

MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA  
PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

MOLINO DE VIENTO  
DESCRIPCION, PLANOS Y MONTAJE

Tibaitatá, Marzo 1973

Realización: PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA - I.C.A.

C O L A B O R A D O R E S

Proyecto:

JORGE MARIO GOMEZ	I.A.
JOSE BERNARDO PORRAS	I.M. M.S.
LUIS A. RESTREPO	I.A.
CARLOS J. RINCON C.	I.M.
SERGIO VELEZ C.	I.M.

Dibujos y Planos:

Nelson Nieto J.  
Tito A. Gutiérrez

Mecanografía:

Cecilia Moreno R.

## CONTENIDO

- I. INTRODUCCION.
- II. PARTES DEL MOLINO
  - 2.1. El Rotor
  - 2.2. El mecanismo de transmisión
  - 2.3. La Bomba
  - 2.4. La Tubería de elevación
  - 2.5. La Estructura de montaje
- III. EL POZO
- IV. OBSERVACION FINAL
- V. PLANOS DE FABRICACION DE LAS PARTES DEL MOLINO (13)
- VI. PLANOS ILUSTRATIVOS DEL MONTAJE Y SUS ALTERNATIVAS MECANICAS (3)

MOLINO DE VIENTO \*  
DESCRIPCION, PLANOS Y MONTAJE

I. INTRODUCCION.

Se han desarrollado en todo el mundo diversos modelos de molinos de viento para distintos usos. El molino de viento es un mecanismo que aprovecha la energía del aire en movimiento y permite utilizarla con diversos fines. El uso mas corriente en nuestro medio es extraer agua de pozos. Antes de decidir la instalación de un molino de viento, es indispensable asegurarse que el agua con que se cuenta para bombear es apta para el uso que se le quiere dar.

El molino de viento aquí descrito, especialmente útil en zonas que gozan de buenos vientos, constituye un sistema bastante sencillo y económico para extraer el agua de pozos con profundidad hasta de unos 15 metros, para abastecer las necesidades domésticas o de la ganadería en el campo.

A excepción de tres rodamientos, los materiales requeridos son nacionales y de fácil adquisición en el mercado. Además, como las piezas son simples y pequeñas, para la construcción se pueden emplear retales y sobrantes de otros usos industriales, lo cual reduce el costo.

II. PARTES DEL MOLINO.

El molino esta formado por las siguientes partes :

---

\* Una contribución del Programa de Maquinaria Agrícola del ICA.

## 2.1. EL ROTOR.

El rotor consta de dos tambores o canecas de 55 galones partidas por su mitad y soldadas entre sí como lo ilustra la Figura No.1.

Las canales así formadas se montan en medio de dos discos de lámina calibre 14 de un metro de diámetro, cuyo borde va reforzado con varilla de 3/8" soldada al mismo. Sobre estos discos de lámina se fijan los soportes para los ejes superior e inferior. (Figura No. 1.).

La instalación de este rotor de eje vertical no requiere ningún dispositivo de orientación, pues recibe la fuerza del viento cualquiera que sea su dirección. Dicha fuerza del viento se hace simultáneamente sobre los casquetes de caneca, como se indica en la Figura No. 2.

La disposición de las secciones semicirculares o casquetes es tal, que la acción del viento produce un desequilibrio de fuerzas en virtud del cual se pone en movimiento al rotor y se obtiene por lo tanto la rotación del eje.

### 2.1.1. Balanceo y ajuste del Rotor.

Consiste en colocar el rotor horizontalmente sobre dos soportes nivelados entre sí, como lo ilustra la Figura No.3., y determinar si los ejes están debidamente alineados, de tal forma que al poner el rotor en movimiento no presente cabeceo ni excentricidad.

El alineamiento de los ejes se puede buscar mediante suplementos entre el soporte del eje y la base (disco de lámina).

Ahora, cuando el rotor está bien balanceado debe tener un equilibrio tal, que al ponerlo en movimiento y dejarlo detener libremente, los casquetes deben quedar en cualquiera de las dos posiciones que indica la Figura No.4. Si después de hacer esta prueba varias veces el rotor queda siempre en

la misma posición, significa que está cargado hacia el lado más cercano al piso; entonces se le deben agregar piezas soldadas en el lado opuesto para balancearlo y lograr el equilibrio deseado.

## 2.2. MECANISMO DE TRANSMISION.

El movimiento giratorio del eje del rotor es transformado en oscilatorio horizontal mediante un mecanismo de biela compuesto por una excéntrica y un brazo de mando, (Figura No.1.) .

El movimiento vertical, requerido para accionar la bomba, se obtiene por la combinación del brazo de mando y el triángulo pivoteado en un punto, (Figura No.1.).

Los planos Nos. 1, 2 y 3, plantean dos alternativas de montaje para usar dos bombas simultáneamente evitando el cabeceo que se produce con una sola bomba y aprovechando mejor la fuerza del viento.

Para el buen funcionamiento de este molino es indispensable que el montaje de las partes, especialmente del mecanismo de transmisión se haga tal como lo indica el plano de conjunto.

Vale la pena mencionar aquí algunas observaciones básicas para el montaje del mecanismo:

- El brazo de mando, que transmite el movimiento de la excéntrica al triángulo, debe quedar en posición horizontal.
- Cuando un lado del triángulo este en posición vertical (si se emplea el sistema del plano No.1), u horizontal (si se emplea la alternativa de los Planos Nos. 2 y 3), la excéntrica debe estar en una de las posiciones indicadas en la Figura No.5-A, y simultáneamente el émbolo o pistón de la bomba debe estar a la altura media del cilindro para evitar golpes contra los extremos superior e inferior del mismo.

### 2.2.1. Selección de la carrera vertical del molino.

La magnitud de la carrera vertical puede variarse usando distintas combinaciones de los agujeros disponibles en la excéntrica y el triángulo. La Tabla No.1, ilustra los 12 ajustes que pueden hacerse a la carrera vertical y la cantidad de agua en litros que bombea el molino por cada revolución del rotor, para cada combinación de agujeros.

Como puede observarse en la Tabla No.1, la combinación B1, produce el mismo desplazamiento o carrera que C2 y B2 el mismo que C3.

La longitud de la carrera vertical (carrera de la bomba) se debe graduar de acuerdo con el régimen de viento en la zona de instalación y según la época.

Con una carrera vertical larga se bombea mas cantidad de agua por revolución del rotor, pero se requiere una velocidad de viento mayor.

En zonas y épocas de vientos fuertes se puede seleccionar una carrera vertical larga. En sitios y épocas donde la fuerza del viento es menor, deberá escogerse una carrera vertical corta.

Sa selección puede hacerse mediante ensayos tentativos de las diversas combinaciones o ajustes que se presentan en la Tabla No. 1.

### 2.3. BÓMBA.

La bomba recomendada es del tipo pistón sumergida, representada esquemáticamente en la Figura No.5. Consta básicamente de un cilindro, una válvula de pie y un émbolo o pistón con su respectiva válvula de paso; además una rejilla de filtro que evita la entrada de material sólido desde el agua del pozo a la bomba.

El tamaño de la bomba está dado por el diámetro del cilindro y en el mercado se encuentran de 1 $\frac{1}{2}$ " , 2" , 2 $\frac{1}{2}$ " , 3" , 3 $\frac{1}{2}$ " y 4". Sin embargo, los mejores resultados se han logrado con bombas de 2 a 3 $\frac{1}{2}$ " en molinos instalados en los Llanos Orientales de Colombia.

El tamaño de bomba a usar se selecciona de acuerdo a la altura de bombeo requerida, teniendo en cuenta que a menor tamaño de bomba se puede obtener mayor altura de bombeo pero menor cantidad de agua por cada desplazamiento del émbolo.

Debe además considerarse la intensidad de los vientos en la zona donde se va a instalar el molino, pues para una carrera del émbolo mientras mayor sea la bomba, mayor es el flujo de agua, pero requiere una fuerza de viento mayor.

La bomba debe instalarse sumergida en el agua a una profundidad tal que pueda garantizarse que en las épocas normales de sequía, cuando baja algo el nivel del agua en el pozo, quede sumergida.

#### 2.4 TUBERIA DE ELEVACION.

La bomba está soportada por el extremo inferior de la tubería de elevación. Por el interior de esta tubería va la varilla o eje de mando del émbolo y el agua circula hacia arriba por el espacio libre entre la varilla y el tubo de elevación.

La altura desde la T, (Plano No.1), de derivación para descarga del agua, hasta el extremo superior de la tubería, no debe ser inferior a un metro. En el extremo superior, la tubería de elevación lleva una reducción para la entrada de la varilla de mando.

#### 2.5 ESTRUCTURA DE MONTAJE

Antes de proceder a instalar esta estructura, debe verificarse si

el sitio es adecuado y permite que el rotor reciba libremente la acción del viento, sin interferencia por obstáculos cercanos tales como árboles, especialmente si son grandes y frondosos.

La estructura de montaje provee los puntos de apoyo superior e inferior para el rotor, y el apoyo para el punto de pivote del triángulo. Para aprovechar adecuadamente la acción del viento, la parte inferior del rotor debe quedar a una altura superior de tres metros sobre el nivel del suelo.

La forma de la estructura no constituye un requisito muy exigente y por tanto se puede construir en cualquier forma y material que proporcione un apoyo sólido para soportar los elementos del molino.

Para algunas regiones donde el régimen de vientos es bastante fuerte y donde la madera es fácilmente disponible, se recomienda una estructura en forma de trípode como la que muestra la Figura No.6, la cual es bastante sólida y estable.

En zonas donde la fuerza del viento es menor, se puede emplear una estructura en forma de pórtico, Figura No.6-B., bien sea en metal o madera con sus respectivos templetes.

Otras formas sencillas de estructura son las que se presentan en las Figuras Nos. 6-C y 6-D.

### III. EL POZO.

El diámetro del pozo depende de las condiciones del terreno y puede variar entre 1.20 y 2.10 metros; en este rango, los diámetros menores corresponden a suelos mas sueltos.

La boca del pozo se recubre con concreto o ladrillo, agregando además una tapa con el objeto de prevenir accidentes y garantizar su protección y aseo.

Para asegurar su conservación, cuando el suelo es muy suelto, se recomienda recubrir hasta unos dos metros de profundidad. En tal caso se aconseja excavar hasta esta profundidad, recubrir y luego continuar la excavación. La profundidad del pozo la define el nivel del agua libre presente en el suelo, con un margen de unos cuatro metros por debajo de este nivel.

#### IV. OBSERVACION FINAL.

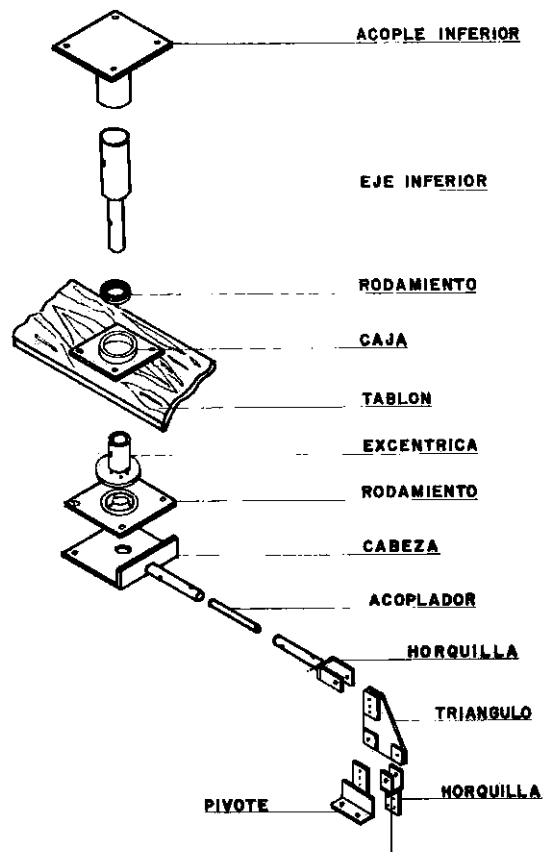
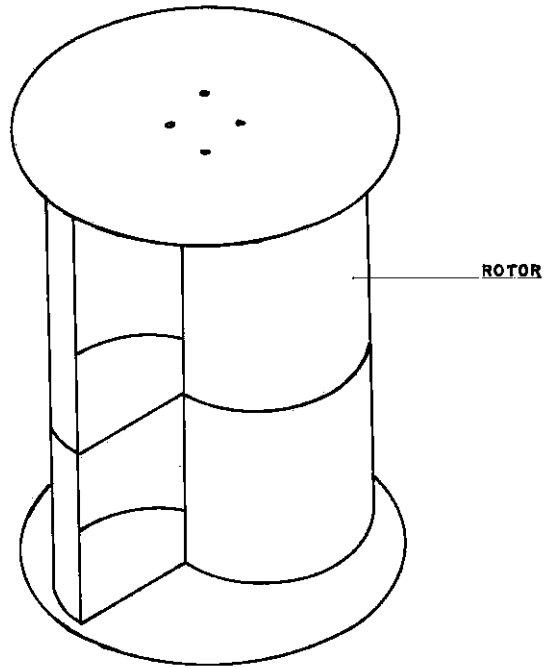
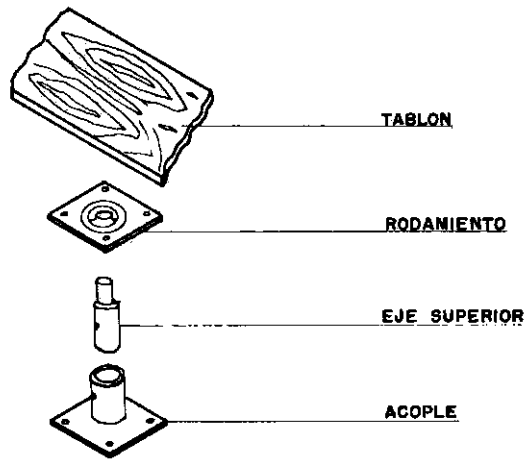
Se incluye en este boletín el plano de conjunto No.1, que muestra las diferentes partes que forman el mecanismo básico del molino de viento. Se ha considerado además la posibilidad de accionar dos bombas simultáneamente y en su montaje la única variación es el triángulo pivoteado y la longitud de la horquilla del brazo horizontal que lo acciona. En los planos de conjunto Nos. 2 y 3, se presentan las formas de triángulo para accionar dos bombas simultáneamente.

Se hace necesario proveer al molino de un dispositivo de freno para suspender su acción en el momento que el tanque de almacenamiento o el bebedero, según el caso, se haya llenado. Puede ser un sistema de palanca con zapatas de caucho que al contacto con la lámina inferior o base del rotor suspenda su movimiento; o cualquier otro sistema sencillo que se deja a la inventiva del usuario.

El molino descrito en el presente boletín corresponde a una modificación del diseño original producido por el Instituto de Investigaciones Brace de la facultad de Ingeniería de la Universidad McGill, y se realizó con la colaboración del Dr. James Spain del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

TABLA 1. - RELACION ENTRE LAS POSICIONES DEL MANDO DE LA BOMBA Y LA DESCARGA DE LA MISMA

POSICION DE EXCENTRICA De mayor a menor ex- centricidad	POSICION DEL TRIAN- GULO De arriba a Abajo	CARRERA DE BOMBA (cms.)	LITROS DE AGUA BOMBADOS POR REVOLUCION DEL ROTOR			
			Bomba de 2"	Bomba de 2 1/2"	Bomba de 3" Bomba de 3 1/2"	
A	1	6.8	0.1379	0.2154	0.3101	0.4703
	2	9.0	0.1825	0.2850	0.4105	0.6225
	3	10.2	0.2068	0.3230	0.4652	0.7055
B	1	5.8	0.1176	0.1837	0.2645	0.4011
	2	7.2	0.1460	0.2280	0.3284	0.4980
	3	8.7	0.1764	0.2755	0.3968	0.6017
C	1	4.9	0.0993	0.1552	0.2235	0.3389
	2	5.8	0.1176	0.1837	0.2645	0.4011
	3	7.2	0.1460	0.2280	0.3284	0.4980
D	1	2.7	0.0547	0.0855	0.1231	0.1867
	2	3.4	0.0689	0.1077	0.1551	0.2352
	3	4.4	0.0892	0.1394	0.2007	0.3043



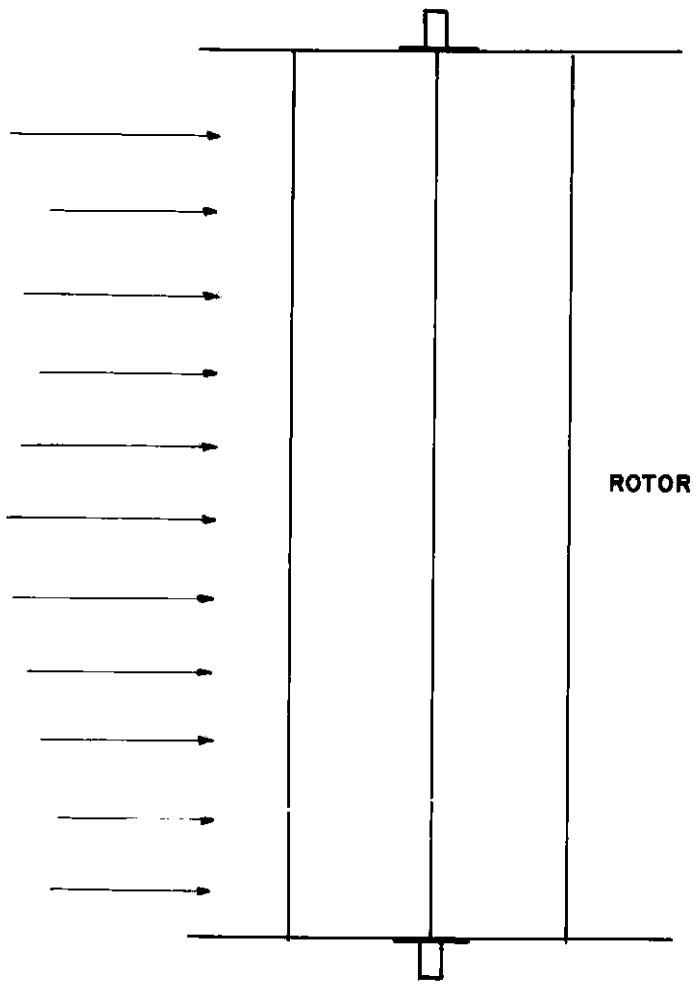
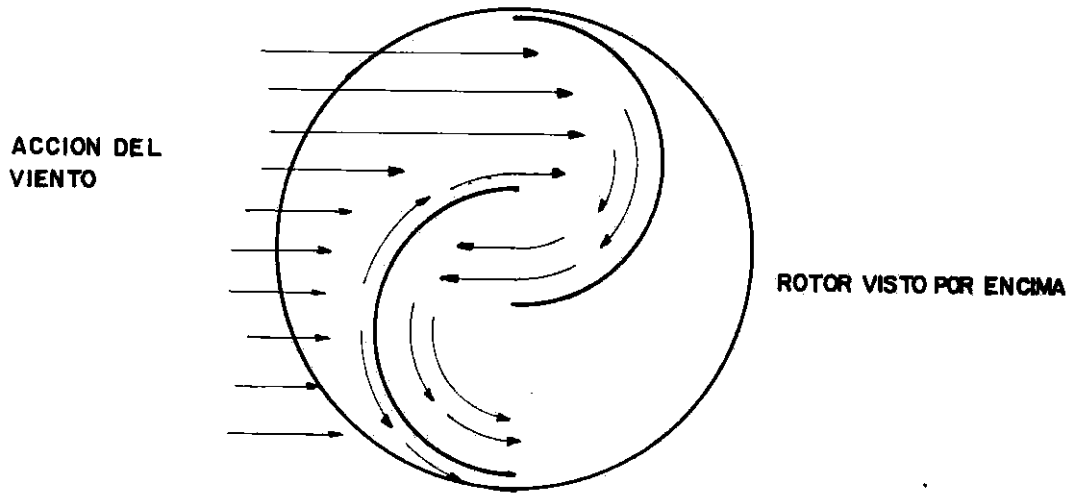


FIG. 2. ACCION DE LA FUERZA DEL VIENTO SOBRE LOS DOS CASQUETES DE CANECA QUE FORMAN EL ROTOR

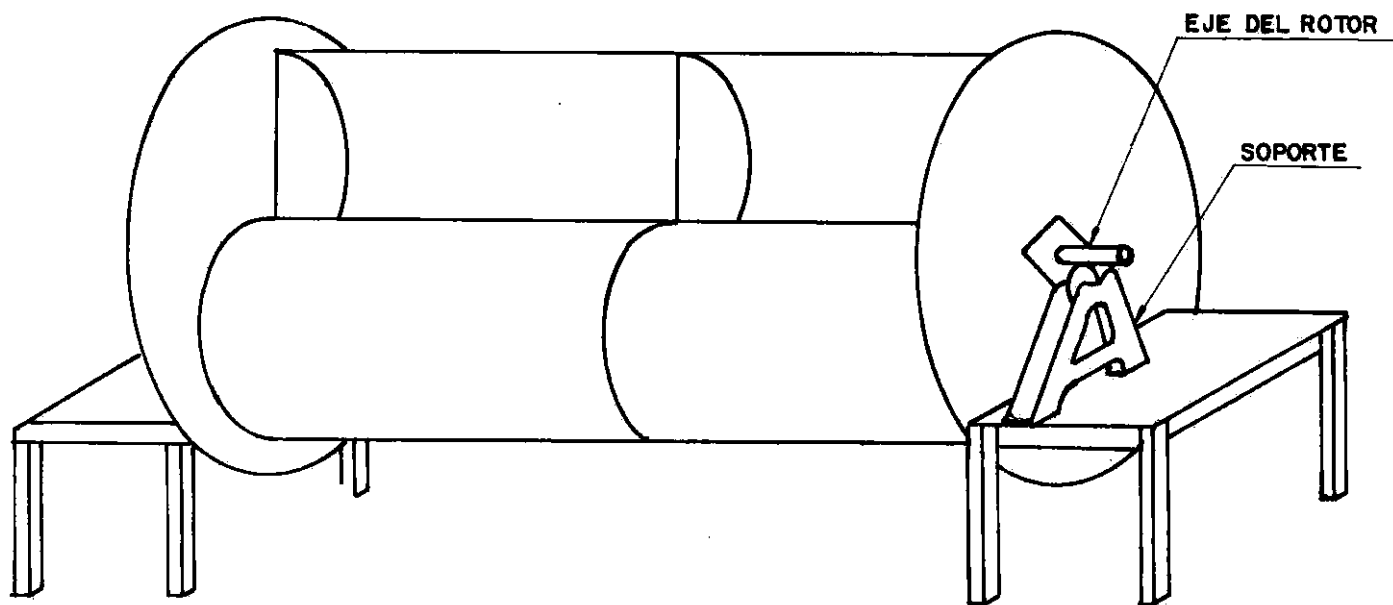


FIG. 3. POSICION HORIZONTAL DEL ROTOR SOBRE DOS SOPORTES PARA SU BALANCEO Y AJUSTE

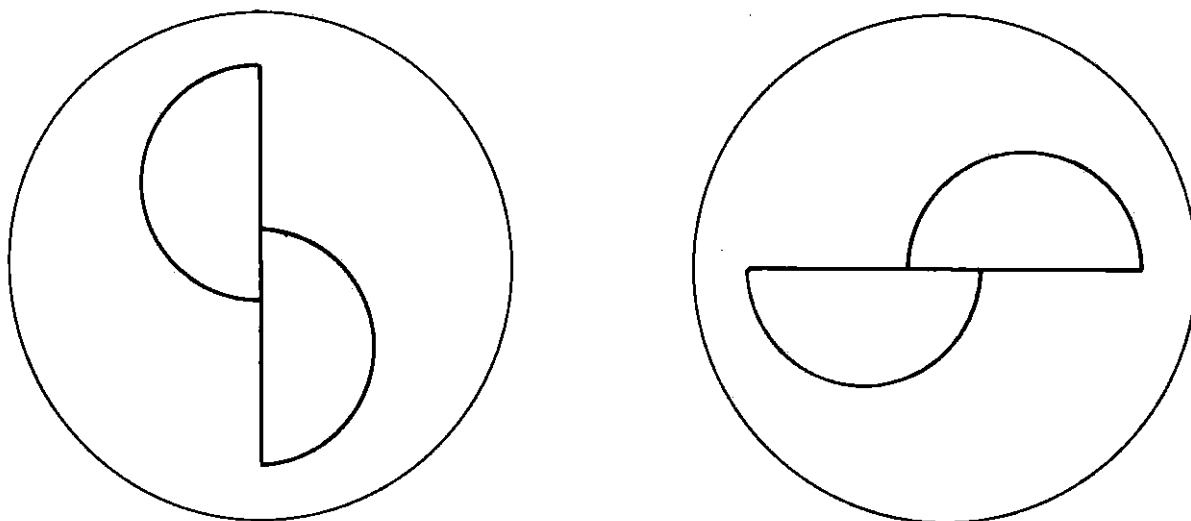


FIG. 4 POSICIONES EN QUE QUEDA EL ROTOR AL DETENERSE LIBREMENTE CUANDO ESTA BIEN BALANCEADO

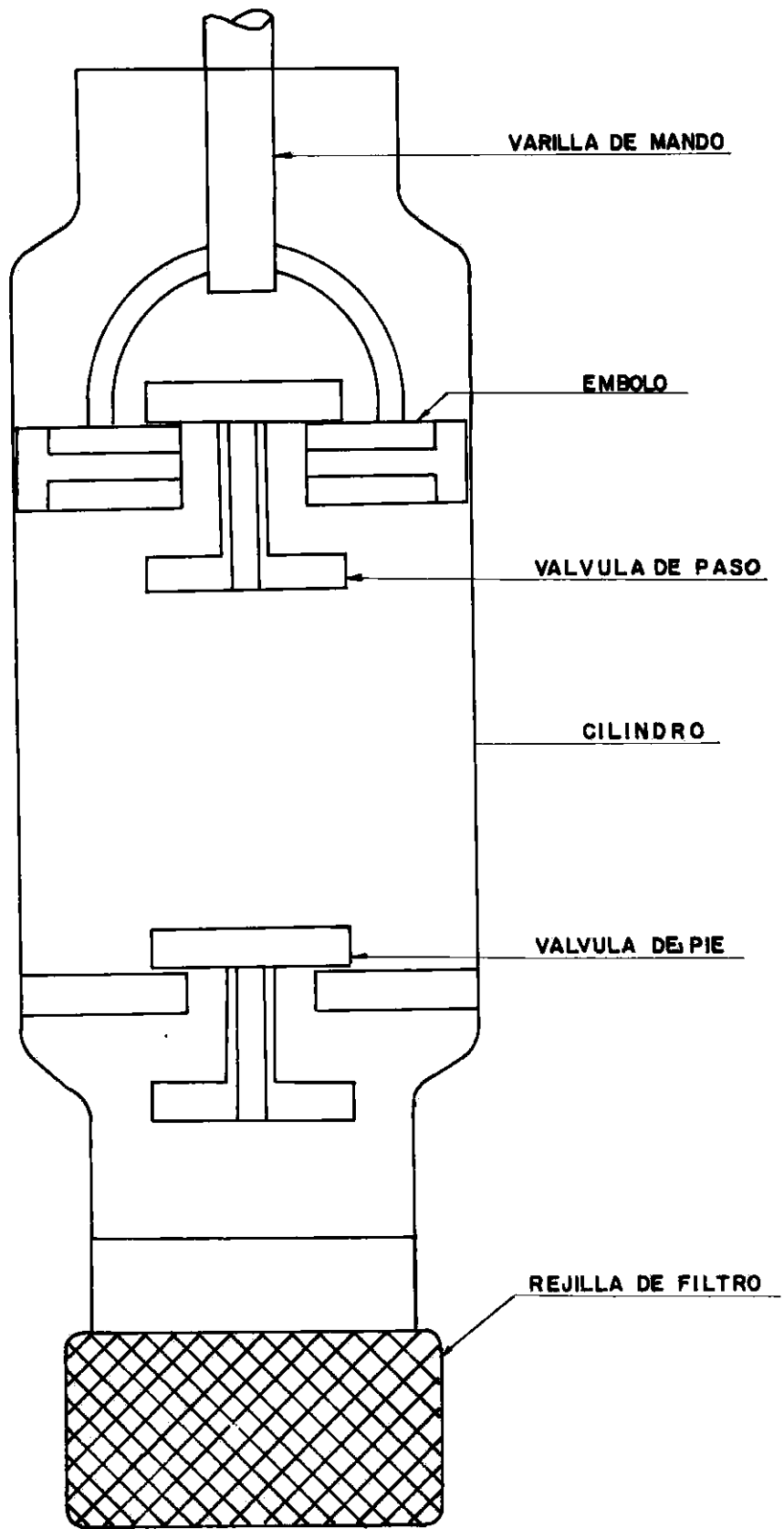
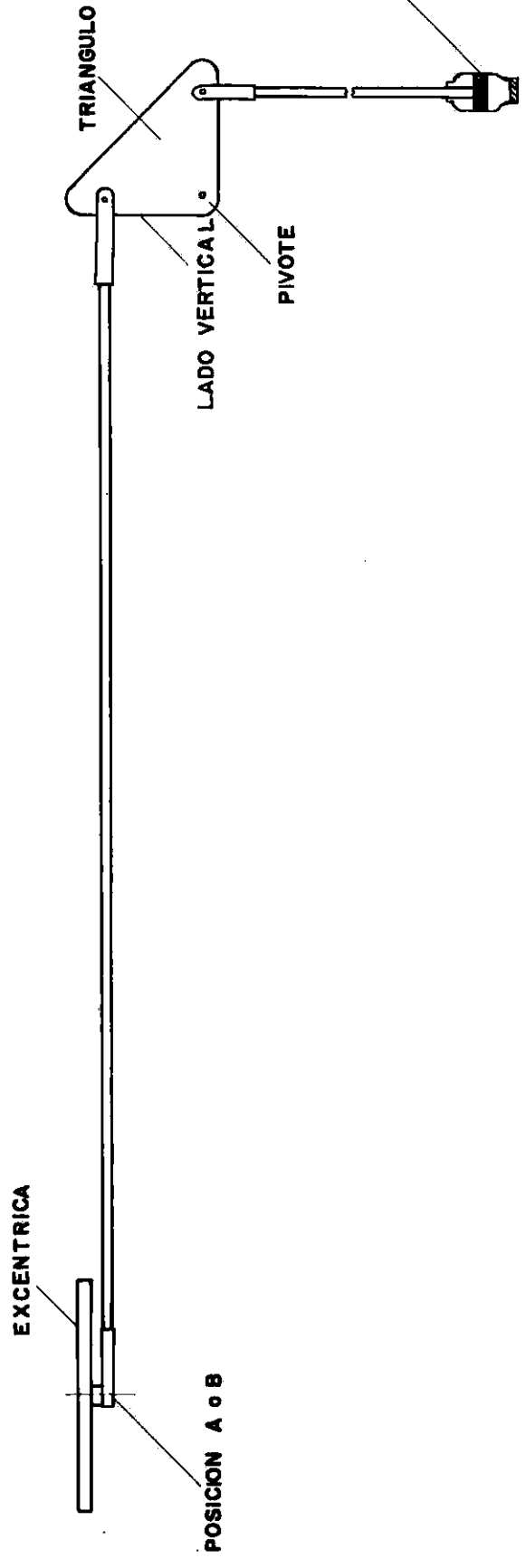
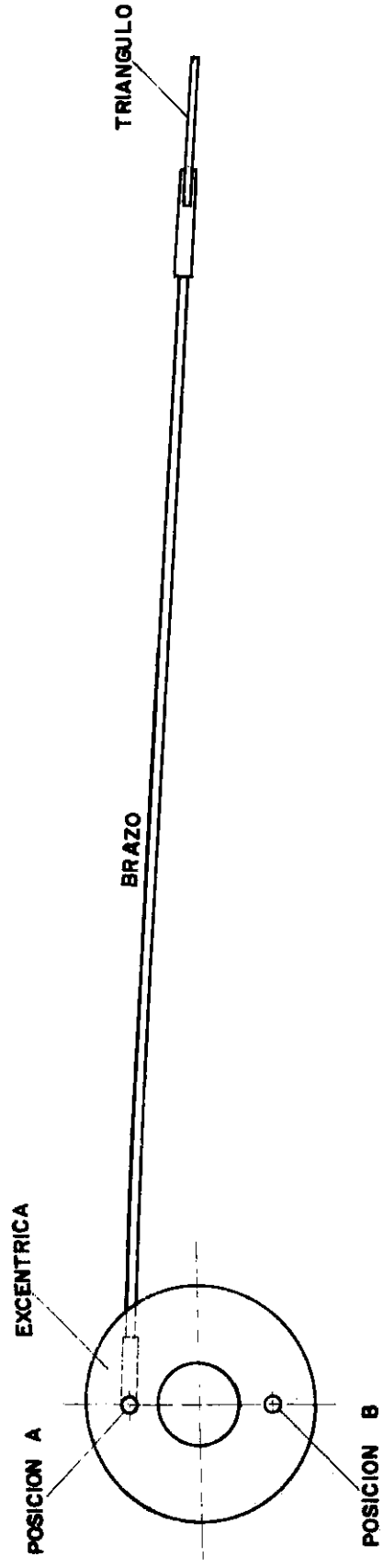


FIG. 5. ESQUEMA DE UNA BOMBA DE PISTON



**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

POSICION DEL SISTEMA EN  
 EL MOMENTO DEL MONTAJE

REFERENCIA 5 A

FECHA

DISEÑO : MAQUINARIA

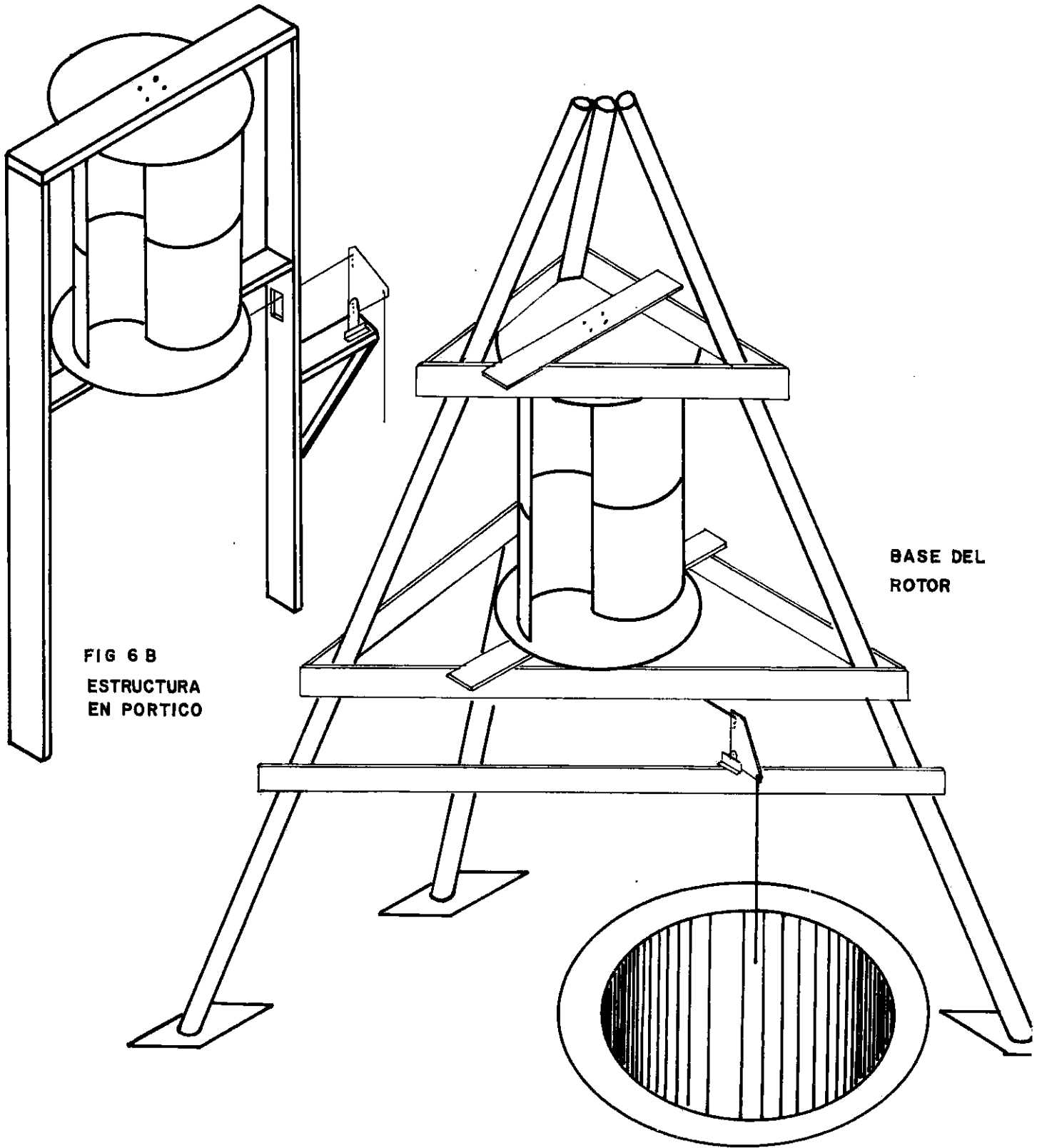


FIG 6 B  
ESTRUCTURA  
EN PORTICO

BASE DEL  
ROTOR

FIGURA 6 ESTRUCTURA EN FORMA DE TRIPODE

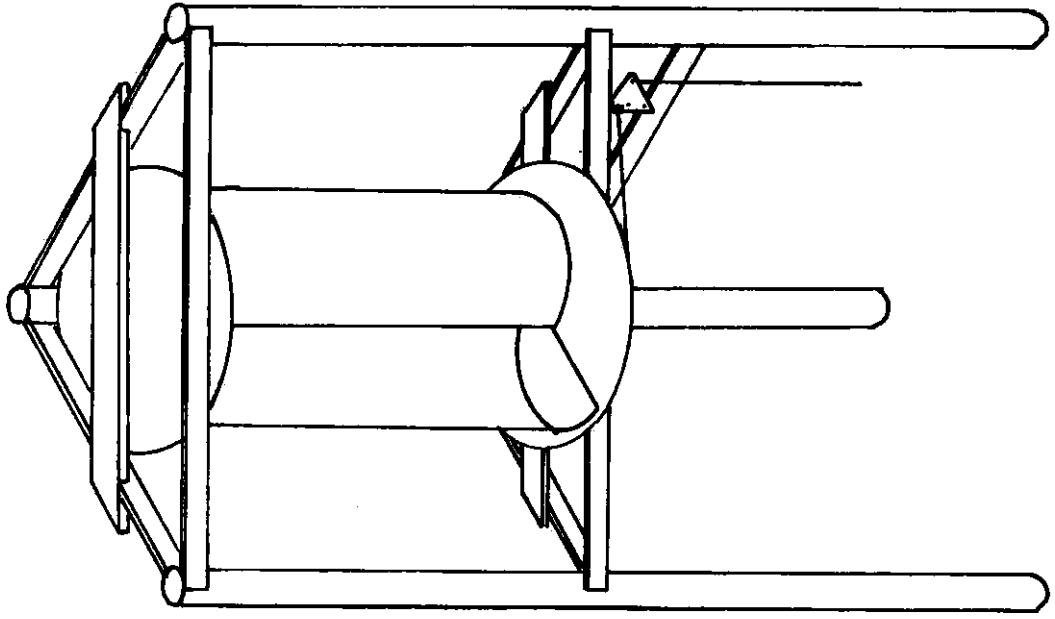


FIG. 6 D

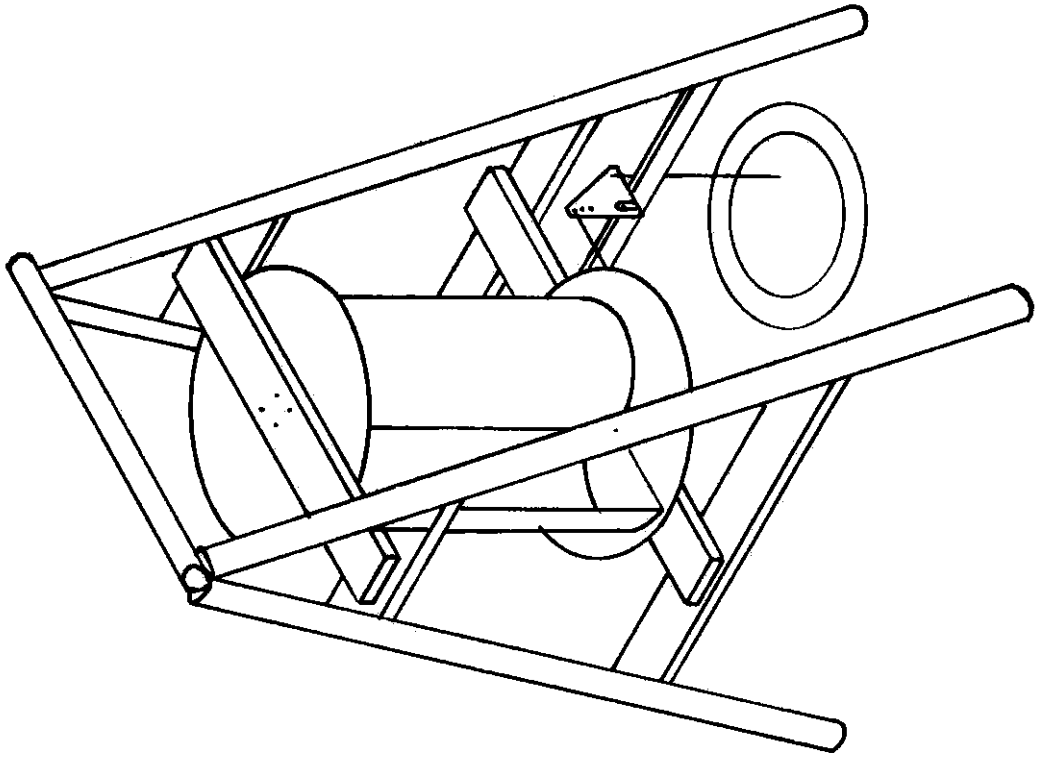
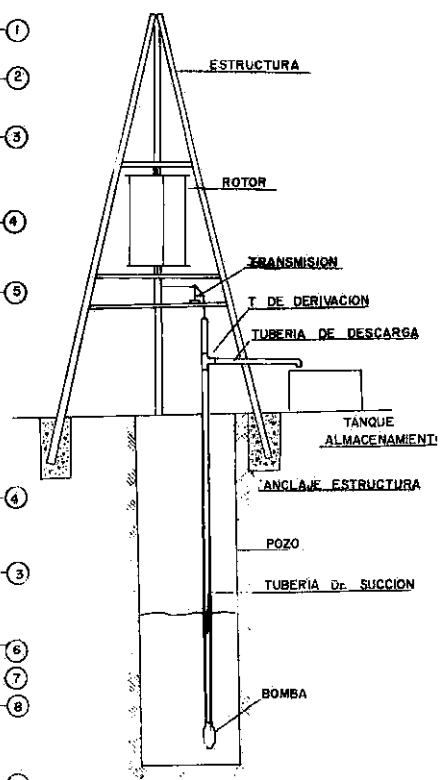
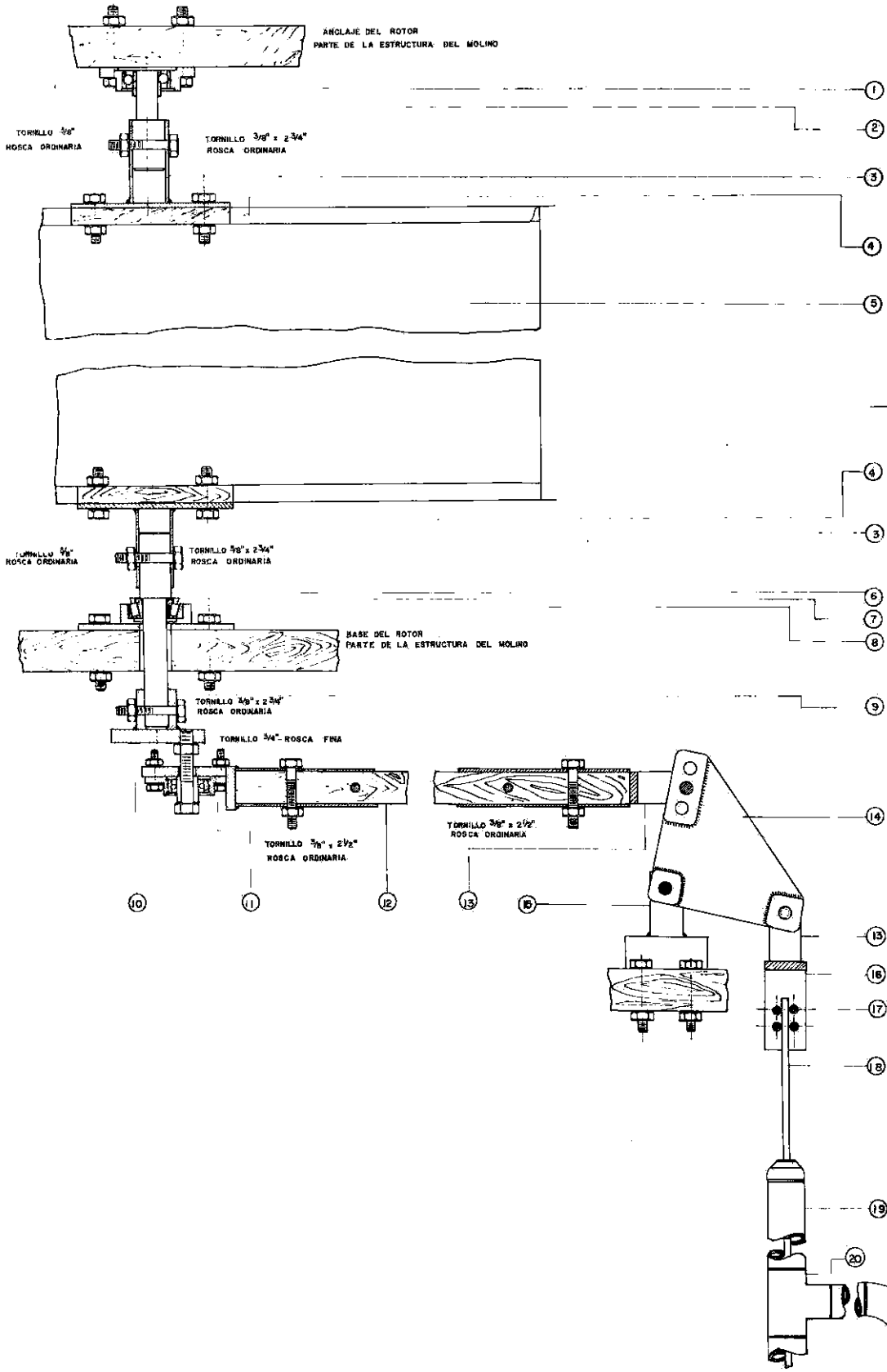
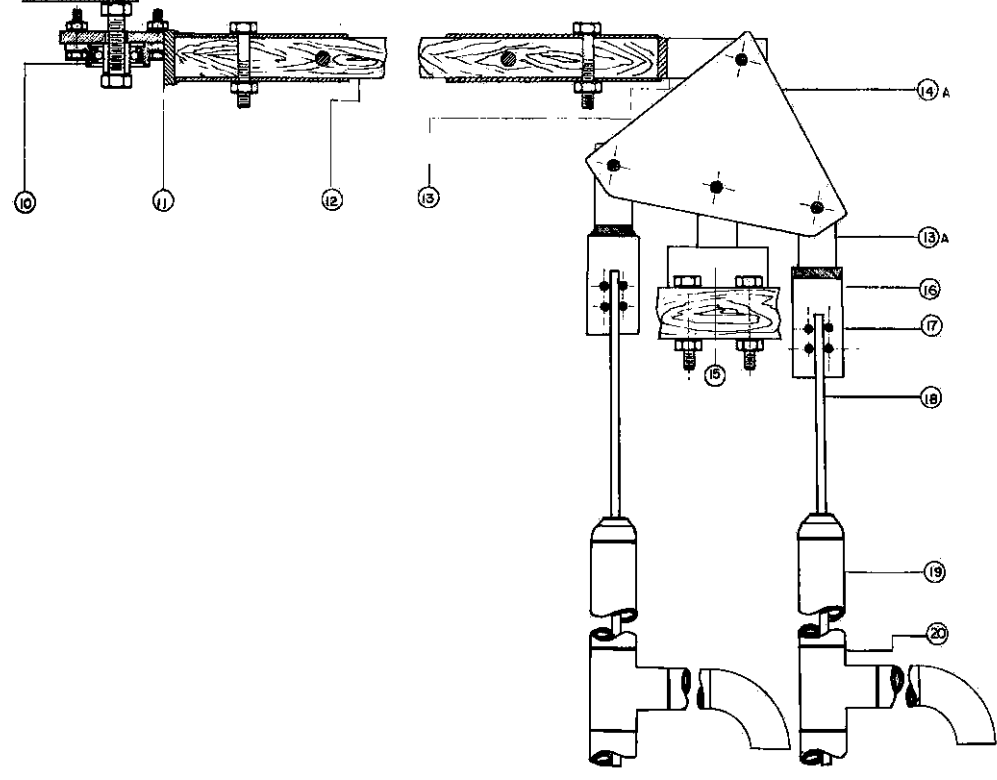
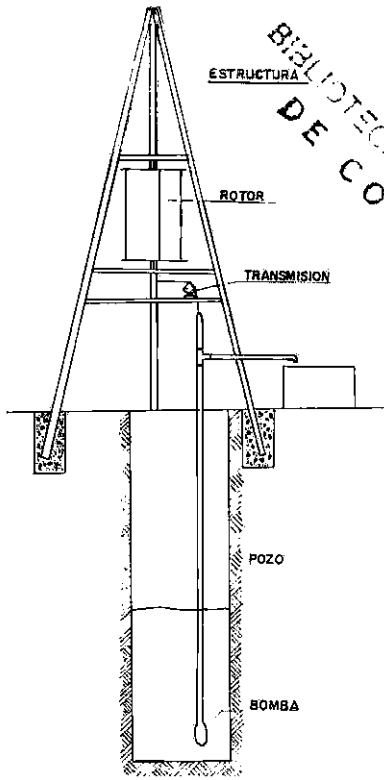
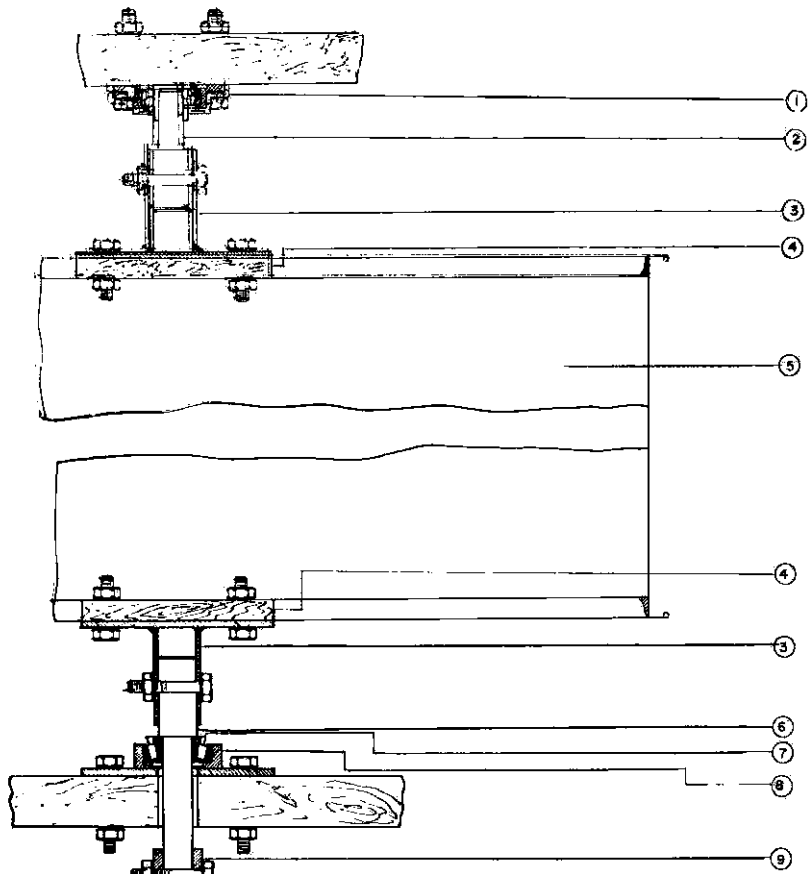


FIG. 6 C

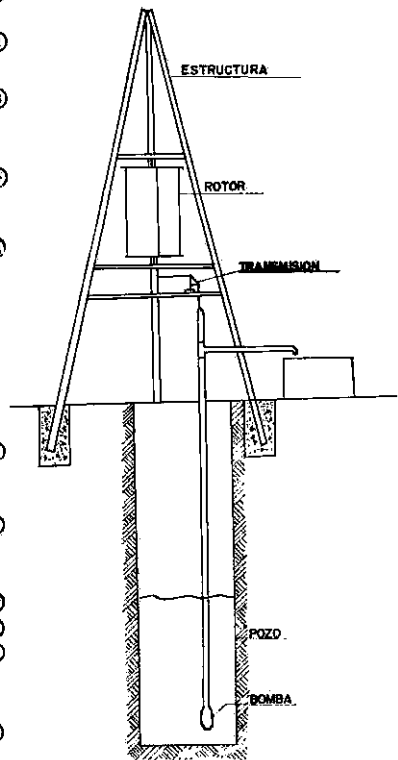
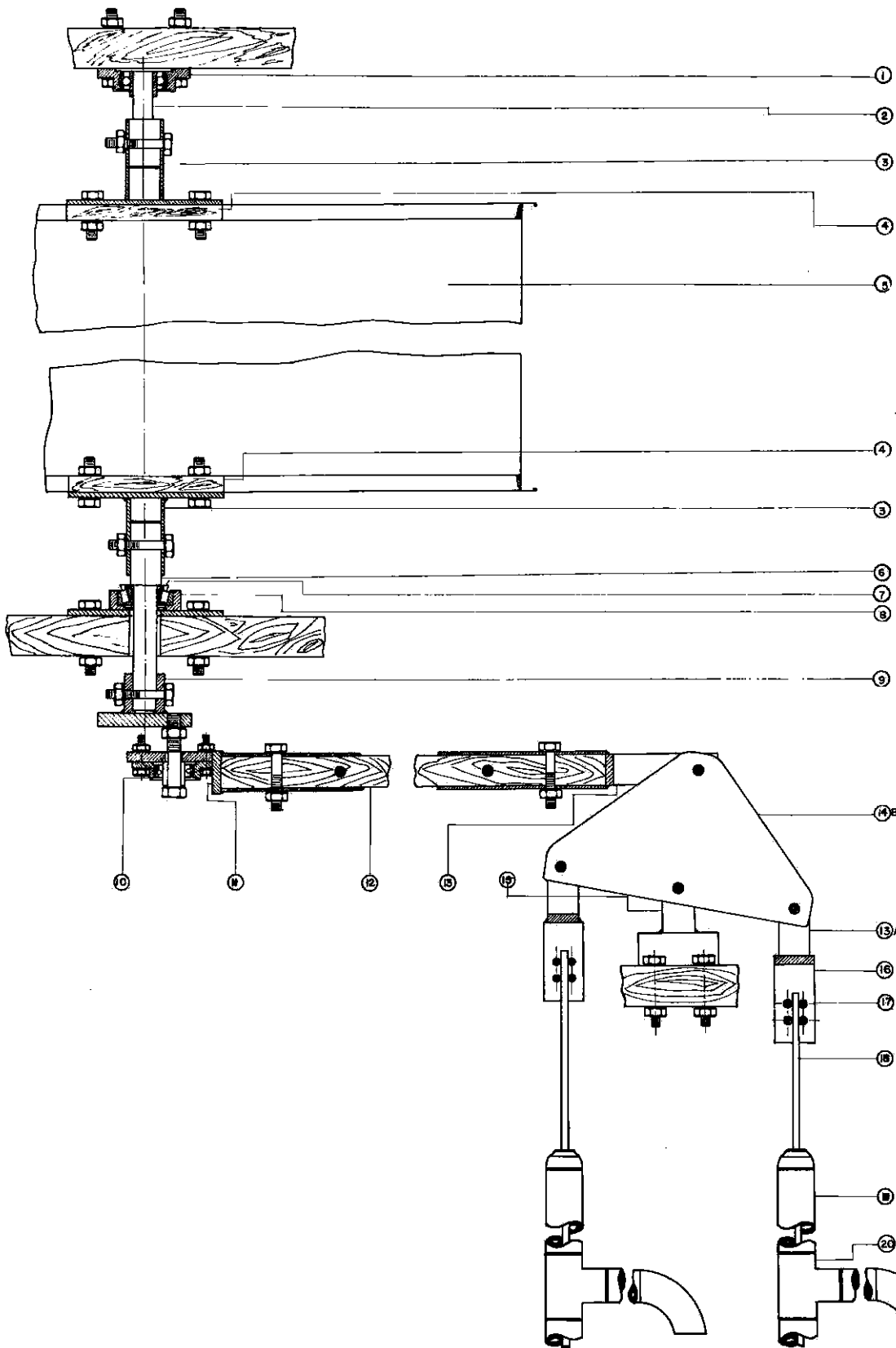


LISTA DE DERIVACION				
19	TUBERIA			
18	VARILLA			
17	GRAPA			
16	POTECARILLA			
15	PIVOTE			
14	TORNILLO			
13	HORNILLA			
12	ACOPLEADOR	MADERA		
11	CABEZA			
10	RODAMIENTO		SF 12	
9	EXCENTRICA			
8	CAJA			
7	RODAMIENTO		OR. 1880	
6	EJE			
5	ROTOR			
4	TABO	MADERA		
3	ACOPLE			
2	EJE			
1	RODAMIENTO		SF 18	
Nº	NOMBRE	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA
<b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA</b> <b>PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA</b>				
<b>MOLINO DE VIENTO</b>				
<b>CONJUNTO</b>				
DISÑO: MAQUINARIA	DISEÑO: NELSON M. J.	PLANO Nº 1		
	FECHA		REFERENCIA: M.V.	

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

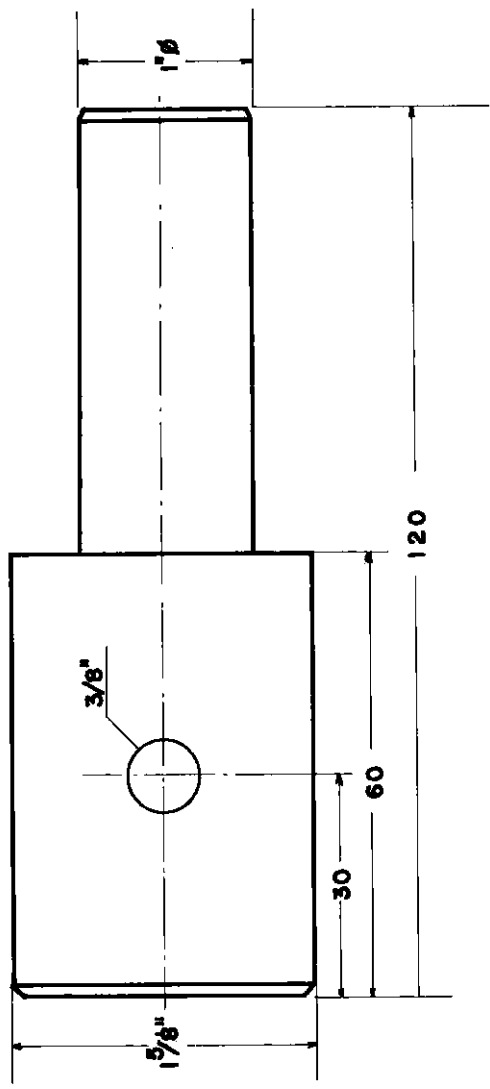


LISTA DE MATERIALES				
10	TUBERIA			
11	MARILLA			
12	GRAPA			
13	PORTAMARILLA			
14	PIVOTE			
14A	TRIANGULO			
15	MORQUILLA			
16	ACOPLE	MADERA		
17	CARGA			
18	RODAMIENTO		SF 12	
19	ESQUEMATA			
20	GASA			
21	RODAMIENTO		E.E. 2560	
22	EJE			
23	ROTOR			
24	TABO	MADERA		
25	ACOPLE			
26	EJE			
27	RODAMIENTO		SF 18	
Nº	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA				
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS				
PROGRAMA DE MANUFACTURA AGROPECUARIA				
<b>MOLINO DE VIENTO</b>				
<b>CONJUNTO</b>				
DESIGNO: MAQUINARIA	DIBUJO: NELSON MEYER J.	PLANO Nº 2		
FECHA:	REFERENCIA: M.V.			



NO	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA
1	BOY DE DERIVACION			
2	TUBERIA			
3	VARILLA			
4	BRASA			
5	PORTAVARILLA			
6	PIVOTE			
7	TRIANGULO			
8	MANIVELA			
9	ACOPLEADOR	MADERA		
10	CABEZA			
11	RODAMIENTO			EF. 10
12	EXCENTRICA			
13	ASA			
14	RODAMIENTO			C. S. 250
15	EJE			
16	ROTOR			
17	TACU	IMPERIAL		
18	ACOPLE			
19	EJE			
20	RODAMIENTO			EF. 10
21	NOBRE			

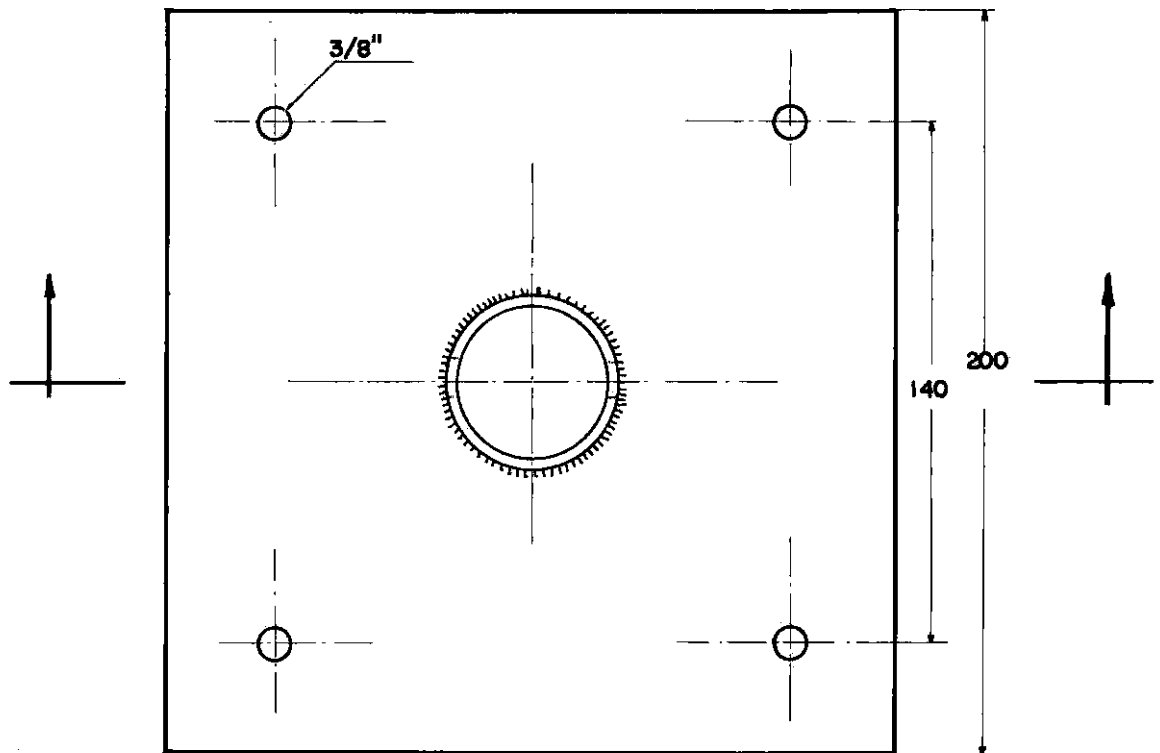
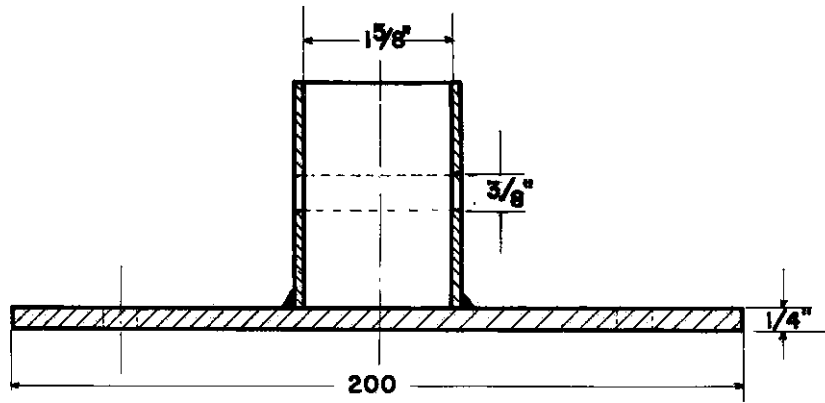
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
**MOLINO DE VIENTO**  
**CONJUNTO**  
 NOMBRE: MARIANA      DISEÑO: MARIANA MENDOZA      PLANO Nº 2  
 FECHA:      REFERENCIA: N.º 1



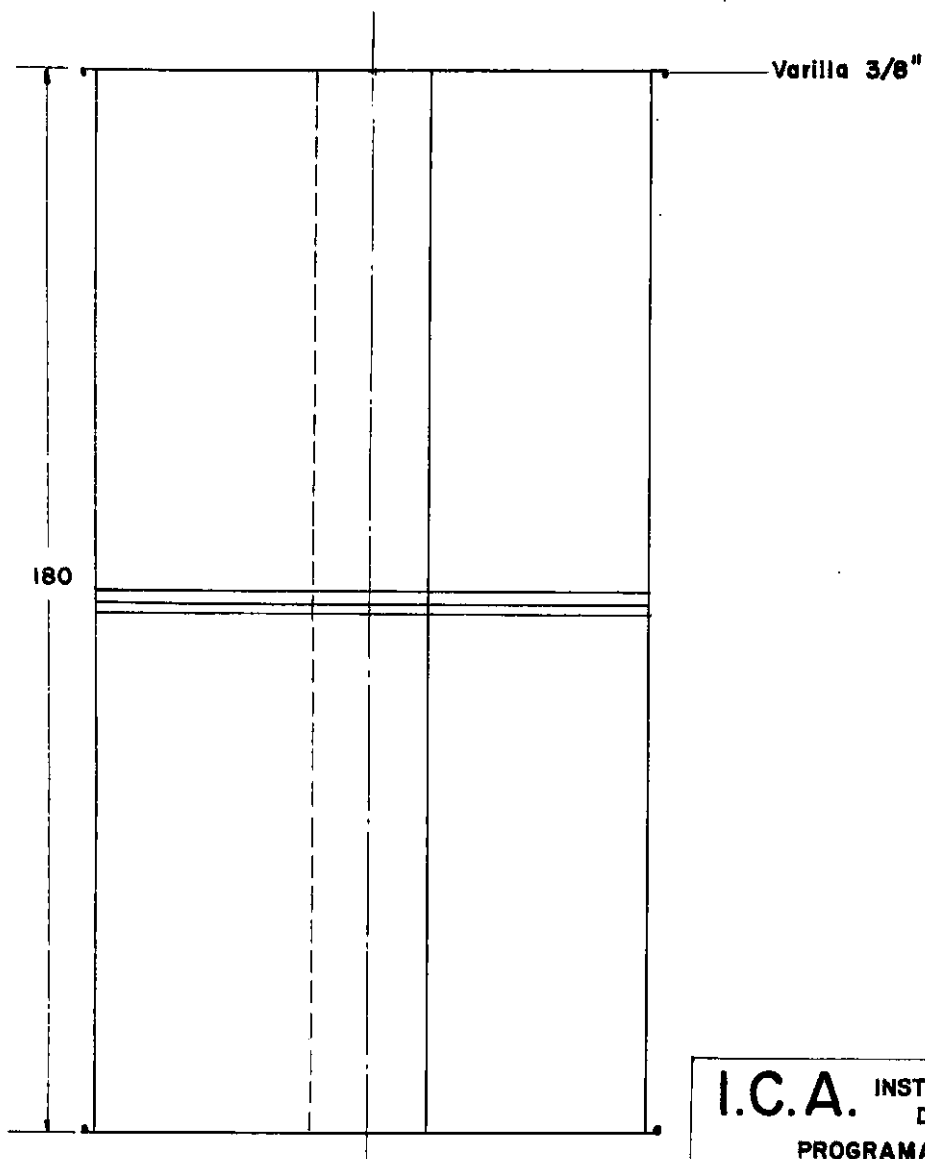
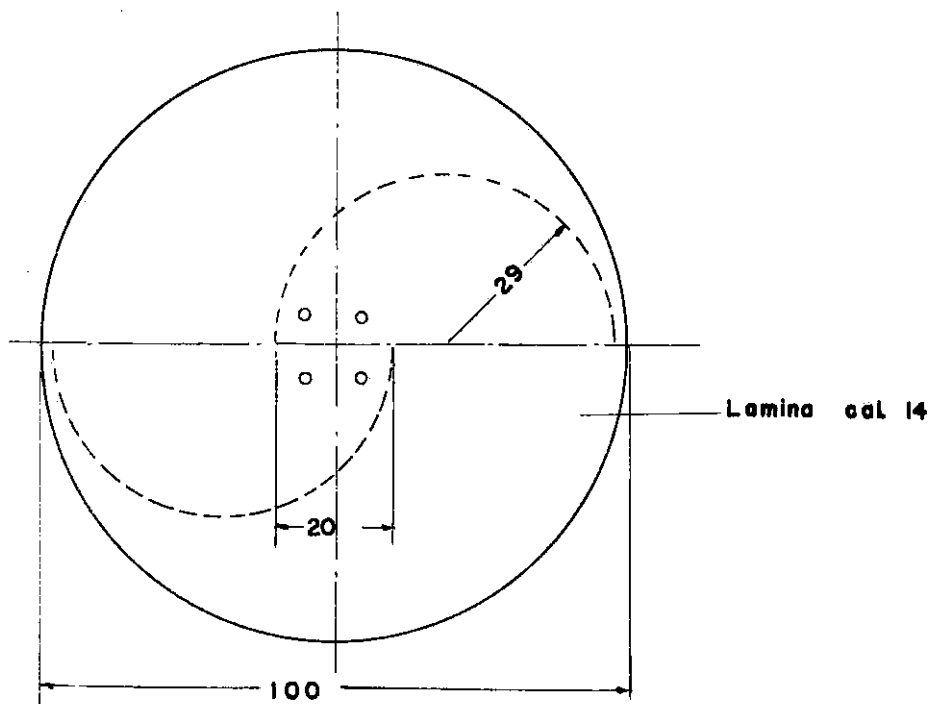
**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

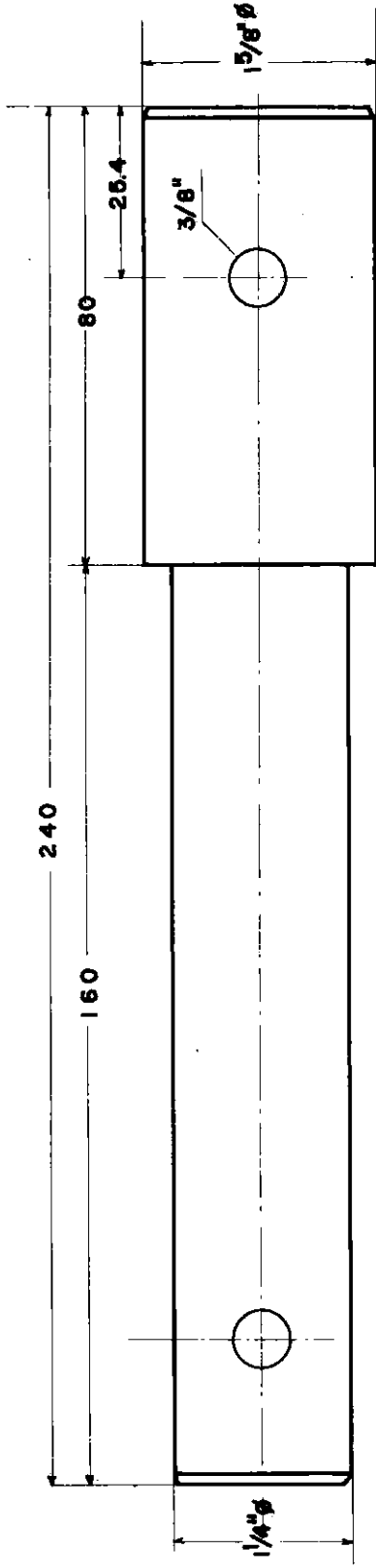
DESCRIPCION	EJE	CANTIDAD	
REFERENCIA	2	1	
MATERIAL	ACERO		
FECHA			



<b>I.C.A.</b> INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO DIVISION DE INVESTIGACION PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA			
<b>MOLINO DE VIENTO</b>			
DESCRIPCION	ACOPLADOR		
REFERENCIA	3	CANTIDAD	2



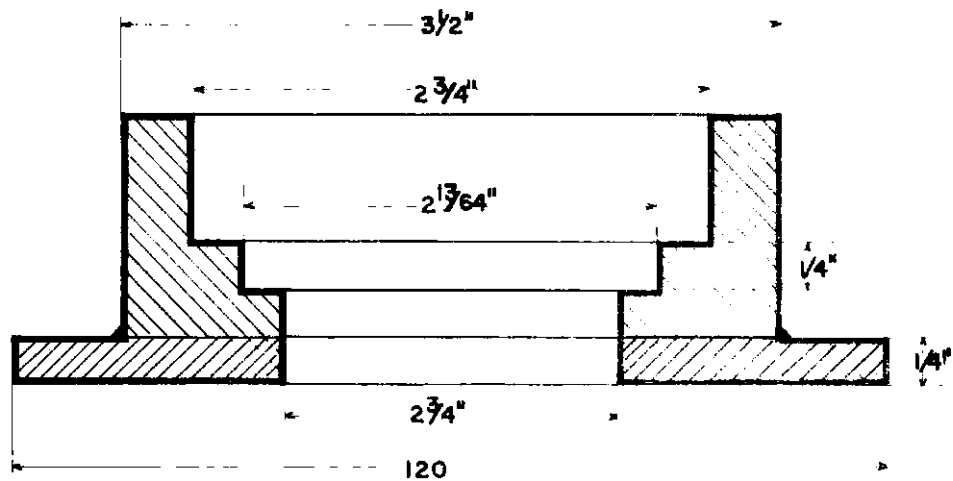
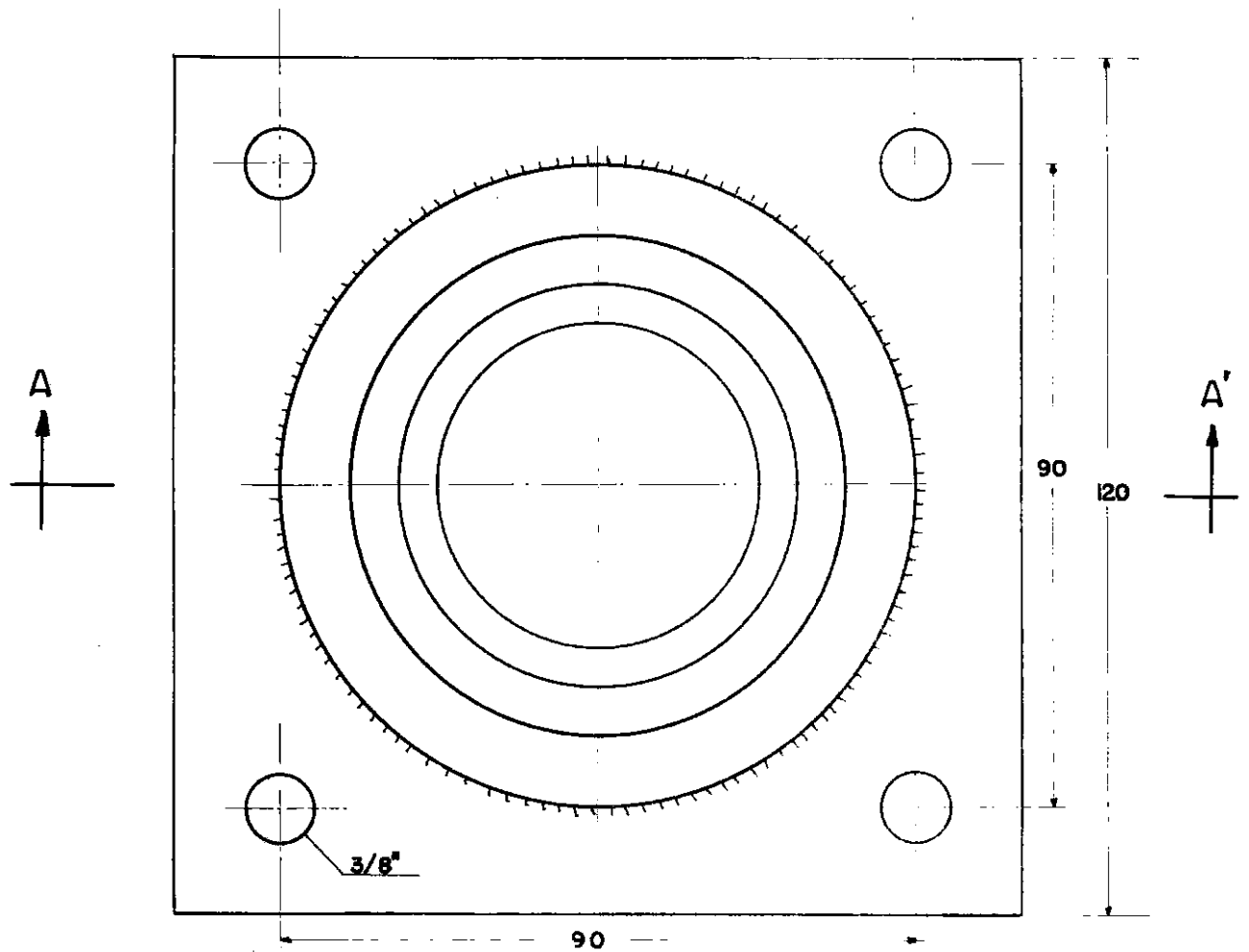
<b>I.C.A. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO</b>			
<b>DIVISION DE INVESTIGACION</b>			
<b>PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA</b>			
<b>MOLINO DE VIENTO</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>ROTOR</b>		
<b>REFERENCIA</b>	<b>5</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>1</b>
<b>MATERIAL</b>	<b>2 CANECAS, LAMINA CAL.14, VARILLA 3/8"</b>		



**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

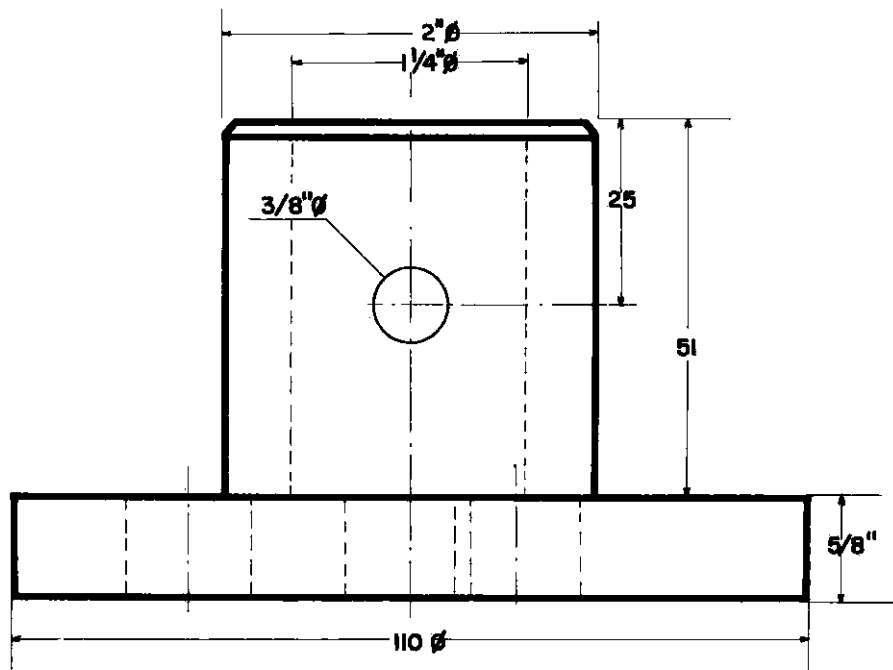
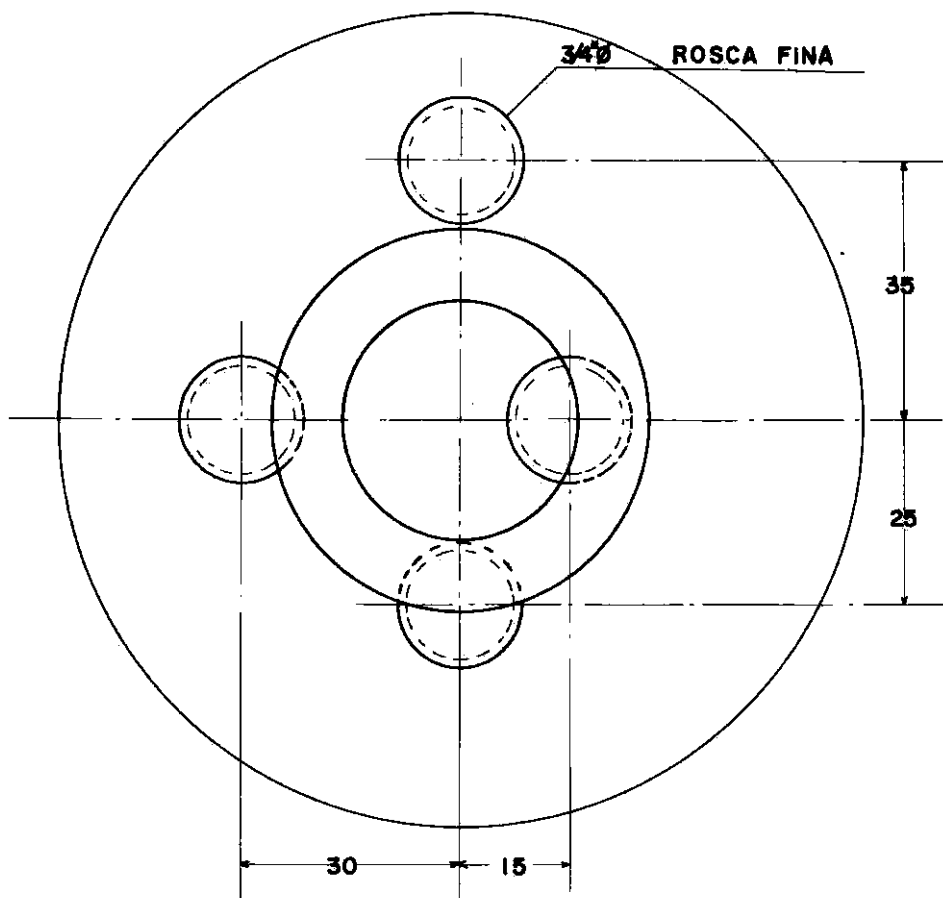
DESCRIPCION	EJE		
REFERENCIA	6	CANTIDAD	1
MATERIAL	ACERO		
FECHA			



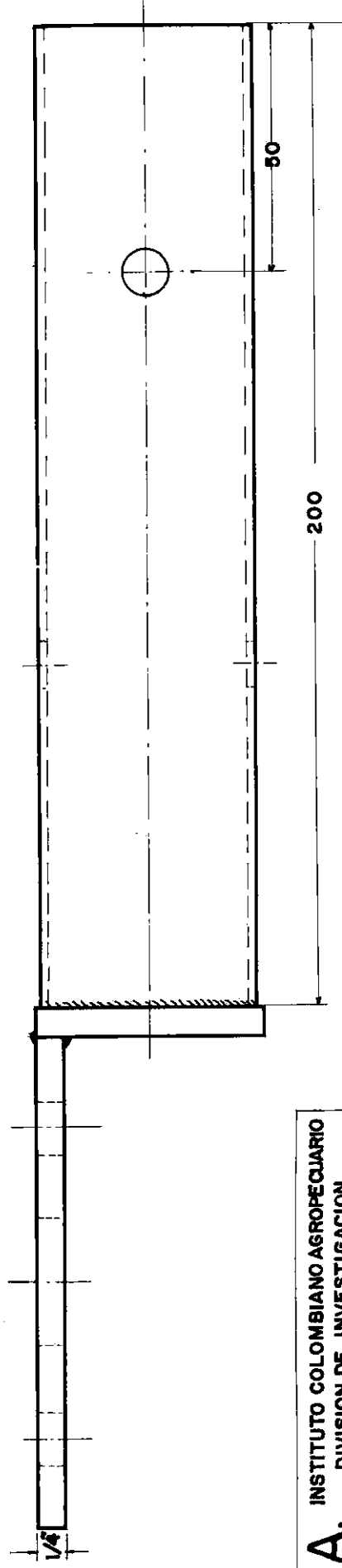
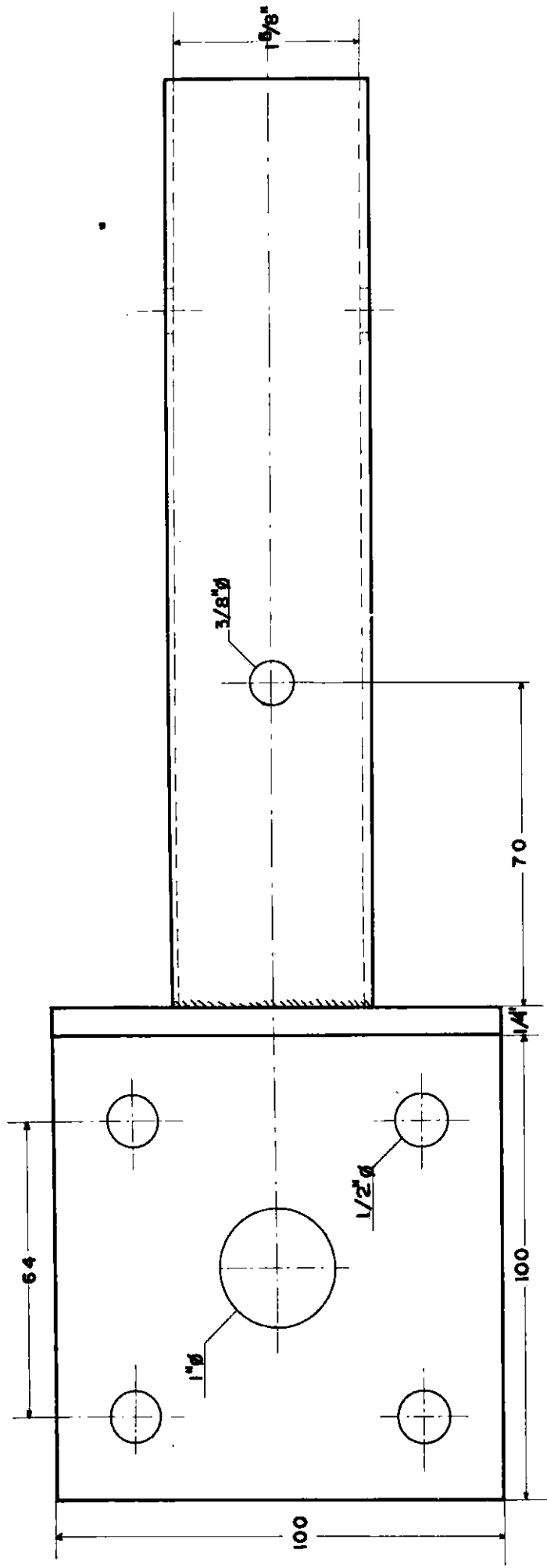
**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

DESCRIPCION	CAJA		
REFERENCIA	B	CANTIDAD	1
MATERIAL	HIERRO REDONDO 3 1/2", LAMINA 5/8"		
FECHA			



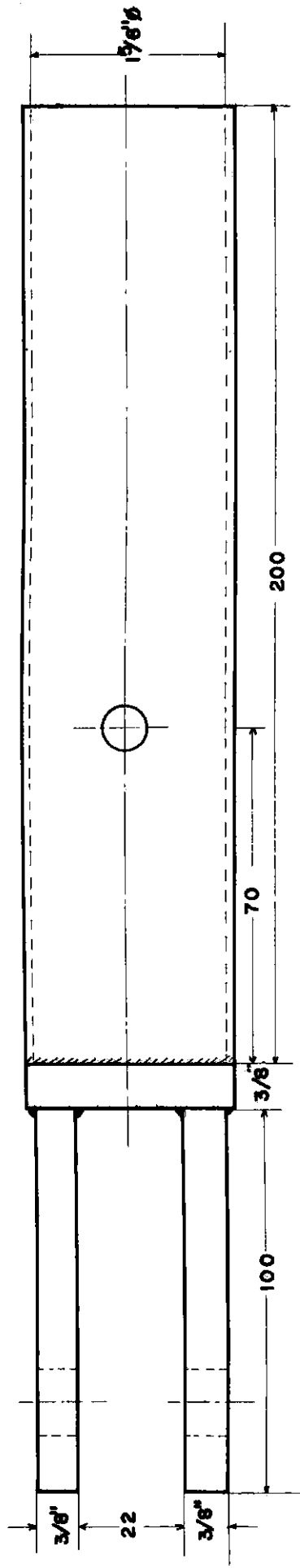
<b>I.C.A.</b> INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO DIVISION DE INVESTIGACION PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA			
<b>MOLINO DE VIENTO</b>			
DESCRIPCION	EXCENTRICA		
REFERENCIA	9	CANTIDAD	1
MATERIAL	"ACERO RESORCO" 1/2" x 1/2" x 1/2"		



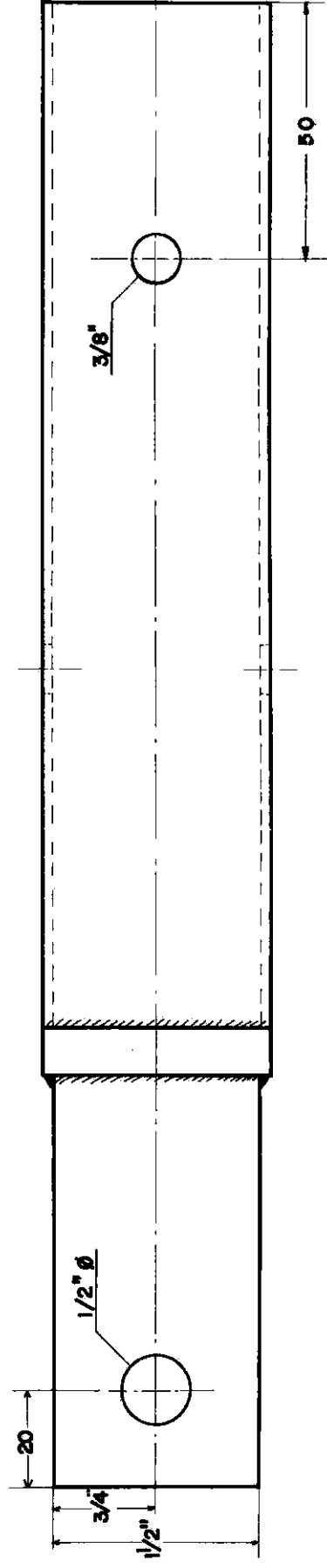
**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	ECHA
CABEZA	1	
REFERENCIA	11	
ATERIAL	TUBO 1 5/8" , LAMINA 1/4"	
ECHA		



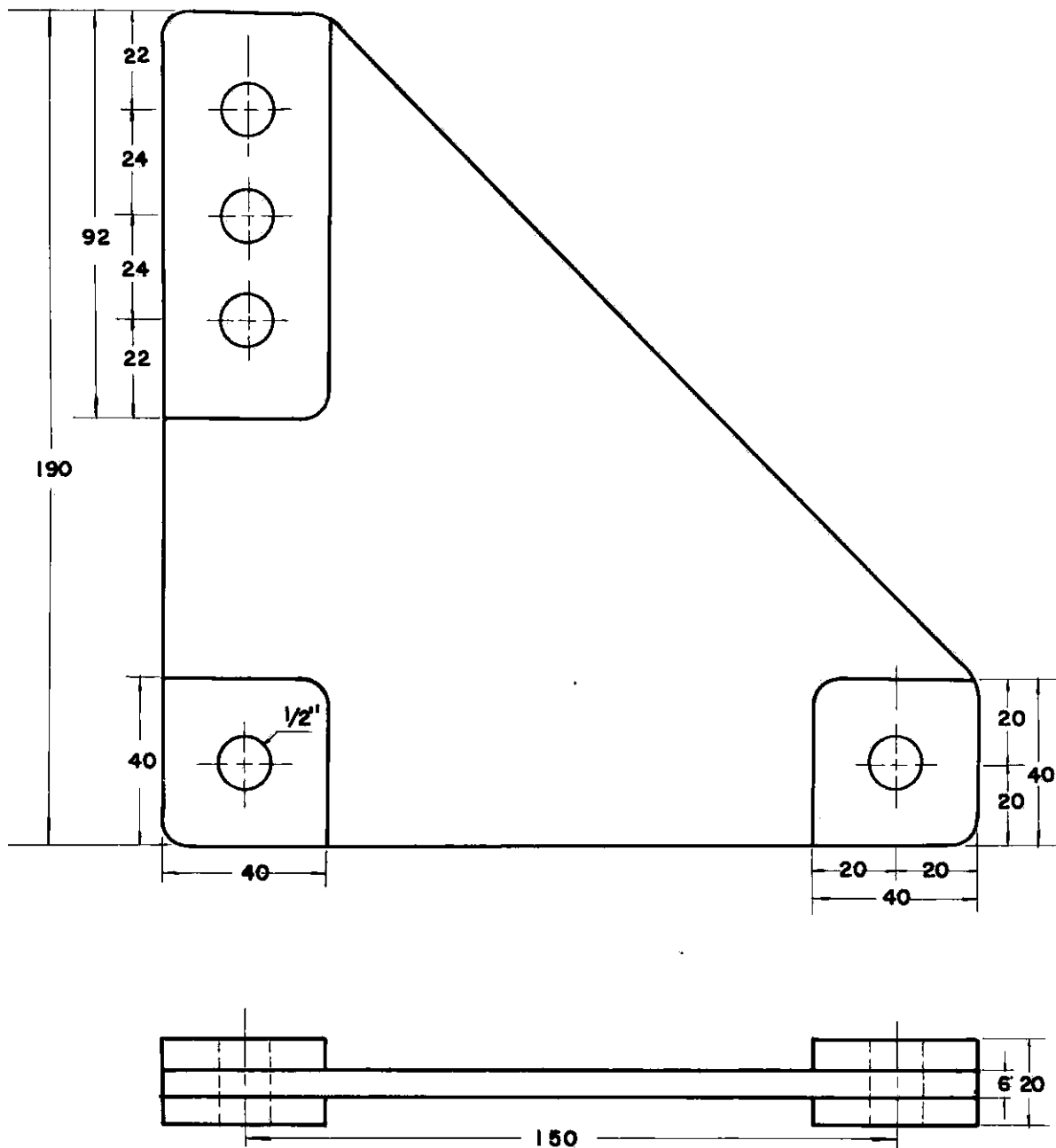
ESPECIFICACION COMERCIAL  $1\frac{1}{2}" \phi$



**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

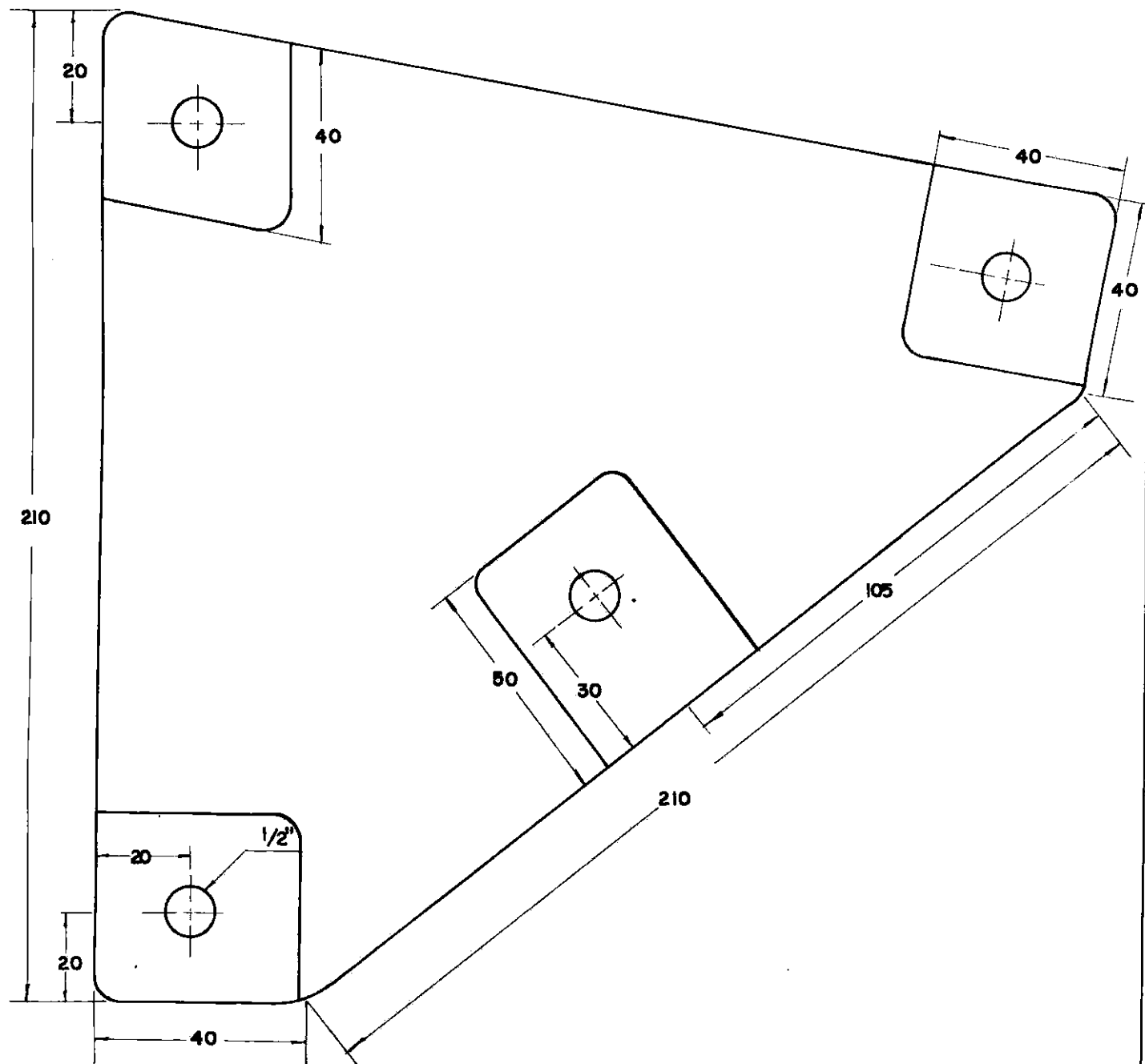
DESCRIPCION	HORQUILLA	
REFERENCIA	13	CANTIDAD
MATERIAL	TUBO $15/8"$ Y PLATINA $3/8" \times 1\frac{1}{2}"$	
FECHA		



**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

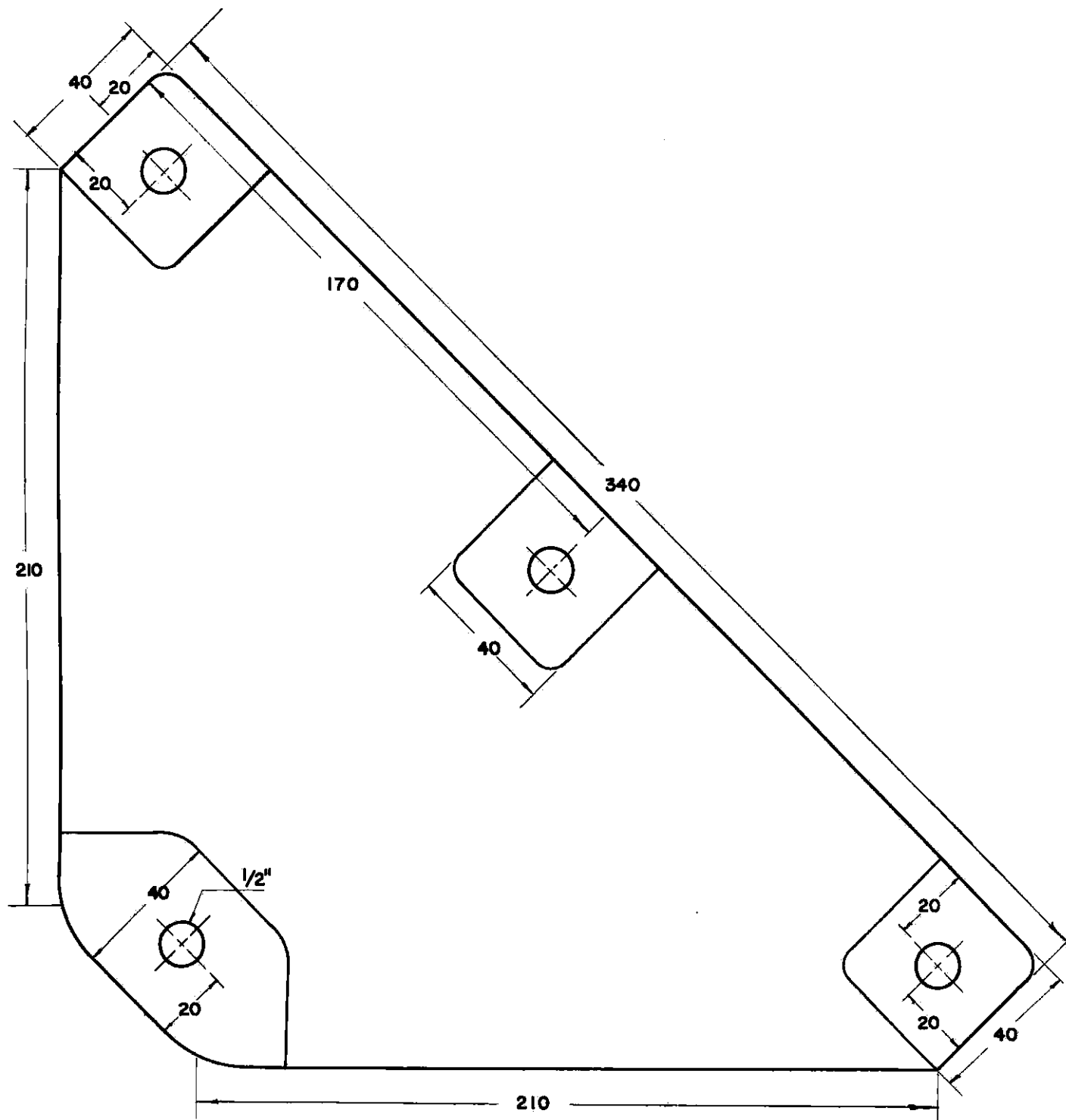
DESCRIPCION	TRIANGULO		
REFERENCIA	14	CANTIDAD	1
MATERIAL	LAMINA 1/4"		
FECHA			



**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

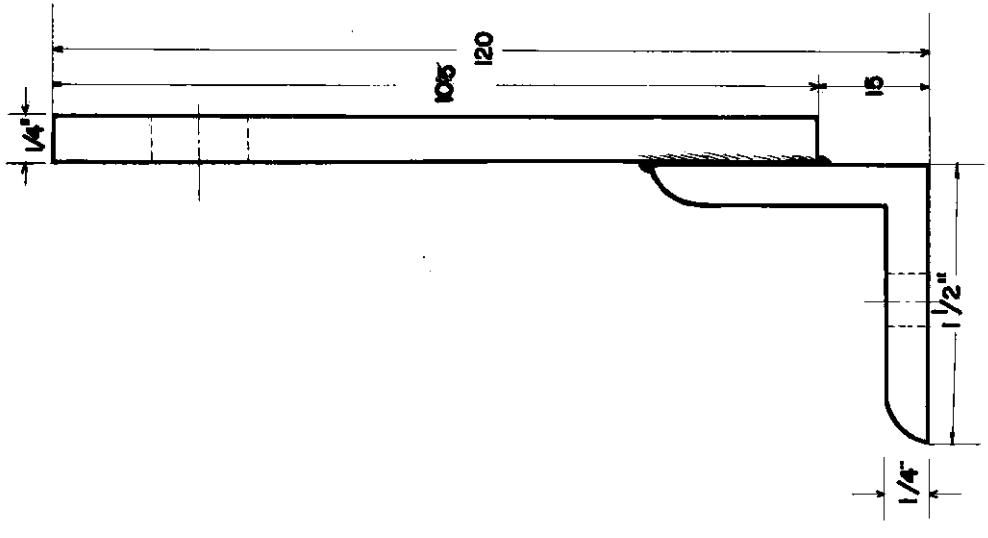
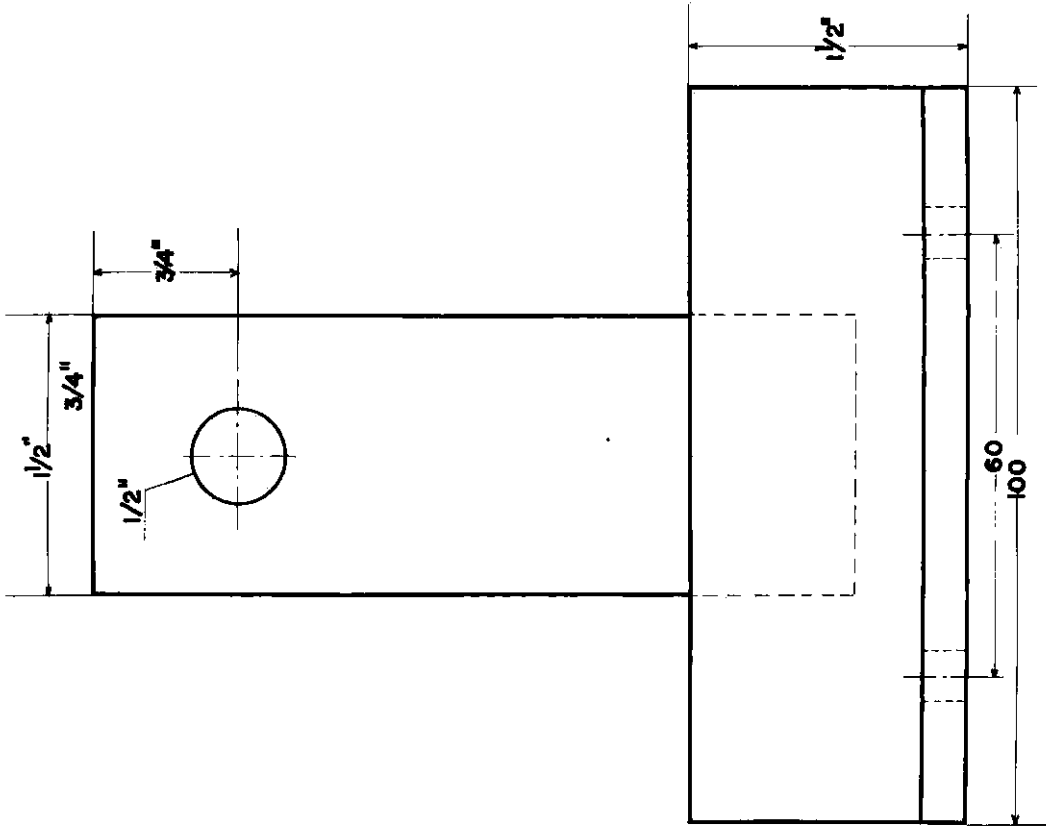
DESCRIPCION	TRIANGULO		
REFERENCIA	14 A	CANTIDAD	1
MATERIAL	LAMINA 1/4"		
FECHA			



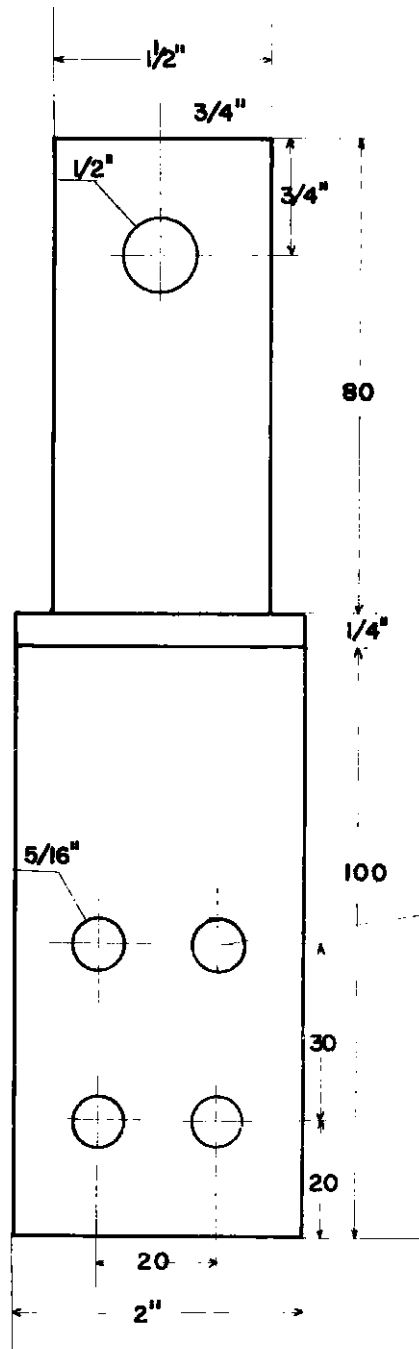
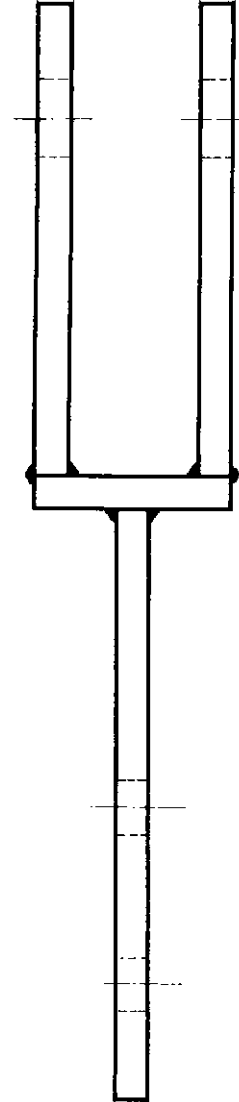
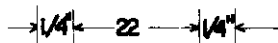
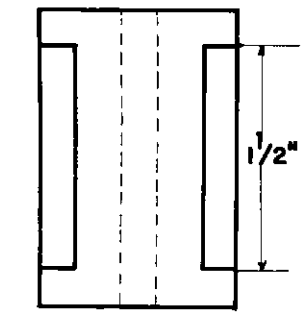
**I. C. A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

DESCRIPCION	TRIANGULO		
REFERENCIA	14 B	CANTIDAD	1
MATERIAL	LAMINA	1/4"	
FECHA			



I.C.A. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO			
DIVISION DE INVESTIGACION			
PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA			
<b>MOLINO DE VIENTO</b>			
DESCRIPCION	PIVOTE		
REFERENCIA	16	CANTIDAD	2
MATERIAL	PLATINAS $1/2'' \times 1/4''$ , ANG. $1/2'' \times 1/4''$		
FECHA			



**I.C.A.** INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO  
 DIVISION DE INVESTIGACION  
 PROGRAMA DE MAQUINARIA AGRICOLA

**MOLINO DE VIENTO**

DESCRIPCION	HORQUILLA		
REFERENCIA	13A-16-17	CANTIDAD	1
MATERIAL	PLATINAS	1, 1/2" 1/4" y 2" 1/4"	
FECHA			