

Barros
CORPORACION NACIONAL FORESTAL
CUARTA REGION

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE GEOGRAFIA

PROYECTO CAMANCHACA-CHILE
IDRC Funded Project

"Resultados Prototipos y Propuesta de Reparaciones"
"Localización y Diseño Nuevos Captadores"

Juanse Barros
Geógrafo

Herradura, Septiembre 1991

Trabajar con la naturaleza resulta muchas veces una tarea compleja. La Gra. Natureza es caótica e impredecible. Sus secuaces poderosos y altivos.

Nosotros, pequeños mortales, pretendemos "ordeñar" las nubes. Ya sabemos que se puede y con esto debiéramos de estar felices. Sin embargo, los seres humanos también somos altivos, al igual que los secuaces de Natureza con los cuales, en vista de nuestra necesidad de agua, debemos enfrentarnos. Así entonces nos esforzamos en buscar respuestas y hacer preguntas, para finalmente - derrotados - hacer respuestas y ofrecer preguntas.

Indice	
Introducción	1
Objetivos	3
Materiales y Método	4
Discusión	8
Criterios geográficos para la localización de nuevas unidades	8
De la Frecuencia de Nube o la Alta Captación:	8
Del Contenido Líquido	10
Criterios de Diseño de Reparaciones y Nuevos Captadores	11
De la Facilidad Constructiva	11
Del Bajo Costo	12
De la Alta Eficiencia en la captación	12
De la Velocidad y Dirección del Viento	15
Resultados de los Prototipos	16
Propuesta de Reparaciones	19
Metodología de trabajo	19
Reparaciones a Atrapanieblas Simples y Dobles	20
Sistema	20
Descripción Materiales y Proveedores:	20
Lista de Materiales y Costos Aproximados	22
Propuesta de Nuevos Captadores.	24
Discusión	24
Lista de Materiales y Costos Aproximados	25
Manual Constructivo	27
Anexo Fotográfico	28
Bibliografía	29

Introducción

El agua de la neblina como la energía del viento es un fenómeno que se podría calificar como disperso y pulsante.

En cada metro cúbico de nube existen entre 0.0002 y 0.0008 litros de agua, variando este valor constantemente dentro del estrato nuboso (espacio) y entre neblina y neblina (tiempo).

Cuando hay neblina, la captación presenta fluctuaciones que siguen claramente el ciclo diario del viento. Este determina el volumen de nube que es drenado por el atrapaniebla.

Con variaciones tanto en el contenido líquido como en la velocidad de viento, las fluctuaciones diarias en la captación - para un mismo lugar- llegan a ser significativas. Esta realidad dicta la necesidad de un sistema de regulación que compatibilice la producción con el uso del agua.

En una escala mayor de tiempo, si bien las fluctuaciones descritas se pierden, la captación de neblina sigue presentando ciclos. La captación - en la cima del cerro El Tofo- presenta un ciclo anual bien definido. En este destacan captaciones invernales por bajo el caudal requerido para abastecer de agua al pueblo de Chungungo. Esta realidad plantea la necesidad de ubicar un sitio donde durante el invierno se maximice la frecuencia de nube y construir nuevos captadores en esa localización.

Así, el éxito del proyecto camanchaca se encuentra supeditado, en el corto plazo, a la maximización de la cantidad de agua que se extrae de la neblina (producción) y a un flujo de agua constante durante el año capaz de satisfacer la demanda de agua del pueblo.

En el largo plazo, el desarrollo de la tecnología camanchaca se sustentará en la minimización de los costos del sistema de obtención de agua y en la confiabilidad que este presente.

Para lograr lo anterior, se necesitará eficientes sistemas de base modular diseñados específicamente para cada realidad. El concepto de fabricación modular permitirá la construcción de prefabricados reduciéndose así los costos de materiales. Permitirá también un fácil transporte reduciéndose los costos de instalación y mantención.

El diseño deberá considerar la ubicación de las unidades de captación y la ecología del sector (variaciones temporales del estrato nuboso, posibles impactos, etc). En especial el diseño deberá preocuparse de la dirección del viento de forma de mantener la superficie de captación perpendicular al flujo de neblina.

Como criterio en la localización se deberá considerar el recorrido de la aducción entre el lugar de producción y el de uso, tal que se minimice el costo de la conducción del agua. Lo anterior, sin perder de vista los volúmenes de agua a captar en cada localización estudiada.

Las fluctuaciones anuales seguirán existiendo, pero deberán ser reguladas a través de sistemas paralelos de producción dimensionados acordes con la demanda y ubicados de acuerdo a la variación altitudinal de la neblina. En aquellos casos en que el relieve no permita estos sistemas paralelos (captadores) se deberá contar con sistemas alternativos a la neblina (ej. destilación solar).

Probablemente algún día se requiera ampliar la superficie de captación en vista de la escasez del recurso (costo de construcción y espacio disponible). Para satisfacer la creciente demanda, se deberá tender a mejorar el uso de esta a través de campañas educativas. Probablemente también se deba reciclar gran parte de las aguas (pej. cocina y lavado-->riego), reservando de esta forma el agua de neblina para usos específicos.

El objetivo general que se plantea a largo plazo, se centra así, en estudiar formas de reducir el costo del agua que se obtiene del sistema (\$/lt) y en definir y propagar un uso racional del recurso.

Objetivos

El sistema de producción instalado en El Tofo, como se dijo, no es capaz de abastecer la demanda de agua de Chungungo durante el invierno. También presenta como inconveniente la constante mantención a que se ve afecto en vista del daño que causan los fuertes vientos que se registran esporádicamente en el sector.

Dado lo anterior, el proyecto Camanchaca-Chile 1991 ha encomendado al profesional que escribe, la solución de los siguientes objetivos:

1) Proponer un esquema de reparaciones para las unidades captadoras actualmente en uso.

2) Identificar un sitio dentro de las serranías de El Tofo donde se obtengan altas captaciones invernales y

3) Diseñar una estructura captadora que, mejorando las falencias de la actual, se construya en el sitio definido en 2.

Los objetivos 1) y 3) corresponden a la investigación encomendada por Conaf IV región al profesional mientras el objetivo 2) es parte de la investigación encomendada por la Universidad Católica.

El proyecto Camanchaca Chile 1991 además contempla una serie de otros objetivos tendientes a definir la captación de agua de neblina como un "paquete tecnológico" que pueda ser divulgado entre los potenciales usuarios de esta tecnología aquí y en el extranjero.

Materiales y Método

ai.- Se revisó el armado actual describiendo sus partes componentes e identificando sus principales falencias. Las falencias que se identificó son:

- a1.1.- Pérdida de agua por los postes, en especial en el poste intermedio en captadores dobles. Esto se debía a ineficiencias en el sistema de reducción y a la forma de asir la malla a los postes (e.i. por el frente).
- a1.2.- Pudrición del poste. Esto se debía al agua que se perdía (a1.1), al tipo de madera que se utilizaba (eucaliptos) y a la forma de empotrar el poste al suelo (cementación). El eucalipto si bien presenta excelentes características estructurales no permite tratamientos de protección que le brinden una durabilidad aceptable en ambientes húmedos. El empotramiento en concreto hace que el agua se acumule en la base del poste, penetrando en los primeros centímetros.
- a1.3.- Pandeo de los postes. Se verificó que los postes se pandeaban siguiendo la tracción de la malla. Esto se veía facilitado por la inexistencia de vientos que sujetaran al poste en posición vertical (a plomo).
- a1.4.- Estiramiento y corte de los alambres que sustentan la malla. Estos estaban subdimensionados respecto de la tensión a que se veían afectos.
- a1.5.- Oxidación de los tensores. Esto se debe a su baja calidad y al gran stress que impone el ambiente de neblina. En definitiva se verifica que estos elementos son innecesarios si los materiales se encuentran bien dimensionados.
- a1.6.- Corte del gancho de anclaje. Esta falla se debe a que se sobre tensiona el anclaje a través de la sujeción de muchos alambres en este. También influye negativamente la forma de construcción (doblado en frío) y el diseño (el gancho se encuentra abierto).

a1.7.- Desplazamiento del pollo de anclaje. Esto se debe como en a1.4 a una subsimensión del pollo. También influye la mecánica del suelo donde se entierra (material de relleno o suelto).

a2.- Definición del nivel cero.

En vista que se debía diseñar un esquema de reparaciones en el rango de precios del armado actual se procedió a definir el costo en materiales de este. Se concluyó que este se encontraba entre los u\$350 y u\$500. No se incluyó el valor del flete de los materiales ya que este, es dependiente del volumen de materiales a adquirir (cantidad desconocida). Tampoco se incluyó el valor de la mano de obra ya que, la solución final sería el resultado de un proceso de prueba por error. Este tipo de experimentación es intensiva en mano de obra y por tanto, no representativa del costo real que esta tiene.

a3.- Definición y cotización de un set de materiales para ejecutar las reparaciones.

En vista de las falencias detalladas arriba y apoyados en la experiencia se definió un set de materiales que permitieran solucionar los problemas del armado actual. Se cotizó estos materiales de forma de, en la experimentación, mantenerse en el rango definido en a.2. La cotización de materiales se realizó tanto en Santiago como en La Serena identificándose a los proveedores más baratos de los distintos materiales y soluciones finales.

El mayor problema para la construcción de esquemas masivos de captadores resultará de la adquisición de postes. Como se planteo anteriormente el eucaliptos se pudre en los ambientes de neblina y es un material difícil de conseguir en grandes cantidades. La posibilidad de usar postes de Pino Insigne, material normalizado para tendidos telefónicos y eléctricos y que permite una durabilidad de 30 años o más, se ve constarrestada por el tipo de tratamiento protector que se utiliza para darle durabilidad. El tratamiento CCA, si bien los fabricantes manifiestan que no se lixivia, puede contaminar el agua de neblina y de esta forma hacerla no potable (cromo y arsénico). Para evitar la lixiviación se propone el uso de un recubrimiento con pintura epóxica o similar (en base a resinas no tóxicas).

a1., a2. y a3. se detallan en el primer informe presentado a Conaf.

a.4.- Identificación de una metodología de cálculo de la estructura atrapaniebla.

Esta se detalla en el segundo informe de estado de avance presentado a Conaf (IPN2). Ahí se calcula las reparaciones para 25 m/sec con la ayuda de un software diseñado para el cálculo de estructuras cortaviento.

Se utiliza el software descrito en IPN2 para calcular la estructura de los nuevos captadores.

a.5.- Adquisición de materiales.

Se adquirió materiales en Santiago en los proveedores identificados como más baratos. En el momento en que se compró los materiales (viaje especial a Stgo) no se encontraba disponible la malla actual (35% en 8.2 metros de ancho con cadenetas cada 1.2 cm), tampoco se había concluido el experimento de "la mejor malla" como para definir si otra brindaría resultados similares o mejores. Para poder realizar libremente la experimentación con los distintos prototipos planteados se requería de malla a discreción ya que era posible que algunos fueran infructuosos. Se decidió comprar un rollo de malla 50% previa consulta telefónica a la Dirección Técnica de Conaf.

a.6.- Experimentación con distintas alternativas para solucionar las falencias detalladas arriba.

Se trabajó básicamente en el desarrollo de atrapanieblas de tipo rígido y mixto. Se probaron tres soluciones de tipo rígido (dos en simples y una en dobles) y dos de tipo mixto (una simple y una doble). La experiencia demuestra que las soluciones de tipo rígido son las aplicables. La fluencia de la malla y por tanto la necesidad constante de mantención de la canaleta en los armados mixtos los descartan como una alternativa (ver discusión en fotos finales prototipo No.4).

Para solucionar a.1.1 se desarrolló una nueva reducción (ver anexo fotos). Se determinó también la necesidad de desarrollar un "bastidor" para sujetar la malla de forma de aislarla del poste.

A.1.2. se resuelve con la solución de a.1. sin embargo, la imposibilidad de dar un tratamiento adecuado al Eucalipto hace pensar en el cambio hacia Pino con las precauciones discutidas arriba en cuanto la lixiviación.

A.1.3 se solucionaba con vientos a los postes. Aquí se trabajó con elementos estándar (eslabón angular) y se desarrolló sistemas alternativos de menor valor (bosal de chanco al palo con una mordaza) (ver detalle Manual Constructivo).

El desarrollo del concepto del "bastidor" y la correcta dimensión de los materiales solucionan al.4., sin embargo surge la necesidad de templar los cables del bastidor a una tensión correcta. Para esto se desarrolló un manómetro artesanal de bajo costo (ver temple "Manual Constructivo")

Respecto de los anclajes se debe distribuir de mejor forma las cargas para no forzarlos. La revisión de cada anclaje (tarea de Conaf) indicará si es necesario el reemplazo de alguno de ellos.

a.7.- En función de los resultados obtenidos en a.6.- se diseña un nuevo captador.

Discusión

Criterios geográficos para la localización de nuevas unidades¹

La baja captación invernal plantea la necesidad de localizar un lugar donde construir nuevas unidades de captación. Este debe tener:

- Alta frecuencia de nube, especialmente durante el invierno y
- Altas velocidades medias del viento con direcciones relativamente constantes.

De la Frecuencia de Nube o la Alta Captación:

Desde hace más de diez años se viene estudiando en las serranías del sector El Tofo-Chungungo la posibilidad (cierta) y el método para captar el agua de la neblina.

En el año 1982-83 un atrapaniebla tipo cortina de 90 m² estuvo instalado en el sector denominado "portezuelo carmelita" como parte de la investigación "Aprovechamiento de la Camanchaca" realizada por el Instituto de Estudios y Publicaciones Juan Ignacio Molina para la Intendencia de Coquimbo. El portezuelo se encuentra a una altitud de 640 msnm. En el periodo medido con este atrapaniebla se probó que la máxima captación se daba en invierno. Se captó casi el doble que en la primavera (Larraín y Cereceda, 1983). Estos autores también midieron con otros nueve instrumentos: neblinómetros de 1/4 m², los que muestran valores diferentes en cuanto a la estacionalidad².

Al año siguiente este mismo captador fue relocalizado en la cima del cordón El Tofo, a 800 msnm, como parte de la "Evaluación de las Neblinas Costeras en el Sector El Tofo" realizada por la Conaf-IV para la Intendencia de Coquimbo. Durante este año la captación y la frecuencia de nube resultó tener su máximo durante la primavera y un mínimo durante el invierno (Conaf, 1985). Esta estacionalidad se mantiene en las mediciones de entre Nov. '87 y Feb '91 para la cima del cerro El Tofo (IDRC, 1991).

¹ N.P.: Ideas para del informe final PUCCH

² El profesional considera más representativo de los atrapanieblas actuales aquel primero, tipo cortina, de 90 m².

Desde Mayo/Junio 1991 la Universidad Católica -IDRC ha mantenido un set de neblinómetros con mediciones semanales en las serranías del cordón Sarco-Tofo-Carmelita. Se intenta determinar la localización óptima (o cercana al óptimo) de 1200 m² de superficie captadora adicional (junto con dar solución a otros objetivos propios de la investigación que lleva esta institución) de forma de equilibrar el flujo anual de agua atenuando la diferencia estacional.

Los resultados obtenidos a la fecha son coincidentes con Larrain y Cereceda (1983), lo que estaría indicando que, no desconociendo las fluctuaciones diarias y mensuales de la base de la inversión térmica (techo de la nube estratocumulos), esta se encontraría frecuentemente durante el invierno en los días con presencia de camanchaca bajo los 750 msnm, posibilitando la captación primordialmente en altitudes inferiores a esta. Es así como se destaca la forma topográfica conocida como "El rellano", como interesante para localizar los nuevos captadores.

Los rellanos son formas topográficas que permiten altas velocidades medias de viento y direcciones relativamente constantes (Barros, 1991).

Los datos (ver tabla página siguiente) demuestran que el rellano - a todo su largo - brinda altas captaciones invernales. Sobre esta forma destaca el aumento de captación que se registra hacia su punta (norte) dejándose sentir así la influencia del portezuelo carmelita (efecto venturi).

Captaciones por periodos donde se tiene registro para todas las estaciones														
NEBLINOMETRO	12-15/6		5-11/7		19-25/7		26-1/8		2-8/8		9-15/8		Total	% Cima
Cima	2.4	100	3.5	100	15.9	100	8	100	6.5	100	0.5	100	37	100
Bera Hilera	2.15	90	4	114	16.2	102	8.5	106	6	92	0.75	150	38	102
Estanque	2.45	102	5	143	21.5	135	10	125	1.5	23	0.5	100	41	111
Parcela Forestal	3.45	144	5.5	157	19.9	125	11	138	11.3	174	1	200	52	142
Cresta	3.37	140	7	200	24	151	11.5	144	12	185	1	200	59	160
Rellano Port.	3.37	140	16.7	477	30.5	192	21.5	269	14.3	220	3.5	700	90	244
Rellano Punta	5.23	213	20.5	586	34.9	219	25.5	319	16.3	251	7	1400	109	297

Del Contenido Líquido

Mucho se discute si la variable determinante en la captación de neblina a parte de la altitud (variable independiente) es el contenido líquido de la nube (tamaño y cantidad de gotúlas) el soluto de la nube o la velocidad del viento, solvente y motor de la neblina.

No entrando en esta discusión desde un punto de vista teórico sino práctico cabe destacar:

- i).- El contenido líquido de la nube es una variable atmosférica propia de la historia de la nube (temperatura de la base y tiempo de desarrollo), sobre la cual el hombre no tiene ni tendrá nunca influencia alguna.
- ii).- La velocidad del viento, si bien también es una variable atmosférica sobre la cual el hombre no tiene ni tendrá nunca influencia alguna, es posible de ser maximizada a través de la correcta elección del sitio donde localizar los atrapanieblas.

Otro aspecto importante respecto del contenido líquido y atingente al problema que nos preocupa de la baja captación invernal, es la eficiencia de los atrapanieblas para captar agua de precipitación (lluvia y garúa). Estos han demostrado ser estructuras tan eficientes para captar agua de neblina como agua de precipitación (Barros, 1991). Lo que resulta interesante, ya que de no mediar una situación de sequía, para cada episodio de lluvia, la captación total de agua será bastante superior a una semana invernal de captación de neblina.

Criterios de Diseño de Reparaciones y Nuevos Captadores

Una vez decidido el lugar donde localizar la estructura captadora se debe considerar el diseño del atrapaniebla. En este influirán:

- Facilidad Constructiva y mínima mantención
- Bajo Costo y Durabilidad
- Alta Eficiencia en la captación y acumulación de agua.
- Velocidad y Dirección del viento predominante.

De la Facilidad Constructiva

Se busca una estructura que resistiendo las velocidades máximas instantáneas implique la menor mantención pasado este viento, en vista de la poca accesibilidad de los lugares potenciales de captación de agua de neblina.

Se busca una estructura compuesta por materiales directamente obtenibles en el mercado, que no implique por tanto piezas especiales ni soluciones ad-hoc. De esta forma se pretende que la tecnología sea de corte "apropiado" o apropiable por los futuros usuarios.

Se busca una estructura que se adapte bien a las condiciones ecológicas de los lugares de neblina: Que no se corroa o pudra. Que en su instalación tome en consideración el montaje de la malla sobre la estructura de soporte, etc..

Las experiencias realizadas (que se grafican en el anexo fotográfico), las condiciones del mercado (disponibilidad de piezas y partes), las dimensiones de la estructura y sus subsistemas, determinan que la tecnología definida aquí, si bien resulta de corte aplicado es difícil que llegue a ser apropiadas por los usuarios.

Para que esta tecnología pueda aplicarse en gran escala (minería) o masivamente (programas de agua potable rural) se deberá definir un diseño general de atrapaniebla en el cual en función de la realidad específica sufra transformaciones o bien deberá surgir en el mercado nacional alguna empresa que se dedique al diseño y construcción de atrapanieblas.

Del Bajo Costo

Se entiende este como comparativo en cuanto a la unidad de agua producida. Comparativo con los sistemas actuales o potenciales de obtención de agua (ej. camión aljibe, pozos, norias, aguadas, plantas destiladoras, plantas desalinizadoras, etc).

Cualquier comparación que se haga debería considerar por separado los costos en la producción, tratamiento, conducción y distribución del agua. Se debería también individualizar los gastos en instalación y mantención/operación y aquel costo propio de la duración total del sistema (depreciación).

En el caso de los atrapanieblas, como en ninguno de los sistemas de agua potable, el costo total se verá afecto por la accesibilidad del lugar donde instalar el sistema de producción. ¿Como instalar de forma barata en un cerro de 600 a 800 metros de altitud sin caminos de acceso una estructura sustentada en postes que individualmente pesan más de 150 kg?

La accesibilidad también determinará el factor de seguridad en el diseño, intentando obviar la mantención. ¿Como llevar nuevamente 50 a 100 postes que fueron destruidos por un fuerte vendaval?

El bajo costo será entonces, el producto de materiales baratos y de alta calidad y de un armado tipo prefabricado dimensionado a las condiciones extremas del sitio. Lograndose de esta forma una alta durabilidad y reparaciones (si es que alguna) con unidades modulares de fácil transporte y obtención.

El bajo costo también implica, en situaciones como la presente (agua potable rural), involucrar al usuario en cuanto mano de obra, ya que este a la larga será el encargado de la mantención de su sistema de agua potable. La mayoría de las etapas constructivas no requieren de personal calificado y son intensivas en mano de obra (ej. porteo, hoyadura, costura, erección, etc).

De la Alta Eficiencia en la captación

Los estudios teóricos del problema (Conaf, 1985 y Fuenzalida, 1984) plantean como máxima eficiencia posible en la captación aquella cercana al 30%. Los estudios prácticos, sustentados en datos obtenidos en El Tofo (10 minutos), muestran una eficiencia de la malla que varía con la velocidad del viento (Schemenauer y Joe, 1989). Se destacan eficiencias en la captación cercanas al 70% con vientos cercanos a 7 m/sec.

Estos mismos investigadores resaltan que si bien la malla puede lograr eficiencias de la magnitud señalada el sistema de captación-acumulación (atrapaniebla) no supera el 30% de eficiencia. Se presume esto se deba a pérdidas de agua en el sistema (e.i. el agua captada por la malla no llega a la canaletita) o bien a sobreestimación de los datos que fundamentan el análisis.

Fuenzalida et al, 1988 presenta una interesante figura donde se muestra que la eficiencia del atrapaniebla tiene un máximo determinado por la velocidad del viento. Es así como superados los 5 m/sec los montos captados se comportan erráticamente mientras a velocidades más pequeñas la captación se comporta linealmente respecto de la velocidad de viento.

La investigación realizada en Omán demostró que con una malla dispuesta a mayor tensión, disminuyendo la "guata" (ver IPN2) era posible superar el umbral chileno de los 5 m/sec y llegar hasta 12 m/sec. Es dable destacar que en Omán, se registraban gotas que eran botadas hacia sotavento, pero esto sucedía especialmente en días con intensa garúa. Esta situación induce a pensar que la caída de gotas responde a la superación de la capacidad de escurrimiento de las gotas por la malla (arrastre gravitatorio versus capilaridad) formándose una gota de dimensiones considerables tal que se llena el espacio interfibras, posibilitando que el viento arrastre el agua (las gotas) en su paso por la malla.

Una de las experiencias realizadas durante este experimento consistió en montar una malla de mayor densidad (50%) que la actual (35%) y con fibras de menor largo en un bastidor de atrapaniebla. El resultado fue que la mayor densidad efectivamente aumentó la eficiencia de captación. Sin embargo, por el menor largo de las fibras (que determina el espacio intersticial) la malla prontamente se saturó, siendo las gotas mayores ubicadas en estos espacios botadas a sotavento por el viento.

Estas observaciones no implican necesariamente que la malla que se utiliza en la actualidad sea "la malla" para captar neblina, sin embargo, si uno agrega a lo anterior que el aumento en cobertura también aumenta la carga sobre la estructura (aspecto discutido en IPN2) y de esta forma el costo de ella, si se puede afirmar que en vista de estos resultados no sería conveniente el cambio de superficie captadora y que esta es la mejor que se dispone en la actualidad y en el mercado chileno.

Por otro lado, en vista de que no se contó con sistemas de medición del agua captada, no es posible saber a ciencia cierta si con el nuevo armado se aumenta la eficiencia en la captación y acumulación de agua de neblina. Esta evaluación se deberá hacer por tanto, en el futuro y con los datos que entregue la comparación de los atrapanieblas No13 y No14 (reparado) conectados la estación meteorológica.

La observación indica que las reparaciones aplicadas al Atrapaniebla No.14 aumentan su eficiencia a través del control del agua que se perdía en el sistema.

De la Velocidad y Dirección del Viento

El viento es un fluido muy caprichoso, especialmente cuando se piensa en el diseño de estructuras que intentan su utilización (ej. molinos eólicos, atrapanieblas, cortavientos, etc). Pese que la camanchaca se ha estudiado como un recurso potencial en las serranías de El Tofo desde hace más de 8 años, lamentablemente no se encuentran disponibles los suficientes datos de velocidad y dirección de viento como para lograr una estimación de su turbulencia o de su intensidad máxima, ambas variables determinantes en cualquier diseño que se pretenda.

Se plantea en función de estimaciones(ver IPN1) que para los atrapanieblas ubicados en el sector del Bosque se realicen las reparaciones suponiendo un viento máximo de 25 m/sec. Para aquellos ubicados fuera de la zona de protección del bosque se diseñen para 30 m/sec (³) (ver anexo fotos varias). La posibilidad de construir nuevos captadores y la inexistencia de un viento de diseño confiable hace recomendable apoyarse en la norma y diseñar para 40 m/sec.

La dirección de viento en el Tofo es muy constante. La neblina corre de W-E durante el día y E-W cuando entra la neblina "Chorera" en la noche y se desplaza en la mañana⁴. En otros lugares, por ejemplo cerros aislados o estribaciones, probablemente se deberá contar con un neblinómetro omnidireccional (Barros, 1991) para determinar las direcciones predominantes y de esta forma diseñar estrellas, rectas o curvas con sistemas modulares de atrapaniebla. Figuras todas que permitan llenar el espacio disponible para construir atrapanieblas y de esta forma maximizar el uso del suelo.

³ Mismo diseño que para 25 m/sec pero el bastidor lleva cables de 1/4" y el viento medio del poste terminal debe ser de 5/16".

⁴ Esta constancia en el flujo permite pensar en una estructura de largo infinito para aprovechar el espacio disponible.

Resultados de los Prototipos

Como se discutió en IPN1, la teoría respecto de la captación de agua de neblina considerando al viento como una variable en el diseño, dicta la posibilidad de diseñar tres tipos de estructuras. Aquellas rígidas, mixtas y flexibles. Se probó a nivel de prototipos con aquellas rígidas y mixtas. Se presenta en un anexo al final de este informe un set fotográfico donde se grafican las experiencias realizadas.

Estas experiencias, junto con probar estructuras que consideraran al viento en su diseño, se centraron en definir las modificaciones estructurales de los sistemas de soporte y de captación que permitieran minimizar la pérdida de agua en el sistema. Así, utilizando materiales de calidad y bajo costo se mantuvo en todos los diseños a la malla separada de los postes y se desarrollaron sistemas de reducción apropiados para cada diseño (ver foto R3-6 y Manual Constructivo).

Las reparaciones se deben basar en los resultados obtenidos con armadas rígidas en prototipos simples (No.14) y dobles (No.3-4). Luego de más de un mes de haberse construido (el No. 14), y habiendo pasado episodios de viento cercanos o superiores al máximo para el cual fueron diseñados (25 m/sec), esta armada presenta resultados satisfactorios. Es decir, no se registraron deformaciones en la estructura, no fue necesario tensar los cables del bastidor ni los vientos que sustentan los postes.

El mayor inconveniente en el caso de las reparaciones lo dicta la catenaria que se debe dar a los cables que sustentan la malla (en los prototipos rígidos), asunto en contradicción con la pendiente de la canaleta. Para esto se debe dar al bastidor una tensión de 200 kg en la instalación (temple) con el tensor del bastidor. Se propone la utilización de un "manómetro artesanal" para verificar el temple dado con el tensor al bastidor (ver figura "temple" en Manual Constructivo).

La posibilidad que la canaleta adquiera dos aguas (del centro a los postes) pese a que entre los apoyos del cable inferior (sostén de la canaleta) se deja una pendiente igual a la flecha permitida en la catenaria (50 cm), hace pensar en cuatro posibles soluciones y sus respectivos inconvenientes: Poner un cable más resistente (5/16") y templarlo a una mayor tensión (500-1000 kg) con el inconveniente de un aumento de precio. Poner los postes más cerca (largo de un tubo de canaleta PVC 110x6000 mm) con un inconveniente como el anterior. Aumentar el desnivel entre apoyos. El inconveniente es condicional a la pendiente propia del sitio donde se localizan los atrapanieblas y al largo del poste en vista de la necesidad de poner 4 metros o más de ancho de malla. Poner dos reducciones una a cada extremo de la canaleta manteniendo el desnivel. También tiene un inconveniente económico

por la necesidad de más conexiones en y largo de la red colectora. En el caso de las reparaciones la situación específica de cada atrapaniebla dictará cual de estas soluciones sea la aplicable. El nuevo diseño contempla postes cada 6 metros (largo de la tira de PVC), descartándose este inconveniente.

El mayor inconveniente en cuanto a la facilidad de construcción, instalación y reparación de las unidades lo presenta el constante viento que hace imposible instalar la malla adecuadamente en la mayoría de las horas del día. La malla debe ser cosida en torno a cada cable de forma de distribuir entre ellos la carga del viento. Esto implica situaciones de viento cercanas a la calma para un resultado satisfactorio, condición que sólo se logra con seguridad a tempranas horas de la mañana. En el caso de las reparaciones a los sistemas actuales el que los postes se encuentren empotrados también significa un inconveniente en vista de la necesidad de utilizar pesadas escaleras en la mayoría de las faenas.

Se espera a nivel de diseño haber superado estos inconvenientes con la incorporación de una bisagra para el poste. En la sección Propuesta de Nuevos Captadores se detalla, como parte del Manual Constructivo, la bisagra y su utilidad en el armado. La solución propuesta si bien se ha probado por separado en cada una de sus partes tanto aquí como en experiencias anteriores (Omán), no ha sido probada como un todo con anterioridad.

El día viernes 2 de septiembre se registró un episodio de fuertes vientos (*). El efecto sobre el atrapaniebla No.14 fue el desplazamiento del pollo del anclaje sur en al menos 10 cm. Este debe pesar unos 700 kg, lo que implica que los cálculos estructurales presentados en IPN2 están en el orden de magnitud correcta y que los anclajes son un punto crítico en la estructura cuando esta se rigidiza. El anclaje que se desplazó se encontraba cimentado sobre material de relleno y no sustentado sobre suelo no removido. Para evitar el desplazamiento del anclaje en aquellos casos en que por existencia de rocas no se pudo lograr la profundidad necesaria (0.8 m --> 0.5 m3) se debe usar anclas encastadas con argamasa de concreto a una perforación en la roca madre.

*Se desconoce la magnitud, ya que no existe acceso a la estación meteorológica existente en El Tofo y a la fecha de redacción de este informe aún no se procesa la cinta magnética que contiene los datos de la estación meteorológica.

Si se usan muertos cónicos y barras enterradas, solución de tipo prefabricado que facilita la construcción y flete de materiales al cerro y a la larga el armado de atrapanieblas, estos deben estar enterrados al menos 1.5 metros en el suelo para los vientos laterales y al menos 1 metro para vientos frontales y posteriores (ver detalles de anclaje en Manual Constructivo). De forma se asegura que el suelo resistirá la tensión a la que es sometida el anclaje (ver croquis "Demandas estructurales aproximadas").

Esta necesaria profundidad para los anclajes laterales puede a la larga resultar en un problema por la existencia de rocas en el sector donde se instalarán nuevas unidades. Cualquier solución alternativa que se considere para los anclajes (ej. anclas en roca, o concreto con estacas) probablemente involucrarán un mayor costo en la construcción de atrapanieblas en vista de la necesidad de transportar maquinaria (ej. compresor+barreno). El uso de muertos cónicos y barras demanda un hoyo de dimensiones apropiadas, lo que en caso de ser necesario se puede lograr con explosivos, mientras el uso de pollos (concreto) aparte del hoyo requiere del concreto y elementos componentes para rellenarlo y de anclas de roca y la perforadora para instalarlas, sin considerar la misma necesidad de hacer un hoyo para después taparlo.

Propuesta de Reparaciones

Metodología de trabajo

1).- Se requiere definir el personal.
2).- Se requiere definir las horas de trabajo tomando en consideración la necesidad de poner, estirar, tensar y coser la malla bajo condiciones "calmas" de viento. Se sugiere el siguiente esquema:

430 hrs. Levantada.
500-830 hrs. Postura, estiramiento, tensión y costura de mallas.
830-1000 hrs. Un fuerte desayuno (Incluye proteínas y carbohidratos).
1000-1400 hrs. Perforación de postes, postura de cables ("armada").
1400-1500 hrs. Almuerzo.
1500-1830 hrs. Perforación de postes, armada, postura canaletas.

3).- Para poder trabajar entre las 500 y las 730 hrs se requiere contar con iluminación artificial.

4).- Para perforar los postes se requiere contar con un taladro eléctrico y brocas de 5/8" cuyo largo sea superior a 8".

5).- Las actividades detalladas en 3 y 4 requieren de un generador a gasolina y de la gasolina y aceite para operarlo.

6).- Se debe contar con a los menos 4 escaleras. Ojalá que una de ellas sea menos aparatosa que las 2 que se dispone en la actualidad. Esta permitirá al equipo que hará las perforaciones trabajar a una mayor velocidad.

7).- Se piensa en el siguiente esquema de trabajo:

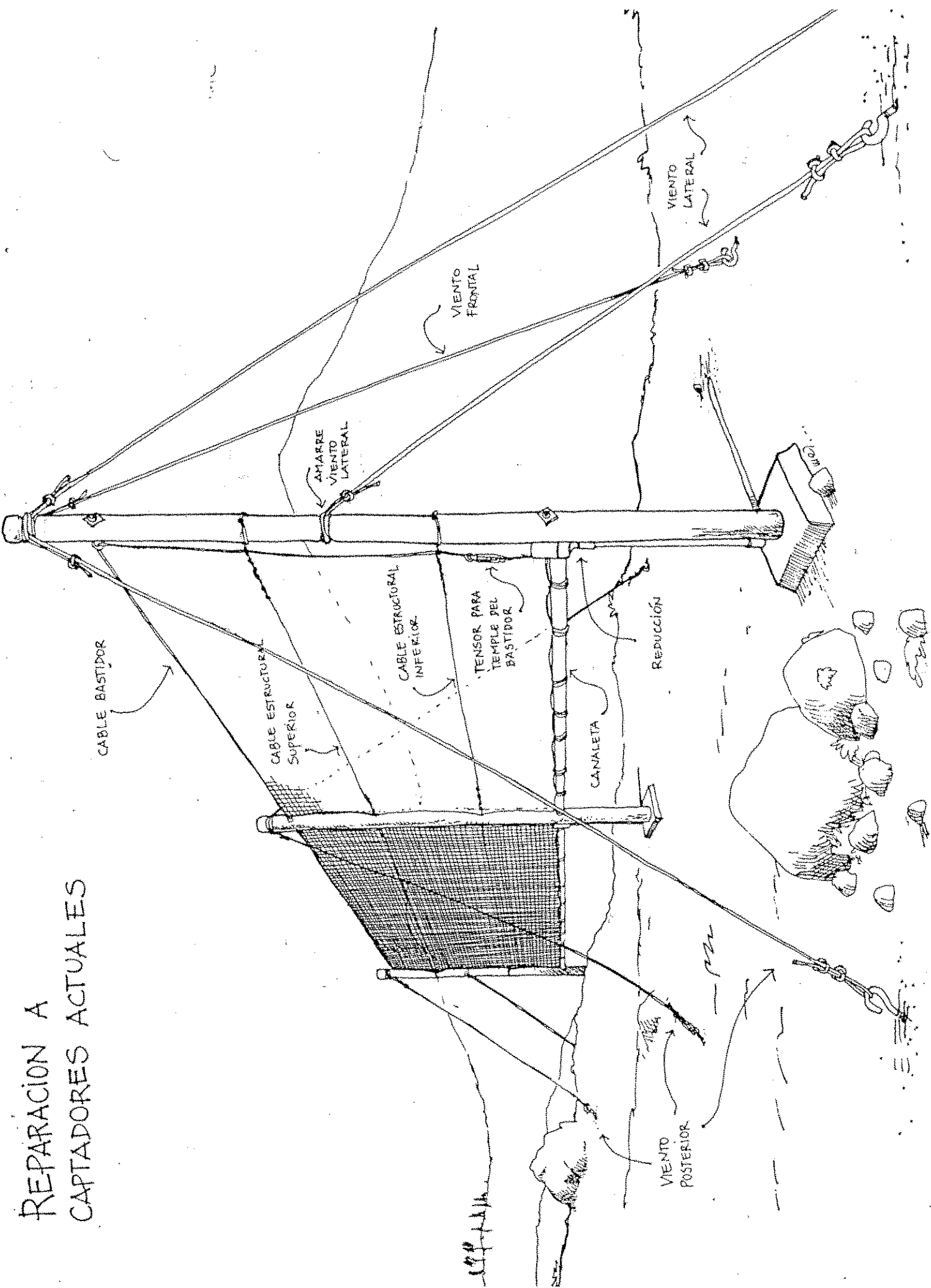
7.1).- 3 personas, 3 escaleras, 3 agujas, 3 llaves punta-punta 7/16-1/2, una señorita, malla, cable de acero, y mordazas conforman el equipo de "armada".

7.2).- 1 taladro eléctrico, una broca de 5/8", una escala de aluminio, un metro o huincha, una manguera de nivel, un generador, un "hoyador" y dos "teles" conforman el equipo de perforación.

7.3).- En el turno de las 500-830 hrs. en vista de la calma propia de estas horas, se pondrán y coserán las mallas con la colaboración de todo el personal.

8).- Con el esquema planteado arriba (7) se podría concluir con las reparaciones a los 50 atrapanieblas en aproximadamente 2 meses.

REPARACION A CAPTADORES ACTUALES



Reparaciones a Atrapanieblas Simples y Dobles

Sistema

Simple: Se toma como base aquellas reparaciones efectuadas en atrapaniebla No. 14., agregando un cable intermedio a la malla para disminuir carga sobre cable inferior y disminuir la "guata" que aún registra este armado.

Doble: Se toma como base aquellas últimas reparaciones efectuadas a atrapaniebla 3-4 (ver croquis "Reparación a Captadores Actuales").

Descripción Materiales y Proveedores:

Malla:

Coresta 35% de cobertura en 8.2 metros de ancho.

Simple: Largo Total: 12 m. Superficie total: 98.4 m²

Doble: Largo Total: 24 m. Superficie total 196.8 m²

Contacto: Sr. Agustin Silva. Fono 552-1344: Fax: 5521638.

Precio última cotización: \$55+iva m²

Cables:

Todos los cables serán de construcción 6x7 alma fibra torsión derecha. El proveedor más barato que se consiguió fue Prodinsa S.A.. Las cantidades que siguen son aproximadas, la demanda real de cable variará dependiendo de la distancia de los anclajes al poste, del alto del poste, del diámetro del mismo, etc. Provablemente el volumen de compra permita negociar un precio bajo las cotizaciones (Dcto 10%).

Contacto: Roberto Requena. Fono 5557050. Fax: 5568782

Precio última cotización: 1/4"--> u\$0.59+iva

3/16"--> u\$0.43+iva

Mordazas:

El mejor proveedor de mordazas resulto ser Distimtec.

Contacto: Sr. Sergio Jelincic. Fono/Fax: 555-2646

Precio última cotización: 1/4--> \$115+iva

3/16"--> \$80 +iva

Pernos Ojo y Tuercas Ojo:

Para comprar estos elementos se debe cuidar de verificar el diámetro del poste donde serán ubicados. En vista de la poca normalización en las dimensiones de los postes, para comprar con certeza se sugiere se perfore primero el poste en aquellos lugares donde irán pernos ojo. Luego se mida el diámetro y de ahí se compren los pernos. En cuanto a los proveedores, el más barato en la región resulto ser EMEC quién ofrece pernos de 5/8" galvanizados, estos están sobre dimensionados ya que sólo se necesita que sean de 1/2". Se sugiere cotizar pernos y tuercas ojo en las compañías que aparecen en las páginas amarillas de Santiago bajo ZINCADO o ZINC.

Contacto: EMEC Sr Germán Contardo: Fono: 224949.

Precio última cotización. Pernos 7-4: \$678+iva

Pernos 9-6: \$1062+iva

Golillas:

Se requiere una golilla por cada perno ojo. Estas sólo se pueden comprar en EMEC. Se sugiere golillas de 5x5x5/8" cuyo precio en la última cotización fue de \$95. Estas también se pueden encontrar bajo ZINC en las páginas amarillas de Santiago.

Eslabones de cadena:

Se sugiere utilice eslabones de cadena galvanizada No.8 de eslabón largo. Para esto se puede comprar la cadena por metro y luego de aserrar eslabón por medio de cada tres eslabones se sacará uno bueno. El precio aproximado para cada eslabón utilizable asciende a \$70.

Otros Materiales:

Algunas de las unidades dañadas en el último temporal (2/6/91) perdieron el poste terminal norte, esto implica la necesidad de conseguir postes de eucaliptos de 8" en la base y 8 metros de largo. Ha sido imposible obtener estos postes dentro de la región. Se sugiere se cotice en Santiago. Se necesitan 12 postes. Para encastrar el poste se requiere de concreto, ripio y arena.

Lista de Materiales y Costos Aproximados Reparaciones 12x4 25 m/sec

Poste Terminal					
Item	Cantidad	Unidad	Neto	Bruto	%
Concreto (0.5 m3)	2	m3	10200	24072	3
Poste Eucaliptus 8 m 8" dia	4	u	9000	42480	6
Pernos ojo 5/8"	96	u	1000	113280	15
Gollillas 50x50	96	u	100	11328	2
Mordazas 1/4	384	u	120	54374	7
Mordazas 3/16	384	u	80	36250	5
Cables Acero 1/4	1056	m	207	257939	35
Cable Acero 3/16	1152	m	151	205263	28
Total				744986	100

En total son 48, faltan 4, se deber?an cambiar 7

Poste Intermedio					
Item	Cantidad	Unidad	Neto	Bruto	%
Concreto (0.5 m3)	2	m3	10200	18054	7
Poste eucaliptus 8m	8	u	9000	84960	34
Perno Ojo 5/8"	28	u	1000	33040	13
Tuerca Ojo 5/8"	28	u	1000	33040	13
Cable Acero 1/4"	28	m	207	6839	3
Eslab?n Cadenba No.8	56	u	70	4626	2
Mordazas 1/4"	14	u	120	1982	1
Mordazas 3/16	112	u	80	10573	4
Cable Acero 3/16	336	m	151	59868	24
Total				252983	100

En total son 14, existen 11, se deber?an cambiar 8

Bastidor		En total son 38			
Item	Cantidad	Unidad	Neto	Bruto	%
Cable Acero 3/16"	1216	m	151	216667	32
Mordazas 3/16"	152	u	80	14349	2
Cable Acero 1/4	912	m	207	222765	33
Mordazas 1/4	304	u	120	43046	6
Malla 35% Coresca	3739	m2	60	264735	40
PVC Sanitario 110x6000	12	tiras	6000	84960	13
Reducci?n PVC 110-50	38	u	350	15694	2
Reducci?n PVC 50-25	38	u	150	6726	1
Durostra pl?st 2.11mm	500	m	50	29500	4
Total				667427	100

Poste Terminal	744986	45
Poste Intermedio	252983	15
Bastidor	667427	40
Total	1665395	100

Propuesta de Nuevos Captadores.

Discusión

En vista de las experiencias realizadas es posible definir un atrapaniebla modular utilizando los mismos esquemas planteados para las reparaciones. La definición modular permite el armado de una cortina infinita disminuyendo el costo por metro cuadrado de malla. Esto se logra por la necesidad de utilizar sólo dos postes terminales (que es el más caro). Las características del rellano permiten un armado de largo infinito.

Los cambios a nivel de diseño se centran en la inclusión de prefabricados (anclajes y bisagras), estos facilitan el trabajo de instalación y gestión.

Para los anclajes se recomienda se utilice muertos cónicos enterrados. Para los postes terminales se sugiere se compren los muertos cónicos y barras ojo que vende EMEC, ya que están en el rango de tensión que demanda la estructura (1500-3000 kg). En el caso de los anclajes frontales y posteriores se sugiere cotice las anclas que se ofrecen para parronales (ver recorte El Mercurio al final).

Se incorpora la solución abisagrada para facilitar la costura de la malla e independizarse del viento. Se sugiere construir estas piezas en las mismas compañías que hacen pernos ojo detalladas arriba, ya que aquí se puede conseguir el servicio de galvanizado. El galvanizado cuesta \$150 por kilo de material a galvanizar.

La lista de materiales que se adjunta esta basada en un diseño para 40 m/sec en vista de la escasez de datos en donde apoyar una estimación. Este por lo demás asegura una infima mantención y una durabilidad en función de la calidad de los materiales (pudrición del poste, vencimiento de la malla, gelado del PVC).

Se reconoce que la solución resultante, con postes cada 6 metros, resulta más cara que la actual, pero sin lugar a dudas, es un diseño directamente aplicable a otros sectores de la región, el país o el extranjero donde se presenta el fenómeno de la camanchaca y por tanto una solución digna de un paquete tecnológico como el que espera la entidad patrocinante.

Lista de materiales y Costos Aproximados Modulo 6x4 40 m/sec

Poste Terminal					
Item	Cantidad	Unidad	Neto	Bruto	%
Bisagra 50x150X5 galv.	1	u	6000	7080	15
Concreto (0.5 m3)	1	m3	10200	6018	13
Poste Pino 6m 9" usado	1	u	7000	8260	17
Pernos 3/4 x 10 x 3"	2	u	1000	2360	5
Pernos ojo 1/2"	2	u	700	1652	3
Golillas 50x50	2	u	100	236	0
Eslabón Cadena No.8	2	u	70	165	0
Mordazas 1/4"	10	u	120	1416	3
Mordazas 5/16"	4	u	150	708	1
Cables Acero 1/4"	26	m	207	6351	13
Cable Acero 5/16"	10	m	333	3929	8
Anclas (muerto + barra + golill)	3	u	2700	9558	20
Total				47733	100

En cualquier armada se necesitan dos.

Poste Intermedio					
Item	Cantidad	Unidad	Neto	Bruto	%
Bisagra 100x50x5 galv.	1	u	6000	7080	22
Concreto (0.125 m3)	0	m3	10200	1505	5
Poste Pino 6m 6" usado	1	u	7000	8260	25
Pernos 5/8 x10 x3"	2	u	1000	2360	7
Perno Ojo 1/2"	2	u	700	1652	5
Tuerca Ojo 1/2"	2	u	900	2124	7
Mordazas 3/16"	8	u	80	755	2
Cable Acero 3/16	24	m	151	4276	13
Cable Acero 1/4"	2	m	207	489	1
Mordazas 1/4"	2	u	120	283	1
Eslabon de Cadena No.8	4	u	70	330	1
Anclas Parronales	2	u	1500	3540	11
Total				32654	100

En la armada simple no se necesita.

En armadas multiples se necesitan (Modulos-1) postes intermedios.

Basidor					
Item	Cantidad	Unidad	Neto	Bruto	%
Cable Acero 3/16"	20	m	151	3564	20
Cable Acero 1/4"	12	m	207	2931	17
Mordazas 3/16"	4	u	80	378	2
Mordazas 1/4"	6	u	120	850	5
Tensor 1/2" x 6"	1	u	1300	1534	9
Malla 35% Coresa	49	m2	60	3483	20
PVC Sanitario 110x6000	1	tira	3000	3540	20
Reducci?n PVC 110-50	1	u	350	413	2
Reducci?n PVC 50-25	1	u	150	177	1
Tapa Cementar 110	1	u	100	118	1
Alambre Plastificado	12	m		500	3
Total				17487	100

Se necesitan tantos como modulos tenga el arapaniebla.

Analisis de Costos	1 Modulo 24m2		2 Modulos 48 m2		10 Mod. 240 m2	
Poste Terminal	2	95467	2	95467	2	95467
Poste Intermedio	0	0	1	32654	9	293887
Basidor	1	17487	2	34975	10	174873
Costo total materiales		112954		163095		564227
Simplex		112954		225908		1129540
Dobles				163095		815477
Ahorro en Simplex				62813		565313
Ahorro en dobles						251250

MANUAL CONSTRUCTIVO ATRAPANIEBLA MODULAR

DISEÑO

JUANSE BARROS

DIBUJOS

MAURO ESPINOSA

1991

Materiales para un Atrapaniebla Modular

Poste Terminal		
Item	Cantidad	Unidad
Bisagra 50x150X5 galv.	1	u
Concreto (0.5 m3)	1	m3
Poste Pino 6m 9" usado	1	u
Pernos 3/4 x 10 x 3"	2	u
Pernos ojo 1/2"	2	u
Golillas 50x50	2	u
Eslab?n Cadena No. 8	2	u
Mordazas 1/4"	10	u
Mordazas 3/16"	4	u
Cables Acero 1/4"	26	m
Cable Acero 5/16"	10	m
Anclas (muerto + barra + gol)	3	u
Total		

En cualquier armada se necesitan dos.

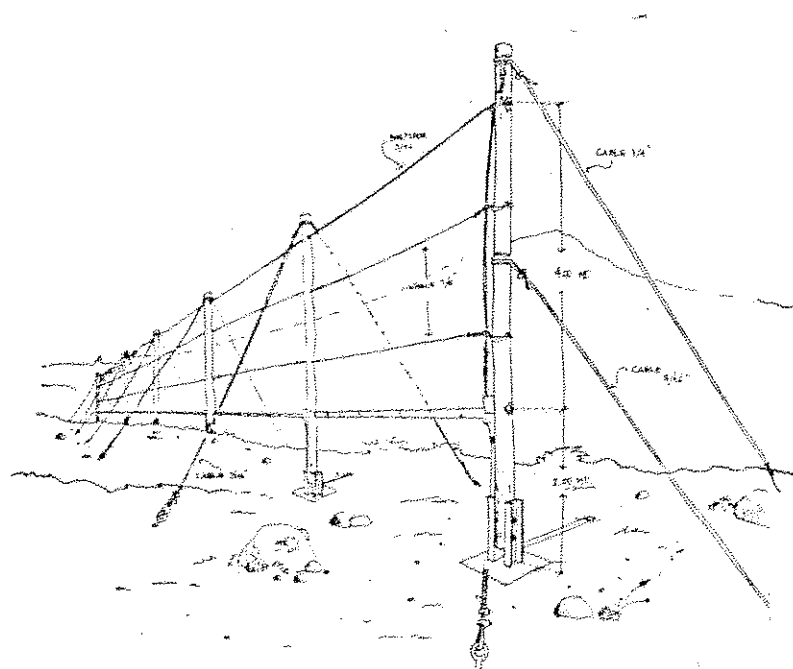
Bastidor		
Item	Cantidad	Unidad
Cable Acero 3/16"	20	m
Cable Acero 1/4"	12	m
Mordazas 3/16"	4	u
Mordazas 1/4"	6	u
Tensor 1/2" x 6"	1	u
Malla 35% Coresa	49	m2
PVC Sanitario 110x6000	1	ura
Reducci?n PVC 110-50	1	u
Reducci?n PVC 50-25	1	u
Tapa Cementar 110	1	u
Durosura plast. 2.11mm	12	m
Total		

Se necesitan tantos como modulos.

Poste Intermedio		
Item	Cantidad	Unidad
Bisagra 100x50x5 galv.	1	u
Concreto (0.125 m3)	0	m3
Poste Pino 6m 6" usado	1	u
Pernos 5/8 x10 x3"	2	u
Perno Ojo 1/2"	2	u
Tuerca Ojo 1/2"	2	u
Mordazas 3/16"	8	u
Cable Acero 3/16	24	m
Cable Acero 1/4"	2	m
Mordazas 1/4"	2	u
Eslabon de Cadena No. 8	4	u
Anclas Parronales	2	u
Total		

En la armada simple no se necesita.

En armadas multiples se necesitan (Modulos-1)
postes intermedios



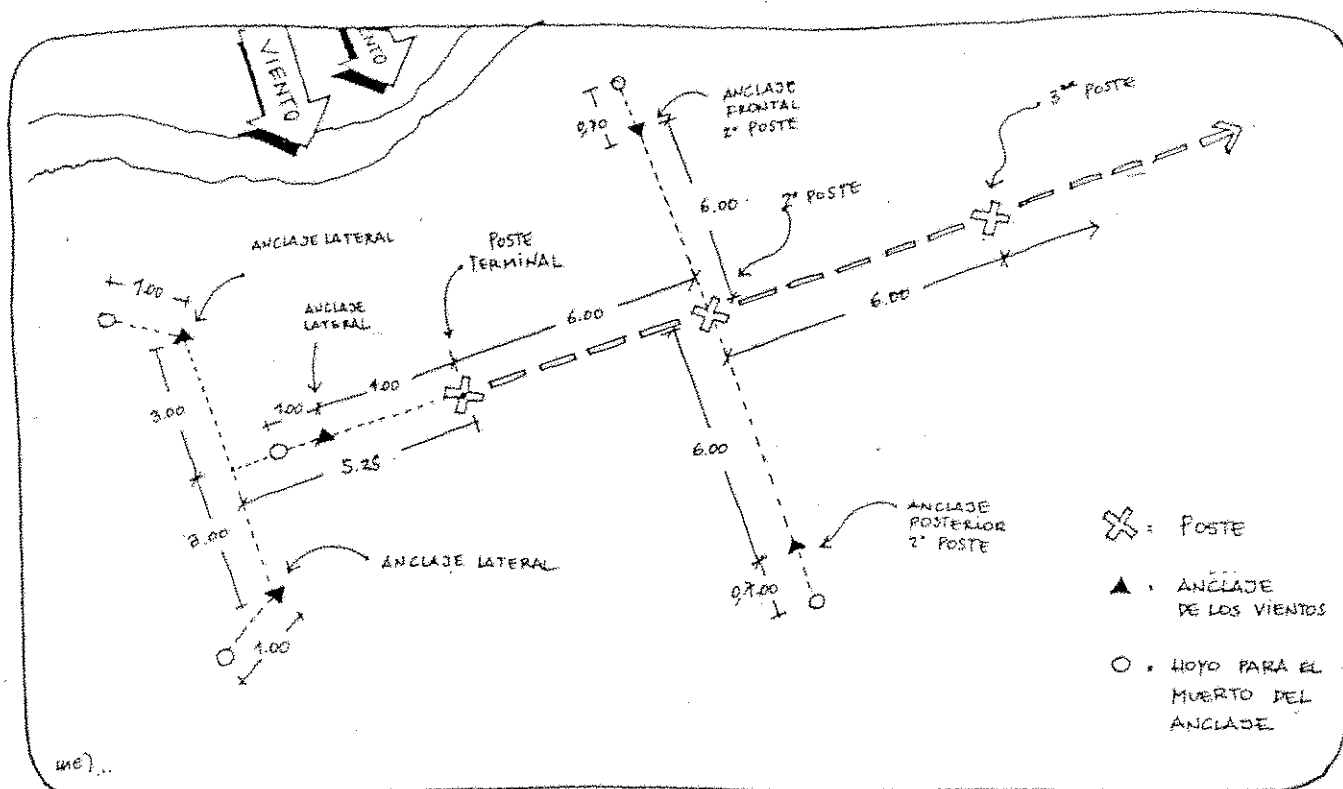
ETAPAS DEL TRABAJO EN TERRENO :



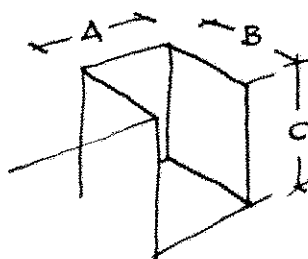
UNA VEZ REUNIDOS LOS MATERIALES
REQUERIDOS PARA CONSTRUIR NUESTRO
ATRAPANIEBLA MODULAR, DEBEMOS TRANS-
PORTARLOS AL LUGAR ELEGIDO PARA CONS-
TRUIR LOS MÓDULOS.
AHÍ COMIENZA EL TRABAJO DE TERRENO :

- ① MARCAR Y HACER HOYOS
- ② PONER ANCLAJES Y CONCRETAR BISAGRAS
- ③ PRESENTAR POSTES Y VIENTOS
- ④ ARMAR BASTIDOR Y COSER MALLA
- ⑤ LEVANTAR ESTRUCTURA, PONER CANALETA Y REDUCCIÓN

① MARCAR Y HACER HOYOS :



MARQUE EL TERRENO COMO LO INDICA LA FIGURA ↷

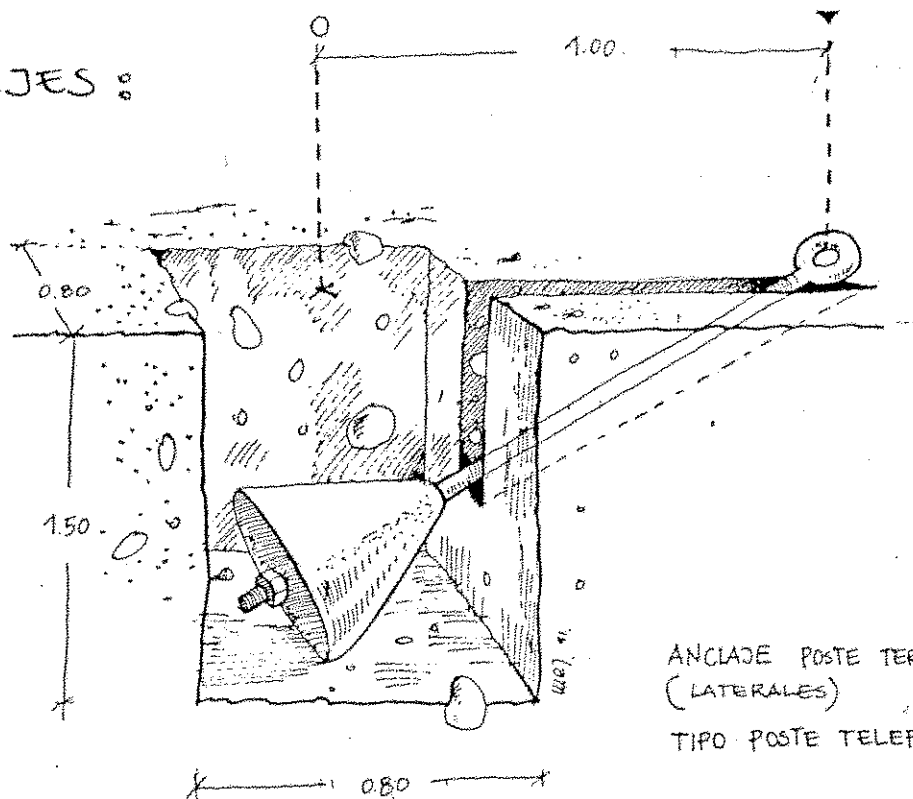


ESPECIFICACIONES HOYOS*	A CMT	B CMT	C CMT
POSTE TERMINAL	80	80	80
POSTE INTERMEDIO	50	50	50
ANCLAJE LATERAL	80	80	150
ANCLAJE FRONTAL/POSTERIOR	50	50	100

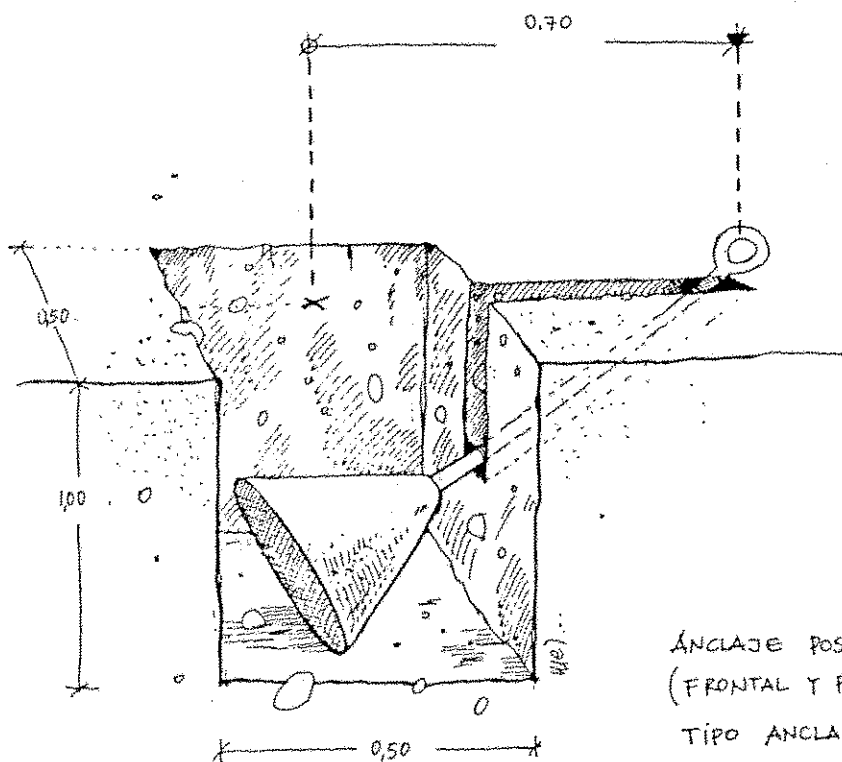
* VER
DETALLES
PAGINAS
SGTES.

② PONER ANCLAJES Y CONCRETAR BISAGRAS :

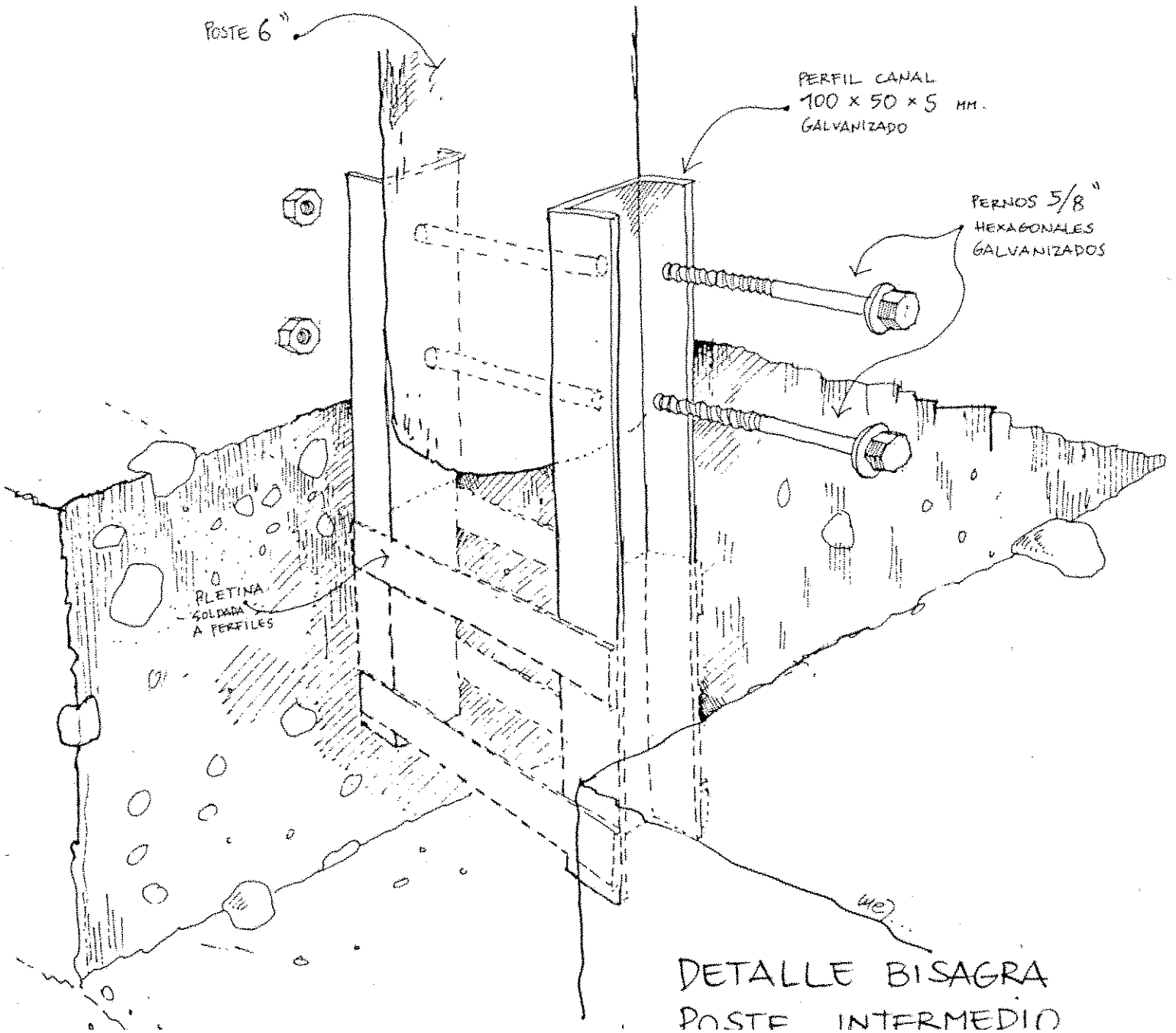
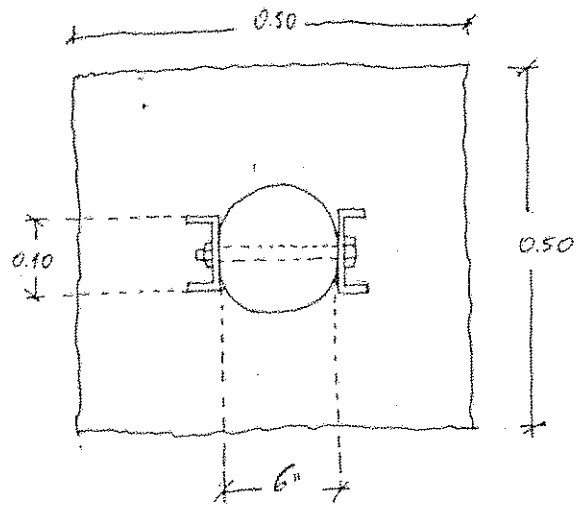
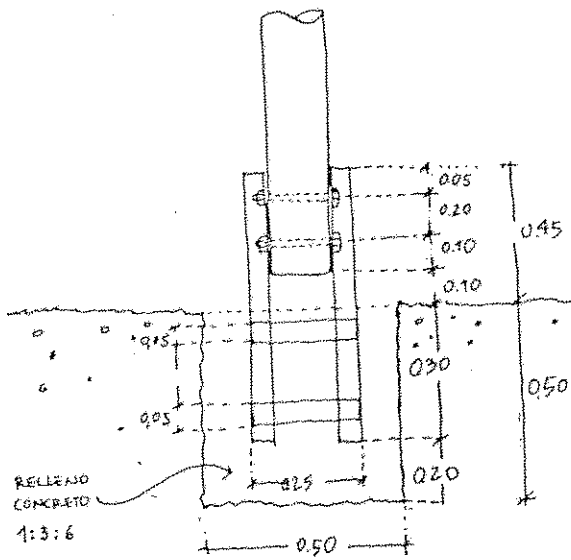
DETALLE ANCLAJES :

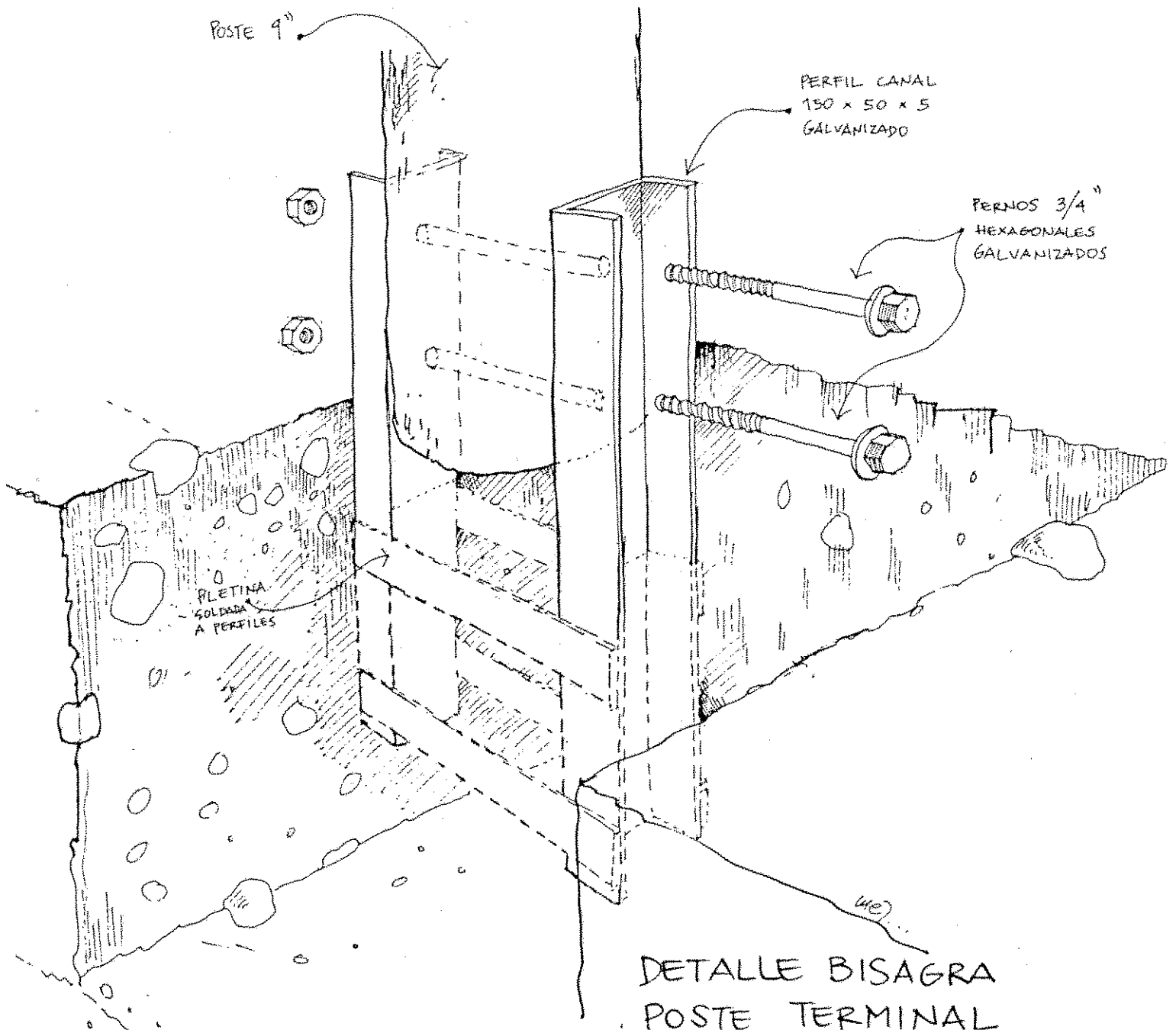
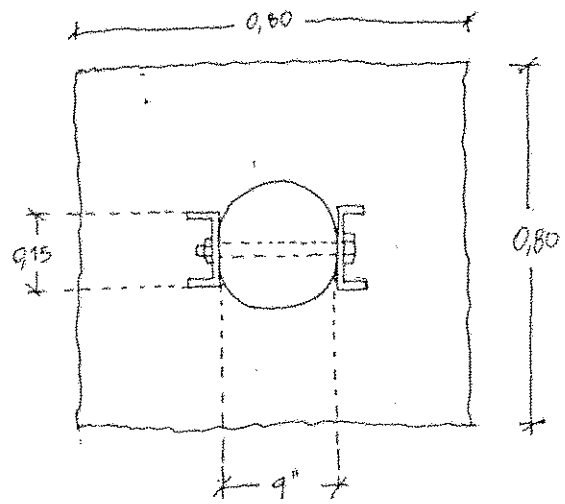
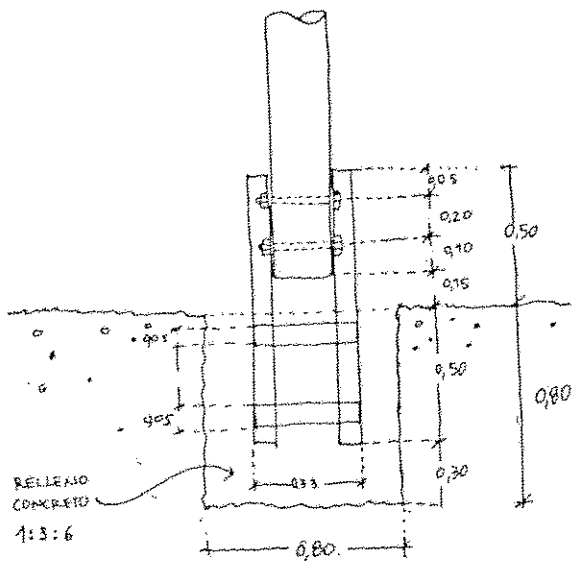


ANCLAJE POSTE TERMINAL
(LATERALES)
TIPO POSTE TELEFONICO



ANCLAJE POSTE INTERMEDIO
(FRONTAL Y POSTERIOR)
TIPO ANCLA PARRONALES

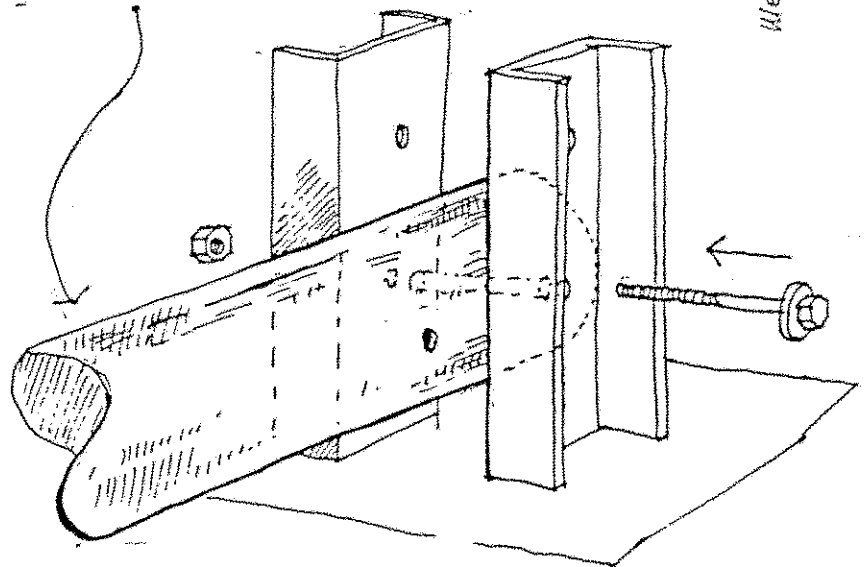




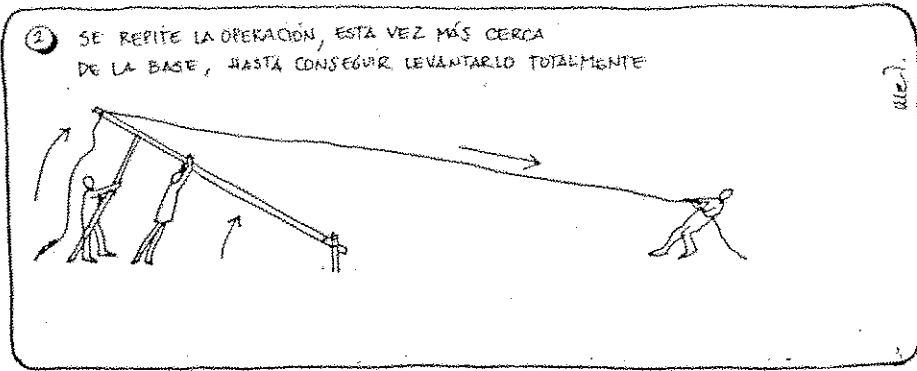
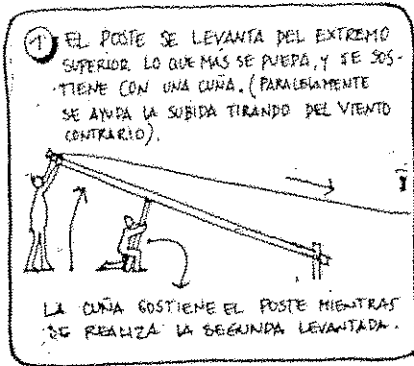
③ PRESENTAR POSTES Y VIENTOS

PARA MONTAR EL POSTE
EN LA BISAGRA, SE DEBE
PONER PRIMERO EL PERNO
DE MÁS ABAJO, ESTANDO
EL POSTE AÚN ACOSTADO
EN EL SUELO

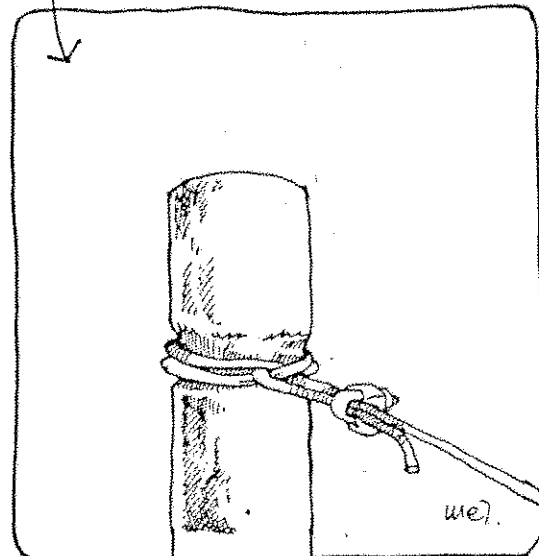
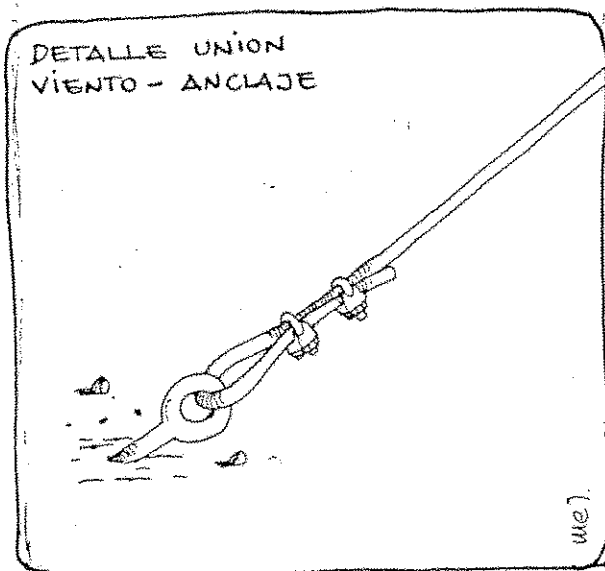
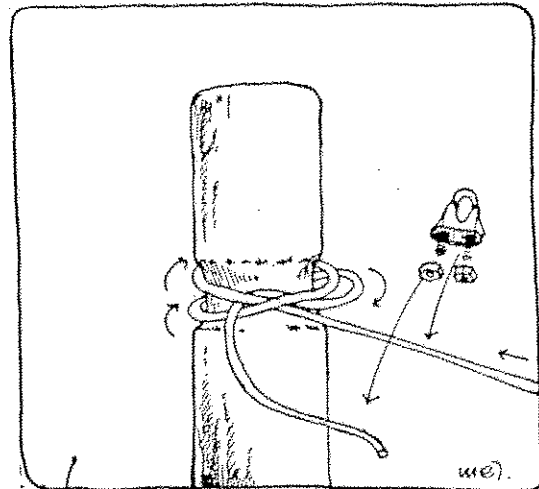
EN ESTA ETAPA SE
DEBE AMARRAR LOS
VIENTOS. (VER DETALLE
NUDO BOZAL DE CHANCLO)



UNA VEZ MONTADOS LOS POSTES EN LAS BISAGRAS, SE PROCEDE A LEVANTAR INDIVIDUALMENTE TODOS LOS POSTES

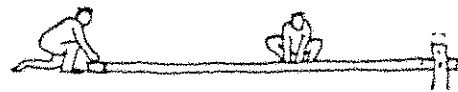


DETALLE NUDO BOZAL DE CHANCHO PARA AMARRAR VIENTOS A POSTE



④ ARMAR BASTIDOR Y COSER MALLA.

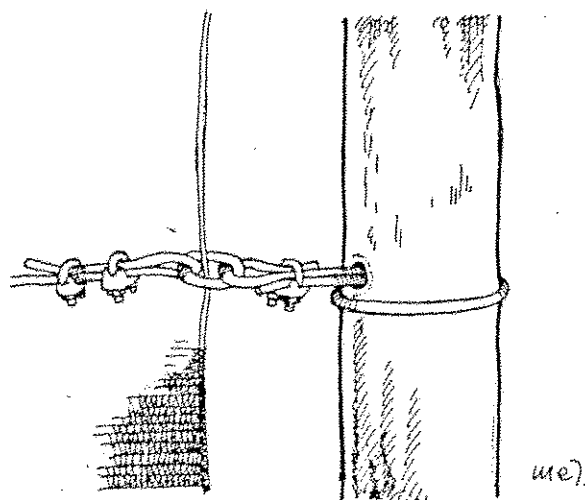
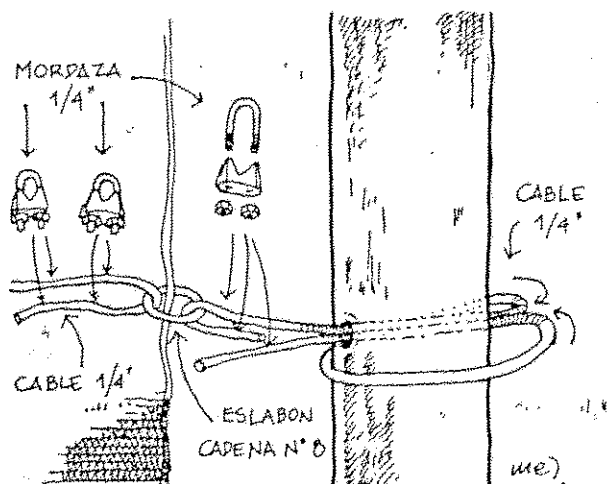
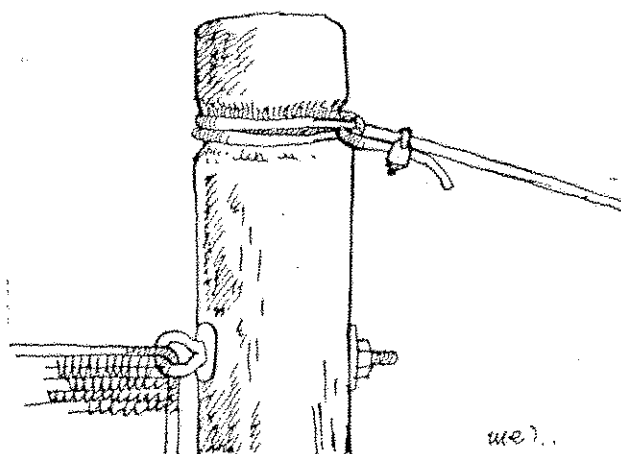
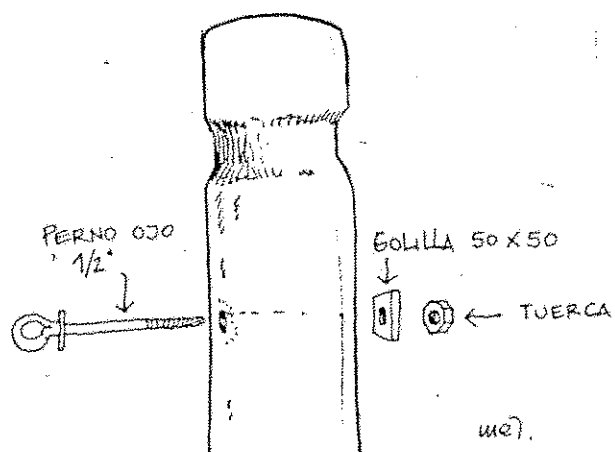
④ LUEGO, SE BAJA NUEVAMENTE
EL POSTE, Y SE ARMA EL
BASTIDOR; DESPUES
SE COSE LA MALLA



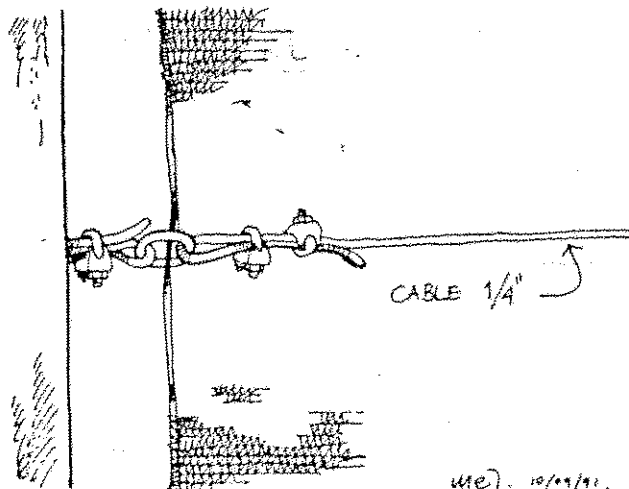
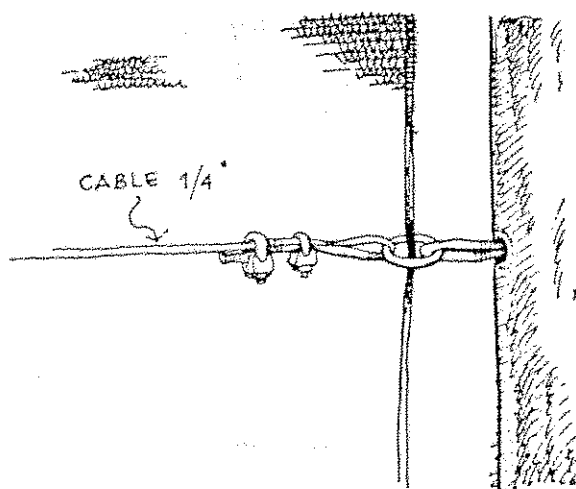
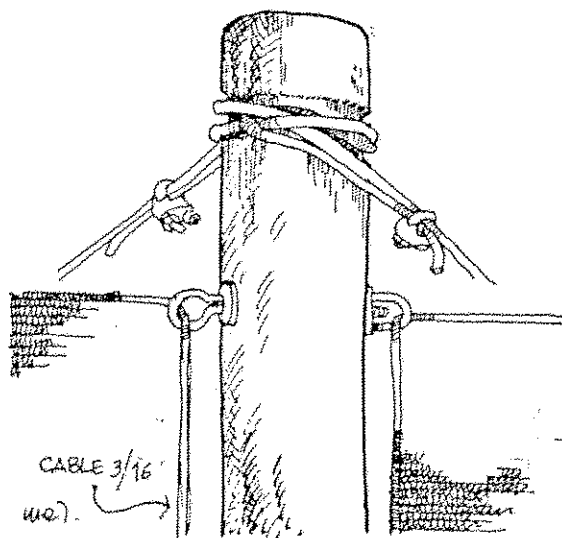
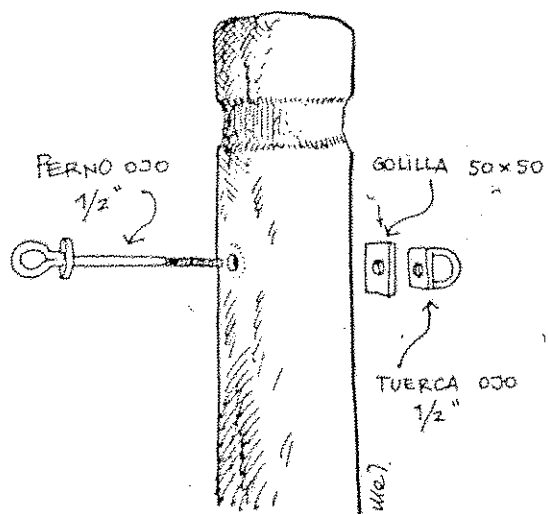
me...

DETALLES AMARRE BASTIDOR :

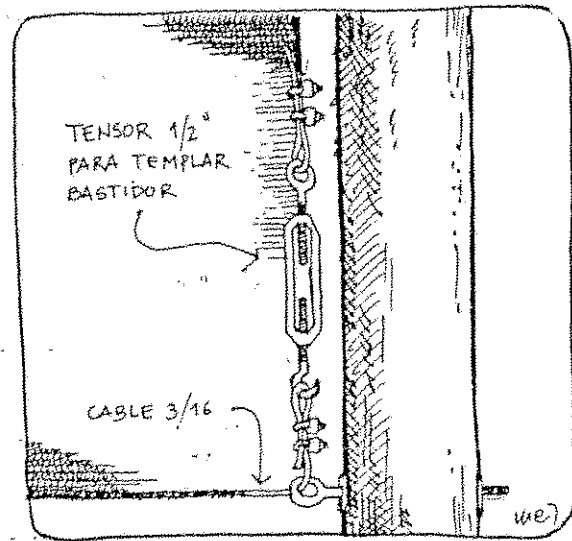
Ⓐ POSTE TERMINAL :



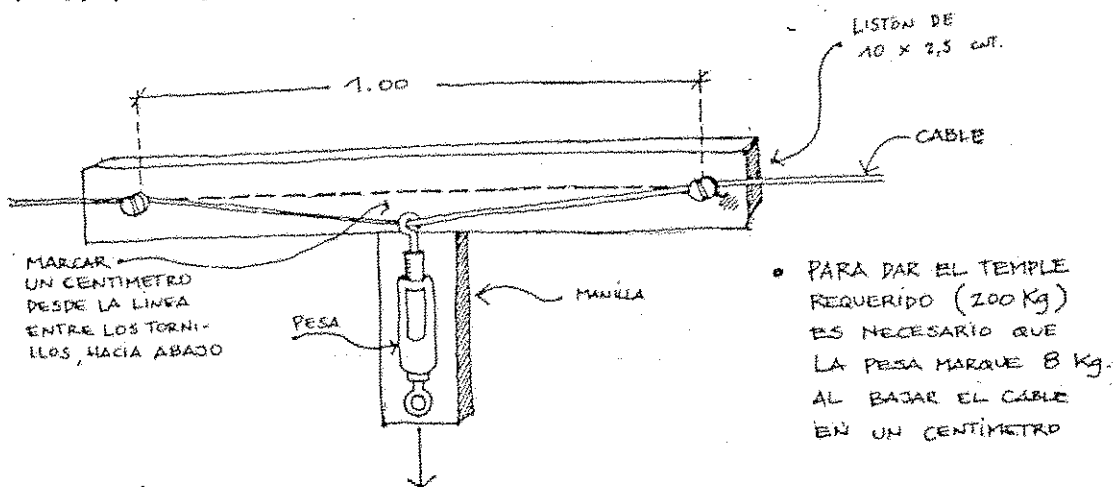
⑧: POSTE INTERMEDIO :



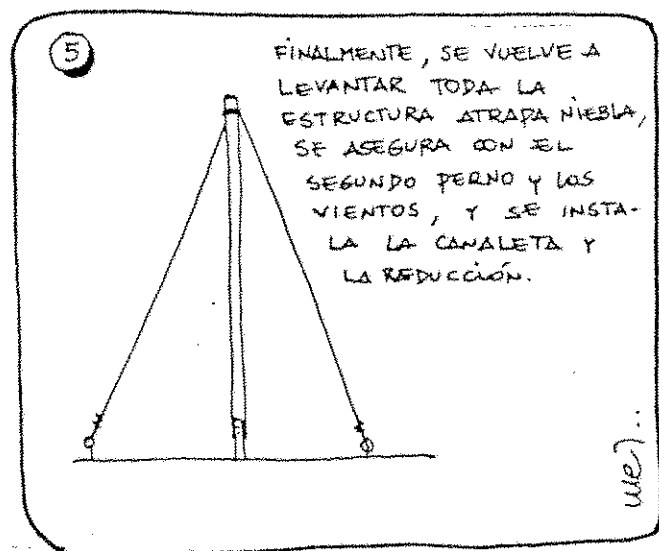
©: TEMPLE :



MANOMETRO ARTESANAL



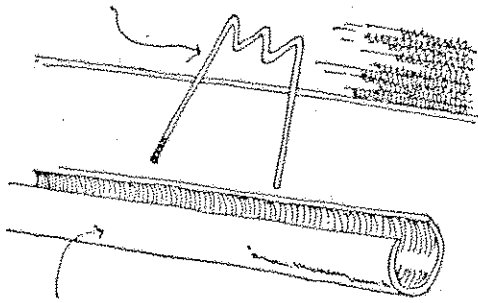
⑤ LEVANTAR ESTRUCTURA,
PONER CANALETA Y REDUCCIÓN



CUIDAR DE LEVANTAR TODA LA ESTRUCTURA
SEGUN SE DESCRIBE EN LAS FIG. 1 Y 2

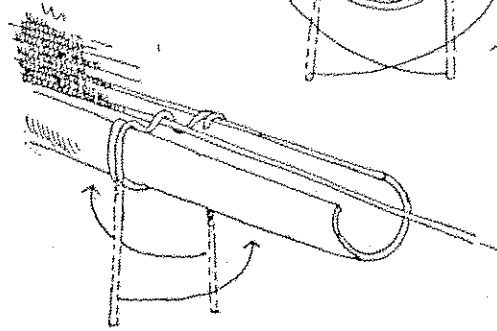
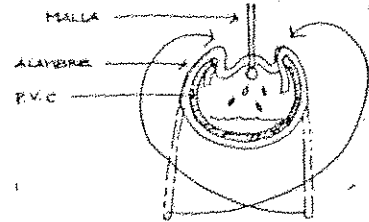
DETALLE AMARRE CANALETA

ALAMBRE
DUROSTRA 2.11.MM
DOBLADO A MEDIDA



P.V.C. 110 CORTADO
EN TIRAS DE 2 METROS

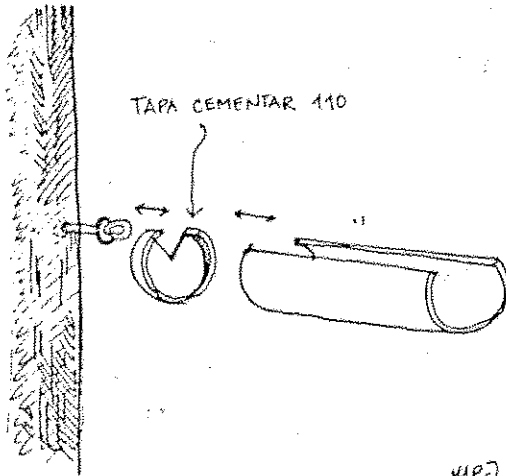
(ME)



(ME)

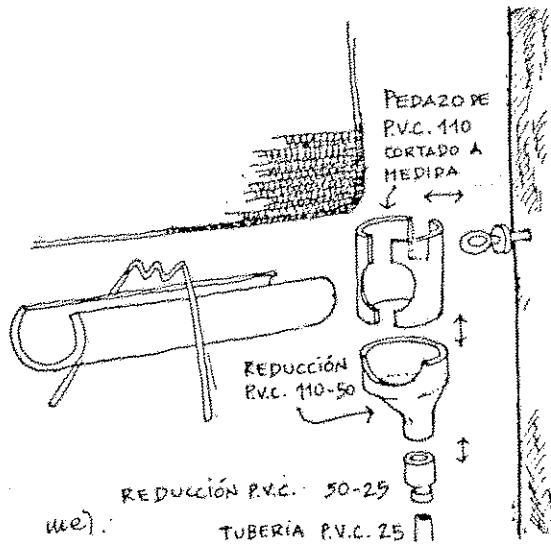
DETALLE REMATE CANALETA

TAPA CEMENTAR 110

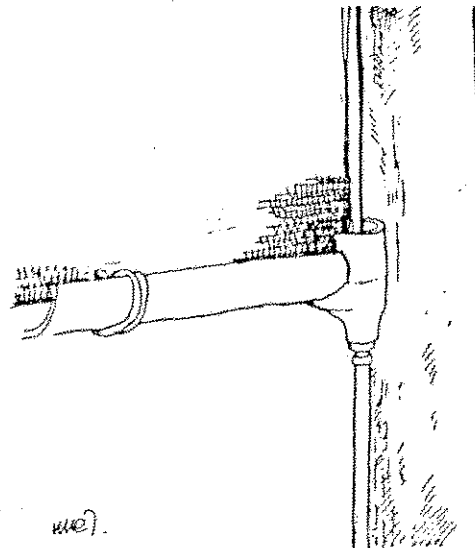


(ME)

DETALLE REDUCCIÓN

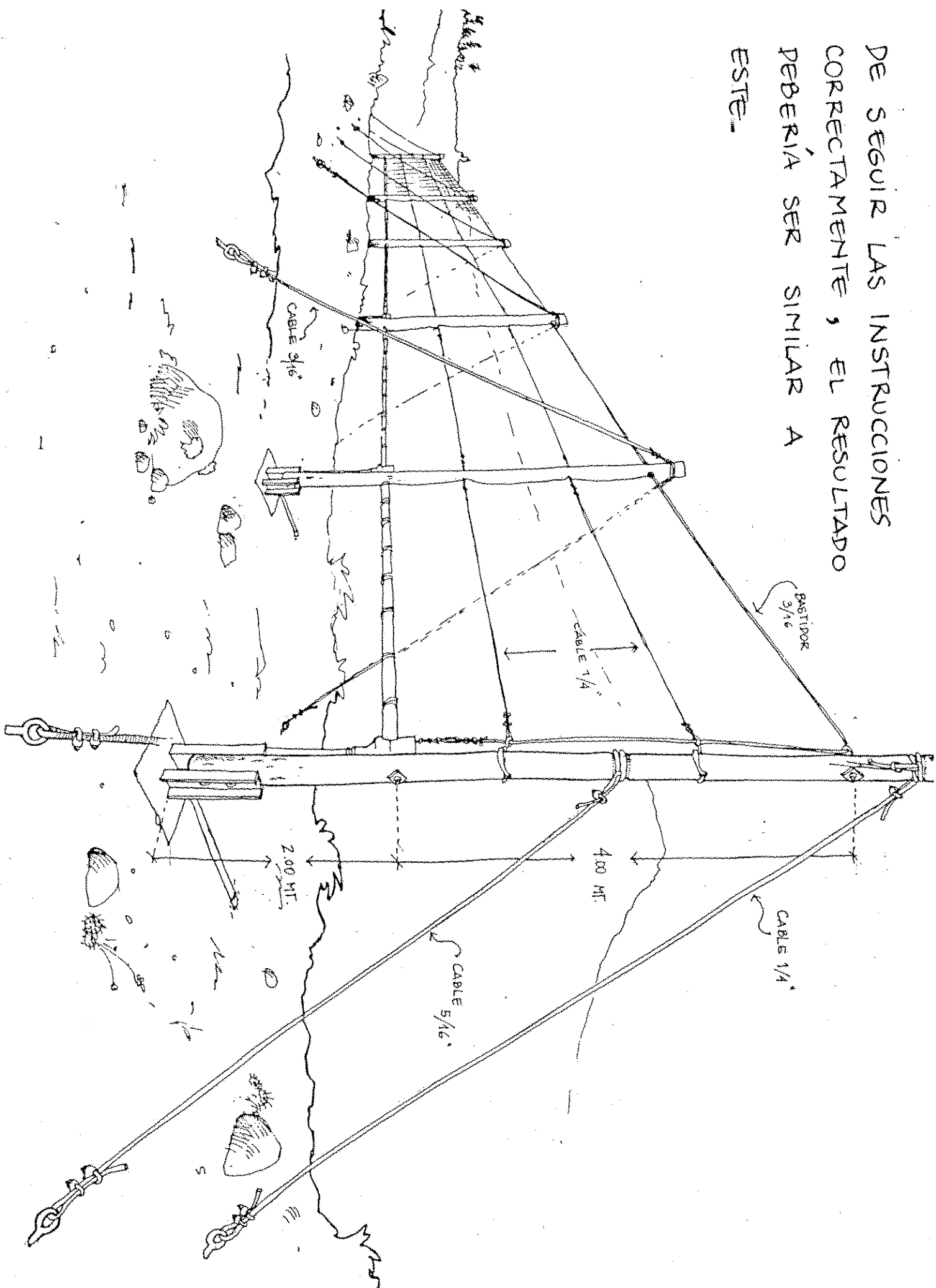


(ME)

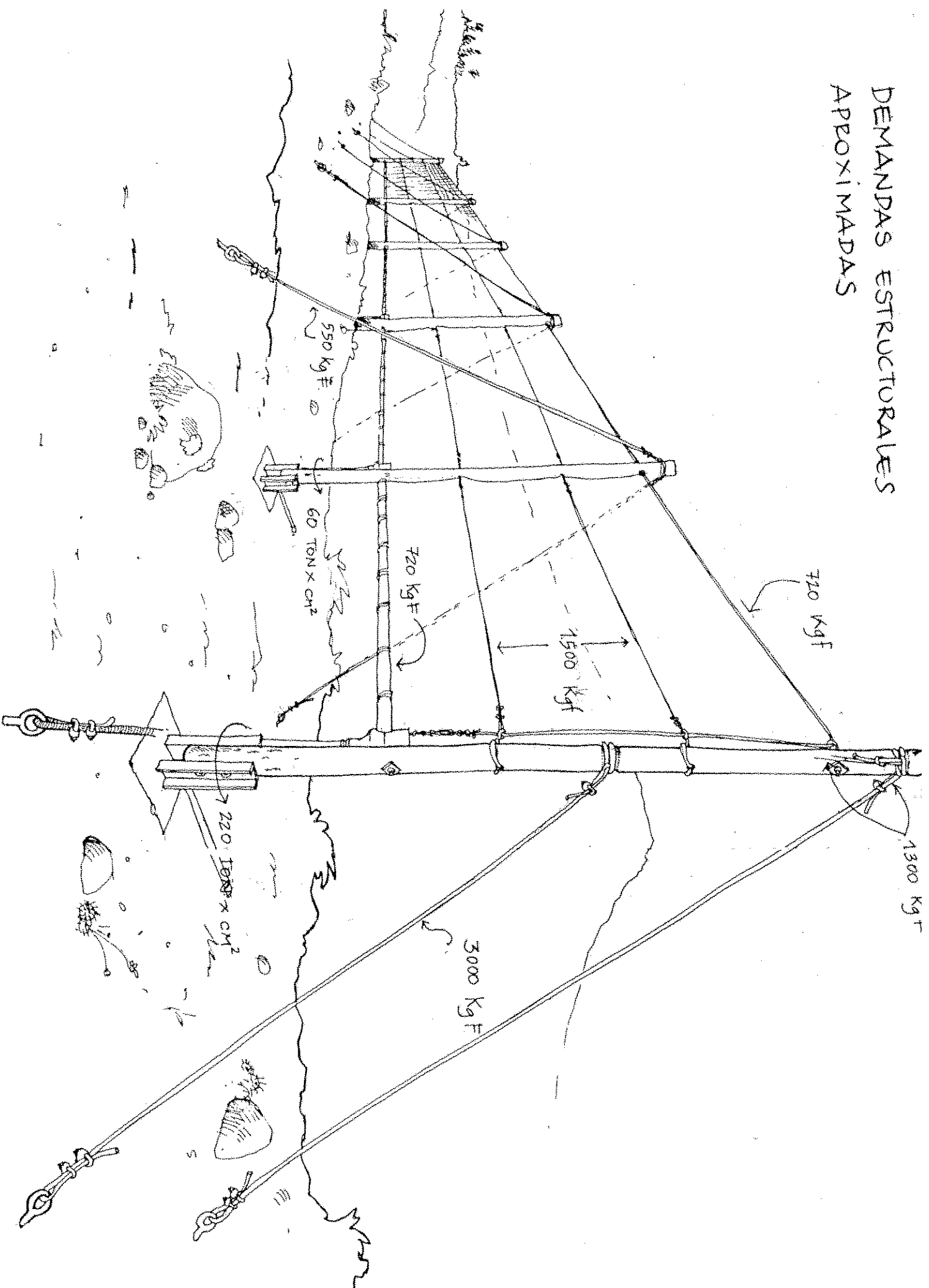


(ME)

DE SEGUIR LAS INSTRUCCIONES
CORRECTAMENTE, EL RESULTADO
DEBERÍA SER SIMILAR A
ESTE.



DEMANDAS ESTRUCTURALES APROXIMADAS



Bibliografía

- Barros, Juan S (1991) Captación de Precipitación y de Neblina en el Sultanato de Omán. Exploración Khareef 1989. Memoria para optar al grado académico de Licenciado en Geografía y al título profesional de Geógrafo. PUC, Enero 1991.
- Canto V, Waldo (1990) Informe de Consultoría: Costos Proyecto Camanchaca. CIID-Canada. La Serena, 1990.
- Conaf (1989) Proyecto Camanchacas-Chile: Actividad: Construcción de Captadores en el Sector El Tofo. Informe Final Primera Fase. Waldo Canto Vera, Junio 1989. CIID-Canada.
- Conaf (1985) Evaluación de las Neblinas Costeras (Camanchaca) en el Sector el Tofo. Informe Final Intendencia de Coquimbo. Mayo-1985.
- Cowiconsult (1990) Dhofar Khareef Studies. Feasibility of Fog & Rain Water Collection, and Guidelines for Pilot Projects. PCDESR, Sultanate of Oman. November, 1990.
- IDRC (1991) Agua de Nieblas para Tierras Áridas. Folleto Informativo.
- INN-Chile (1980) NCH432.0f71. Cálculo de la Acción del Viento sobre las construcciones. Instituto Nacional de Normalización, Chile 1971, 1980.
- Larraín, H. P. Cereceda (1983) "Aprovechamiento de la Camanchaca" Informe Final Intendencia Regional de Coquimbo. Instituto de Estudios y Publicaciones Juan Ignacio Molina. Junio 1983.
- Meune Rene (1966) Cables de Acero. Ediciones Urmo S.A. 1966
- Robledo Felix (1981) Luis Martín Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid 1981.