	150

ZONAS CALIDAS.

Rabanito	Comet, Crimson					
	Giant	10 gr	5	Todo el año.	20 a 25	75 D
Sandía	Congo e					
	Improved					
	Peacock	40 sen.	100	Nov. a Dic.	90 a 100	150
Zanahoria	Nantes	8 gr.	6	Oct. a Ener.	70 a 80	75 D

D SURCO DOBLE HILERA DE SIEMBRA.

SIEMBRA CONVENIENTE DE HORTALIZAS SEGUN LAS ZONAS CLIMATOLOGICAS DE MAXICO

ZONAS TEMPLADAS

Cultivo	Variedad	Cantidad de semillas 10 m.	Distancia entre p y p.	Mejores épocas	Días de la siembra.	Distancia entre surco y surco.
Frijol ejotero	Apennine, Harvester	80 gr.	6	Marzo a Junio	60	92 D
Jícama	Aguadulce, Cristalina Criolla	50 gr.	20	Feb. a Marzo	180	92 D
Jitomate	Ace, San Marzano VF Roma	2 gr.	30	Nov. y Junio	100 a 120	150 a 180
Lechuga de oreja	Eiffel Tower Cos. Criolla Romanine.	1.5 gr.	30	Todo el año	70 a 90	92 D
Lechuga de Bola	Grant Lakes 407 Ithaca Mt	1.5 gr.	30	Todo el año	70 a 90	92 D
Pepino	Victory, Poinnett, Stono, M&M Hybrid.	100 gr.	30	Feb. y Julio	58 a 70	150
Pepinillo	Dixie	120 gr.	25	Feb. a Julio.	48 a 62	150

ZONAS TEMPLADAS.

Rabanito	Cherry glo					
	Cherry Belle					
	G D Crimson					
	Giante	15 gr.	3	Todo el año.	30	76 D
Tomate de	Cascara Criolla	4 gr.	30	Dic. a Febr.	120 a 150 92 a 120	
Zanahoria	Nantes	8 gr.	5	Todo el año.	90 a 110 92 D	
Acelga	Fordhook Giant	10 gr.	15	Todo el año.	55 a 65 76 a 92 D	
Ajo	Chileno, Criolla	200 dient.	7	Agosto a Oct.	165 a 180 76 a 92 D	
Apio	Compac II Utah					
	Tall Green	3 gr.	30	Todo el año.	140 a 180 92 D	
Brócoli	F 1 Cleopatria					
	Waltham 29	4 gr.	40	Todo el año.	80 a 110 92 D	
Calabacita	Zucchinni Gray,					
	Caserta Criolla	40 sem.	60	Marzo a Sep.	50 a 80 120	
Col	Glory of					
	Enkhuizen Blue					
	Chip, Copenhagen					
Coliflor	Market	1.5 gr.	30	Todo el año.	80 a 120 92 D	
	Early Snowball					
	y Snowball Type					
	F 1	1.5 gr.	40	Todo el año.	85 a 120 92 D	

ZONAS TEMPLADAS

Chícharo	Aurora, Perfect						
Tardío.	213.	80 gr.	3	Agosto a Dic.	90 a 98		76 D
Chicharo	Early Harvest						
Precos	Alaska.	80 gr.	2 a 3	Agosto a Enero.	61 a 75		76 D
Chile Ancho	Esmeralda, Verdeño, Flor de Pabellon.	2 gr.T	30	Marzo a Abril.T	140 a 150		92 a 120
Chile Pasilla	Criollo de Apaseo,Pabellon	2 gr. T	30	Marzo a Abril.T	150 a 160		92 a 120
Chile Mulato	Roque	2 gr. T	30	Marzo a Abril.T	150		92 a 120
Chile Dulce	Yolo Wonder A. Yolo Wonder.	2.5 gr. T	30	Marzo a Abril.T	120 a 130		92 a 120
Espárrago	UC309 UC66 UC72	4 gr.	30	Marzo.	3 años.		150
Espinaca	Hidrida No. 7 Viroflay.	20 gr.	8	Todo el año.	40 a 70		76 D
Fresa	Tioga, Fresno	70 P.	30	Marzo a Sep.	90 a 100		100 D
Frijol	Rodeo, Early						
Ejotero	Harvest,Black						
(mata)	Valentine, Contender	80 gr.	6	Marzo a Junio	60		92 D

## ZONAS TEMPLADAS

Nota: Estas recomendaciones son exclusivamente para huertos familiares, en algunos cultivos para comerciales varían las distancias entre surco y las cantidades de la semilla.

D SURCO CON DOBLE FILERA

T TRANSPLANTE

SIEMBRA CONVENIENTE DE HORTALIZAS SEGUN LAS ZONAS CLIMATOLOGICAS DE MEXICO

ZONAS FRIAS

Cultivo	Variedad	Cantidad de semilla en 10 m.	Distancia entre p. y p.	Mejores épocas de siembra.	Días de la siembra. Madurez	Distancia entre surco y surco.
Acelga	Fordhook Giant	16 gr.	20	15 Abr.-30 Jun.	50 a 60	75
Apio	Utah Tall Green	2 gr.	40	1o Abr.-30 Abr.	165 a 185	75
Brócoli	Waltham 29	2 gr.	60	15 Abr.-15 Jun.	75 a 100	75
Calabacita	Caserta, Zucchinni Gray	48 sem.	100	1o May.-30 May.	50 a 65	75
Chícharo	Perfection, Sta. Elena 626	65 gr.	3	1o Mar.-15 Mar.	60 a 90	75
Chile	Ancho V-2	3 gr.	50	1o Mar.-30 Mar.	150 a 180	75
Col	Golden Acre	2 gr.	50	1o Abr.-15 Jun.	90 a 120	75
Coliflor	Early Snwball	2 gr.	60	1o Mar.-15 Jun.	80 a 110	75
Frijol	Tendergreen					
Ejotero	Black Valentine	168 sem.	6	1o Abr.-15 May.	70 a 85	75
Lechuga de Cabeza	Great LakesR200	2 gr.	30	15 May-30 Jul.	80 a 100	75
Lechuga de oreja	Parris Island Cos.	2 gr	30	1o May-30 Jul.	70 a 100	75

### ZONAS FRIAS

Pepino	Poinsett, Hybrid Ashely Gemini 7, Marketer.	70 sem.	30	Feb. a Julio.	60 a 80	150
Rabanito	Comet, Crimson Giant	15 gr.	3	Todo el año.	30 a 40	92 D
Tomate	Early Pak 7, Roma, VFN8,	5 gr.	30	Feb. a Marzo.	100 a 120	184
Zanahoria	Imperator 58, Nantes.	8 gr.	5	Sep. a Enero.	90 a 120	92 a 100 D

Nota: Estas recomendaciones son exclusivamente para huertos familiares.  
En algunos cultivos para siembras comerciales varían las distancias  
entre surcos y las cantidades de semilla.

D SURCOS CON DOBLE HILERA.

ZONAS EXTREMOSAS.

Acelga	Fordhook Giant	16 gr	20 a 30	Sep. a Marzo	50 a 70	92 a 100 D
Calabacita	Zucchinni Gray					
	Caserta	48 cm.	60	Feb. a Abril.	60 a 75	120
Brócoli	Waltham 29	4 gr.	40	Sep. a Enero.	80 a 100	92 a 100 D
Col	Green Acre,					
	Golden arce,					
	Copenhage Mark.	5 gr.	40	Sep. a Nov.	100 a 120	92 a 100 D
Coliflor	Snowball X	5 gr.	40	Sep. a Enero.	100 a 120	92 a 100 D
Chile	Floral Gem Gde.					
	Serrano Yolo					
	Wonder (dulce)	6 gr.	50	Feb. a Marzo.	150 a 180	92 a 100
Espinaca	Hibrido 7,					
	Viroflay	20 gr.	10	Sep. a Enero.	50 a 80	92 a 100
Frijol	Early Hervest					
Ejotero	Contender	168 sem.	10	Feb. a Marzo.	60 a 75	92 a 100
Lechuga	Great Lakes 659	3 gr	30	Sep. a Oct.	80 a 100	92 a 100 D

ZONAS EXTREMOSAS.

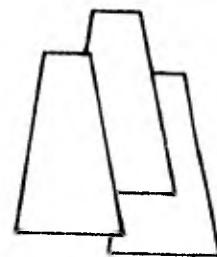
Pepino	Poinsett, Hybrid					
	Ashely, Gemini 7 Marketer	70 sem.	30	Feb. a Mar.Jul.	60 a 80	150
Rabanito	Comet, Crimson					
	Giant	15 gr.	3	Todo el año.	30 a 40	92 D
Tomate	Early Pak 7, Roma,					
	VFN8, Palomor	5 gr.	30	Feb. a Marzo.	100 a 120	184
Zanahoria	Imperator 58,					
	Nantes	8 gr.	5	Sep. a Enero.	90 a 120	92 a 100 D

NOTA: Estas recomendaciones son exclusivamente para huertos familiares. En algunos cultivos para siembras comerciales varían las distancias entre surcos y las cantidades de semilla.

D SURCOS CON DOBLE HILERA.

## CLASIFICACION DE SUELOS.

SUSTRATOS	GRANULOMETRIA	VOLUMEN DE POROS	ABSORCION DE AGUA
Grava de Piedra Poméz	2-15 mm.	85 %	45 %
Ladrillo Molido	2-15 mm.	60 %	45 %
Grava de Cuarzo	2-20 mm.	10 %	5 %
Granito Molido	2-20 mm.	40 %	5 %
Grava de Río	2-15 mm.	85 %	45 %
Arena	.5-2 mm.	85 %	45 %
Substancias Sintéticas Expandidas	5-15 mm.	60 %	30 %
P. V. C.	40 mm.	1 %	
Turba	5-80 mm.	90 %	40 %



**investigación  
de  
riego**

## INVESTIGACION DE RIEGO.

## INTRODUCCION.

Toda la producción de los cultivos depende del agua.

Las plantas se abastecen a partir de las reservas de humedad que se almacenan en el suelo, las cuales son a su vez, remplazadas de vez en cuando por las lluvias o el riego.

Las condiciones climáticas de nuestro país en cuanto a precipitación son muy variadas dependiendo del clima, altura, etc., de tal manera que no siempre puede contarse con las reservas de humedad que pueda tener el suelo en el grado suficiente para producir buenas cosechas.

Los cultivadores han reconocido estos hechos, así como los efectos de las largas temporadas de sequía sobre los cultivos de granjas y hortícolas. Cuando estos períodos faltos de lluvia se prolongan suelen aparecer serios descensos en el desarrollo vegetal, bajos rendimientos, maduración prematura, y fallos completos en el cultivo.

Aún cuando los períodos de sequía suelen ser de corta duración, pueden ser suficientes para anular el desarrollo vegetal y; cuando aparece en un período crítico de la vida del cultivo, las pérdidas económicas pueden ser considerables.

El riego puede mejorar las deficiencias de lluvia y suplementar las reservas de humedad del suelo, hasta el punto de mantener un buen nivel de producción.

Sin embargo, también el tratamiento de agua en tiempo malo o en cantidades inadecuadas pueden reducir seriamente las ganancias potenciales.

Por lo tanto, es necesario el estudio de métodos controlados de riego de cultivos, es decir, ¿Cuanto y Cuando?

También es importante considerar los aspectos de instalación y técnica del riego.

Los abastecimientos de agua suelen ser limitados y los costes de puesta en marcha del sistema son a veces elevados.

Los cultivos agrícolas se desarrollan normalmente en grandes áreas, por lo que el desembolso total ha de ser considerable. Los beneficios por hectárea de cultivo suelen ser bajos y es importante el utilizar el equipo de riego lo más intensamente posible para reducir los costes del mismo.

#### PRACTICAS DE RIEGO.

El riego sobre el terreno se ocupa de la transferencia de agua de un sistema de conducción de tuberías o canales, al interior del suelo hasta llegar al punto en que puedan utilizarla las raíces de las plantas en crecimiento.

Las posibilidades lógicas son:

- a).- Hacer correr el agua sobre la superficie, con el fin de que se filtre en el suelo.
- b).- Hacer pasar agua al interior del suelo, a cierta profundidad, hasta que la acción capilar la lleve hasta la zona de las raíces.
- c).- Hacer que el agua caiga sobre el terreno, de tal modo que no dañe las plantas ni el suelo.

Estas son las categorías básicas de aplicación práctica del agua, y se conocen como riego de superficie, subriego y riego por aspersion. Cada una de estas técnicas de riego tiene ventajas y riesgos inherentes, que afectan su valor para cualquier situación práctica.

#### RIEGO DE SUPERFICIE.

La humanidad ha estado suministrando agua a la tierra mediante el riego de superficie durante miles de años y en todos los países en que se practica el riego, se han desarrollado métodos locales. El enfoque científico de los últimos años ha hecho que se escojan y desarrollen los más eficientes.

La esencia de la práctica moderna sobre el terreno es:

- 1.- El control racionalizado del agua.
- 2.- La mejor utilización de la mano de obra.

### 3.- Evitar los riesgos del anegamiento y la salinidad.

El producto final conveniente de cualquier método de riego es: la zona de las raíces regada uniformemente, con una filtración que sea lo suficientemente profunda para una lixiviación apropiada de las sales perjudiciales.

La profundidad del riego es una función de varios factores hidráulicos que son:

- 1.- Descarga
- 2.- Pendiente de la corriente
- 3.- Irregularidad del terreno
- 4.- Forma del canal sobre el terreno  
y otros de los suelos como:
  - a).- Resistencia a las filtraciones de la superficie del suelo.
  - b).- Permeabilidad vertical
  - c).- Permeabilidad horizontal
  - d).- Rapidez de drenaje.

### TIPOS DE RIEGO DE SUPERFICIE.

1.- Riego de surcos : Muchos cultivos agrícolas pueden crecer en lechos separados por surcos, donde se necesita riego, se puede hacer correr agua.

2.- Franjas marginales: un buen método de riego adecuado para los pastos y otros cultivos densos.

3.- Cuencas: una cuenca es una porción plana de terreno rodeada por linderos. Se utiliza en fraccionamientos de ciudades, en propiedades agrícolas, para regar árboles individuales, en los jardines , para el riego de extensiones de pasto de varias formas y tamaños, en los terrenos agrícolas y en las huertas.

4.- Inundación no controlada: todavía se practican las inundaciones no controladas, se abren brechas en los

costados de las zanjias de riego, dejando que se extiendan cantidades no controladas de agua de inundación en los terrenos adyacentes, después del riego se cierran las brechas de los costados de las zanjias.

#### SUBRIEGO.

Las ventajas son: la prevención de las pérdidas por evaporación de la superficies abiertas del agua o los suelos mojados y la eliminación de los obstáculos que representan las tuberias y los diques para las labores de cultivo.

#### SUBRIEGO NATURAL.

Es llamado así por las condiciones que lo hacen posible son geológicas o topográficas. Se trata de los terrenos casi nivelados y una capa de suelo superficial profunda y de gran permeabilidad lateral, bajo la que hay, de dos a siete metros de profundidad un estrato impermeable.

#### SUBRIEGO ARTIFICIAL.

El subriego artificial incluye el empleo de un sistema de tubos subterráneos perforados, por los que se hace pasar agua a presión para que se infiltre en el suelo. Este método sólo funcionará adecuadamente si el suelo tiene una alta impermeabilidad horizontal y baja en sentido vertical. Los sistemas de este tipo requieren tuberías con un espaciamiento de sólo 450 mm. y profundidades de 500 mm.

Son costosos y pueden sufrir daños debidos a las labores profundas de cultivo.

En funcionamiento requieren el mantenimiento de la presión por medio del bombeo o la gravedad, desde un depósito elevado. Todavía no son prácticos para utilizarlos sobre el terreno. El riego de goteo, en el que el agua se conduce a las hileras de plantas por medio de pequeños tubos de plástico perforados, en la superficie del terreno o cerca de ella, se incluyen en una categoría separada.

#### RIEGO POR ASPERSION

El sistema de riego por aspersión consiste básicamente en una fuente de agua, una unidad de bombeo, un sistema de tuberías de conducción y un sistema mediante el que se lanza el agua al aire, para que caiga en forma de aspersión.

Las salidas más comunes de aspersión de terreno son las de rociadores giratorios. Consisten en uno o dos boquereles inclinados montados en un soporte que se hace girar sobre un eje vertical, mediante la acción de una válvula de martillo. Por lo común el rociador va montado en un elevador de 25 mm. de diámetro, fijo a la tubería del terreno que lo alimenta. Al funcionar, un chorro empuja la válvula y la hace a un lado. La válvula esta restringida y regresa, debido a un resorte ligero. El regreso termina en un tope del cuerpo, que gira en un pequeño ángulo, debido al impulso. Luego, la válvula vuelve a interceptar el chorro y se repite todo el ciclo.

#### RIEGO DE GOTEO O EXUDACION

La base del sistema es un tubo de plástico perforado tendido sobre el terreno, a la base de una hilera de plantas y alimentado por la tubería central del terreno.

Todas las tuberías del terreno se dejan en su lugar toda la temporada del cultivo y el agua se suministra diariamente abriendo la llave.

El método se presta para la aplicación de fertilizante en solución, lo que constituye una práctica habitual.

Las salidas o perforaciones se diseñan para emitir un reguero en lugar de un chorro de líquido y se escogen los espaciamientos para producir una franja húmeda a lo largo de la hilera de los cultivos, o bien un redondel de tierra mojada en torno a cada planta.

Las perforaciones simples en un tubo tienden a atascarse y no dan una emisión uniforme en las longitudes de tubos necesarias para que el método sea práctico a la escala del terreno ( longitudes de 50 a 100 m.). Se han establecido varios métodos para resolver este problema, que se debe principalmente a la disminución de la presión a lo largo del tubo. La principal ventaja de la exudación sobre otros tipos de riegos es el excelente control de la aplicación del agua que permite . El agua se aplica diariamente a un ritmo tan cercano como sea posible al índice de consumo de las plantas.

La evaporación de la superficie del suelo es mínima y se puede evitar casi por completo la filtración profunda.

Las deficiencias de humedad al suelo se mantienen en un mínimo mediante el riego diario; pero se mantiene la ventilación de los suelos. Mediante la inclusión de fertilizantes en el agua, se suministran directamente nutrientes a las raíces de las plantas, y puesto que se encuentran en el agua, pueden asimilarlos con facilidad.

Estos dos efectos se combinan para producir un ambiente muy favorable para el crecimiento de las plantas y el mejoramiento del rendimiento y la calidad en una gama muy amplia de cultivos se ha logrado mediante la introducción de un sistema de riego por exudación o goteo.

Se sostiene que los aumentos típicos son de un 100% de rendimiento por unidad de volumen de agua y hasta un 25% de rendimiento por hectárea.

## FUENTES DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA

Las fuentes de suministro de agua de riego se pueden obtener de estanques, manantiales, drenajes, lagos, arroyos y ríos, de pozos artesianos poco profundos o perforaciones hondas, o bien, para instalaciones relativamente pequeñas, de los suministros públicos.

En algunas circunstancias el agua de riego se puede tomar de estuarios salobres. Por lo común se necesita un bombeo y el equipo empleado incluye elevadores primitivos, manejados por el hombre o por animales de tiro, norias y dispositivos de agua por aire, bombas centrífugas accionadas por medio del viento, motores eléctricos o de combustión interna.

### PUNTOS DE ABSTRACCION

La complejidad de las instalaciones a la orilla de un lago o un arroyo depende de; si puede haber o no fluctuación del nivel de agua, desechos flotantes, contaminación del agua con algas o productos diversos y el índice requerido de abstracción.

### PRESAS Y ESTANQUES

Las dificultades debidas a las fluctuaciones del nivel del agua o el flujo insuficiente de los arroyos para satisfacer el índice requerido de extracción se pueden superar estableciendo presas en los cursos de agua para formar estanques artificiales en la corriente o fuera de la misma.

## POZOS Y PERFORACIONES.

Los pozos superficiales excavados se han utilizados desde los albores de la historia, para obtener agua de riego, pero su éxito depende de la presencia de una tabla freática cerca de la superficie, para poder utilizar una bomba elevadora o unos de los muchos dispositivos mecánicos que existen.

## LAGOS ARTIFICIALES Y EMBALSES.

Excavaciones para recolección de agua por diferentes métodos, las cuáles se pueden recubrir de polietileno, PVC, caucho de butilo, concreto reforzado o cualquier material que impida la filtración del agua.

## SUMINISTROS PUBLICOS DE AGUA.

Cuando se toma agua del suministro público con fines de riego es necesaria la instalación de un depósito de retención suficientemente grande para satisfacer las necesidades agrícolas durante por lo menos 24 horas para evitar las reducciones indeseables de la presión en las tuberías.

## USO DE AGUA POR LOS CULTIVOS

El conocimiento del índice de consumo de agua por los cultivos y las características de retención del agua son fundamentales para diseñar el sistema de suministro de agua y programar el proyecto de riego.

La evaporación de una unidad de plantas y suelo

comprende: la evaporación de la superficie del suelo y la transpiración de la planta a través de la hoja.

Este índice de humedad se denomina: índice de evaporación potencial.

Los valores típicos de evaporación potencial son:

- 1.- 3 mm. de agua al día para los climas templados.
- 2.- 5 a 8 mm. por día en los trópicos húmedos.
- 3.- 10 a 12 mm. por día en las regiones muy áridas.

La evaporación real de un cultivo en comparación con la potencial depende de:

- 1.- Las succiones de la humedad del suelo que reducen la absorción de agua por las raíces a un índice inferior al potencial.
- 2.- La cubierta de hojas en las primeras etapas del crecimiento, representa una superficie incompleta de evaporación a la atmósfera.
- 3.- Los cambios fisiológicos de las plantas por ejemplo: la muerte de las hojas en la madurez.

La estimación del consumo de agua por las plantas, se lleva a cabo calculando la evaporación potencial y modificando su valor de acuerdo con los puntos uno, dos y tres anteriores. Sobre todo, la succión máxima de la humedad del suelo que se deja que se desarrolle y sus efectos sobre la evaporación y el rendimiento, pueden controlarse en gran parte mediante el diseño y el funcionamiento del proyecto, la economía y las condiciones naturales indican la frecuencia ideal del riego.

A pesar de las investigaciones cada vez más numerosas sobre las relaciones entre las plantas y el agua y las correlaciones entre el agua y el rendimiento de los cultivos, no se dispone todavía de una fórmula universal o un conjunto de fórmulas que permitan calcular el consumo de agua de los cultivos. Con frecuencia la práctica y la experimentación directa son los únicos métodos disponibles.

A continuación se presenta una tabla que muestra el consumo aproximado de agua para riego.

CULTIVO	AGUA NECESARIA EN 24 HORAS Lt/Seg. en una Ha.
Acelga	0.58
Ajonjolí	0.58
Alfalfa	0.62
Algodón	0.46
Alpiste	0.46
Café	0.58
Calabaza	0.46
Col	0.77
Comino	0.31
Chícharo	0.39
Chile	0.46
Chipotle	0.39
Ejote	0.39
Fresa	0.54
Frijol	0.31
Garbanzo	0.46
Girasol	0.39
Haba	0.39
Jitomate	0.46
Lenteja	0.39
Linaza	0.39
Lino	0.31
Lechuga	0.77
Morera	0.46
Oleaginosas	0.46
Pepino	0.58
Pimiento	1.16

Tomate

0.46

Vid

0.39

## EL AGUA EN LOS SUELOS

La gama de cantidades de agua disponible para las plantas se considera que esta entre la capacidad de campo o limite superior ( es aquel en el que toda el agua gravitacional se drena; el suelo, en este estado, se dice que está en la capacidad de campo, que se considera normalmente como límite superior para el agua disponible para las plantas ) y un límite inferior en el que la humedad del suelo se retiene tan firmemente que la planta no puede obtenerla con suficiente rapidez para poder sobrevivir.

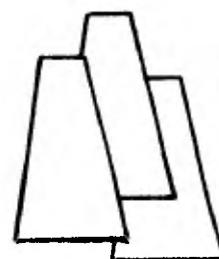
Aún cuando se han hecho numerosas definiciones de este limite, se utilizará con fines prácticos el punto de marchitamiento permanente. Este es el contenido de humedad en el que las plantas se marchitan o ajan permanentemente, o sea, que no recuperan su turgencia cuando se añade agua al suelo, pero el punto de marchitamiento permanente se puede definir de manera más útil mediante la succión del suelo que por medio del contenido de humedad.

### RESULTADOS DE PRUEBAS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CAMPO Y EL PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE.

Tipos de suelo	Capacidad de campo	Punto de marchitamiento permanente
Arcilla	45 %	30 %
Marga Arcillosa	40 %	25 %
Marga Arenosa	28 %	18 %
Arena Fina	15 %	8 %
Arena	8 %	4 %

**RESULTADOS TIPICOS DE PRUEBAS PARA DETERMINAR EL  
AGUA DISPONIBLE EN DIFERENTES TIPOS DE SUELOS. Mm./m de S.**

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Agua disponible</b>
<b>Arcilla</b>	<b>135 Mm.</b>
<b>Marga Arcillosa</b>	<b>150 Mm.</b>
<b>Marga Arenosa</b>	<b>120 Mm.</b>
<b>Arena Fina</b>	<b>80 Mm.</b>
<b>Arena</b>	<b>55 Mm.</b>



**investigación  
de materiales  
y procesos**

## INVESTIGACION DE MATERIALES Y PROCESOS.

Los siguientes materiales y procesos se consideran los más factibles para la fabricación de sistema.

### ARCILLAS (Barro).

Propiedades generales: Aislante térmico y eléctrico. Higroscópico. Resistencia a compresión y no a la tensión.  
Pesos específico:  $0.42 \text{ Kg/cm}^2$ .  
Obtención en el mercado: Granulado, 0.0002 a 0.05 mm.  
Procesos: Moldeado, cocción  $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### ASBESTO

Propiedades generales: Aislante eléctrico, resistente al calor y agentes químicos. Resistencia a compresión no a tensión.  
Peso específico:  $2.0 \text{ Kg/cm}^2$ .  
Obtención en el mercado: Fibras con aglutinantes.  
Procesos: Moldeado compresión.

### CONCRETO REFORZADO (Malla de alambre o fibra de vidrio)

Propiedades generales: Aislante térmico y eléctrico. Resistencia a agentes químicos. Buena resistencia a la compresión y a la tensión. Inerte. Higroscópico.  
Peso específico:  $2.5 \text{ Kg/cm}^2$ .  
Obtención en el mercado: Granulado, arena, grava y cemento.  
Procesos: Moldeado. Aspersión.

### MADERA (Pino)

Propiedades generales: Resistencia, alta corrosión, aislante térmico y eléctrico. Higroscópico.  
Peso específico:  $0.42 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Obtención en el mercado: Tablones.**

**Procesos: Ensamblado.**

**LAMINA DE FIERRO COLD ROLLED (Galvanizada o Esmaltada)**

**Propiedades generales: Fácil corrosión, impermeable, resistencia a la tensión, compresión y rotura. Necesario acabado exterior e interior. No aislante térmico.**

**Peso específico: 48.42 a 1.83 Kg/m<sup>2</sup>.**

**Obtención en el mercado: Hojas.**

**Procesos: Rechazado, troquelado, doblado.**

**ABS**

**Propiedades generales: Buenas propiedades mecánicas, eléctricas, térmicas. Resistente a los agentes climáticos y químicos, resistente al impacto y a la tensión. Buena rigidez, higroscópico. Temperatura de uso permanente: max. 60-80 °C.**

**Contracción: 0.5 a 0.7 %**

**Obtención en el mercado: Polvo y pellets.**

**Procesos: Inyección, formado al vacío, rotomoldeado y soplado.**

**ACETATO DE CELULOSA**

**Propiedades generales: Elevada tenacidad, poco sensible a las respaduras, buen brillo, no estable al sonido, estabilidad de forma limitada por humedad y calor. Temperatura de uso permanente: max. 60-85 °C. Inestable a los ácidos y alcalis, ésteres y cetonas.**

**Obtención en el mercado: Rollos y láminas.**

**Procesos: Formado al vacío, formado libre.**

**P. V. C.**

**Propiedades generales: Muy elástico, carácter semejante a la goma, duro, resistente a la rotura, anticorrosivo, aislante térmico y eléctrico. Resistente a los agentes químicos. Dificilmente combustible. Existe en rígido y flexible. Temperatura de uso permanente: max. 50-70 °C.**

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0.4 a 0.5 %.

Obtención en el mercado: Polvo fino y pellets.

Procesos: Inyección, formado al vacío, rotomoldeado, extrusión.

#### POLICARBONATOS

Propiedades generales: Buena estabilidad dimensional y propiedades eléctricas sobre un amplio margen de temperaturas, así como una buena tenacidad y estabilidad térmica.

Obtención en el mercado: Pellets y película.

Procesos: Extrusión, inyección, rotomoldeo.

#### POLIESTIRENO

Propiedades generales: Gran rigidez y exactitud en medidas, valores dieléctricos favorables, resistente a la humedad y estable al agua, tiende a formar grietas. Tiene poca resistencia al impacto. Temperatura de uso permanente: max. 60-75 °C. Densidad : 1.05 gr/cm<sup>3</sup>.

Contracción de 0.4 a 0.6 %.

Obtención en el mercado: Pellets y lámina.

Procesos: Formado al vacío, inyección, extrusión, rotomoldeo.

#### POLIETILENO (Alta densidad)

Propiedades generales: Alta rigidez, estabilidad a la temperatura, estabilidad de forma, buena dureza superficial destacadas propiedades dieléctricas, insípido e inodoro, resistente a la ebullición y esterilizable. Estable frente a ácidos, alcalis y alcohol.

Condicionalmente estable frente a ésteres, cetonas, éteres, aceites y grasas. Inestable frente a hidrocarburos clorados, benzol, bencina y carburantes.

**Temperatura de uso permanente: max. 105 °C.**

**Densidad: 0.94 - 0.96 gr/cm<sup>3</sup>.**

**Contracción: 2.0 a 4.0 %**

**Obtención en el mercado: Pellets, polvo.**

**Procesos: Inyección, extrusión, rotomoldeo, soplado.**

#### **POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD**

**Propiedades generales: Alta flexibilidad, buena resistencia térmica, baja dureza superficial, muy buenas propiedades dieléctricas, insípido e inodoro.**

**Estabilidad frente a ácidos y alcalis, alcohol, condicionalmente estable frente a ésteres, cetonas, éteres aceites y grasas. Inestable frente a hidrocarburos clorados.**

**Temperatura de uso permanente: max. 85-95 °C.**

**Densidad: 0.92 a 0.94 gr/cm<sup>3</sup>.**

**Contracción: 1.2 a 2.5 %**

**Obtención en el mercado: Pellets y polvo.**

**Procesos: Inyección, rotomoldeo y soplado, extrusión.**

#### **POLIPROPILENO**

**Propiedades generales: Elevada estabilidad de forma al calor, resistente a la tracción y al choque, rigidez. Buena dureza superficial sin tendencia a la corrosión por tensiones, quebradizo a menos de 0 °C.**

**Temperatura permanente de uso: max. 120 a 130 °C.**

**Estable frente a ácidos y alcalis. Densidad: 0.91 gr/cm<sup>3</sup>. Contracción de 1.2 a 2.5 %.**

**Obtención en el mercado: Pellets.**

**Procesos: Extrusión, inyección.**

#### **POLIURETANO**

**Propiedades generales: Alta resistencia y exactitud de medidas, resistente al desgarre y desgaste, buenas propiedades dieléctricas y baja absorción de agua, resistente a la tracción. Temperatura de uso permanente: max. 88 °C. Inestable frente a ácidos concentrados.**

Densidad variable segun su aplicación. Contracción de 0.9 a 1 %.

Obtención en el mercado: Masas granuladas en forma líquida.

Procesos: Moldeado, inyección.

#### FIBRA DE VIDRIO (Resinas plásticas)

Propiedades generales: Aislante térmico y acústico, resistente al ácido y a los agentes climáticos.

Flexibilidad. Peso específico:  $50 \text{ Kg/cm}^2$ .

Obtención en el mercado: Fibras largas.

Procesos: moldeado y aspersion.

#### FIBRAS SINTETICAS (Nylon, rayon)

Propiedades generales: Aislantes térmicos y eléctricos resistencia a la tensión, a los solventes comunes no así a los minerales.

Peso específico:  $1.086 \text{ Kg/cm}^2$

Obtención en el mercado: Fibras largas.

Procesos: Tejido.

#### FIBRAS NATURALES (sisal, yuca, yute, bagazo)

Propiedades generales: Altamente higroscópico. Resistente a la tensión longitudinal. No resistencia a la rotura.

Peso específico:  $0.082 \text{ Kg/cm}^2$ .

Obtención en el mercado: Fibras largas.

Procesos: Tejido.

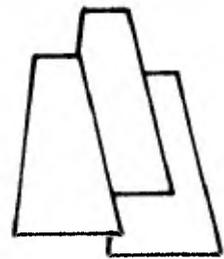
#### CARTON ( Enchapotado)

Propiedades generales: Resistencia: humedad, a la tensión. Necesario el reforzamiento. No resistencia a la rotura.

**Peso específico:** 0.080 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Obtención en el mercado:** Láminas reforzadas.

**Procesos:** Doblado.



**diseño  
experimental**

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Tomando en cuenta que no existe información acerca de resultados concretos sobre los experimentos de cultivo vertical, se hizo necesario efectuar un diseño experimental donde se tomaron en cuenta diferentes factores. Tales como:

- 1.- Clima
- 2.- Región
- 3.- Tipos de semillas
- 4.- Cantidad de Agua
- 5.- Nutrientes
- 6.- Separación entre plantas ( Horizontal y Vertical )
- 7.- Materiales y Suelos

Clima: Templado

Región: Valle de México

Tipos de Semillas: Ferry-Morse Seed Company

Cantidad y Tipo de Agua: 28 Litros a la semana por  
4 cilindros de 30 cm. de  
diámetro y 1.20m. de altura

Tipo: Suministro Público.

Nutrientes: Formula= 10-10-5-2    10 unidades de  
Nitrógeno  
10 unidades de  
Fósforo  
5 unidades de  
Potasio  
2% de Sales de  
Magnesio  
1% de Sales de  
Manganeso  
1% de Sales de Zinc  
1% de Sales de  
Cobre

1% de sales de Fierro

0.5% de Sales de Boro

Soluciones 100 grs. por 10 litros.

Separaciones entre plantas:

a).- Horizontales: Tomando en cuenta la separación a que se deben sembrar las plantas en hileras, se obtuvo un factor de 10 cm. por lo que se hicieron separaciones de 10, que permiten sembrar en cada hoyo o alternarlos.

b).- Verticales: Usamos una distancia suficiente que permitiera el libre desarrollo de las raíces ya que siendo cilíndrico podían interferir con la planta colocada en un nivel más bajo.

Distancia= 15 a 20 cm.

Materiales y Suelos:

Cilindro I Material: Lámina Pintada

Suelo: Tierra de hoja con tierra negra.

Resultados: Se obtuvo un libre

desarrollo de la planta en cuanto a la mezcla. Además se observó un buen nivel de sustentación.

En cuanto a drenaje se considera una mezcla que retiene la humedad necesaria. La composición química de la pintura no afectó a los cultivos.

Cilindro II Material: Lámina Pintada

**Suelo: Grava con tierra negra.**

**Resultados: Se obtuvo un libre desarrollo de la planta y un adecuado enraizamiento, observamos una mayor aireación y una filtración más rápida aunque existe un buen nivel de retención de agua.**

**Cilindro III Material : Lámina pintada.**

**Suelo: Espuma de Poliestireno con tierra negra.**

**Resultados: Se observó un crecimiento normal, con respecto a los anteriores, existiendo un buen nivel de sustentación teniendo un índice de filtración muy rápido y un bajo nivel de retención de agua.**

Estos tres cilindros se colocaron uno encima de otro para obtener una altura más cercana a la buscada en realidad.

Durante el desarrollo de las plantas no se observaron grandes cambios por la diferencia de niveles, sin embargo se hace necesario un espacio mínimo entre el suelo y el último nivel de orificios.

En cada uno de estos se colocó una especie de tapa con el fin de evitar pérdida de semillas y tierra a causa de arrastre por agua.

Se notó también que la posición de las plantas con respecto a los puntos cardinales es indistinta, ya que estas no se ven afectadas en ningún aspecto.

**Cilindro IV Material: Concreto**

**Suelo: Tezontle**

**Resultados:** En cuanto a la mezcla se obtuvo un libre desarrollo de la planta y un buen nivel de sustentación además de tener un índice de filtración rápido pero con un alto nivel de retención de agua.

El material usado tiene la desventaja de ser permeable por lo cual existen fugas de humedad.

Al efectuar el riego, muchas semillas fueron arrastradas por el agua al no tener la especie de tapa mencionada anteriormente.

**Cilindro V Material: Cartón Enchapotado**

**Suelo: Grava con tierra negra**

**Resultados:** Se obtuvieron los mismos resultados en cuanto a sustentación y drenaje que en el cilindro II, con la diferencia de que este material por su consistencia necesita de un complicado sistema de anclaje, no permitiendo una altura conveniente para una mayor producción.

**Cilindro VI Material: Polietileno**

**Suëlo: Espuma Poliestireno con tierra negra.**

**Resultados: Obteniendose resultados idénticos en cuanto a sustentación, drenaje y filtración que en el Cilindro III, con la diferencia del material del cilindro, el cual no afectó el desarrollo de las plantas.**

**N O T A:** Los resultados se obtuvieron utilizando una mezcla de nutrientes básica de nitrógeno-fósforo-Potasio; especial para hortalizas disueltas en agua en proporción de 1 : 100.

**CONCLUSIONES:** Se refieren a un período comprendido entre el 15 de Mayo (Primer día de siembra) y el 15 de Noviembre, período que comprende 6 meses. En las cuales se obtuvieron cosechas de : Acelgas, en la décima semana; Cebollas, en la duodécima semana; Frijol, entre la novena y la duodécima semana y en las dos últimas semanas: Tomate.

— Se puede utilizar cualquier tipo de mezcla de las anteriormente mencionadas.

— No existe diferencia alguna en la colocación con respecto a los puntos cardinales.

— Se hace necesario tener un protector para la semilla o planta.

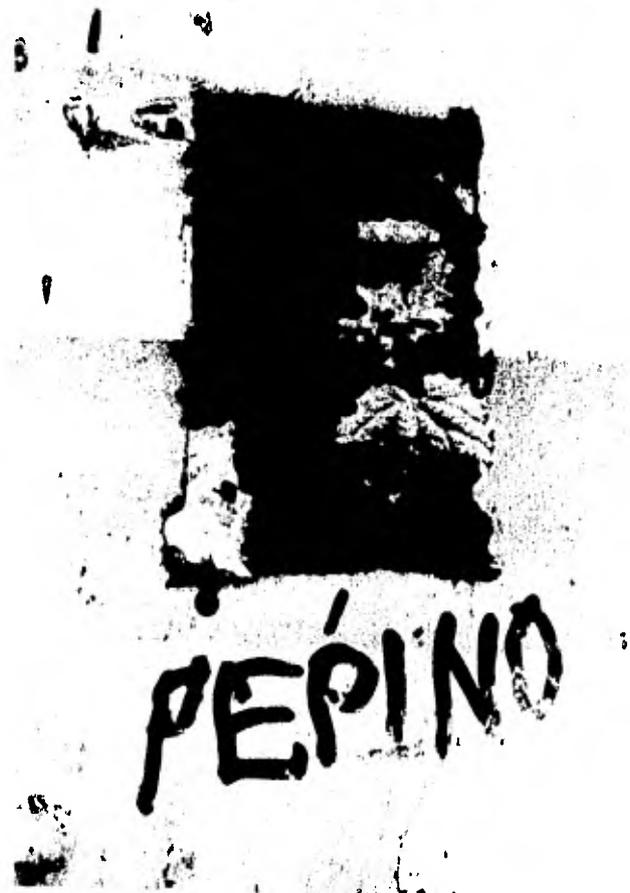
— Las plantas se pudieron desarrollar aplicando 4 lt. de agua diarios y nutrientes cada semana por 30 plantas.

— Es posible un desarrollo normal en la planta utilizando un sistema de cultivo vertical.

**N O T A:** Se adjuntan fotos representativas del periodo de tiempo anteriormente mencionado.



**1' a 3'  
semana**





**4' a 8'  
semana**

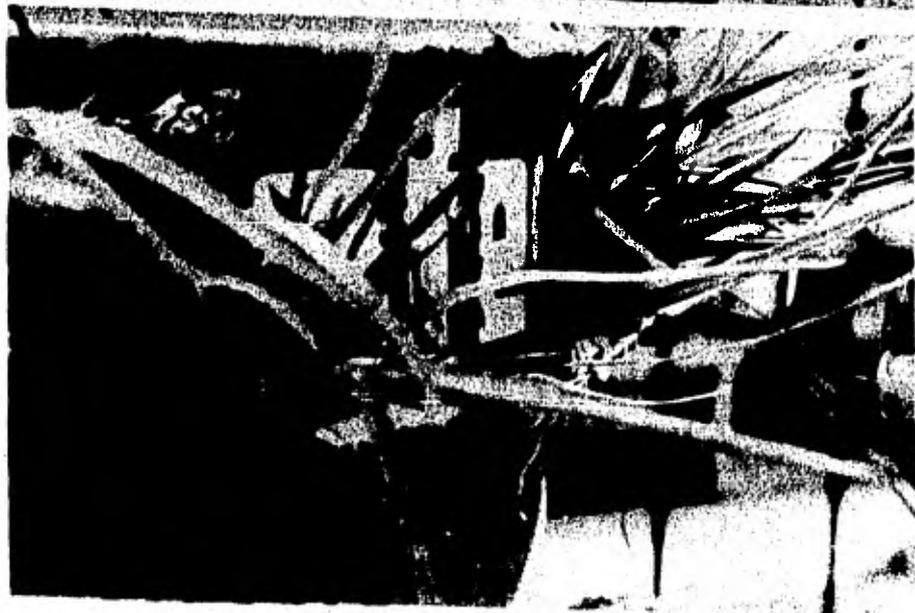






**10' a 20'  
semana**





### EXPERIMENTACION DE RIEGO.

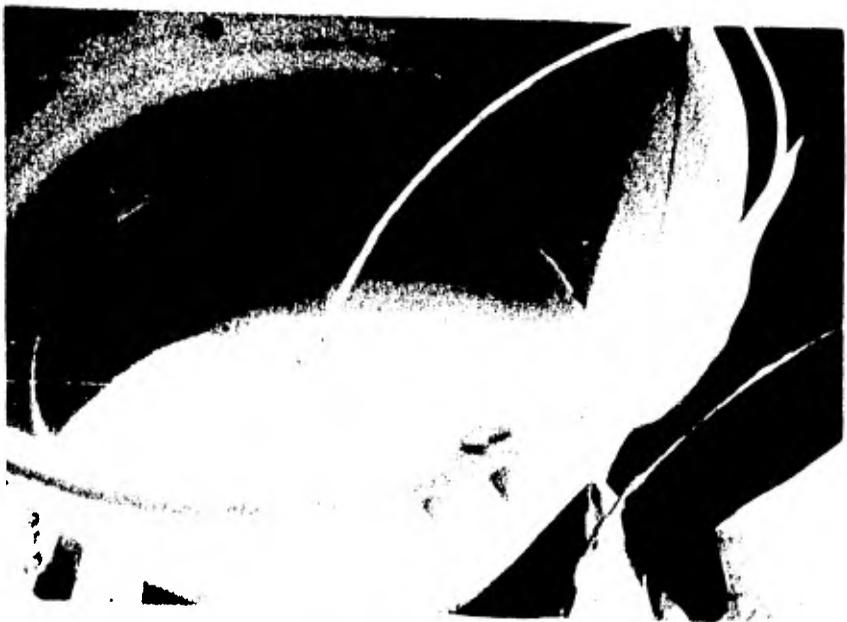
Para completar el experimento de cultivo, se hizo necesario introducir un sistema de riego que se efectuó de la manera siguiente:

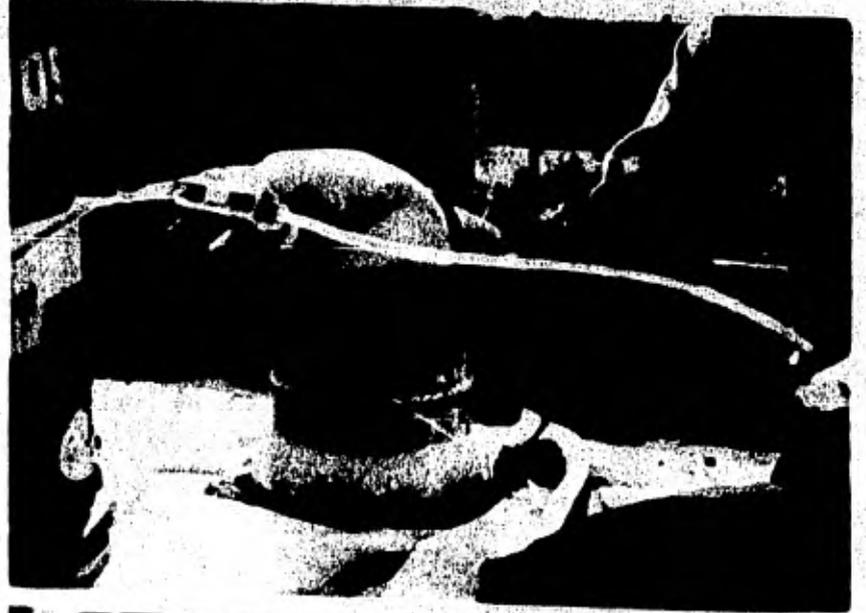
Utilizamos tubo de polietileno de 3/16 de pulgada, el cual transportaba agua desde un contenedor que se encontraba a un nivel superior a los cilindros hasta un filtro ( hecho con un recipiente de plástico de 4 cm. de diámetro por 10 cm. de altura con orificios en la superficie ); este recipiente se relleno de grava (grano mediano ), y se enterró dentro del cilindro de cultivo.

Para graduar la cantidad de salida de agua se usó un opresor de plástico, para presionar el tubo de polietileno cambiando la abertura del mismo.

El mencionado opresor se usa en las aplicaciones del suero en la Medicina.

CONCLUSION: Se probó este sistema obteniendose como resultado un gotero con un filtro que impide la obstrucción del tubo de polietileno por la tierra, que además proporciona la humedad requerida para el desarrollo de los cultivos.





**EXPERIMENTACION PARA DEDUCCION DE CAPACIDAD  
DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE.**

Se tomó una cantidad de tierra (seca) que se procedió a pesar.

Se colocó esta, en un recipiente que tuviera orificios en la base inferior, posteriormente se le añadió agua hasta que escurriera por los orificios, cuando ésta dejó de escurrir se volvió a pesar.

Así se obtuvo el contenido de humedad (Porcentaje de Peso).

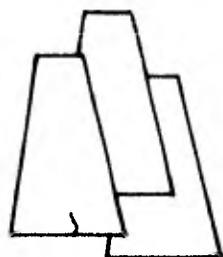
Este porcentaje corresponde a la saturación (100%)

**Resultados de Pruebas:**

	Seco	Húmedo	Contenido Humedad
Tierra con Grava	16.55 K.	19.02 K.	14%
Tierra Negra	11.15 K.	14.75 K.	29%

Con estos resultados se obtiene la cantidad de agua requerida para la utilización del Sistema de Cultivo Vertical. (1)

(1) Ver Capacidad de Campo y Punto de Marchitamiento Permanente.



**síntesis**

## SINTESIS.

Como consecuencia de la anterior investigación con el sistema de cultivo vertical se pretenden cumplir o resolver los siguientes puntos:

I.- Refiriendose primero a la tierra erosionada y a la falta de suelo cultivable, se propone un método por el cual la tierra se utilice unicamente como medio de sustentación sin ningún tipo de nutrientes propios.

Existen diferentes tipos de mezclas utilizables como:

Turba

Grava de Piedra Pómez

Ladrillo Molido.

Grava de Cuarzo.

Granito Molido.

Grava de Rio.

Arena.

Vermiculita.

Mica.

Sustancias Sintéticas Expandidas.

Olote Molido.

P. V. C.

Corteza de Arbol.

Tierra Hortícola.

Es muy importante para los cultivos la aireación de las raíces por lo que sólo son aptos para utilizar como sustratos aquellas materias que por su granulometría y estabilidad estructural ofrecen una posibilidad de aireación elevada.

Existen dos formas principales de utilización del sustrato en el sistema vertical:

1.- Se utiliza tierra para rellenar el cono, siempre y cuando no se encuentre contaminada.

2.- También se puede utilizar la tierra mezclada.

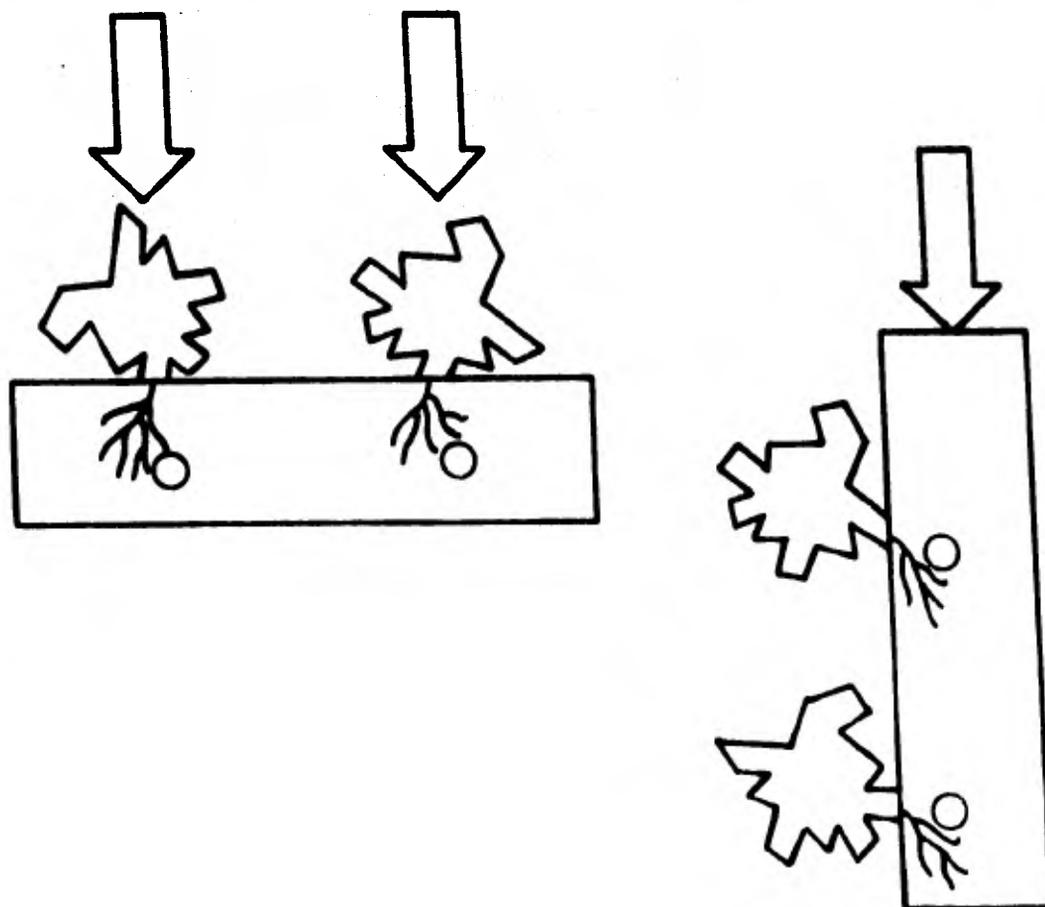
con los materiales mencionados anteriormente y rellenar el sustentador.

**N O T A :** En lugar de Tierra se pueden usar todos los materiales anteriormente mencionados.

## II.- Carencia Parcial o Total de Agua.

Haciendo una comparación, tenemos que en el Sistema Horizontal, cuando regamos una planta, el agua que no utiliza es absorbida por el subsuelo quedando sin provecho.

En el Sistema Vertical el agua podrá ser aprovechada más eficientemente pues no será consumida por la primera planta sino que regará también a las otras que se encuentren abajo de la primera.



### III.- Imposibilidad del Uso de Alta Tecnología.

Con el Sistema Propuesto se evita la preparación de tierras y por lo tanto gran parte del uso de maquinaria.

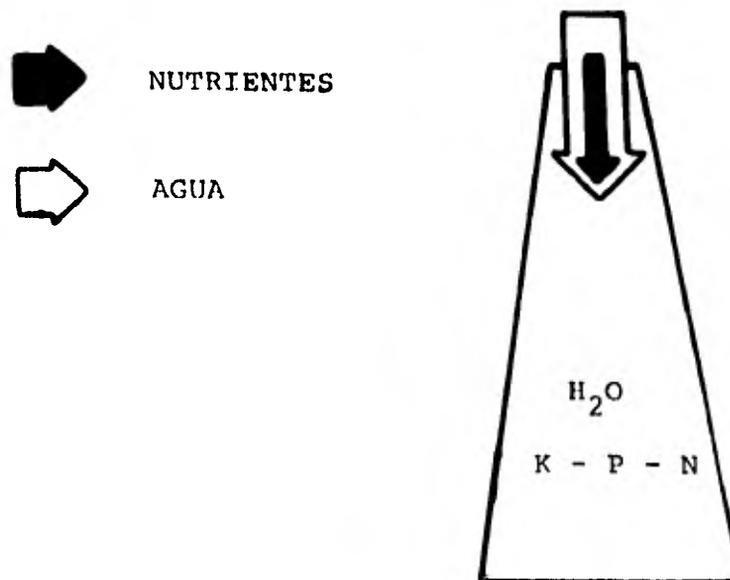
### IV.- Falta de Control de Plagas y Enfermedades.

Utilizando el Sistema Vertical tenemos los cultivos aislados, por lo que las enfermedades difícilmente se propagan, además de ser mas fáciles de detectar y combatir.

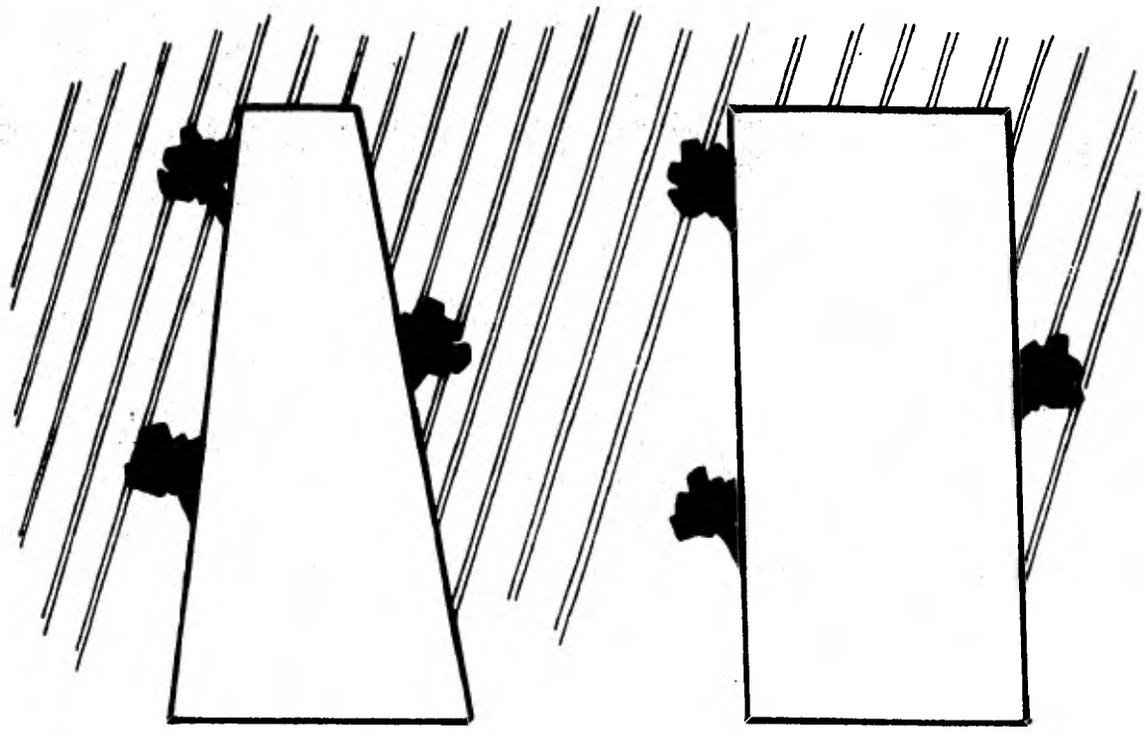
### V.- Dificil Crecimiento de Hierbas

Ya que sólo existe el espacio necesario para el cultivo es difícil el crecimiento de malas hierbas que quitarían nutrientes a la planta.

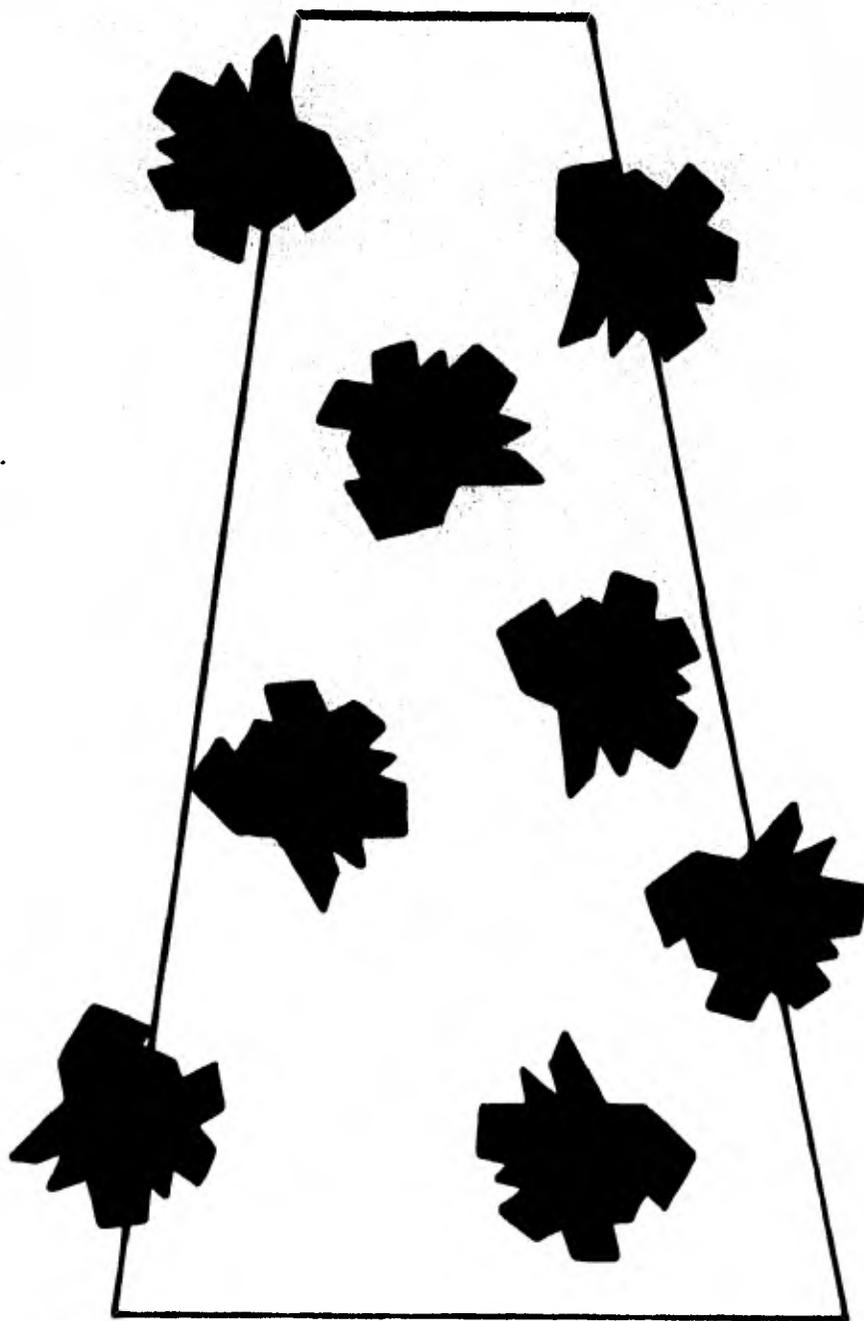
VI.- Para los nutrientes de que carece el sustrato se proponen diferentes tipos de mezclas (Cuadro Nutrientes) los cuales se suministran disueltos en agua durante el Riego, que puede ser de cualquier tipo siempre y cuando el nivel de salinidad no sea mayor de 220 mg./lt.



VII.- Se adoptará la forma cónica debido al mejor aprovechamiento de los rayos solares, tan necesarios para el crecimiento de las plantas.



VIII.- La distribución de las plantas será a lo largo del diámetro del cono y a diversos niveles del mismo tratando de aprovechar al máximo el espacio.



IX.- La altura del cono será adecuada al promedio de estatura del mexicano, facilitando el llenado del cono con el sustrato y la recolección del cultivo.

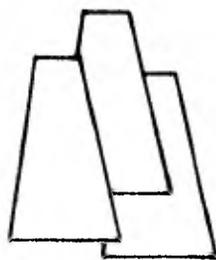
X.- Para facilitar el transporte y la producción del cono, se propone un sistema modular.

XI.- Se usará un material que no afecte química o físicamente a la planta, además de ser resistente a la intemperie.

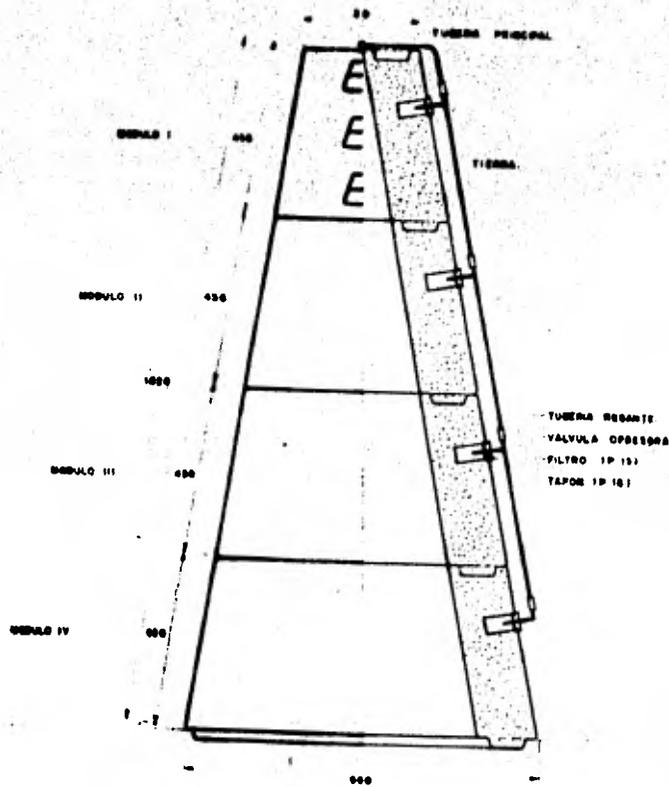
XII.- Se tratará de utilizar el mínimo de procesos, acabados y detalles para obtener mayor versatilidad en cuanto a las fuentes de producción y mano de obra.

XIII.- Se tratará de utilizar un sistema de riego de bajo costo, de fácil mantenimiento y de resistencia al intemperismo, que ofrezca la cantidad necesaria de agua y nutrientes en forma constante y sin desperdicio.

XIV.- Enfocar el proyecto a cualquier entidad municipio o estado del país, preferentemente a las zonas áridas.

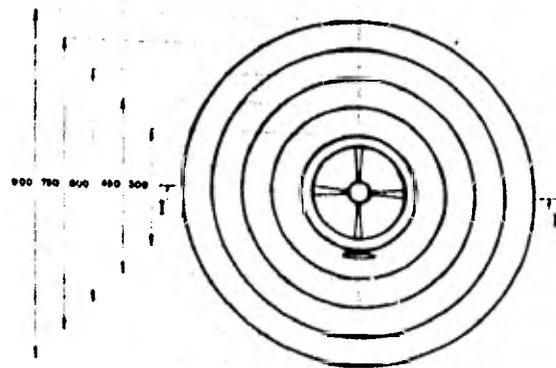


# **desarrollo del proyecto**



VISTA FRONTAL

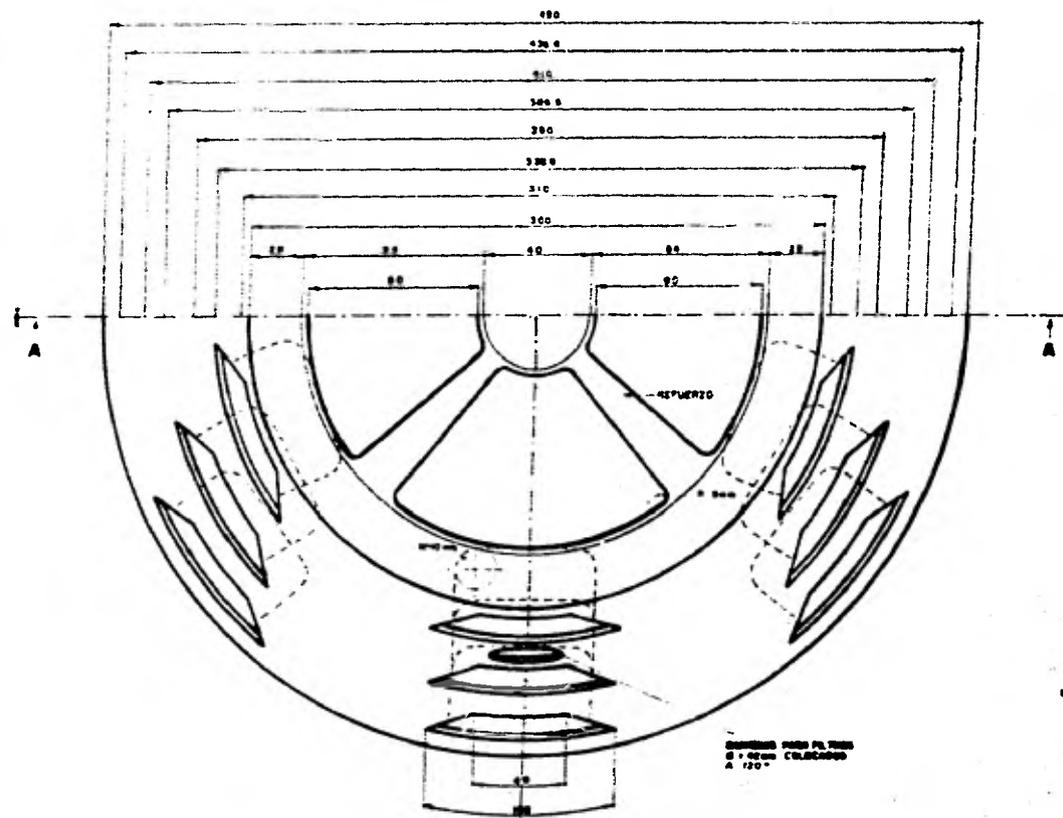
CORTE I



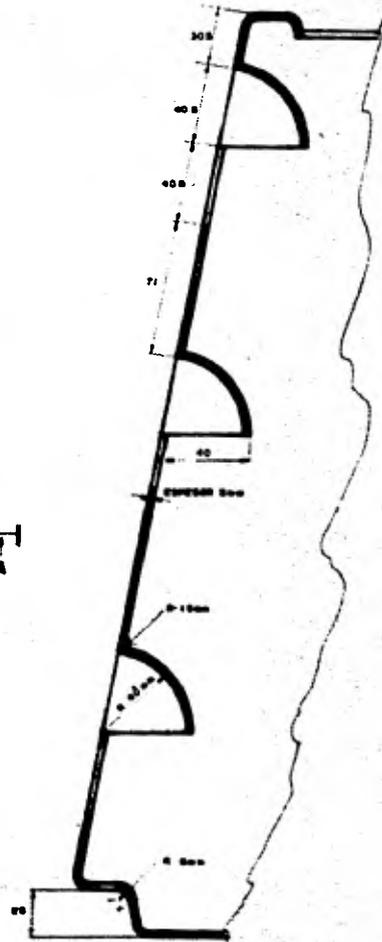
VISTA SUPERIOR

ESC 1:50	CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL, UNAM		
	CULTIVO VERTICAL		VISTAS GENERALES
PIZA A DALLER Y	PLAZA A MORAN C	TÉCNICO PROFESIONAL	
ABRIL 1981	DEV	APR	00





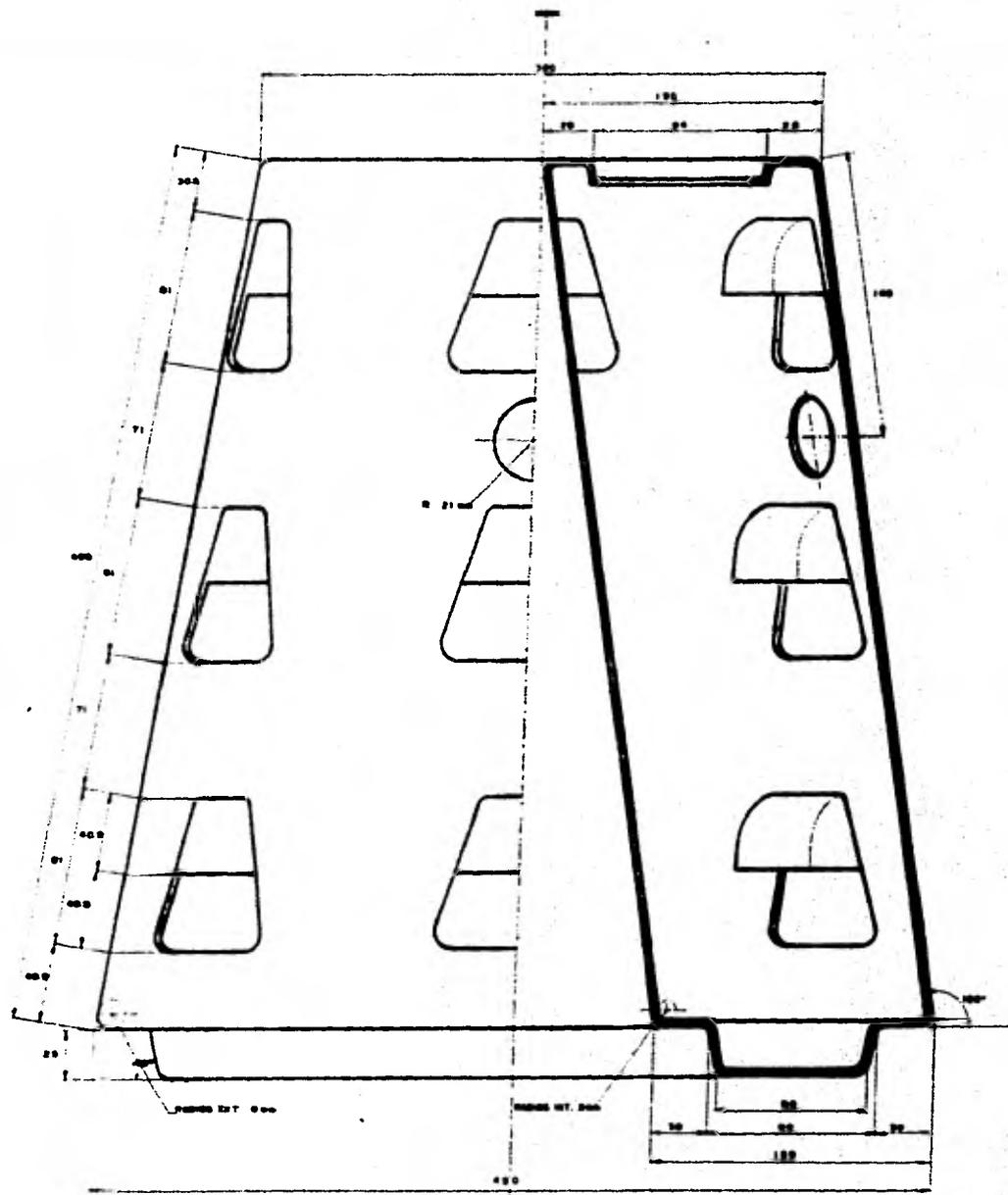
VISTA SUPERIOR



CORTE II

ESPESOR DE BRASA	30.00"	20.00"	10.00"
ESPESOR ENTRE BRASAS	100.00	100.00	100.00
NÚMERO DE BRASAS	0	0	0
PROFUNDIDAD DE CUBIERTA	100.00	100.00	100.00
TAMAÑO CUBIERTA	100.00	100.00	100.00
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3

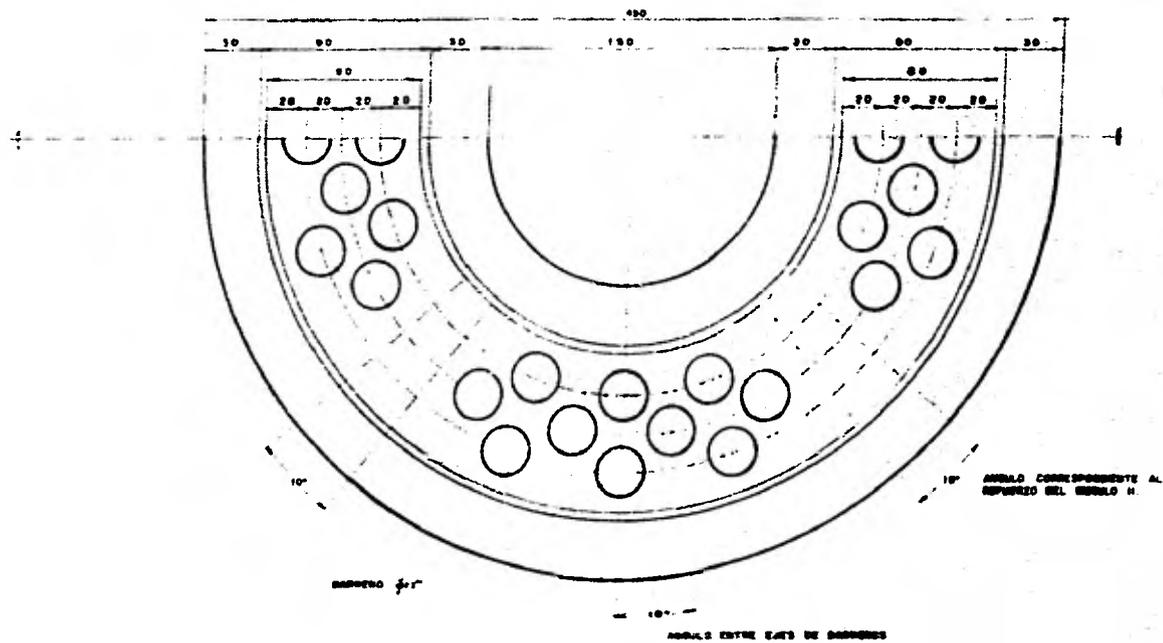
ETC. 111mm **CARRERA DE OBRERO INDUSTRIAL**  
**CULTIVO VERTICAL**  
 CLAS. A BALLE Y PLAS. A BALLE C. TEND. 0.75mm COLGADO A 120°  
 ABRIL 1991 REV. 001



VISTA FRONTAL

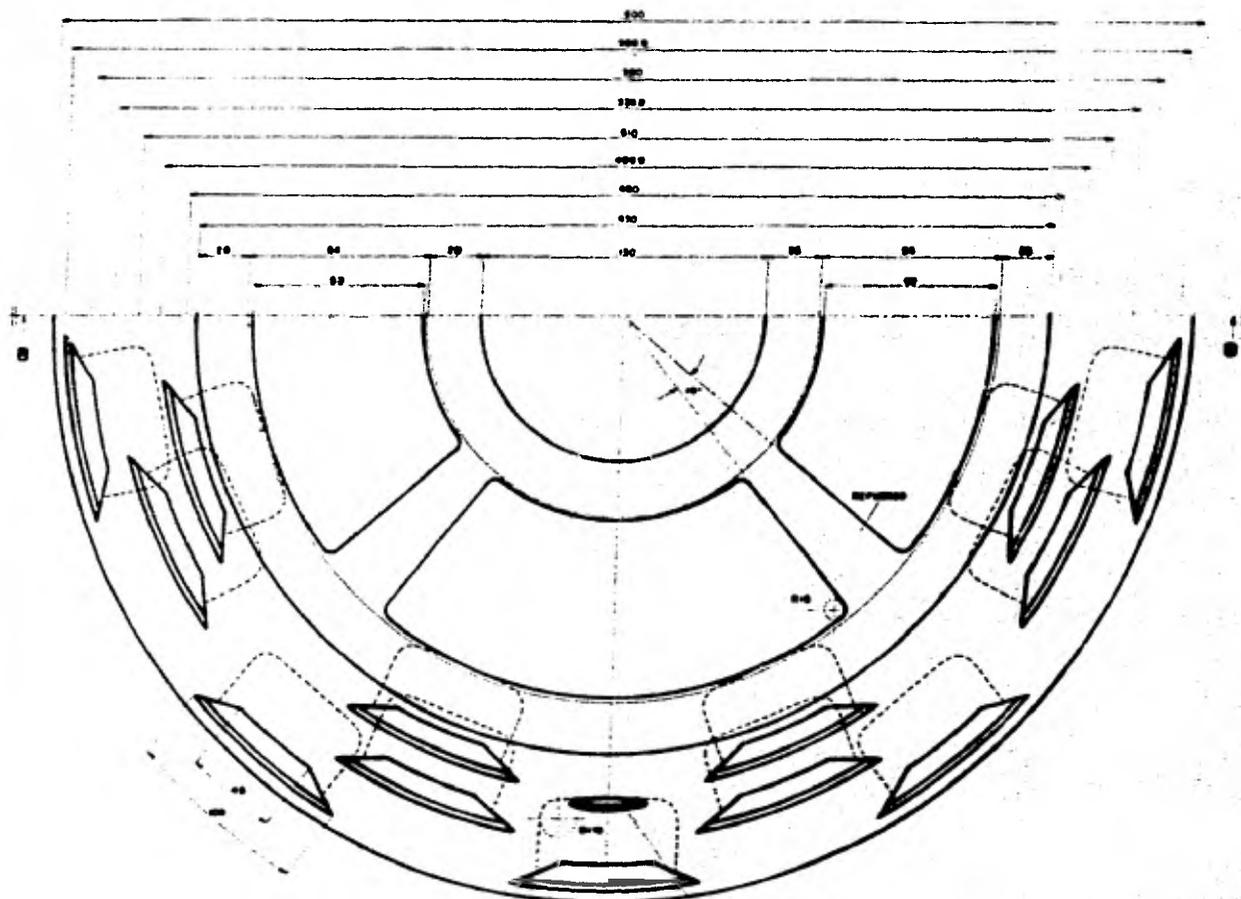
CORTE A

NO. 111 000	CORPORACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
	DISEÑO MECÁNICO		
PLAN A 100% C	DISEÑO Y ELABORACIÓN	REVISIÓN	APROBACIÓN
ABRIL 1958	1958	1958	1958



VISTA INFERIOR

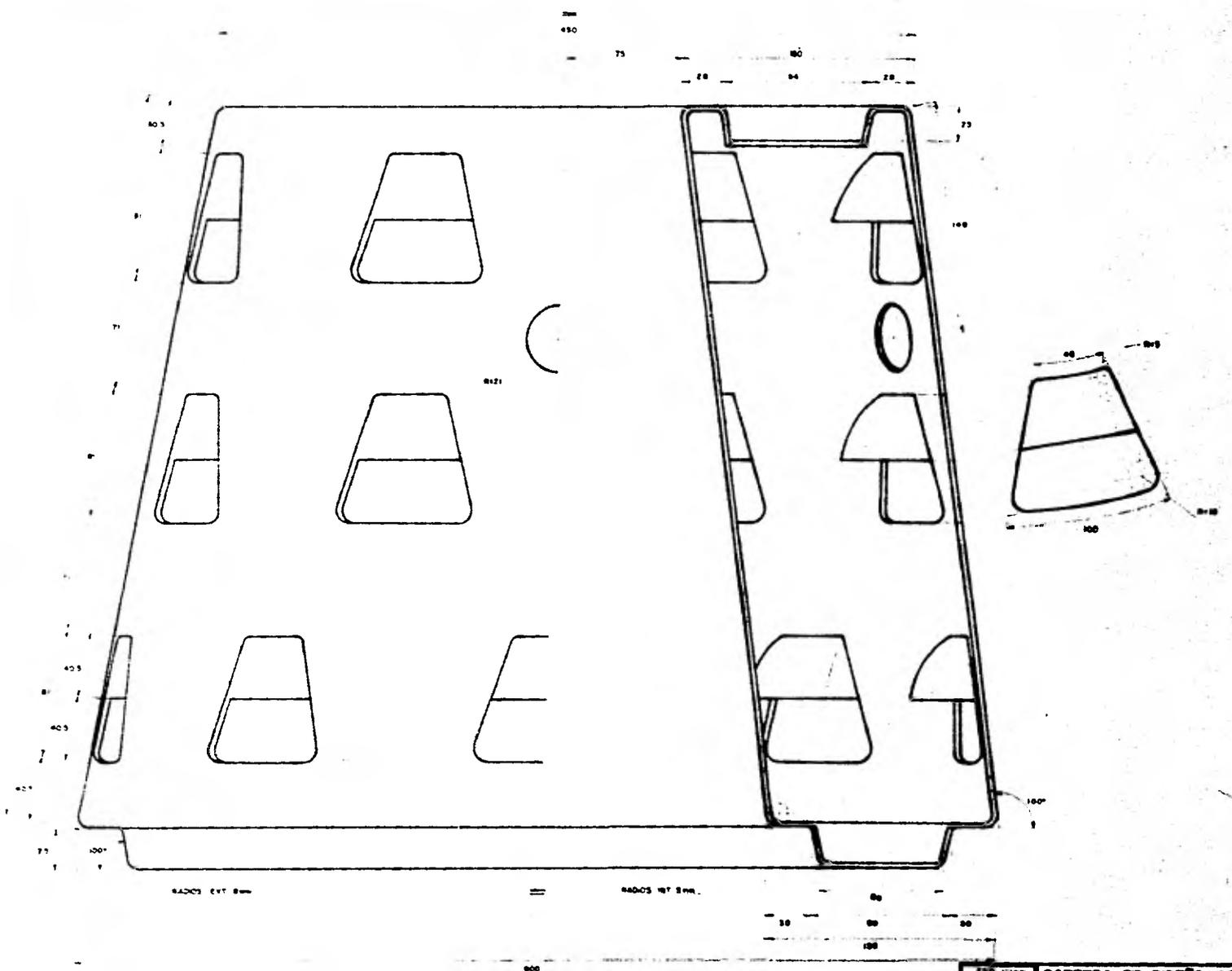
ENC. 112	CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL		
	CULTIVO VERTICAL		
ALBA GALLER	DALE A. GONZ. E.	TIPO PROYECTO	04
ABRIL 1961	REV.		



NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS  
DE DIAMETRO DE CADA UNO  
CONSIDERAR CADA UNO

VISTA SUPERIOR.

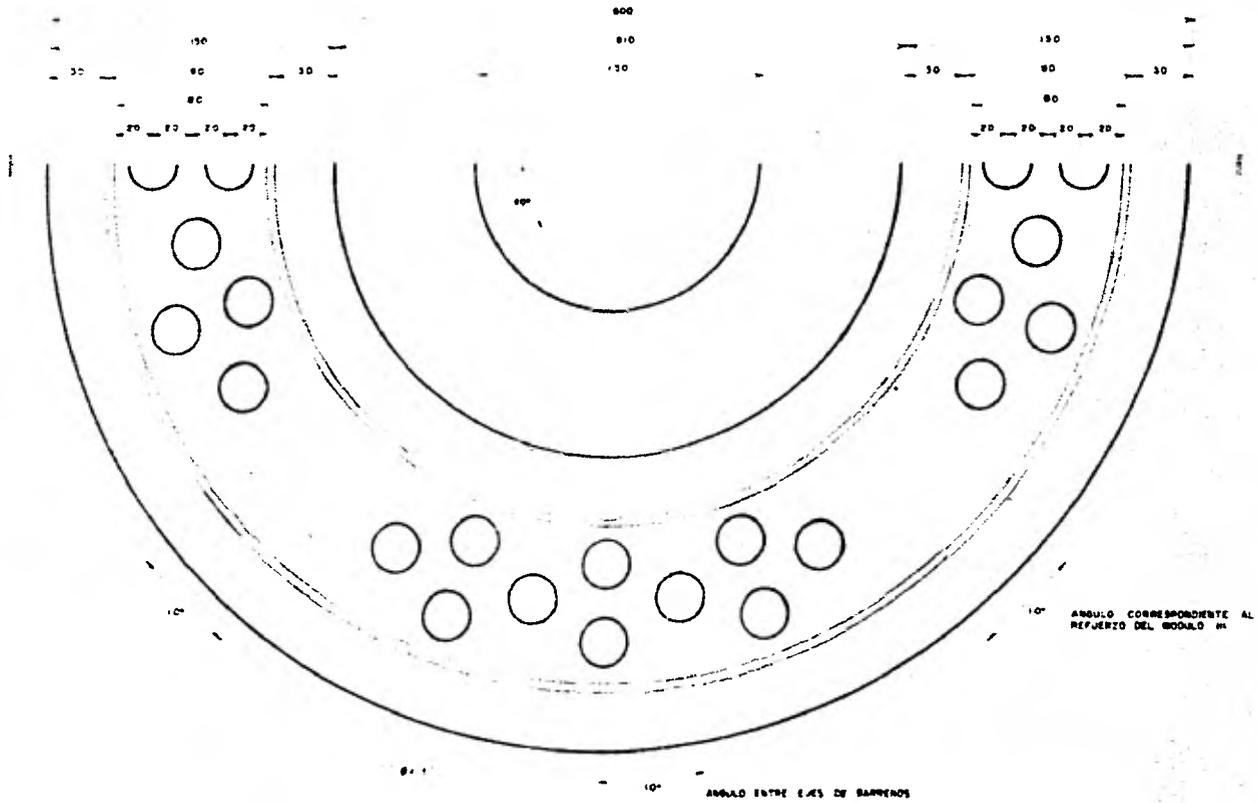
INTERVALO EN GRADOS	21.50"	21.50"	21.50"
DISTANCIA ENTRE DIVISIONES	100 mm	100	100
ANCHO DE DIVISIONES	0	0	0
PROFUNDIDAD DE COBERTURA	4 mm	0	0
BASE CIRCULAR	200 mm	200	200
	DIAM. I	DIAM. II	DIAM. III
ENC 1:100	CARRERA DE BIODIVERSIDAD INDUSTRIAL CULTIVO VERTICAL		
ELABORADO POR: [ ]	[ ]		
FECHA: [ ]	[ ]		



VISTA FRONTAL

CORTE B

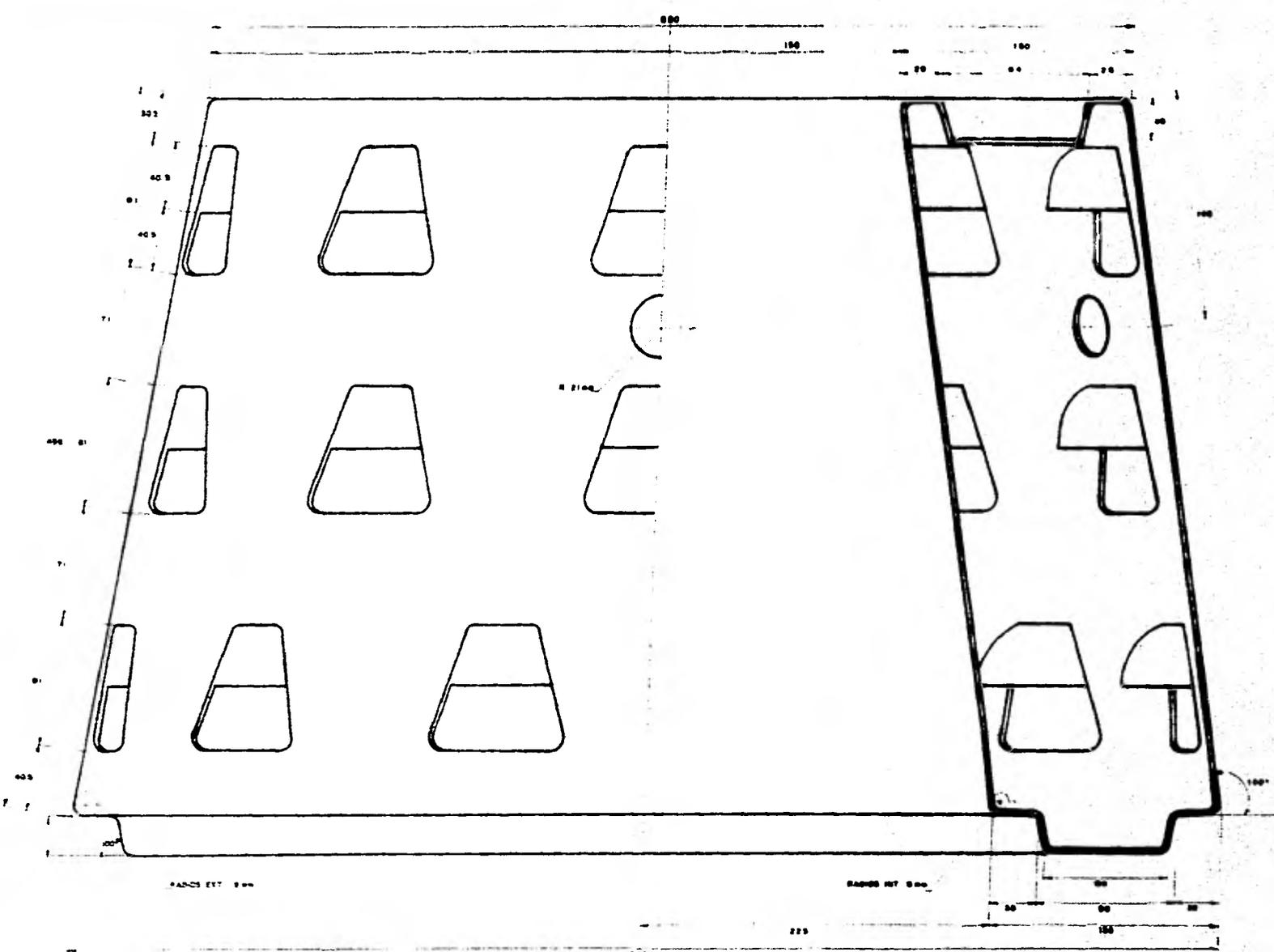
ESC 1/100		<b>CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL</b>	
		<b>CULTIVO VERTICAL</b>	
CLASE O DISEÑO Y	PLAZO DISEÑO C	FECHA ENTREGA	00
APROB. DISE	FECHA	FECHA	



VISTA INFERIOR

ESC. 1:1	CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL - UNIVER
	CATEDRA DE DISEÑO -
	CULTIVO VERTICAL
	VISTA INFERIOR
ELSA A. GALLES Y PLAZA A. GARCÍA C.	1988
Adm. 100	100
	07

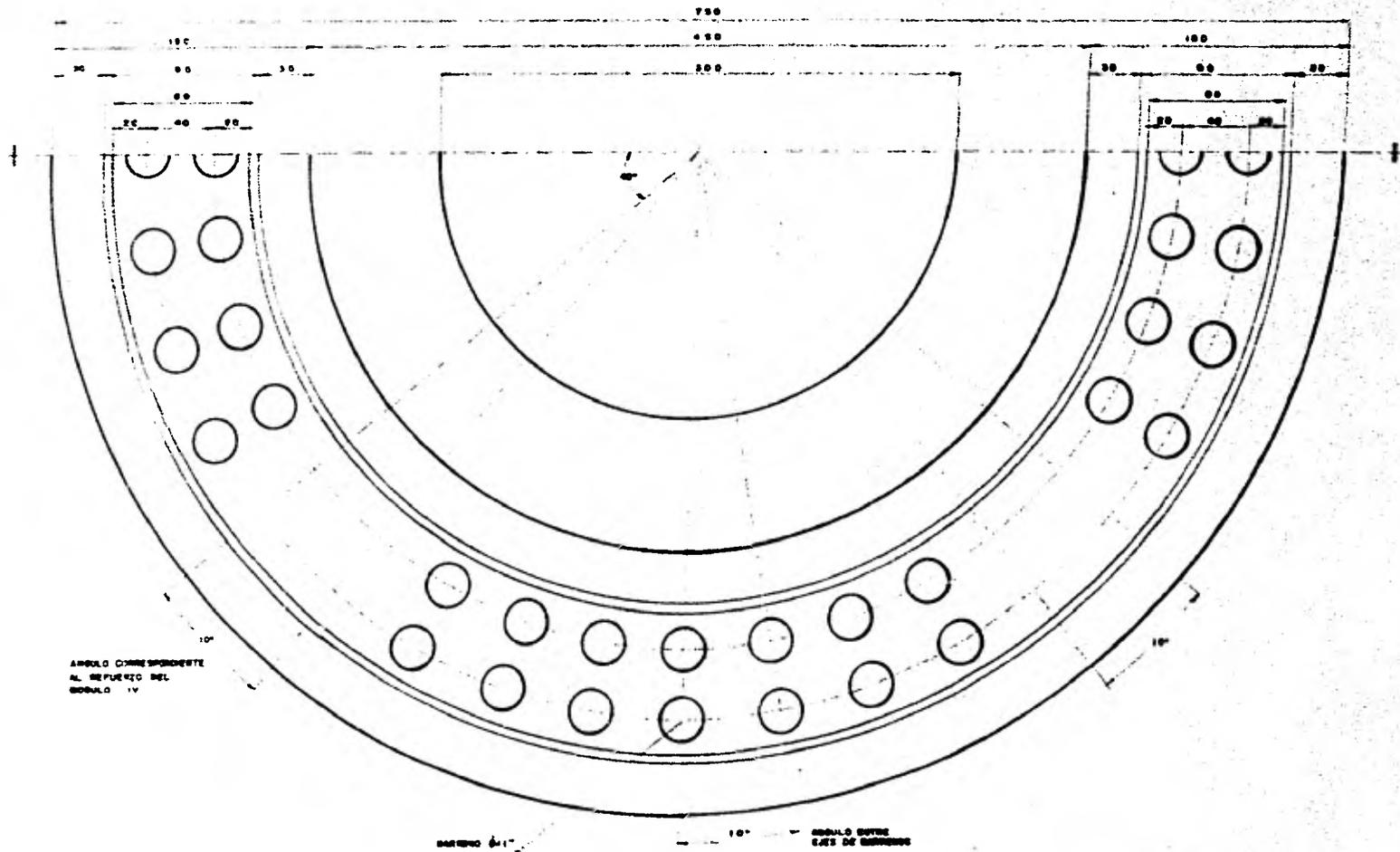




VISTA FRONTAL

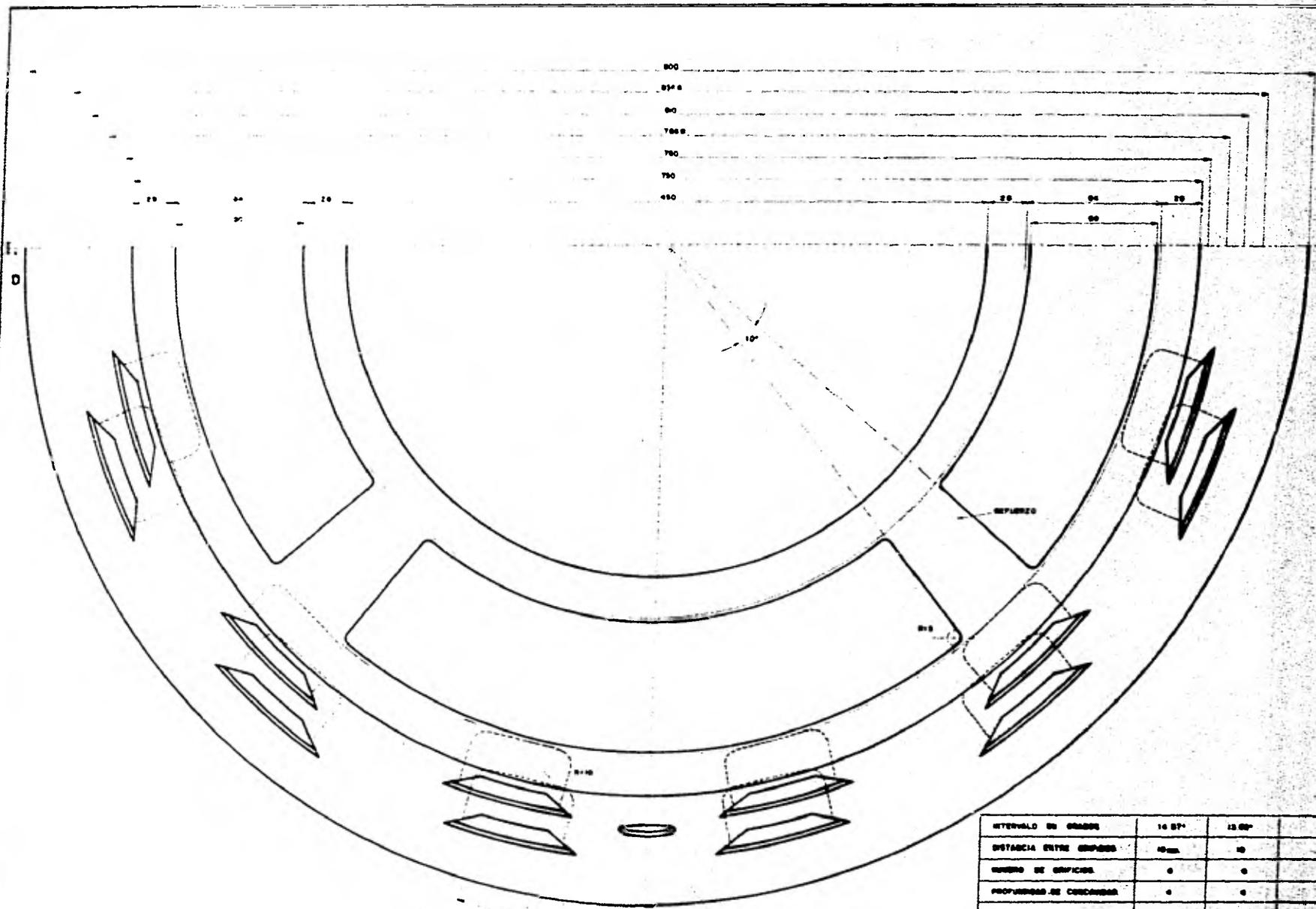
CORTE C

ESC. 1:1		CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL	
ELAB. A CARLOS V.		CULTIVO VERTICAL	
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
001	002	003	004
REV.	REV.	REV.	REV.



VISTA INFERIOR

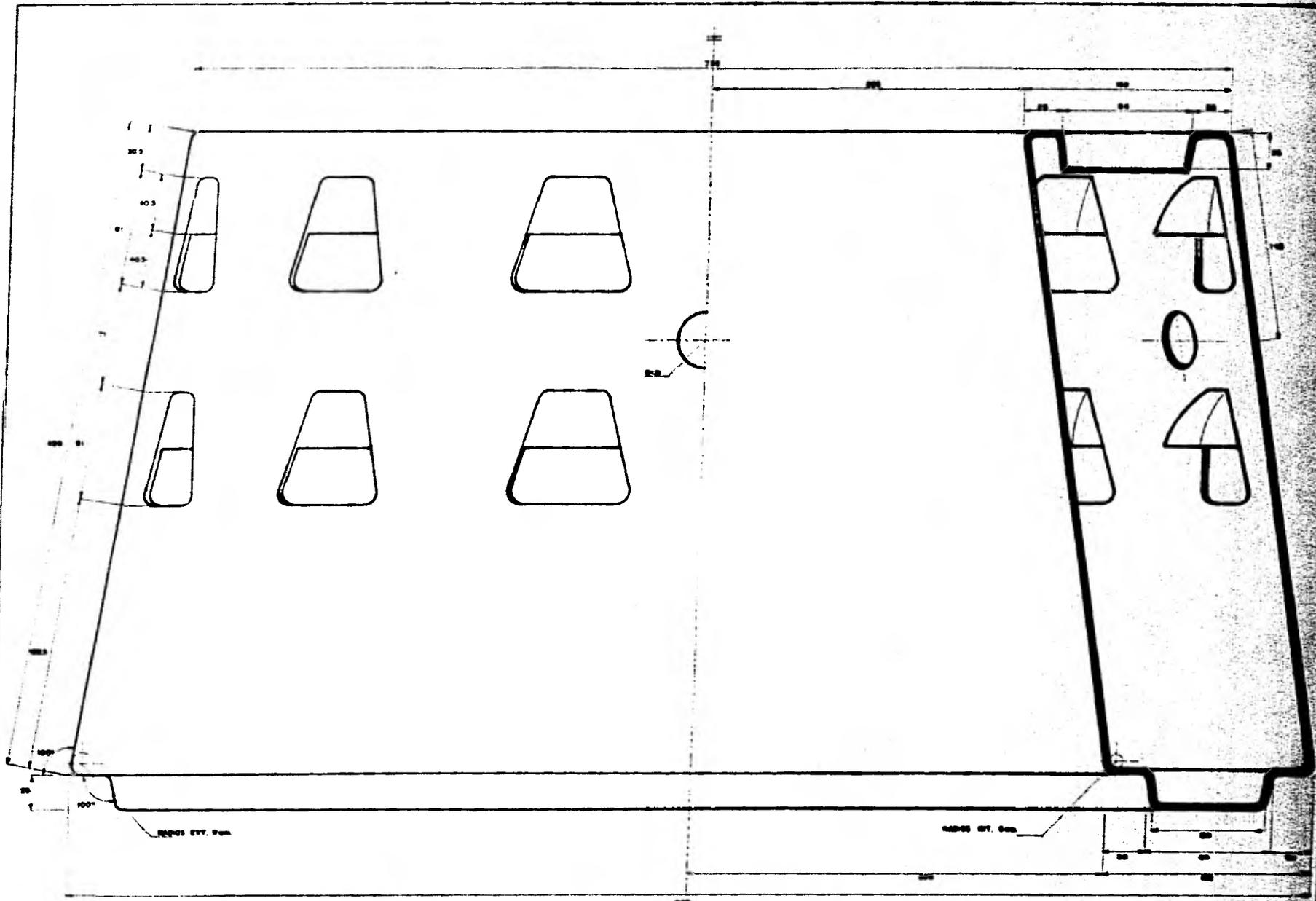
ESC. 1:100	<b>CARRERA DE BORDO BORDO IV</b>	
	<b>CULTIVO VERTICAL</b>	
ELABORADO POR	ELABORADO POR	REVISADO POR
ABRIL 1980	REV.	CON.



NOTA: BARRIDOS PARA FILTRO  
DE 40cm DE DIAMETRO  
COLOCADOS CADA 120°

VISTA SUPERIOR

INTERVALO DE GRADOS	14.57°	13.03°
DISTANCIA ENTRE BARRIDOS	10cm	10
NUMERO DE BARRIDOS	0	0
PROFUNDIDAD DE CASCABARRAS	0	0
RADIO CASCABARRAS	90.00cm	91.10
	ENCL. 1	ENCL. 2
ESC 1:1000	CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL, UNAM	
	CULTIVO VERTICAL	
ELAB. A. GALLARDO V.	REVIS. A. GALLARDO V.	FECHA: 1973
1973	1973	11

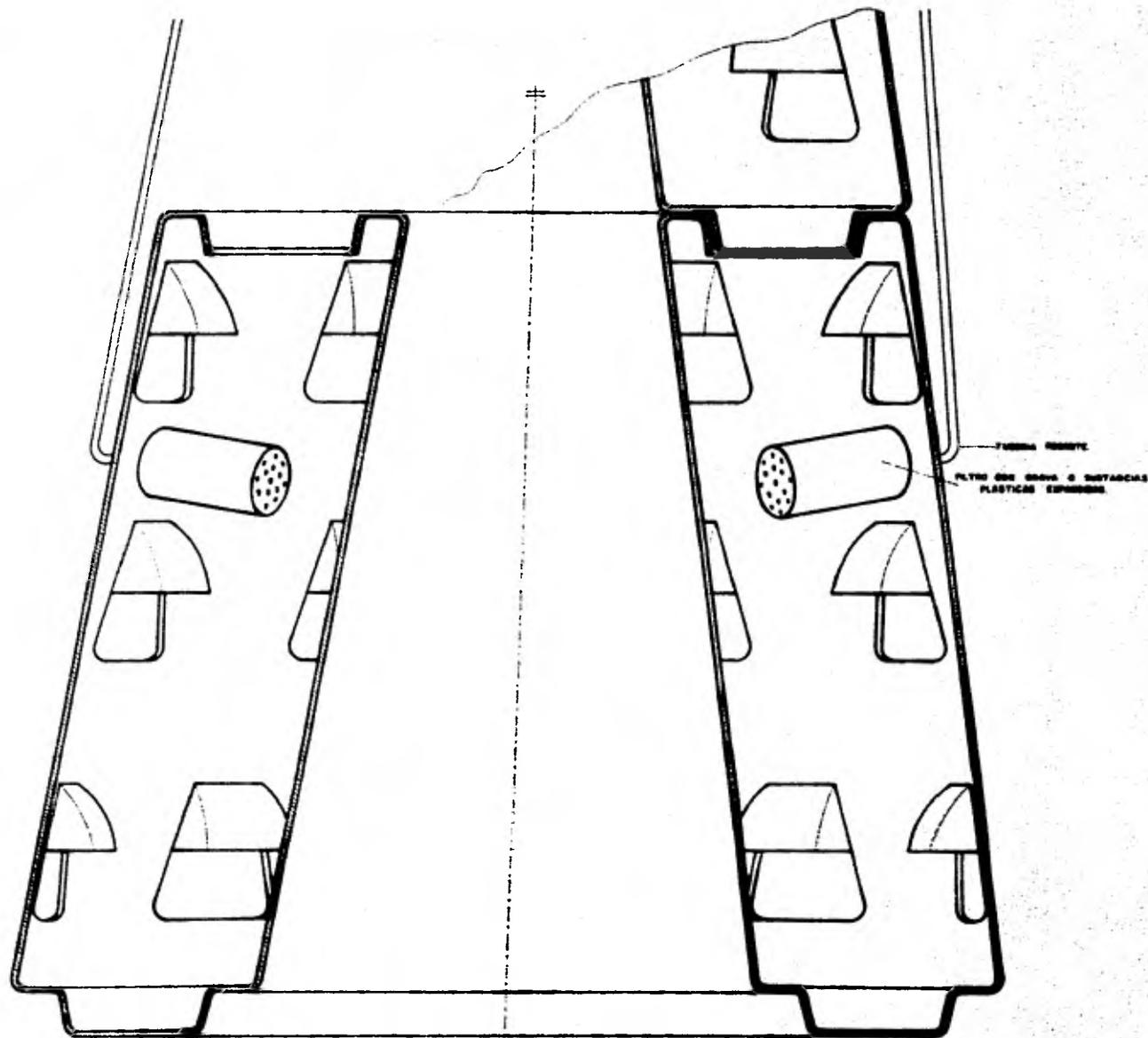


VISTA FRONTAL

CORTE D

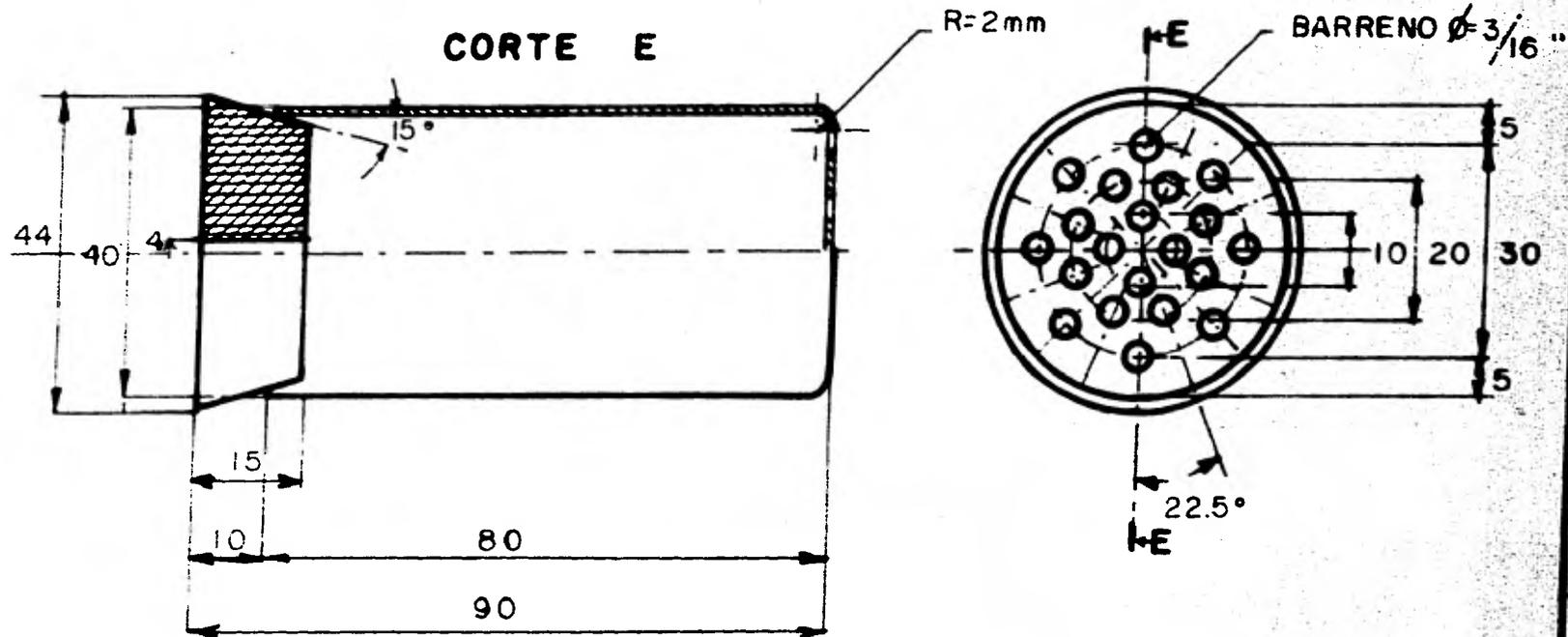
ESC. 1/10	CARRERA DE INGENIERIA EN AGRICULTURA Y GANADERIA		
NO. 100	CULTIVO VERTICAL		
ALDO A. VELAZQUEZ	ALDO A. VELAZQUEZ	ALDO A. VELAZQUEZ	ALDO A. VELAZQUEZ
1974	1974	1974	1974





CORTE FRONTAL

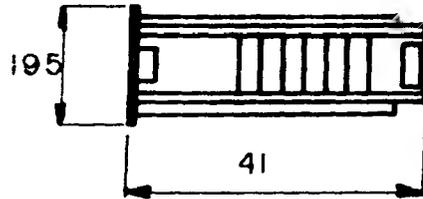
FIG. 111	CARRERA DE BOMBEO VERTICAL
	CULTIVO VERTICAL
ELAB. O. GARCIA Y O. GARCIA	1968
1968	19



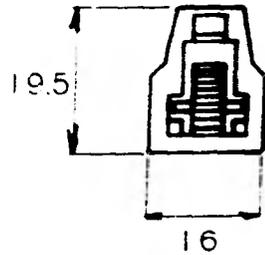
VISTA LATERAL

VISTA POSTERIOR

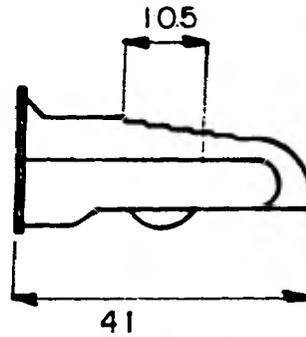
ESC 1:1	<b>CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL</b>	
	<b>CULTIVO VERTICAL FILTRO</b>	
ELSA MALLÉN - PILAR MORA	TESIS P.	16
ABRIL 1981	REV. APR.	



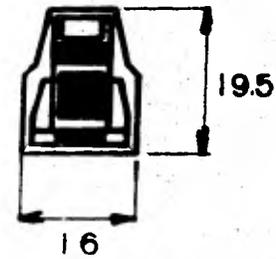
VISTA SUPERIOR



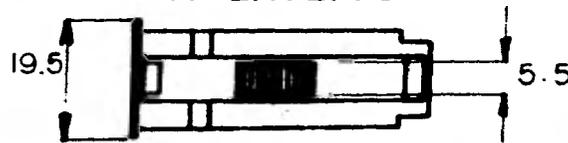
V. POSTERIOR



V. LATERAL

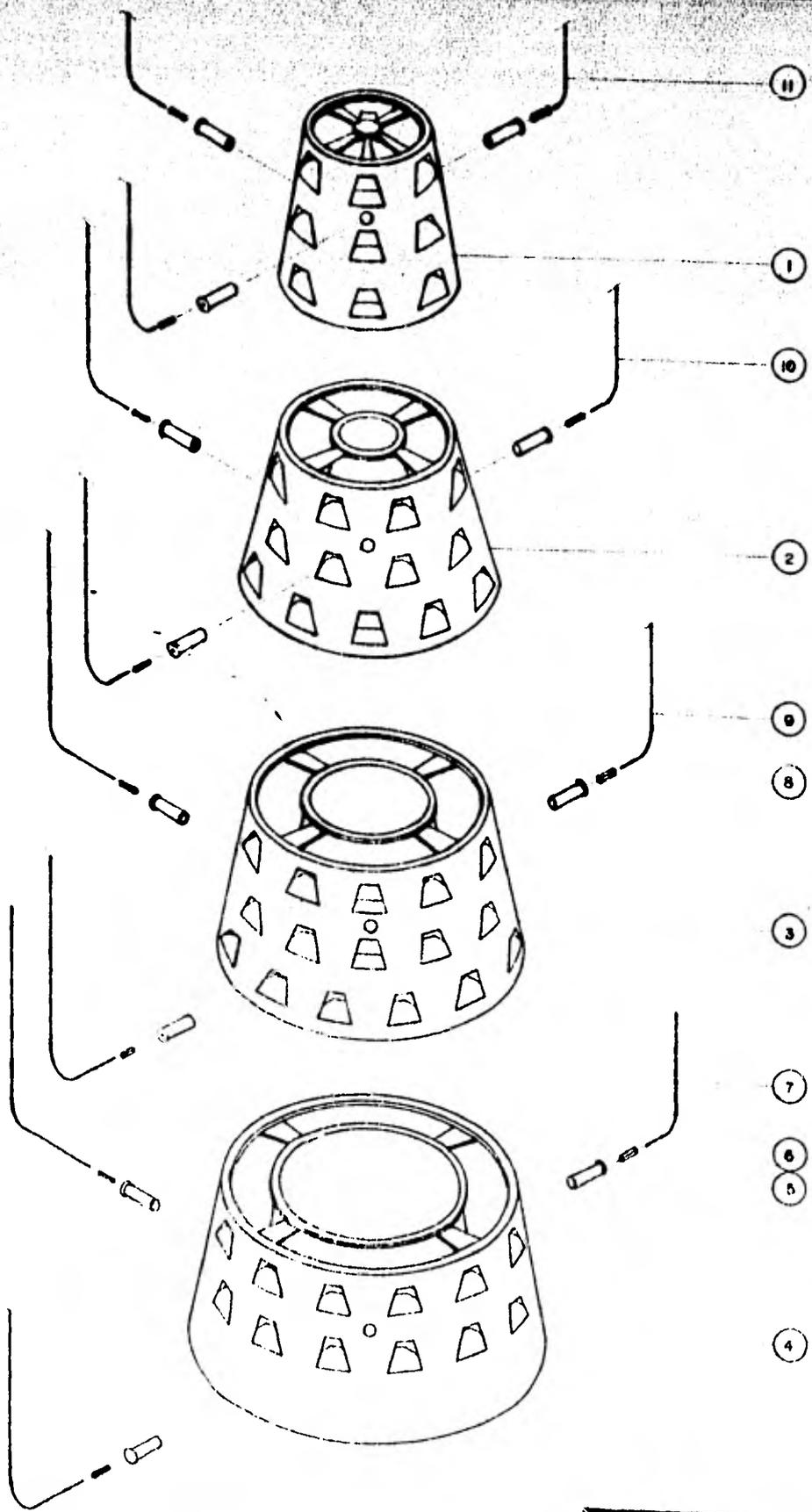


V. FRONTAL



V. INFERIOR

ESC. 1:1	CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL		
	CULTIVO VERTICAL		VALVULA OPRESORA
ELSA MALLÉN	PILAR MORA	TESIS P.	10
ABRIL 1981	REV.	APR.	



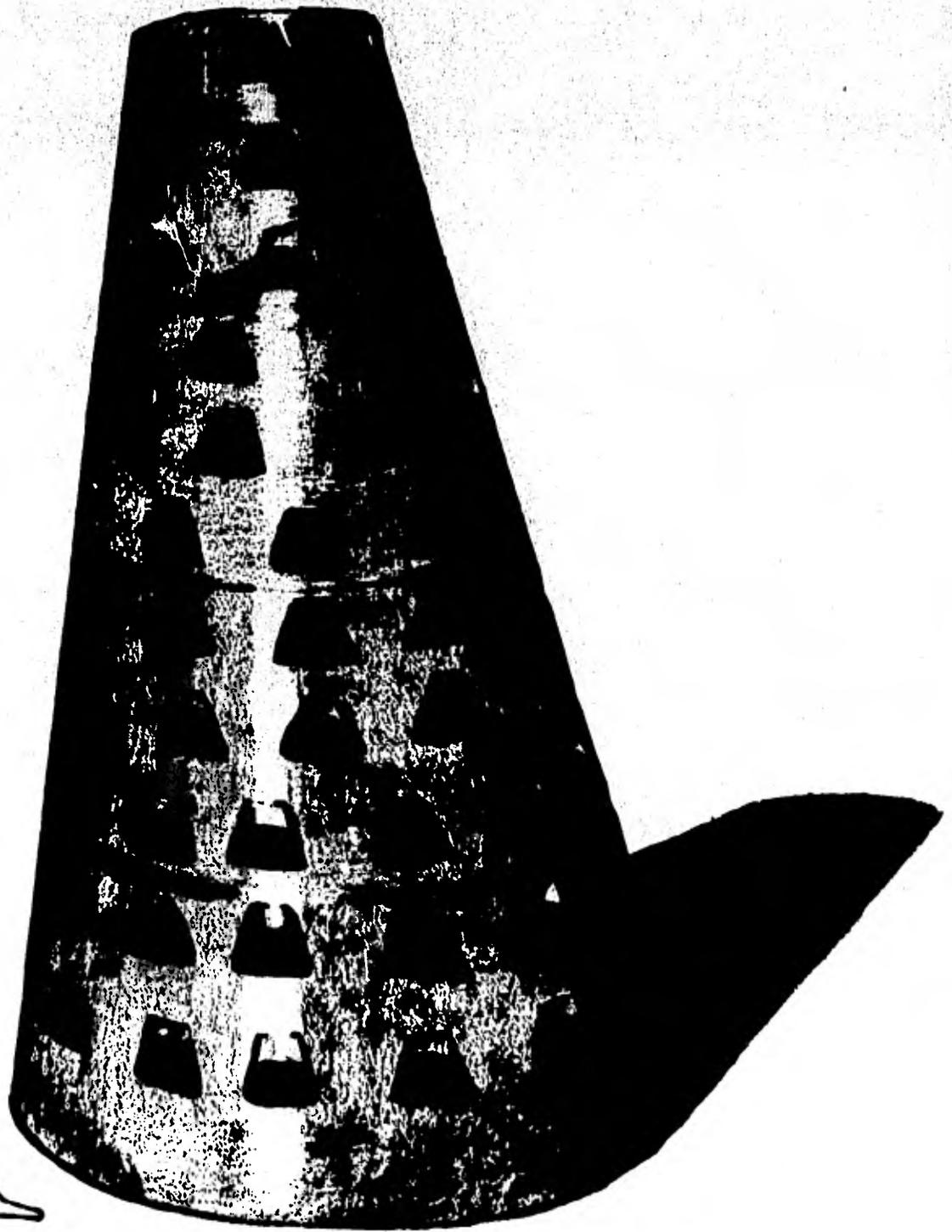
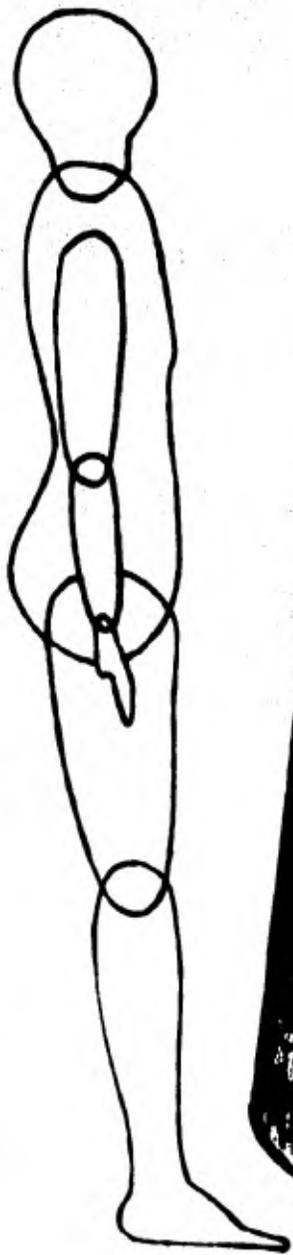
DESPIECE.

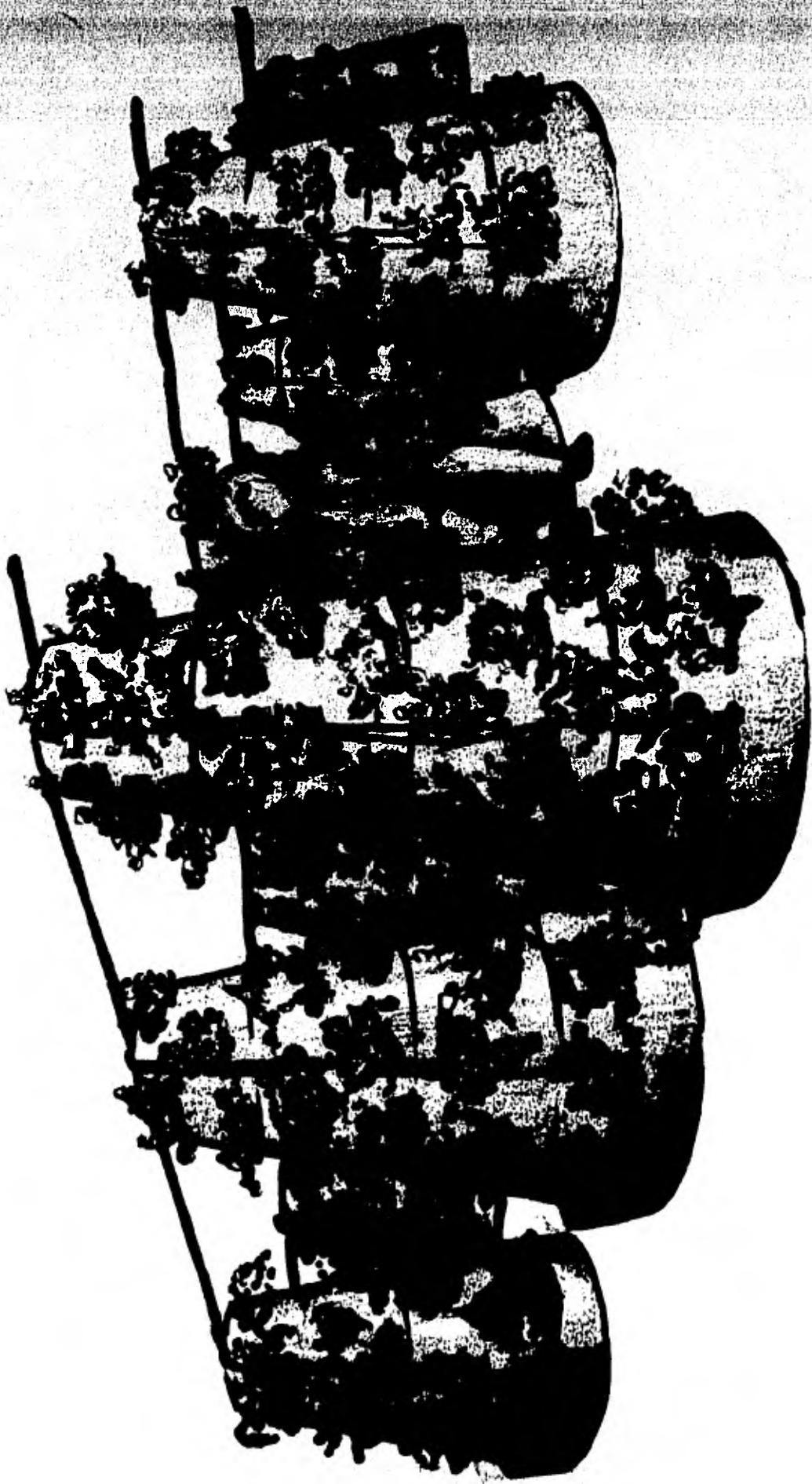
No. de pieza	Descripción	No. Pzas.	Material.	Proceso.	Acabado.	Color.
1	Módulo I Contenedor.	1	Polietileno alta dens.	Rotomoldeo.	Natural.	Amarillo.
2	Módulo II Contenedor	1	Polietileno alta dens.	Rotomoldeo.	Natural.	Amarillo.
3	Módulo III Contenedor.	1	Polietileno alta dens.	Rotomoldeo.	Natural.	Amarillo.
4	Módulo IV Contenedor.	1	Polietileno alta dens.	Rotomoldeo.	Natural.	Amarillo.
5	Filtro.	1	Polietileno alta dens.	Inyección.	Natural.	Amarillo.
6	Tapón Filtro.	1	Neopreno.		Natural	Blanco.
7	Tubería regante Long. = 180 mm.	3	Polietileno Tubo B.D3/16	Extrusión.		Incoloro.
8	Valvula Opresora. ( comercial )	12	P. V. C.			
9	Tubería regante Long. = 135 mm.	3	Polietileno Tubo D 3/16	Extrusión.		Incoloro.

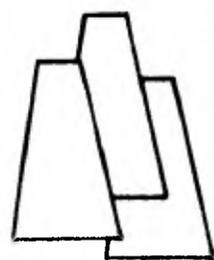
DESPIECE..

10	Tuberia regante long.=90mm.	3	Poliutileno . tubo D 3/16 Extrusión	Incoloro
11	Tuberia regante long.=45mm.	3	Poliutileno tubo D 3/16 Extrusión	Incoloro









**ergonomía**  
**y**  
**antropometría**

## ERGONOMIA Y ANTROPOMETRIA.

Para la utilización del sistema por el campesino es necesario tener una relación entre las medidas del mismo y el contenedor, que es donde se van a efectuar las operaciones de siembra y recolección, las cuáles deben facilitarse al máximo, en cuanto a comodidad y rapidez.

Por lo mencionado se tomo como altura promedio del campesino 1.65 m. y del contenedor 1.80 m., permitiendo así fácilmente las operaciones mencionadas, y siendo que el sistema de riego se encuentra en la parte superior del contenedor, no representa un obstáculo para la realización de las mismas.

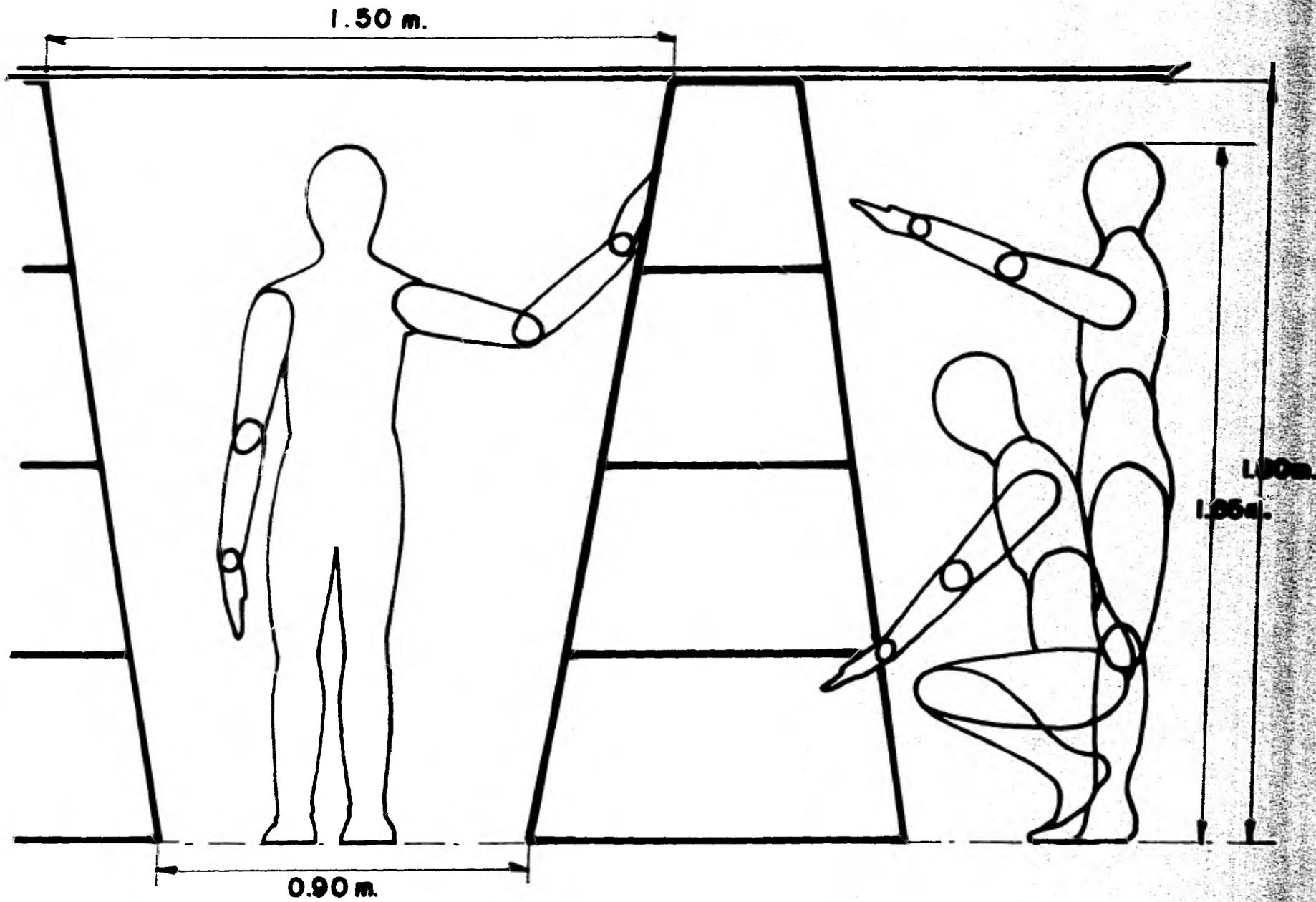
Para facilitar la colocación y el llenado del contenedor, éste consta de 4 módulos que, se van ensamblando y llenando uno por uno.

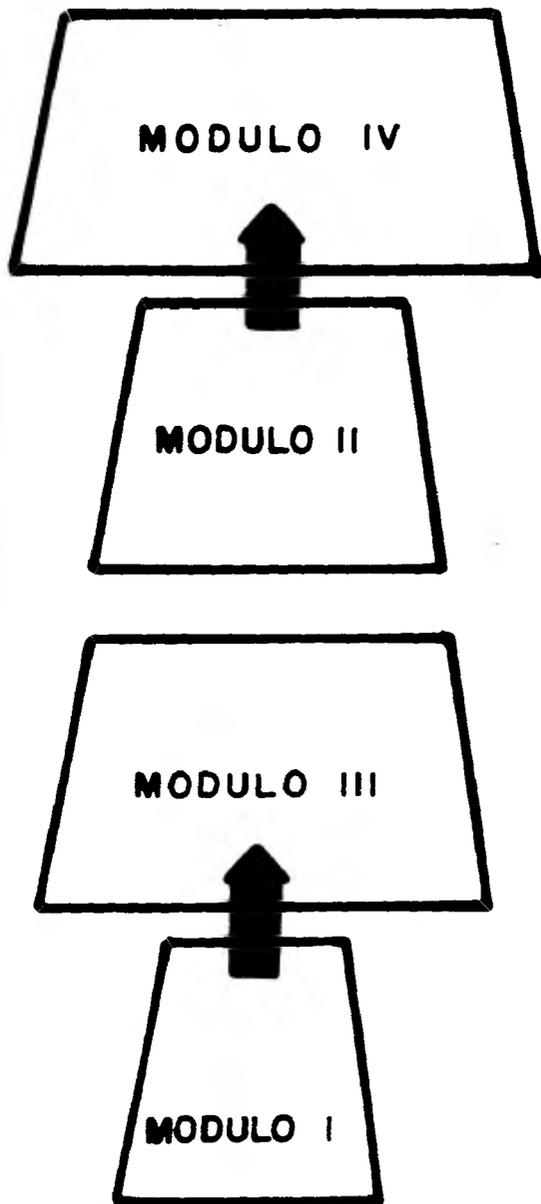
En cuanto a la colocación de la semilla en el orificio de crecimiento, ésta se efectúa manualmente, evitando la utilización de herramientas especiales.

Cuando llega la etapa de recolección esta se lleva a cabo como en el sistema horizontal, dependiendo de cada tipo de cultivo.

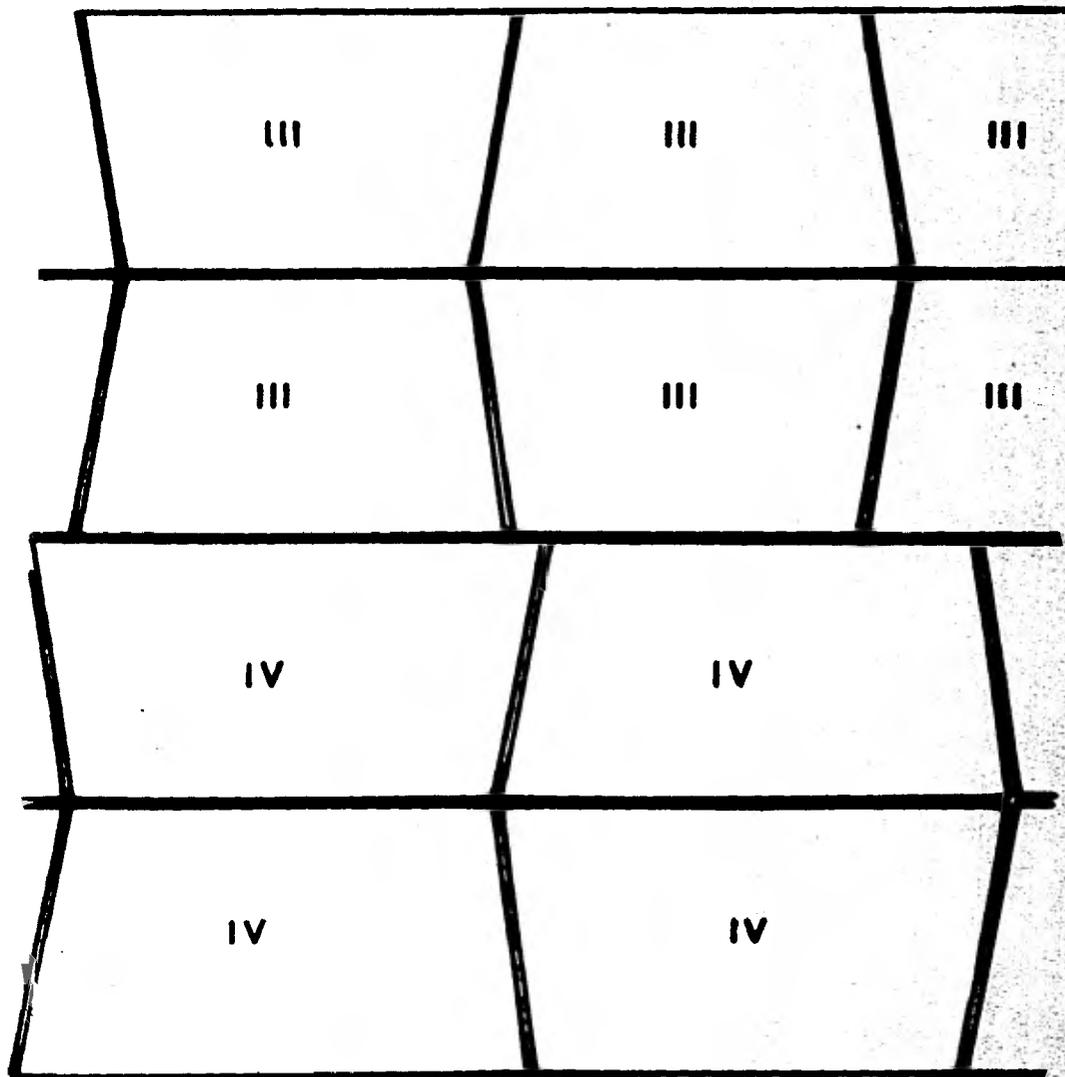
En el sistema vertical estas dos operaciones mejoran las condiciones de trabajo del campesino ya que con la mayor parte del mismo se efectúa en una posición más cómoda produciendo menor fatiga.

La colocación del sistema se ha propuesto, tomando en cuenta que el paso del campesino se facilite ya sea cuando siembra o cuando recolecta, para lo cual necesita un canasto o una carreta.

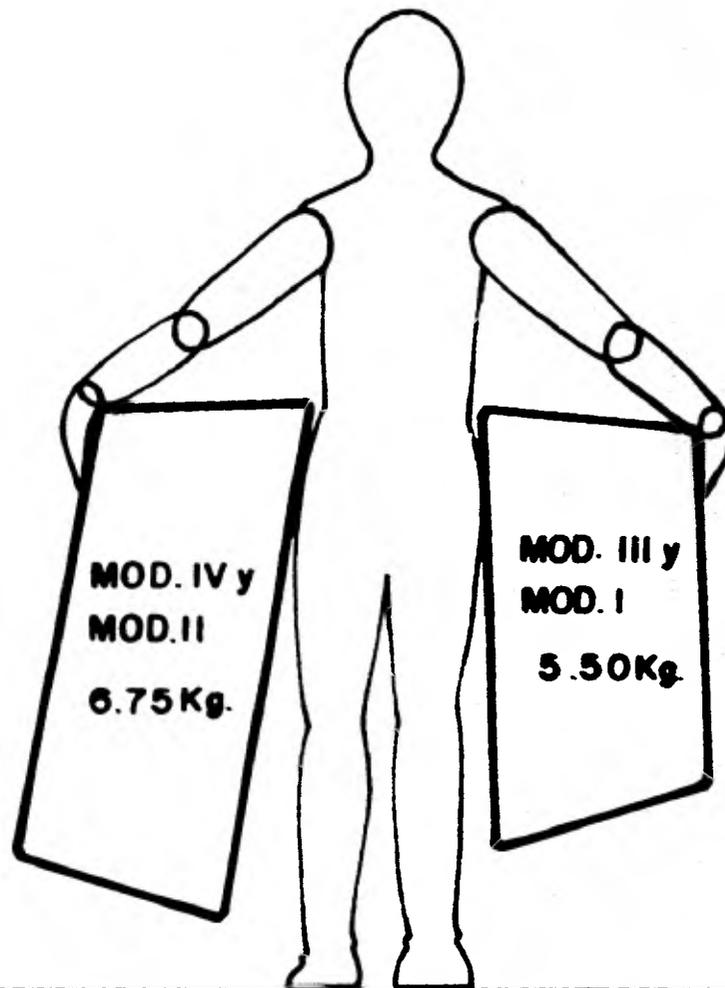
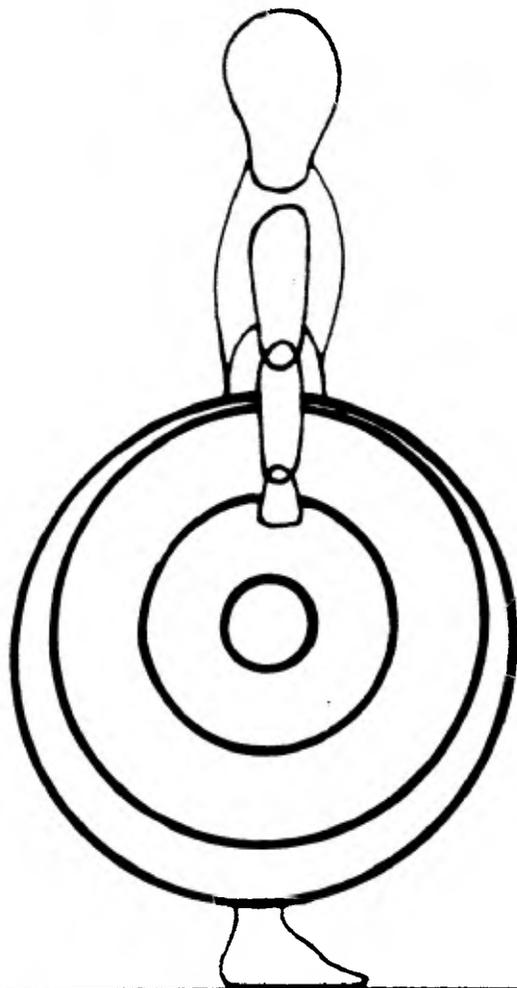




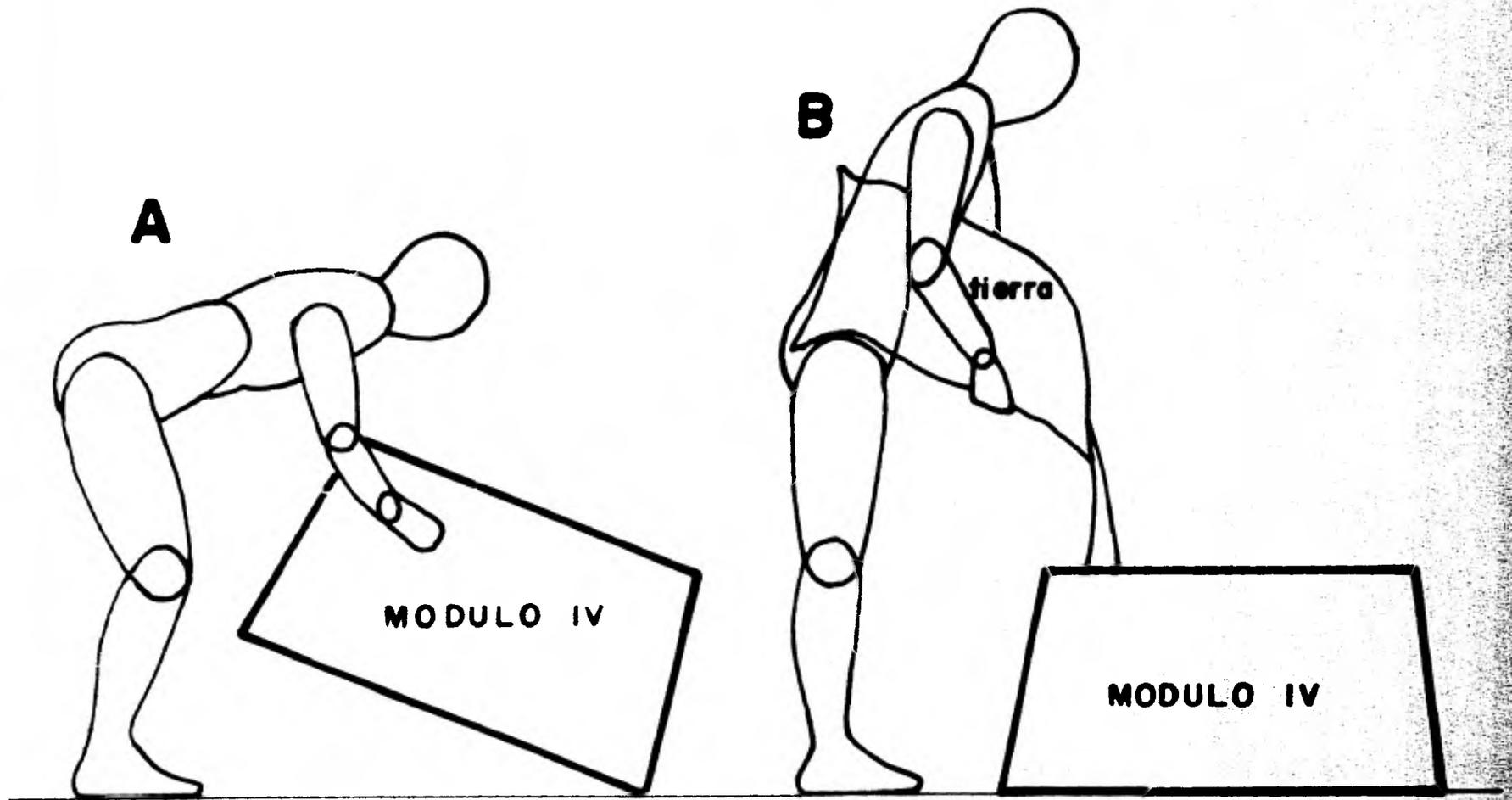
# ALMACENAMIENTO



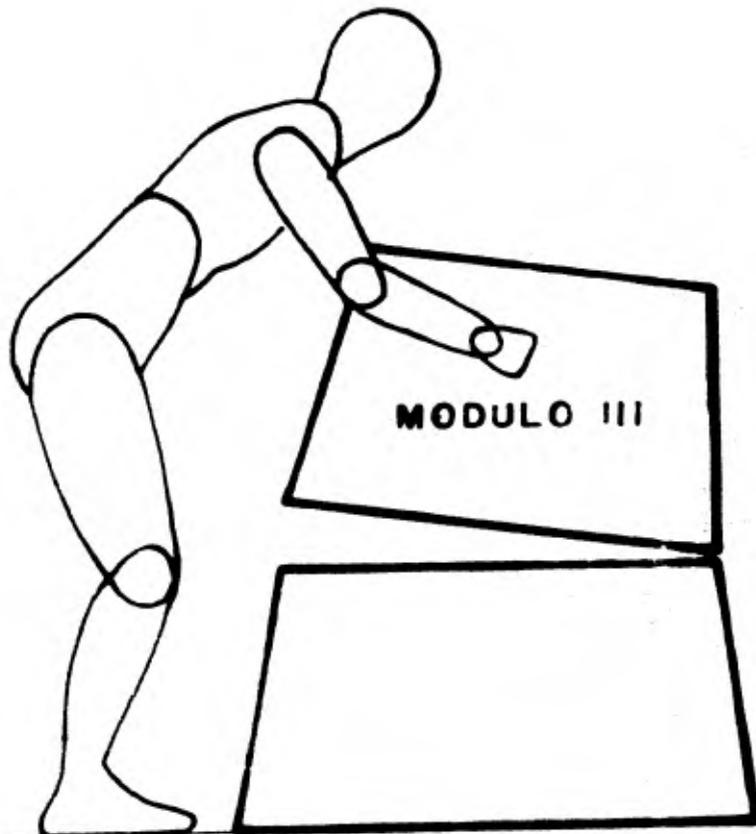
# TRANSPORTE



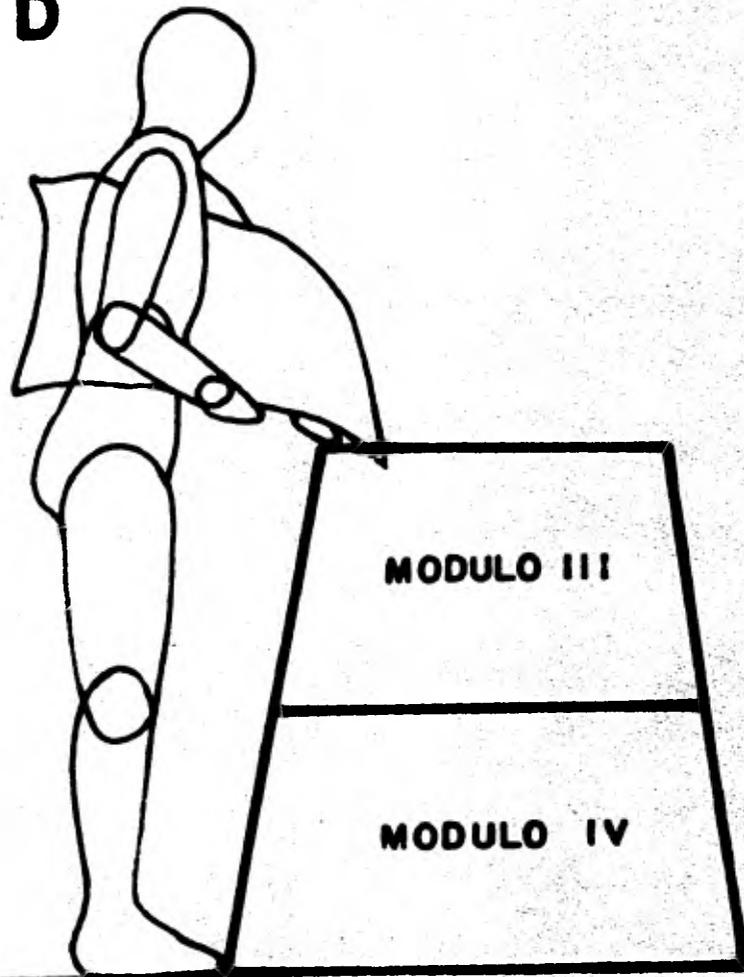
# COLOCACION



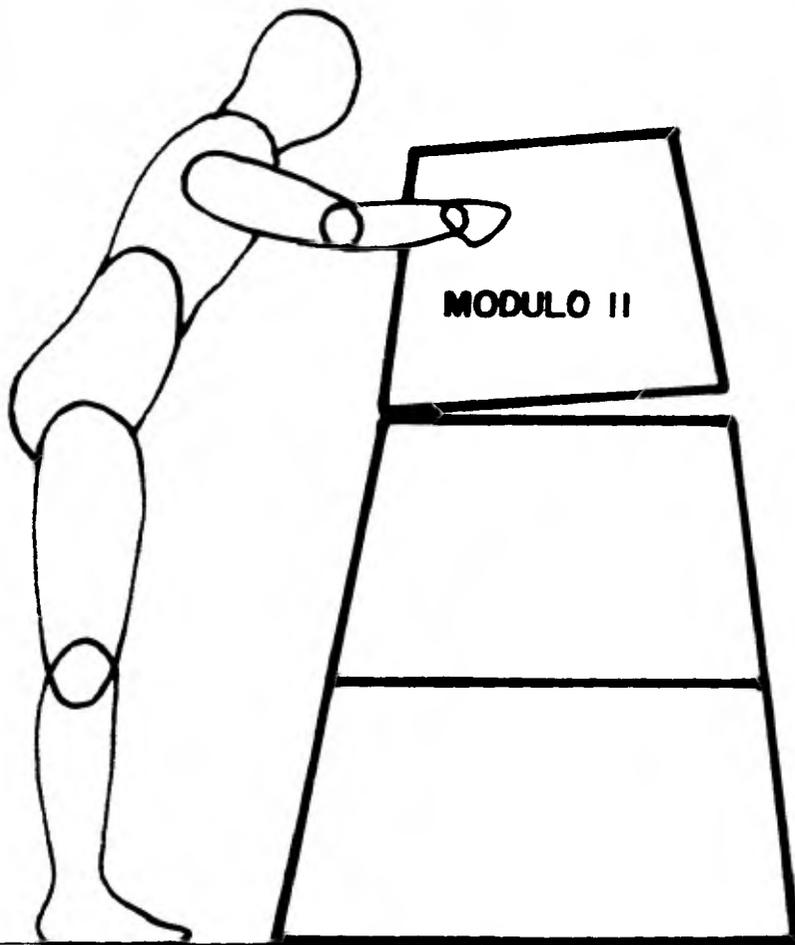
**C**



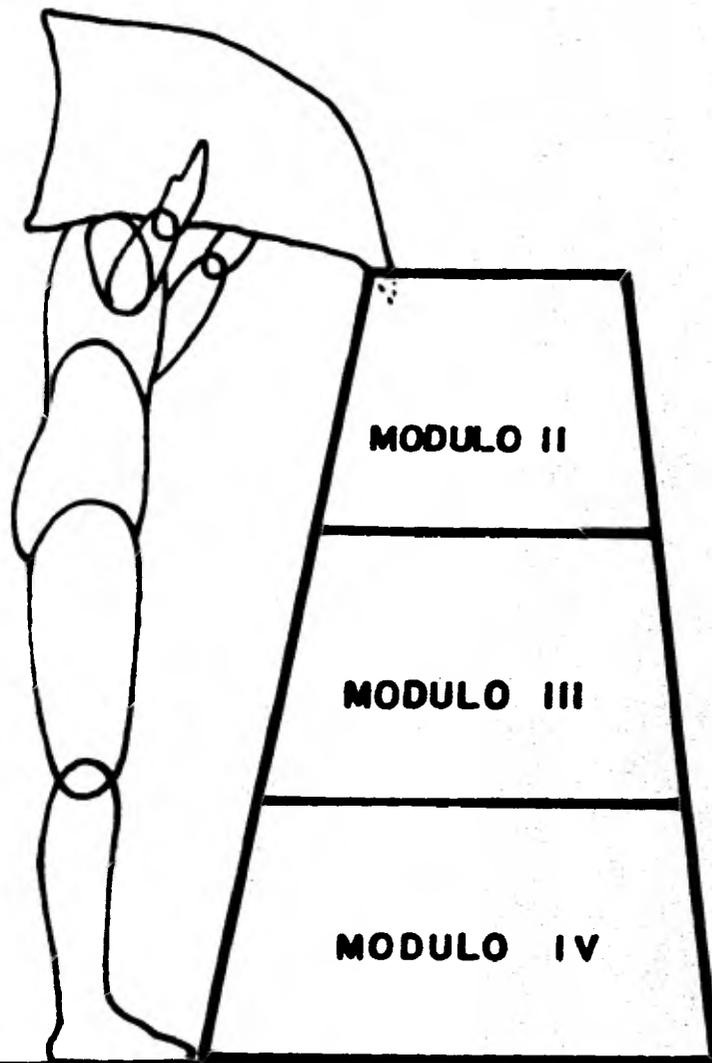
**D**

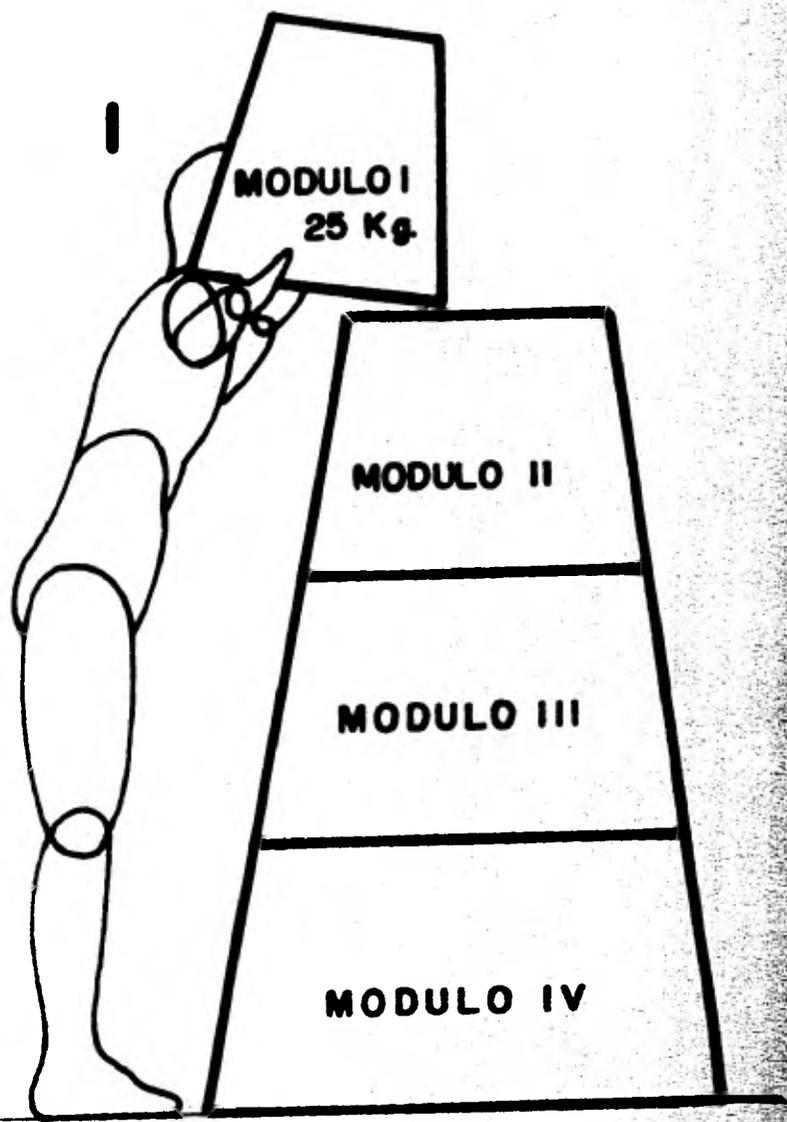
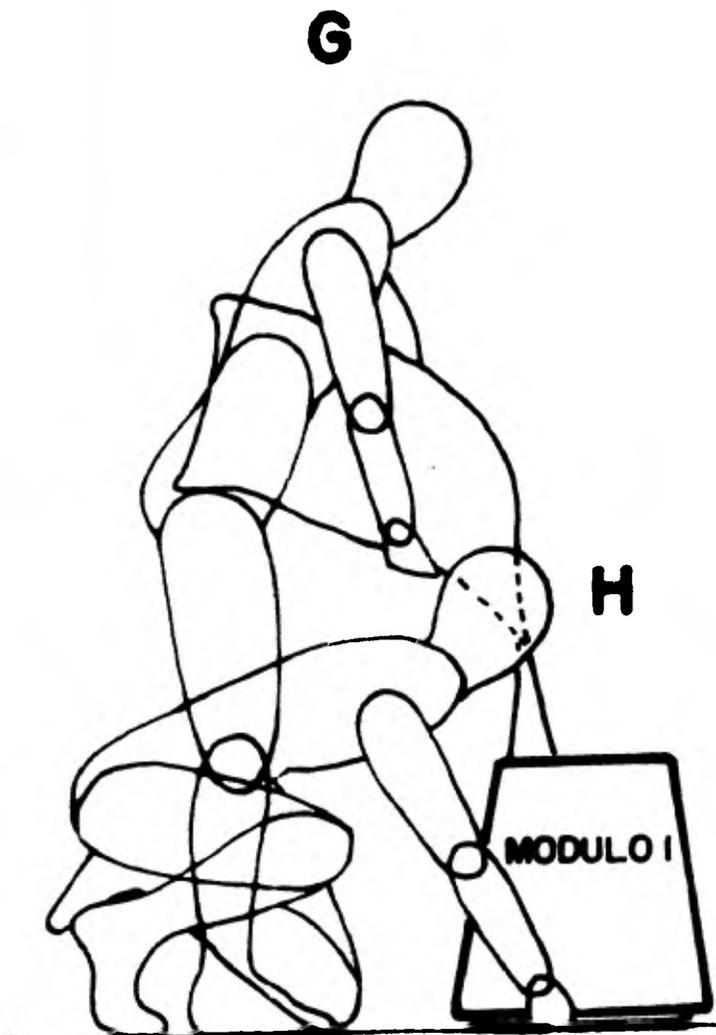


**E**

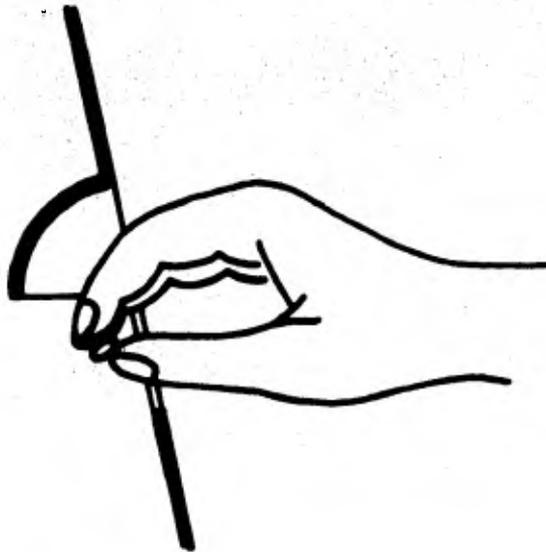


**F**

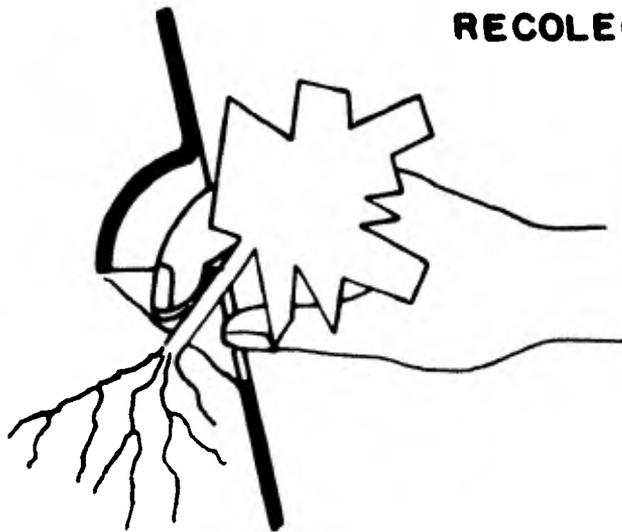




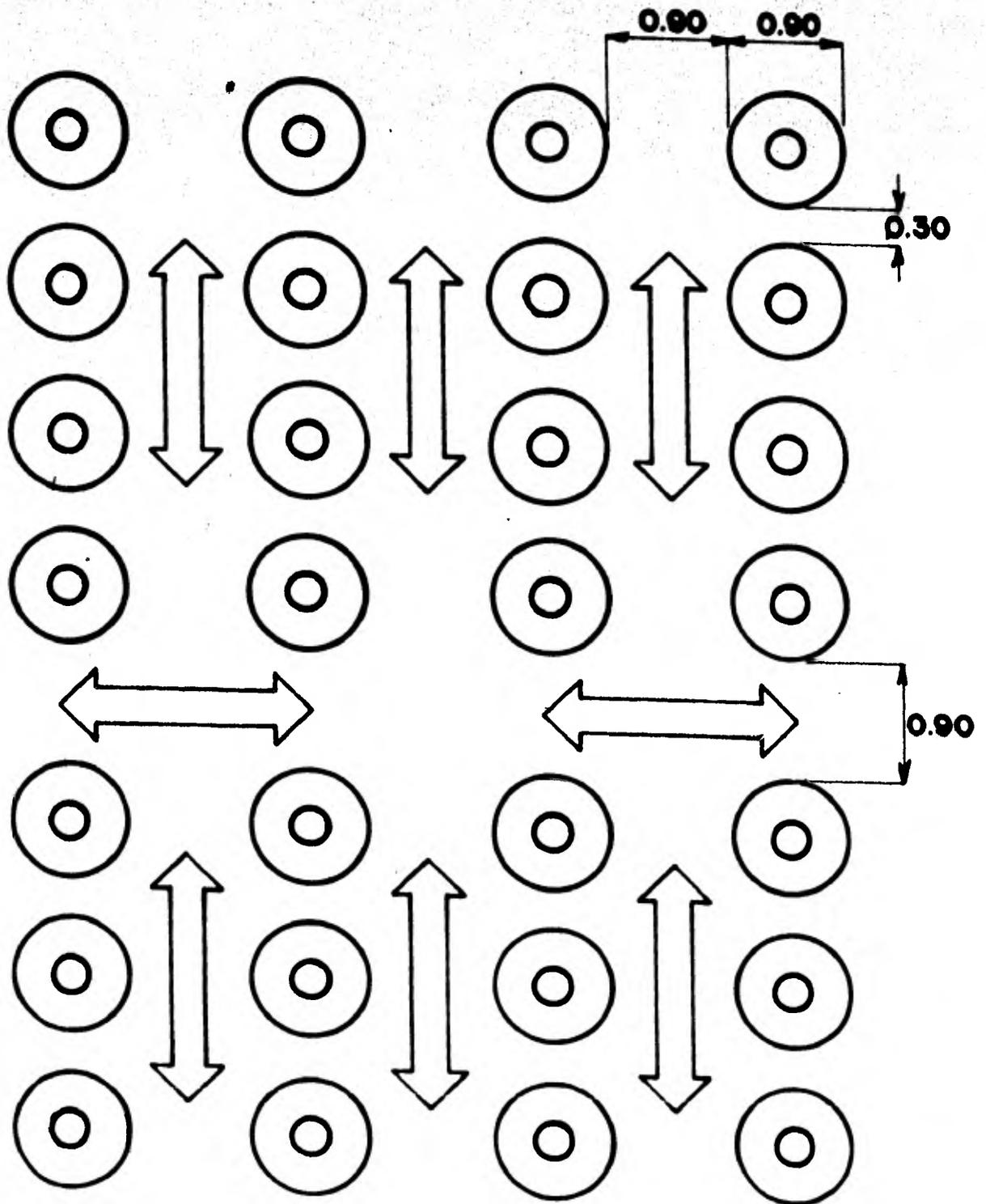
**SIEMBRA**



**RECOLECCION**

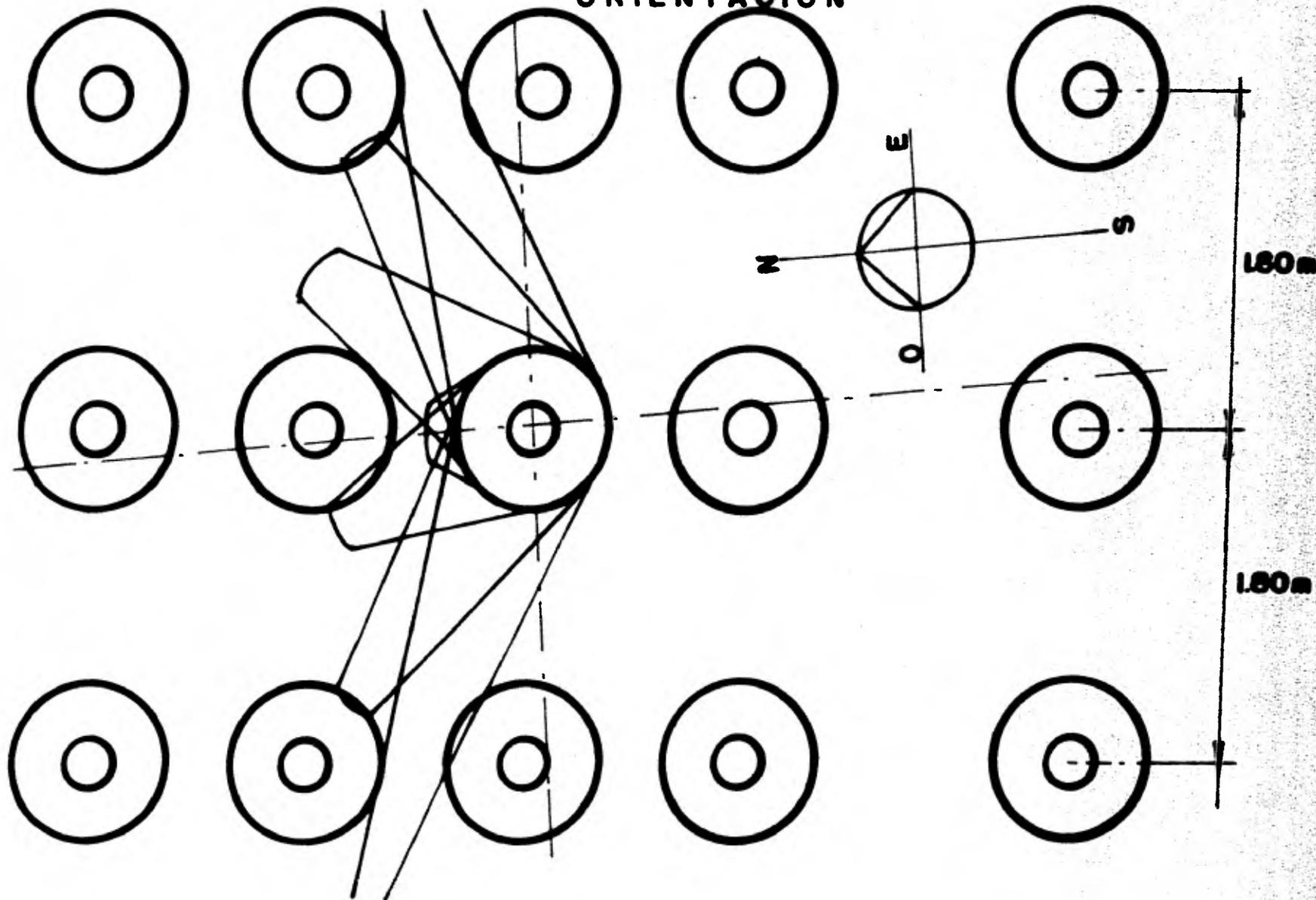


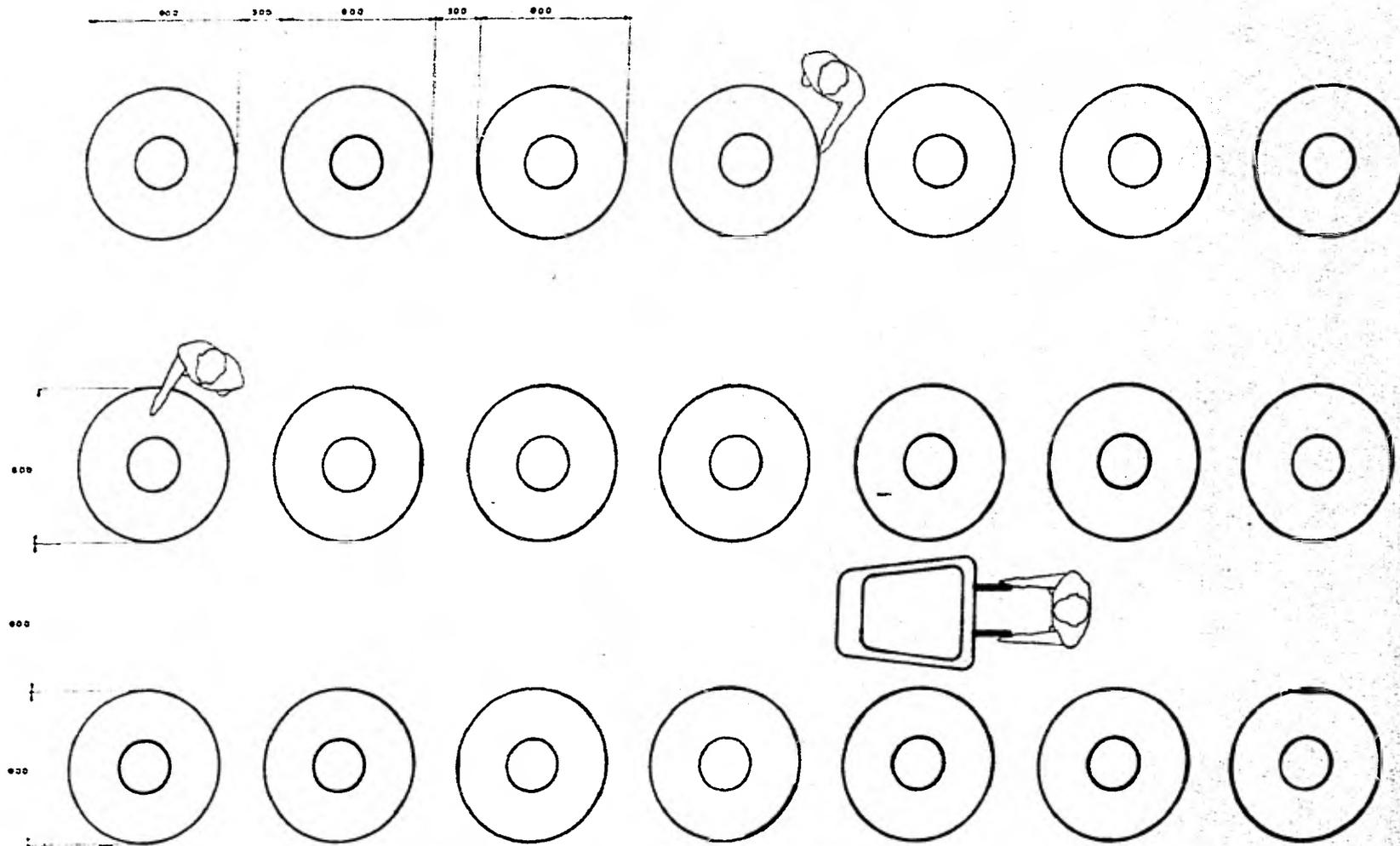
# CIRCULACION



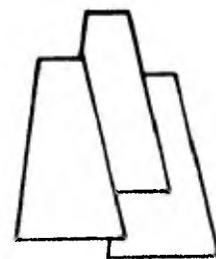
Cotas en mts.

ORIENTACION





COLOCACION EN EL TERRENO



# **memoria descriptiva**

## MEMORIA DESCRIPTIVA.

El proyecto que presentamos está integrado por las siguientes partes:

- 1.- Contenedor del sustrato para cultivo.
- 2.- Sistema de riego.
  - a).-Red principal.
  - b).-Tuberías regantes.
  - c).-Filtros.
  - d).- Válvulas opresoras.

1.- Contenedor del sustrato para cultivo:

Tomando en cuenta los puntos a resolver, obtenidos de la investigación anterior, se propone un sistema mediante el cual se permita sembrar, utilizando el sustrato verticalmente, dicho sustrato podría ser de cualquiera de los materiales mencionados anteriormente.

Para la retención de éste, se hace necesaria la utilización de un contenedor del mismo.

Forma.- Se adoptó la forma cónica truncada para el contenedor debido al mejor aprovechamiento de los rayos solares, tan necesarios para el desarrollo de las plantas, ya que con esta forma, no se permite que las plantas de la parte superior al proyectar su sombra cubran a las que se encuentran en la parte inferior, no permitiendo el acceso de los rayos solares.

Debido a la altura del contenedor se hizo necesario buscar una estructura estable por sí misma, y se escogió la cónica entre otras, por su forma orgánica que no rompe con el entorno.

La forma cónica permite el desarrollo vertical de las raíces de cada una de las plantas sin obstruirse mutuamente.

**Altura.-** Tomando en cuenta la altura promedio y el mayor número de plantas posibles se uso como altura máxima 1.80 m. Esto permite al usuario una cómoda siembra y recolección sin tener que usar implementos adicionales.

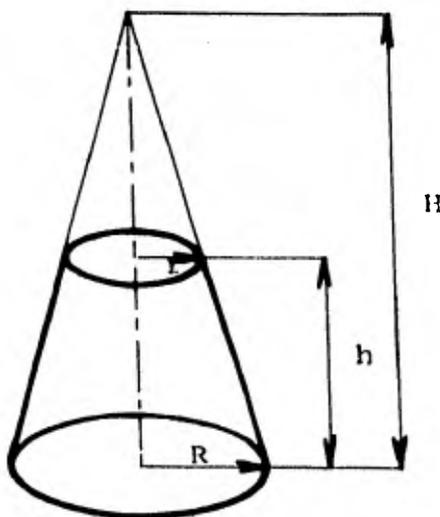
**Orificios de crecimiento para las plantas.-**

Para la localización de los orificios sobre la superficie del cono, se hizo necesario referirse a las distancias mínimas en hileras y entre surcos de siembra de la planta, para poder permitir su libre desarrollo.

Así se obtuvo como módulo la distancia radial de 10 cm. que nos permitiría diferentes distancias en hileras.

Como distancia vertical se obtuvo 15 cm., que permite el crecimiento necesario de las raíces, sin que estas interfieran con la planta del nivel inferior.

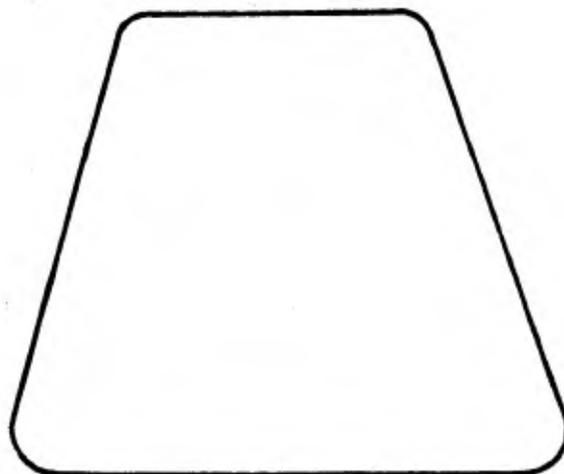
Para la obtención de la distancia radial de 10 cm.: se dividió en grados el perímetro de cada nivel de orificios correspondiente a la distancia vertical, que a su vez se obtuvo aplicando la siguiente formula:  $H = \frac{h + hr}{R - r}$ , dandonos la altura de cada nivel y posteriormente para la obtención de los radios se utilizó la formula:  $R = \frac{hr}{H - h} + r$ , para cada una de las distancias verticales.



Como resultado de las operaciones anteriores se obtuvieron doce niveles en el cono, suprimiendo el último nivel ya que así se permitía una separación adecuada respecto al suelo, dándonos un total de 100 orificios en once niveles.

Esto debido a que la parte inferior del cono se encontraba tapada para evitar cualquier contaminación así como la presencia de animales indeseables.

Forma del orificio.- Se le dió la siguiente forma: triángulo truncado guardando así su relación con el contenedor



Orificios comunicantes.- La base superior de cada módulo se encuentra perforada a lo largo del desnivel que sirve para ensamble, dejando únicamente unas secciones de refuerzo, dichas perforaciones sirven para llenar el contenedor con el sustrato.

También la base inferior se encuentra perforada, pero en éste, sólo con barrenos que sirven para el paso del agua, al módulo inmediato inferior o al suelo.

Además de servir para retener la tierra de cada módulo en caso de traslado.

El diámetro de estos barrenos es de 1 pulgada.

**Protector.-** Se ha colocado en la parte interior de cada orificio y hasta la mitad del mismo un protector que forma una concavidad, esta hace que el agua se desvíe un tanto y no llegue directamente a la semilla y la pueda sacar fuera del sustrato, además de no permitir que la tierra se apisone demasiado en el lugar donde habrá de desarrollarse la planta.

Y cuando la misma ha brotado no permite que las raíces puedan llegar ha salirse por el orificio inferior, sino que se desarrollen verticalmente.

También cuando se va a sacar la planta la tierra no se escapa por el orificio.

**Modulación.-** Ya que la manufactura del cono en una sola pieza resulta difícil debido a las dimensiones y peso del mismo, fue necesario adoptar una modulación que a la vez permite que el transporte y el almacenamiento de este no sea muy costoso.

Así, se escogieron modulos de 45 cm. cada uno, los cuáles permiten tener medidas secuenciales obteniendo así cuatro modulos.

**Ensamble.-** Para la colocación del sistema en el lugar de uso, se utiliza un sistema de ensamble por medio de la gravedad.

Cada módulo en la parte superior tiene una entrada que alberga a la parte inferior de su modulo inmediato superior.

**Colocación.-** Tomando en cuenta la distancia necesaria para el paso de un campesino y la facilidad de recolección , se obtuvo una colocación que permite un buen aprovechamiento del espacio.

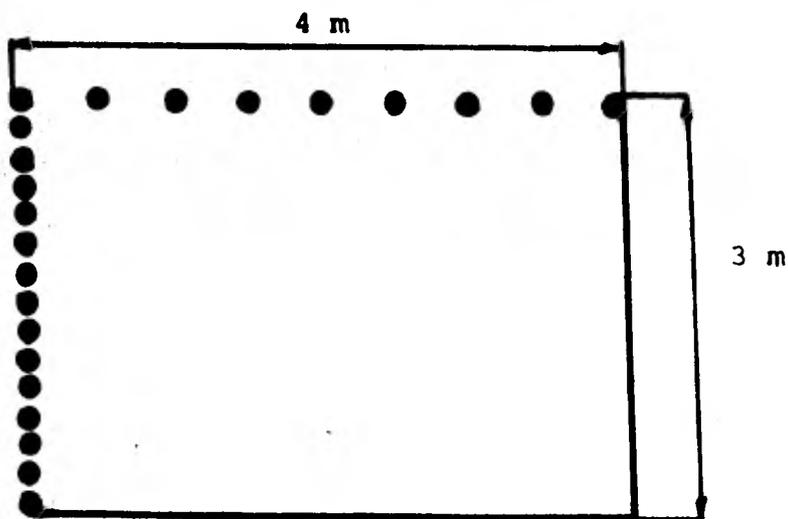
Distancia entre cono y cono= 30 cm.

Distancia entre filas de conos = 90 cm.

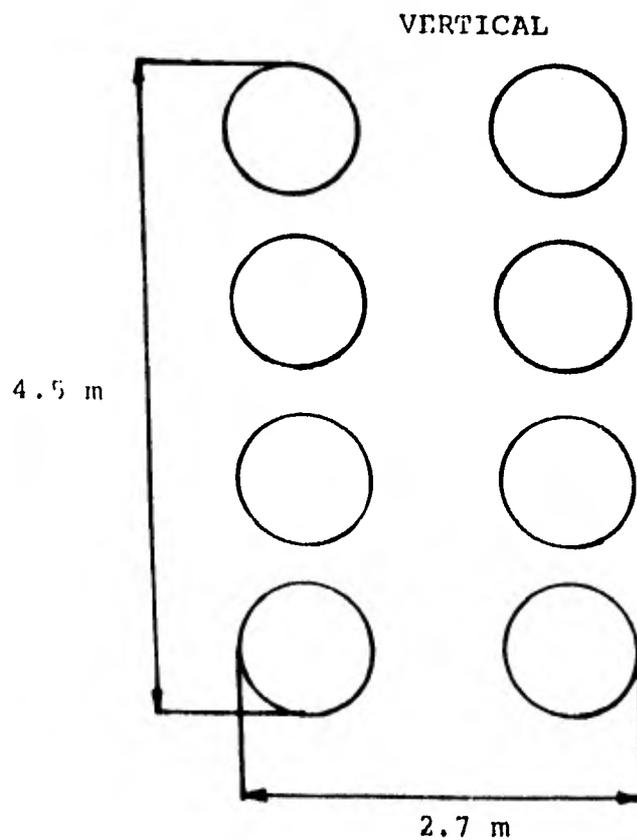
**Capacidad Comparativa.-** Tomando en cuenta un promedio de los cultivos más comunes que se puedan adaptar al Sistema Vertical se obtuvo una capacidad comparativa de:

En  $12 \text{ m}^2$  caben 135 plantas en el sistema horizontal.

En  $12 \text{ m}^2$  caben 800 plantas en el sistema vertical.



HORIZONTAL



VERTICAL

**VOLUMEN DEL CONO Y CAPACIDAD DE TIERRA**

El volumen utilizable del cono es de  $.3815 \text{ m}^3$ .  
y la cantidad de tierra requerida para este volumen es de  
214 Kg. ( utilizando tierra negra).

## SISTEMA DE RIEGO.

Como resultado de la investigación anterior, observamos que existe una difícil obtención de agua para irrigación, aproximadamente en un 40% del territorio nacional por lo que se ha adoptado un sistema de riego mediante el cual se regule la cantidad de agua, de manera que se utilice sólo la requerida para cada planta.

Por lo cual se propone un sistema de mezcla de dos tipos de riego:

1.- El de goteo o exudación.

2.- El de subriego.

El sistema consiste : En una red principal de abastecimiento de agua, cuyas dimensiones se encuentran sujetas a la cantidad de terreno que se pretende irrigar.

En dicha red pueden ir o no disueltos los nutrientes.

De esta tubería regante se desprenden 12 tubos de 5 mm. de diámetro para cada cono, los cuales tiene en el extremo un filtro, que es un recipiente cuya base inferior se encuentra perforada para permitir la salida del agua de la tubería regante, dicho filtro contiene grava o sustancias plásticas expandidas ( poliuretano o poliestireno ), las cuales permiten el paso del agua al sustrato y a su vez impiden el paso de este a la tubería, que traería consigo su obstrucción.

Como tapa se coloca un cono truncado de neopreno, que tiene una perforación en el centro para alojar el tubo regante.

Cada uno de los filtros se encontrará alojado en una cavidad hecha expresamente para ésto en el contenedor

La regulación de la salida de los tubos se efectuará mediante una válvula opresora que se localiza antes de cada uno de los filtros, dicha válvula es utilizada en medicina para la aplicación de sueros.

Tomando en cuenta el volumen de tierra y la capacidad de campo de cada módulo, y sabiendo que cada tubo regante tiene un cono de filtración, se llegó a la conclusión de que se requieren 3 tubos para satisfacer las necesidades de cada módulo.

#### CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE.

Como resultado de los experimentos efectuados (diseño experimental ) se obtuvo la cantidad de agua requerida para cada cono; utilizando tierra negra como sustrato.

Saturación: 69.09 Lt. 100 %

Capacidad de campo: 27.63 Lt. 40 %

Punto de marchitamiento permanente: 17.27 Lt. 25 %

## MATERIALES Y PROCESOS.

Se escogió el polietileno de alta densidad para la manufactura de los 4 módulos que forman el contenedor debido a las características que presenta este material, tales como: la resistencia al intemperismo, la corrosión, el impacto y por su estabilidad a la temperatura: además no afecta en cuanto a su composición química a los cultivos.

También se tomo en cuenta su bajo costo y su fácil obtención en el mercado.

### PROCESOS.

Debido a la forma del contenedor, el proceso más adecuado es el rotomoldeo, que permite una alta producción, con bajo costo de moldes y manufactura.

### MATERIALES ( Sistema de riego )

- 1.- Red principal: Las tuberías principales de alimentación deben ser fabricadas de material termoplástico de alta resistencia "PVC" según las especificaciones de la Secretaria de Comercio.
- 2.- Tuberías regantes: Utilizando el proceso de extrusión deben ser fabricadas de material termoplástico con resistencia al envejecimiento y al intemperismo, también deben ser flexibles y resistentes, proponiendose entonces polietileno de baja densidad.

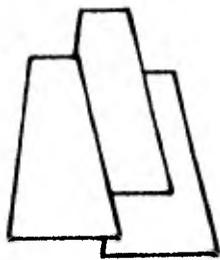
Usando en su manufactura el proceso de extrusión.

- 3.- Válvula opresora : Comercial.
- 4.- Filtro: Se propone polietileno de alta

densidad por las características arriba mencionadas, añadiendo su resistencia a la compresión.

Con un tapón de neopreno , material escogido por su flexibilidad y resistencia al intemperismo.

El proceso adecuado para la fabricación del filtro es el de inyección ya que permite una alta producción sin un maquinado posterior.

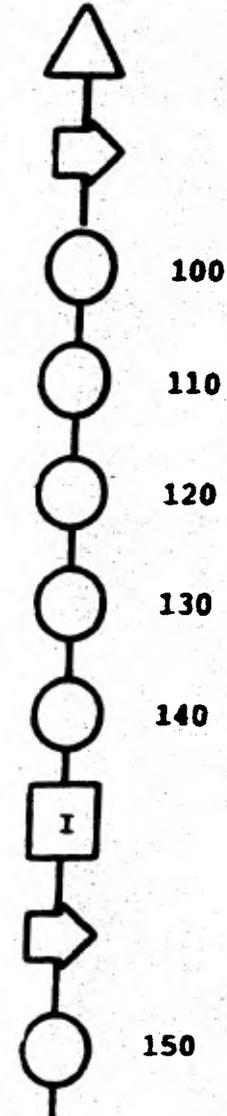


**procesos**

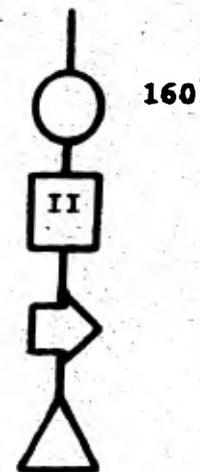
DIAGRAMA DE PROCESOS DEL CONTENEDOR ( Módulo I,II,III, IV ).

MATERIA PRIMA: Polietileno alta densidad en polvo.

- 100 Se llena el molde con la materia prima mencionada.
- 110 Se empieza a girar el molde de la (OP 100) a 180 ° en dos diferentes sentidos.
- 120 Se translada el molde (OP 110) haciendo girar los brazos de la máquina hasta meterlo al horno. Se calienta a base de aire permitiendo que circule por todo el molde para que el plástico se pueda fundir uniformemente para lograr las paredes del mismo espesor.
- 130 Se lleva el molde aún girando a la cámara de enfriamiento. Se hace circular aire para permitir que la pieza (OP 120) se enfrie.
- 140 Se pasa el molde a la estación de carga y descarga para retirar la pieza (OP 130).
- I Inspección.
- Transporte.
- 150 Utilizando el rauter, se cortan los orificios marcados en la parte superior de cada módulo de la pieza (OP 140) utilizando una plantilla.



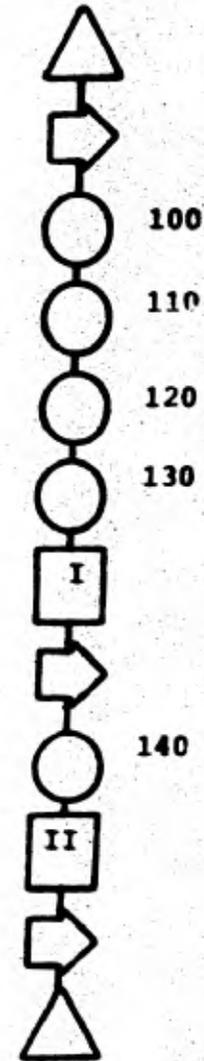
- 160 Se perforan los barrenos  $\varnothing = 1$  Pulgada de la parte inferior de cada módulo (OP150) utilizando una plantilla.
- II Inspección.  
Transporte.  
Almacén.



## FILTRO.

MATERIA PRIMA : Polietileno de alta densidad en forma de pellets.

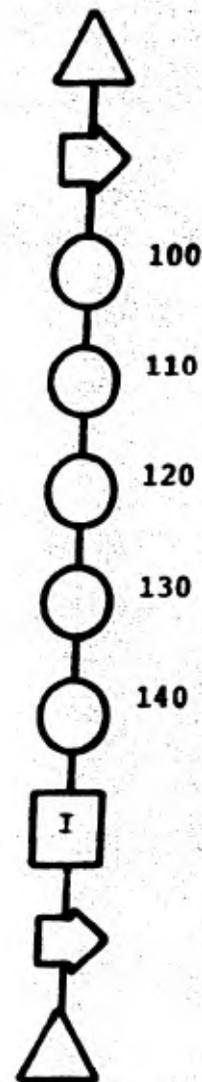
- 100 Se vaciará la materia prima, en la tolva inyectora.  
110 Se calienta el material (OP100) hasta que se funda.  
120 Se forma la pieza inyectando el material (OP110) en un molde.  
130 Se desmoldea la pieza (OP120) abriendo la inyectora.  
I Inspección  
Traslado.  
140 Se ensambla la pieza (OP130) con un tapón de neopreno, por medio de presión.  
II Inspección.  
Almacén.



## TUBERIAS REGANTES.

MAERIA PRIMA: Se utilizara polietileno de baja densidad en forma de pellets.

- 100 Se coloca el material en la tolva extrusora.  
110 Se calienta el polietileno (OP100) hasta que se funda.  
120 Se hace pasar el material fundido (OP110) por un molde , donde toma la forma del mismo.  
130 Se enfría la pieza (OP120) por medio de agua para darle rigidez.  
140 Se corta la pieza (OP130) a la dimensión requerida.  
I Inspección.  
Traslado.  
Almacén.



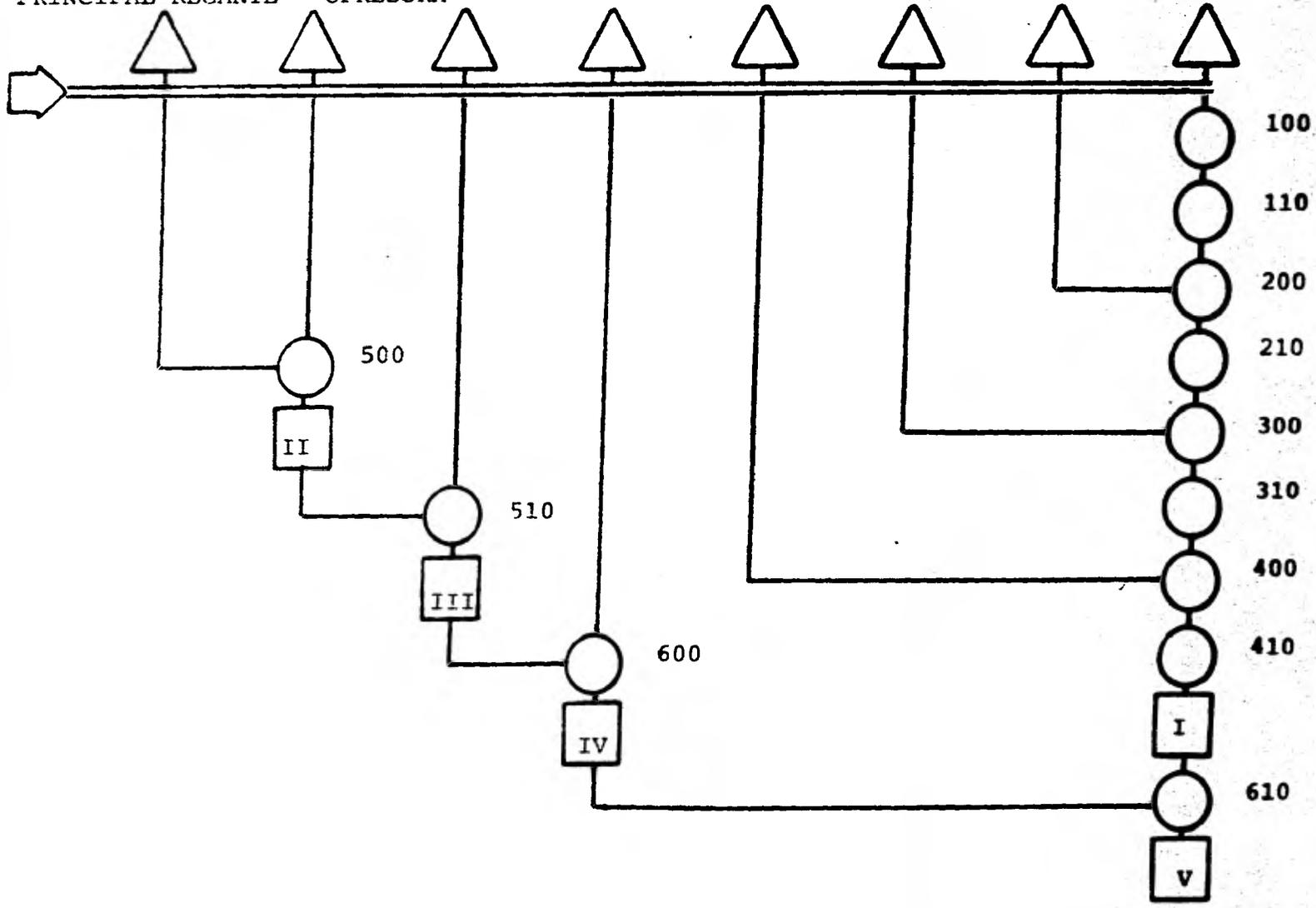
## PROCESO DE ENSAMBLE DEL SISTEMA.

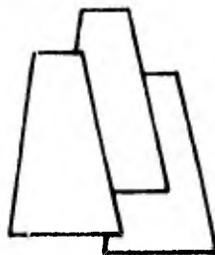
- 100 Enterrar el módulo IV en el lugar donde se colocará, usando para esto; la saliente de la base inferior.
- 110 Llenar el módulo (OP 100) con el sustrato escogido, evitando llenar el centro.
- 200 Ensamblar el módulo III, al módulo IV (OP 110) insertando la saliente de la base inferior módulo III en el desnivel de la base superior del módulo IV.
- 210 Llenar el módulo III (OP 200) con el sustrato escogido, evitando llenar el centro.
- 300 Ensamblar el módulo II al módulo III (OP 210), insertando la saliente de la base inferior del módulo II, en el desnivel de la base superior del módulo III.
- 310 Llenar el módulo II (OP 300) con el sustrato escogido evitando llenar el centro.
- 400 Ensamblar el módulo I al módulo II (OP 310) insertando la saliente de la base inferior del módulo I en el desnivel de la base superior del módulo II (OP 310).
- 410 Llenar el módulo I (OP 400) usando el sustrato escogido.
- I Inspección.
- 500 Ensamblar tubos regantes a tuberías principales, las cuáles se encuentran unidas a la fuente de abastecimiento de agua.
- II Inspección.
- 510 Ensamblar válvula opresora, a tubos regantes (OP 500).
- III Inspección.
- 600 Ensamblar tubos regantes (OP 510) al filtro, por medio de presión.
- IV Inspección.

PROCESO DE ENSAMBLE DEL SISTEMA.

610      Ensamblar filtros (OP 600) al contenedor (OP 410) por medio de presión.  
V      Inspección final.

TUBERIA PRINCIPAL    TUBERIA REGANTE    VALVULA OPRESORA    FILTRO    MODULO I    MODULO II    MODULO III    MODULO IV





**costos**

## COSTOS.

Para calcular el costo fué necesario obtener el volumen de cada uno de los módulos del contenedor, multiplicarlo por la densidad del material y así sacar el peso, de tal manera que resultó lo siguiente:

Módulo IV 5.75 Kg.

Módulo III 4.42 Kg.

Módulo II 3.08 Kg.

Módulo I 1.973 Kg.

Dandonos un total de 15.22 Kg.

Basandonos en una producción de 100,000 conos los cuales ocupan una extensión de 15 hectáreas.

Cono: Costo por unidad.

Materia prima: 15.22 Kg. a \$ 13.00 Kg. = \$ 195.00

Mano de obra amortización y utilidad: 15.22 Kg.

a \$ 17.60 Kg. = \$264.00

Total: \$ 459.00

Tuberías regantes:

Materia prima: .050 Kg. por metro a \$ 13.00 = \$195.00

Mano de obra, amortización y utilidad: \$ 1.30 por m.

Total : \$ 2.00

Total por 13 metros = \$ 26.00

Válvulas opresoras:

Total: \$ 3.00 cada una.

Total 12 piezas = \$ 36.00

Filtros:

Materia prima: .050 Kg. por pieza a \$ 13.00 = \$ .65

Mano de obra, amortización y utilidad: \$ 2.60

Total: \$ 3.25 por pieza.

Tapón: \$ 1.00

Total: 12 piezas = \$ 51.00

COSTO TOTAL DEL SISTEMA = \$ 572.00

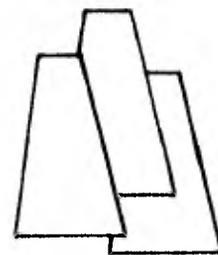
## COSTOS COMPARATIVOS.

	SITEMA VERTICAL.	SISTEMA HORIZONTAL.
Número de plantas por hectárea.	666600 (6666 conos)	112,500
Inversión.	6666 x \$ 572.00 Total = \$ 3812952.00	
Utilidad.	666,666 x \$ 10.00 *	112,500 x \$ 10.00
Total.	\$ 6,666,660.00	\$ 1,125,000.00
Menos Inversion.	<u>\$ 3,812,952.00</u>	
TOTAL.	\$ 2,853,708.00	\$ 1,125,000.00

\* Valor de la planta.

## APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO.

Si en una hectárea caben 112,500 plantas en el sistema horizontal; el equivalente en el sistema vertical es de 1125 conos los cuales ocupan un espacio de 1687.5 m.<sup>2</sup> ( 41 x 41 m.).



**recomendaciones de uso**

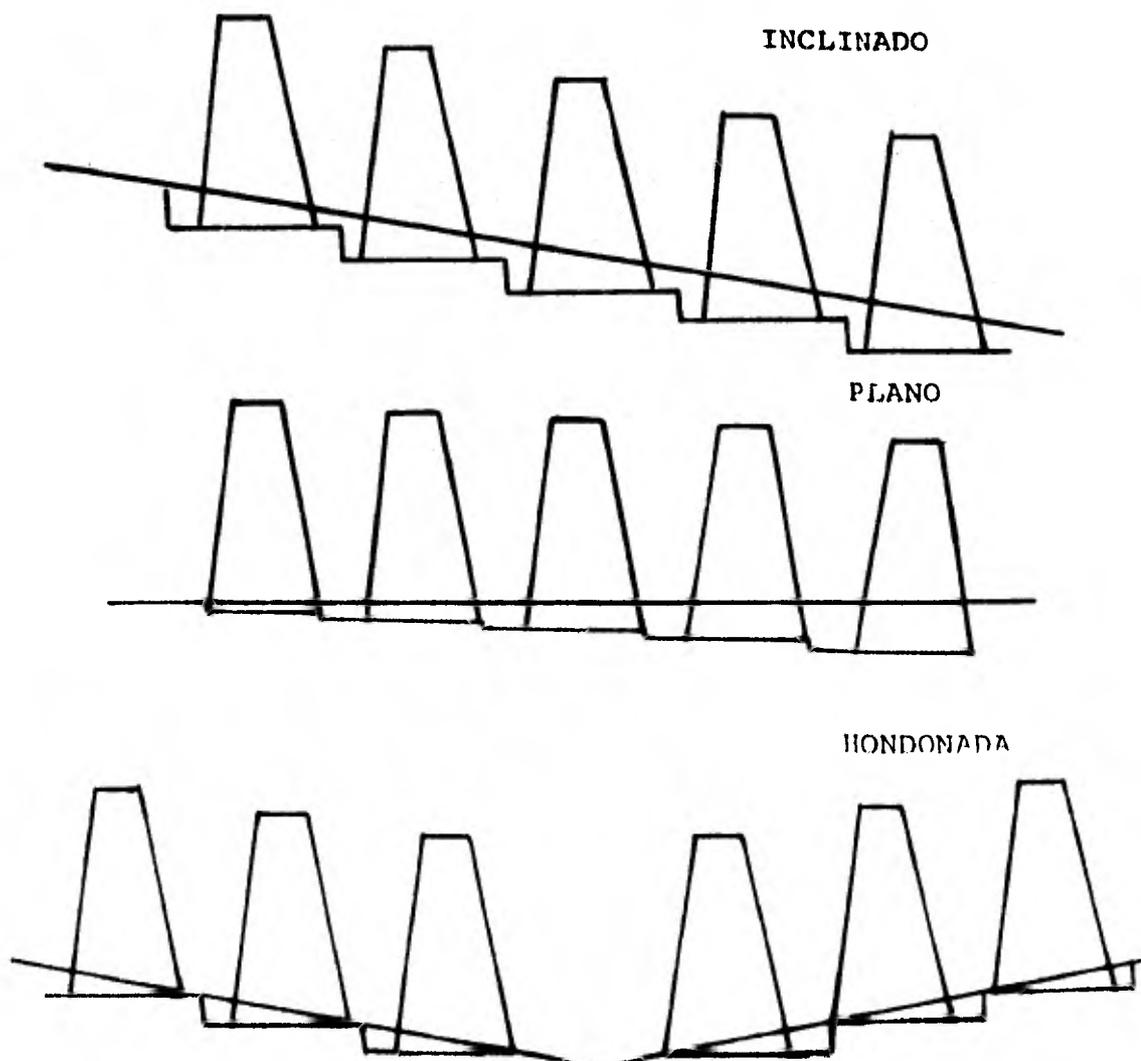
**RECOMENDACIONES DE USO.**

— Se recomienda utilizar los 4 módulos para lograr un mayor rendimiento.

— Para la instalación del sistema es necesario diseñar una red de abastecimiento de agua de acuerdo al tipo y dimensión del terreno.

— Es preferible utilizar la tierra del lugar evitando así acarreos.

— Recomendaciones de colocación del contenedor según tipo de terreno.



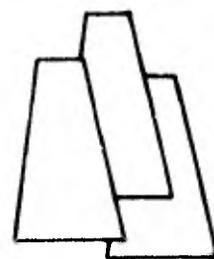
Es necesario tener un mantenimiento en el sistema de riego, principalmente en los filtros.

Existen 2 formas de colocar los nutrientes:

1.- Disueltos en el agua.

2.- En forma de pastilla usando una para cada planta.

Principalmente este proyecto está dirigido al campo aunque es posible y hasta recomendable usarlo en la ciudad, dentro de las casas, en patios o azoteas, no siendo necesario tener el mismo sistema de riego.



**conclusiones**

## CONCLUSIONES.

Este proyecto se ha basado en la observación de una necesidad urgente. La mejor alimentación del pueblo y por lo tanto la mayor producción de satisfactores.

Desde luego no pretendemos decir que, con el mismo, se resuelva completamente el problema, pero es un intento, parte de un necesario plan para reformar las condiciones de trabajo y productividad de nuestro campo.

Para la amplia implantación y difusión de este sistema se hace necesario contar con la ayuda y el financiamiento del gobierno para el uso del mismo por los campesinos.

Para la verificación total del proyecto se hace necesaria la implantación del sistema completo dentro del campo, cuando menos en un lapso de un año, sujeto a condiciones naturales.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- HORTICULTURA.  
A. García Romero.  
Editorial Salvat.
- 2.- CULTIVOS HIDROPONICOS Y EN TURBA.  
F. Penningsfeld. P. Kurzmann.  
Editorial Mendi Prensa.  
Madrid, 1975.
- 3.- APORTACIONES DEL INIA A LA AGRICULTURA MEXICANA  
EN 1978.  
Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos.  
INIA.  
México, D.F. 1979.
- 4.- UNION NACIONAL DE PRODUCTORES DE HORTALIZAS.  
Boletín Bimestral, 1979.
- 5.- HORTICULTURA TROPICAL Y SUBTROPICAL.  
Editorial Pax.  
México, 1975.
- 6.- ELEMENTOS PARA LA PLANEACION DE LAS CONSTRUCCION.  
AGROPECUARIA.  
Chapingo.  
México, 1979.
- 7.- MANUAL DE MATERIALES.  
Brady, George S.  
Editorial Continental.  
México 22, D.F. 1965.
- 8.- MOLDING OF PLASTICS.  
Edited by Norbert M. Bikals.  
Enciclopedia Reprints.

- 9.- EXTRUSION DE PLASTICOS.  
E. G. FISHER.  
Editorial C.E.C.S.A.
- 10.- ENCICLOPEDIA QUIMICA INDUSTRIAL.  
Tomo 5. ING. Moldes para Plástico.  
J. H. Dobouis. W.I. Pribble.  
Editorial Urmo.
- 11.- INYECCION DE PLASTICOS.  
W. Mink.  
Editorial G. Gilli.
- 12.- EL AGUA, EL SUELO Y LA PLANTA.  
E. J. Winter.  
Editorial Diana.  
México, 1979.
- 13.- EL RIEGO, DISEÑO Y PRACTICA.  
Bruce Withers. Stanley Vipond.  
Editorial Diana.  
México, 1979.
- 14.- SISTEMAS DE RIEGO.  
R. Ede.  
Editorial Acriba, España.

**LUGARES VISITADOS.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO.**

**DIRECCION DE AGROLOGIA. SARH.**

**DIRECCION DE EXTENSION AGRICOLA. SARH.**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. SARH.**

**DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL. SARH.**

**VIVEROS DE COYOACAN. SARH.**

**SECRETARIA PARTICULAR. SARH.**

**UNION NACIONAL DE PRODUCTORES DE HORTALIZAS.**

**INSTITUTO DE BIOLOGIA. UNAM.**

**INVERNADERO. UNAM.**

**CICH. UNAM.**

**AJUSCO. D.F.**

**TEXCOCO. ESTADO DE MEXICO.**

**XOCHIMILCO. D.F.**

**EL VIGIA. ESTADO DE MORELOS.**

**TEMIXCO. MORELOS.**

