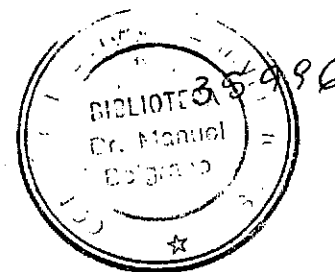


DOMINGO MARTIN CARRIQUE
INGENIERO AGRONOMO



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE CHUBUT

RADA TILLY

PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES
CLOACALES

BARRERA FORESTAL

O/F. 331-8
e 11
R. Tilly
Aut. Def
III

H 1225

DOMINGO M. CARRIQUE
INGENIERO AGRONOMO

C. E. I.
INGRESO
~3 FEB 1992
Nº 83

Buenos Aires, febrero 3 de 1992

Sr. Secretario General del
Consejo Federal de Inversiones,
Sr. Juan José Ciaccera
S / D

Ref.: PLANTA DE TRATAMIENTO
DE EFLUENTES URBANALES
PARA RADA TILLY: BARRE-
RA FORESTAL.

De mi mayor consideración:

De acuerdo al contrato de referencia,
tengo el agrado de presentar el Informe final, en cuatro ejemplares
iguales, conteniendo escritos y planos.

Sin otro particular, saludo a Ud. muy atentamente,



Domingo M. Carrique
Ing. Agrónomo
L.E. 7.763.624
Matric. Nº 5398

PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LOS
EFLUENTES CLOACALES DE RADA TILLY

BARRERA FORESTAL

1 - MEMORIA DESCRIPTIVA.

El objetivo del cordón o barrera forestal, es la protección contra los vientos dominantes del sector oeste, aprovechando para el riego del mismo los líquidos cloacales tratados, provenientes de la ciudad de Rada Tilly; ellos suplirán la escasez de agua para riego de la zona. Además la forestación tiene un sentido paisajístico para el lugar al contrastar el verde del follaje con la estepa patagónica. Cumple también una función de protección contra la erosión eólica al evitar la voladura del suelo y contra la erosión hidráulica al frenar con las raíces el arrastre del suelo originado por las lluvias en terrenos con pendiente pronunciada. Se ha recorrido y fotografiado la zona a forestar. En reuniones realizadas en la Intendencia de Rada Tilly con el Sr. Iparraguirre (Intendente entrante), Sr. Docarmo (Secretario de Obras Públicas), Sr. Castro Giovanni (Ing. Agrónomo) y Sr. Saccone, se han definido las áreas a forestar eliminando algunos lugares que estaban destinados a otros usos. Se ha decidido también el trazado de una cañería de derivación al arroyo "La Mata" para el líquido excedente de riego.

Una cortina forestal adecuada debe estar compuesta por una serie de filas de árboles y arbustos de determinadas caracte-rísticas para ser eficaz en la protección contra los vientos.

Generalmenté, para que la protección sea efectiva, se utilizan tres tipos diferentes de árboles: de gran porte, generalmente eucaliptus; de porte mediano, frondosos, como pinos, cipreses y álamos, y arbustos o árboles pequeños como tamarisco, tuya, crataegus, ligustrina, olivo de Bohemia, etc.

Estas especies deben distribuirse en varias filas, teniendo presente que el objetivo es elevar el aire por encima de la masa forestal. Primero se ubican los árboles o arbustos pequeños, luego los de mediano y gran porte, y finalmente los de pequeño porte para frenar el avance del aire que se cuela por las bases de los árboles mayores.

El fin de las cortinas forestales no es detener el viento, sino provocar que éste pase de un régimen turbulento a otro laminar, de menor velocidad. Para calcular la extensión del área de influencia de una cortina forestal, debe multiplicarse por 15 ó 20 su altura.

La zona a forestar se ha dividido en nueve sectores con la finalidad de lograr una buena cobertura contra el viento en la medida que lo permita la topografía del terreno. Posteriormente, a pedido de la Intendencia, se ha previsto otro sector que comprende el Hipódromo de Rada Tilly; el césped y la forestación perimetral del mismo serán proyectados por la Intendencia; nosotros proyectaremos la cañería que llevará el líquido de riego hasta este sector.

Para la etapa inicial (año 2006) se proyectó el área a forestar, según el volumen de líquido cloacal tratado disponible para ese año.

Se dividió en 10 sectores que conformaban una barrera o cordón forestal para proteger a Rada Tilly de los vientos del oeste en casi toda su extensión; lamentablemente, este cordón ha quedado fragmentado y reducido a seis sectores y otro tentativo, luego de recibir los resultados de análisis de suelos, el 31 de diciembre de 1991, por ser negativos. Análisis y comentarios sobre los mismos se incluyen en el ítem "Suelos".

Se ha mantenido la denominación de los diez sectores para ubicación de los puntos de muestreo de suelo; los sectores desechados se indican en el plano general.

Se ha incorporado además un sector que ya se encuentra en forestación, de 2 hectáreas. *(no está claramente indicado & explicitado en planos.*

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, la superficie proyectada para forestación se ha reducido de 67 hectáreas a 34,1 hectáreas.

A continuación se indican sólo los sectores elegidos para forestar, previamente acordados con la Intendencia de Rada Tilly; en ellos se describe su ubicación, trazado, especies seleccionadas indicando distancias entre plantas y forma de regar. Se adjuntan fotografías de los distintos sectores, inclusive de los que se han debido abandonar por resultados de análisis de suelos.

El Sector "B" se muestra en la fotografía N° 2 (allí se ha ubicado el sondeo de suelo III).

El Sector "D" se observa en la fotografía N° 4 (ubicación del Sondeo IV).

El Sector "E" puede observarse en la fotografía N° 5.

El Sector "F" se ve en la fotografía N° 6 (ubicación del Sondeo II).

En la fotografía N° 1 se observa el Sector "A" (ubicación del Sondeo I).

1.1 TRAZADO, UBICACION Y DESCRIPCION DE LOS SECTORES DE BARRERAS FORESTALES.

SECTOR "A":

Este sector es tentativo, ya que por su salinidad y elevado valor RAS (Relación adsorción sodio) es difícil que prospere; sin embargo, sería de mucha utilidad contar en este sector con una barrera de protección para el personal y equipos de la planta cloacal.

Podría experimentarse plantando en cuanto se pueda, algunos ejemplares de las especies señaladas: tamarisco, álamo criollo, ciprés piramidal y crataegus; previamente deberá regarse abundan-

abundantemente el suelo en el sector elegido para disponer estas plantas, con el fin de lograr un "lavado" de las sales del mismo. Se plantarán a las distancias indicadas en el sector "A" y podrán regarse con camión cisterna mientras dure la experiencia. Periódicamente se regará en exceso para favorecer la lixiviación de las sales. Si la plantación prospera, podrá continuarse con la extensión de este sector con todas las especies o con las que no han sufrido daños.

Para esta plantación tentativa podrán emplearse las plantas de ciprés piramidal que han sobrevivido en el abandonado cordón forestal de Rada Tilly; ellas presentan gran rusticidad por adolecer de riego y cuidados desde hace más de un año y medio.

También podría experimentarse en este lugar con Eucalipto rostrata, ciprés lambertiana, casuarina y álamo plateado, empleando unos pocos ejemplares de cada especie.

Este Sector abarca una superficie de 1,4 ha. Se ha conformado una barrera de protección que cubrirá la planta de tratamiento de líquidos cloacales y la faja más expuesta del sector "B". Puede observarse este sector en la fotografía N° 1. Se extenderá al oeste y sur de la planta de tratamiento, y comprende dos primeras

filas de tamarisco, dejando 0,30 m entre plantas en la fila y a 1,50 m entre filas. Luego, dejando un espacio de 3,00 m, se dispondrán 3 filas de álamo criollo con 1,00 m entre plantas en la fila y a 1,50 m entre filas. A continuación se deja un espacio de 4,00 m y se disponen 6 filas de ciprés piramidal plantados en tresbolillo, a 2 x 3 m. Finalmente, dejando un espacio de 3,00 m se ubica una fila de crataegus, plantando a 0,50 m entre plantas. Este sector tiene una longitud de 480 m por un ancho de 30 m.

NOTA: Se ha dibujado en plano la distribución de las plantas en la barrera de protección tipo a conformar en los distintos sectores.

Deberá nivelarse el terreno para poder regar por surco las filas de tamarisco, álamo y crataegus; el terreno destinado a los cipreses, no será necesario nivelarlo, ya que estos se plantarán en hoyos. El riego del sector se efectuará con mangueras conectadas a bocas convenientemente dispuestas y provistas de válvulas esclusas. Los surcos tendrán una pendiente del 0,5 al 1 % y serán alimentados por mangueras en uno de sus extremos.

Los cipreses serán regados también por manguera en grupo de hoyos interconectados por pequeños surcos según lo permita la pendiente o individualmente cuando ello no sea posible.

Los hoyos serán de aproximadamente 0,50 m de diámetro por 0,15 m de profundidad. El riego de los hoyos en conjunto de varias plantas permitirá ganar tiempo y el cierre o apertura de los surcos que los conecten se realizará agregando o quitando tierra de los mismos por medio de azadón.

La manguera se colocará en los hoyos que se encuentran en un nivel más alto y luego de llenarse estos, el agua escurrirá a los hoyos que se encuentren más abajo. En el riego por surcos, estos serán de sección trapezoidal con una base mayor de 0,30 m, una base menor de 0,15 m y una altura de 0,15 m en el caso de álamo criollo, y en tamarisco 0,20 m de base mayor, 0,10 m de base menor y 0,10 m de altura.

SECTOR "C":

Este sector bordea en su lado oeste al pequeño cerro ubicado al oeste del Hipódromo. Abarca una superficie de 3,3 ha.

Hacia el oeste de este sector se dispone una barrera de protección conformada por dos filas de tamarisco a 0,30 m entre plantas y 1,50 m entre filas; a continuación una faja libre de 3 m y luego tres filas de álamo criollo a 1,00 m entre plantas y 1,50 m entre filas. Dejando una faja libre de 4,00 m se ubican varias filas de pino ponderosa plantado en tresbolillo a una distancia de 7,00 m entre plantas y 3,50 m entre filas. En su parte más angosta tendrá tres filas de pinos.

DOMINGO MARTIN CARRIQUE
INGENIERO AGRONOMO



La barrera de protección de tamarisco y álamo criollo se plantará en el sector central siguiendo las curvas de nivel y regando por surco (la pendiente de los surcos será del 0,5 al 1 % como en todos los casos).

En los extremos del sector, como la pendiente cambia de dirección, las filas de tamarisco y álamo cortan la pendiente; allí habrá que plantar en hoyos, ya que la pendiente es abrupta y se regará con manguera.

El pino ponderosa se plantará en todo el sector siguiendo el trazado de las curvas de nivel, no olvidando dar a los surcos la pendiente del 0,5 - 1 %. Algunas líneas quedarán más separadas que otras por no ser uniforme la pendiente, pero se guardará una separación como mínimo entre líneas de 3,50 m.

El riego se hará por medio de bocas provistas de válvulas esclusa y convenientemente distribuídas alimentando en algunos casos surcos y hoyos con manguera y en otros casos, directamente a cámaras partidoras.

En la fotografía N° 3 se puede ver el faldeo de este pequeño cerro.

Las filas más altas de pino llegarán hasta cota 37,50.

SECTOR "E":

Este sector es un cordón de 300 m de longitud, con un ancho de 45 m en todo su recorrido. Abarca una superficie de 1,35 ha. Limita hacia el este con la ciudad, y al sur con el Sector "C".

Comprende una cortina de protección que incluye dos filas de tamarisco con 0,30 m entre plantas y 1,50 m entre filas, y tres filas de álamo criollo a 1 m entre plantas y 1,50 m entre filas; entre el tamarisco y el álamo se dejará una franja libre de 3,00 m. A continuación del álamo se dejará una franja libre de 4,00 m y luego se plantará ciprés Arizónica en forma irregular pero dejando una distancia mínima entre plantas de 3,00 m. A 3,50 m de los últimos cipreses se plantará una fila de ligustrina dejando 0,40 m entre plantas.

En la zona de los tamariscos, álamos y ligustrinas, el terreno deberá nivelarse donde sea necesario para regar por surcos o por tramos cortos de surco o en hoyos cuando ello sea conveniente. Los cipreses se plantarán en hoyos. En todos los casos el riego se efectuará con manguera, ya sea entregando el líquido en los surcos, tramos de surco o en los hoyos.

En la fotografía N° 5 puede observarse el terreno por donde se extenderá el sector "E".

Para dar una nota de color y contraste podrán plantarse grupos de crataegus con 3 a 5 plantas cada uno con una separación que puede oscilar entre 1,50 m y 3,00 m entre plantas; ellos se ubicarán en distintos tramos del sector, a 3,00 m del cerco de ligustrina

como mínimo, y serán visibles desde la ciudad por el colorido llamativo de sus frutos. Los crataegus se plantarán en hoyos y podrán ser regados con baldes cargándolos desde las mangueras utilizadas para el riego del sector "E".

SECTOR "G":

Se extenderá a la izquierda de la ruta, poco después de la bifurcación en la entrada a Rada Tilly. Abarcará una longitud de 200 m por 120 m de ancho, lo cual da una superficie de 2,4 ha para forestar.

No será necesario plantar una barrera de protección para este sector, ya que se interpone un cerro en la dirección de los vientos dominantes del sector oeste.

Se plantará pino ponderosa a 7,00 m entre plantas y 3,50 m como mínimo entre las filas que se dispondrán siguiendo el trazado de las curvas de nivel. Los pinos se plantarán en tresbolillo.

Se regará por surcos alimentados por manguera desde un extremo; por supuesto los surcos tendrán como en todos los casos una pendiente del 0,5 al 1 %.

SECTOR "H":

Se extiende a ambos lados del camino que ingresa a Rada Tilly; en el lado sur del camino se plantarán casuarinas en una fila a 4,00 m entre plantas y a 6,00 m de la línea de postes de alumbrado y alta tensión. En el lado norte del camino se plantarán cuatro filas de casuarina, dejando 4,00 m entre filas y 3,00 m entre plantas. Este sector tendrá una longitud de 500 m y una superficie de 0,6 ha.

Se plantarán en hoyos y serán regadas con manguera.

La fotografía N° 8 fue tomada desde el lado norte del camino; en el lado sur se ven las columnas de alta tensión.

En el lado sur del camino se dispuso una sola fila de plantas para no obstruir la vista de la ciudad desde el mismo.

SECTOR "I":

Se extiende sobre la falda del cerro al norte del sector "H", con una longitud de 810 m en dirección este-oeste y entre las curvas de nivel con cota 30,00 m y 50,00 m.

Se plantará pino ponderosa en líneas siguiendo el trazado de las curvas de nivel, dejado una distancia entre plantas de 7,00 m en la fila y 3,50 m entre filas, distribuyendo en tresbolillo. El riego se efectuará por surcos que también seguirán las curvas de

nivel con una pequeña desviación para lograr la pendiente de 0,5 a 1 %, a fin de facilitar el avance del agua.

En los espacios donde la pendiente es menor, es decir, cuando las curvas de nivel se separan, se incorporan otras líneas de pinos guardando siempre la misma separación de 3,50 m como distancia mínima.

No se dispone de fotografías de este sector ni del sector "G" por haberse decidido la incorporación de ambos a último momento.

Este Sector abarca una superficie de 7,1 ha.

SECTOR HIPODROMO:

Se ha incorporado también este sector a pedido del Sr. Iparraquirre. El diseño de la parquización del Hipódromo estará a cargo de la Intendencia de Rada Tilly; en este proyecto incluimos el trazado de la cañería hasta el Hipódromo.

Sugerimos regar el césped del centro del Hipódromo por aspersión a 0,30 m del suelo y una barrera en la periferia de la pista con árboles y arbustos para evitar dispersión de gotitas de líquido cloacal tratado sobre la población cercana.

Recomendamos utilizar algunas de las especies descriptas en la parquización de este sector por su probada rusticidad en la zona.

La superficie que abarcará este sector dependerá del diseño de la parquización del mismo, pero podemos estimarla en 16 ha (incluyendo el césped).

NOTA: En todos los casos, los surcos se protegerán en su comienzo con pequeñas cámaras para evitar la destrucción de los mismos por erosión hidráulica. En algunos casos estas cámaras cumplen la función de cámara partidora, ya que pueden derivar el agua de riego a surcos en direcciones opuestas.

Esquemas y cortes de las cámaras se indican en planos adjuntos.

2 - DETERMINACION DE LA DOTACION DE RIEGO Y SUPERFICIE REGABLE.

Se calcula la dotación de riego para Rada Tilly con el fin de determinar la superficie que podrá ser forestada y regada con los efluentes cloacales tratados.

Consultado sobre el tema, el Sr. Mario Grizinik, geólogo de la Universidad de Comodoro Rivadavia, ha indicado que de acuerdo a mediciones realizadas en la zona con evaporímetros y cálculos (por L. Turc) se ha determinado para Comodoro Rivadavia una evapotranspiración potencial de 720 mm, que representan $7.200 \text{ m}^3/\text{ha.año.} = 19,72 \text{ m}^3/\text{die ha}$

En el I.D.E.V.I. se ha determinado una dotación anual para riego de frutales (equivalente a forestales) para el Valle inferior del Río Negro de $7.500 \text{ m}^3/\text{ha.año}$ y una dotación mensual para el mes más crítico (enero) de $1.940 \text{ m}^3/\text{ha.año}$. Han utilizado para el cálculo a Blaney y Criddle. Realizando el mismo cálculo por Blaney y Criddle para Rada Tilly, resulta una dotación para enero de $1.924 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Analizando estos datos, vemos que el cálculo efectuado para Rada Tilly: $1.924 \text{ m}^3/\text{ha}$, se aproxima al valor 1.940 del I.D.E.V.I.; por otro lado, la dotación anual en el Valle inferior del Río Negro: $7.500 \text{ m}^3/\text{ha.año}$, es algo superior a la calculada en Comodoro Rivadavia por L. Turc de $7.200 \text{ m}^3/\text{ha.año}$. Por ello es válido adoptar el cálculo más conservativo del I.D.E.V.I.

Comprobaciones experimentales llevadas a cabo en la Estación Experimental del I.D.E.V.I. confirmaron que los resultados obte-nidos con la utilización de la fórmula de Blaney y Criddle se acercan a los valores reales medios de evapotranspiración con una aproximación del 10 %.

En las zonas áridas de EE.UU. la fórmula más utilizada para riego es la desarrollada por estos investigadores con gran expe-riencia en aquellas, y tiene en cuenta el cultivo a regar, la latitud y temperatura del lugar. Se expresa de la siguiente manera:

$$A = K [0,46 P (t + 18)]$$

donde:

A = Necesidad de agua para determinado cultivo y mes elegido (en mm).

K = Valor obtenido de la Tabla N° 2 teniendo en cuenta el cultivo y mes considerado.

p = Valor tomado de la Tabla N° 1, considerando la latitud del lugar.

t = Temperatura media mensual del lugar (en °C).

Rada Tilly se encuentra ubicada a 45° 47' de latitud sur.

De la Tabla N° 1 se extrae el valor "p" por interpolación, para el mes más desfavorable del año, resultando $p = 10,88$.

En la Tabla N° 2 se encuentran los valores "K" para frutales (pueden considerarse semejantes a forestales por sus requerimientos de agua). Se toma el valor más desfavorable que corresponde a enero:

$$K = 0,80.$$

La temperatura media anual es de 12,6°C y la temperatura media de enero llega a 19°C.

Por lo tanto la necesidad de agua para enero será:

$$A = 0,80 [0,46 \cdot 10,88 (19 + 18)] = 148 \text{ mm}$$

Para expresar los milímetros de agua en $\text{m}^3/\text{ha.mes}$: como 1 mm de lluvia equivale a $10 \text{ m}^3/\text{ha}$, 148 mm serán $1.480 \text{ m}^3/\text{ha.mes}$.

TABLA N° 1

LATITUD SUR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
44°	10,52	8,81	8,72	7,44	6,73	6,04
46°	10,68	8,88	8,73	7,39	6,61	5,87

LATITUD SUR	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
44°	6,45	7,30	8,00	9,34	9,91	10,72
46°	6,30	7,21	7,98	9,41	10,03	10,90

TABLA N° 2

MESES	FACTOR "K"
ENERO	0,80
FEBRERO	0,76
MARZO	0,65
ABRIL	0,54
OCTUBRE	0,49
NOVIEMBRE	0,65
DICIEMBRE	0,75

NOTA: Estas tablas han sido extraídas de publicación del I.D.E.V.I., que a su vez las reproduce de "Determining consumptive use and Irrigation water requeriments".

Expresando la dotación de riego en litros por segundo:

$$\frac{1.480 \text{ m}^3/\text{ha.mes}}{\text{segundos del mes considerado}} = \frac{1.480.000 \text{ l/ha.mes}}{2.678.400 \text{ seg/mes.}} = 0,55 \text{ l/seg.ha.mes}$$

A pesar de las precauciones que se tomen durante el riego, un porcentaje del agua aplicada se pierde por diversas causas; para compensar esas pérdidas, las dotaciones de riego se incrementan en la práctica en un 30 % con respecto a las que resultan de los cálculos.

Teniendo en cuenta estas pérdidas de agua, resulta una dotación de:

1.924 m³/ha.mes, que equivalen a 0,718 l/seg.ha

La dotación diaria resulta: $\frac{1.924}{31} = 62 \text{ m}^3/\text{día.ha.}$

NOTA: Históricamente, en el período 1921-1950 se registró para enero una precipitación media de 11 mm, y entre 1951 y 1960: 19 mm. Para el mismo período la mínima fue de 0 mm, por consiguiente no se puede considerar el agua recibida por lluvias para el cálculo, ya que debe preverse la posibilidad de algunos meses en que no se registren precipitaciones o éstas sean insignificantes.

En la primera etapa de la instalación, la planta de líquidos cloacales tratará para el año 2006 un caudal medio diario de 4.516 m³/día para el verano, resultando de ello:

$$\text{Superficie regable} = \frac{4.516 \text{ m}^3/\text{día}}{62 \text{ m}^3/\text{día.ha}} = 72,8 \text{ ha}$$

Durante el invierno, el menor volumen disponible se verá compensado por el menor requerimiento de agua para esta estación y coincide con la época de mayores lluvias.

Sin embargo, la superficie regable de 72,8 ha (cálculo teórico) ha debido reducirse por la calidad de los suelos a 34,1 hectáreas, suponiendo que prosperen las plantas en el sector "A".

El líquido excedente de riego se derivará por cañería al arroyo "La Mata".

Para el año 2021 se dispondrá de un volumen diario de líquido cloacal de 9.175 m³/día; el volumen de líquido excedente será aún mayor, y dado que no hay espacio disponible para forestar, podrá entregarse a Comodoro Rivadavia para riego, o continuar derivándose al mar a través del arroyo "La Mata".

3 - RIEGO: MANEJO - SUPERVISION - CALCULO DISTRIBUCION.

El riego se efectuará según el relieve del terreno, por surcos, siguiendo el trazado de las curvas de nivel, o en hoyos individuales para cada árbol. Surcos y hoyos deben ser suficientemente profundos, ya que de lo contrario sólo se humedece la capa superficial del suelo y se producen elevadas pérdidas de agua por evaporación.

Actualmente se aconsejan surcos de sección trapezoidal; los surcos de sección triangular tienen un perímetro mojado muy variable según estén llenos de agua (aguas abajo) o casi vacíos (aguas arriba), lo cual significa una infiltración insuficiente de riego aguas arriba y un exceso de agua, aguas abajo.

En planos se indican dimensiones de surcos y hoyos para las diferentes especies.

En el caso del riego por surco, una vez que el agua alcanza el extremo del mismo, se reduce el caudal con la finalidad de mantener el agua en el surco durante cierto tiempo y evitando a la vez que se desperdicie al volcarse en el extremo.

Para facilitar el riego por hoyos, allí donde el relieve del terreno lo permite, podrán cavarse pequeños surcos que interconecten los hoyos entre sí; de esta manera, bastará con colocar la manguera en el hoyo que se encuentra a mayor altura en el lugar y de allí se distribuirá por gravedad a otros hoyos a menor nivel. La apertura y cierre de estos surcos se realizará con azadón y tierra.

En la ejecución de los surcos, estos no se profundizan más a medida que avanzan, sino que se desvían alejándose de las curvas de nivel hacia abajo hasta lograr una pendiente del 0,5 al 1 %, logrando de esta manera el avance del agua. La pendiente de los surcos no deberá ser mayor que la indicada para evitar la erosión de los mismos.

El caudal de agua en los surcos varía con la permeabilidad del suelo y su longitud. Habitualmente está comprendido entre 0,5 y 3,5 l/segundo.

Algunas cámaras están provistas de compuertas con las cuales el regador podrá derivar el agua a un surco o al opuesto o a ambos a la vez, según convenga.

Es de fundamental importancia contar con el asesoramiento continuo de un Ingeniero Agrónomo con experiencia de riego en la zona, para dirigir el mismo; éste determinará cuando comenzar y cuando suspender el riego de cada sector, la postergación por lluvias según su magnitud, la derivación de líquido excedente al arroyo "La Mata", y cuando ello sea necesario, el lavado de sales por lixiviación.

Los surcos y hoyos deberán mantenerse libres de maleza para permitir la libre circulación del líquido de riego, para reducir el consumo que aquella genera y para no obstaculizar el crecimiento de árboles y arbustos. También periódicamente deberá efectuarse carpidas donde se observe el suelo "planchado", ya que ello limita la penetración de agua hasta las raíces.

A pesar de tratarse de líquido cloacal tratado y clorado, se recomienda tomar algunas precauciones con el personal afectado al riego, como el uso de guantes y botas y el lavado y desinfección de manos con hipoclorito de sodio al 10 % al terminar la tarea de riego.

CALCULO = DISTRIBUCION.

El líquido cloacal tratado se bombeará a dos cisternas ubicadas a altura conveniente, desde las cuales se distribuirá por gravedad por una red de cañerías a los diferentes sectores de riego.

Con la cisterna I podrán regarse los Sectores "A", "C", "E" y el Hipódromo, los cuales totalizan 22,05 ha. $(1,4 + 3,3 + 1,35 + 16) =$

Con la cisterna II se regarán los Sectores "G", "H", "I" y zona en forestación, que abarcan 12,1 ha. $(2,4 + 0,6 + 7,1) + 2.0$

El caudal disponible de líquido cloacal tratado para riego para el año 2006 es de 4.516 m³/día, los cuales permiten el riego de 72,8 hectáreas; luego del análisis de los suelos se han seleccionado 34,1 ha para forestar, las cuales necesitan una dotación diaria de 2.116 m³

Se ha previsto regar los Sectores "A", "C", "E", "G", "H", "I" y sector en forestación de lunes a sábado inclusive, es decir seis días por semana -salvo por lluvias- durante 12 horas diarias.

Se ha dividido esta área en dos zonas o parcelas, cada una de las cuales se regará tres veces por semana. Por ejemplo, la Zona I se regará los lunes, miércoles y viernes, y la Zona II los martes, jueves y sábados.

La Zona I abarca los Sectores: "A", "C", "E", "G" y "H", con una superficie de 9,05 ha.

La Zona II comprende el Sector "I" y la zona en forestación de 2 ha en la bifurcación de la entrada a Rada Tilly, con una superficie de 9,1 ha.

El sector del Hipódromo se ha previsto regar durante los cinco días hábiles de la semana, con la finalidad de poder reducir el diámetro de la cañería de alimentación y además poder lograr un mejor mantenimiento del césped.

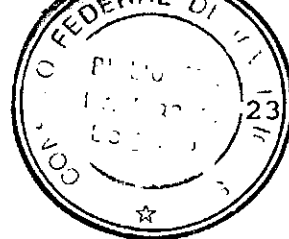
Multiplicando los 2.116 m³ por 7 días, se obtiene un volumen de 14.812 m³ a disponer por semana. Por hectárea será:

$$\frac{14.812}{34,1} = 434 \text{ m}^3/\text{semana}$$

En los Sectores "A", "C", "E", "G", "H" e "I" y la zona en forestación, como cada hectárea se regará tres veces por semana, resulta:

$$\frac{434}{3} = 145 \text{ m}^3/\text{ha}$$

en cada riego a aplicar durante 12 horas diarias.



Cada día de riego será necesario aplicar un caudal horario:

$$\frac{145}{12} = 12 \text{ m}^3/\text{ha.hora}$$

En la Zona o Parcela I será necesario un caudal horario de:

$$12 \times 9,05 = 108,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

En la Zona o Parcela II el caudal horario será de:

$$12 \times 9,1 = 109,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

En el Sector del Hipódromo cada hectárea se regará cinco veces por semana, por lo que resulta:

$$\frac{434}{5} = 86,8 \text{ m}^3/\text{ha}$$

en cada riego a aplicar durante 12 horas diarias.

Cada día de riego será necesario un caudal horario de:

$$\frac{86,8}{12} = 7 \text{ m}^3/\text{ha.hora} \quad \checkmark$$

En todo el sector Hipódromo será necesario un caudal horario de:

$$7 \times 16 = 112 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

4 - SELECCION Y DESCRIPCION DE ESPECIES PARA LAS BARRERAS FORESTALES.

Se indican las especies arbóreas y arbustivas seleccionadas con sus características más sobresalientes; se ha tenido en cuenta para su elección el comportamiento de las mismas en la región, así como su rusticidad, desarrollo alcanzado, resistencia a los fuertes vientos, resistencia a temperaturas extremas, adaptación a diversos tipos de suelo, etc. Se tuvo en cuenta bibliografía, observaciones directas en el área de Rada Tilly y Comodoro Rivadavia, y la experiencia de Ingenieros Agrónomos de la zona y propietarios del Cordón Forestal de Comodoro Rivadavia.

En el Anteproyecto preliminar ya se habían indicado las características de todas las especies observadas en la zona que desarrollaban satisfactoriamente. Aquí indicaremos sólo las especies elegidas por sobresalir del resto.

4.1 ESPECIES SELECCIONADAS.

. TAMARISCO (*Tamarix spp.*).

Pertenece a la familia de las Tamaricáceas.

Es una planta rústica, de crecimiento rápido en general, muy utilizada en la zona para formación de cercos o reparos de protección contra el viento, por la densidad de su follaje, rusticidad y desarrollo rápido.

Prospera en toda clase de suelos, pero prefiere los ligeros, arenosos. Crece en terrenos húmedos, salitrosos, cercanos a la costa del mar.

Son plantas de hoja caduca, pero su follaje cambia poco en verano e invierno ya que están provistas de ramillas con pequeñas hojas escamiformes. Son arbustos que presentan ramas erguidas y colgantes.

Se utilizan en las primeras filas de las barreras de protección, ya que cubren desde el suelo la zona desprotegida de árboles de mayor porte y más sensibles a la abrasión ocasionada por las partículas de arena arrastradas por el viento.

Se plantan por gajos en filas distribuidas en el fondo del surco de pequeña sección. Altura de los gajos: 0,50 - 0,60 m.

Se planta a 0,30 m entre plantas y luego se ralea una vez que ya no se pierden más plantas. Entre las filas se deja 1,50 m de espacio.

En la zona crece más rápidamente que la ligustrina.

. ALAMO CRIOLLO (*Populus nigra*).

Se llama también álamo piramidal, álamo italiano o álamo negro de Lombardía.

Pertenece a la familia de las Salicáceas.

Es un árbol que presenta su copa muy cerrada y alargada, con tronco recto, vertical y ramas cortas y finas. Las hojas son triangulares, lisas, brillantes, grandes en ejemplares nuevos y más pequeñas en los adultos.

Originario de Asia central, fue llevado a Italia en la antigüedad. Se introdujo en la Argentina a comienzos del siglo pasado, para cortinas de protección en la zona de Cuyo.

También se plantó mucho en el Delta del Paraná, pero las condiciones ecológicas de la zona provocaron su decadencia por ataque de hongos (Roya), por lo cual se desplazó su cultivo a los valles de los ríos Negro y Colorado.

En Comodoro Rivadavia se plantan inicialmente muy juntos: 0,50 m y aún 0,40 m entre plantas, para poder efectuar raleos más adelante, entresacando una planta por medio.

Es una planta adaptable a las más diversas condiciones climáticas, siempre que no posea agua estancada en abundancia. Prefiere los suelos profundos y permeables. Soporta en invierno temperaturas muy bajas, resistiendo bien las heladas y nevadas. Es la variedad de álamo más utilizada para ejecutar barreras forestales. El Ing. Castro Giovanni recomienda plantar a 1,00 m entre plantas por 1,50 m entre filas; luego se repondrán las pérdidas. Conviene plantar alternando las posiciones de plantas de una fila con respecto a la siguiente.

Se plantan estacas de 0,60 m a 0,70 m hechas con ramas de 1 año, enterrándolas $\frac{2}{3}$ de su altura y dejando 2 a 3 yemas. Plantando por estacas y no faltando agua andan bien en la zona (en este caso no faltará líquido para riego). También pueden plantarse con barbados: 1,50 m de altura con tutor.

. ALAMO PLATEADO (*Populus alba*).

Sinónimo vulgar: álamo blanco. Pertenece a la familia de las Salicáceas y es oriundo del sur de Europa, extendiéndose su cultivo por todo el mundo.

Es un árbol rústico, que desarrolla normalmente en regiones cálidas no muy húmedas, siendo bastante resistente a la sequía y a los fríos, como así también a las altas temperaturas. Soporta cierto grado de salinidad en el suelo.

Es una especie de crecimiento rápido, alcanzando hasta 25 m de altura.

Su copa es amplia, con tronco derecho a tortuoso, con hojas totalmente caducas y follaje verde-plateado. Corteza blanco-grisácea.

Crece muy bien en médanos del oeste bonaerense.

Produce renuevos de raíz a su alrededor con gran vigor, constituyendo una verdadera plaga, lo que habla en su favor para la formación de monte denso, facilitando también la reposición de ejemplares ya que su longevidad no es muy elevada.

Se multiplica por medio de estacas al igual que todos los álamos. Es conveniente plantar estacas chicas de 1 año, bien enterradas de 0,60 a 0,70 m de altura.

Se aconseja plantar a mayor distancia como plantación inicial por el motivo antes señalado de su avance por renuevos de raíz. Fijamos una distancia mínima entre plantas de 3,00 m.

. *EUCALIPTO ROSTRATA* (*Eucalyptus camaldulensis*).

Pertenece a la familia de las Mirtáceas, siendo originario de Australia. Es un árbol de gran tamaño, que alcanza en ocasiones hasta 30 m de altura. Con tronco bifurcado y gruesas ramas que forman una copa extendida.

La corteza es lisa, color gris claro, a veces algo parduzca.

Es una especie rústica por excelencia, superando en ello a los demás eucaliptus, ya que crece en terrenos secos o húmedos, con pH elevado, suelos sueltos y compactos y en climas calurosos y fríos indistintamente.

Es de crecimiento rápido y con gran producción de material orgánico (hojas y flores, frutos, ramas y corteza).

Es la especie de eucalipto más cultivada en el mundo y por sus cualidades favorables su cultivo se ha extendido por casi toda la Argentina, utilizándose para destino forestal, para cortinas corta-vientos, montes de abrigo del ganado, etc.

Resiste bien temperaturas bajas de hasta - 5°C (a veces hasta - 10°C).

Se excluye de terrenos calcáreos y muere si la concentración de este elemento supera el 40 %.

Se plantará a 4 m entre plantas como distancia mínima.

El E. rostrata anda bien en la zona tutorando las plantas.

. PINO PONDEROSA (*Pinus jeffreyi*).

Pertenece a la familia de las Pináceas. Sinónimo técnico: *Pinus ponderosa* var. *Jeffreyi*.

Origen: Estados Unidos; se encuentra en la Sierra Nevada desde México hasta Oregón, a 1.700 m de altitud.

Es un árbol de gran talla, pudiendo alcanzar los 30 m de altura.

La copa es redondeada y el tronco alcanza 1 m de diámetro; la corteza es moreno-canela, resquebrajada en grandes placas irregulares. Sus hojas son de color verde opaco.

Crece en terrenos sueltos, arenosos, húmedos y a veces en los pedregosos, no siendo muy exigente con respecto a suelos.

Resiste las temperaturas extremas y los fuertes vientos.

Los primeros ejemplares se plantaron en la Isla Victoria, en el lago Nahuel Huapí, y su cultivo se ha difundido en la zona norte de los bosques Andino-Patagónicos por su buen crecimiento y adaptabilidad a la montaña. Han enriquecido los bosques naturales, formando bosques mixtos junto con especies autóctonas como el raulí, roble pellín, etc.

Se suele plantar a 3,50 m x 3,50 m. Con relación a los otros pinos es de crecimiento más rápido. Es preferible plantar ejemplares chicos con un buen pan de tierra: 1 m de altura y con tutor.

. CIPRES PIRAMIDAL (*Cupresus sempervirens*, var. *stricta*).

Pertenece a la familia de las Cupresáceas. Es originario de las montañas semiáridas del este y sur de la cuenca del Mediterráneo.

Arbol de follaje perenne, de 25 a 30 m de altura, presentando una copa estrechamente piramidal, con gran masa foliar, compacta, con ancho de copa: 1 a 1,50 m.

Existe otra variedad: *horizontalis*, la cual triplica el ancho de la copa (3 a 4,50 m).

Presenta hojas escamiformes, color verde oscuro, con glándulas resiníferas.

Desarrolla en suelos profundos y medianamente sueltos. No tolera los excesivamente húmedos. Crece bien en suelos calizos.

Es resistente al frío y a la sequía.

Es uno de los árboles más utilizados para ornamentación de parques y en la formación de cortinas rompevientos, como filas externas en combinación con otras especies como tuyas, pino de Alepo, eucalipto *viminalis*, etc.

Se ha difundido por todo el país debido a sus pocas exigencias.

Puede soportar la sombra de árboles de mayor porte.

Es de crecimiento rápido.

Se aconseja plantar ejemplares de 1 m de altura y utilizando tutor. El Ing. Castro Giovanni aconseja plantar a 2 m x 3 m, en forma alternada.

. CIPRES LAMBERTIANA (*Cupressus macrocarpa*).

Familia: Cupresáceas.

Sinónimo técnico: *Cupressus lambertiana*.

Sinónimo vulgar: ciprés lambertiana, ciprés de Monterrey.

Es originario de la Bahía de Monterrey, en California.

Es un árbol de copa anchamente cónica, truncada en su ápice, alcanzando los 20 - 25 m de altura.

Su tronco es grueso, corto, ensanchado en la base, con corteza de grueso espesor y profundamente agrietada, y presenta abundantes ramas.

Las hojas son escamiformes, color verde amarillento; su follaje es menos compacto que el ciprés piramidal.

Prefiere los suelos arenosos y bien drenados, pero vive también en suelos pobres, profundos y húmedos con clima templado sin grandes heladas o nevadas, aunque se lo encuentre en zonas con temperaturas de hasta 15°C bajo cero.

Es más resistente al frío que el *sempervirens*.

Es un árbol excelente para fijación de dunas marítimas, plantándolo protegido de las brisas marinas.

Resistente a los fuertes vientos, es muy apto para la formación de cortinas verdes corta-vientos en las costas patagónicas; también se lo utiliza en el oeste de la Provincia de Buenos Aires, asociado con eucaliptus, en filas alternadas.

Es tolerante a las sequías y de crecimiento rápido.

Por su copa frondosa, se plantará a 5,00 x 5,00 m, y las plantas serán de 0,80 m de altura.

. *CRATAEGUS* (*Crataegus pyracantha*).

Originario del Asia. Nombre vulgar: "Crataegus".

Son arbustos espinosos, robustos, de fácil cultivo; alcanzan de 1,50 m a 5 m de altura.

Tienen gran facilidad de adaptación para suelos mediocres y pobres, donde otras especies brotan mal.

Pueden podarse para formación de cercos y se utilizan para formación de barrera baja, cubriendo con su follaje desde el suelo hasta la base de la copa de otros árboles que dejan esa zona desprotegida.

Las hojas son simples, alternas, oval-lanceoladas, de borde entero o dentado. Es de hojas persistentes.

Muy rústico, resistente a temperaturas muy bajas, acomodándose en suelos secos, compactos y arcillosos.

Es de crecimiento algo lento, apto para la poda y exigente en luz.

Se reproduce por semillas, multiplicándose por estacas e injertación.

Es un arbusto de gran efecto decorativo, con follaje verde oscuro, opaco, que se ve realzado durante la floración al cubrirse de flores blancas. Posteriormente se cubre de pequeños frutos color rojo intenso; existen numerosas variedades, que se diferencian por el colorido de sus frutos, desde anaranjado hasta rojo oscuro.

Se utiliza en sitios bien iluminados, ya sea aislados o en grupos homogéneos, y también para enrejados, muros y cercos vivos.

Se planta a 0,40 m a 0,50 m entre plantas para formar un cerco denso.

Indicamos plantar a 0,50 m entre plantas, utilizando plantitas de 0,50 m a 0,60 m de altura, con tutor.

. *LIGUSTRINA (Ligustrum sinense).*

Pertenece a la familia de las Oleáceas. Originaria de China y Japón.

Arbusto bajo a mediano, pero puede hacerse arbóreo; alcanza 1 a 3 m de altura.

Copa tupida y ramas leñosas, semipendientes y hojas pequeñas, simples y opuestas, persistentes.

Es resistente a los fríos y prospera perfectamente bien en suelos compactos, aunque su vitalidad y vigor son mayores cuando son livianos.

Aptos para la poda, soportan media sombra, viviendo aún en sitios sombríos.

Es de crecimiento relativamente rápido.

Su follaje es verde oscuro y brillante.

Las flores son blancas y abundantes.

Es muy empleado para cercos vivos, porque ofrece en poco tiempo un muro compacto y tupido desde abajo. También se planta aislado o en grupos.

Se plantará a 0,40 m entre plantas, utilizando plantitas de 0,50 a 0,60 m de altura; pueden tutorarse individualmente, o empleando postes y varillas y 2 a 3 hiladas de alambre donde se sujetan las plantas, dejando cada tanto un espacio para que el personal de riego pueda circular de un lado al otro del cerco.

. CIPRES ARIZONICA (*Cupressus arizónica*)

Familia: Cupresáceas.

Sinónimo vulgar: Cedro blanco.

Es un árbol de 12 a 20 m de altura, con su copa abierta, con abundantes ramas horizontales. Su porte juvenil es piramidal.

Su corteza es fibrosa y está dividida en tiras o placas de color oscuro rojizo.

Es una planta muy rústica y de crecimiento rápido en sus primeros años.

Especie originaria de las zonas montañosas del sudoeste norteamericano.

Desarrolla tanto en suelos ácidos como en los compactos arcillosos, en zonas áridas con 250 - 500 mm anuales de lluvia.

En nuestro país se cultiva en la región semiárida de La Pampa, oeste de Buenos Aires, sur de Córdoba, San Luis y la zona Andino-Patagónica (Neuquén, Río Negro, Chubut).

Es una especie muy cultivada por su valor ornamental en parques y jardines, debido a su follaje azulado (cuando se multiplica por vía agámica). Al obtenerse por semilla, se pierde en la mayoría de las plantas el color azulado.

Se está empleando mucho en la zona, desplazando al ciprés lambertiana.

Es recomendable para plantar en grupos y también para cortinas forestales.

Es apropiado para reforzar barreras, ya que cubre con ramas desde abajo.

Indicamos plantar a 3,00 m entre plantas y usar plantas de 0,80 m a 1,00 m de altura.

. CASUARINA (*Casuarina cunninghamiana*).

Familia: Casuarináceas.

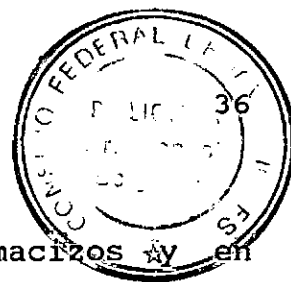
Arbol corpulento, con altura superior a 15 m, tronco derecho y corteza oscura, hendida.

Hojas muy reducidas, constituyendo verticilos en forma de dientes de peine sobre ramas herbáceas que aparentan ser hojas aciculares.

Originario de Australia; se ha cultivado en todo el mundo, adaptándose muy bien en nuestro país.

De crecimiento rápido, requiere suelos profundos y sueltos, aunque en los compactos y secos prospera bien.

Es resistente a los fríos por intensos que sean, y a los vientos violentos, en particular los salinos (costas marítimas).



Es muy utilizado para la formación de grandes macizos y en alineaciones para cortinas de abrigo por su rusticidad y resistencia a los vientos.

Se plantará a 3,00 m entre plantas y a 4,00 m entre las filas. Convendrá tutorar.

4.2 ESPECIES ALTERNATIVAS.

A continuación se indican otras especies que podrán reemplazar a las seleccionadas anteriormente, ya sea por precio o disponibilidad en los viveros en el momento de efectuar la adquisición de las mismas. Por supuesto deberán adoptarse las distancias entre plantas y filas correspondientes a las especies alternativas.

. TUYA (*Thuja occidentalis*).

Podrá reemplazar a la ligustrina o al crataegus. No fue incluida en la lista anterior por su elevado precio: plantas de 0,80 m de altura, con lata de 10 litros, costaban en octubre de 1991 Australes 75.000.

Su comportamiento es muy bueno en la zona.

Familia: Cupresáceas.

Nombre vulgar: árbol de la vida.

Arbol de 2 a 5 m de altura, con tronco derecho y corteza moreno-rosada, hendida.

Las ramas inferiores se conservan durante mucho tiempo y su ramificación se realiza en un solo plano a diferencia de los cipreses.

De copa amplia, compacta, globosa a ovoide y follaje verde claro a verde amarillento.

Hojas escamiformes, pequeñas, opuestas.

Origen: Sudoeste del Canadá y EE.UU., donde forma extensos bosques.

Es poco exigente en cuanto a la calidad de los suelos; soporta los compactos.

Es una planta rústica que soporta las bajas temperaturas y puede vivir a la sombra de otros árboles corpulentos sin perder las ramas inferiores.

Puede someterse a podas intensas.

Se planta a 0,50 m entre plantas para formar un cerco tupido, pero es mejor dejar 1 metro entre plantas y más bien reponer luego las plantas que se han perdido.

En lugar de álamo plateado podría plantarse acacia Australiana u olmo Siberiano.

. ACACIA AUSTRALIANA (*Acacia melanoxylon*).

Pertenece a la familia de las Leguminosas.

Sinónimos vulgares: acacia aramo, aramo negro, aramo salvaje.

Es un árbol de 8 a 12 m de altura, con tronco derecho y copa globosa-cónica. Originario de Australia.

No es atacado por las hormigas ni bichos de cesto, y es respetado por el fuego, siendo muy indicado para la formación de cortinas corta-vientos y contra incendios.

Es de crecimiento relativamente lento.

Resiste heladas de -6°C sin sufrir graves daños.

Prefiere suelos sueltos y arenosos, pero aún en los compactos prospera bien, no así en los muy secos.

Es capaz de vivir y crecer bajo la sombra de otros árboles.

Soporta fuertes vientos y sequías y es un buen mejorador de suelos.

Se aconseja plantar a 3,00 m entre plantas como mínimo. Emplear plantas de 1,20 m con tutor.

. OLMO SIBERIANO (*Ulmus pumila*).

Sinónimo vulgar: Olmo de Turquestán.

Pertenece a la familia de las Ulmáceas.

Es un árbol que alcanza los 8 a 12 m de altura, presentando una copa ancha subglobosa y con tronco derecho; su corteza es rugosa, estriada longitudinalmente, color pardo oscuro.

Presenta hojas pequeñas, color verde oscuro, caducas (pero no las llega a perder totalmente en otoño), simplemente aserradas, agudas, con cortos pecíolos.

Crece espontáneamente en el Tibet, Siberia y China.

Se adapta a diferentes clases de suelos: compactos, arenosos, ácidos o alcalinos. Arraiga fácilmente, por lo cual es utilizado para fijación de médanos.

Soporta fríos intensos y heladas, y resiste fuertes vientos y sequedad.

En la zona semiárida de La Pampa y provincias vecinas se utiliza para montes de reparo del ganado y para cortinas rompevientos y/o producción de madera, ya que rebrota bien de cepa.

Son, en definitiva, árboles muy rústicos, ideales para la zona, ya que además de las propiedades señaladas, no pierden hojas ni ramas del sector oeste (vientos dominantes). En Comodoro Rivadavia se han observado ejemplares de algunos metros de altura en plantaciones efectuadas a 3,50 m x 3,50 m.

Puede multiplicarse por estacas cuando se dispone de agua en abundancia, como en este caso (Estacas de 0,70 m - 0,80 m).

Se aconseja plantar a 4 x 4 m ó 5 x 5 m.

NOTA: A pesar de las buenas cualidades de estas dos últimas especies, seleccionamos el álamo plateado por su mayor porte y dispersión por sus raíces, lo cual facilita la renovación de las plantas y formación de monte denso.

. *CIPRES ARIZONICA*: Podrá utilizarse en lugar del ciprés lambertiana y del ciprés piramidal. Ya se han indicado sus características más sobresalientes.

. *EUCALIPTUS ROSTRATA*: En lugar de casuarina; se han indicado sus características entre las especies seleccionadas.

5 - CANTIDAD DE PLANTAS DE CADA ESPECIE.

El terreno ondulado de la zona determina que la distribución de las plantas se realice en forma irregular, según lo permita la topografía, es decir que las plantas no estarán alineadas, salvo en las barreras de protección en que será necesario plantar en línea, nivelando previamente el terreno; por este motivo, la cantidad de plantas calculada es aproximada. Los cálculos se efectuaron suponiendo que se respetarán las distancias mínimas indicadas en el momento de plantar.

Se indican a continuación las cantidades de plantas de cada especie, agrupadas por sectores, y finalmente la totalidad de plantas de cada especie:

SECTOR "A"

- TAMARISCO (<i>Tamarix spp.</i>)	3.200 plantas
- ALAMO CRIOLLO (<i>Populus nigra</i>)	1.440 "
- CIPRES PIRAMIDAL (<i>Cupressus sempervirens</i>)	1.440 "
- CRATAEGUS (<i>Crataegus pyracantha</i>)	960 "

SECTOR "C"

- TAMARISCO (<i>Tamarix spp.</i>)	3.530 plantas
- ALAMO CRIOLLO (<i>Populus nigra</i>)	1.590 "
- PINO PONDEROSA (<i>Pinus jeffreyi</i>)	1.115 "

SECTOR "E"

- TAMARISCO (<i>Tamarix</i> spp.)	2.000	"
- ALAMO CRIOLLO (<i>Populus nigra</i>)	900	"
- CIPRES ARIZONICA (<i>Cupressus arizónica</i>)	1.000	"
- LIGUSTRINA (<i>Ligustrum sinense</i>)	750	"

SECTOR "G"

- PINO PONDEROSA (<i>Pinus jeffreyi</i>)	970	"
--	-----	---

SECTOR "H"

- CASUARINA (<i>Casuarina cunninghamiana</i>)	625	"
---	-----	---

SECTOR "I"

- PINO PONDEROSA (<i>Pinus jeffreyi</i>)	2.900	"
--	-------	---

TOTAL DE PLANTAS DE CADA ESPECIE

- TAMARISCO	8.730 plantas	
- ALAMO CRIOLLO	3.930	"
- CIPRES PIRAMIDAL	1.440	"
- CRATAEGUS	960	"
- PINO PONDEROSA	4.985	"
- CASUARINA	625	"
- CIPRES ARIZONICA	1.000	"
- LIGUSTRINA	750	"

6 - RECOMENDACIONES PARA LA PLANTACION.

- . Antes de comenzar con la plantación deberá contarse con la fuente de agua, es decir, producción continua de líquidos cloacales tratados en buenas condiciones y terminado y probado el sistema de distribución: cisternas, cañerías, válvulas, mangueras y surcos.

Con la suficiente antelación, deberán cavarse los hoyos donde irán las plantas para no demorar tiempo durante la plantación.

- . Es aconsejable plantar en horas de menor insolación, por la mañana o por la tarde y mejor aún en días nublados. Se evitarán los días muy ventosos.

- . Para adquirir las plantas, deben rechazarse las que presenten las siguientes características:

- Plantas muy grandes o muy pequeñas.
- Poca uniformidad de tamaño y vigor entre plantas de una misma especie.
- Plantas que presenten desequilibrio entre follaje y raíces, es decir, con excesivo desarrollo aéreo para un escaso sistema radicular.
- Plantas con poco vigor y con hojas y tallos parasitados.
- Plantas con troncos retorcidos o deformes y ramas quebradas.

- . Las raíces no deben exponerse al sol; si mostraran síntomas de sequedad, deben remojarse en agua durante varias horas, antes de plantar.

- . Para las plantas que vienen con raíz, lo ideal es recibirlas con pan de tierra, pero a veces el costo es muy elevado; cuando se reciben a raíz desnuda, deben examinarse para podar las raíces mutiladas durante el transporte. Antes del transporte es conveniente sumergir las raíces en barro para protegerlas de la desecación y envolverlas con paja u otro elemento.

Los árboles que vienen en recipiente, se retiran del mismo.

Si vienen con las raíces envueltas en paja, conviene dejarla para evitar que al plantar se rompa el pan de tierra, pero debe cortarse con tijeras la parte superior del envoltorio para permitir que llegue el agua de riego a las raíces.

Las dimensiones de los hoyos variarán de acuerdo al sistema radicular de las diferentes plantas, pero deberán ser lo suficientemente holgadas como para que las raíces se encuentren libres sin tener que replegarse.

- . En el caso de encontrar lugares con tierra mala, deberán cavarse hoyos de mayores dimensiones y rellenarse con tierra de buena calidad.

Una vez colocadas las plantas en los hoyos, se va agregando la tierra entre las raíces, subiendo y bajando aquéllas para que pueda rellenar los espacios sin dejar bolsas de aire. Una vez lleno el hoyo, se apisona con el pié ligeramente. En la parte superior se dejará una depresión u hoyo con las dimensiones indicadas para recibir el agua ya sea por surco o por manguera; en el primer caso, los hoyos serán tangenciales a los surcos.

Los pozos para plantas que vienen con raíz, se harán con pala de puntear.

- . Para las estacas, los pozos se harán con pala barreno, en el fondo de los surcos.
- . Los árboles deberán colocarse con tutores (arbustos también); los mismos se ubicarán cerca del centro de los hoyos y clavados en el fondo de los mismos -antes de plantar- unos 40 cm para que queden asegurados en tierra firme. El tutor se debe colocar completamente pegado al tallo que se fijará a aquél por lo menos con dos ataduras; cada ligadura deberá separarse del tallo por una corona de paja o goma, para evitar lesiones ocasionadas por el roce. Además no deberá apretarse demasiado para permitir que el árbol baje respecto al tutor, al acomodarse la tierra por riego. Debe controlarse periódica-mente para que las ataduras no estrangulen los troncos o ramas e impidan su ensanche normal.
- . Al terminar de plantar debe darse un abundante riego para asegurar un contacto perfecto entre raíces y suelo.
- . Debe mantenerse despejado de malezas un círculo de aproximadamente 0,80 m de diámetro y hacer carpidas periódicamente, cuidando de no lesionar las raíces.
- . Es aconsejable replantar apenas descubiertas las deficiencias; ~~no~~ no conviene dejar el replantado para la estación siguiente, ya que las reposiciones quedarían ahogadas o tapadas por las plantas que ya han arraigado bien.

- . Según el Ing. Castro Giovanni, en la zona no se observan en general plagas ni enfermedades; la única plaga es el conejo, el cual ataca los tallos tiernos de los árboles, pero en este caso, por la proximidad a la ciudad, se observan pocos en la zona destinada a forestación.
- . Al igual que para el riego, es muy aconsejable contar con la supervisión de un Ingeniero Agrónomo (con experiencia en la zona) para la plantación inicial, reposición de plantas, fertilización, desmalezado, carpidas, etc.
- . La plantación se hará por etapas, en forma escalonada y por especie, para que el personal afectado al riego vaya tomando experiencia y se obtengan óptimos resultados, ubicando primero la barrera de protección en los sectores que la incluyen. El Ingeniero Agrónomo a cargo determinará la mejor fecha para plantar cada especie. Viveros de Comodoro Rivadavia indicaron que julio es un buen mes tanto para estacas como para plantas con raíz.

NOTA: En Rada Tilly observamos el cordón forestal abandonado, encontrando unos 200 cipreses piramidales menores de 1,00 m de altura y en general en buen estado, a pesar de no regarse desde hace un año y medio.

Sugerimos que podrían utilizarse para la barrera de la planta cloacal; tienen gran rusticidad por las condiciones

que debieron soportar. Aconsejamos extraerlos con un buen pan de tierra para no lesionar sus raíces que deben haberse extendido considerablemente buscando agua.

7 - SUELOS.

- . La acumulación de sales en la zona de las raíces se debe al agua de riego y a las sales ya existentes en el propio suelo.
- . El riego continuo en regiones áridas y semiáridas, añade sales al suelo; éstas se acumulan hasta reducir el crecimiento de las plantas si no se utilizan prácticas de riego que desalojen las sales hasta una zona más abajo de la zona radicular. Suponiendo que con una perfecta técnica de riego, se consigue una eficiencia del 100 % en la aplicación del volumen de agua requerido por un cultivo, es decir, que se logra entregar la cantidad de agua que se consume por evapotranspiración y no hay drenaje (no hay agua que percole en profundidad); luego de algunos años, en esa condiciones, puede salinizarse el suelo en la zona de riego hasta un nivel peligroso. Para evitarlo deberán hacerse análisis periódicos de salinidad del suelo y si ésta aumenta sensiblemente, habrá que regar en exceso para provocar el lavado o lixiviación de las sales a mayor profundidad.

- . Algunas sales solubles tales como el nitrato de potasio, pueden beneficiar a los cultivos; en ciertas condiciones el calcio y el magnesio afectan favorablemente la constitución física del suelo. Sin embargo, concentraciones altas de cloruro de sodio o sulfato de sodio son perjudiciales. Si la concentración de sodio es elevada, la estructura del suelo sufre trastornos y se dispersan los coloides, resultando suelos duros de consistencia parecida al caucho. Se reduce la permeabilidad. Incluso puede observarse en algunos suelos arenosos.
- . A la salinidad de un suelo contribuye el conjunto de todas las sales solubles contenidas en el mismo. Una gran cantidad de sales puede originar una presión osmótica excesiva en la solución del suelo; por otra parte, algunas sales pueden resultar fitotóxicas a esas concentraciones.
- . Según lo conversado con la Ing^a. Irma S. de Sbarbati, indicamos analizar muestras de suelo extraídas de cuatro puntos ubicados en diferentes sectores de la zona a forestar, que consideramos representativos; ellos son: Punto I en el Sector "A", punto II en el Sector "F", punto III en el Sector "B" y punto IV en el Sector "D". En cada punto se extraen dos muestras: a 0,15 m y a 1,00 m de profundidad. De cada muestra se analiza:

- SODIO : en mg/kg de suelo
- CALCIO : " " " "
- MAGNESIO : " " " "
- BORO : " " " "
- SALINIDAD: en p.p.m. (mg de sales por kg de suelo
o expresado en conductividad a 25°C
del extracto de suelo en Miliohmios).

NOTA: La ubicación de los puntos de muestreo puede observarse en el plano general.

Se indican los límites aceptables:

- Salinidad: 100 a 1.000 p.p.m. (0,1 a 1 Miliohmios) es un nivel aceptable para la mayoría de los cultivos. Mayor de 1.500 p.p.m. (mayor de 4 Miliohmios) es un nivel peligroso de salinidad para la mayoría de los cultivos.
- Boro: El contenido en boro soluble en agua en los suelos debe oscilar entre 1 y 2 p.p.m.; contenidos menores pueden originar síntomas de deficiencia, ya que es un oligoelemento necesario para las plantas. Contenido mayor de 2 p.p.m. puede ser fitotóxico para algunos cultivos.
- Sodio - Calcio - Magnesio: Se utilizan en conjunto para determinar el valor RAS (RELACION DE ADSORCION DE SODIO): debe ser menor de 8.

La relación de adsorción de sodio se determina por la siguiente fórmula:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{(\text{Ca} + \text{Mg})}{2}}}$$

donde: Na es el símbolo del sodio, Ca el del calcio y Mg el del magnesio.

NOTA: En algunos sectores bajos del cordón forestal de Comodoro Rivadavia se han observado eflorescencias salinas sobre el suelo por aporte de agua de suelos más elevados bajo riego; ello, en opinión del Sr. Grizinik hizo ascender el nivel de la napa freática con afloramiento de salitre sobre el terreno por capilaridad.

En la Municipalidad de Rada Tilly se ha manifestado la preocupación de que ello suceda en la ciudad luego de algunos años de riego de las barreras forestales; en este caso no ocurrirá lo mismo, ya que el líquido que ahora presiona sobre la napa freática a través de los pozos negros no lo hará más al bombearse a la planta cloacal y disponerse sobre el terreno para riego. La idea es regar la masa forestal con la cantidad justa de agua que necesitan las plantas, es decir, con el agua evapotranspirada. Una mínima cantidad podrá drenar a la napa sólo cuando sea necesario efectuar lavado de sales con riego más intenso.

. Se indican a continuación los resultados de análisis de suelos:

ANALISIS DE SUELOS

Se e.
e.p.o

MUESTRA SUELO	PROFUNDIDAD m	SALINIDAD Ce milimohos/cm	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH	SAR	Boro mg/l
(I)	0,15	0,11 <i>aceptable</i>	90	4,2 <i>a</i>	3,4	8,2	46,2	
SECTOR "A"	1,00	21,0 <i>Pelig.</i>	300	16,6 <i>≠ a</i>	13,2	7,4	77,7	
(II)	0,15	0,01 <i>a</i>	4,5	0,5	0,7	7,2	5,8	
SECTOR "F"	1,00	32,4 <i>≠ a</i>	200	16,7	13,5	6,8	51,5	
(III)	0,15	65,4 <i>≠ a</i>	640	16,2	39,6	7,4	121,2	
SECTOR "B"	1,00	19,39 <i>≠ a</i>	400	13,1	31,0	7,3	85,2	
(IV)	0,15	38,1 <i>≠ a</i>	240	14,8	20,2	7,9	57,4	
SECTOR "D"	1,00	25.2 <i>≠ a</i>	230	13,8	10,7	7,9	65,7	

NOTA: Las muestras han sido extraídas por el Lic. Kerfeld.

Y LOS ENAYOS REALIZADOS EN LA UNIVERSIDAD
NEQUE POR EL



OBSERVACIONES DE LOS RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS: CONCLUSIONES.

- . La salinidad sólo se encuentra en valores bajos en los sectores "A" y "F" a 0,15 m de profundidad; en todos los otros casos la salinidad supera ampliamente el valor límite de 4 milimohos, peligroso para la mayoría de los cultivos. Con una salinidad mayor de 16 milimohos/cm sólo viven las plantas muy adaptadas.
- . En cuanto al valor RAS, sólo se encuentra debajo del límite 8 la muestra del Sector "F" a 0,15 m de profundidad.
- . Los resultados de boro aún no se han recibido, pero los parámetros anteriores son suficientes para eliminar los sectores "B", "D" y "F" para forestación. En los terrenos bajos se produce acumulación de sales por escurrimiento y drenaje desde los cerros y elevaciones circundantes, por precipitaciones, a lo largo del tiempo.
- . En los sectores que se han seleccionado para forestar: "C", "E", "G", "H" e "I", no se cuenta con análisis de suelos, pero se supone que en ellos no habrá inconvenientes debido a su altitud; en cercanías de estos tres últimos se observaron plantaciones con buen crecimiento.
- . En el Sector "A" se intentará implantar una barrera con plantas resistentes ensayadas previamente de la manera indicada al describir este sector.

- . El Sector Hipódromo estará a cargo de la Municipalidad como se ha indicado. Sugerimos utilizar cualquiera de las especies recomendadas en este proyecto.
- . En el sector que ya se encuentra en forestación (bifurcación del camino de entrada a Rada Tilly) se ha previsto regar las plantas existentes con manguera desde bocas para riego convenientemente distribuidas. Este sector podrá ampliarse, agregando más plantas hasta cubrir una superficie de 2 hectáreas.

BIBLIOGRAFIA.

- . M. POIREE y CH. OLLIER - "El regadío". (1970).
- . Ministerio de Agricultura y Ganadería - Instituto de Suelos y Agrotecnica - "Conservación del suelo y del agua" (1957).
- . Servicio de conservación de suelos - Depto. de Agricultura de los Estados Unidos - "Relación entre suelo - planta - agua".
- . BERNARD S. MEYER - DONALD B. ANDERSEN - RICHARD H. BÖHNING - "Introducción a la fisiología vegetal", Eudeba (1966).
- . E. PRIMO YÚFERA y J.M. CARRASCO DORRIEN - "Química agrícola: suelos y fertilizantes" (1973).
- . STRASBURGER - "Tratado de Botánica" (1960).
- . DOMINGO COZZO - "Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina" (1976).
- . Celulosa Argentina - "El Libro del Arbol", Tomo III (1977).
- . Ing. Agrónomo RUBÉN H. MOLFINO - "Edafología" (Publicación de la Cátedra de Edafología - Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Agronomía (1967)).
- . R. CONDO - M. GONZALEZ - R. BARRES - "Aprender a Regar" - Publicación del I.D.E.V.I., Departamento Provincial de Aguas y Consejo Provincial de Educación de Río Negro. (1972).
- . Información de Campo:
 - Cordon Forestal de Comodoro Rivadavia: Sr. PUJONA - Sr. CIOLFI.
 - Secretaría de Servicios Públicos de Comodoro Rivadavia: Ing. Agrón. M. MURTAGH.
 - Parque Saavedra de Y.P.F.
 - Ing. Agrón. A. CEPEDA, a cargo de forestación en Barrio Astra.

- Ing. Agrón. Castro Giovanni (experto en forestación en la zona).
 - Pto. Madryn: riego de álamo con líquido cloacal tratado.
 - Vivéros de la zona: El Jardín - Vivero Agrícola 9 de Julio - Consultora Forestal.
 - Relevamiento de especies arbóreas y arbustivas en Rada Tilly y Barrios Mosconi, Saavedra, Laprida, Sarmiento, Güemes, Castelli, Rodríguez Peña, Ortiz, Don Bosco, Restinga Alí, Diadema, Caleta Córdova y Astra.
-

PRESUPUESTO

(A PRECIOS DE ENERO DE 1992)

I - INSTALACION DE RIEGO

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE PARCIAL
1 Excavación en cualquier clase de terreno, incluso relleno, compactación, transporte de tierra sobrante a los sitios indicados por la Dirección de Obra, depresión de napas, tablestacados, enmaderamientos y demás eventualidades, en zanjas para tendido de cañerías	m ³	3.300	10,34	34.122 ✓
2 Excavación en cualquier clase de terreno, incluso nivelación y acopio del material para ser utilizado en el terraplén perimetral de las Cisternas de Riego, así como desparramo del material sobrante	m ³	200	10,34	2.068 ✓
3 Terraplén compactado a mano en perímetro de Cisternas	m ³	50	11,55	577,50 ✓
4 Excavación y conformado de surcos para riego, según Planos	m ³	1.020	10,34	10.546,80 ✓

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
				UNITARIO	PARCIAL
5	Hormigón pobre de asiento en bases de Bocas de Riego, de 0,07 m de espesor, con cemento ARS	m ³	1,10	22,31	24,54 ✓
6	Hormigón simple en macizo de anclaje de Bocas de Riego	m ³	5	125,9	629,50 ✓
7	Hormigón reforzado para Cámaras y Cisternas, de 0,10 m de espesor	m ³	16	250	4.000 ✓
8	Mampostería de ladrillos, de 0,15 m de espesor, en cámaras de la instalación	m ³	30	170	5.100 ✓
9	Revoque impermeable en Cámaras TIPO 1 y TIPO 2	m	350	8,94	3.129 ✓
10	Suelo-cemento en protección descargas Cámaras TIPO 1 y TIPO 2	m ³	25	3,75	93,75 ✓
11	Tapa de hierro fundido, de 0,40 x 0,40 m tipo O.S.N. para válvula de aire, con marco del mismo material, provisión, acarreo y colocación	N°	1	625	625
12	Tapa de hierro fundido, de 0,40 x 0,60, tipo O.S.N., para Cámara de desagüe, provisión, acarreo y colocación	N°	1	750	750
13	Tapa de chapa estampada, con refuerzos y marco de perfiles, provisión, acarreo y colocación	G1	-	-	1.600
14	Guías para compuertas, de acero inoxidable, según Planos, a instalar en Cámaras TIPO 2, provisión, acarreo y colocación	N°	210	45	9.450

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
			UNITARIO	PARCIAL
15 Compuertas de madera dura con asas y cadena de fijación, a instalar en Cámaras TIPO 2, provisión, acarreo y colocación	N°	105	5	525
16 Placas de asbesto-cemento para los Tanques Australianos (Cisternas 1 y 2), provisión, acarreo y colocación, incluso sellado y todos los trabajos necesarios	Gl	-	-	5.750
Cañería de PVC, Clase 10, provisión, acarreo y colocación, incluso uniones, juntas deslizantes y todos los accesorios necesarios,				
17 de 0,250 m de diámetro	m	195	57,81	11.272,95
18 de 0,200 m " "	m	780	50,02	39.015,60
19 de 0,150 m " "	m	800	27,74	22.192,00
20 de 0,100 m " "	m	390	13,08	5.101,20
21 de 0,075 m " "	m	575	9,39	5.399,25
22 de 0,065 m " "	m	1.465	6,63	9.712,95
23 de 0,050 m " "	m	1.260	5,80	7.308,00
Cañería de hierro fundido bridada, provisión, acarreo y colocación, incluso todos los accesorios necesarios,				
24 de 0,250 m de diámetro	m	3,50	909,20	3.182,20
25 de 0,200 m " "	m	3,50	634,51	2.220,79

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
				UNITARIO	PARCIAL
26	Cañería de hormigón armado de 0,600 m de diámetro, a utilizar como vertedero de desborde en Cisternas, provisión, acarreo y colocación	m	2	150	300
27	Cañería de hierro galvanizado roscada, de 0,025 m de diámetro, a instalar en Bocas de Riego, provisión, acarreo y colocación	m	138	6,50	897
28	Cañería de polietileno de alta densidad, de 0,025 m de diámetro, incluso abrazadera para conexión con red	Gl	-	-	3.836,40
	Válvulas a diafragma, de hierro fundido, con membrana de caucho sintético, provisión, acarreo y colocación,				
29	de 0,250 m de diámetro	N°	2	2.341,30	4.682,60
30	de 0,200 m " "	N°	2	1.330,10	2.660,20
31	de 0,065 m " "	N°	2	267,10	534,20
32	de 0,025 m " "	N°	138	64,30	8.873,40
	Válvulas esclusas de hierro fundido, aptas para trabajar a una presión de 10 kg cm ⁻² , provisión, acarreo y colocación,				
33	de 0,200 m de diámetro	N°	2	647,48	1.294,96
34	de 0,150 m " "	N°	1	347,12	347,12
35	de 0,100 m " "	N°	1	203,06	203,06
36	de 0,065 m " "	N°	3	130,89	392,67
37	de 0,050 m " "	N°	3	72,83	218,49

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
			UNITARIO	PARCIAL
38 Válvulas reguladoras de nivel, del tipo esclusa, accionadas por palanca a flotante, de hierro fundido, de 0,200 m de diámetro, provisión, acarreo y colocación	N°	2	1.850	3.700
39 Válvulas de aire, tipo O.S.N., de hierro fundido, de 0,050 m de diámetro, provisión, acarreo y colocación, con todos los accesorios	N°	1	1.575	1.575
40 Alambrado tipo olímpico, incluso portón de acceso, en CISTERNAS 1 y 2	m	240	19,50	4.680
SUB-TOTAL				\$ 218.591,13

II - FORESTACION

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
				UNITARIO	PARCIAL
41	Alamo Criollo, estacas de 0,75 a 1,00 m de altura (en paquetes de 50 estacas)	Paquetes	79	6	474
42	Tamarisco, estacas de 0,50 a 0,60 m de altura (en paquetes de 50 estacas)	Paquetes	175	5	875
43	Ciprés Piramidal, plantas de 0,80 m de altura	N°	1.440	1,70	2.448
44	Crataegus, plantas de 0,60 m de altura	N°	960	4	3.840
45	Ciprés Arizónica, plantas de 0,80 a 1,00 m de altura (obtenida de semilla)	N°	1.000	1,50	1.500
46	Pino Ponderosa, plantas de 1,00 m de altura	N°	4.985	1,10	5.483,50
47	Casuarina, plantas de 1,50 m de altura (en latas de 4 litros)	N°	625	2,90	1.812,50
48	Ligustrina, plantas de 0,50 m a 0,60 m de altura	N°	750	3,50	2.625
49	Tutores de madera dura, de 1 1/2" x 1 1/2" x 1,80 m	N°	22.450	1,00	22.450

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
			UNITARIO	PARCIAL
50 Horas-hombre para emparejado del terreno en barreras de protección	N°	7.625	2,528	19.276
51 Horas-hombre para plantaciones, incluyendo colocación de tutores y sujeción de la planta	N°	3.750	2,766	10.372,50
SUB-TOTAL				\$ 71.429,50

TOTAL RIEGO Y FORESTACION = \$ 290.020,63

A N E X O



DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE RIEGO.

De las superficies de los sectores aptos para ser regados y de las dotaciones requeridas según cálculos surgieron los siguientes caudales horarios a disponer por las diferentes conducciones de distribución:

PARCELA	SECTOR	SUPERFICIE (Ha)	CAUDAL HORARIO (m ³ /h)	RIEGO DESDE CISTERNA
I	A	1,40	16,8	I
	C	3,30	39,6	I
	E	1,35	16,2	I
	G	2,40	28,8	II
	H	0,60	7,2	II
II	I	7,10	85,2	II
	EN FORES- TACION	2,00	24,0	II
HIPODROMO	-	16,00	112,00	I

Los riegos se distribuirán a partir de las CISTERNAS I y II, cuyos fondos se emplazan a cota 54,00 y 66,50 respectivamente.

Por la forma en que se han distribuido los riegos, los caudales horarios durante las 12 horas de aplicación son del orden de los 110 m³/h y el volumen diario a disponer de unos 1.320 m³. Ello se cubre perfectamente con los 1.737 m³/d de volumen medio teórico estimados para el año 2006.

El volumen mínimo teórico de 868,5 m³/d, para el mismo año, corresponde a los meses de invierno en que se reduce la población temporaria, pero que coincide simultáneamente con la época de nulo requerimiento por parte de la mayoría de las especies previstas. Para el año 2021 los volúmenes descargados serán netamente sobrantes.

Con respecto al riego del Hipódromo, que se superpone con el de las dos Parcelas en que se ha distribuido el área, debe consignarse que durante el período estival de descarga máxima podrá cubrirse perfectamente la previsión de 112 m³/h durante 12 horas, cinco días a la semana, pero probablemente deberá restringirse algo en el período de transición de volúmenes medios. De cualquier modo siempre será posible regar dicho sector por la noche una vez completado el riego de las restantes áreas.

La red de distribución fue diseñada en base a los caudales máximos requeridos por cada sector.

Las Cisternas serán Tanques Australianos de 205 m³ cada uno - máximo tamaño comercial fabricado- lo que asegurará un período de almacenaje de prácticamente 2 horas para cada línea de riego.

Se efectúa a continuación el dimensionamiento de cada uno de los tramos en que se ha dividido la red.

* RIEGO DESDE CISTERNA I.

El ramal que establece la piezométrica crítica es el A B D, ya que poco antes de (D), donde se indica la Válvula de Aire (V.A.) la cañería alcanza una cota de + 41,50 la que deberá ser superada por dicha piezométrica con cierto margen = 5,00.

La pendiente de la piezométrica resulta entonces:

$$i = \frac{54,00 - (41,50 + 3,00)}{700} = 0,0107$$

. TRAMO A B.

Del cuadro anterior obtenemos los caudales pasantes por el tramo en coincidencia con el riego de los sectores C, E y el Hipódromo:

$$Q_{AB} = 39,6 + 16,2 + 112 = 167,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para $i = 0,0107$ correspondería una cañería de 0,200 m de diámetro.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN (B)} = 54 - 460 \times 0,012 = 48,48 \text{ m}$$

. TRAMO B D.

El caudal es ahora:

$$Q_{BD} = 16,2 + 112 \text{ m}^3/\text{h} = 128,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

El diámetro comercial que genera una pérdida de carga inferior al 0,0107 es también de $D^\circ 0,200 \text{ m}$: 0,0065.

$$\begin{aligned} \text{COTA PIEZOMETRICA en (D)} &= \\ &= 48,48 - 270 \times 0,0065 = 46,70 > 44,50 \text{ m} \end{aligned}$$

. TRAMO D F.

Asegurando una presión mínima de $1,25 \text{ kg cm}^{-2}$ sobre el punto más alto del Hipódromo la piezométrica en F debería estar por sobre la cota:

$$14,2 + 12,50 = 26,70 \text{ m}$$

La pendiente de la piezométrica deberá ser entonces no mayor de:

$$\frac{46,70 - 26,70}{510} = 0,039$$

Para el caudal de $112 \text{ m}^3/\text{h}$ adoptamos entonces un diámetro comercial de 150 mm, con una pérdida de carga del 2,2 %:

COTA PIEZOMETRICA EN (F) =

$$46,70 - 510 \times 0,022 = 35,48 > 26,70 \text{ m}$$

. TRAMO B C.

Para obtener en (C) una piezométrica a 10 m de columna de agua sobre el terreno natural, -cota + 30,00- la pendiente resultante de la misma debería ser no inferior a:

$$\frac{48,48 - 30,00}{290} = 0,064$$

Siendo el caudal requerido por el sector del orden de los 20,9 m³/h se adopta un diámetro de 0,065 m, el que determina una pérdida de carga del 5,5 %.

La cota de la piezométrica en (C) será entonces:

COTA PIEZOMETRICA EN (C) =

$$48,48 - 290 \times 0,055 \sim 32,50 > 30,00 \text{ m}$$

Previendo una posible futura extensión de la línea se ha mantenido el diámetro constante en todo el tramo.

. TRAMO D E.

El caudal de aporte es en este caso de 16,2 m³/h. Asumiendo que la piezométrica se encontrare en (E) a 10 m sobre el terreno natural, debería tener cota de aproximadamente + 24,00 m. La pendiente resultaría entonces:

$$i = \frac{46,70 - 24,00}{400} = 0,057$$

Adoptamos un diámetro comercial de 0,065 con una pérdida de carga para ese caudal del 3,4 %.

COTA PIEZOMETRICA EN (E) =

$$46,70 - 400 \times 0,034 = 33,10 > 24,00 \text{ m}$$

Por las mismas razones expuestas anteriormente se mantiene constante el diámetro en todo el tramo.

Los ramales hasta las bocas de riego tendrán un diámetro mínimo de 0,032 m (1 1/4").

. TRAMO A - PLANTA DE TRATAMIENTO.

El caudal a regar es de 16,8 m³/h. Asegurando una piezométrica en el extremo de la cañería a 10 m sobre el punto más alto del área -cota 15,00 + 10,00 = 25,00- la pendiente de la piezométrica debería ser:

$$i = \frac{54,00 - 25,00}{600} = 0,048$$

Adoptamos un diámetro comercial de 0,065, el que determina una pérdida de carga de 0,035, con una

COTA PIEZOMETRICA EN LA PLANTA =

$$54,00 - 600 \times 0,035 = 33,00 > 25,00 \text{ m}$$

* RIEGO DESDE CISTERNA II.

El tramo inicial resulta condicionado por el riego de lo que se ha denominado PARCELA II: sector en forestación y Sector "I", con un caudal total de:

$$Q_C = 85,2 + 24,0 = 109,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para asegurar una cota de piezométrica 10,00 m por sobre el punto más alto del terreno a regar en (H 4) -cota 50,00 + 10,00 = 60,00- la pendiente de dicha línea no debería ser inferior a:

$$\frac{66,50 - 60,00}{1.000} = 0,0065$$

. TRAMO G-H.

Adoptamos un diámetro de 0,250 m con una pérdida de carga, para ese caudal, del 1,6 %.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN (H)} = 66,50 - 160 \times 0,0016 = 666,25 \text{ m}$$

. TRAMO H-H₁.

El caudal es ahora:

$$Q = 85,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Seguimos con el diámetro comercial de 0,200 m y una pérdida de carga que ahora es del 3 o/oo.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN } H_1 = 66,25 - 290 \times 0,003 = 65,38 \text{ m}$$

. TRAMO H_1-H_2 .

El caudal es ahora de unos $64 \text{ m}^3/\text{h}$. Adoptamos un diámetro de $0,150 \text{ m}$ y una pérdida de carga del $7,5 \text{ }^\circ/\text{oo}$.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN } H_2 = 65,38 - 130 \times 0,0075 = 64,40 \text{ m}$$

. TRAMO H_2-H_3 .

En este caso el caudal pasante es de $43 \text{ m}^3/\text{h}$. Seguimos con un diámetro de $0,150 \text{ m}$, el que determina para dicho caudal una pérdida de carga del $3,5 \text{ }^\circ/\text{oo}$.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN } H_3 = 64,40 - 180 \times 0,0035 = 63,77 \text{ m}$$

. TRAMO H_3-H_4 .

El caudal restante es de $22 \text{ m}^3/\text{h}$. Adoptamos un diámetro de $0,100 \text{ m}$, el que determina una pérdida de carga del $7,5 \text{ }^\circ/\text{oo}$.

$$\begin{aligned} \text{COTA PIEZOMETRICA EN } H_4 &= \\ 63,77 - 235 \times 0,0075 &= 62,00 > 60,00 \text{ m} \end{aligned}$$

Las derivaciones a cada sub-sector de riego de I serán:

. TRAMO J - SECTOR EN FORESTACION.

Partiendo de la cota de piezométrica en H = 66,25 m, debemos llegar al sector en riego con un mínimo de 3 m por sobre el terreno: cota $60,00 + 3,00 = 63,00$ m.

Adoptamos para el caudal de $24 \text{ m}^3/\text{h}$ un diámetro de 0,150 hasta el punto J. Con una pérdida de carga del 1,2 ‰ la cota de piezométrica en J será:

$$66,25 - 0,0012 \times 120 = 66,10 \text{ m}$$

De J hasta cruzar el camino de acceso a RADA TILLY adoptamos un diámetro de 0,100 m, con una pérdida de carga del 9 ‰. La cota de piezométrica allí será:

$$66,10 - 0,009 \times 160 = 64,66 \text{ m}$$

El primer tramo siguiente subiendo la pendiente tiene un caudal de $12 \text{ m}^3/\text{h}$. Adoptamos un diámetro de 0,075 m con una pérdida de carga del 1 %. En la siguiente derivación la cota de piezométrica será:

$$64,66 - 30 \times 0,01 = 64,33 \text{ m}$$

Finalmente en el extremo más alto con un caudal de $6 \text{ m}^3/\text{h}$ y un diámetro de 0,065, la cota de la piezométrica será:

$$64,33 - 50 \times 0,02 = 33,33 > 63,00 \text{ m}$$

* TRAMO J K L.

Partiendo de la cota de piezométrica en el Tanque -66,50 m- y con el caudal de riego para el sector H: $7,2 \text{ m}^3/\text{h}$ y los diámetros resultantes del cálculo anterior, se obtienen las siguientes cotas en H y J:

. TRAMO G H.

El diámetro es de 0,250 m y el caudal $7,2 \text{ m}^3/\text{h}$. La pérdida de carga es despreciable.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN H} = 66,50 \text{ m}$$

. TRAMO H J.

El diámetro es de 0,200 m y el caudal $7,2 \text{ m}^3/\text{h}$. La pérdida de carga es despreciable.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN J} = 66,50 \text{ m}$$

La pendiente de la piezométrica entre J y L asumiendo una presión de 10 m en el extremo de la cañería resulta:

$$\frac{66,50 - 25,00}{635} = 0,065$$

. TRAMO J K.

El caudal es $7,2 \text{ m}^3/\text{h}$. Se adopta una sección de 0,065 m, con una pérdida de carga del 8 ‰.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN K} = 66,50 - 130 \times 0,008 = 65,46 \text{ m}$$

. TRAMO K L.

El caudal es $3,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Adoptamos un diámetro mínimo de $0,050 \text{ m}$, con una pérdida de carga del $1,3 \%$.

$$\text{COTA PIEZOMETRICA EN L} = 65,46 - 0,013 \times 500 = 58,96 \text{ m}$$

Estos diámetros fueron "ex-profeso" ligeramente sobre-dimensionados, ya que por su ubicación los sectores en cuestión podrían eventualmente ampliarse en el futuro.

DOMINGO MARTIN CARRIQUE
INGENIERO AGRONOMO

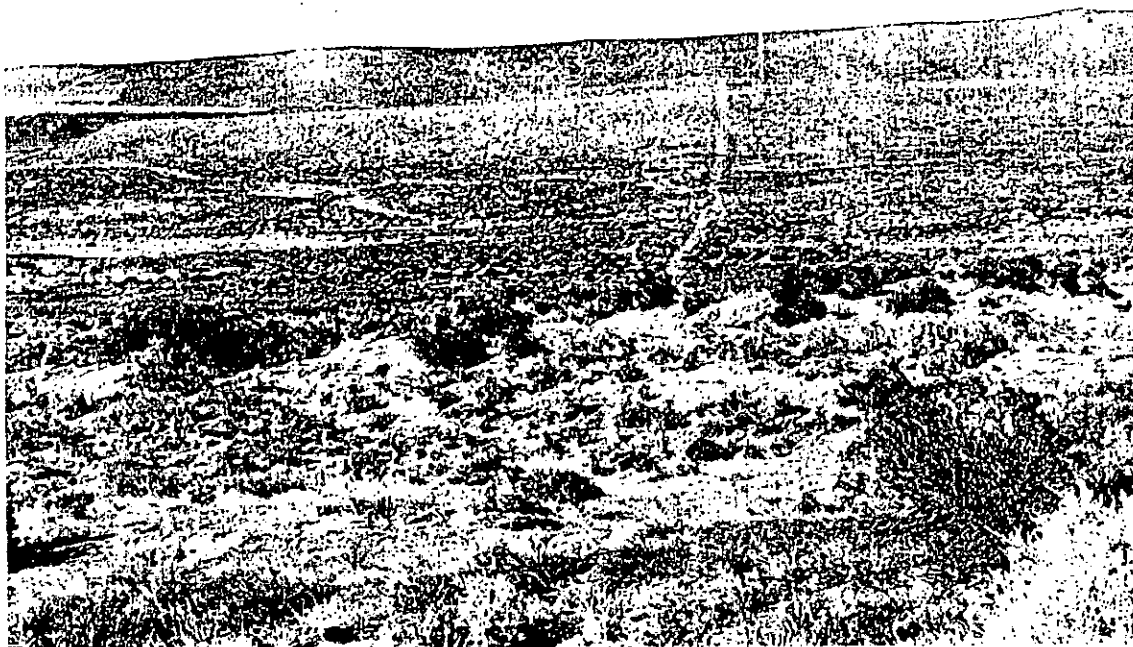


FOTO N° 1

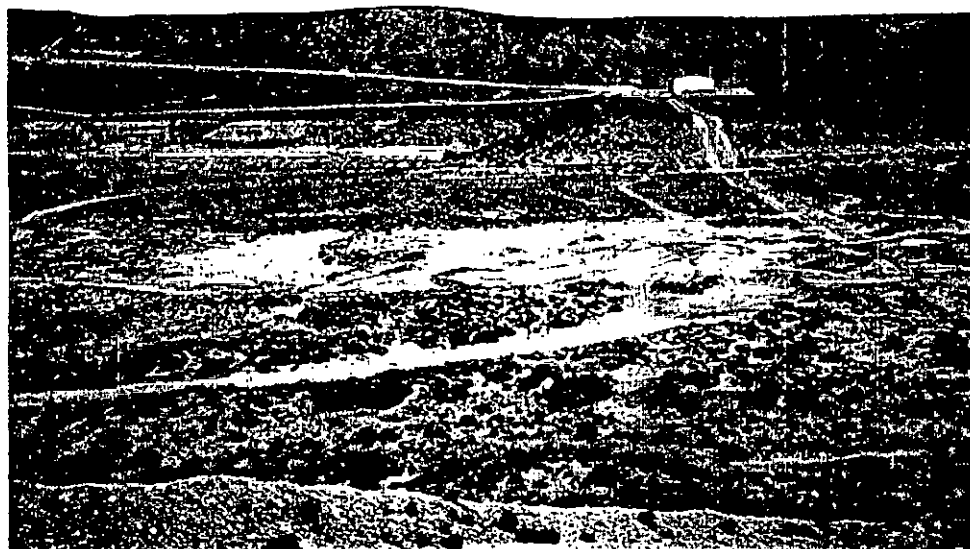


FOTO N° 2

DOMINGO MARTIN CARRIQUE
INGENIERO AGRONOMO



F O T O N° 3



F O T O N° 4

DOMINGO MARTIN CARRIQUE
INGENIERO AGRONOMO

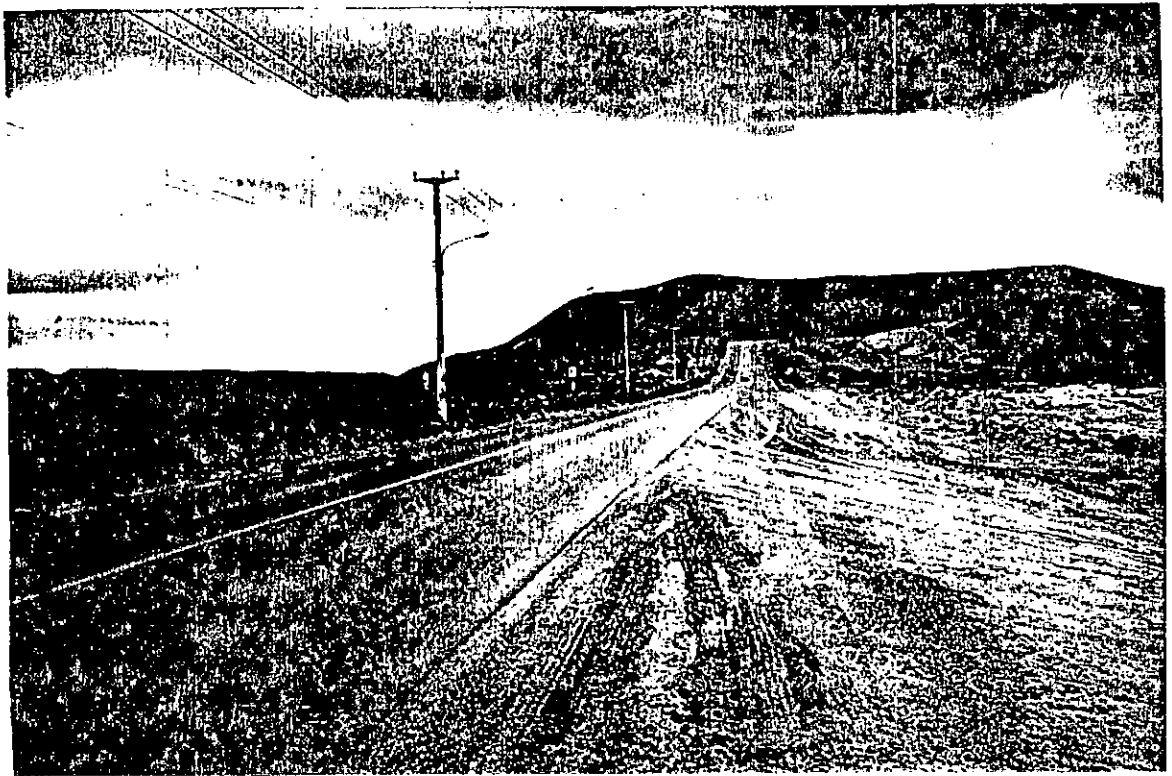


FOTO N° 5

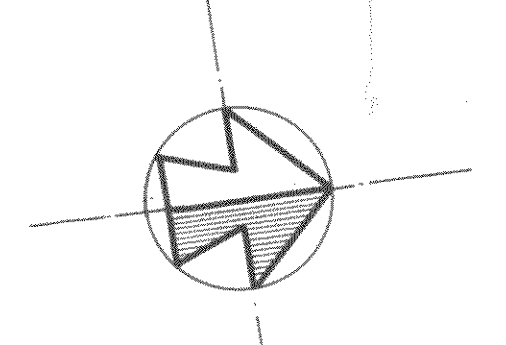


FOTO N° 6

DOMINGO MARTIN CARRIQUE
INGENIERO AGRONOMO



F O T O N ° 7



ESCALA = 1:2000

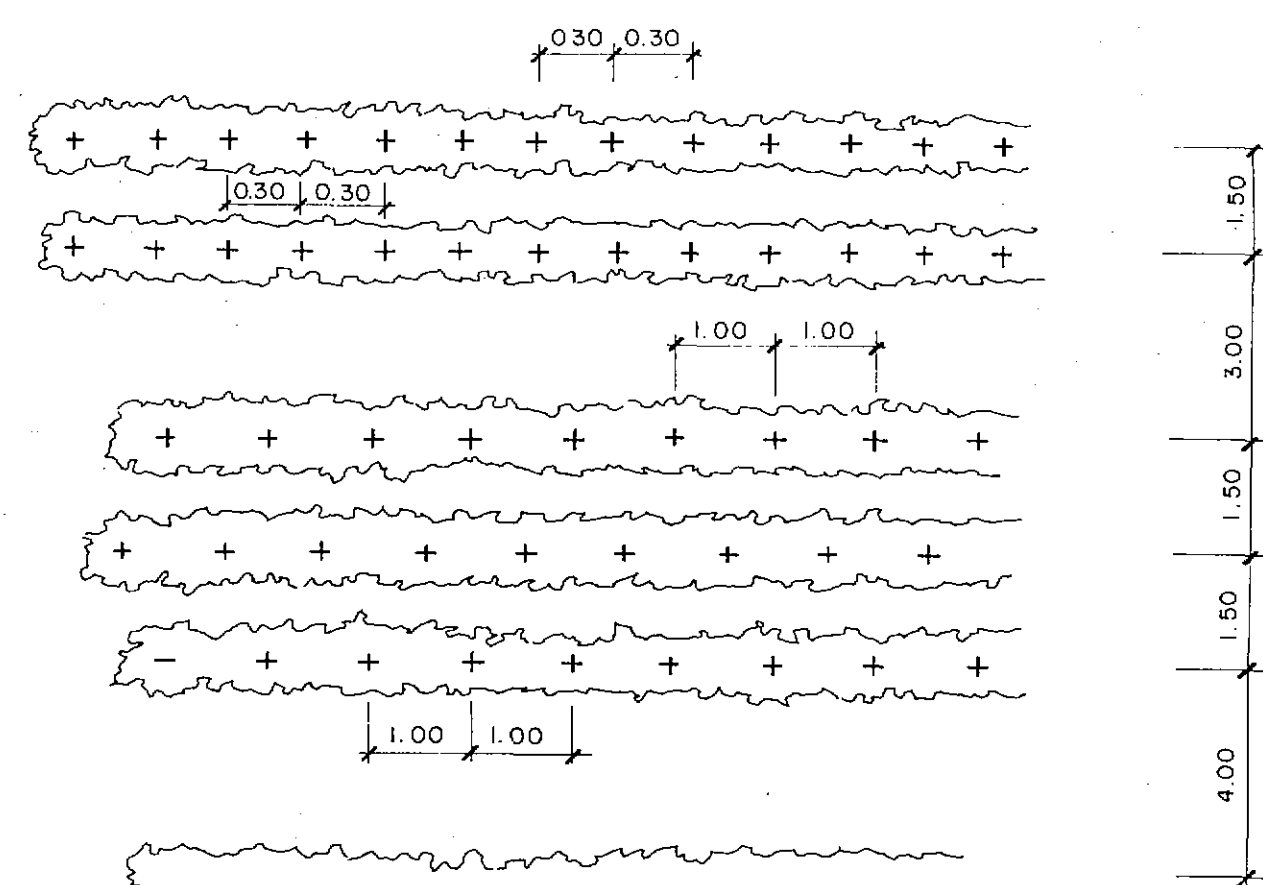
- REFERENCIAS
- BPR BOCA PARA RIEGO
 - LAS FLECHAS INDICAN LA DIRECCION DE LA PENDIENTE EN EL TRAZADO DE LOS SURCOS PARA ELLO DEBERA NIVELARSE EL TERRENO DONDE FUERA NECESARIO
 - ⊕ VALVULA EXCLUSA
 - ⊞ CAMARA DE DESAGUE
 - ⊞ VALVULA DE AIRE
 - C.P.V.C. D' 0.065 C.10 = CÁRTERA DE POLICLORURO DE VINILO CLASE 10
 - ⊞ VALVULA A DIAFRAGMA

PROVINCIA DE CHUBUT		
RADA TILLY		
BARRERA FORESTAL SECTORES		
RED PARA RIEGO		
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES		ESCALAS
DIRECCION DE COOPERACION TECNICA		1:2000
APROBACION		PLANO Nº 1
ING. AGRON. DOMINGO M. CARRIQUE (h.j.)		ENERO 1992

BARRERA DE PROTECCION TIPO (A IMPLEMENTAR EN LOS SECTORES "A", "C" y "E")

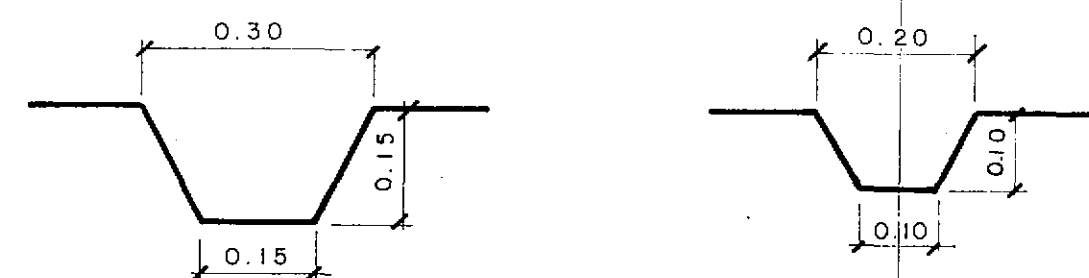
TAMARISCO
(2 FILAS)

ALAMO CRIOLLO
(3 FILAS)



- CIPRES PIRAMIDAL EN SECTOR "A"
- PINO PONDEROSA EN SECTOR "C"
- CIPRES ARIZONICA EN SECTOR "E"

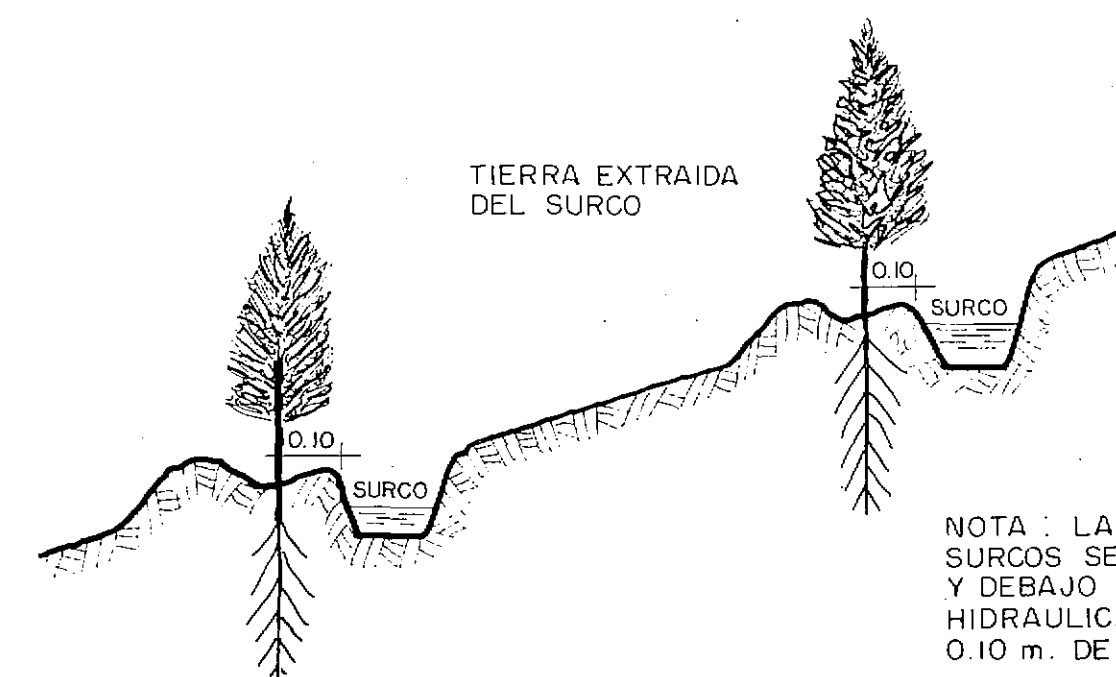
SURCOS (SECCION TRANSVERSAL)



A CONSTRUIR PARA : PINO PONDEROSA,
CASUARINA Y ALAMO CRIOLLO.
LOS DOS PRIMEROS SE PLANTARAN AL
COSTADO DEL SURCO; EL ALAMO CRIOLLO
EN EL FONDO DEL SURCO.

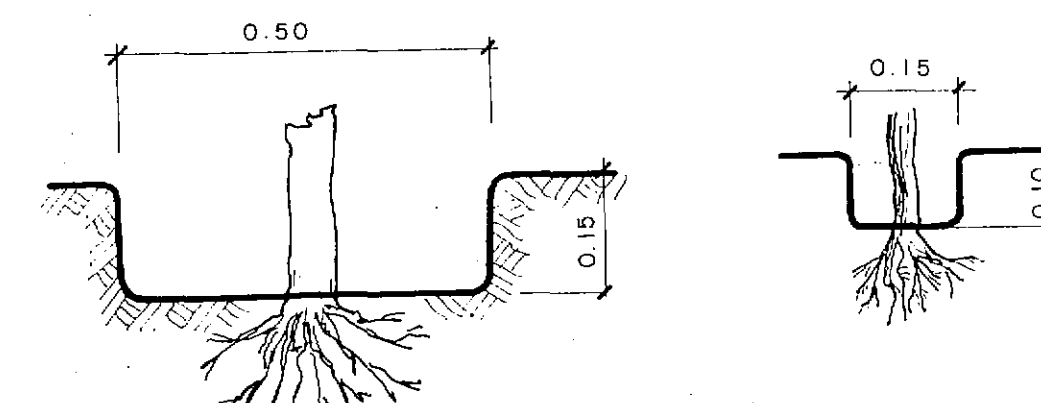
A CONSTRUIR PARA : TAMARISCO
Y CRATAEGUS; AMBOS SE PLAN-
TARAN EN EL FONDO DEL SURCO

ESQUEMA DE PLANTACION (EN PINO PONDEROSA)



NOTA : LA TIERRA EXTRAIDA DE LOS
SURCOS SE DISPONDRA PARALELAMENTE
Y DEBAJO DE ESTOS PARA EVITAR EROSION
HIDRAULICA. LAS PLANTAS SE UBICARAN A
0.10 m. DE LOS SURCOS

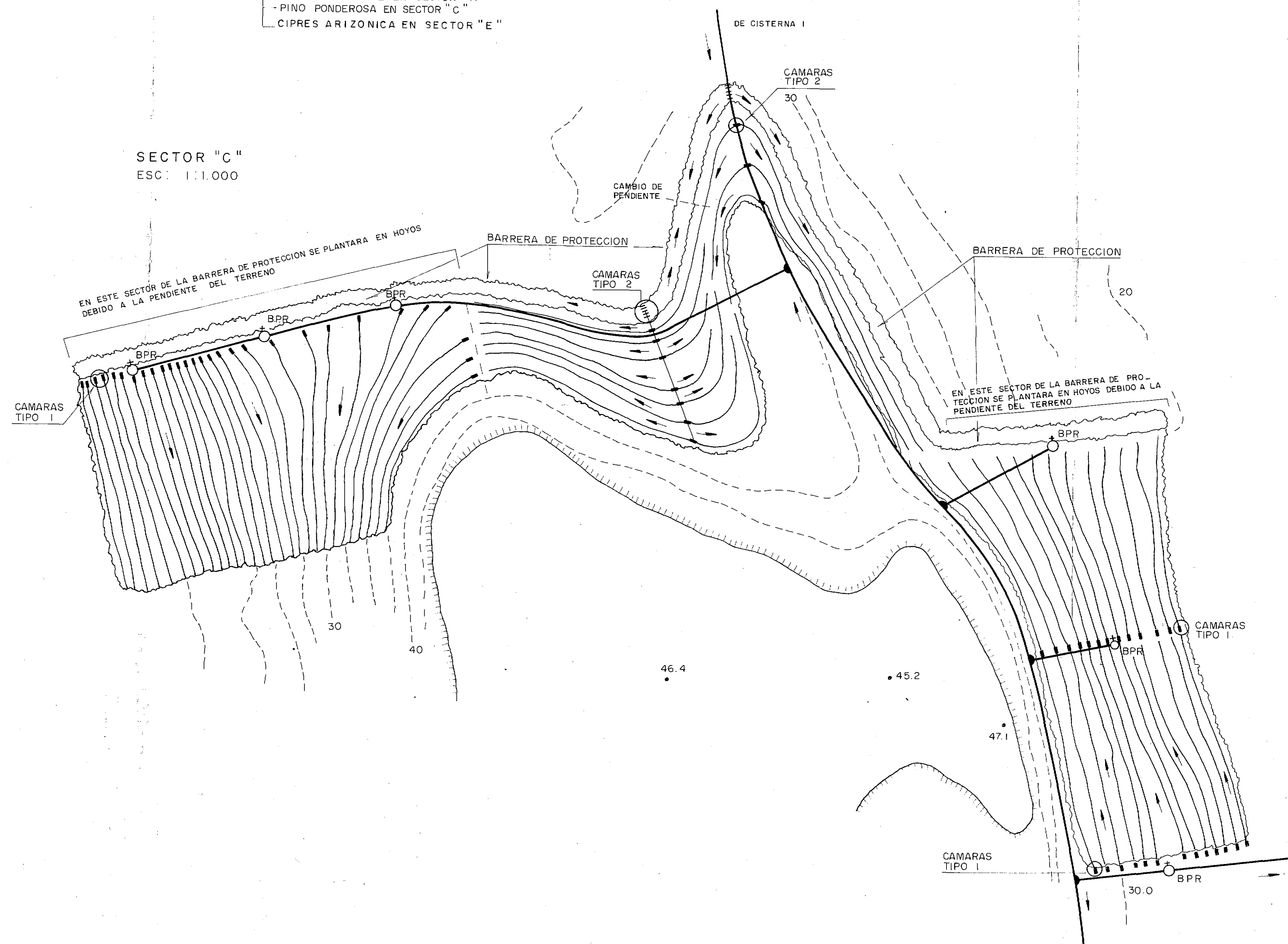
HOYOS (PARA RIEGO INDIVIDUAL DE PLANTAS)



EN CASUARINA, CIPRES PIRAMIDAL
Y DONDE LA PENDIENTE ES BRUSCA
PARA ALAMO CRIOLLO.

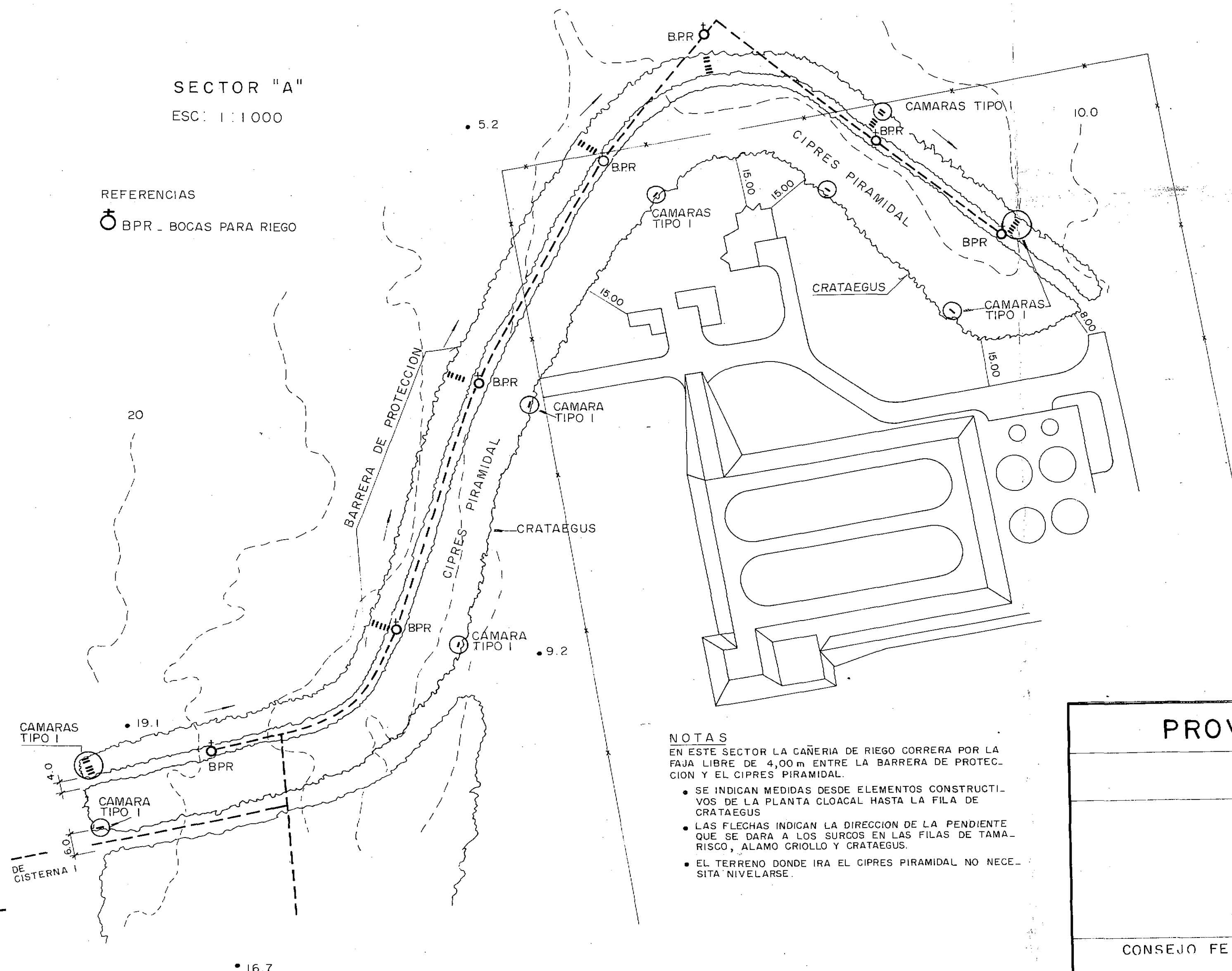
PARA TAMARISCO Y CRATAEGUS
DONDE LA PENDIENTE ES BRUSCA
Y NO PUEDE REGARSE POR SURCO

SECTOR "C" ESC: 1:1.000



SECTOR "A" ESC: 1:1.000

REFERENCIAS
BPR - BOCAS PARA RIEGO



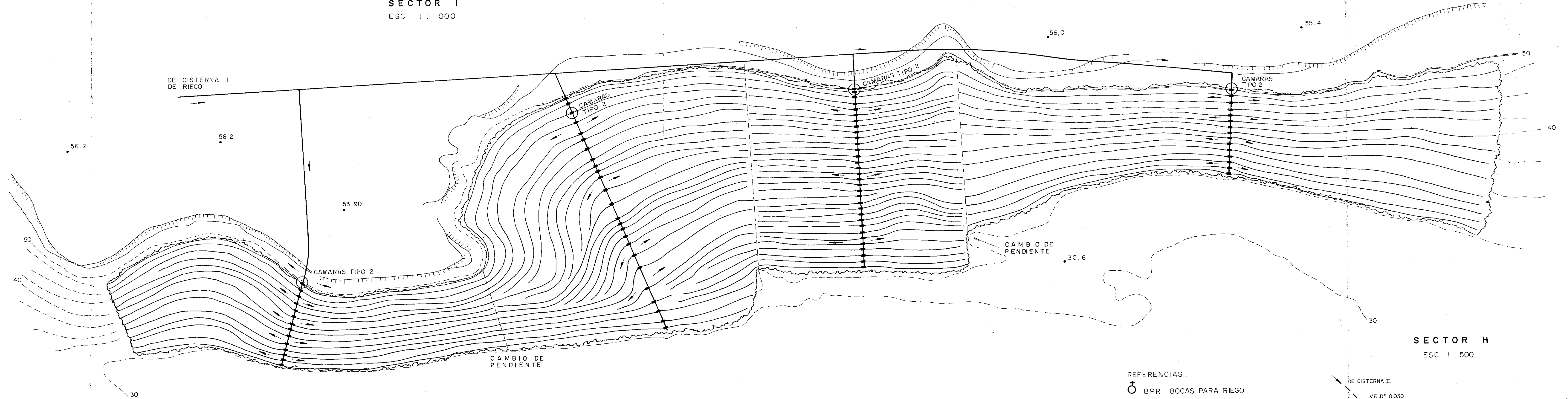
NOTAS
EN ESTE SECTOR LA CAÑERIA DE RIEGO CORRERA POR LA
FAJA LIBRE DE 4,00 m ENTRE LA BARRERA DE PROTECCION
Y EL CIPRES PIRAMIDAL.
SE INDICAN MEDIDAS DESDE ELEMENTOS CONSTRUCTI-
VOS DE LA PLANTA CLOACAL HASTA LA FILA DE
CRATAEGUS
LAS FLECHAS INDICAN LA DIRECCION DE LA PENDIENTE
QUE SE DARA A LOS SURCOS EN LAS FILAS DE TAMA-
RISCO, ALAMO CRIOLLO Y CRATAEGUS
EL TERRENO DONDE IRA EL CIPRES PIRAMIDAL NO NECESITA NIVELARSE

PROVINCIA DE CHUBUT

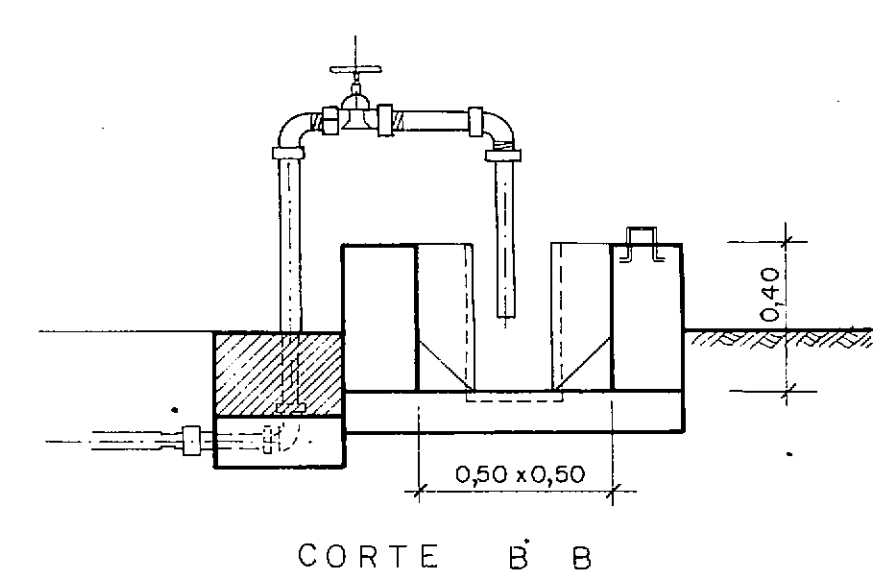
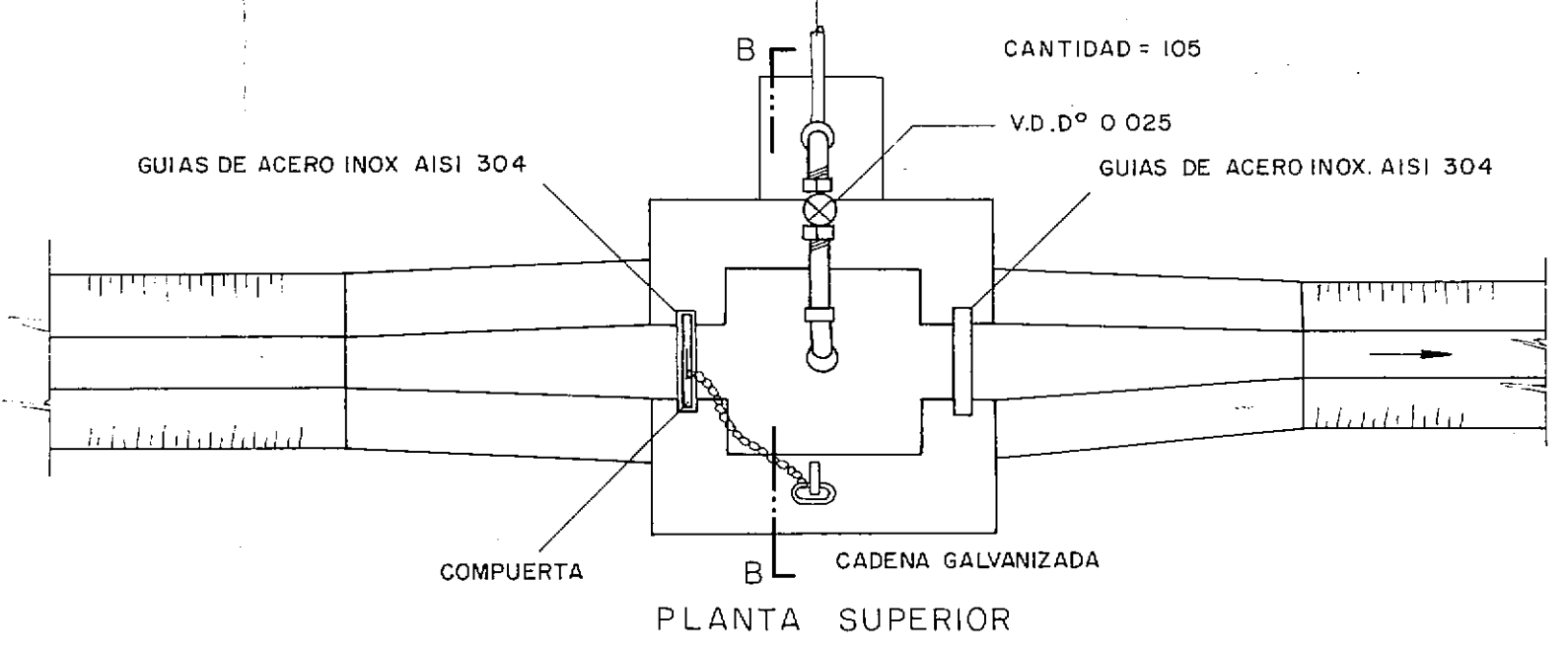
RADA TILLY SECTORES A Y C DETALLES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES	ESCALAS 1:1.000
DIRECCION DE COOPERACION TECNICA	PLANO NO 2
APROBACION	ENERO 1992
ING. AGRON. DOMINGO M. CARRIQUE (IN)	

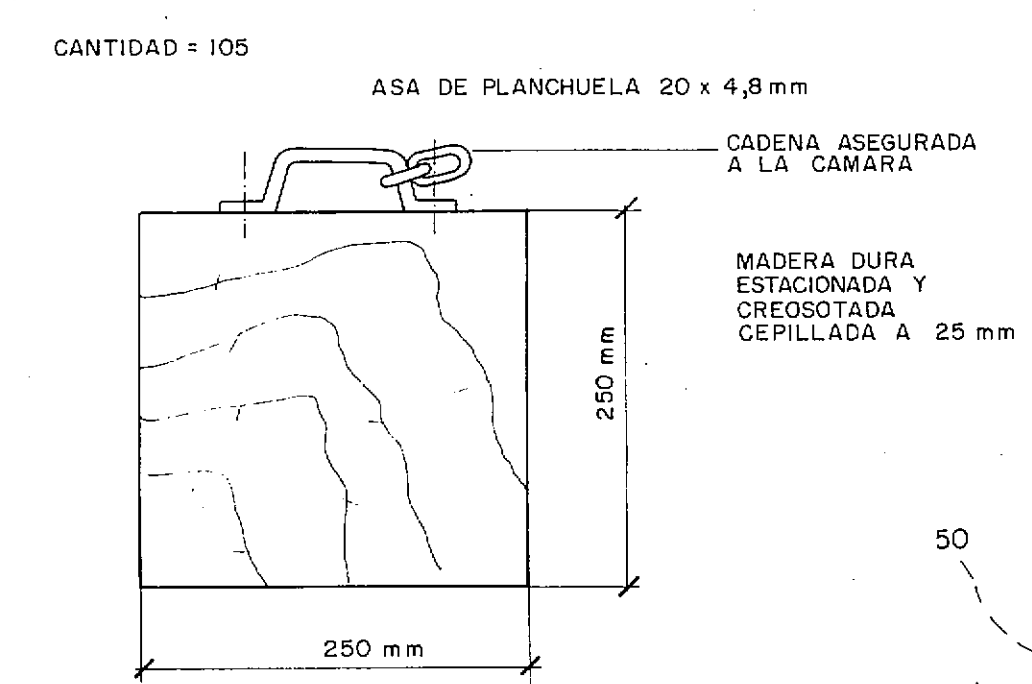
SECTOR I
ESC 1:1000



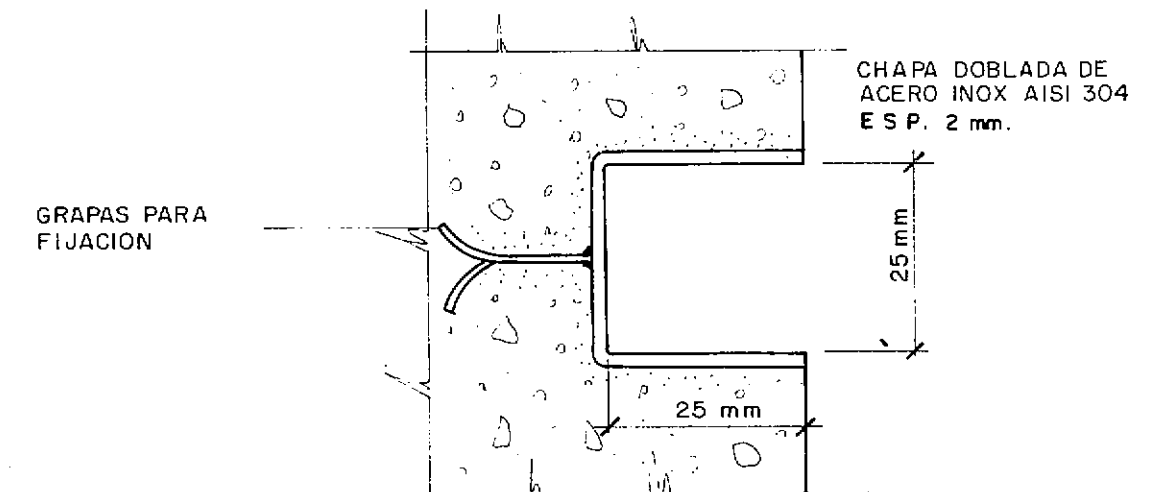
DETALLE CAMARAS TIPO 2
ESC 1:20



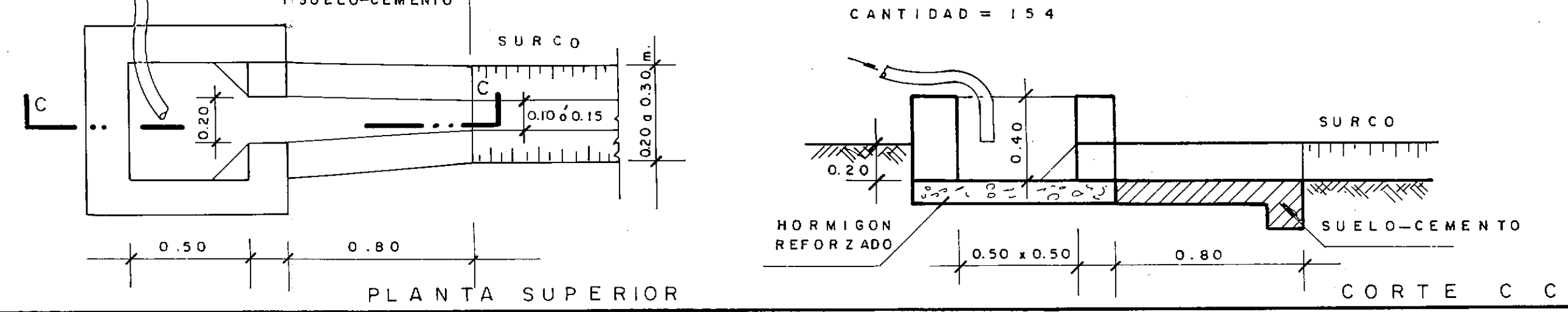
DETALLE COMPUERTAS
ESC 1:5



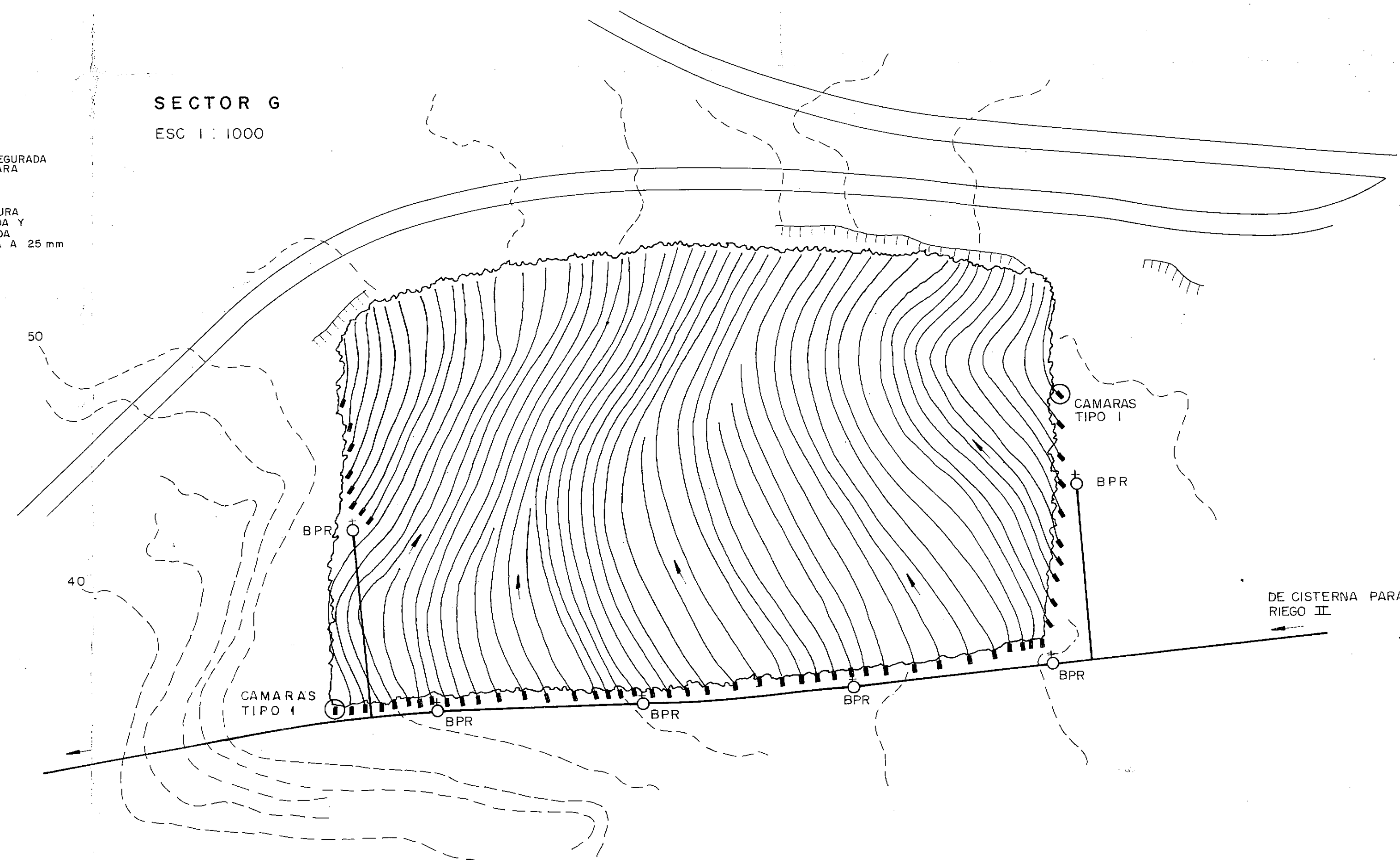
DETALLE GUIA PARA COMPUERTAS
ESC 1:1



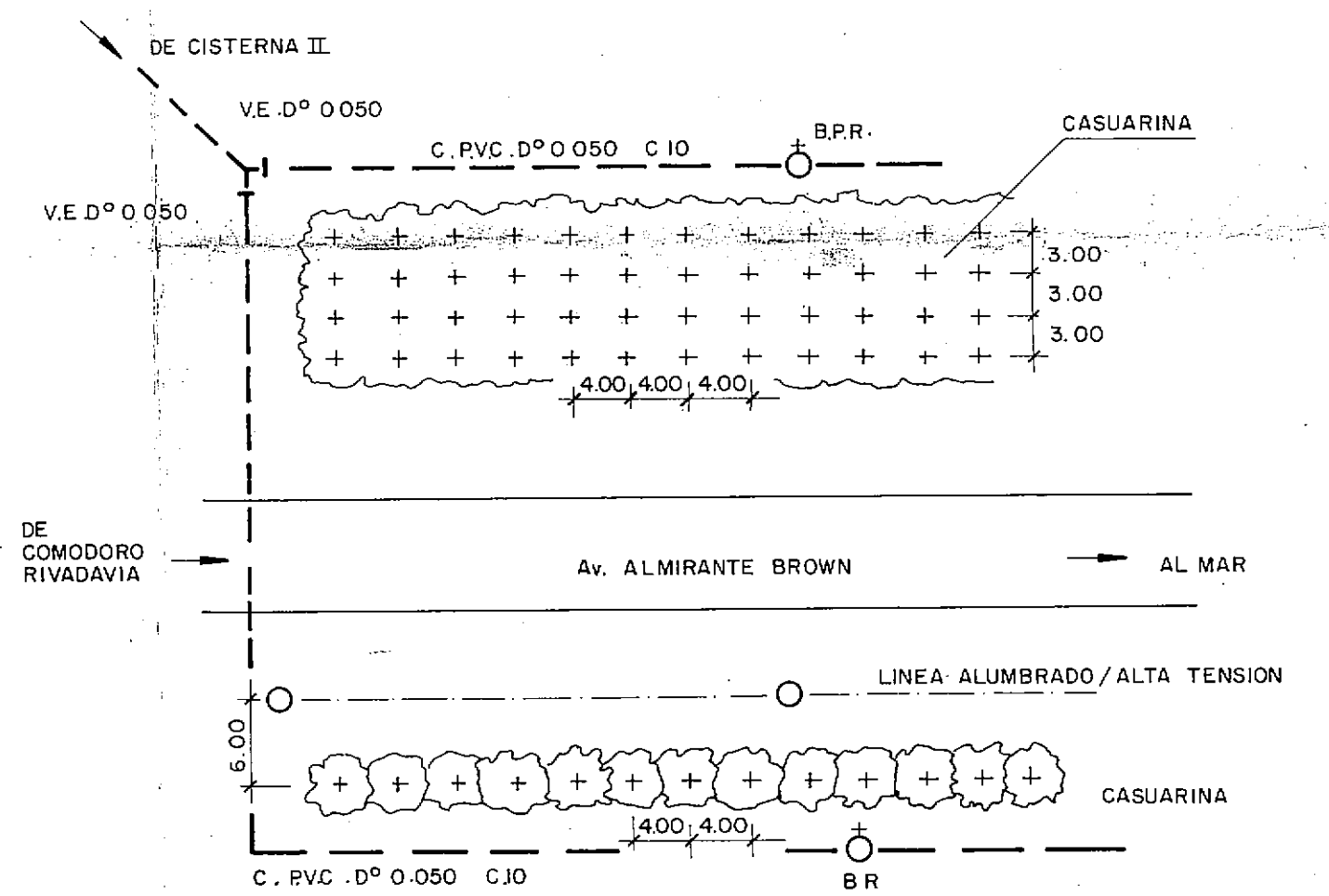
DETALLE CAMARAS TIPO 1
ESC. = 1:20



SECTOR G
ESC 1:1000



SECTOR H
ESC 1:500



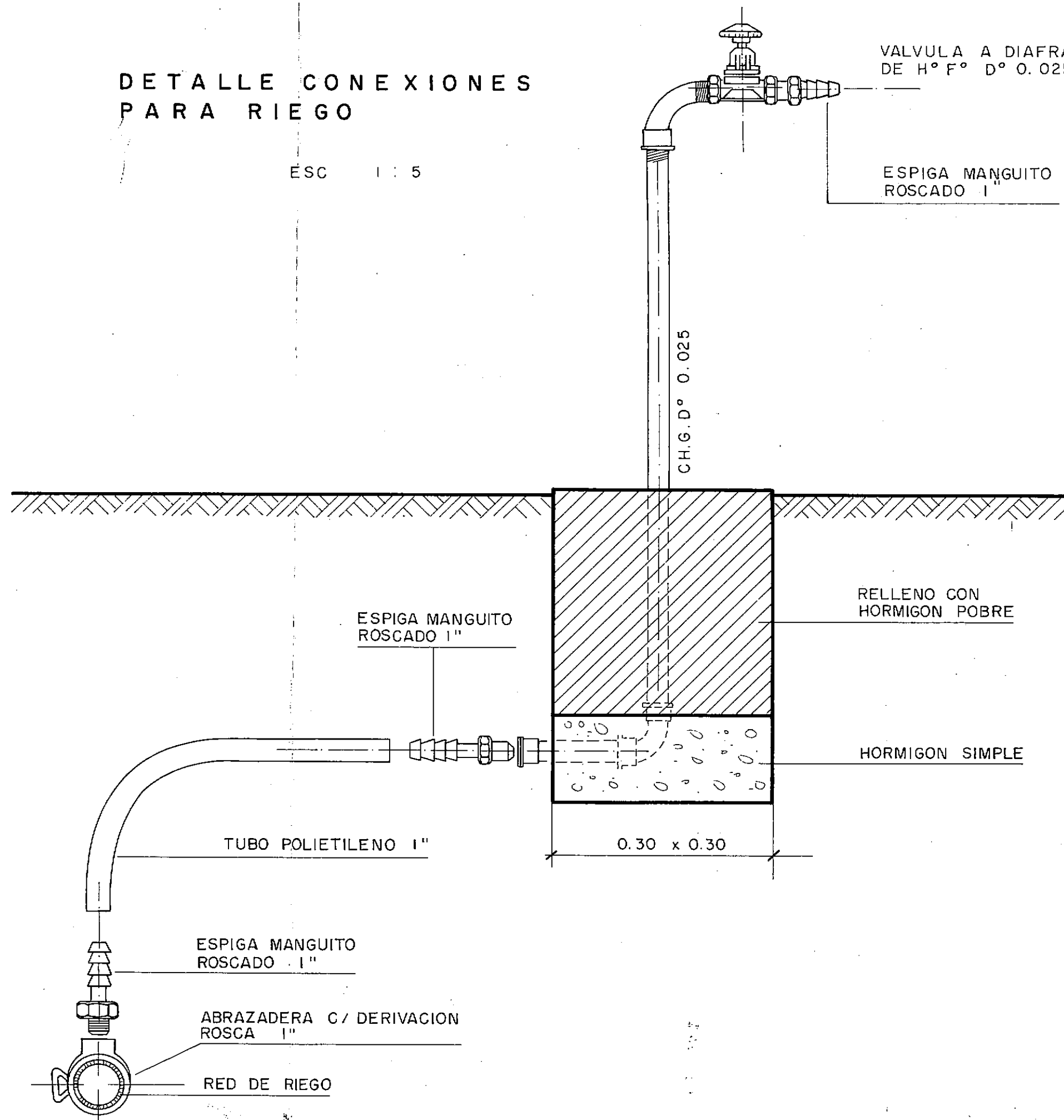
PROVINCIA DE CHUBUT

RADA TILLY
SECTORES G, H e I
DETALLES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES	ESCALAS 1:1000, 1:500, 1:20
DIRECCION DE COOPERACION TECNICA	PLANO N° 3
APROBACION ING. AGRON. DOMINGO M. CARRIQUE (h)	PROVINCIA ENERO 1992

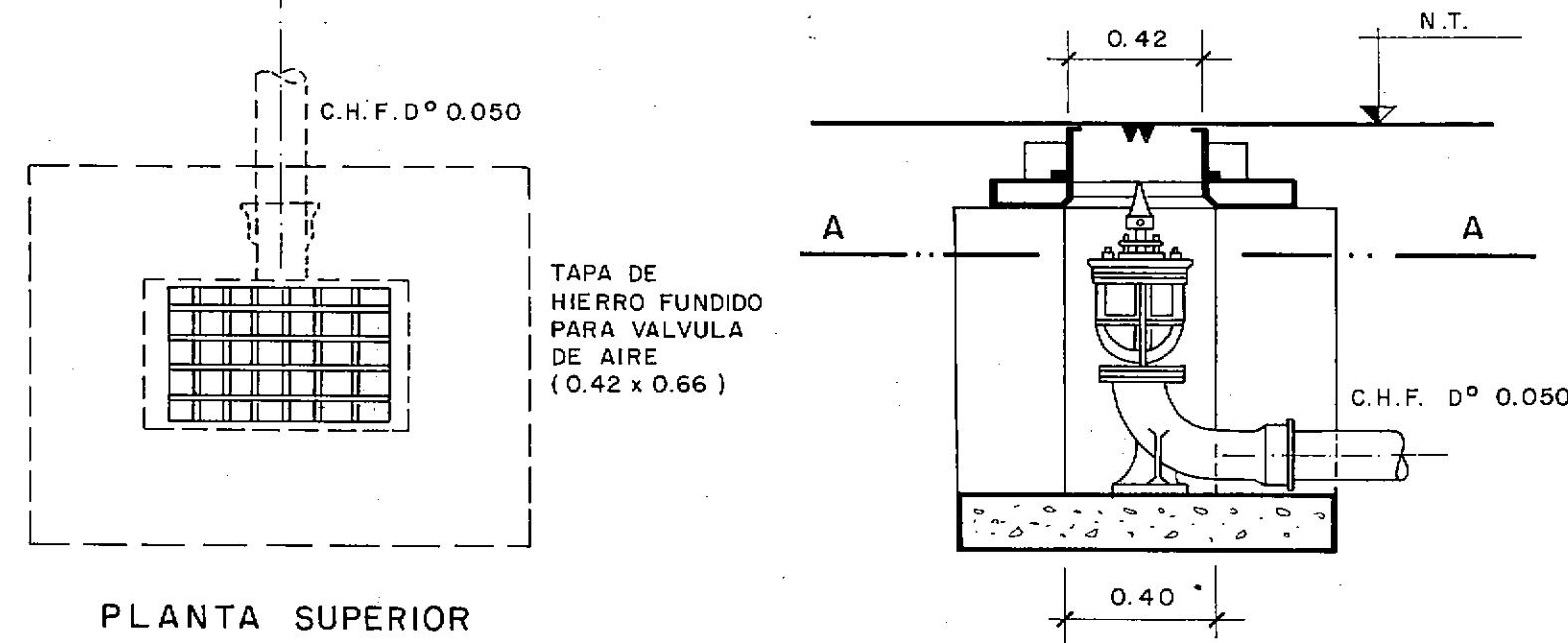
DETALLE CONEXIONES PARA RIEGO

ESC 1:5

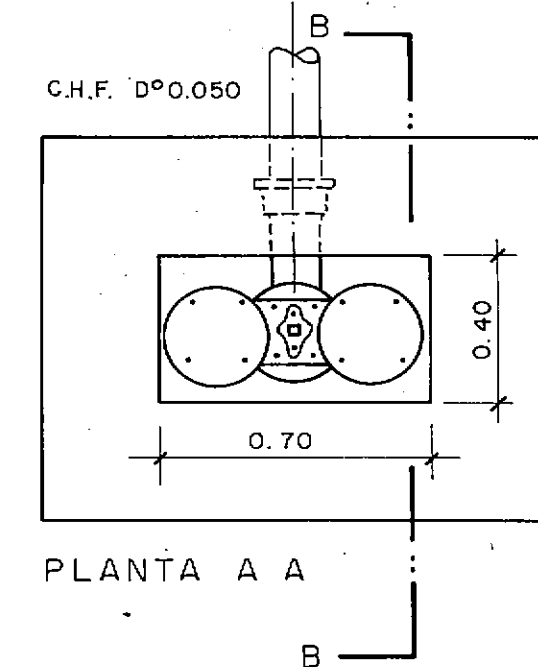


CAMARA VALVULA DE AIRE

ESC 1:20



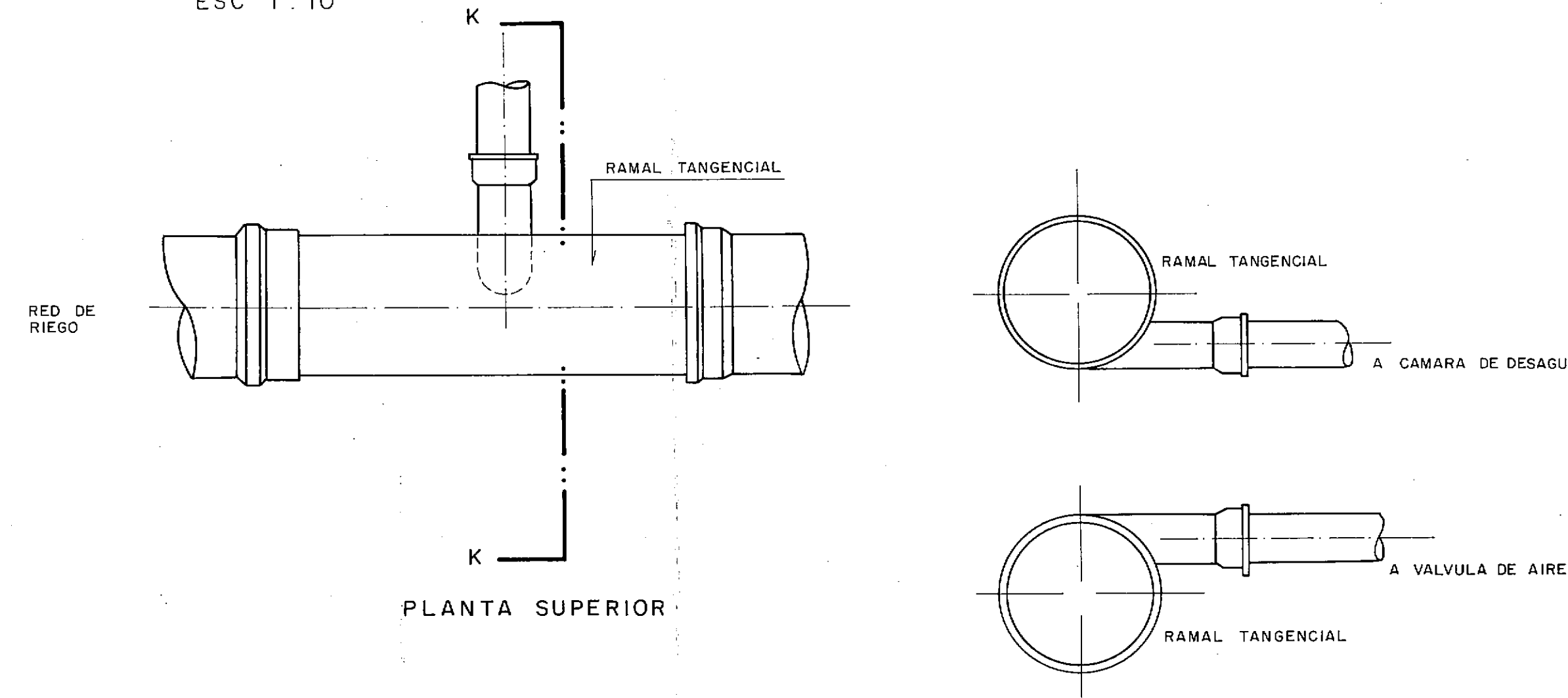
CORTE B B



PLANTA A A

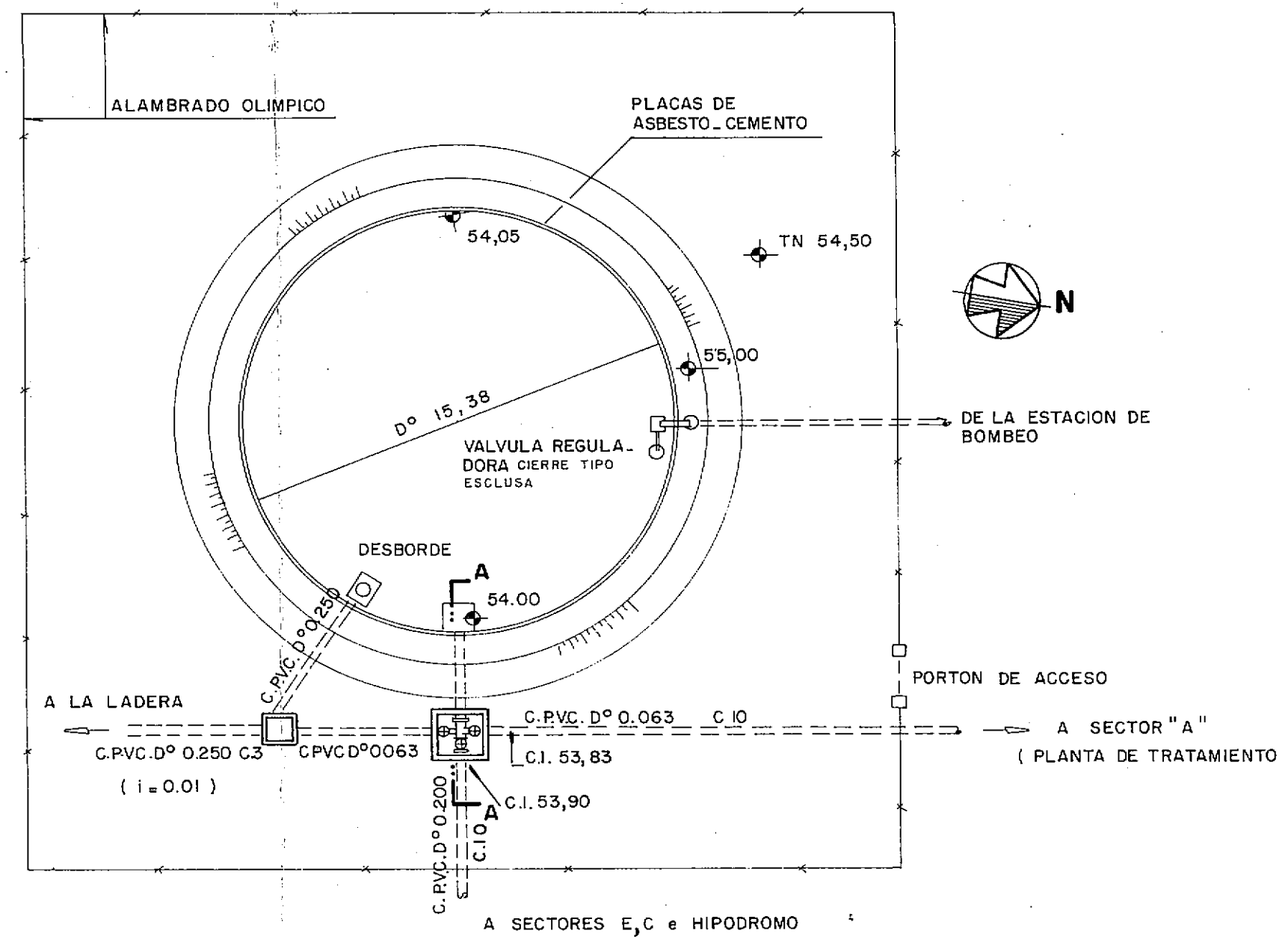
DETALLE DISPOSICION RAMAL PARA SALIDA A CAMARA DE DESAGUE Y VALVULAS DE AIRE

ESC 1:10

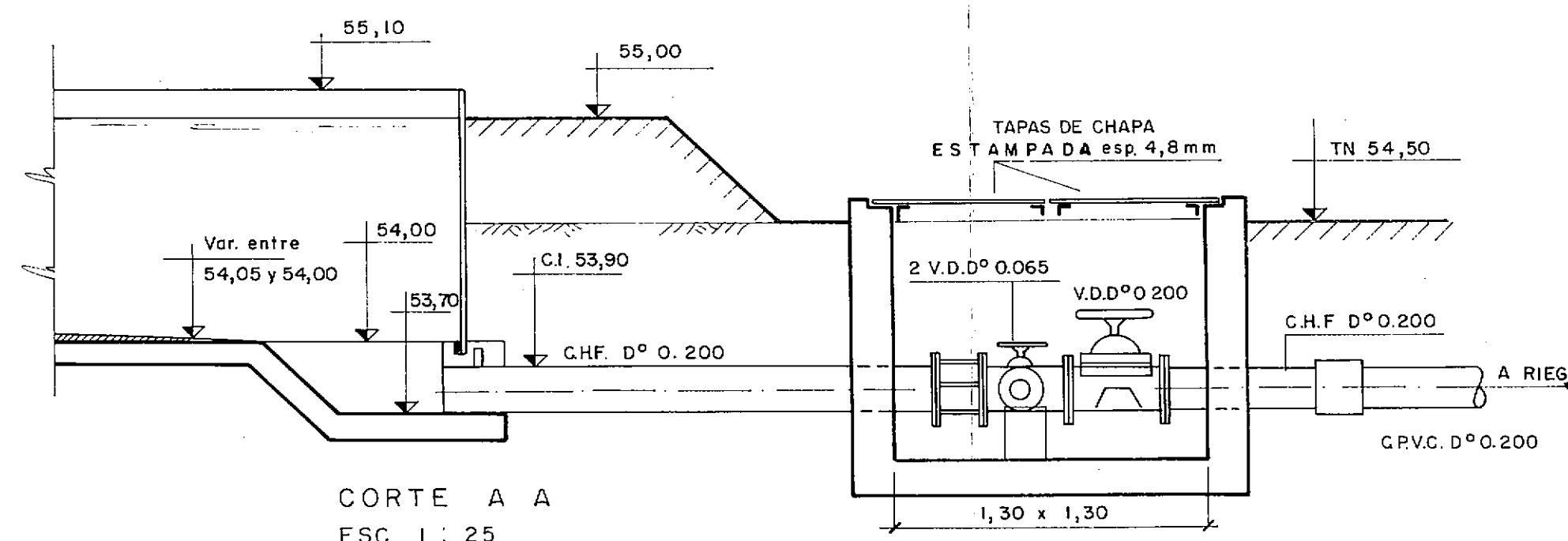


CISTERNA I

ESC 1:200



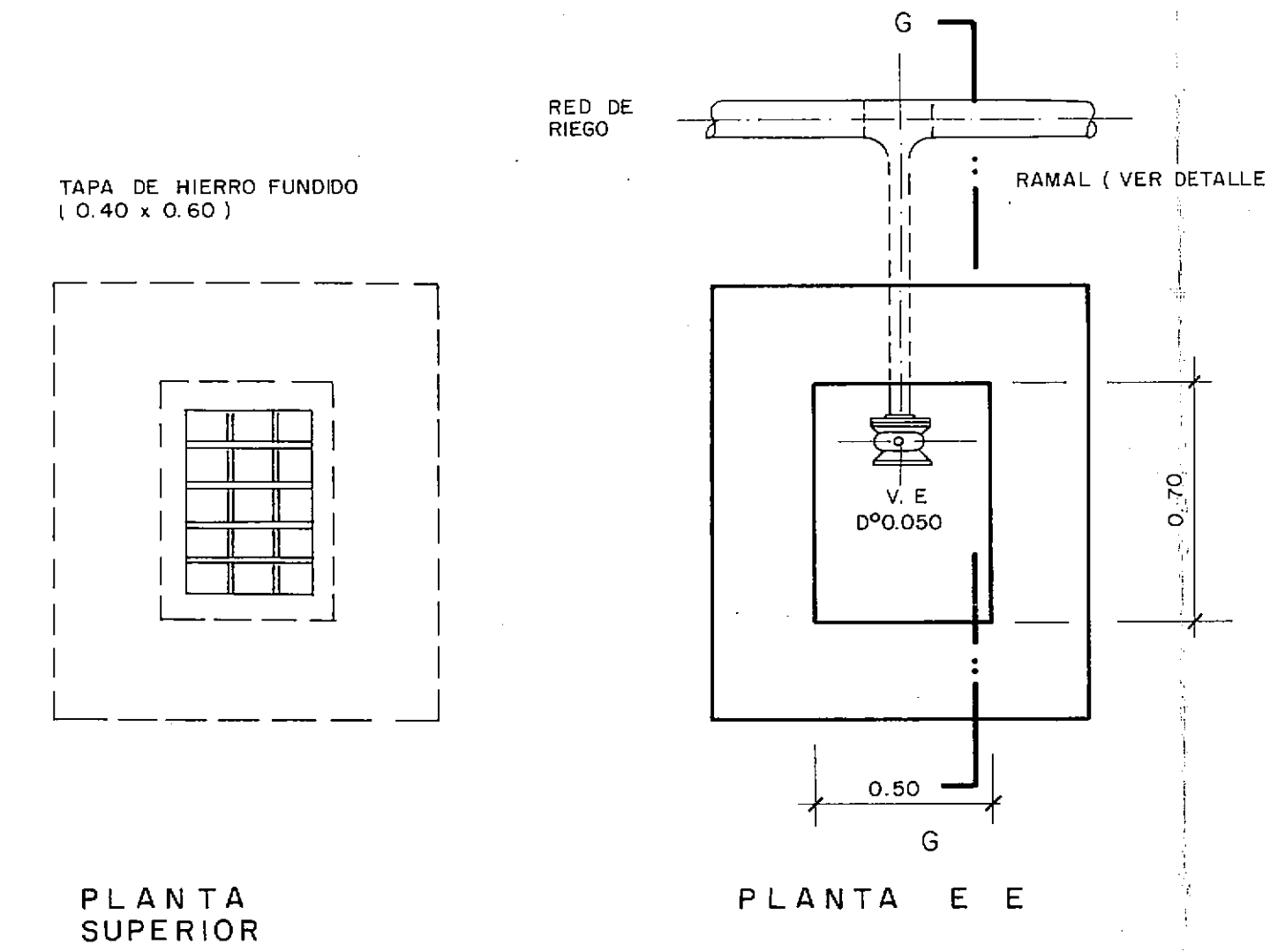
CISTERNA I



CORTE A A
ESC 1:25

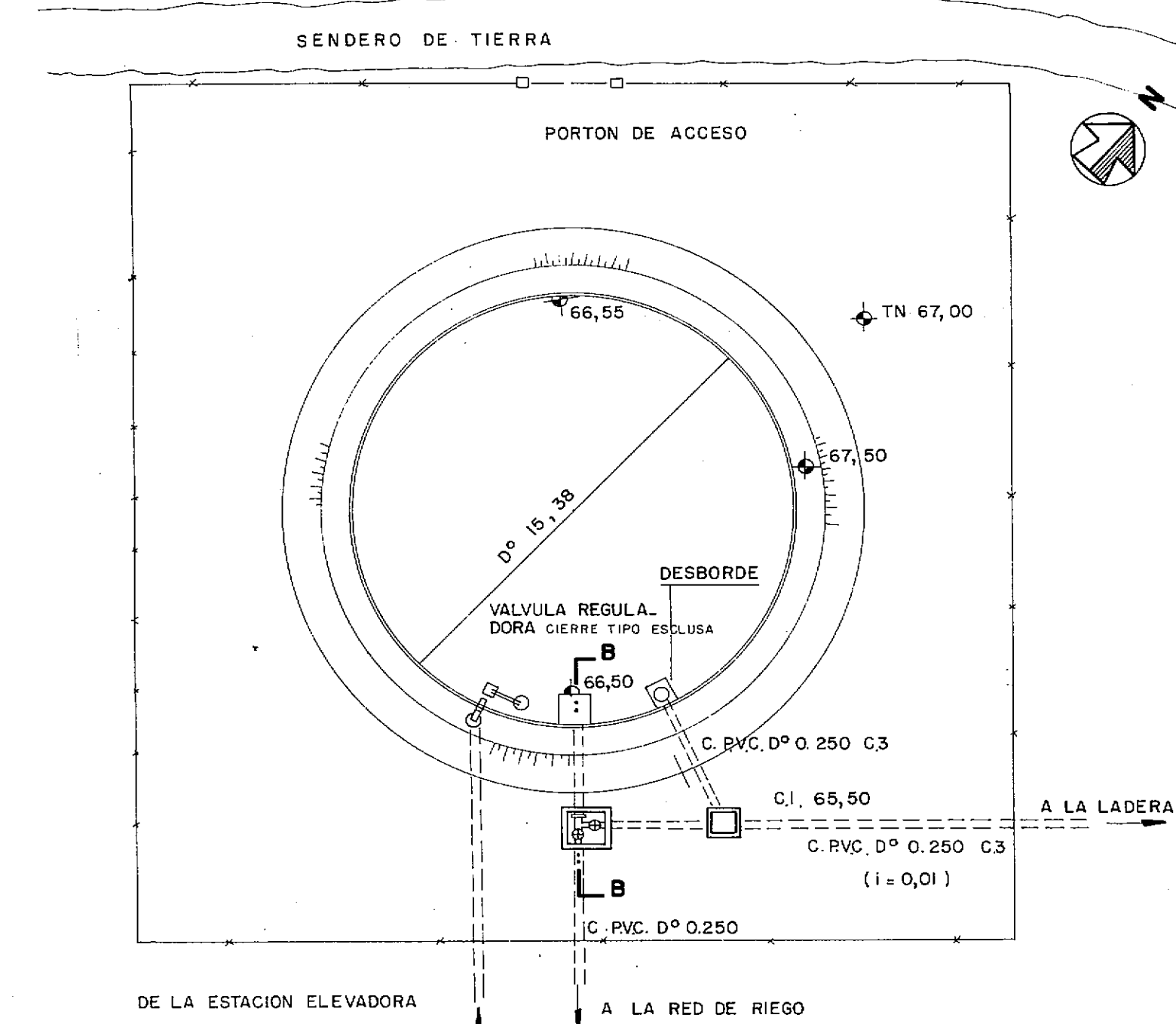
CAMARA DE DESAGUE

ESC 1:20

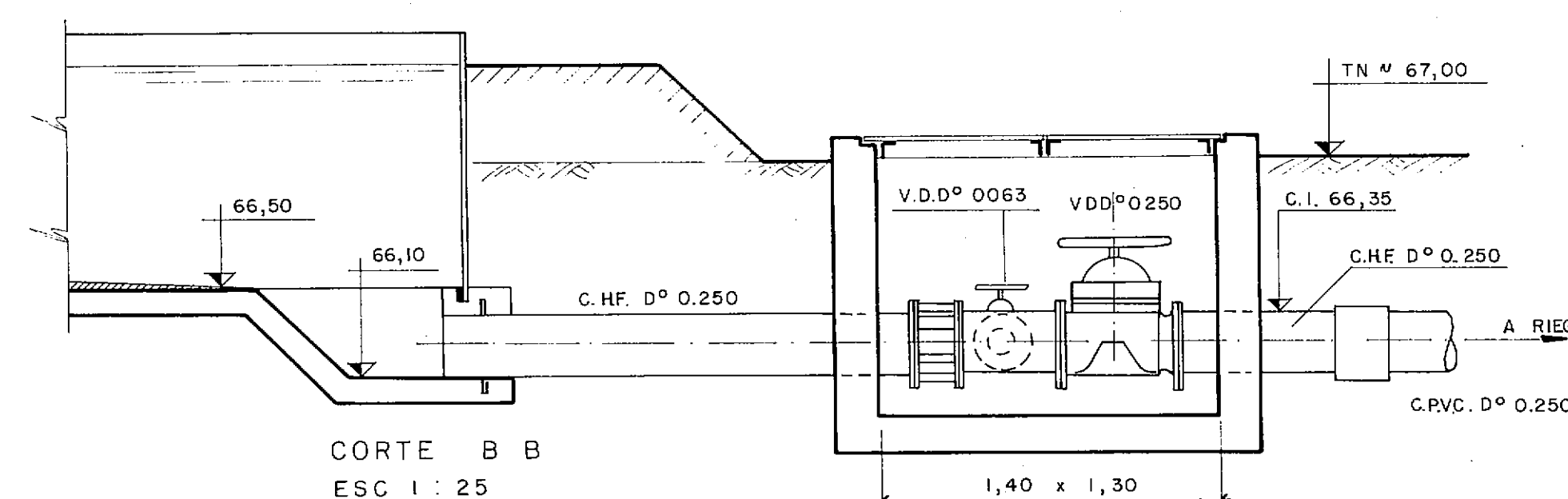


CISTERNA II

ESC 1:200



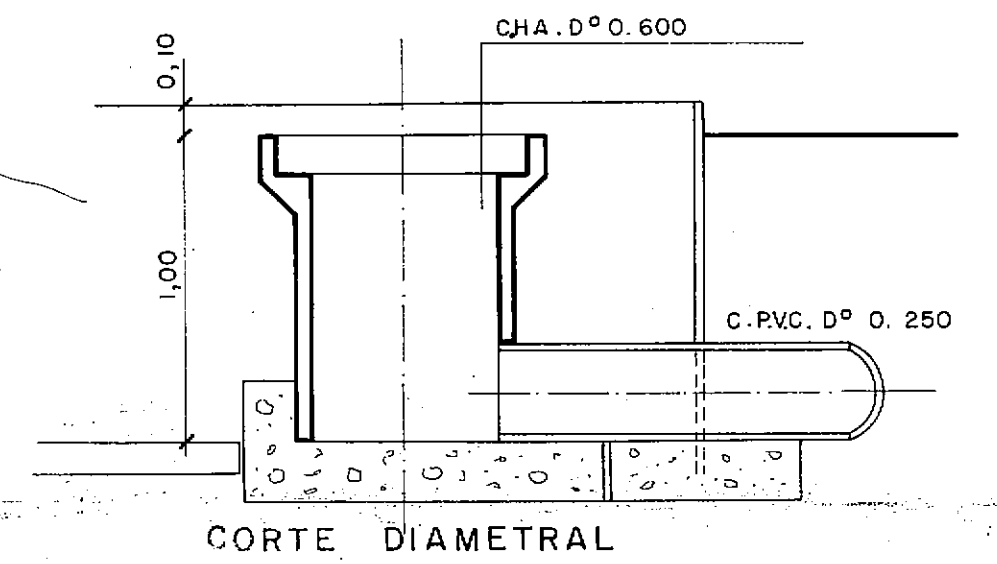
CISTERNA II



CORTE B B
ESC 1:25

DETALLE DESBORDES CISTERNAS

ESC 1:25



PROVINCIA DE CHUBUT

RADA TILLY CISTERNAS I y II DETALLES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECCION DE COOPERACION TECNICA

APROBACION C.F.T. PROVINCIA

ING. AGRON. DOMINGO M.C. CARRIQUE (h. 1)

ESCALAS

1:200, 1:25, 1:20,

1:10, 1:5

PLANO Nº

4

ENERO 1992