

20
2e

SISTEMA MODULAR DE DESTILADORES SOLARES PARA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA DE MEDIANA PRODUCCIÓN

*Tesis Profesional que para obtener el Título de
LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL
presenta*

ANGELICA BERENICE TAPIA MENDOZA

*con la dirección de
Ing. Ulrich Scharer*

*y la asesoría de
Dr. Miguel Angel Porta
D.I. Marta Ruíz
D.I. Emma Vázquez
D.I. Fernando Fernández
Ing. Carlos Rojas*

*Declaro que este proyecto de tesis
es totalmente de mi autoría
y que no ha sido presentado previamente
en ninguna otra institución educativa.*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



México, D.F.

1998

269193



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Coordinador de Exámenes Profesionales de la
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP 01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.



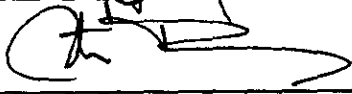


El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE TAPIA MENDOZA ANGELICA BERENICE No. DE CUENTA 8300020-1
NOMBRE DE LA TESIS Sistema modular de Destiladores Solares para planta potabilizadora de
agua de mediana producción.

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día de de 199 a las hrs.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 22 Octubre 1998

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE ING. ULRICH SCHARER SAUBERLI	
VOCAL DI. FERNANDO FERNANDEZ BARBA	
SECRETARIO DI. MARTA RUIZ GARCIA	
PRIMER SUPLENTE DI. CARLOS ROJAS LEYVA	
SEGUNDO SUPLENTE DI. EMMA VAZQUEZ MALAGON	

FICHA DE INVESTIGACIÓN

Asesoría

D.I. Rodolfo Gutiérrez. Primer director de tesis. Asesoría sobre en la primer concepto, cuando el objetivo del proyecto era realizar un potabilizador de agua para casa habitación.

Ing. Ulrich Sharer. Segundo y definitivo director de tesis. Asesoría para el nuevo y definitivo concepto: sistema modular de destiladores solares para comunidades de pocos habitantes. Corrección y sugerencias en todos los procesos de fabricación seleccionados y algunas aportaciones para la parte funcional. Corrección de todos los planos técnicos y de diagramas, así como ortografía del documento.

Dr. Miguel Angel Porta. Consejero externo del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Asesoría para ambos conceptos, el de casa habitación y el de comunidad. Aportaciones claras que me permitieron establecer muchos de los parámetros de diseño: dimensiones recomendadas, materiales adecuados por utilizar, consejos para evitar conformaciones complejas e información sobre aspectos reales de aplicación y de costos que permitieron aterrizar el proyecto.

D. I. Marta Ruíz. Asesoría en toda la logística del propio documento. Consejos para establecer coherencias dentro de toda la propuesta, así como revisión de esquemas descriptivos y ortografía.

D.I. Emma Vázquez. Revisión de la manufactura de todas las piezas de cerámica propuestas, así como de sus costos. Sugerencias para los moldes de dichas piezas, así como correcciones en todo el documento.

D.I. Alberto Gisholt. Cotización de y recomendaciones para las piezas de cerámica.

Investigación de campo y consultas a archivos

Mexicana de Resinas. Asesoría en la selección de la resina adecuada para la fabricación del destilador. Estimaciones de la cantidad requerida, así como estimado del costo de su manufactura.

Reciclados Plásticos Ocampo. Información sobre la madera plástica reciclada. Estimaciones de costos para la fabricación de las piezas propuestas en tal material.

Instrumatic, S.A. de C.V. Información y cotización del sistema electrónica para automatizar ciertas funciones de la planta desaladora.

Biblioteca Central de la UNAM. Información, muy retrasada, de otras plantas desaladoras de agua. Información sobre la problemática y situación de la demanda de agua potable en México y el mundo; y sobre aplicaciones alternativas de la energía solar.

Biblioteca de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Información sobre desalación de agua utilizando energía solar y/o con otras fuentes energéticas.

Revistas y reportes del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Resultados de algunas investigaciones realizadas sobre: el tema de la destilación, la energía solar en México y sus aplicaciones.

PERFIL DEL PRODUCTO

Nombre: Sistema Modular de Destiladores Solares para Planta Potabilizadora de Agua de Mediana Producción.

Servicio que presta: Abastecimiento de agua potable a pequeñas comunidades que carecen total o parcialmente de este servicio.

Quién lo compra: Dependencias gubernamentales, gobiernos de estado o gobiernos municipales.

Quién la usa: Localidades asentadas en islas o en zonas costeras con un alto índice de radiación anual y con un bajo número de habitantes promedio.

Quién lo manufactura: El Instituto de Ingeniería de la UNAM en colaboración con el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste desarrollan el primer prototipo para su análisis y mejora. Si el resultado del mismo nos conlleva a la solicitud de una producción piloto, se convocará a distintos proveedores para que realicen la manufactura parcial o total del sistema y bajo el análisis de costo y calidad que ofrezcan, se otorgarían la o las concesiones correspondientes.

Por qué se requiere su diseño: El proceso de destilación solar se plantea como una opción idónea para la obtención de agua potable en ciertas zonas de México y del mundo. Hasta el momento, los sistemas implementados en nuestro país han sido a nivel experimental o sin un concepto de comercialización masiva, por lo que, el mercado posible por cubrir es abundante. Por esta razón, el "destilador solar modular" puede resultar un proyecto apropiado, tanto en su propuesta funcional como en la comercial.

Cómo se vende: No requiere plaza de venta, se vende directamente al comprador bajo previo pedido.

Características generales del diseño

Por función

Obtención de agua potable a partir de agua salobre o contaminada utilizando el proceso de destilación solar.

El diseño del destilador esta conforme a los parámetros de máxima producción encontrados. Estos, básicamente, son:

- Un buen sellado.
- Aislamiento térmico.
- Buena distancia media mínima entre el piso interno del destilador y el condensador, en este caso 52 mm.
- Mínima altura posible de la salmuera (superficie libre de agua por purificar), en este caso 25 mm.

No se rompe el paradigma de utilizar a la destilación solar como proceso de purificación de agua, simplemente se propone una evolución sobre las actuales conformaciones de destiladores solares simples o *roof type*.

Materiales y procesos

Los materiales seleccionados en el diseño soportan el ambiente corrosivo y de intemperie en que estará expuesto el sistema.

Se procuró el uso de materiales reciclados.

Los procesos de fabricación son factibles con la infraestructura nacional. Además, son adecuados para producciones a baja escala para prototipos de prueba.

Ergonómicos

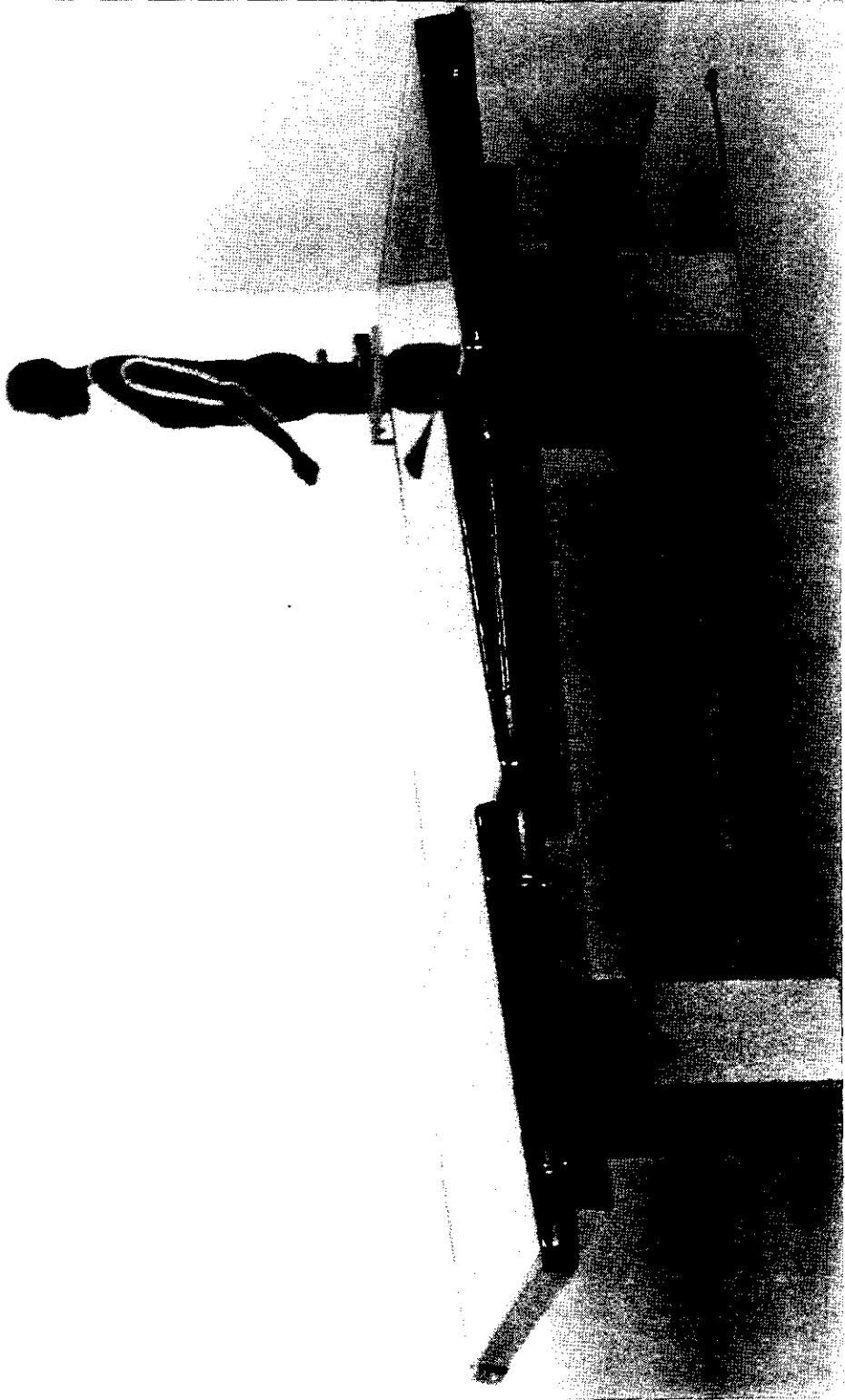
Dado que se trata de un sistema prefabricado, la instalación de la planta resultará más rápida y menos costosa que aquéllas que se fabrican en el propio lugar.

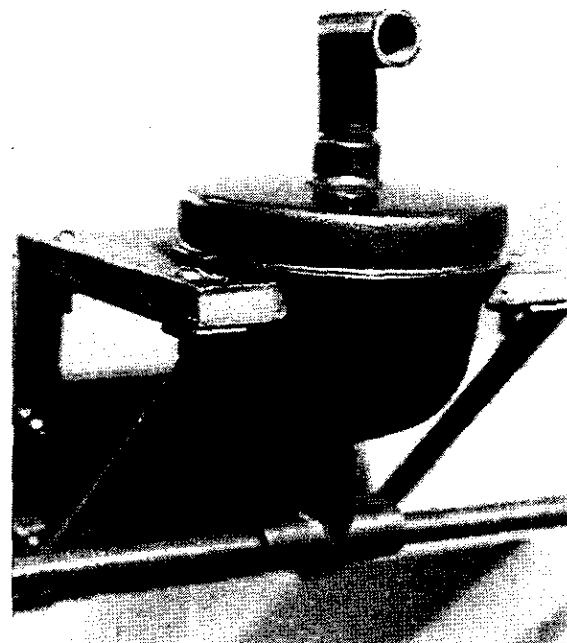
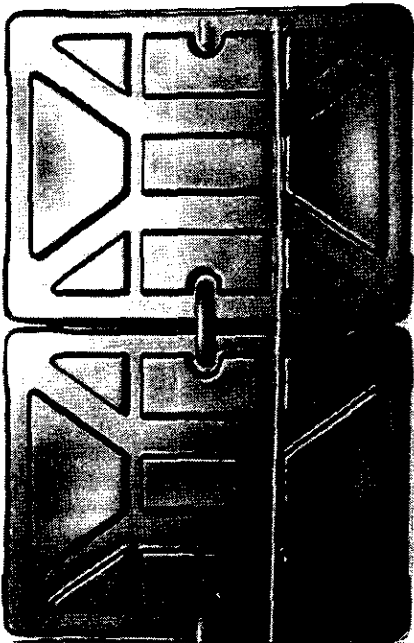
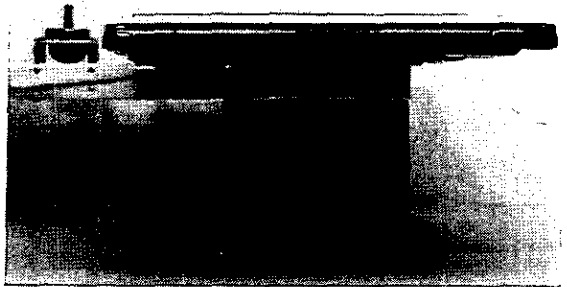
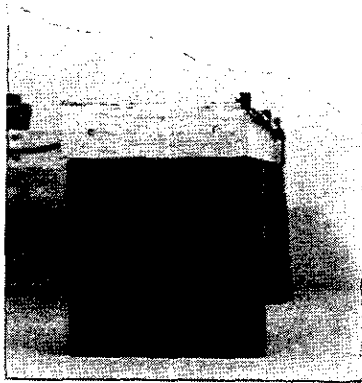
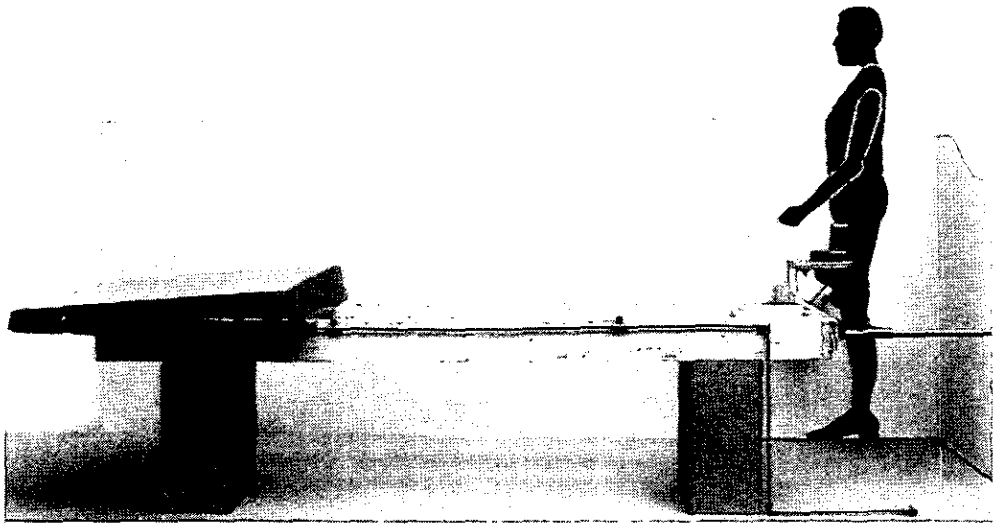
La planta potabilizadora podrá ser semiautomatizada y sólo requerirá de revisión periódica.

Económicos

La estrategia de venta se plantea directamente con los gobiernos de estado dentro de las dependencias que correspondan.

No hay sofisticación de la función, ni de los procesos, ni de los materiales utilizados para evitar elevar los costos y para facilitar la instalación de módulos de prueba que permitan evaluar el sistema propuesto, antes de iniciar una producción mayor.





RECONOCER PARA AGRADECER

De mi madre, su gran amor por nosotros.
De mi padre, su serenidad y paz reflejada.
De Rosana, su hermandad y patrocinio otorgado.
De Alejandro, su diálogo puntual y ordenado.
De Alfonso, su protección y consejo.
De Mamita, su lucha en la vida.
De mis sobrinos, su belleza y travesuras.

De Juan Carlos, su comunión conmigo.
De Ana y Sergio, su sonrisa y baile.
De Pepe, su gran cariño.
De Jesús y Dulce, su ayuda.
De Moni, su pensamiento inteligente.
De Fer, su gran amor por Moni y madurez.
De Oli y Marco, su compañía.
De Roger, su apoyo y amistad.
De Lalo, su gusto por la aventura y los comics.
De Gabriel, su destreza mental y compatibilidad.
De Hilda, su plática y esfuerzo.
De Beatriz, su energía.
De José Luis, su ejemplo.

De Jorge, tantas cosas... y las que aún faltan.

Con amor, nostalgia y añoranza.
A todos ustedes, que más de una vez me han arrancado la
sonrisa y hasta una lágrima.

Berenice

Algo para recordar

Una etapa como la de licenciatura, no se puede concluir así, nada más. Hay que hacer por última vez algo importante, por eso, quiero dejar escrito, en algún lado, lo que más recuerdo de esta aventura.

Los profesores

Los grandes maestros: Ulrich Scharer y Rodolfo Gutiérrez.

Los buenos maestros: Carlos León, Laura Elenes, Oscar Salinas, Fernando Fernández, Valencia, Díaz de Cossio y la de textiles.

Los que nunca olvidaremos: Charlie y Margain.

Los que arrancaban suspiros a las chicas: Guillermo Múgica, Ernesto Cárcamo y Carlos León.

La que arrancaba suspiros de un gran amigo: Marta Ruiz.

La más tierna y dulce: Mary Jose.

Los amables: Eduardo Novoa, Carlos Rojas, Treviño y Toño.

Mis compañeros y sus clanes

La bola: Oli, Marco, Moni, Fer, Samanta, Lalo, Gaby, Liz, Adrián, Sergio, Daniel, América, Rolando, los Jorges - Macías y Rodríguez - y Roger.

Las muchachitas: Irela, La Tía, Eugenia y Adriana.

Los Fermines: Fermín, Chavira, Ramón, Lucio, Cristóbal y, a veces, Gerardo y Roger.

Conjunto Sui Generis: Aldo "Dimi", Maritza, Carla, Paola y Mary Carmen (quien arrancaba suspiros).

Un buen trío: Ricardo, Zain y Arturo.

Un buen par: Marcela e Isabel.

Todo un personaje: Luis Acosta

Los exclusivos: Pola y Rodrigo.

La pareja extravagante: Henriette y Octavio.

Los solitarios: David Graft y Enrique Iturbe.

La que nunca entendí: Alejandra Locht.

Una buena adopción: Alex Landelius.

Los desaparecidos: Víctor, Ernesto, Rafael, Mike y Miguel Alejandro.

Un buen proveedor: Armando.

Los sucesos

El macro grito de Margain en clase.

El viaje a San Luis Potosí a conocer Mexinox.

La ponchadura de llanta del camión en dicho viaje.

Las chelisas de los viernes.

El viaje a Acapulco.

La navidad en casa de Liz y otros sucesos Cuernavaquenses.

Marco Trejo con actos de piromancias en casa de Moni.

La voz de Paola y la musicalidad de Luis Acosota.

Los ligues de Gaby.

Las perfecciones de Roger y George.

La simpatía de Jorge Macías y la originalidad de Zain.

Los actos evangelizadores de Alejandra "Lonch".

Frase célebre: ¡ Órale, guau ! por Rodrigo Castañeda.

La casa de Moni.

Los perdurables

Moni, Fer, Marco, Oli, Jorge y Bere.

Introducción	xv
A gua, sol y destilación	1
F uncionamiento	9
A spectos técnicos y de producción	25
I nstalación y mantenimiento	37
A nálisis de costos y estrategia de venta	45
Anexo 1/Planos	51
Anexo 2/Productos análogos y conceptos previos	103
Conclusiones	107

INTRODUCCIÓN

Contexto

Hemos visto en los últimos años un intenso movimiento concerniente a la protección y a la conservación del medio ambiente, dado que los factores que alteran los ciclos naturales de vida se han acrecentado y diversificado con gran celeridad. Esto ha dado como resultado que diversos países, gobiernos, universidades e industrias se encuentren en la búsqueda constante por resolver los problemas más alarmantes a los que se enfrenta la Tierra.

En la actualidad, a nadie le resulta ajeno tal marco de vida, simplemente, en la Ciudad de México con frecuencia se nos informa del IMECA alcanzado durante el día y, junto con esto, la implementación y puesta en marcha del programa "Hoy No Circula" son hechos que, de cierta manera, a todos han involucrado. Otras veces, los medios de comunicación nos señalan situaciones críticas como: el monto de producción diaria de basura o las grandes inversiones para suministrar de agua potable y energía eléctrica a la ciudad que, junto con el constante crecimiento de la población, originan escasez de vivienda, empleo y servicios públicos, rompiendo toda coordinación entre nuestro modo de vida y el medio que nos rodea.

Me parece que esta problemática presentada en la Ciudad de México, así ya como en otras importantes ciudades del país, se debe a una carencia total de conciencia y visión por parte de la sociedad en su conjunto.¹ Todo esto origina que, aquéllos que nos encontramos inmersos en el sistema citadino, cuestionemos qué es lo que no funciona fuera de él; es decir, qué hace que pequeñas localidades, poblaciones o zonas rurales, tan interesantes por sus condiciones ambientales, carezcan de suficientes elementos para atraer a la gran oferta de profesionistas que existe en el país?

¹ Repetidamente se argumenta que el origen de esta desarmonía socioambiental está dada por la marcada concentración de los poderes políticos, industriales o académicos, sin embargo, considero que se debe a la carencia de adecuadas estructuras de desarrollo social, cultural y tecnológico que funcionen para el servicio del hombre, sin alterar la relación del mismo con su entorno ambiental.

Por consiguiente deducimos que, mientras en las grandes urbes se hacen enormes esfuerzos e inversiones por satisfacer las necesidades básicas de sus habitantes, difícilmente las pequeñas poblaciones del país cuentan con una correcta red de drenaje y alcantarillado, un suministro de energía eléctrica y agua potable, servicios indispensables para una aceptable calidad de vida de los pobladores. *Menciono incorrecto porque absurdamente lo hay para que Bimbo, Sabritas o Coca-Cola estén presentes en la "tiendita más cercana" del más recóndito lugar.*

Esta problemática es realmente compleja y las posibles soluciones se podrían discutir desde distintas plataformas como la política, cultural, ambiental o económica, mas no es lo que me concierne. Lo importante es mencionar bajo que contexto fue iniciada esta tesis y con esto reflejar mi interés por diseñar productos que, básicamente, corresponden a dos inquietudes personales: la primera, contribuir al desarrollo de tecnologías en coordinación con el medio ambiente; y la segunda, generar alternativas de trabajo que funcionen de manera externa a esta ciudad para que en un futuro los servicios de un diseñador industrial sean requeridos, no sólo por el mercado urbano - con características de consumo ya devastador -, sino en proyectos de amplio sentido social.

Selección del tema

La gama de productos que satisficieran mis inquietudes era muy amplia, mas se tenía que concretar en algo y fue así como seleccioné el *purificador* solar de agua, el cual estaba destinado a viviendas ubicadas en zonas rurales que contaran con una basta insolación promedio anual y con un suministro insuficiente de agua potable. Posteriormente, a través de la investigación y el análisis, el concepto original se modificó al de *destilador* solar de agua, el cual establecía a la destilación solar como el único método de purificación de agua por utilizar. Finalmente, se matizó un tanto el rumbo del proyecto cambiándose el uso del producto: de vivienda rural a comunidad rural.

Generalidades del proyecto

Este último concepto - el que atañe al presente trabajo - es una propuesta de sistema modular para la instalación de una planta desaladora de agua que sirva a localidades de pocos habitantes, en donde el agua potable sea una necesidad urgente por satisfacer. Su funcionamiento se lleva a cabo sólo con energía solar, contribuyendo así al desarrollo y aplicación de una energía limpia y gratuita.

Con este sistema potabilizador se puede llegar a obtener una producción de hasta unos 1,500 litros de agua por día - lo que denomino mediana producción -. Si deseamos satisfacer una demanda

Con este sistema potabilizador se puede llegar a obtener una producción de hasta unos 1,500 litros de agua por día - lo que denomino mediana producción -. Si deseamos satisfacer una demanda mayor, quedaremos fuera del rango de uso proyectado y se tendrá que elegir otro sistema. La producción mencionada puede ser suficiente para una comunidad de hasta 50 personas (30 litros al día por persona promedio anual).²

Las principales aportaciones de este proyecto de diseño sobre otras plantas desaladoras de agua son:

- Versatilidad dimensional y productiva. Posibilidad de tener distintas conformaciones, según la geografía del lugar, y de satisfacer distintas demandas, dado que se trata de un diseño modular.
- Reducción de tiempos y errores en la instalación de la planta. La mayoría de las plantas que se encuentran funcionando en la actualidad fueron diseñadas y construidas para y en el propio lugar de uso. En el caso de este proyecto, la mayoría de las piezas se fabricarán previamente, por lo que el armado del sistema se hará en menor tiempo y los rangos de error disminuirán al sustituir mano de obra local por mano de obra controlada.³
- Diseño por eficiencia de la unidad destiladora de agua. El principal elemento del sistema, el destilador, contempla diversos parámetros actualizados de diseño por eficiencia, sin llegar a soluciones de alto costo.

Es importante aclarar que dentro de los alcances de este proyecto no está dar solución a todos los factores que intervienen en el funcionamiento de dicha planta, como lo son traer el agua desde la fuente primaria o canalizarla a su destino final una vez que ya ha sido potabilizada. Se hace mención de los factores que se consideran indispensables o recomendables, mas la resolución a detalle estaría, en dado caso de que se llevara a cabo el proyecto, a cargo del equipo encargado de hacer la propia instalación.

² Por ahora, es difícil detectar el consumo de agua *per capita*, sobretudo en comunidades de menos de 100 habitantes; sin embargo, considero que 30 litros de agua al día pueden llegar a cubrir la demanda básica del recurso. Quizás para los parámetros de consumo de una gran urbe esto sea una porción miserable, pero para personas de comunidades aisladas, carentes de agua potable en kilómetros a la redonda, esta cantidad será como una bendición.

³ La mano de obra local es necesaria cuando se trata de un diseño único para cierto lugar. La mano de obra controlada se obtiene al fabricar la mayoría de las piezas en un taller especializado.

Dado que el sistema en su conjunto resulta costoso para el ingreso *per capita* promedio del mercado a la que esta destinado, se ha decidido dirigir la estrategia de venta a entidades gubernamentales, quienes tienen la responsabilidad de cubrir la necesidad básica de agua potable en el país. Esto significa que la venta sería directa, por lo que no es necesario diseñar una estrategia de mercadotecnia o un punto de venta como en otros productos.

Esquema del trabajo

El *primer capítulo* de este trabajo nos permitirá conocer datos generales sobre la problemática del agua potable, el uso y crisis de los actuales energéticos, el prometedor panorama de la aplicación de la energía solar, así como antecedentes de la destilación solar. Este apartado cuenta con ciertos recuadros informativos específicos con el fin de poder ofrecer una visión global de la problemática ambiental y energética en la que nos encontramos.

El *segundo capítulo* describe de manera precisa y esquemática los principios básicos de funcionamiento del sistema bajo las siguientes divisiones: Suministro inicial del agua salobre, El destilador, Recolección del agua potable y Limpieza y desagüe. Al inicio de este apartado se hace una descripción de las distintas piezas que conforman el sistema, de tal modo, que el lector se familiarice con ellas y le ayude a comprender mejor la narración del propio funcionamiento.

Las especificaciones técnicas de cada uno de los objetos que conforman este sistema modular se muestran en el *tercer capítulo*, el cual contiene un organigrama general de las piezas en paralelo con la lista de planos de las mismas, así como cuadros de especificaciones técnicas y una lista de piezas conforme al material de su fabricación.

Los aspectos de ergonomía son expuestos en el *cuarto capítulo*, es decir, la relación entre el diseño del sistema con respecto al usuario, al fabricante y al que hace la instalación. Las secciones de este capítulo son: Instalación, Mantenimiento frecuente y Mantenimiento especializado.

Finalmente, en el *quinto capítulo* se analizan y plantean, a grandes rasgos, algunos aspectos económicos del proyecto, costos de producción, precio de venta, mercado potencial y estrategia de venta.

Es importante señalar que todos los datos relevantes surgidos de la investigación de campo previa serán presentados de manera paralela a la descripción del proyecto en cada uno de los capítulos, lo cual permitirá ligar de modo inmediato las características del diseño con la información recabada.

Al término de los cinco capítulos que describen todos los aspectos del sistema, se anexan dos secciones: *planos*, la cual bien podría haber sido colocada en el tercer capítulo, pero decidí colocarla a parte, dada la cantidad de páginas que abarca, y *sketches y productos análogos*, que nos mostrarán los primeros bocetos que se generaron, así como algunas imágenes de otras plantas de destilación solar.

Considerando que no basta exponer todos los aspectos de diseño y funcionamiento, aunque éstos en realidad son los que hacen existir al proyecto como tal, me parece indispensable expresar, a manera de conclusión, todo lo que significó el desarrollo interno de esta tesis. Por esta razón, el documento culmina con un análisis propio del proyecto, con algunos comentarios referentes a la carrera y con otros referentes al propio Centro de Investigación en Diseño Industrial.

CAPÍTULO 1

AGUA, SOL Y DESTILACIÓN

El agua, recurso vital

A veces olvidamos la maravilla que es contar con un suministro de agua potable a la orden del día: si carecemos de ella tan solo unas horas, toda nuestra actividad cotidiana se ve alterada, ¡ah! pero eso sí, en cuanto las cosas vuelven a la normalidad, nos olvidamos del asunto y continuamos utilizándola a nuestro ritmo y conveniencia, sin reflexionar la dificultad que implica mantener dicho suministro constante y de calidad.

Destino del recurso

Se ha encontrado que el nivel de desarrollo económico de un país describe curvas semejantes a las del consumo promedio de agua *per capita*. "El acrecimiento de las necesidades de agua está en función directa del aumento del bienestar y de los bienes de producción y de consumo puestos a disposición del individuo. El gran consumidor no es directamente el hombre, sino la actividad económica" ¹. Es decir, en las grandes ciudades el destino del agua, esta dirigido a fábricas, hospitales, escuelas, oficinas, establecimientos y servicios. En realidad, el sector vivienda ha de consumir entre un 20% y 30% del total.

En 1996 el Distrito Federal, con sus 8,400 millones de habitantes, consumió 1,107 millones de metros cúbicos de agua²; ya podremos imaginar el costo y la infraestructura necesaria para dar tal servicio. En contraste con esta cifra, existen diversas poblaciones que carecen parcial o totalmente de un abastecimiento mínimo indispensable. El CENSO de 1995 tiene registradas 2'764,533 viviendas que no disponen de agua entubada, lo cual representa el 14.27% del total de ellas. Esta es una cifra muy alta, considerando que se trata de un recurso esencial para tener una calidad de vida aceptable.

¹ Gomelia Cyril. *La sed del mundo*. Francia 1973

² Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Finanzas. *Nosotros también rendimos cuentas 96-97*

En el territorio nacional aún existen sectores importantes de la población a los que hay que proveer del vital líquido. La dificultad de llevar esto a cabo se debe, fundamentalmente, a las dimensiones poblacionales de la localidad, así como a su condición y ubicación geográfica. Algunas cuentan con una fuente de agua potable cercana, pero carecen de infraestructura para canalizarla a cada vivienda; otras poseen agua contaminada como única fuente de abastecimiento, por lo que hay que implementar sistemas de purificación adecuados; y existen aquéllas que simple y llanamente no cuentan con un suministro en kilómetros a la redonda.

Resolver esta problemática es una tarea titánica, pero absolutamente necesaria. Cualquier medida o proyecto que se gestione para lograr avances en este sentido significará una aportación a la calidad de vida promedio en México.

Contaminación

Es importante señalar que la necesidad de agua potable no solo se define por la cantidad requerida, sino también por su calidad. Existen países que desde hace ya varios años tienen resuelta su necesidad en cuanto a abastecimiento, pero ahora se enfrentan a deficiencias en su calidad debido a la contaminación de importantes redes de distribución.

El agua contaminada puede deber su origen a factores naturales o artificiales. En las zonas urbanas, la falta de infraestructura, control, mantenimiento y supervisión del desagüe generado en la industria (sobre todo la de papel y la de colorantes), así como en la vivienda, está afectando cada vez más la calidad de este recurso. También, en el campo el uso de agroquímicos, tales como fertilizantes nitrogenados, insecticidas y herbicidas contribuyen a esta situación.

La disentería, el cólera y la tifoidea son enfermedades que con mucha frecuencia deben su origen a la ingestión de agua contaminada. Tanto en el cólera como en la disentería, los microorganismos se multiplican en los intestinos provocando, en el caso de la disentería bacilar, toxinas que pueden llegar incluso al corazón. Ambas enfermedades pueden curarse con medicamentos específicos, pero los pacientes que han padecido cólera pueden sufrir daños irreversibles en los intestinos³.

La contaminación por factores naturales se refiere a las características físico-químicas del agua disponible en cierta región.

³ Deming, H. G. *Water. The fountain of opportunity*. Oxford 1975

Existen áreas geológicamente aisladas en Sudamérica, África del este y Asia central donde los fluoruros del agua potable se encuentran a tan altos niveles que no solo dientes manchados, sino hasta fluorosis del esqueleto llega a ocurrir. En México existen casos similares; *i.e.* el estado de Aguascalientes posee mantos acuíferos con importantes contenidos de fluoruros, los cuales han originado dientes amarillos en varios sectores de la población.

El agua salobre es otro caso de agua contaminada por origen natural, la encontramos con contenidos de sales de hasta 35gr. por litro; concentración insostenible para su ingestión en el cuerpo humano. “Ningún animal tolera en su cuerpo una concentración salina de más del 0.9%; los riñones humanos son incapaces de concentrar más de 2.2% de sal en la orina, no pueden filtrar el agua del mar, cuya salinidad es del 3.5%”⁴.

En este trabajo se considerará agua “contaminada” a toda aquella que posea partículas que pongan en riesgo la salud humana a corto, mediano y largo plazo. El agua de mar se establece como parámetro máximo, por lo tanto, toda aquella que supere la cantidad de agentes agresivos y nocivos quedará fuera de posibilidad de uso para ser destilada.

El Sol, eje de nuestro movimiento

Cuando captamos que el sol da origen a todas las fuentes energéticas con las que el hombre subsiste, podemos darnos cuenta que sus posibilidades de aplicación directa son tan extensas como nuestra creatividad e ingenio lo permitan.

Crisis energética

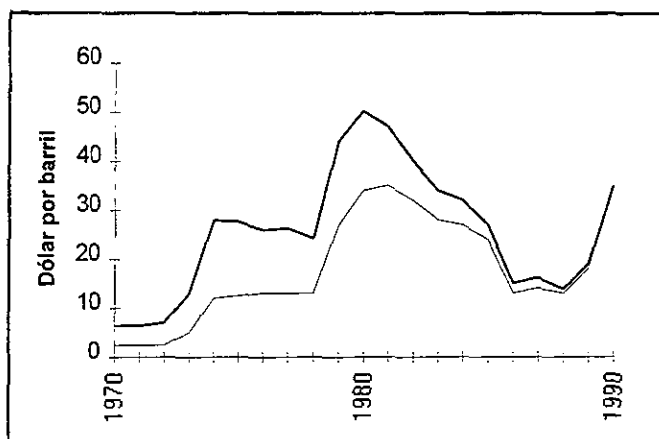
En la actualidad, existen diversas estimaciones acerca de las reservas de combustible fósil; sin embargo, todas coinciden en que durante el próximo siglo quedarán agotadas, si es que no se planea un uso racional y estratégico de ellas.

Esta anunciada crisis energética más que asustarnos, nos indica el rumbo que tomará la actividad económica en cuanto a energía se refiere. Aquéllos que inviertan ahora en desarrollo e investigación para aplicaciones prácticas de fuentes alternativas de energía estarán en posición ventajosa ante el encarecimiento y escasez de los actuales energéticos.

⁴ Enciclopedia “El Agua en la Vida”.

No se puede negar que hasta ahora los actuales energéticos han cubierto demandas monstruosas, que difícilmente hubieran podido ser satisfechas con fuentes renovables de energía en el mismo período de tiempo; sin embargo, su uso irracional ha provocado un terrible deterioro del medio ambiente.

Precio Mundial del Petróleo, 1970-1990⁵



Reservas mundiales de petróleo por región en 1980 y 1989⁶

Región	Reservas de Petróleo		Porcentaje de reserva en 1989 (%)	Durabilidad de reservas en 1989 según estimado de producción (años)
	1980 (miles de millones de barriles)	1989		
Medio Oriente	362	660	65	110
Latinoamérica	70	125	12	51
Unión Soviética y Europa del Este	66	60	6	13
África	55	59	6	28
Australasia	40	47	5	20
Norteamérica	39	42	4	10
Europa Occidental	23	18	2	13
TOTAL	655	1,011	100	44

⁵ Flavin y Lenseen. *Beyond the Petroleum Age: Designing a Solar Economy*. Worldwatch Paper 100, EUA, 1990.

⁶ *Ibid.*

Alternativa energética

Considero que la sociedad ha sido ambiciosa, demanda velocidad e innovación a costa de cualquier cosa, sin detenerse a pensar si el recurso energético seleccionado para determinado uso y zona será el adecuado en el mediano y largo plazo. Por fortuna, un importante sector de la comunidad mundial ha rectificado el rumbo, estableciendo como principio rector de su actividad el desarrollo sustentable. En esta nueva dirección, adquiere gran importancia el aprovechamiento de la energía solar - gratuita, renovable y no contaminante -, por lo que es indispensable conocerla, estudiarla y experimentar todas las posibles opciones de su aplicación.

Uso mundial de energéticos y emisiones de dióxido de carbono en 1989, y metas para 2030⁷

Recurso Energético	1989		2030	
	Energía (emtc) ⁸	Emisiones (mtons) ⁹	Energía (emtc)	Emisiones (mtons)
Petróleo	3,098	2,393	1,500	1,160
Carbón	2,231	2,396	240	430
Gas natural	1,707	975	1,750	1,000
Renovables ¹⁰	1,813	-	7,000	-
Nuclear ¹³	451	-	0	0
TOTAL	9,300	5,764	10,490	2,590

Como se muestra en el cuadro anterior, las fuentes renovables se colocan como la opción más prometedora para el futuro energético del globo. Estas fuentes comprenden la solar (en usos directos), la eólica (proveniente del viento), la biodigestiva, (descomposición de materia orgánica para generación de gas bajo incidencia de radiación solar) e hidráulica (de mares y ríos).

Otros datos importantes sobre energía solar son los siguientes: La radiación que recibe la superficie terrestre, una vez que ésta ha pasado la atmósfera, (80 trillones de kilowatts), es aproximadamente 13,000 veces mayor a la aprovechada. Un metro cuadrado de superficie en la tierra recibe del sol 1 Kilowatts de radiación en promedio durante un día. El techo de una casa recibe energía suficiente para todas las necesidades de la misma, aprovechándola con tan sólo modestas

⁷ Ibid

⁸ Equivalencia en millones de toneladas de petróleo.

⁹ Millones de toneladas.

¹⁰ Bajo ciertas circunstancias, las energías renovable y nuclear pueden generar emisiones de dióxido de carbono.

eficientes conversiones. Se estima que 65 hectáreas de tierra reciben diariamente energía equivalente a la que proviene de 2,500 barriles de petróleo crudo. Y la energía solar que recibe la superficie de los E.U.A. anualmente es equivalente a la que produce 1 trillón de toneladas de carbono.¹¹

EL SOL, *the sun, die Sonne, le soleil, il sole*

"El Sol funciona como un cuerpo negro a temperatura efectiva de 5,762⁰ Kelvin. De manera extraterrestre, una superficie de área unitaria perpendicular a la radiación y a la distancia media entre el Sol y la Tierra (Ics: Constante Solar) recibe 1,940 calorías x centímetro⁻² x minuto (lo que viene siendo 1,940 Langleyes x minuto o 1,353 Watts x m⁻²). Dicha constante se distribuye según la longitud de onda, adquiriendo solo valores significativos en los espectros de 0.2 a 4.0µm .

La radiación solar que llega a la Tierra viene de la fotosfera, mas no toda la radiación producida en dicha capa solar llega a la superficie terrestre. La atmósfera funciona como absorbente y reflejante de dicha energía. La radiación viene distribuida en el espectro con diferentes longitudes de onda, del espectro ultravioleta al infrarrojo.

Los distintos componentes que se encuentran en la atmósfera son: 78% nitrógeno, 21% oxígeno, 0.9% argón, 0.03% dióxido de carbono y otros gases como ozono y vapor de agua. El ozono absorbe los rayos ultravioletas (0.35µm) y el vapor de agua absorbe las bandas infrarrojas. Por lo tanto, sólo la radiación solar extraterrestre entre 0.29µm y 2.3µm es transmitida con sus atenuaciones a la superficie de la Tierra."¹²

Las unidades del sistema internacional para medir la irradiación global diaria son MegaJules x m⁻² (MJm²). Las equivalencias son: 1 Langley = 1 caloría x cm⁻² = 4.816 Joules cm⁻² = 0.0416MJm⁻². La radiación solar usualmente la encontraremos expresada en Watts x m⁻². Según lo que he observado, la radiación se expresa en unidades de potencia/unidades de superficie y la irradiación en unidades de trabajo/unidades de superficie. Sin embargo, con textos en inglés y de años no recientes existe cierta confusión.

Contexto global

Aunque el destino de uso del producto de esta tesis está enfocado a un mercado nacional, es importante ubicar el contexto global en cuanto a irradiación promedio anual en el que se encuentra nuestro país para contemplar los posibles mercados internacionales de este sistema.

La cantidad de irradiación promedio que se registra en cada país depende de su posición geográfica en el mapa terrestre y, por lo tanto, de la serie de factores característicos de cada región. Según el mapa "World Design Insolation" de la empresa Solarex Corp., las regiones que registran arriba de 6 Kilowatts x hora x metro⁻² x día⁻¹ (KWh m⁻² día⁻¹) son: El desierto del Sahara llegando hasta Arabia Saudita, parte de Sudáfrica, el desierto Australiano y algunas zonas en Pakistán,

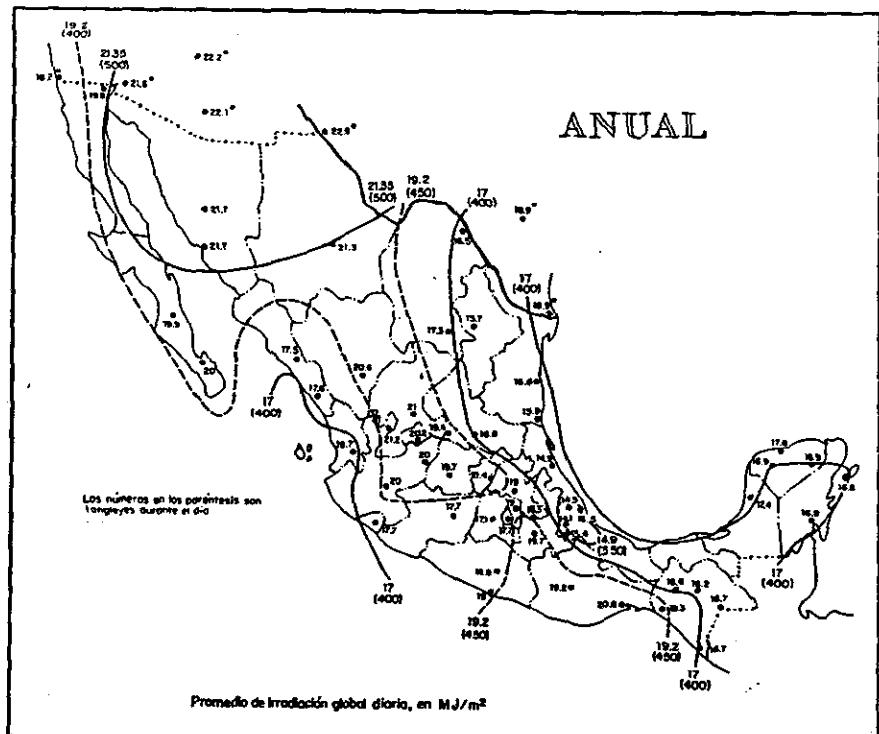
¹¹ Solar Energy

¹² González, Julia. *Energía Solar*. Ed. 1978

Kenia, Perú, Chile y Argentina. Entre los 5 y 6 KWhm⁻²día⁻¹ se encuentran las siguientes: un 60% del continente africano, la mitad norte de la isla de Madagascar, el sudoeste de Asia, el sur de la India, la mayor parte de Australia, el sudoeste de E.U.A., el noroeste de México, Honduras , Jamaica, Haití; y parte de Perú y Brasil. Con 4 a 5 KWhm⁻²día⁻¹ se encuentran: el sur de Australia, Tailandia, Malasia, Indonesia, China, algunas zonas en África Central, México, parte de E.U.A, el norte de Sudamérica con algunas otras regiones en Brasil, Uruguay y Argentina.

Situación nacional

En el caso de México "las regiones de mayor irradiación son Sonora, Chihuahua y el oriente de Baja California, siendo las más propicias para ubicar instalaciones que requieran una incidencia alta de energía solar. Existen otras dos regiones bastante definidas, con más de 19.2 MJm⁻² en el año: una abarca Durango, Zacatecas y Aguascalientes, y otra, la mayor parte de Puebla, Guerrero y Oaxaca. Además se aprecia que más de la mitad del país recibe 17 MJm⁻² diarios en el año, lo cual significa que en México el uso de la energía solar representa una fuente importante energética¹³.



¹³ Almanza, Estrada-Cajjal y Barrientos. Actualización de los mapas de irradiación global solar en la república mexicana.. Series del Instituto de ingeniería, UNAM, México 1992.

Destilación solar, una opción por considerar

La destilación solar se presenta como una opción viable y certera para purificar agua en algunas zonas de nuestro país y del mundo. "México cuenta con una gran cantidad de islas sin recursos acuíferos sustentables para su población, v.gr. Isla Socorro, la de mayor extensión en el Archipiélago de las Revillagigedo en la península de Baja California. Esta isla le permite a la nación incrementar a casi el doble su Zona Económica exclusiva en el Pacífico noroccidental, habitada por apenas unas 100 personas. Se requiere que se suministre agua por medio de los barcos de la Armada de México"¹⁴.

Una de las primeras y principales instalaciones para destilar agua aprovechando la energía solar se creó en 1872 en Las Salinas, Chile por el ingeniero sueco Carlos Wilson. Con una superficie de 4,000m² y una producción promedio de 22,500 litros al día se logró abastecer de agua a los mineros de la zona. En 1951, también en Chile, se llevó a cabo una instalación mayor con una superficie de 44,000m², evaporando en promedio 236,000 litros por día.¹⁵

La destilación es el único proceso que elimina en su totalidad las impurezas como sedimentos, sólidos disueltos, nitratos, sodios, metales tóxicos y microorganismos; excepto un elemento químico orgánico tóxico que se vaporiza junto con el agua, pero el cual parece presentarse solo en países industrializados que utilizan grandes cantidades de agroquímicos.

En realidad, se trata del mecanismo natural con el que se abastece de agua dulce la Tierra y, por lo tanto, el hombre. Sin embargo, dadas las crecientes demandas en este siglo, ha sido necesario implementar nuevos procesos y sistemas de purificación, de los cuales, la mayoría requiere de algún energético para llevar a cabo su función. Por esta razón, se está reconsiderando a la destilación solar como una opción idónea de potabilización.

En el diseño de los actuales sistemas poco se ha explorado sobre la posibilidad de estandarizar la producción para una mejor comercialización. Estos factores, junto con el resto de lo expuesto en este capítulo, dan origen y alma al presente proyecto.

¹⁴ Porta, M.A. *Mecanismos de transferencia de destiladores solares someros*. Tesis de doctorado. Facultad de Ingeniería, UNAM, México 1996.

¹⁵ Hans Rau. *Energía solar, aplicaciones prácticas*. Editorial Marcombo. 2ª edición. 1984.

CAPÍTULO 2

FUNCIONAMIENTO

Este capítulo describirá de modo generalizado las distintas etapas del funcionamiento de la planta desaladora de agua. Por el momento, las funciones que involucran una interacción humana no serán citadas aquí, éstas serán descritas en el cuarto capítulo, *Instalación y Mantenimiento*.

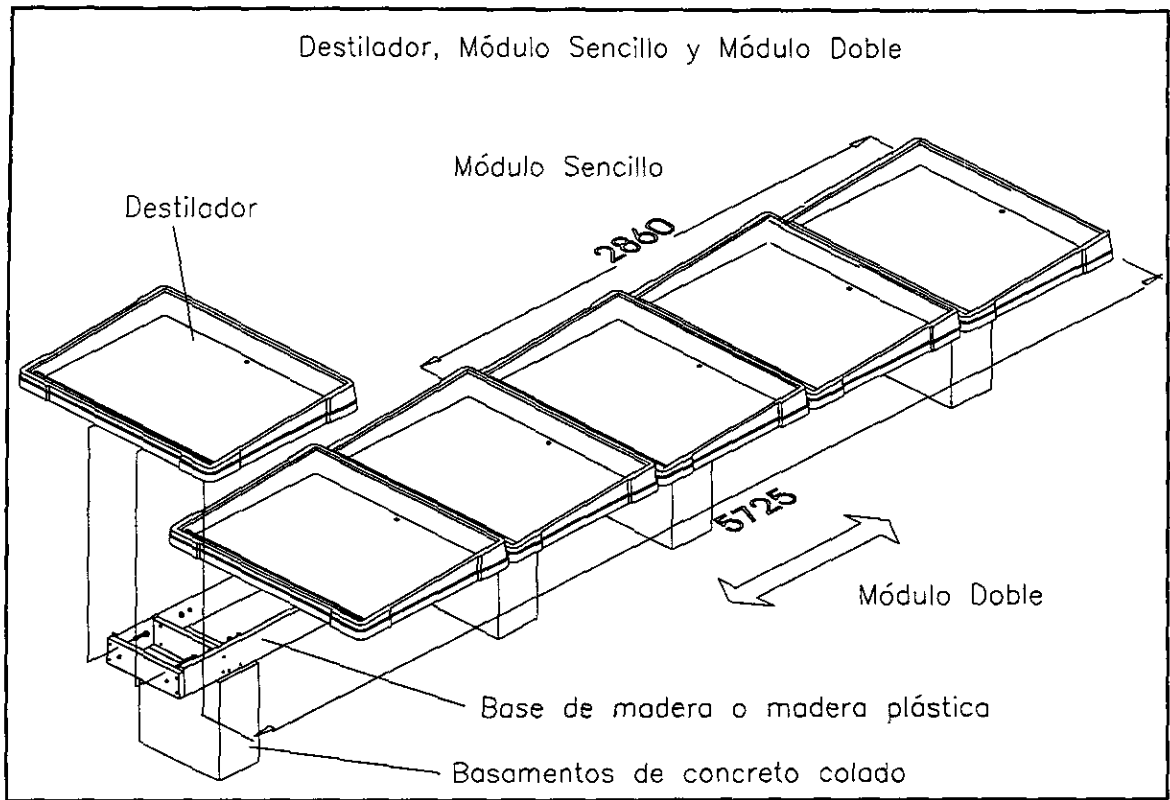
En primera instancia, haremos una descripción de las piezas y unidades que conforman el sistema, de tal modo que el lector comience a familiarizarse con los nombres y abreviaturas asignadas a las mismas.

Descripción del sistema modular El principal elemento del sistema es el propio *destilador* (DST). Se trata de un recipiente compuesto por dos charolas ensambladas y fabricadas en resina poliéster reforzada con fibra de vidrio (RPFV). La charola superior lleva tres tubos insertos: dos para el llenado y desagüe del agua, y uno para la recolección del destilado. La charola inferior lleva insertado perfil de acero inoxidable para sujetar la unidad a la base. Todo el recipiente mide 1230 mm. de largo por 950 mm. de ancho y 155 mm. de altura. Utiliza un vidrio de 6mm. de espesor como condensador y tiene un peso de 24kg., aproximadamente, por unidad vacía (sin agua).

Tres de estos destiladores se montan sobre una base de madera o madera plástica²¹ para conformar la unidad básica de todo el sistema: el *módulo sencillo* (MS), el cual mide 2860mm. de largo por 1230 mm. de ancho y 280 mm., sin basamentos, de altura.

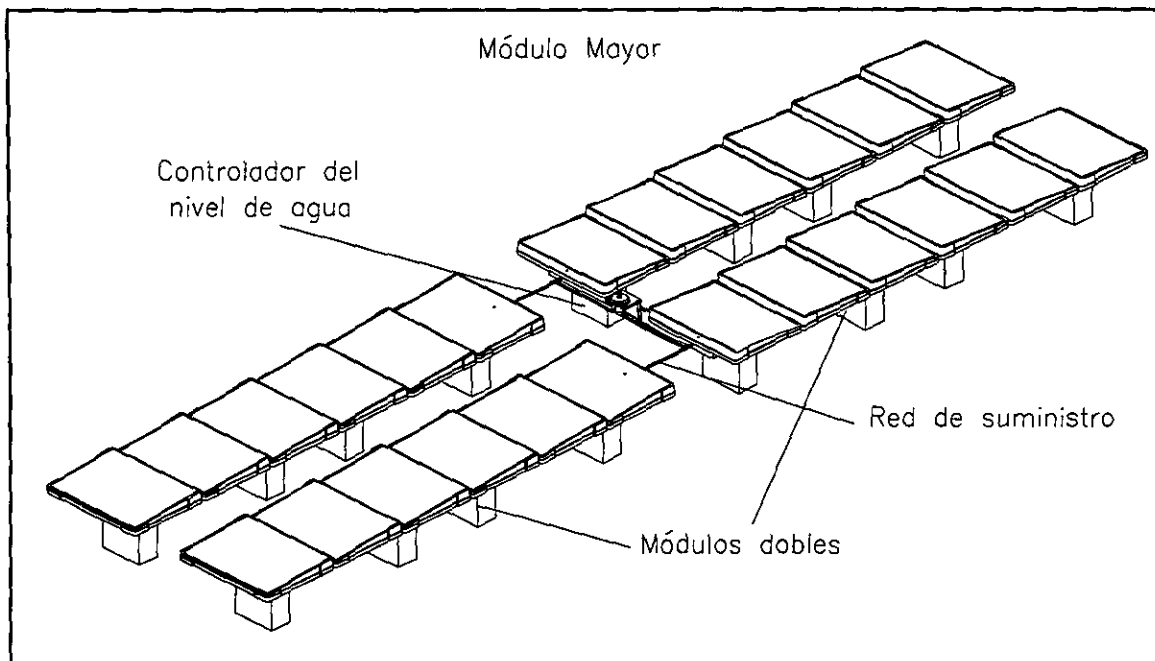
A su vez, dos módulos sencillos se colocan en línea y se conectan entre sí, dando origen al *módulo doble* (MD), el cual mide 5730 mm. de largo - mínimo - por 1230 mm. de ancho y una altura variable, con basamentos, de 770 mm.

²¹ La madera plástica es elaborada con diversos plásticos reciclados, sin embargo, sus productores no especifican los distintos tipos que utilizan para su elaboración. De hecho, no ofrecen al cliente las especificaciones técnicas del material, ya que aún no se cuentan con toda la información al respecto. Tampoco, pueden definir los colores disponibles, ya que éstos dependerán del diferente material por reciclar que les vaya llegando. Este producto tiene su principal demanda en la fabricación de composteros y en moldes para hacer grandes bloques de hielo, sobre todo para zonas costeras.



En plantas análogas investigadas, los destiladores no utilizan bases, van directamente colocados en el suelo, ya que se construyen con largas lozas de hormigón o concreto, sobre las cuales se montan estructuras de madera o metal que soportan los condensadores. Sin embargo, en este proyecto se propone utilizar bases para facilitar la revisión periódica de la red hidráulica y, sobre todo, para abatir los costos por nivelación de suelo, ya que del 100% de área ocupada por los módulos, solo el 25% es requerido para basamentos. También se ahorran costos por control de calidad en la instalación, ya que la mayoría de las piezas son prefabricadas. (Ver imágenes del Anexo 2)

La unidad más grande que se propone es el *módulo mayor* (MM), compuesto por cuatro módulos dobles y un controlador del nivel de agua. Abarca un área total de 32.7 m.² como mínimo y tiene una altura media de 855 mm., la cual variará según las distintas las distintas pendientes del terreno en el que se haga la instalación. (Ver siguiente diagrama)



El controlador del nivel de agua (CNA) consta de un recipiente con tapa, el cual lleva en su interior un flotador y una válvula para el bloqueo temporal del suministro del agua contaminada a los destiladores (Ver Plano21 en el Anexo 1). Su ubicación puede ser al centro izquierdo o al centro derecho del módulo mayor, según el diseño de la planta.

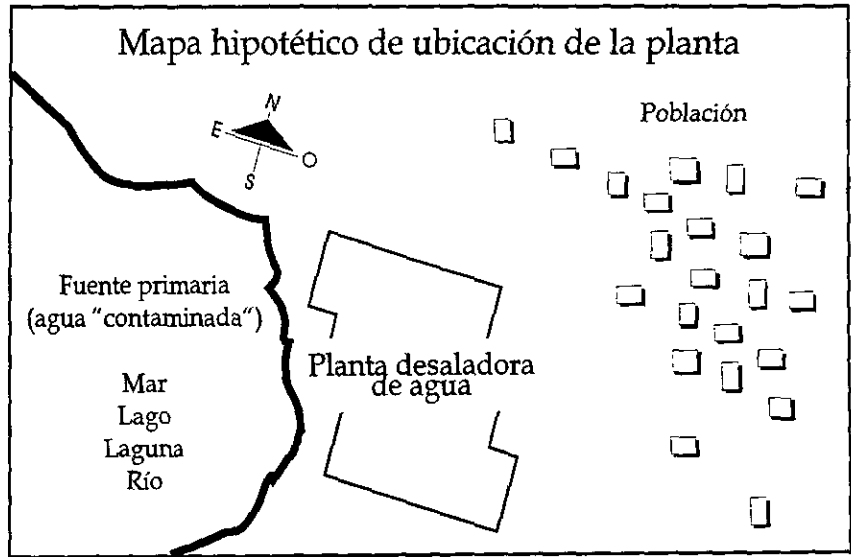
La colocación repetida de estos módulos mayores conformará la parte principal de la planta potabilizadora, sin embargo, habrá que completar la instalación con otros elementos como los tanques de distribución, los tanques de almacenamiento, la red hidráulica propia de la planta, la que traerá el agua, así como la que la llevará a su destino final.

Suministro del agua salobre o contaminada

Requisitos previos

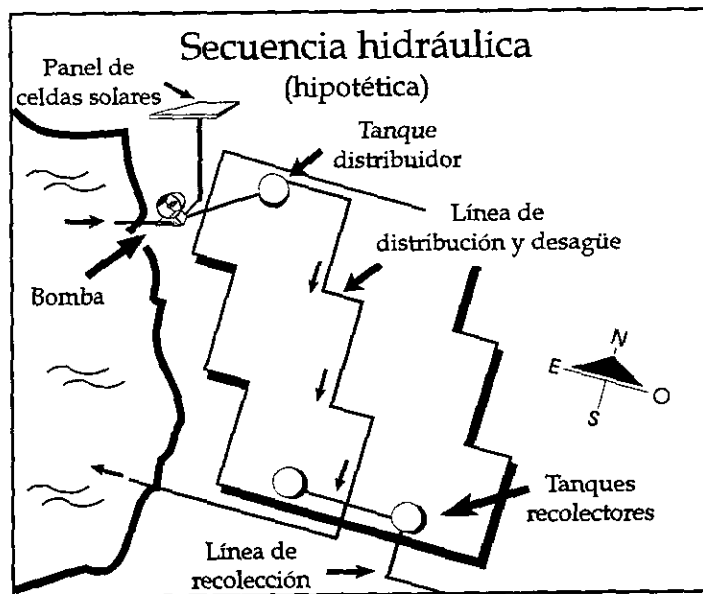
Antes de indicar la manera en que la planta se surte del agua salobre por destilar, es necesario aclarar que no compete a este trabajo resolver la problemática de conducir el agua desde su fuente inicial hasta la instalación. Se recomienda ubicar la planta lo más cercano posible dicha fuente, pero esto solo podrá definirse en una planeación real,²² que corresponda a las diversas condiciones específicas de cada lugar.

²² Para que el lector comprenda de mejor modo la descripción del funcionamiento del sistema, se hará uso de diagramas hipotéticos.



Tanque de distribución

Una vez teniendo la ubicación de la planta con el suministro inicial resuelto, será necesario contar con uno o más tanques de distribución que abastezcan al sistema del agua contaminada. Estos tanques deberán tener capacidad suficiente para alimentar a cada uno de los destiladores en uso y deberán contar con un sistema, de preferencia automático,²³ para surtirse de agua en cuanto el nivel de llenado de los DST baje.

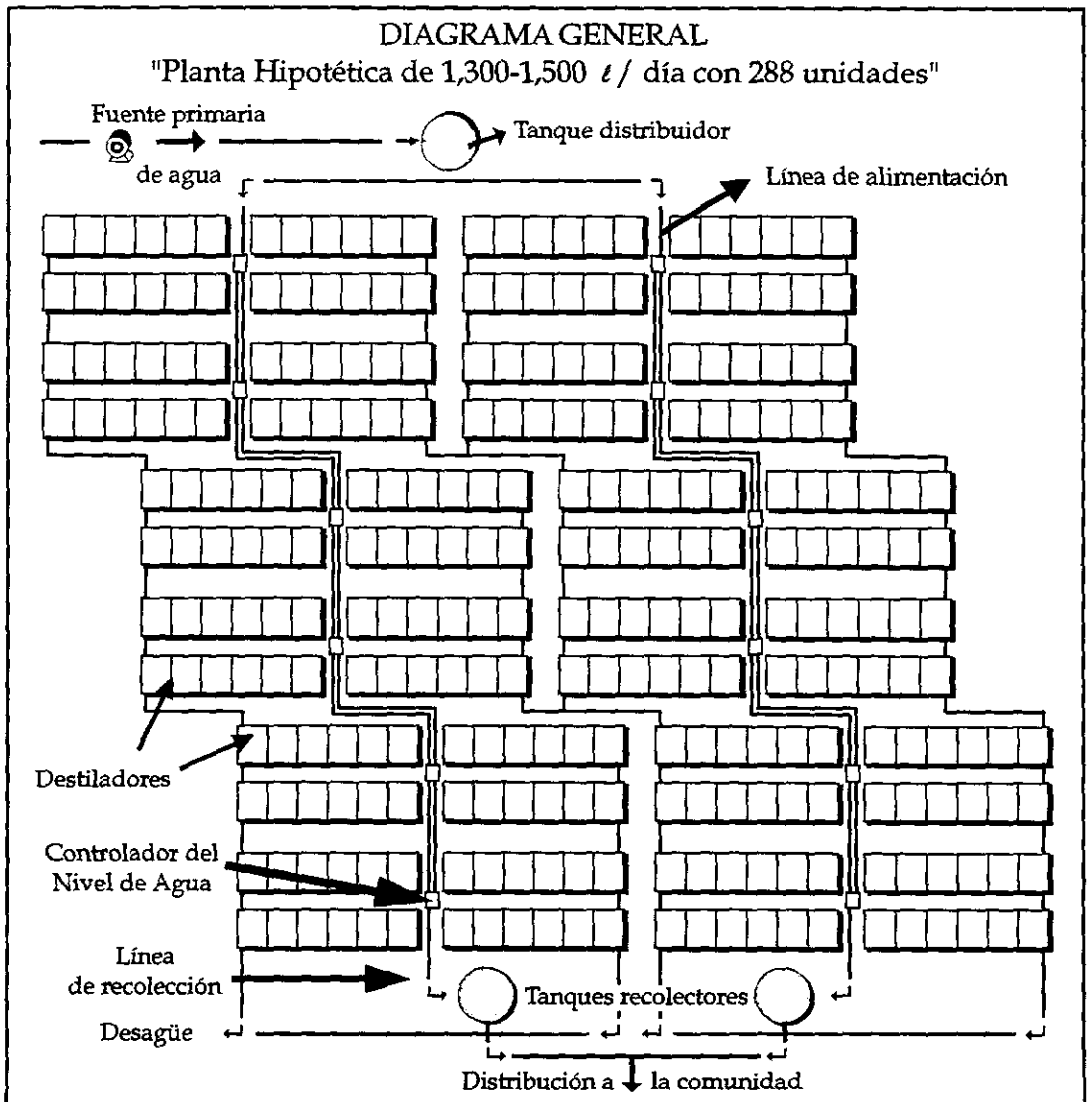


²³ La automatización se puede lograr con una bomba eléctrica, un flotador y un suministro de energía eléctrica - el cual puede provenir de un panel de celdas solares -. En tanque vacío el flotador cerrará un circuito para que se accione la bomba; en tanque lleno lo abrirá, bloqueando así la energía que alimenta a dicha bomba.

Es importante que este tanque se ubique a mayor altura con respecto a cualquiera de los módulos dispuestos. Su nivel máximo de llenado deberá ser superior al de cualquier destilador para evitar que alguno quede vacío al momento de surtir el agua (Ver diagrama *Nivel del suministro*). La ubicación de estos tanques podrá ser a un costado, al centro o en una esquina de la planta.

Red de distribución

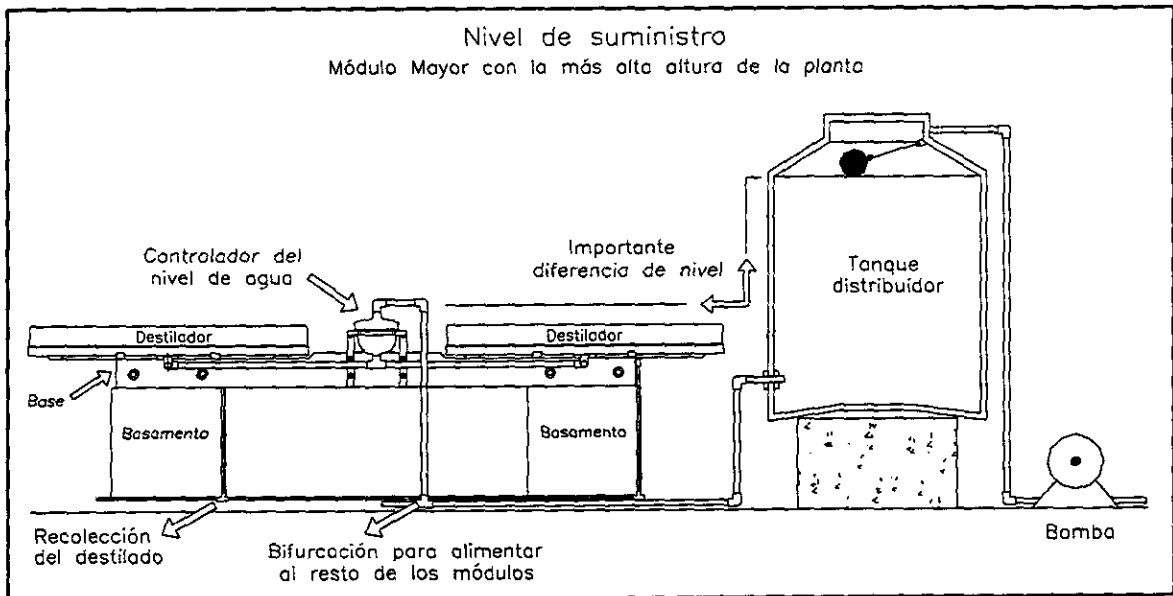
Contando ya con estos elementos previos, la distribución del agua salobre en toda la red se hará mediante líneas centrales de alimentación. Esta red, que parte del tanque de distribución, deberá tener bifurcaciones hacia cada uno de los controladores del nivel de agua.



Es conveniente que el material de la tubería por utilizar sea resistente a la intemperie, como el PVC o el silicón. En la mayoría de los casos no será necesario utilizar uniones con rosca, ya que se trata de un sistema a baja presión. Lo más importante es asegurar el correcto sellado de las tuberías para evitar cualquier riesgo de fuga.

Controlador del nivel de agua El CNA es el sistema hidromecánico que suministra de modo controlado la entrada del líquido a cada módulo mayor. Su principal función es impedir que el nivel del agua sobrepase la altura permitida, de lo contrario el funcionamiento del sistema se vería arruinando por completo.

Esto se logra fijando la base del CNA con dos de las bases de los cuatro módulos dobles que forman el MM, las cuales deben estar previamente niveladas entre sí. De ese modo, el nivel de bloqueo de la entrada de agua del CNA corresponderá a el nivel máximo de llenado de los destiladores, que es de 26 mm.

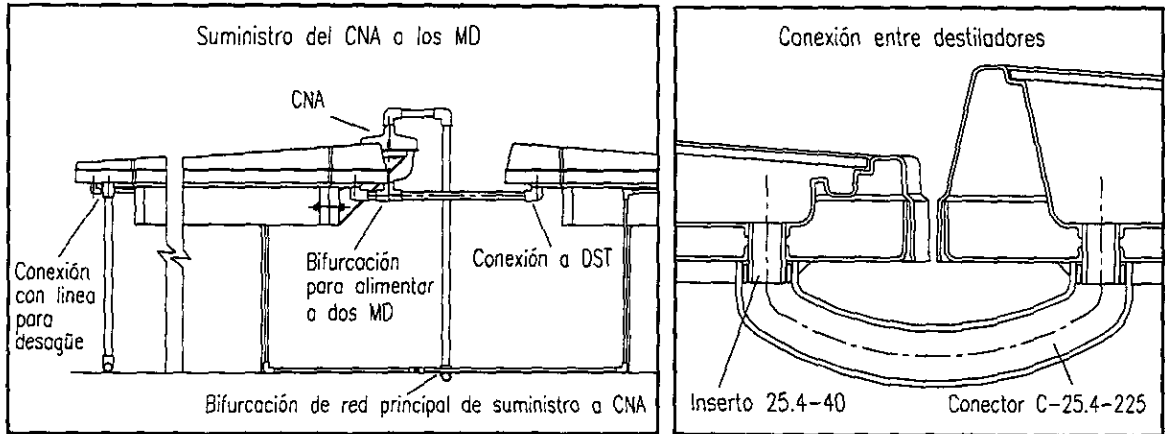


Los cuatro módulos dobles deben estar perfectamente nivelados con respecto al CNA, tanto en sentido longitudinal como transversal. En sentido transversal existe una tolerancia de medio grado para el MM, lo que no puede permitirse es una inclinación en el sentido longitudinal. La idea de tener un CNA por cada MM es reducir gastos, ya que se podría tener uno por cada MD, pero más vale tener control de calidad en la instalación de las bases, que aumentar los costos de la planta.

El suministro continuo de agua que ofrece el CNA evitará que se formen concentraciones excesivas de la salmuera, de tal modo que la limpieza y suministro al sistema se podrá hacer cada tres o cuatro días.

Suministro en un MD

El CNA debe tener cuatro bifurcaciones hacia cada uno de los módulos dobles para el que funcionará. A partir de allí, los destiladores se conectarán entre sí, a través de un conector de cerámica. En el extremo opuesto al que fue conectada la tubería proveniente del CNA, se conectará la tubería de desagüe, la cual recolectará toda la salmuera concentrada al finalizar el ciclo de limpieza programada.



El Destilador

Principio de funcionamiento El funcionamiento de un destilador solar simple es el siguiente:

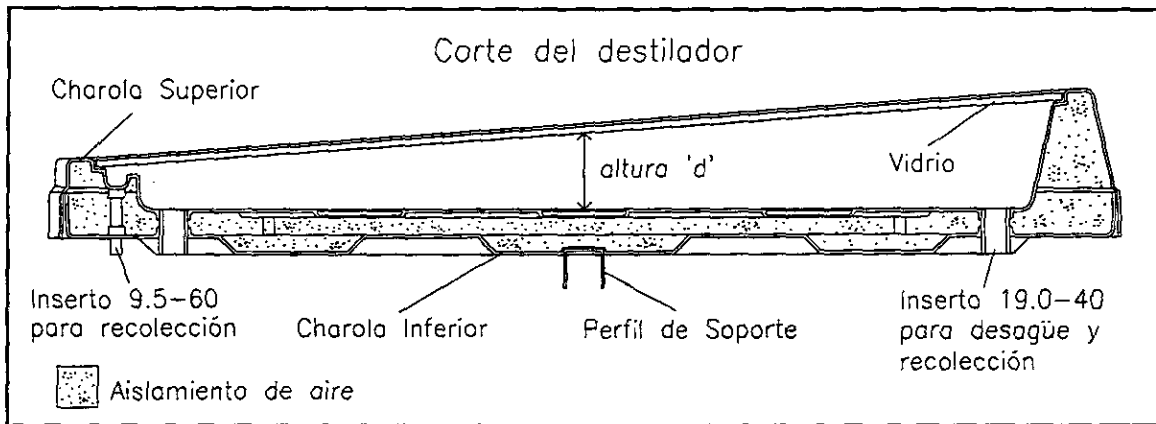
“...al cruzar la radiación solar la cubierta transparente, llega al agua siendo parcialmente absorbida por ella. Como consecuencia de esta absorción, la temperatura del agua se eleva, con lo que se acelera el proceso de evaporación y aumenta el contenido de vapor de agua en el aire del recinto; este vapor, al entrar en contacto con la cubierta más fría, condensa el exceso de vapor sobre ella y, tras formar gotas, desliza por la superficie interior del vidrio siendo recogida en el canal recolector.”²⁴

No es necesario que la temperatura del agua alcance el punto de ebullición para que se produzca la cantidad suficiente de vapor. En realidad, para aumentar la producción, basta mantener la mayor diferencia de temperaturas entre el condensador y la superficie libre de agua.

²⁴ Silvestrini. Usos de la energía solar

Partes del destilador

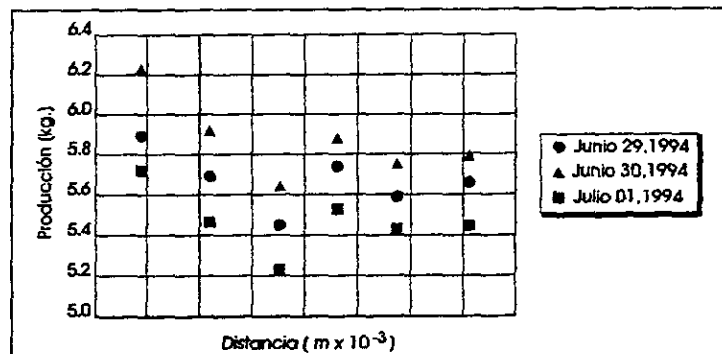
El destilador esta compuesto por dos charolas de RPFV negras ensambladas de manera enconstrada y por un vidrio plano que funciona como condensador. La charola superior cuenta con dos insertos que permitirán la entrada y salida del agua para el suministro y desagüe de cada unidad. También cuenta con una canaleta y manguera insertada para la recolección y canalización del destilado. En la parte baja de la charola inferior se encuentra insertado un perfil de aluminio que sirve para fijar la unidad a la base. El vidrio es de 6mm y tiene una inclinación de 4° para permitir el deslizamiento del agua para su recolección. (Ver los planos # 16, 28 y 32 del anexo correspondiente).



Alturas "d"

La altura *d* se refiere a la altura media entre el vidrio y el piso interno del destilador, que para este proyecto es de 52mm. Recientemente se ha probado que existe un ligero aumento en la producción de agua cuando dicha distancia tiende a ser corta. Lo anterior se demuestra en la siguiente tabla.

Producción total diaria en función de la distancia entre la salmuera y la cubierta *d*, en el campo y producción acumulada nocturna²⁵

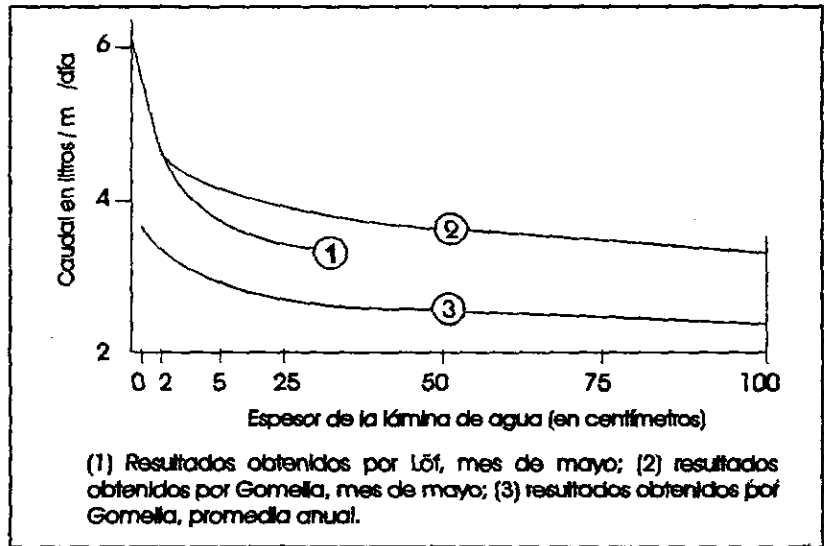


²⁵ Porta, Miguel Angel. Mecanismos de Transferencia de destiladores solares someros. Tesis de doctorado, Facultad de Ingeniería, UNAM 1996.

Destilador $d \times 10^{-3}$	29 de junio kg	30 de junio kg	1º de julio kg
48	0.60	0.70	0.58
62	0.55	0.60	0.55
75	0.50	0.58	0.50
86	0.55	0.60	0.56
97	0.52	0.59	0.55
111	0.52	0.60	0.55

Espesor de la lámina de agua También se ha demostrado que entre menor sea la altura del espesor de la lámina de agua - o salmuera -,²⁶ la producción del destilado aumenta. En la siguiente gráfica se observa dicho aumento conforme a diferentes alturas. Esta es la razón por lo que se planeó mantener dicha altura entre los 15 y 20 milímetros en el presente diseño.

Espesor de la lámina de agua y producción diaria durante el año²⁷



Aislamiento

Uno de los factores clave en el destilador es el aislamiento. No se puede correr el riesgo de sellar con cualquier sistema. Durante la lluvia de ideas, se pensó montar un marco alrededor del vidrio con broches de $\frac{1}{4}$ de vuelta que se fijaran a presión al resto del recipiente; todo con el fin de permitir una rápida apertura para la limpieza periódica. Sin embargo, decidí eliminar tal opción, ya que es preciso que el sellado sea total, sin posibilidad de fuga para el vapor, lo cual se logra simplemente con silicón, que es la opción elegida.

²⁶ En este trabajo se llamará salmuera al agua contenida en el destilador, ya sea para ser destilada o cuando ya lo haya sido.

²⁷ Gomelia, Cyril. *La sed del mundo*. Francia 1973, pp 70 y 71.

Sellar con silicón el cristal no es la única forma de cuidar el aislamiento de nuestro habitáculo. Una de las ventajas del presente diseño proviene, precisamente, del aislante que utiliza el aparato en sus paredes y base. En pruebas de laboratorio de otro proyecto de tesis, se colocó a la unidad una capa de poliestireno espumado en forma de *sandwich*, con el fin de fijar parámetros para el estudio del proceso de destilación, y allí se pudo constatar que existe un ligero aumento en la eficiencia del sistema cuando utilizamos un material aislante.

En este caso, considero como aislamiento al colchón de aire que se forma al ensamblar las dos charolas que conforman el destilador. El poliestireno cuenta con un coeficiente de conductividad térmica del $0.035 \text{ kcal m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C h}$, en cambio, el aire cuenta con uno de $0.022 \text{ kcal m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C h}$; material que además es gratuito y no tiene riesgo de deterioro durante un largo período de tiempo, situación que con el otros es inevitable.

Coefficientes de conductividad térmica de algunos materiales

<i>Rellenos y aislamientos</i>	kg m^{-3}	$\text{kcal m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C h}$
Arena seca, limpia	1,700	0.35
Yeso	-	0.14
Siporex despedazado	400	0.13
Aserrín relleno suelto, seco	120	0.10
Escoria, seco	150	0.08
Placa de paja comprimida	350	0.07
Fibracel medio duro, seco	600	0.07
Bolas de plástico celular	10-20	0.05
Fibra de vidrio-6 micras	15-100	0.04
Cartón corrugado, seco	40	0.04
Fibracel poroso, seco	300	0.045
Placa de corcho expandido	140	0.035
Plástico celular de poliestireno	15-30	0.035

<i>Varios materiales</i>		
Vidrio	2,600	0.70
Madera de pino expuesta a lluvia	-	0.18
Madera de encino, seca 90%	700	0.14
Madera de pino blanco, seca 90%	500	0.12
Cáscara de semilla de algodón	-	0.05
Lana pura seca	-	0.04
Algodón seco	-	0.04
Aire	1.2	0.022

Como recordamos, cuando usamos prendas oscuras y nos exponemos a los rayos del sol, la temperatura de nuestro cuerpo aumenta notablemente. Esto se debe a que el color negro tienen un alto índice de absorción de la energía correspondiente al espectro solar visible, especialmente, la perteneciente a la longitud de onda infrarroja, la cual provoca esa elevación en la temperatura.²⁸

Generalidades sobre el captador

Placa plana y asociados (no concentradores)²⁹. Absorben energía del firmamento y del entorno del Sol. Insensible a las condiciones del cielo y funcionan bajo la irradiancia total que incide sobre la superficie absorbente.

Colectores de concentración.³⁰ No pueden concentrar la luz difusa procedente del cielo, de aquí que dependan de la intensidad de la componente directa de luz solar que llega al colector.

Radiación global:

directa = 0.8 % - focalizable

difusa = 0.2 % - no focalizable

La radiación global captada por unidad de superficie del aparato es mucho más grande si esta superficie se mantiene constantemente perpendicular a la dirección de la irradiación incidente.

Ganancia del 50% para valores medios y máximos utilizando captador inclinado móvil permanentemente normal al Sol.

La inclinación de la superficie de captación conduce a la imposibilidad de realizar una captación directa para una superficie libre de agua, lo que impone utilizar una superficie de captación intermedia.

Dispositivo estático de captación reduce 20% la energía global

Dispositivo móvil de captación aumenta 20% la energía global

La inclinación de los rayos solares aumentan las pérdidas por reflexión (en invierno).

Con colectores planos ordinarios se obtienen temperaturas de conversión de 100° C y con concentradores ligeros y un colector selectivo se alcanzan 250° C hasta 300° C o más.

Un colector plano a elevada temperatura vuelve a emitir hacia el exterior gran parte de la energía que acababa de absorber. Los colectores selectivos³¹ ofrecen un rendimiento eficaz reduciendo las pérdidas por reflexión a temperaturas elevadas.

²⁸ Dickinson & Cheremisinoff. *Solar Energy Technology Handbook, Part A*. Editorial Marcel Dekker, Inc. 1980

²⁹ Se refiere a placas planas y/o tuberías con recubrimientos básicos para aumentar la absorción de la irradiación solar.

³⁰ Se refiere a aquéllos que ya presentan una geometría predeterminada para focalizar la irradiación.

³¹ Los colectores planos y asociados, normalmente, suelen tener un alto porcentaje de absorción; sin embargo son, gran parte de ese porcentaje lo emiten al exterior. En el caso de los colectores selectivos, estos presentan una superficie con alto índice de absorción, pero bajo coeficiente de emitancia.

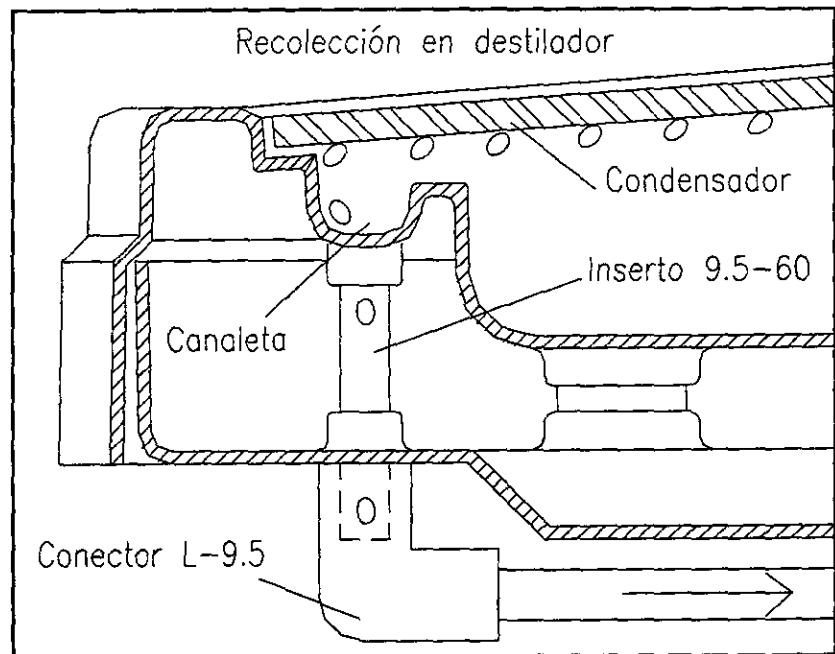
Las superficies ideales para aparatos solares son aquellas fabricadas con materiales de un alto porcentaje de absorción y de un bajo índice de emitancia³². Aplicar un material de estas características para su uso en destiladores solares resulta difícil e inconveniente, ya que dichas superficies - las llamadas superficies selectivas - son básicamente metales con una capa de óxido: altamente eficientes, pero inconvenientes para someterse al contacto directo con el agua salobre.

Por lo anterior, se decidió fabricar las piezas en color negro, con resina poliéster isoftálica de alta resistencia química que, aunque no presenta las características ideales de absorción y emitancia como en los colectores selectivos, es adecuada para el contacto directo con el agua y sus agentes corrosivos.

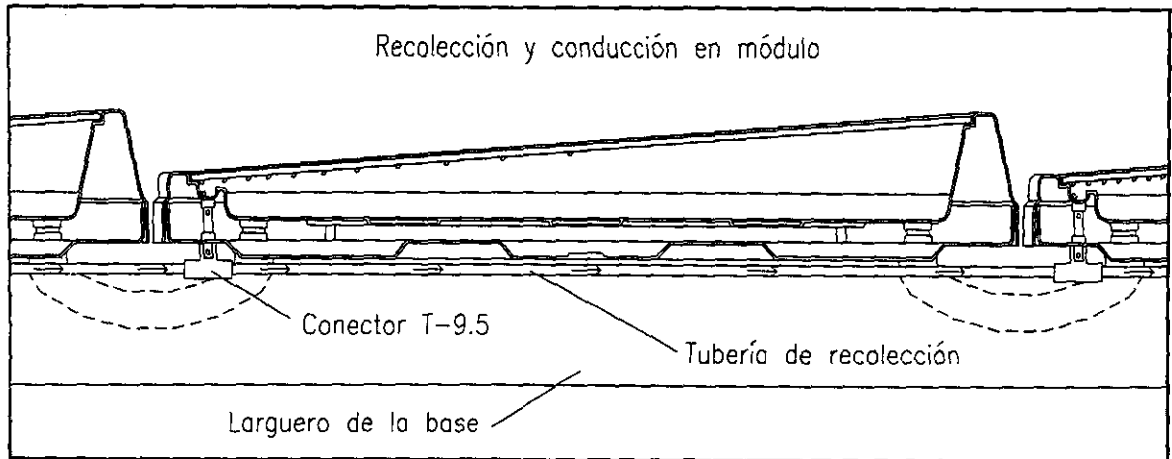
Recolección del agua potable

Conducción

Una vez que las unidades comienzan a producir el condensado de vapor, éste cae en la canaleta del DST y se conduce a través del tubo inserto. De allí, llega a una línea común que recolecta la producción del resto de los destiladores del módulo en cuestión. Posteriormente, el destilado se canalizará a las arterias de recolección principales de la instalación para ser, finalmente, albergada en el tanque de almacenamiento.



³² Propiedad de los materiales de emitir al exterior mucha o cierta cantidad de la energía que han absorbido.



En caso que este sistema se vaya a utilizar para producir agua netamente destilada - para uso en laboratorios o similares -, será necesario recubrir la canaleta del DST con una capa de silicón. También la tubería recolectora deberá ser de silicón, acero inoxidable o cerámica.

La razón de esta exigencia radica en que el agua destilada “jala iones” del material por el que va circulando. Es decir, si pasa a través de una tubería de cobre, tomará el sabor del cobre, si pasa por una tubería de PVC, tomará el sabor del plástico. El silicón, el acero inoxidable y ciertos cerámicos son materiales inertes, adecuados para evitar la ionización del agua destilada.

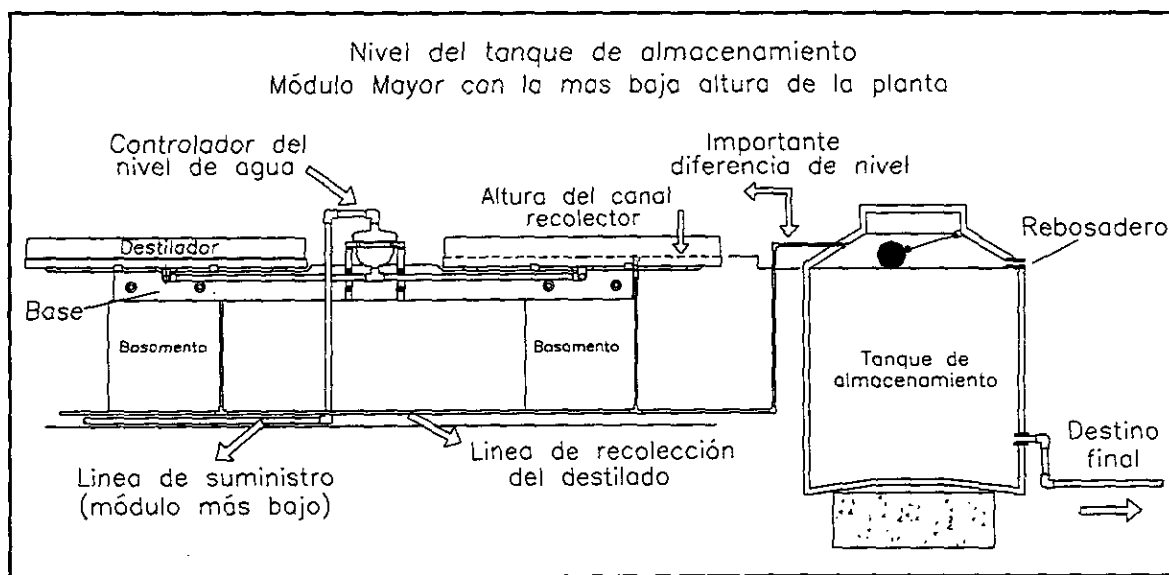
Ahora bien, si el uso del agua va ser para consumo humano, no será necesario exigir tanto en la selección del material de conducción. El hecho de que el agua adquiera cierto sabor debido al material por el que ha circulado, no significa que sea insalubre; en realidad es completamente potable, lo cual cumple con el objetivo del proyecto.

Producción estimada

Con base en la diferente literatura consultada, estimo que la producción diaria en promedio anual estará entre los 4.3 y los 4.75 l por destilador. En verano esta producción puede ascender hasta 5.8 l y en invierno bajará hasta unos 3.5 l. También, se puede aumentar la producción si se agrega cierta cantidad de agua salobre al destilado con el fin de mineralizarla, siempre y cuando sea conveniente. Estas cifras son realmente una predicción y sólo podrán ser certificadas cuando el sistema se pruebe durante el tiempo necesario para poder elaborar una estadística.

Tanque de almacenamiento Como se mostró en el *Diagrama general "planta tipo"*, las arterias de recolección deben llegar a uno o varios tanques recolectores, según sea necesario. El tanque de distribución debe ubicarse en un nivel superior al resto de los módulos destiladores y el tanque de almacenamiento debe encontrarse en el nivel más bajo de todo el sistema.

Se recomienda que el nivel máximo de llenado del tanque recolector se encuentre centímetros abajo de el módulo más bajo o bien se puede utilizar una válvula que evite el posible regreso del agua al interior de los destiladores, en caso de que el tanque esté lleno. De cualquier modo, el tanque deberá contar con una válvula de escape o rebosadero en caso de lleno total.



Limpieza y desagüe

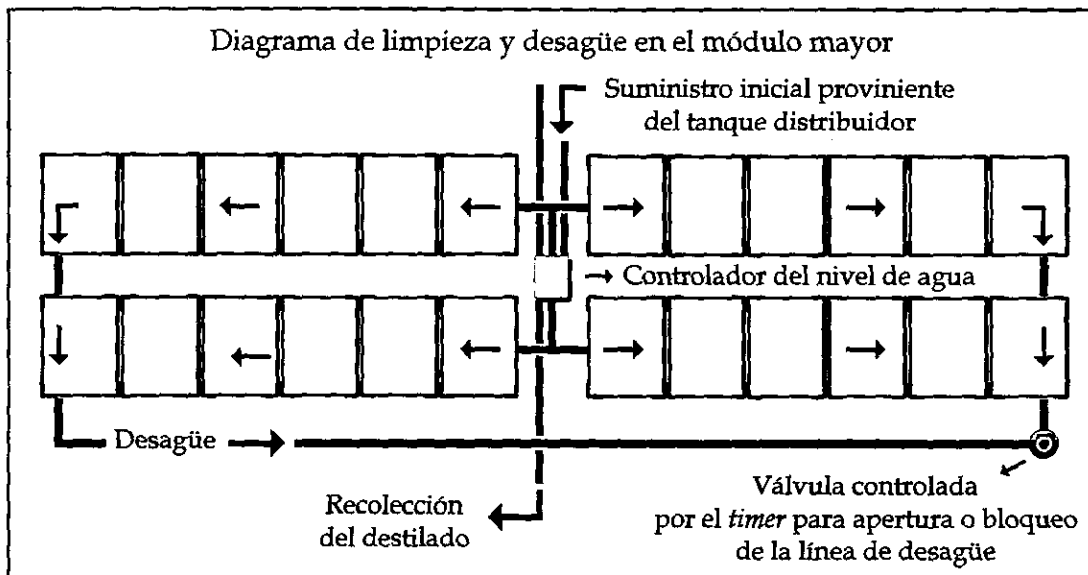
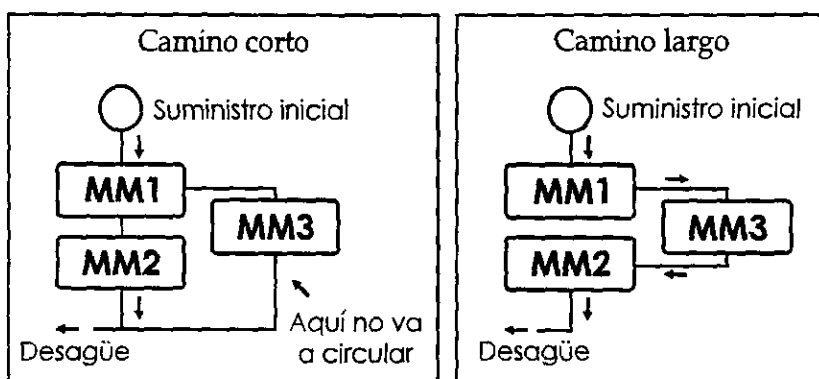
Para toda la instalación

Una vez que se ha llevado a cabo la destilación, es necesario concluir el ciclo con la limpieza de la salmuera y con el suministro de agua para la siguiente jornada. La frecuencia con que esto se debe de realizar es de dos hasta cuatro días, ya que de no hacerlo, la concentración del sarro generará una caída severa en la producción.

Para la limpieza total de la planta, es necesario que el arreglo de la red hidráulica permita que el agua circule por todas las unidades instaladas. El agua siempre toma el camino más corto para llegar a su fin y esto puede provocar que nunca circule por ciertos módulos al momento de la limpieza. Para esto se plantean dos posibles soluciones:

La primera, programando al *timer* que controla la válvula de desagüe para que abra y cierre dos veces en una jornada.³³ En la primera apertura vaciará el concentrado de la jornada anterior y cerrará para un llenado que removerá el sarro o salmuera concentrada. En la segunda apertura vaciará el sarro removido y, finalmente, cerrará para permitir un llenado definitivo.

La segunda opción es hacer que el arreglo de la red hidráulica de suministro y desagüe obligue al agua a pasar por cada uno de los módulos, es decir, que tome el camino más largo. Estas u otras soluciones estarán determinadas, en gran medida, por las condiciones específicas de cada instalación.



³³ Una jornada no necesariamente tiene que ser diaria, la limpieza se puede realizar cada dos, tres o cuatro días.

Limpieza en módulo mayor Como se muestra en el anterior diagrama, las líneas de desagüe deben ubicarse en la parte extrema de los MD. Estas líneas estarán controladas por una válvula de desagüe que abrirá o bloqueará el paso de agua corriente, permitiendo así el mantenimiento frecuente de cada uno de los módulos mayores. Más detalles sobre este tema en los apartados *Mantenimiento frecuente* y *Mantenimiento especializado* del cuarto capítulo.

Lucha contra el sarro La necesidad de limpiar constantemente es para evitar la acumulación del sarro en las paredes de los destiladores. Cuando una capa delgada comienza a formarse, entonces la producción decae severamente.

“La elevación de temperatura que sufre el agua en todo procedimiento de destilación conduce a una descomposición de bicarbonatos y a una hidrólisis de carbonato. En una fase inferior se forman iones hidróxilos y elevación del pH con formación de sarro hidroxilado que actúa como un cemento sobre el sarro carbonado formado en un principio. En fin, si la temperatura aumenta o si la concentración del líquido sometido a la evaporación llega a rebasar las tasas de saturación de los sulfatos alcalinoterrosos, se producen sarros sulfatados duros.

Tratamiento ácido. Uno de los medios para evitar la formación de carbonato así como la elevación del pH, que favorece la aparición de los iones OH y la formación de los hidróxidos, consiste en rebajar el pH del agua por acidificación directa o por introducción de sales de ácidos fuertes. Ciertas investigaciones han demostrado que en el caso del agua de mar el cloruro férrico empleado con una tasa de 80 g/m³ da excelentes resultados, con la condición de un ajuste correcto y de una conservación precisa de esta tasa de tratamiento.

Control de concentración. La formación de sarros sulfatados duros puede ser evitada si nos aplicamos a mantener la concentración de estas sales por debajo del punto de saturación.

- Por debajo de 82°C, el agua de mar puede ser concentrada cuatro veces.
- A 120 °C - concentración admisible de 1.7 a dos veces.
- A 150 °C - toda concentración conduce a la formación de un sarro sulfatado.”³⁴

³⁴ Gomelia, Cyril. *La sed del mundo*. Francia 1973.

CAPÍTULO 3

ASPECTOS TÉCNICOS Y DE PRODUCCIÓN

A continuación podremos ver con detalle la lista de todos los elementos que conforman el sistema modular. Descripción precisa y concisa de unidades, piezas y accesorios, así como materiales y procesos serán especificados aquí. Por ahora, en este capítulo no se incluyen los planos, sólo: un organigrama general, las especificaciones técnicas de los despieces correspondientes y una lista de piezas conforme al material de fabricación. Los planos se encuentran en el Anexo # 1, al final del documento.

Organigrama general

Dado que se trata de un sistema modular, es importante aclarar la secuencia y el orden de todas las piezas que lo integran. A continuación se presenta un cuadro con un listado de ordenado de las piezas; en las columnas derechas se indicará el número y tipo de plano que le corresponde.

Organigrama de las unidades, piezas y accesorios que conforman el sistema modular y sus planos correspondientes

<i>Unidad, pieza o accesorio</i>	<i>#</i>	<i>Planos generales</i>	<i>#</i>	<i>Plano por pieza</i>
MÓDULO MAYOR	1	Vistas generales		
4 Módulos dobles	2	Corte A-A' y detalles M y N		
1 Controlador del nivel de agua	3	Despiece general		
Accesorios necesarios para conexión con las arterias de: suministro, recolección y desagüe				
MÓDULOS DOBLES	4	Vistas generales		
2 Módulos sencillos (unidad modular menor)	5	Corte B-B' y detalles Ñ y O		
Accesorios para interconexión	6	Corte C-C' y detalle P		
	7	Despiece parcial 1		

<i>Unidad, pieza o accesorio</i>	#	<i>Planos generales</i>	#	<i>Plano por pieza con:</i>
MÓDULOS SENCILLOS	8	Vistas generales		
3 Destiladores	9	Despiece parcial 2		
1 Base				
2 Basamentos				
DESTILADOR	10	Vistas generales A	26	Charola superior
Charola superior	11	Vistas generales B	27	- cortes I-I' y J-J'
-Tubo 19.0-40 inserto para limpieza y	12	Corte D-D'	28	- isométrico y
desagüe	13	Detalle Q		despiece
-Manguera 9.5-60 inserto para	14	Detalle R	29	Insertos y perno
recolección	15	Corte E-E'	30	Charola inferior
-Perfil de soporte inserto para fijación	16	Despiece parcial 3	31	- corte K-K' y
con base				- detalle S
Charola inferior			32	- isométrico y
Condensador (vidrio)				despiece
			33	Perfil soporte
			34	Condensador
BASE	17	Vistas generales	35	Larguero
2 Largueros	18	Cortes F-F' y G-	36	Travesaño
3 Travesaños	19	G'	37	Remate
2 Remates		Despiece parcial 4	38	Nivelador
2 Niveladores				
BASAMENTO TIPO			39	Basamento
ACCESORIOS PARA INTERCONEXIÓN			48	Conector C-25.4
10 Conectores L-19.0				- corte O-O'
5 Tubos 19.0-180			49	Conector L-9.5
5 Mangueras 9.5-930				- corte P-P'
1 Manguera 9.5-455			50	Conector T-9.5
2 Conector L-9.5				- corte Q-Q'
5 Conector T-9.5				
5 Abrazaderas TK 14-50				
CONTROLADOR DEL NIVEL DE AGUA	20	Vistas generales		
1 Contenedor	21	Corte H-H'		
1 Soporte del contenedor	25	Despiece parcial 6		
CONTENEDOR	22	Vistas generales	40	Tapa del recipiente
1 Tapa del recipiente	23	Despiece parcial 5		- corte L-L' y
1 Recipiente				detalle 'U'
1 Esprea con varilla			41	Recipiente
1 Flotador				- corte M-M'
2 Seguros 'E'			42	Válvula
			43	Varilla
				- detalle 'U'
			44	Contraválvula
				- corte N-N'

<i>Unidad, pieza o accesorio</i>	<i>#</i>	<i>Planos generales</i>	<i>#</i>	<i>Plano por pieza con:</i>
SOPORTE DEL CONTENEDOR 1 Soporte del contenedor 2 Ménsulas 1 Larguero para soporte del CNA	24	Vistas generales	45 46 47	Larguero del CNA Ménsula Soporte del contenedor - corte Ñ-Ñ'
ACCESORIOS PARA CONEXION CON LAS 3 REDES PRINCIPALES DEL SISTEMA 1 Accesorios para la distribución 4 Accesorios para la recolección 4 Accesorios para el desagüe				
ACCESORIOS PARA LA DISTRIBUCION 1 Conectores L-19.0 3 Conectores T-19.0 2 Tubos 19.0-880V (del CNA a la codo T) 2 Tubos 19.0-80 (del codo a dos MD) 2 Tubos 19.0-470V (del codo a dos MD)				
ACCESORIOS PARA LA RECOLECCION 1 Manguera 9.5-V (al piso) 1 Conectores L-9.5 1 Manguera 9.5-V a la arteria principal Abrazadera TK 14.20				
ACCESORIOS PARA EL DESAGUE 2 Conectores L-19.0 1 Tubo 19.0-50 1 Tubo 19.0-V				

Especificaciones Técnicas

Por razones de espacio, en los pies de plano del despiece general y de los despieces parciales no fue posible colocar toda la información necesaria. Por esta razón, a continuación se muestran los cuadros de especificaciones técnicas correspondientes a dichos despieces.

Despiece General del Módulo Mayor

<i>Clave</i>	<i>Nombre</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Material</i>	<i>Proceso</i>
MD	Módulo doble	4	Varios	Indicado
CNA	Controlador del nivel de agua	1	Varios	Indicado
A216	Tubo 19.0-880V	2	PVC	Cortado
A217	Tubo 19.0-80	2	PVC	Cortado
A218	Tubo 19.0-470V	2	PVC	Cortado
A413	Tornillo 15.8-76.2-20-UNC-2A	4	Acero Inoxidable	Comercial
A414	Tuerca 15.8	4	Acero Inoxidable	Comercial
A415	Arandela 17.4-45.0-3.0	8	Acero Inoxidable	Comercial
A416	Conector L-19.0	4	PVC	Comercial
A417	Conector T-19.0	3	PVC	Comercial

Despiece Parcial # 1 - Módulo Doble

Clave	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
MS	Módulos sencillos	2	Varios	Indicado
A305	Conector C-25.4-225	5	Cerámica Gres	
A306	Conector L-9.5	2	Cerámica Gres	Vaciado, sancochado, esmaltado y horneado
A307	Conector T-9.5	5	Cerámica Gres	Vaciado, sancochado, esmaltado y horneado
A214	Manguera 9.5-930 recolectora	5	Silicón o polietileno	Cortado
A215	Manguera 19.0-455	1	Silicón o polietileno	Cortado
A418	Abrazadera TK 14-20	5	ABS	Comercial

Despiece Parcial # 2 - Módulo Sencillo

Clave	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
DST	Destilador	3	Varios	Especificado
BSE	Base	1	Varios	Especificado
M304	Basamento	2	Concreto	Colado, fraguado y taladrado
A407	Taquete Hillti - anclaje camisa HX 12.7-76.2 000660282	4	Acero	Comercial
A408	Tornillo 12.7-88.9-20-UNC-2A	4	Acero Inoxidable	Comercial
A409	Arandela 14.2-35.0-2.0	4	Acero Inoxidable	Comercial
A410	Tornillo 9.5-50.8-20-UNC-2A	6	Acero Inoxidable	Comercial
A411	Tuerca 9.5	6	Acero Inoxidable	Comercial
A412	Arandela 11.1-25.5-2.0	12	Acero Inoxidable	Comercial

Despiece Parcial # 3 - Destilador

Clave	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
D201	Charola Superior	1	Fibra de vidrio	Aspersión, picado, inserción de piezas, cortado, fraguado y desmoldado
D202	Tubo 9.5-60 inserto	1	Polietileno	Cortado e insertado en la pieza D201
D203	Tubo 19.0-40 inserto	2	PVC	Cortado e insertado en la pieza D201
D204	Charola Inferior	1	Fibra de vidrio	Aspersión, picado, inserción de pieza, cortado, fraguado y desmoldado
D101	Perfil de Soporte	1	Acero Inoxidable	Cortado, barrenado, doblado e insertado en la pieza D202
D301	Condensador	1	Vidrio	Cortado y biselado

Despiece Parcial # 4 - Base

Clave	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
B205	Larguero	2	Madera plástica	Cepillado, canteado, rauteado y barrenado
B206	Travesaño	3	Madera Plástica	Cepillado, canteado, rauteado y barrenado
B207	Remate	2	Madera Plástica	Cepillado, canteado y barrenado
B208	Nivelador	2	Madera Plástica	Cepillado, canteado, y barrenado
B306	Basamento	2	Concreto vaciado	Acondicionamiento suelo, molde, mezcla, vaciado, fraguado y barrenado
B209	Pernos de unión 9.5 mm.	32	Hepóxifibra	Cortado

Despiece Parcial # 5- Contenedor del Controlador del Nivel de Agua

Clave	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
C302	Tapa del recipiente	1	Cerámica	Vaciado, esmaltado y horneado
C303	Recipiente	1	Cerámica	Vaciado, esmaltado y horneado
C210	Válvula	1	Nylon	Torneada, barrenada e inserción de varilla
C211	Contraválvula	1	Nylon	Torneada, barrenada e inserción de varilla
C102	Varilla	1	Aluminio	Cortada y ensamblada con válvula
C401	Flotador	1	Polietileno	Comercial
C402	Seguro tipo C 1/4"	2	Acero templado pavonado	Comercial

Despiece Parcial # 5 - Controlador del Nivel de Agua

Clave	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
C212	Larguero del CNA	1	Madera plástica	Cepillado, canteado, cortado y barrenado
C103	Ménsula	2	Acero inoxidable	Cortada, barrenada, doblada y soldada
C213	Soporte del contenedor	1	Madera plástica	Cepillado, canteado, , cortado y barrenado
A403	Tornillo 6.3-25.4-20-UNC-2A	4	Acero inoxidable	Comercial
A404	Tuerca 6.3	4	Acero inoxidable	Comercial
A405	Arandela 7.9-19.0-1.5	4	Acero inoxidable	Comercial
A406	Tornillo 7.9-38.1-20-UNC-2A	4	Acero inoxidable	Comercial
A407	Tuerca 7.9	4	Acero inoxidable	Comercial
A408	Arandela 9.5-22.0-1.5	4	Acero inoxidable	Comercial

Timer o temporizador

Controlador de reciclo multirango marca ATC, modelo 422^a-500-F-10x con las siguientes características: ³⁵

- Fuente de alimentación universal de 24 amperes, 240 VCA y de 24 VCD.
- Contactos de salida de 10 amperes a 240 VCA y 30 VCD.
- El ciclo puede comenzar con el relai energizado-desenergizado.
- Seis rangos seleccionables de 5 a 50 segundos, minutos u horas. Secuencia OFF-ON.

Procesos de fabricación

Charolas Superior

El *material de fabricación* de la charola superior se proponen en resina poliester reforzada con fibra de vidrio. La importancia de la elaboración de esta pieza radica en la selección adecuada de la resina por utilizar. Esta deberá ser resistente a la agresividad del agua salobre concentrada, así como a la intemperie a la que estará expuesta la pieza, por esta razón se propone utilizar la siguiente.

³⁵ Especificaciones técnicas proporcionadas por la empresa Instrumatic, SA de CV.

Descripción:

Resina poliéster isoftálica de alta resistencia química.

Características:

- Excelente afinidad a la fibra de vidrio.
- Elevadas características anticorrosivas, principalmente contra ácido.
- Ante algunos álcalis, su resistencia química es solamente moderada, según las condiciones de temperatura y concentración de la solución a manejar.

Fórmula típica para uso en fibra de vidrio:

RESIMEX MI-49	80 partes
Estireno	20 partes
Octoato de Cobalto 6%	0.5 partes
Peróxido de Mek al 50%	1 partes
Fibra de vidrio	40 partes

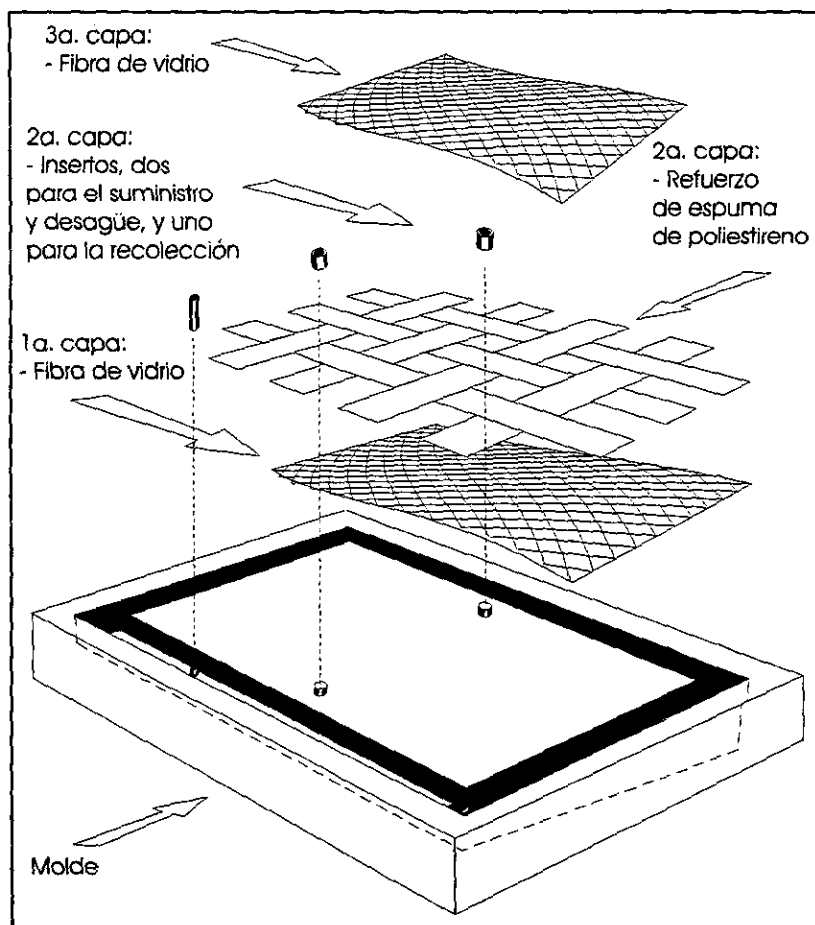
El porcentaje de fibra de vidrio empleado define las características del laminado y debe ser, por lo menos de 25% en peso. Los laminados hechos con este producto pueden someterse a horno para acelerar su curado. Recomendamos iniciar este tratamiento a temperatura de 40 - 45 °C e ir subiendo gradualmente 10 °C por hora hasta llegar a una temperatura máxima de 80 - 85 °C.

RESIMEX MI-49 es una resina que requiere para su aplicación: ser diluida con estireno al 60% (sólidos), agregar un acelerador e incorporar un catalizador PMEK al 50% para gelar y curar. Cualquier componente distinto a los mencionados alterará las características de la resina. ³⁶

Por lo anterior, no será posible agregar un colorante negro al momento de preparar la resina para la manufactura de la pieza. De aquí se desprenden dos posibilidades: la primera es utilizar un Gel Coat de tipo *tooling* o sanitario color negro, el cual quedaría en la cara principal de la charola superior (donde se va a almacenar la salmuera). La segunda opción es, ya terminada la pieza, darle un recubrimiento con pintura de tipo marítima, la cual presenta alta resistencia a la corrosión. Ambas son buenas opciones, pero el saber cuál de ellas realmente rinde mejores resultados será una de las tareas por analizar en las pruebas con prototipos o instalaciones de campo.

³⁶ Especificaciones técnicas proporcionadas por la empresa Mexicana de Resinas, S.A.

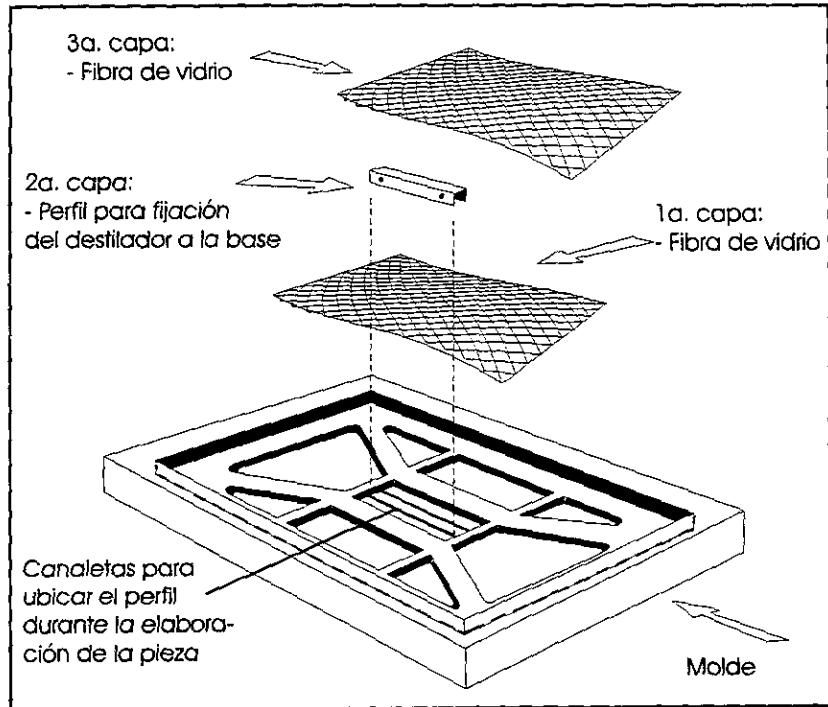
El modo de fabricación de la charola superior podrá ser por picado o, de preferencia, por aspersión del material. Dicha pieza llevará tres insertos y algunas tiras de espuma de poliestireno. Los insertos son para la recolección, desagüe y suministro del agua; y la espuma nos dará estructura en la parte interna, de lo contrario, la pieza podría torcerse o pandearse, dadas las dimensiones de la misma. El objeto de esta solución de manufactura es obtener una pieza firme, pero sin que presente quiebres en la superficie que estará en contacto con la salmuera.



Charola Inferior

Aunque este charola no estará expuesta al concentrado del agua de mar, es importante que también presente características de resistencia al ambiente corrosivo del lugar, por esta razón, el material de fabricación de la charola inferior será la resina RESIMEX MI-49.

El modo de construcción de esta pieza será igual a la anterior con su respectivo inserto, que en este caso es el perfil de soporte. No se requerirá utilizar espuma de poliestireno para reforzar, ya que el diseño está pensado para que la pieza se estructure a sí misma.

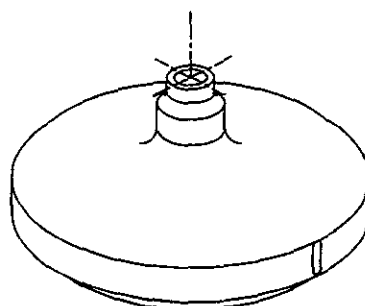
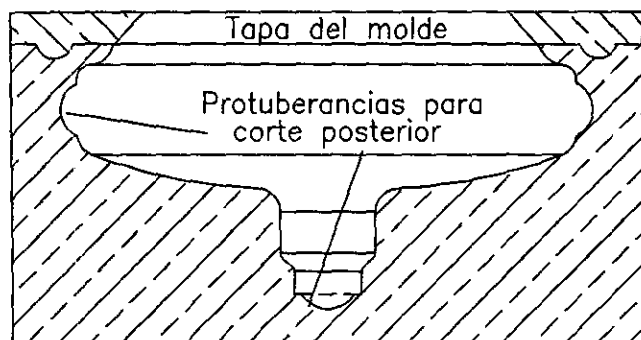


Contenedor del CNA

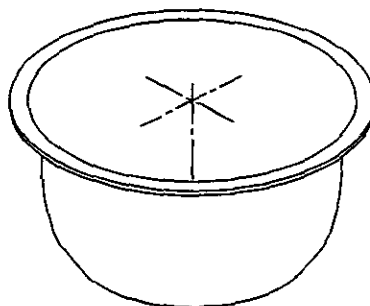
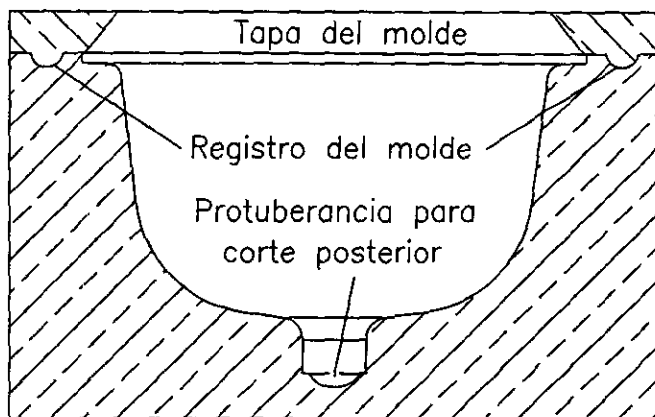
Este contenedor consta de dos piezas de cerámica - tapa y recipiente -, las cuales se proponen en cerámica Gres o *stone ware* esmaltadas en color negro. Los moldes de ambas piezas deberán de contar con saques que faciliten el corte posterior que se tendrá que hacer a las propias piezas antes de ser sancochadas; es decir, antes de hornearlas, cuando aún este fresca la pasta.

El recipiente lleva sólo un corte en la parte baja, que permitirá conectar el CNA con el resto de los módulos. La tapa llevará tres cortes: el primero para el suministro del agua y dos más para permitir el movimiento libre de la varilla del flotador. (Ver los siguientes diagramas y los planos # 2 y 21)

Molde para tapa del CNA



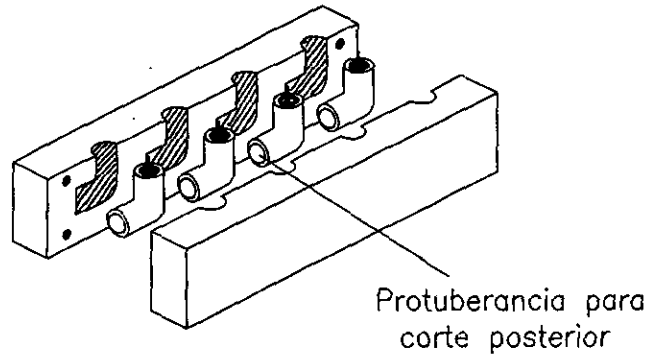
Molde para recipiente del CNA



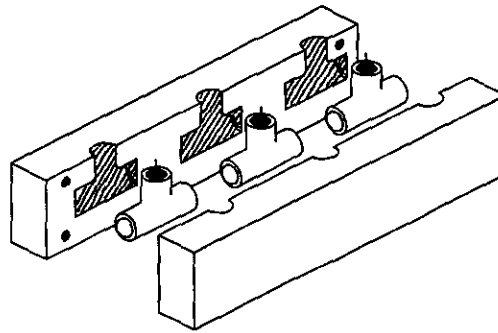
Conectores de cerámica

En la red de recolección se propone utilizar conectores de cerámica (L-9.5 y T-9.5) y manguera de silicón para evitar que el agua destilada adquiera el sabor de otros materiales, como el PVC. Ahora bien, si el uso del sistema va a ser para laboratorios de análisis, esta red tendrá que ser de acero inoxidable; también se podría combinar conectores de cerámica con tubería de acero inoxidable, según los costos. La fabricación de estos conectores se propone también en cerámica Gres con un baño de esmalte ligeramente azulado. Los moldes deberán ser múltiples para aprovechar al máximo cada vaciado. Al igual que en los moldes del contenedor, éste deberá llevar protuberancia para el cortado posterior.

Molde para conector L-9.5

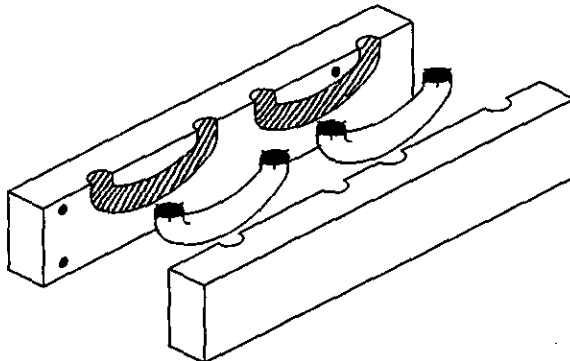


Molde para conector T-9.5



En la red de suministro, limpieza y desagüe se propone utilizar el conector C-25.4-225, que comunicará hidráulicamente a cada destilador. Su fabricación se planea también en *stone ware*, sólo que el baño de esmalte será en un tono gris.

Molde para conector C-25.4-225



Lista de piezas conforme al material de su fabricación

METALES

Clave	Nombre de la Pieza	Unidad	Material
D101	Perfil para soporte	DST	Acero inoxidable
C102	Ménsulas	CNA	Acero inoxidable
C103	Varilla de ¼" para flotador	CNA	Acero inoxidable

PLÁSTICOS

Clave	Nombre	Unidad	Material
D201	Charola superior	DST	Fibra de vidrio
D202	Tubo 9.5-60 inserto	DST	PVC
D203	Tubo 19.0-40 inserto	DST	Silicón
D204	Charola inferior	DST	Fibra de vidrio
B205	Larguero	BSE	Madera plástica
B206	Travesaño	BSE	Madera plástica
B207	Remate	BSE	Madera plástica
B208	Nivelador	BSE	Madera plástica
B209	Pernos 9.5-56	BSE	Hepoxifibra
C210	Válvula	CNA	Nylon
C211	Contraválvula	CNA	Nylon
C212	Larguero del CNA	CNA	Madera plástica
C213	Soporte del contenedor	CNA	Madera plástica
A214	Manguera 9.5-930	MD	Silicón
A215	Manguera 9.5-455	MD	Silicón
A216	Tubo 19.0 - 880V	MM	PVC
A217	Tubo 19.0 - 80	MM	PVC
A218	Tubo 19.0 - 470V	MM	PVC

CERÁMICOS

Clave	Nombre de la pieza	Unidad	Material
D301	Condensador	DST	Vidrio
C302	Tapa del recipiente del con.	CNA	Cerámica Gres
C303	Recipiente del contenedor	CNA	Cerámica Gres
M304	Basamento	MS	Concreto
A305	Conector C-25.4-225	MD	Cerámica Gres
A306	Conector L-9.5	VAR	Cerámica Gres
A306	Conector T-9.5	VAR	Cerámica

PIEZAS COMERCIALES

Clave	Nombre	Unidad	Material
C401	Flotador 3"- 6.3-25.4	CNA	Polietileno
C402	Seguro tipo 'C' 1/8"	CNA	Acero
A403	Tomillo 6.3-25.4-20-UNC-2A	CNA	Acero inoxidable
A404	Tuerca 6.3	CNA	Acero inoxidable
A405	Tomillo 7.9-38.1-20-UNC-2A	CNA	Acero inoxidable
A406	Tuerca 7.9	CNA	Acero inoxidable
A407	Taquete Hillti HX12.7-76.2	MS	Acero
A408	Tomillo 12.7-88.9-20-UNC-2A	MS	Acero inoxidable
A409	Arandela 14.2-35.0-2.0	MS	Acero inoxidable
A410	Tomillo 9.5-50.8-20-UNC-2A	MS	Acero inoxidable
A111	Tuerca 9.5	MS	Acero inoxidable
A112	Arandela 9.5	MS	Acero inoxidable
A113	Tomillo 15.8-76.2-20-UNC-2A	MM	Acero inoxidable
A114	Tuerca 15.8	MM	Acero inoxidable
A115	Arandela 17.4-45.0-3.0	MM	Acero inoxidable
A416	Codo L-25.4	MM	PVC
A417	Codo T-25.4	MM	PVC
A418	Abrazadera TK-14-20	MM	ABS

CAPÍTULO 4

INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

En este capítulo se explican las funciones que tienen relación directa con el usuario, fabricante o instalador del sistema. Nos permitirá conocer con claridad la ubicación y secuencia del armado de piezas, además del mantenimiento que se le debe dar.

Instalación

El primer paso para planear la instalación de una planta de este tipo es conocer el requerimiento total de agua que se pretende satisfacer con ella. Una vez teniendo tal dato, hay que analizar el lugar en donde se hará la instalación, proceder a hacer los cálculos y diagramas específicos, así como los planos de trabajo para colocar las unidades y accesorios correspondientes.

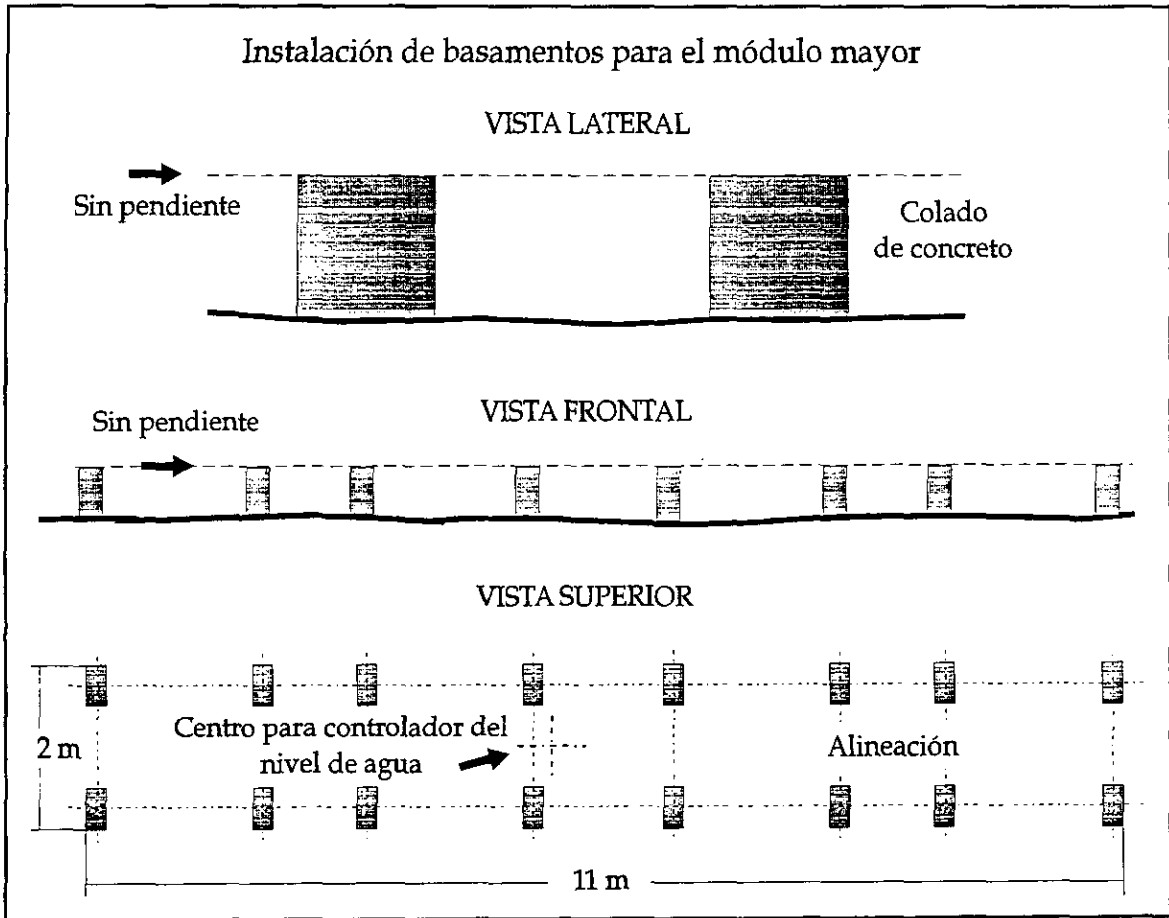
Basamentos

Refiriéndonos específicamente a las unidades modulares de este proyecto,³⁷ el primer paso será ubicar y colocar los basamentos de acuerdo a los planos de instalación.

Estos soportes no vienen prefabricados, tienen que construirse al momento. La elección del material con que se hagan dependerá del costo y disponibilidad en la localidad. Por cuestiones técnicas y de costos, es recomendable que sea un colado de concreto ligeramente reforzado, aunque también pueden estar hechos con tabique; de ser así, entonces en la parte superior se deberá hacer un pequeño colado de concreto sobre el cual se taladrará para insertar los taquetes de expansión; si lo hiciéramos directamente sobre el tabique, éste se rompería.

³⁷ La instalación de los tanques de distribución y de almacenamiento, bomba, *timers*, y demás elementos complementarios no se expondrán en este capítulo, ni en este trabajo.

Además de respetar las distancias predeterminadas entre cada basamento (para tener una correcta alineación), el sentido de verticalidad y horizontalidad debe exigirse en la medida de lo posible a quienes vayan a construir los basamentos.



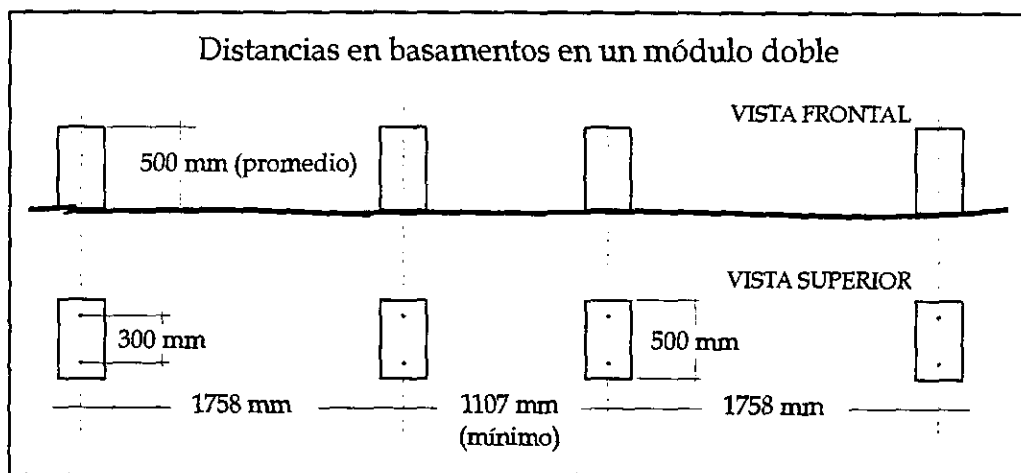
Una de las ventajas de utilizar bases es que el cuidado de las pendientes - más bien de las no pendientes - será seccionado en un área de 11m. por 2m. Con otras instalaciones, este control exacto y preciso se tiene que realizar en distancias mucho mayores, *i.e.* 25 m. por 1.20 m.; lo cual implica mayor riesgo de errores por nivelado. Además, existe también un ahorro en el costo por limpieza, aplanado y preparación del suelo, ya que para 28m.² de captación (área que ocupa un módulo mayor), sólo 7m.² serán necesarios de acondicionar para cada uno de estos módulos.³⁸

³⁸ Esta cifra esta basada en el área que ocupa el colado bajo tierra de dichos basamentos, la cual es de 0.44 m² - es decir, .80 m. por .55 m.- ; y no en el área dibujada en el diagrama anterior que es de 0.50 por 0.25 m.

Bases

Teniendo listos todos los soportes, se procederá a colocar las bases de plástico reciclado o madera.³⁹ Hay que taladrar el basamento para insertar los taquetes de expansión o Hiltis, de preferencia, de acuerdo a una plantilla marcada por las propias bases. Puede llegar a existir una ligera desalineación entre cada basamento, solo hay que certificar que la distancia entre los ejes de los taquetes corresponda a los barrenos de las bases y a las distancias mínimas indicadas en los planos.

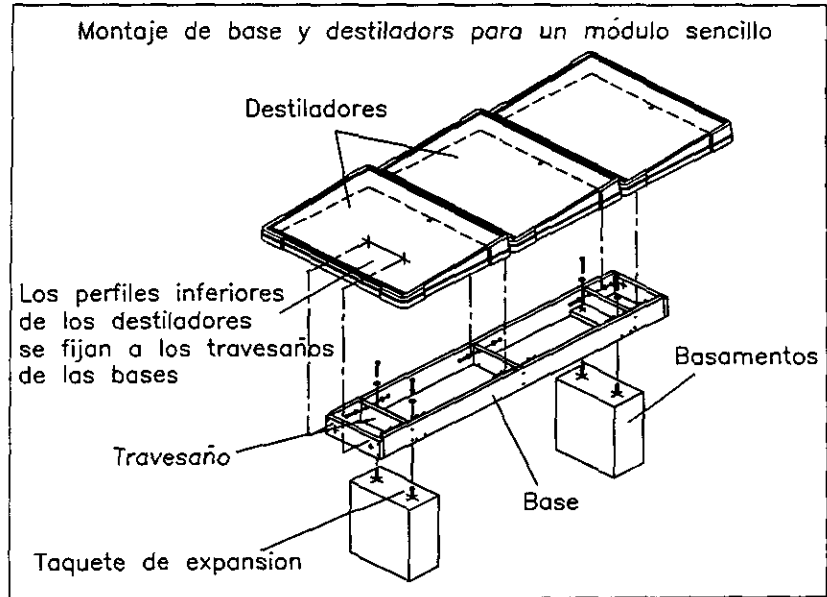
Una vez sujetas las bases, procedemos a nivelarlas, tanto en sentido longitudinal como transversal y de modo individual como colectivo, es decir, con respecto a todas las bases de un MM. Si llegase a existir una pendiente de medio grado a los largo de tan solo un MD, (que tiene casi seis metros de largo) el último destilador de la línea carecerá de agua o bien duplicará su nivel, alterando por completo el funcionamiento del sistema.



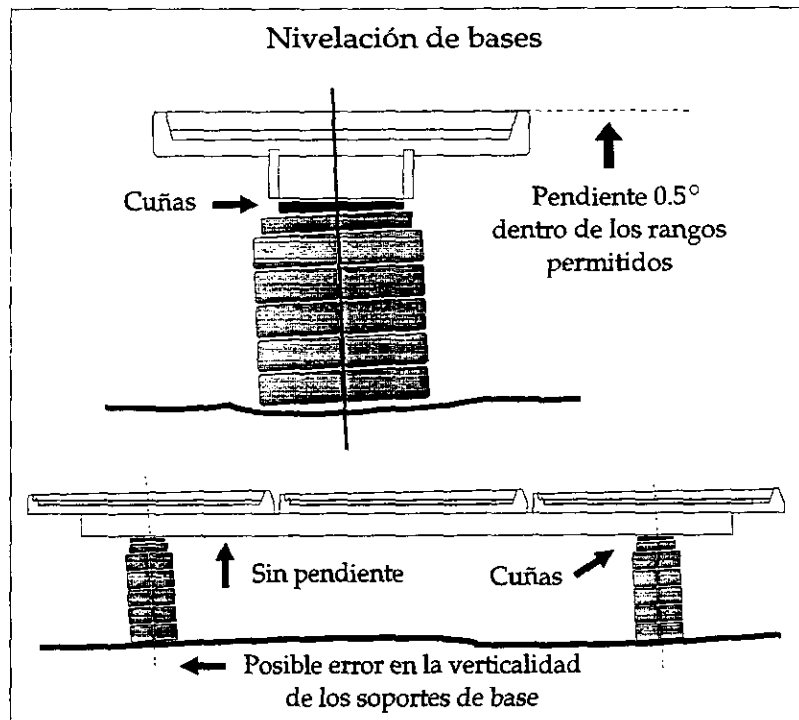
El esquema anterior sólo nos muestra las distancias para un módulo doble; sin embargo, esto tendrá que repetirse cuatro veces para poder formar el módulo mayor. Las distancias entre los cuatro MD estarán determinadas por el espacio que el planeador decida dejar en los pasillos internos de cada MM.⁴⁰ De hecho, puede haber variantes en el arreglo modular: podrían armarse dos módulos triples - cada uno compuesto por tres MS cada uno - para formar un módulo de 18 destiladores.

³⁹ El proyecto plantea de preferencia el uso del plástico reciclado, sin embargo el diseño de las bases esta también pensado para construirse en madera.

⁴⁰ En los planos de este documento, el ancho del pasillo longitudinal (a lo largo del MM) se dimensionó en 600 mm. de separación. El pasillo transversal (al centro del MM) se dimensionó en 400 mm. Ambas distancias son entre destilador y destilador y no entre basamento y basamento.

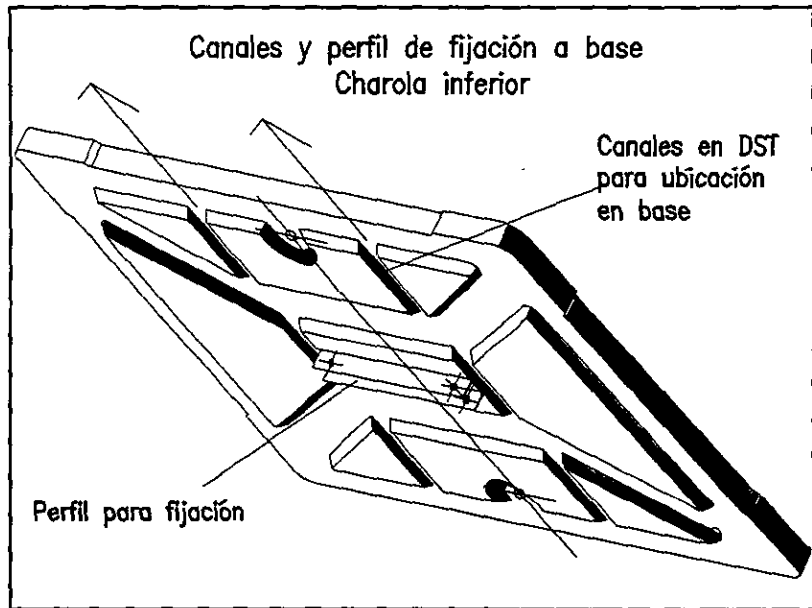


Dado que la manufactura de estos soportes dependerá de la mano de obra local, seguramente, con calidad fuera de nuestro control, es posible que exista un ligero error en el nivel requerido para cada MD. De ser así, se podrán utilizar calzas o cuñas para ajustar el nivel de todas las bases.



Destiladores

El diseño del destilador presenta en su parte baja dos rieles y un perfil de soporte para poder instalarlo fácilmente. Los rieles servirán para la estabilidad y ubicación de la unidad y el perfil para fijarla directamente a los travesaños de las bases, los cuales se encuentran a una distancia - entre sus ejes - de 955 mm.; el destilador tiene un ancho de 950 mm., por lo que entre cada unidad existirán 5 mm. de separación. La fijación se hará por medio de dos tornillos de 3/8" por 2" de largo.



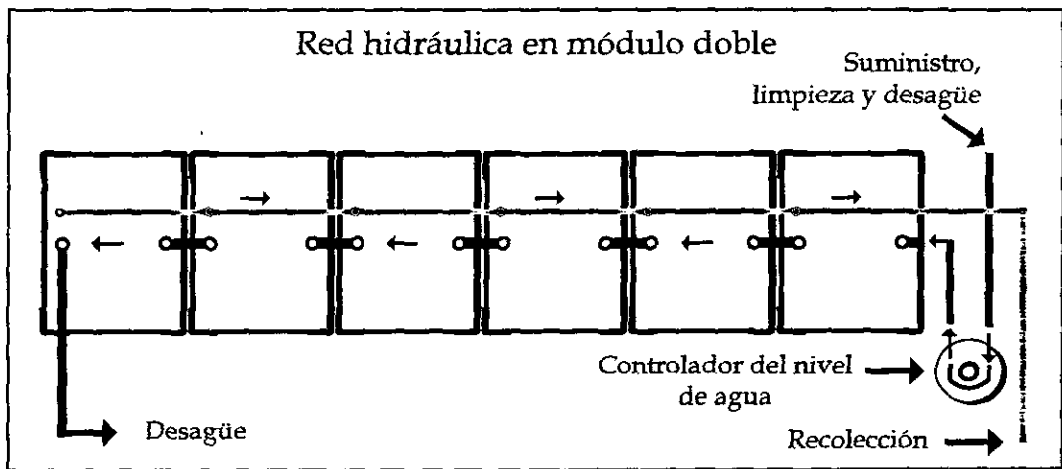
Se recomienda colocar el cristal o condensador hasta que ya estén instalados los módulos, los CNA y la propia red hidráulica, con el fin de probar primero el funcionamiento de la planta, corroborar que el agua este llegando bien a todas las unidades para, en caso de que llegase a existir alguna fuga o desnivel, corregir los posibles errores fácilmente. Si colocamos el vidrio antes de esto será un tanto difícil medir el nivel de la salmuera y las maniobras de ajuste podrían entorpecerse.

Red hidráulica

Red de suministro, limpieza y desagüe. Como ya se mencionó, es necesario ligar destilador con destilador a través del conector C-25.4-225 y sellar con silicón. El primero de los destiladores del módulo deberá conectarse a la red de suministro proveniente del CNA, y el último de ellos se conectará a la línea de desagüe. exactamente al otro extremo del módulo. (Ver *Suministro en MD* del capítulo 2)

Red de recolección. La tubería de recolección puede presentarse en sentido inverso a la anterior, aunque no necesariamente; esto dependerá de la disposición de las arterias principales. El destilado proveniente de cada una de las unidades se canalizará a través de conectores tipo L-9.5, T-9.5 y manguera de 3/8" de poliestireno o silicón. La tubería recolectora de cada MD deberá llegar a la arteria de recolección de toda la planta, la cual a su vez canalizará el destilado al tanque recolector.

Lo anterior se muestra en los diagramas *Recolección y conducción en módulo* y *Recolección en destilador* presentados en el capítulo 2.



Controlador del Nivel de Agua Aunque el despiece general de este documento muestra que la colocación de la base o *larguero del CNA* se hace una vez teniendo los MD ensamblados, es preferible que dicho larguero se fije cuando aún no estén colocados los destiladores; de ese modo se facilitará su empalme con los remates de las bases. Su ubicación podrá ser al centro izquierdo o al centro derecho del MM, lo cual dependerá de la planeación preliminar. Esta pieza se fijará a los extremos - remates - de dos de las bases del MM mediante cuatro tornillos de 5/8" por 3 1/2" de largo; no necesita ser nivelado ya que su altura dependerá de dichas bases, las cuales, para entonces, ya deben estar perfectamente niveladas.

Sobre el larguero irán dos ménsulas que se fijarán con tornillos de 3/8" x 1" y sobre las cuales irá montado el soporte del contenedor, sujetado con tornillos de 5/16" x 1". Finalmente, se colocará el contenedor del CNA, el cual estará conectado a la arteria de distribución y, a su vez, a los cuatro MD (Ver despiece parcial 6 en el plano # 5).

Mantenimiento

Frecuente

Uno de los procesos inevitables en la mayoría de todo aparato o sistema es el constante mantenimiento y este caso no es la excepción. La frecuencia con que este servicio se debe realizar es de dos a tres días, ya que de no hacerlo, la concentración de la salmuera sería tal que generaría una caída severa en la producción. (Ver la sección *Limpieza y desagüe* del capítulo dos)

El horario de limpieza deberá ser alrededor de las 6:00 h. No conviene hacerlo durante la noche, ya que en ese período suele haber cierta producción debido al calor que almacena el agua dentro del habitáculo y al enfriamiento drástico que tiene el condensador durante la noche.⁴¹ “El aislamiento térmico del destilador modifica su inercia térmica. Esto permite tener producciones nocturnas de alrededor del 12% del destilado que se obtiene durante el periodo de insolación”.⁴²

Timer o temporizador

Para que este mantenimiento no dependa de la diligencia diaria de una persona, se propone implementar un sistema hidro-eléctrico de control automatizado, el cual consiste en un *timer* programado para que cada dos, tres o cuatro días durante unos minutos permita la limpieza total de la planta.

Este *timer* requiere de una fuente energética para su funcionamiento, la cual podrá ser tanto de corriente alterna como de corriente directa. Si se trata de una batería, ésta solo deberá ser cambiada durante un tiempo determinado o bien, se podrá utilizar un pequeño panel de celdas solares con una batería y un cerebro electrónico, el cual servirá también servirá para la bomba del suministro inicial del agua. Ahora bien, si el lugar cuenta con energía eléctrica cercana, entonces se sólo se tendrá que extender una línea que llegue a la planta. La idea es evitar que una persona tenga que estar cada tercer día dando servicio en servicio de limpieza a la planta.

Quizás sea conveniente hacer dos programaciones al año: la primera, en la temporada abril - octubre, la cual dará un servicio de limpieza cada dos días; y la segunda, en la temporada octubre - abril, la cual dará servicio cada tres o cuatro días. De abril a octubre tenemos mayor irradiación solar, lo que provoca mayor producción y mayor concentración del agua salobre, por lo que la limpieza tendrá que ser

⁴¹ Recordemos que entre mayor sea la diferencia de temperaturas de la salmuera y el vidrio, mayor será la producción de agua destilada. (Ver *Destilador* en el capítulo 2)

⁴² Porta, Miguel Angel. Mecanismos de Transferencia de destiladores solares someros. Tesis de doctorado, Facultad de Ingeniería, UNAM 1996.

más frecuente. De octubre a abril la irradiación solar baja, provocando menor producción y menor concentración, por lo que la limpieza se podría hacer con menor frecuencia. Este cambio semestral de la programación del temporizador lo podrá ser algún habitante de la localidad con previo entrenamiento por parte del fabricante.

Otro mantenimiento que hay que realizar es el de la limpieza de los condensadores de cada una de las unidades. Después de cierto período, el cristal se llenará de polvo, provocando disminución en la transmisión de la radiación solar, es decir, el grado de transparencia se pierde, por lo que la eficiencia decae un tanto. Por esta razón es importante que algunas personas de la comunidad retiren dicho polvo cada 8 o 10 meses.

Especializado

Aunque la planta puede mantenerse funcionando durante cierto tiempo con los mecanismos implementados de limpieza frecuente, será necesario revisar, eventualmente: la sincronización del *timer*, las posibles fugas en la red y, sobre todo, la cantidad de sarro acumulado en las paredes internas de los DST, así como el estado de la superficie del mismo.

Será necesario que cada determinado tiempo, el cual aún no se puede especificar, la cubierta del destilador reciba un *servicio total* de mantenimiento. Este período podrá definirse después de haber hecho ciertas pruebas de desgaste con distintos recubrimientos sobre la charola superior. Un estimado mínimo sería de tres años y uno máximo de cinco; de cualquier forma, será inevitable el tener que dar tal servicio, si se quiere mantener las condiciones adecuadas para una alta eficiencia del funcionamiento del aparato.

Para realizar tal acción será necesario retirar todo el silicón que une al condensador con el contenedor. De allí, se procederá a limpiar la *superficie interna* del destilador y, nuevamente, se tendrá que volver a colocar silicón para sellar.

Es importante señalar que se decidió no implementar otro sistema de apertura, ya que es sumamente importante asegurar el mejor aislamiento térmico en la unidad y éste sólo se logrará a un costo accesible con el propio silicón. Es preferible hacer un gasto de renovación cada tres o cinco años, que reducir considerablemente la producción del destilado al día por tener un sistema deficiente de sellado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y ESTRATEGIA DE VENTA

En este último capítulo se describirán los aspectos económicos y de mercado de todo el proyecto. Como se menciona en la introducción, los datos arrojados por el estudio de mercado serán expuestos aquí, de manera paralela a la estrategia de venta presentada.

Análisis de costos

El estudio de costos de un producto debe tener siempre un rango de error, ya que muchos de los factores que intervienen en él son modificados según la conveniencia del momento de la fabricación.

Para el caso de este sistema, he estructurado el análisis de la siguiente forma: estimado de los costos de fabricación de las piezas y de las unidades hasta un módulo mayor. De allí se anexará un 10% de gastos indirectos, como lo es el almacenaje; posteriormente, se agrega un 15% por accesorios (tanques, *timers*, bomba, red hidráulica) y finalmente un costo por el servicio de instalación, el cual implicar el diseño del arreglo de la planta.

Estas cifras son un estimado, ya que difícilmente podríamos ahora fijar costos por instalación de una planta de la que aún no sabemos su conformación. El objetivo de esto será sacar un estimado del costo por unidad (aproximadamente, $1m^2$ de captación solar) lo que nos permitirá saber la relación litros/\$ del sistema.

El cálculo estimado estará basado en una producción ficticia de 1008 unidades destiladoras, así como bases, CNA y demás accesorios correspondientes a 42 MM.⁴³

⁴³ Cada MM contiene 24 destiladores ($24 \times 42 = 1008$), lo cual equivale a cuatro plantas de, aproximadamente, 1,200 litros diarios en promedio anual, aunque en época de mayor irradiación, cada una podría alcanzar hasta los 1,650 litros. Se trata de una cifra con posibilidades reales de que se lleve a cabo.

Tabla de análisis de costos de piezas y unidades

Charola superior

<i>Concepto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio total</i>
Material		110.00	95.00
Manufactura		90.00	90.00
Insertos	3	4.00	12.00
Recubrimiento		12.00	12.00
Total DST-CS			209.00

Charola inferior

<i>Concepto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio total</i>
Material			95.00
Manufactura			90.00
Perfil de soporte	1	21.50	21.50
Total DST-CI			206.50

Destilador

<i>Concepto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio total</i>
DST-CS			209.00
DST-CI			206.50
Condensador			76.00
Total DST			491.50

Base

<i>Concepto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio total</i>
Largueros	2	52.00	104.00
Niveladores	2	12.50	25.00
Travesaños	3	12.50	37.50
Remates	2	12.50	25.00
Pernos	32	0.15	4.80
Ensamble	1	35.00	35.00
Total de Base			231.30
Basamento	2	55.00	110.00
Total de BSEC			341.30

Contenedor

<i>Concepto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio total</i>
Tapa	1	50.00	50.00

Recipiente	1	68.00	68.00
Válvula	1	24.50	24.50
Contraválvula	1	22.00	22.00
Varilla	1	1.50	1.50
Seguros	2	0.80	1.60
Total CNA-C			167.60

Controlador del nivel de agua

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Larguero	1	42.00	42.00
Ménsulas	2	18.00	36.00
Soporte	1	21.00	21.00
Contenedor	1	167.60	167.60
Accesorios		26.00	26.00
Total CNA			250.60

Módulo doble

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Destiladores	6	491.50	2949.00
Bases	2	231.30	462.60
Conector C-25.4	5	25.00	125.00
Conector L-9.5	1	10.00	10.00
Conector T-9.5	5	15.00	225.00
Total MD			3771.60

Módulo mayor

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Precio total
MD	4	3771.60	15086.40
CNA	1	250.60	250.60
Accesorios		80.00	80.00
Total parcial MM			15417.00
<i>Gastos indirectos</i>		10%	1541.70
			16958.70
<i>Accesorios</i>		15%	2543.81
			19502.51
<i>Instalación</i>		15%	2925.38
TOTAL			22427.88
Precio por unidad	24	934.50	22427.88

Estimando que cada destilador puede alcanzar los 4.5 litros de producción diaria en promedio anual, tenemos que:

$$4.5 \text{ litros} \times 365 \text{ días} = 1,642.5 \text{ litros al año por unidad}$$

$$\$934.50 / 1,642.5 = \$0.57 \text{ pesos el costo del litro}$$

ahora bien, si agregamos un 8% de la misma agua salobre para mineralizar el agua, obtendremos un total 4.86 litros diarios por unidad promedio anual, de lo cual obtendremos que:

$$4.86 \times 365 \text{ días} = \underline{1,773.39 \text{ litros al año por unidad}}$$

$$\$934.50 / 1,773.30 \text{ litros} = \$0.52 \text{ pesos el costo por litro}$$

es decir, el costo por litro en el primer año sería de alrededor de 50 centavos, a partir de allí sólo se tendrá que invertir en el mantenimiento de la planta.

En México no existe una producto análogo, sin embargo, en E.U.A. se fabrica uno similar de modo "casero" que se vende en \$500 dólares y produce unos 8 litros al día.

Estrategia de venta

Dado las características del proyecto, lo más conveniente es ofrecer este sistema de potabilización de agua a los gobiernos de estados con características geográficas idóneas.

Para facilitar la demostración del mercado potencial con el que se puede contar - y dado que se requeriría otro proyecto de tesis para detectar en el país todos los lugar posibles en el que se podría utilizar este sistema -, tomaremos como referencia las condiciones del Estado de Baja California Sur, el cual resulta uno de los mercados más prometedores (ver mapa *Promedio de irradiación global diaria* en el capítulo 1).

Fuentes de abastecimiento y volumen promedio diario de extracción de agua potable por tipo, según municipio en el estado de BCS⁴⁴

Municipio	Fuentes de abastecimiento				Volumen promedio diario de extracción (miles de metros cúbicos por día)			
	Total	Pozo Profundo	Manantial	Planta desaladora	Total	Pozo Profundo	Manantial	Planta desaladora
Estado	175	161	8	6	183.1	166.9	15.4	0.8
Cabos, los	33	33	-	-	35.4	35.0	-	0.4
Comondu	47	40	5	2	52.9	37.5	15.3	0.1
Loreto	6	5	1	-	6.3	6.3	NS	-
Mulege	39	34	1	4	22.5	22.1	0.1	0.3
Paz, la	50	49	1	-	66.0	66.0	NS	-

⁴⁴ Censo Nacional 1995. INEGI

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Viviendas particulares habitadas por disponibilidad de agua entubada, según municipio en el estado de BCS⁴⁵

Estado	Total	Dispone de agua entubada			No dispone de agua entubada	No especificado
		Dentro de la vivienda	Fuera de la vivienda	De la llave pública		
Cabos, los	67,304	36,250	22,216	1,331	7,118	389
Comondu	9,427	4,188	3,674	159	1,306	100
Loreto	15,151	6,336	8,826	281	1,616	92
Mulege	8,528	3,591	3,009	164	1,719	45
Paz, la	34,198	22,135	8,707	727	2,477	152

Población urbana y rural en el estado de BCS⁴⁶

Municipios	Localidades			Población		
	Total	Urbana	Rurales	Total	Urbana	Rural
Baja California Sur	2,308	12	2,296	317,764	248,665	69,099
Comondu	883	4	879	74,346	53,517	20,829
Mulege	383	4	379	38,528	23,172	15,356
La Paz	746	2	744	160,970	141,025	19,945
Los Cabos	296	2	294	43,920	30,951	12,969

De hecho, 21,428 personas de 313,561 que pueblan el estado de BCS viven en localidades de menos de 100 habitantes, lo que indica que parte de ese 6.8% de la población podría requerir un sistema semejante, además de considerar que hay más opciones de uso en otros estados del país. "En la península de BC existen, por lo menos, 100 campos pesqueros con poblaciones flotantes que van desde 50 a 500 personas. Además, esta el mercado de las islas, donde la armada de México lleva agua en sus barcos; se trata de una población de más de 2000 personas"⁴⁷.

"Los destiladores MP pueden ser utilizados para construir plantas de mediano tamaño de destilación, la más grande reportada por Porta y Fernández (1995), de 1,500 litros por día. Sin embargo, el escalamiento de este tipo de tecnología no es lo más adecuado para producciones mayores por la complejidad del manejo de la salmuera y del destilado. Se recomiendan estudios de ingeniería industrial para el diseño de plantas de destilación de mayores capacidades de producción."⁴⁸

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Información proporcionada por Miguel Angel Porta.

⁴⁸ Porta, Miguel Angel. Mecanismos de Transferencia de destiladores solares someros. Tesis de doctorado, Facultad de Ingeniería, UNAM 1996.

Las opciones para utilizar sistemas de potabilización como el que aquí se propone son amplias. Evidentemente, no se trata de cubrir toda la demanda; sólo hay que encontrar lugares idóneos de aplicación y ofrecer una opción más para mejorar la calidad de vida en este país y, posiblemente, en otras partes del mundo.

Otros posibles usos

Existen otros mercados potenciales para la utilización del producto de este sistema, ya que el agua destilada tiene un costo alrededor de \$8.00 pesos por litro y se utiliza en laboratorios de análisis químicos y médicos, así como para otras funciones:

“Dada la alta calidad de agua, obtenida con los destiladores solares, se debe de pensar en su utilización para las siguientes aplicaciones que demandan de agua de tal calidad.

- Sistemas de desmineralización de agua, en donde por ejemplo el problema sea calcio y magnesio, los cuales ocasionan la denominada dureza del agua, que restan sus posibilidades de uso en calderas de vapor e intercambiadores de calor. El uso de un agua desmineralizada evita la incrustación que mantiene una elevada eficiencia energética.
- Es excelente para usarse en las cortadoras de agua tipo Jet, puesto que aumentan la eficiencia y alargan la vida del orificio.
- En el desarrollo de circuitos electrónicos se demanda para enjuagues con bajo contenido de coloides, materia orgánica e impurezas iónicas, que solo la evaporación solar puede dar a un costo competitivo.
- En la industria farmacéutica se demanda de agua libre de iones para la elaboración de reactivos, productos formulados y, en general, como agua de lavado o enjuague instrumental o de un producto específico.
- En la industria galvanoplástica, concretamente en los electroplateados, el uso de agua destilada evita depósitos y manchas en el proceso y suministra agua de reposición de alta pureza.
- En la industria de alimentos y bebidas se demanda agua con un bajo contenido de sodio y de materia orgánica para la elaboración de sus productos.”⁴⁹

⁴⁹ Barrera y Hernández. Artículo, aplicaciones de los sistemas de evaporación solar pasiva. La revista solar., núm. 19. Asociación Nacional de Energía Solar. México 1992.

ANEXO 1

PLANOS

El presenta anexo es continuación del capítulo 3, *Aspectos Técnicos y de Producción*, sólo que no consideré adecuado colocarlo en él, ya que se hubiese perdido continuidad en la descripción del proyecto, dado que número de planos que lo integran.

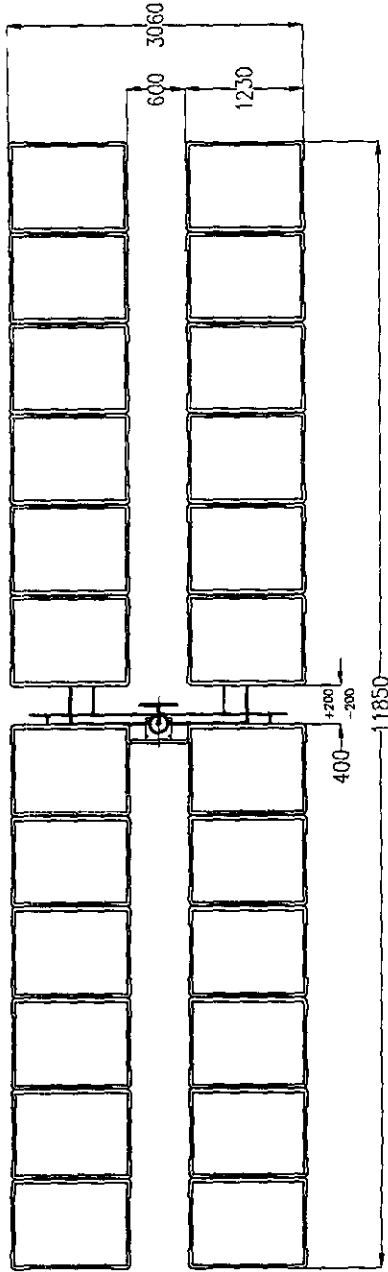
El orden de exposición de los planos se encuentra englobado en dos grandes grupos:

- El primero. Vistas generales con cortes, detalles y despieces de cada una de las unidades del sistema (Planos del 01 al 24).
- El segundo. Planos por pieza con cortes y detalles, así como isométricos de cada una de las piezas diseñadas para el sistema. (Planos del 25 al 50).

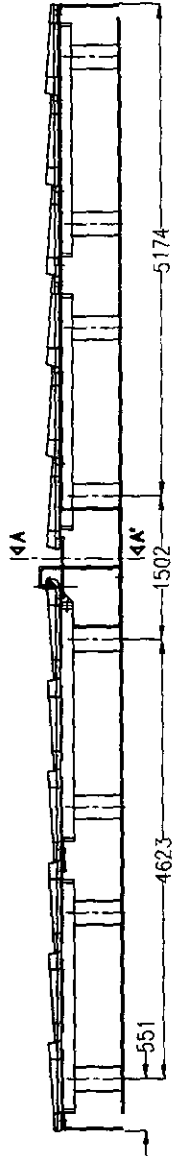
FALTA PAGINA

No. 52

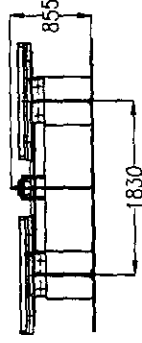
VISTA SUPERIOR



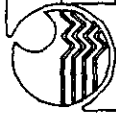
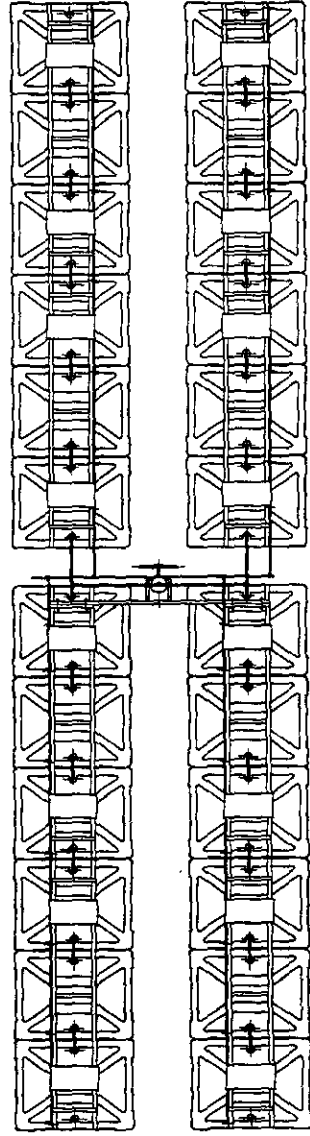
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR

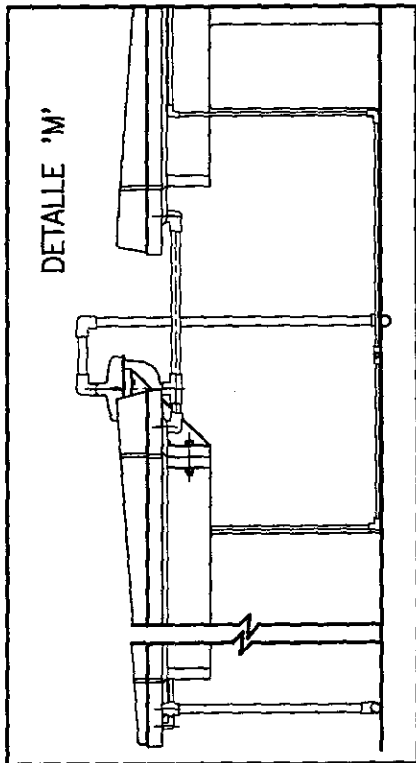
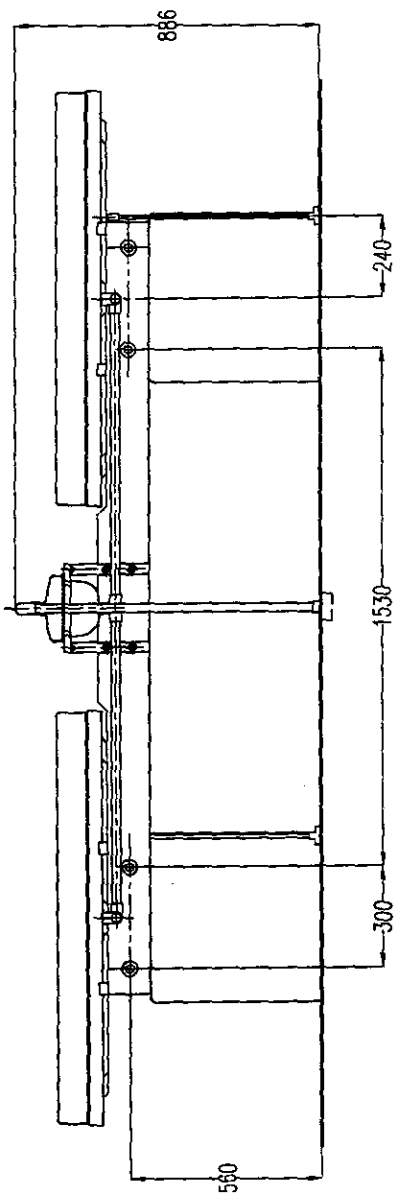


MÓDULO MAYOR
VISTAS GENERALES

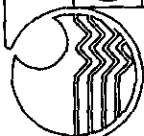
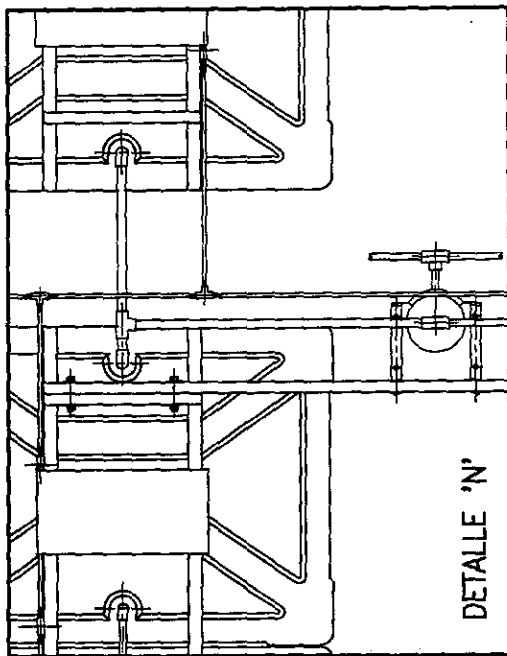
Benito López Cotas: mm

1/50 Mayo 1998 Escala 1:70 A 4

CORTE A-A'



DETALLE 'N'



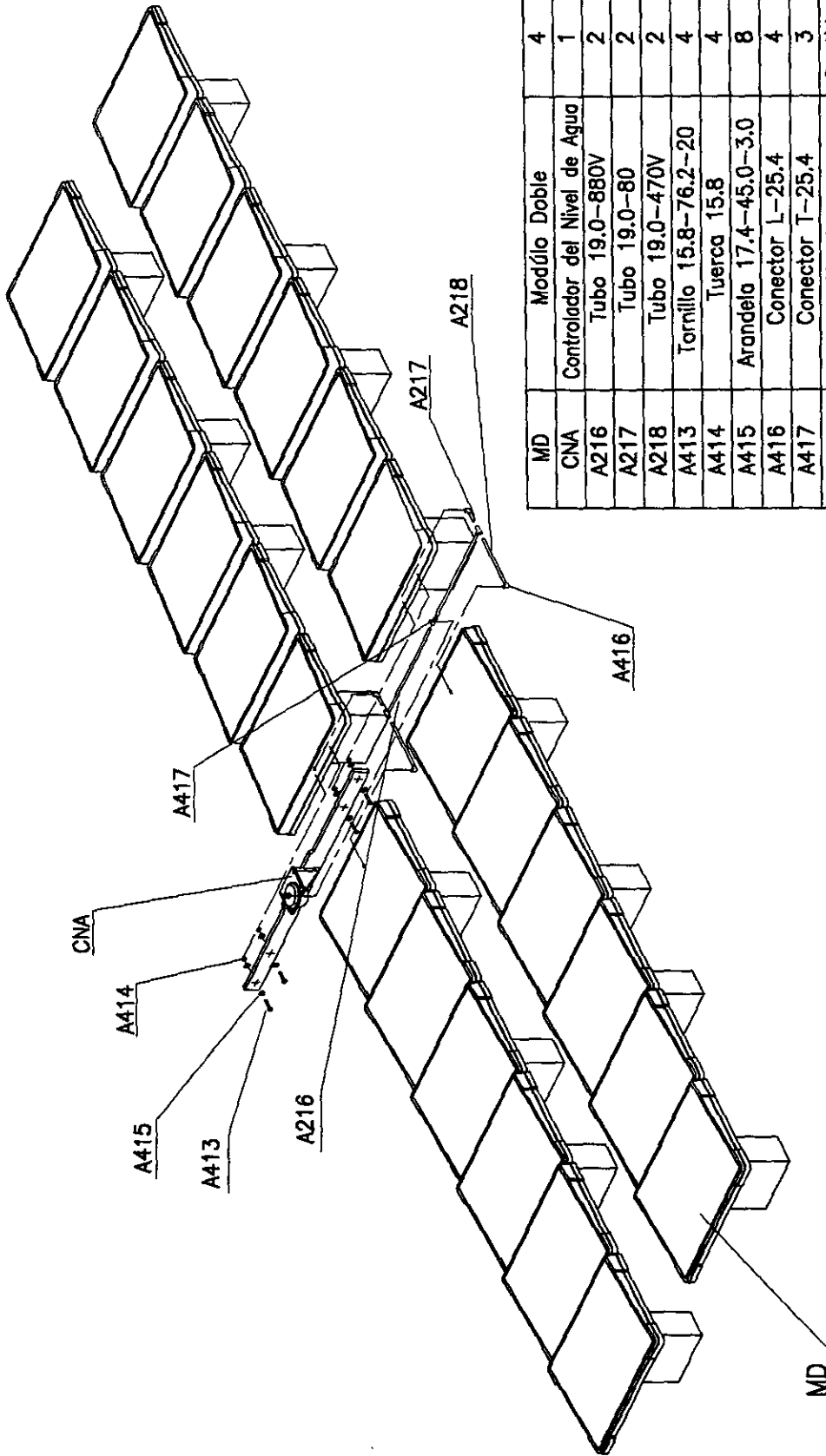
MÓDULO MAYOR

CORTE A-A', DETALLE 'M' Y 'N'

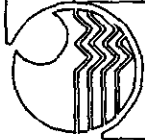
Berenice Tapia

Cotas: mm





MD	Modulo Doble	4
CNA	Controlador del Nivel de Agua	1
A216	Tubo 19.0-880V	2
A217	Tubo 19.0-80	2
A218	Tubo 19.0-470V	2
A413	Tornillo 15.8-76.2-20	4
A414	Tuerca 15.8	4
A415	Arandela 17.4-45.0-3.0	8
A416	Conector L-25.4	4
A417	Conector T-25.4	3
Clave	Nombre	Cantidad



MÓDULO MAYOR

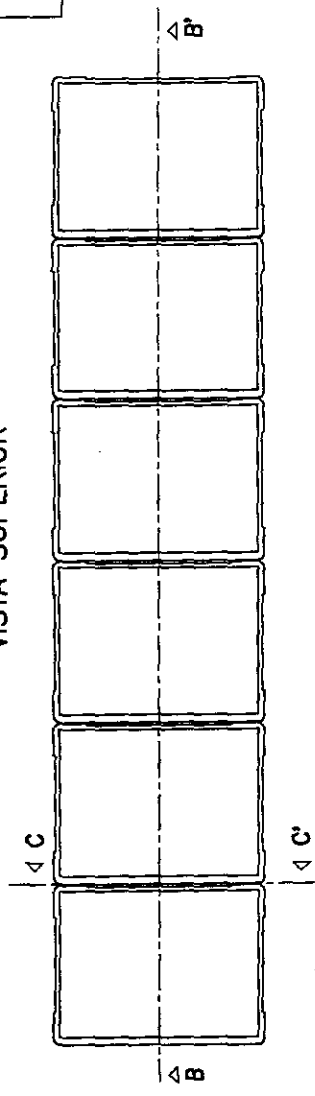
DESPIECE GENERAL

Berenice Tapia	Cotas: mm	
----------------	-----------	--

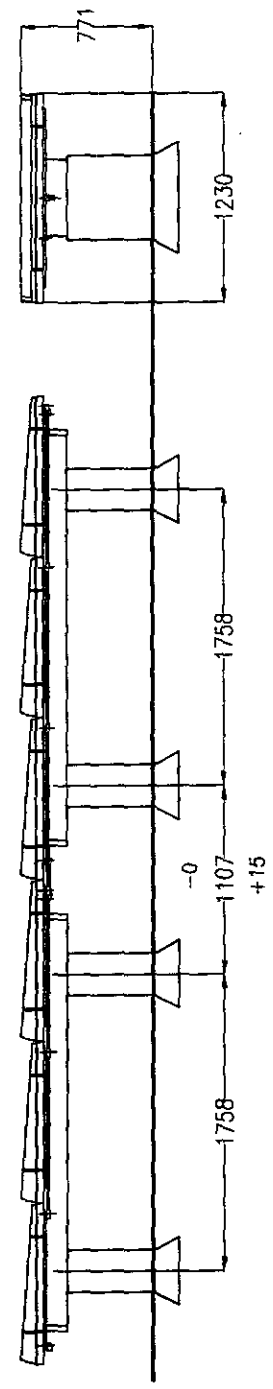
3/50	Agosto 1998	Sin escala	A 4
------	-------------	------------	-----

COMENTARIOS

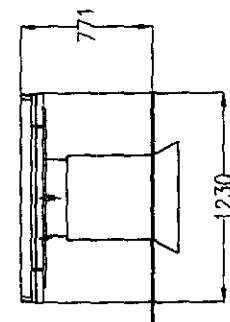
VISTA SUPERIOR



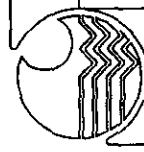
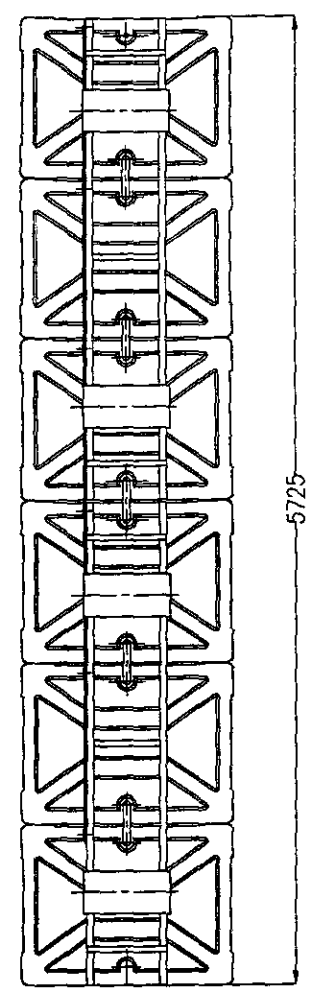
VISTA FRONTAL



V. LATERAL DER.



VISTA INFERIOR



MÓDULO DOBLE

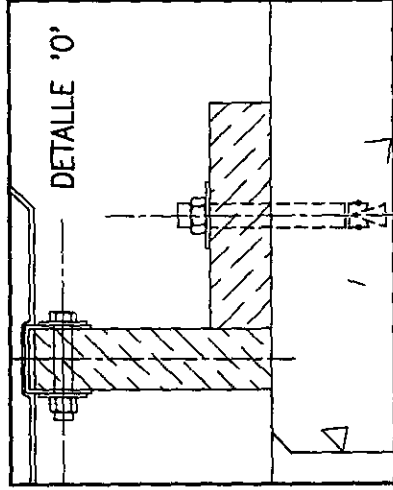
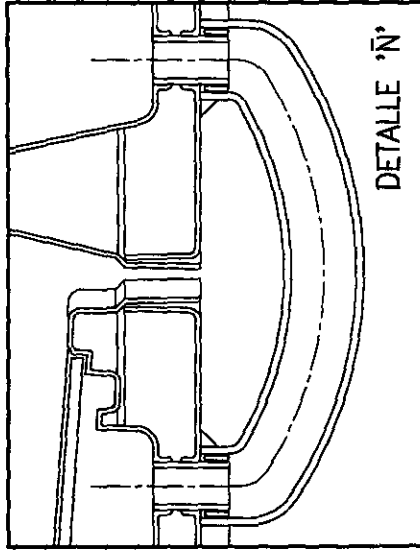
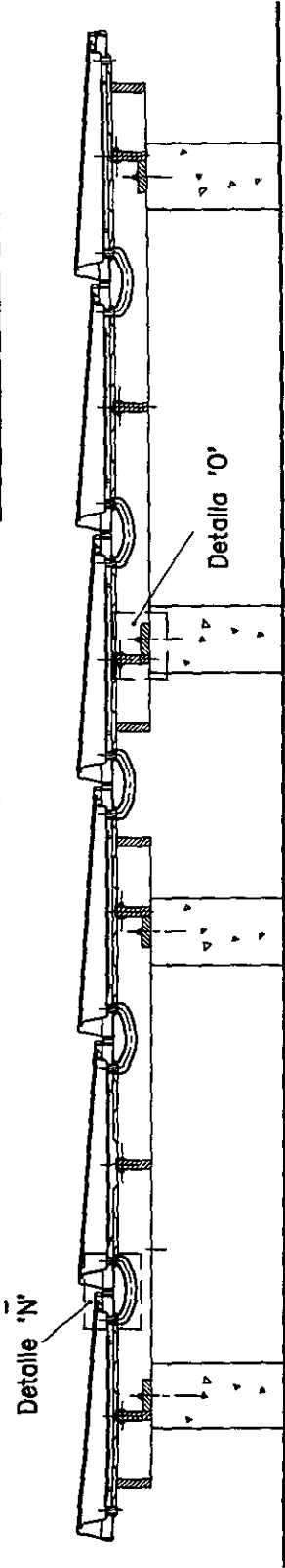
VISTAS GENERALES

<i>Berenice Tapia</i>	Cotas: mm	
-----------------------	-----------	--

4/50	Abril 1998	Escala 1:40	A 4
------	------------	-------------	-----

COMENTARIOS

CORTE B-B'



MÓDULO DOBLE

CORTE B-B' y DETALLES N y O

Berenice Tapia

Cotas: mm



5/50

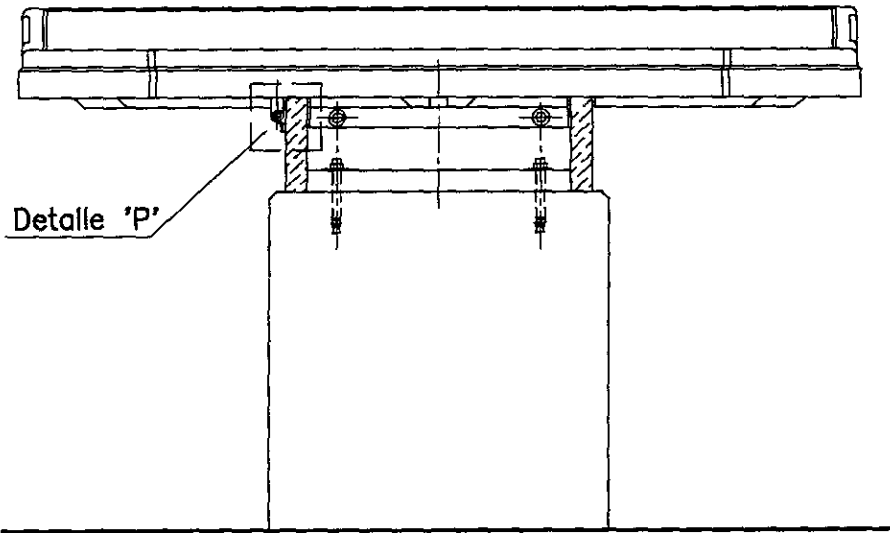
Abril 1998

Escala 1:25

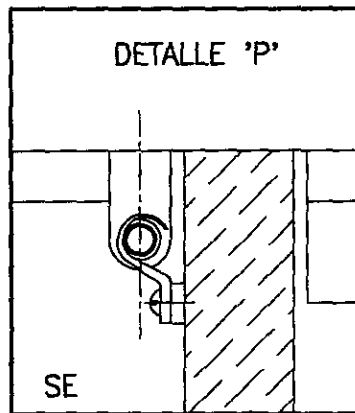
A 4

COMENTARIOS

CORTE C-C'



DETALLE 'P'



MÓDULO DOBLE

CORTE C-C' y DETALLE P

Berenice Tapia

Cotas: mm



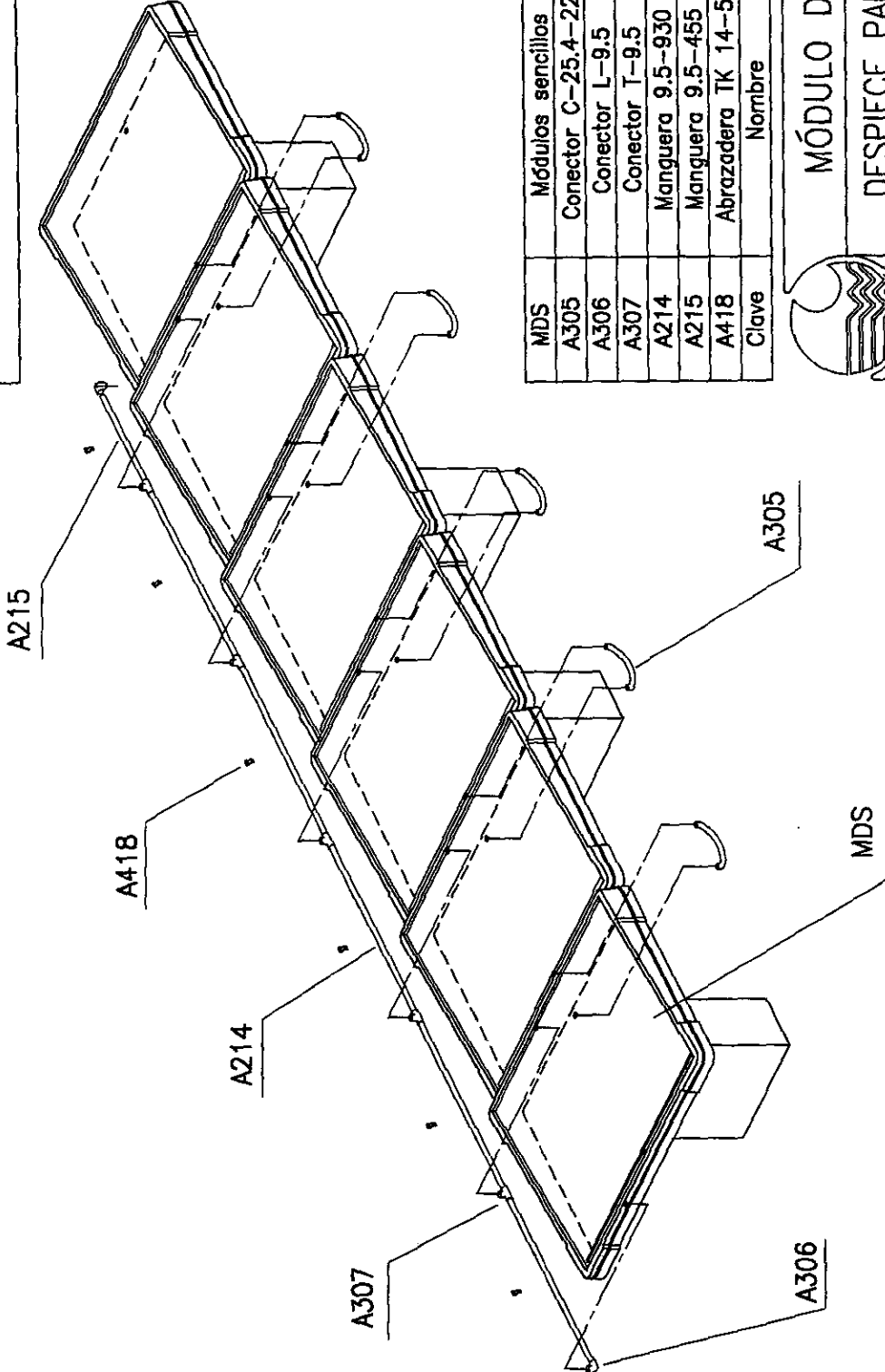
6/50

Abril 1998

Escala 1:10

A 4

COMENTARIOS



MDS	Nombre	Cantidad
A305	Módulos sencillos	2
A306	Conector C-25.4-225	5
A307	Conector L-9.5	2
A214	Conector T-9.5	5
A215	Manguera 9.5-930	5
A418	Manguera 9.5-455	1
	Abrazadera TK 14-50	6
	Clave	



MÓDULO DOBLE

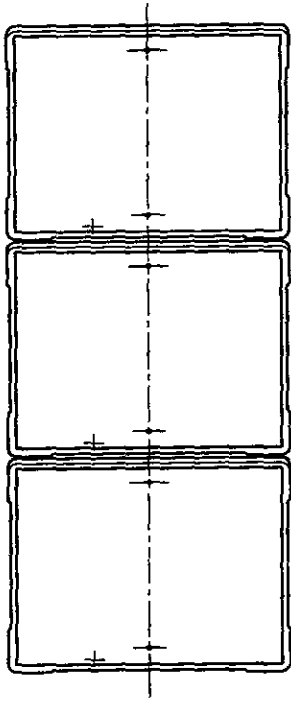
DESPIECE PARCIAL 1

Berenice Tapia	Cotas: mm	
----------------	-----------	--

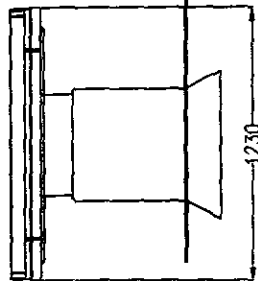
7/50	Julio 1998	Sin escala	A 4
------	------------	------------	-----

COMENTARIOS

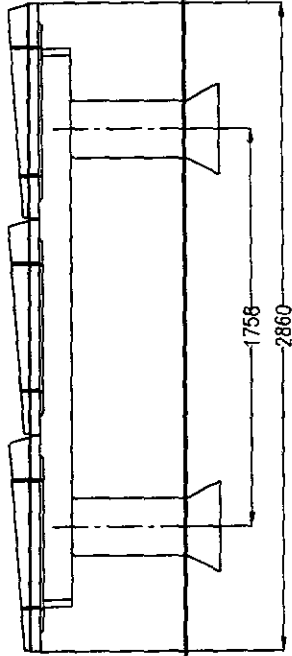
VISTA SUPERIOR



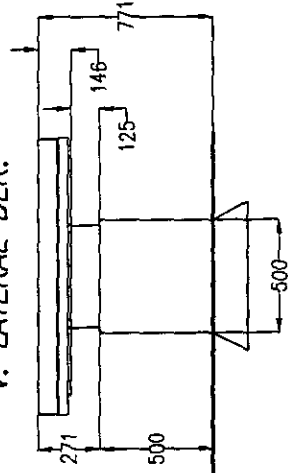
V. LATERAL IZQ.



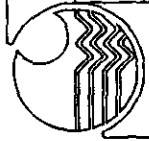
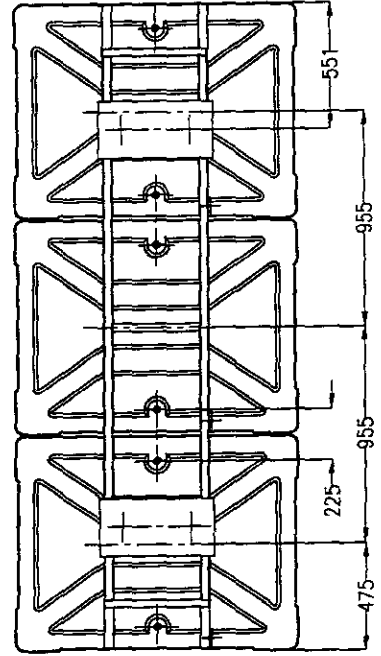
VISTA FRONTAL



V. LATERAL DER.



VISTA INFERIOR



MÓDULO SENCILLO

VISTAS GENERALES

Berenice Tapia

Cotas: mm



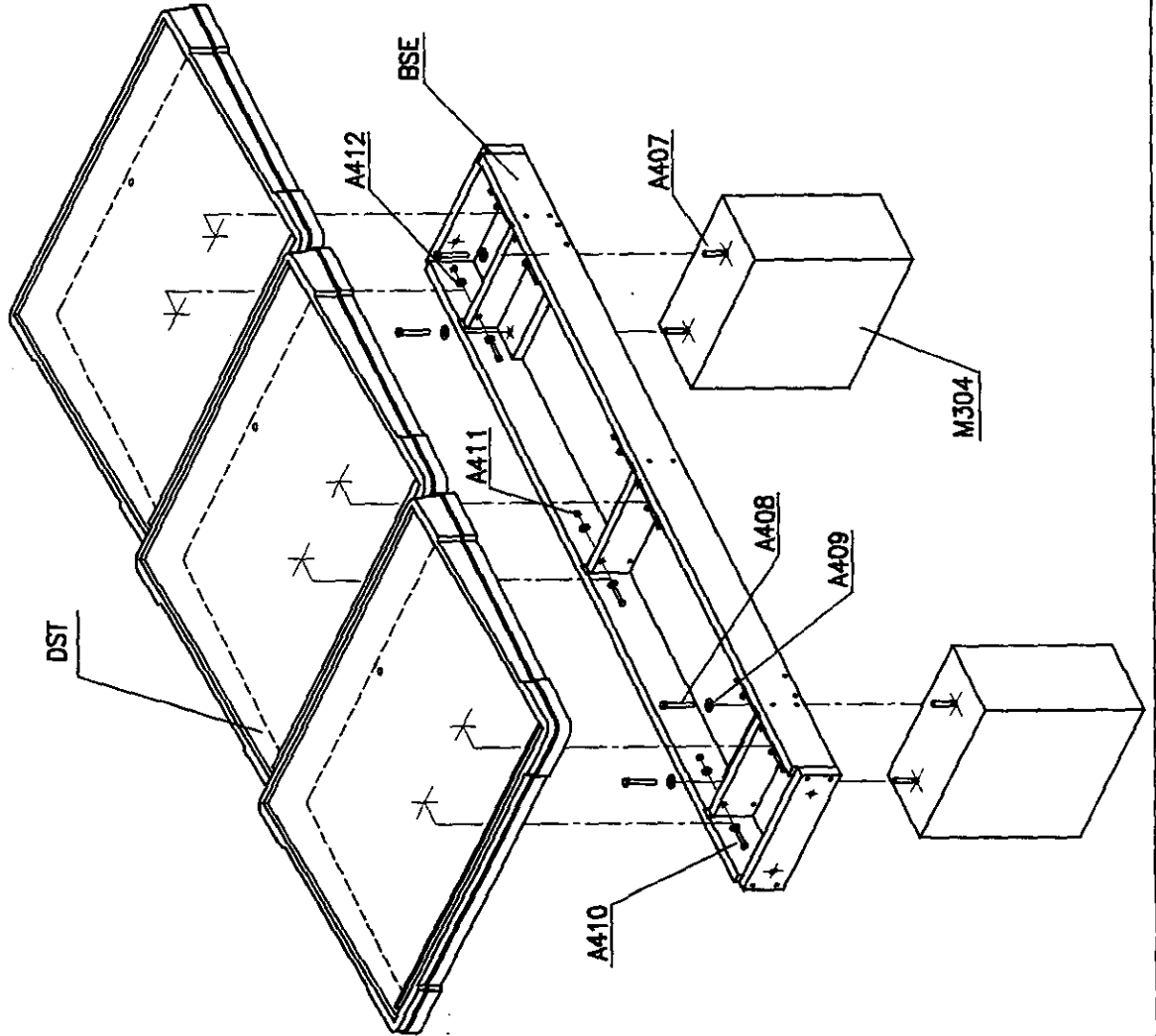
8/50

Febrero 1998

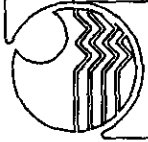
Escala 1:30

A 4

COMENTARIOS



DST	Destilador	Cantidad
BSE	Base	3
M304	Baseamento	1
A407	Taquete Hiliti 12.7-76.2	2
A408	Tornillo 12.7-88.9-20	4
A409	Arandela 14.2-35.0-2.0	4
A410	Tornillo 9.5-50.8-20	4
A411	Tuerca 9.5	6
A412	Arandela 11.1-25.5-2.0	6
Clave	Nombre	12
		Cantidad



MÓDULO SENCILLO

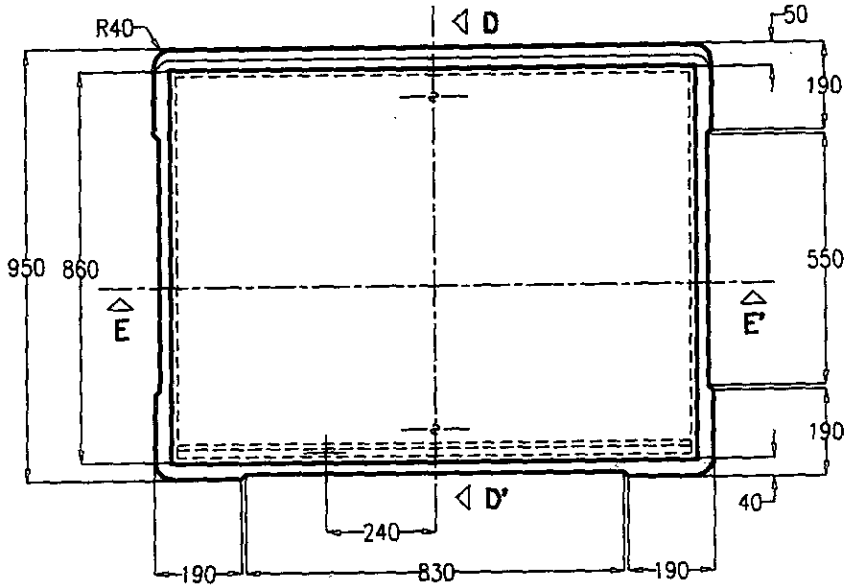
DESPIECE PARCIAL 2

<i>Berenice Tapia</i>	Cotos: mm	
-----------------------	-----------	--

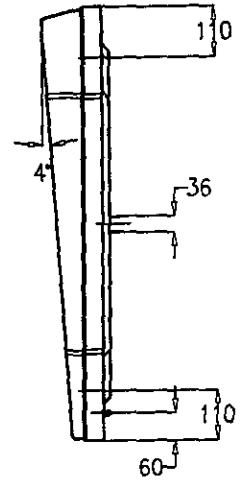
9/50	Julio 1998	Sin escala	A 4
------	------------	------------	-----

COMENTARIOS

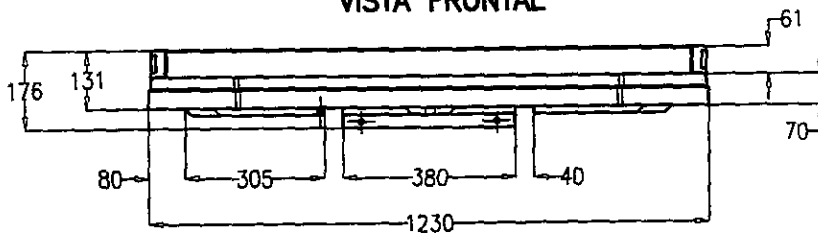
VISTA SUPERIOR



V. LATERAL DER.



VISTA FRONTAL

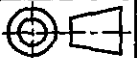


DESTILADOR

VISTAS GENERALES 'A'

Berenice Tapia

Cotas: mm



10/50

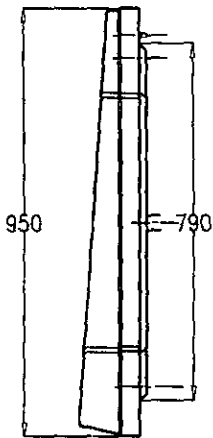
Febrero 1998

Escala 1:15

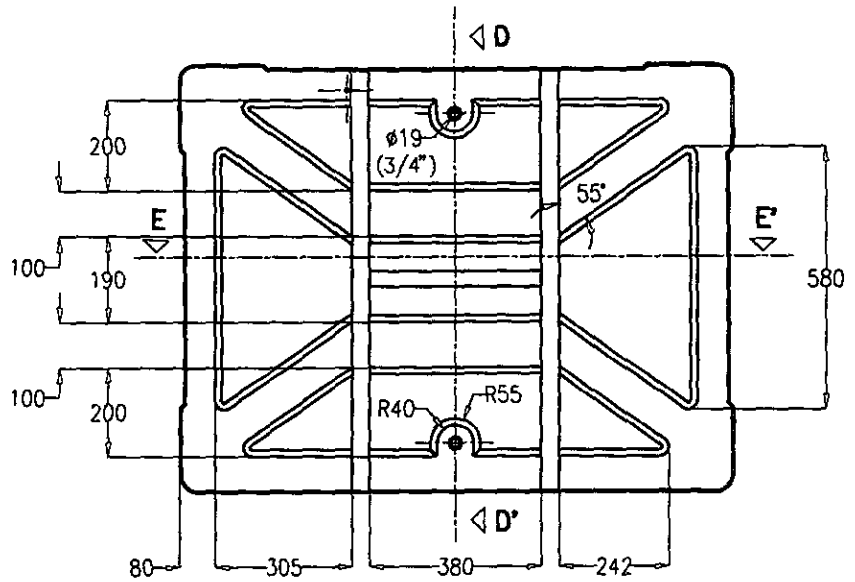
A 4

COMENTARIOS

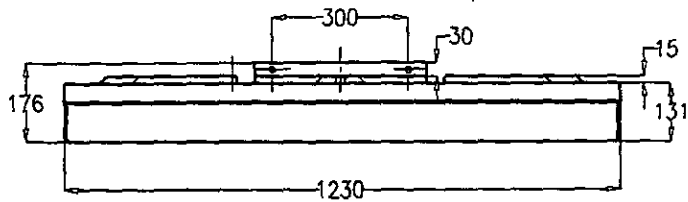
V. LATERAL IZQ.



VISTA POSTERIOR



VISTA INFERIOR



DESTILADOR

VISTAS GENERALES 'B'

Berenice Tapia

Cotas: mm



11/50

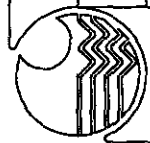
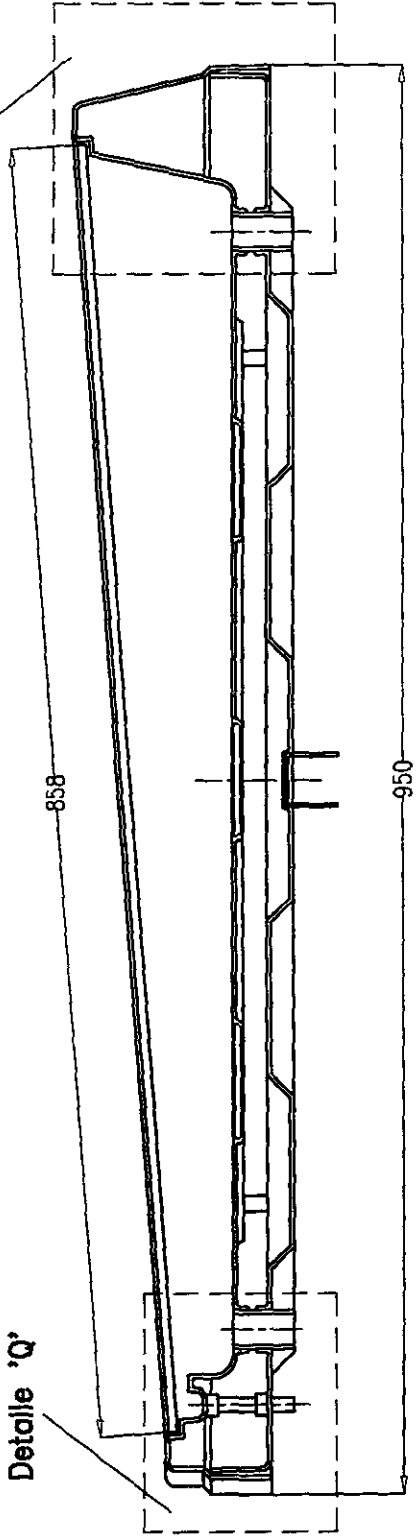
Febrero 1998

Escala 1:15

A 4

COMENTARIOS

CORTE D-D'

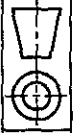


DESTILADOR

CORTE D-D'

Berenice Tapia

Cotas: mm



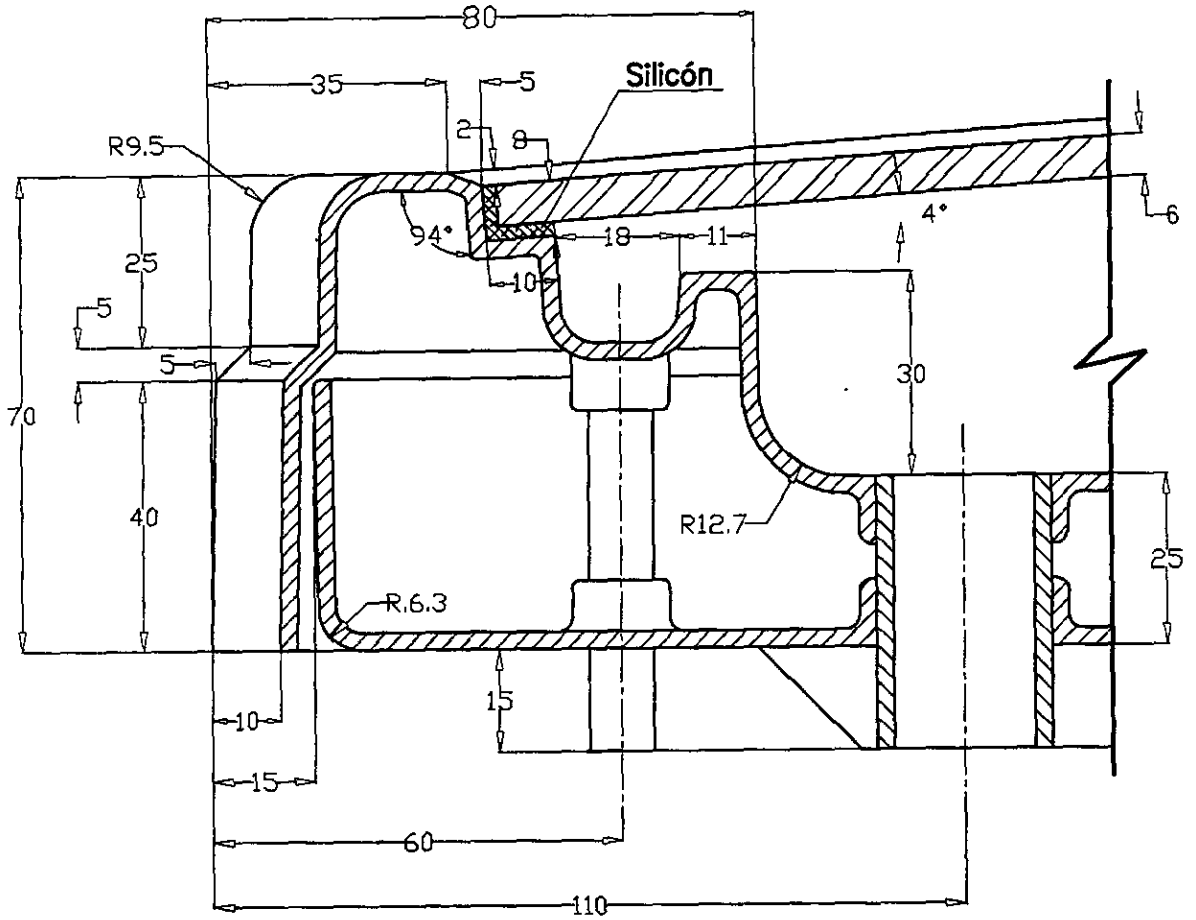
12/50

Febrero 1998

Sin escala

A 4

DETALLE 'Q'



DESTILADOR

DETALLE 'Q'

Beranice Tapia

Cotas: mm



13/50

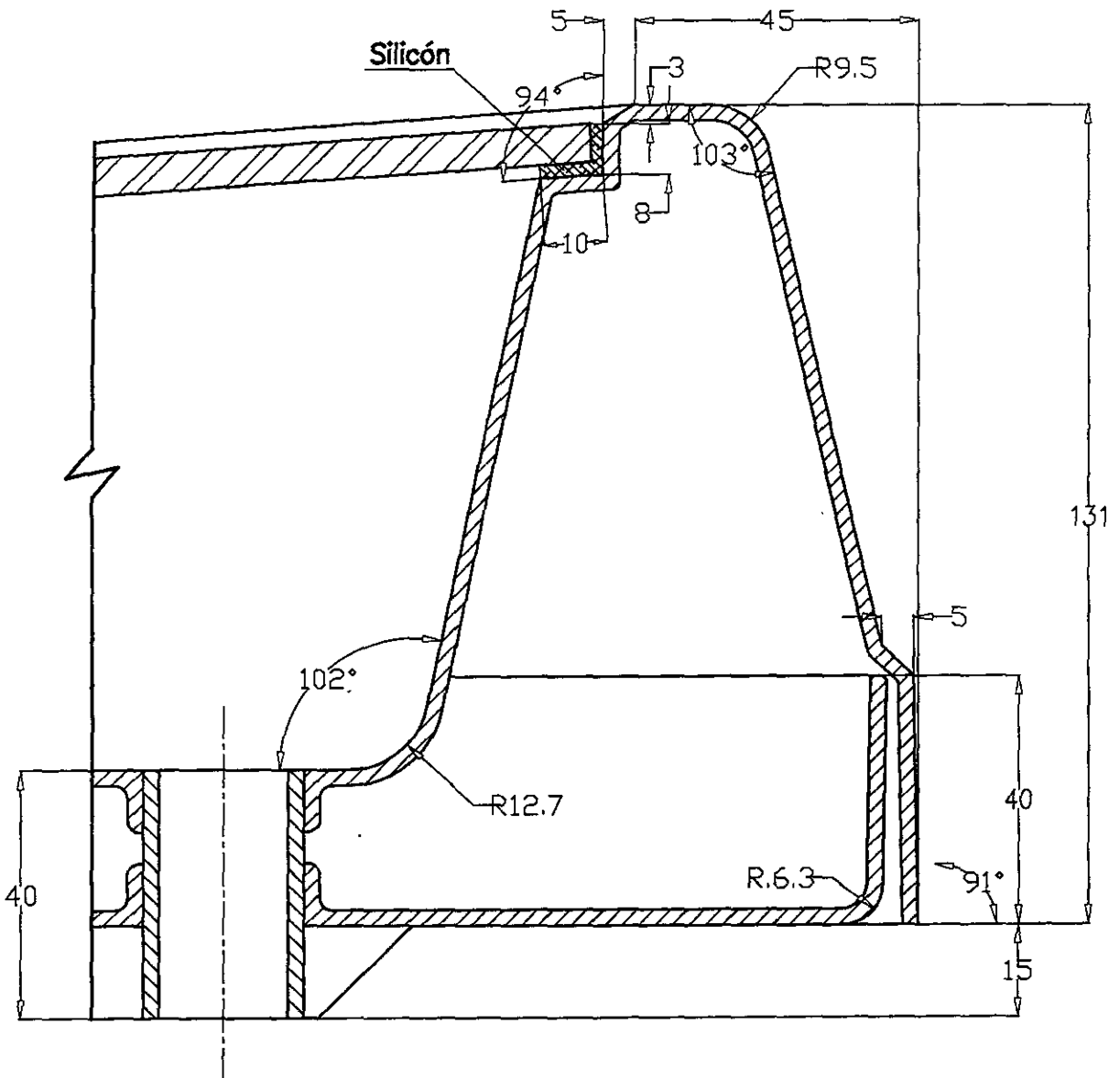
Febrero 1998

Escala 1:1

A 4

COMENTARIOS

DETALLE 'R'



DESTILADOR

DETALLE 'R'

Berenice Tapia

Cotas: mm



14/50

Febrero 1998

Escala 1:1

A 4

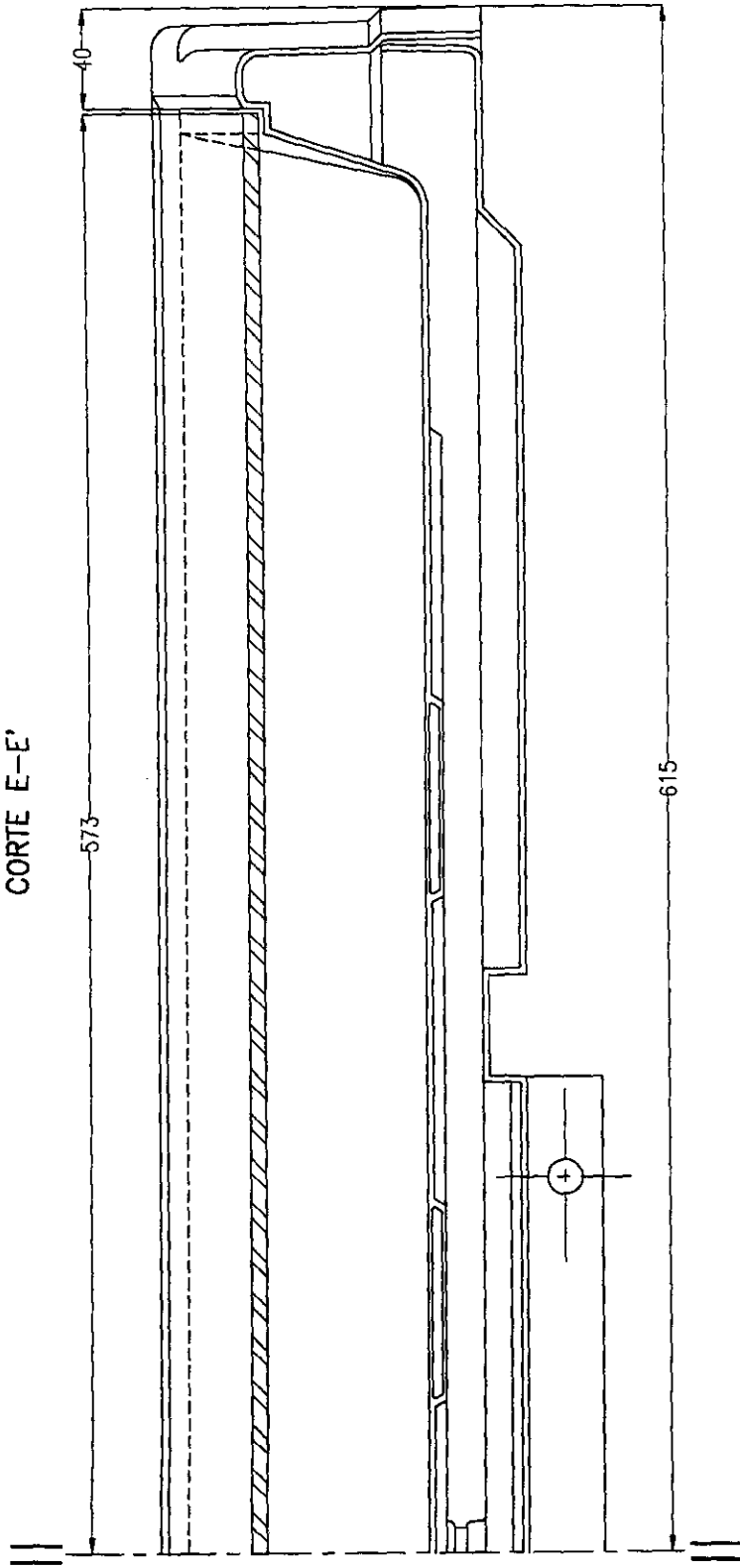
COMENTARIOS

CORTE E-E'

573

40

615



DESTILADOR

CORTE E-E'

Berenice Tapia Cotas: mm



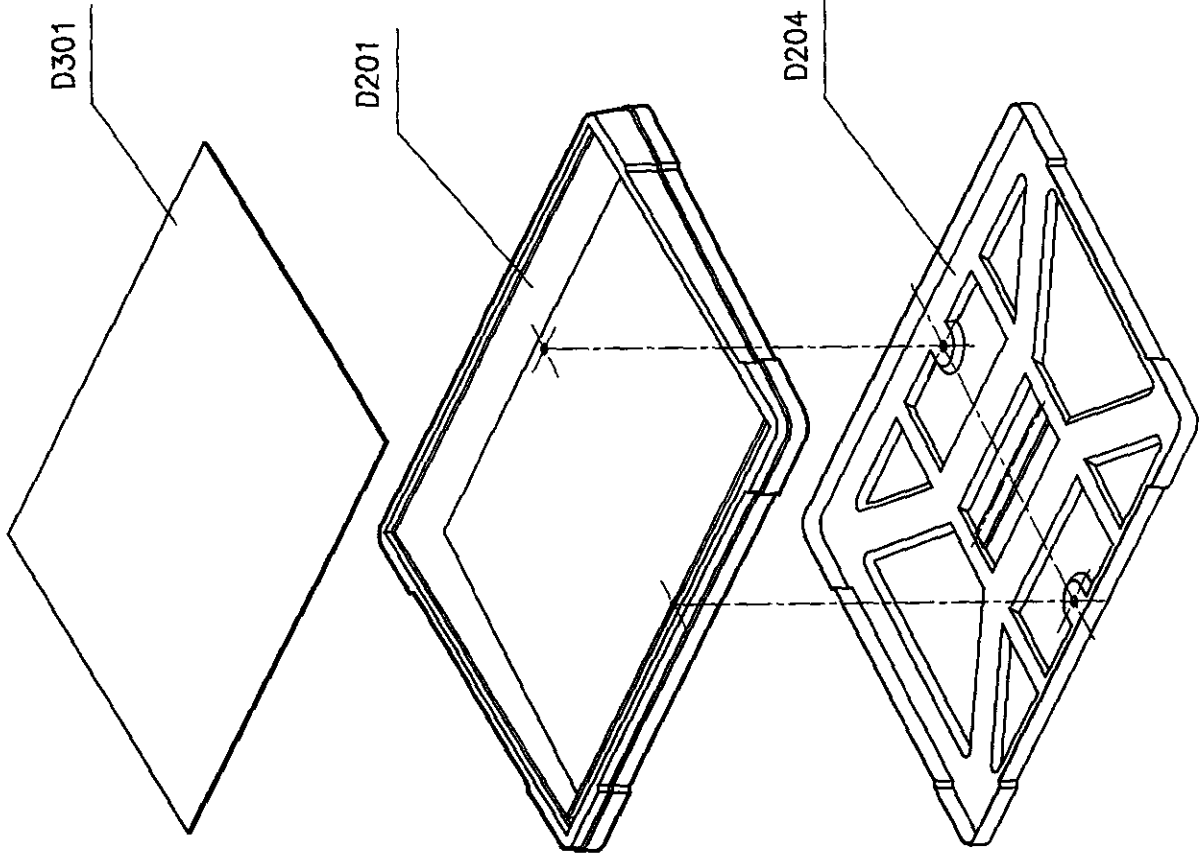
15/50

Febrero 1998

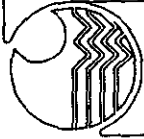
Sin escala

A 4

COMENTARIOS



D201	Charola Superior	1
D204	Charola inferior	1
D301	Condensador	1
Clave	Nombre	Cantidad



DESTILADOR

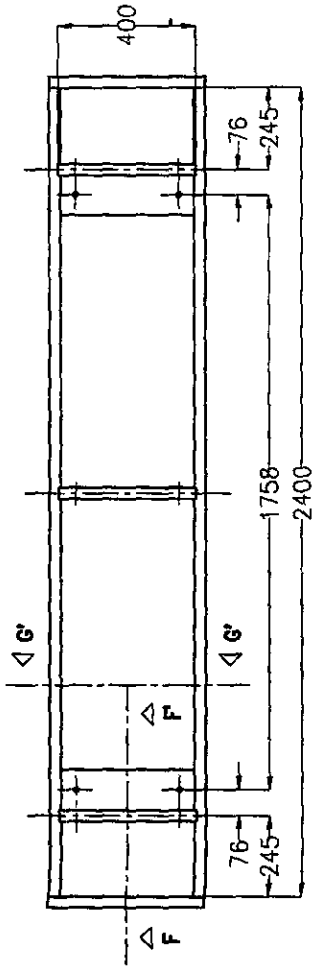
DESPIECE PARCIAL 3

<i>Berenice Tapia</i>	Cotas: mm	
-----------------------	-----------	--

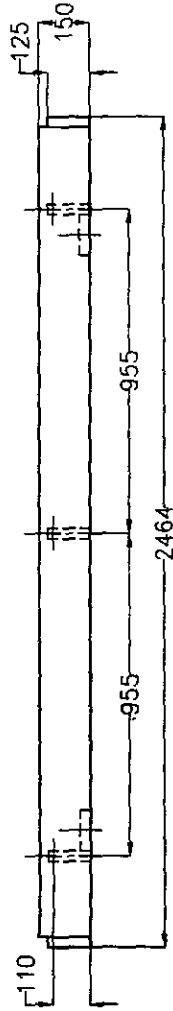
16/50	Julio 1998	Sin escala	A 4
-------	------------	------------	-----

COMENTARIOS

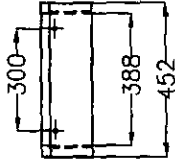
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



V. LATERAL

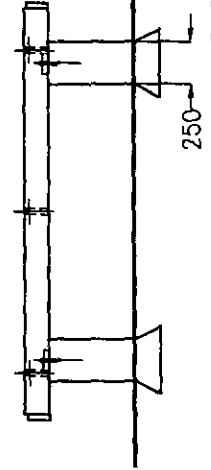


BASE C/BASAMENTO TIPO

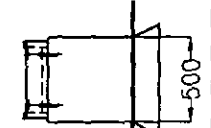
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



V. LATERAL DER.

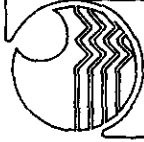


BASE

VISTAS GENERALES

Berenice Tapia

Cotas: mm



17/50

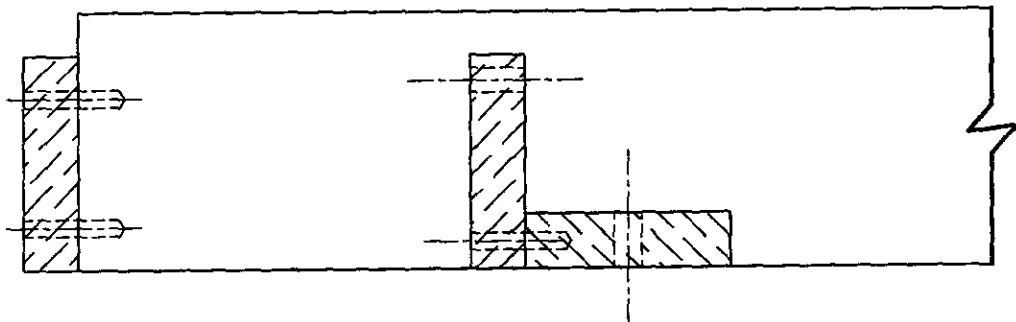
Marzo 1998

Escala 1:20

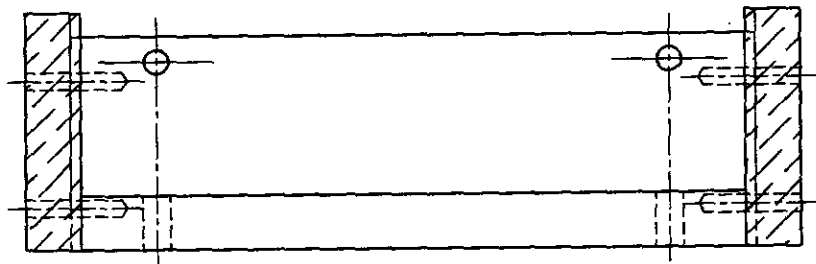
A 4

COMENTARIOS

CORTE F-F'



CORTE G-G'



BASE

CORTES F-F' y G-G'

Berenice Tapia

Cotas: mm



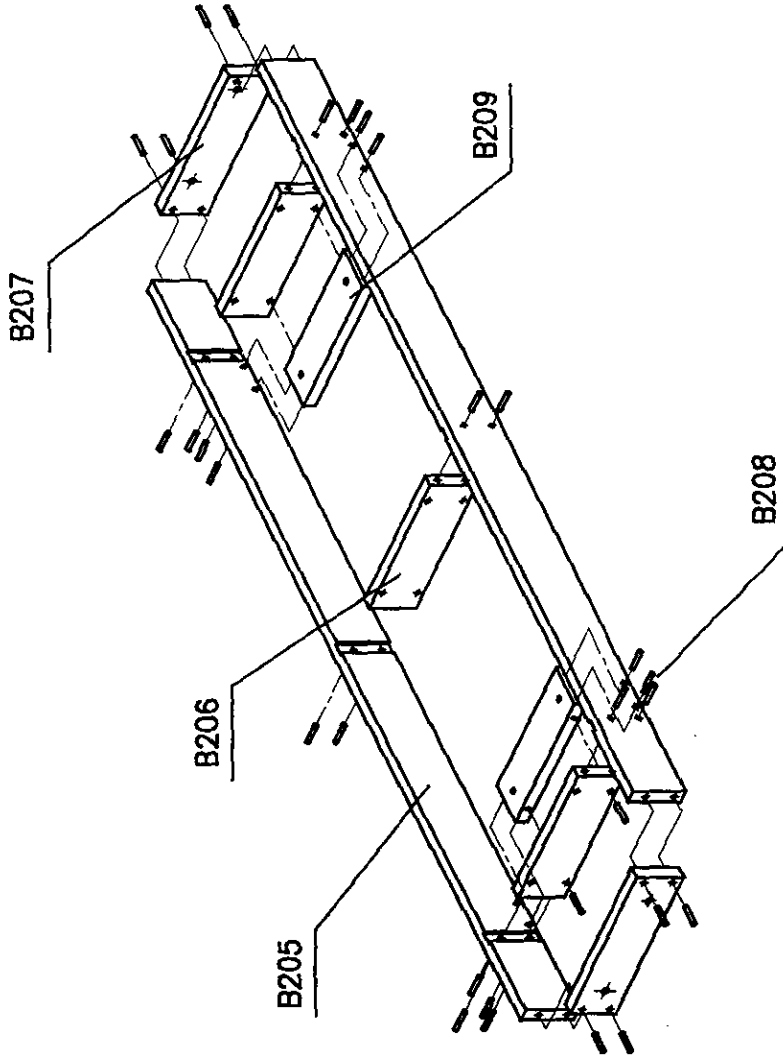
18/50

Abril 1998

Escala 1:4

A 4

COMENTARIOS



B205	Larguero	2
B206	Travesaño	3
B207	Remate	2
B208	Nivelador	2
B209	Pernos de unión 3/8"	32
Clave	Nombre	Cantidad



BASE

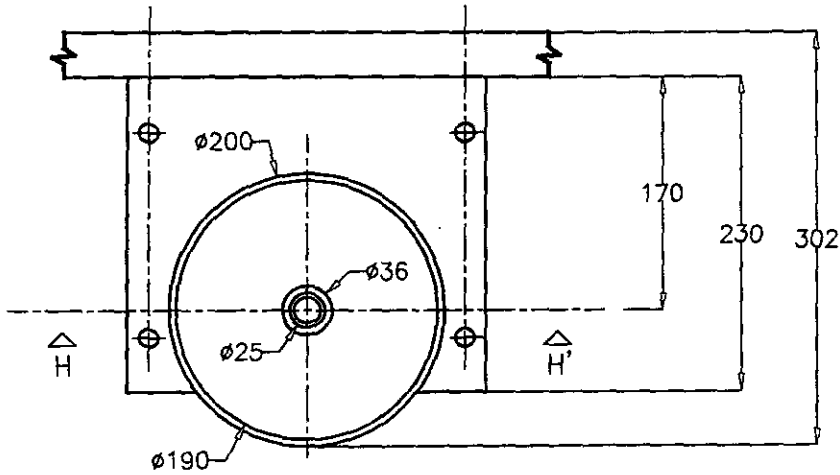
DEPIECE PARCIAL 4

Berenice Tapia Cotas: mm

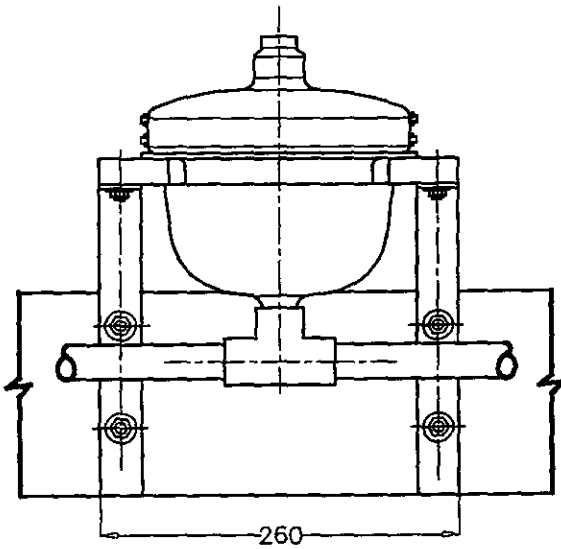
19/50 Julio 1998 Sin escala A 4

COMENTARIOS

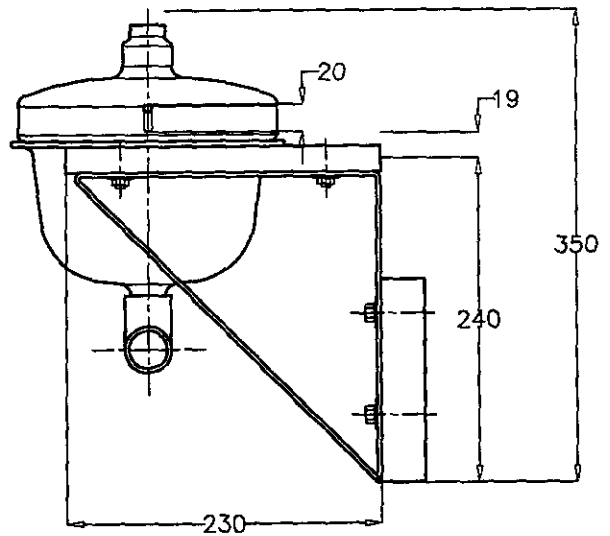
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

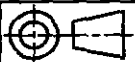


CONTROLADOR DEL NIVEL DE AGUA

VISTAS GENERALES

Berenice Tapia

Cotas: mm



20/50

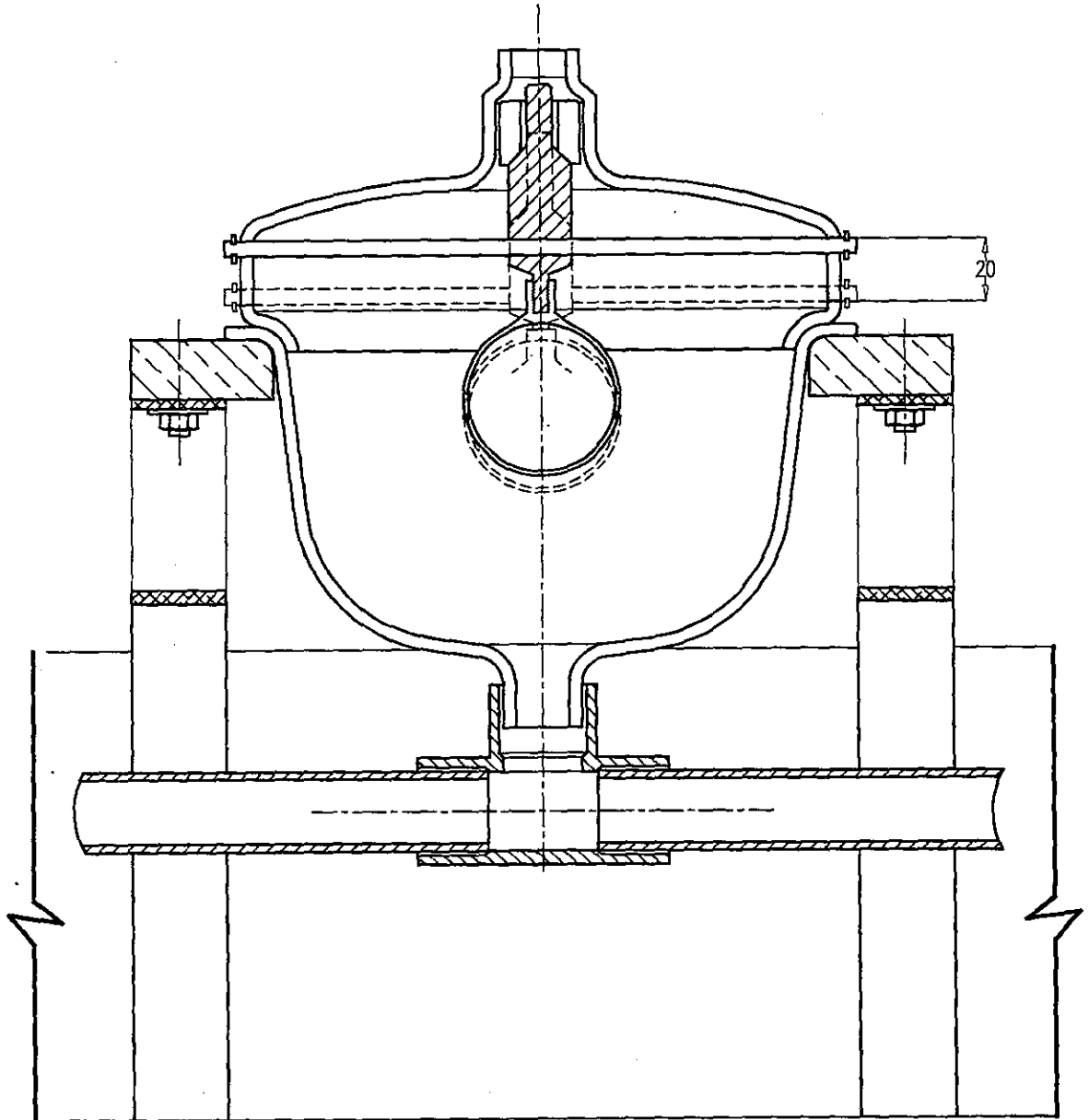
Mayo 1998

Escala 1:5

A 4

COMENTARIOS

CORTE H-H'



CONTROLADOR DEL NIVEL DE AGUA

CORTE H-H'

Berenice Tapia

Cotas: mm



21/50

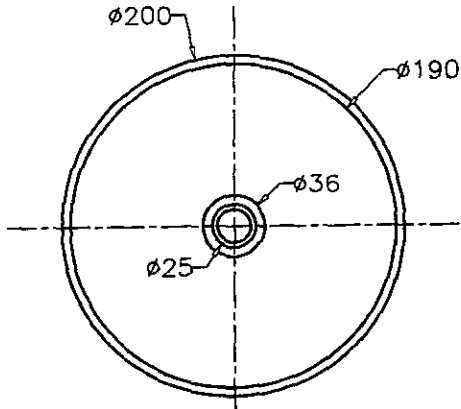
Abril 1998

Escala 1:2

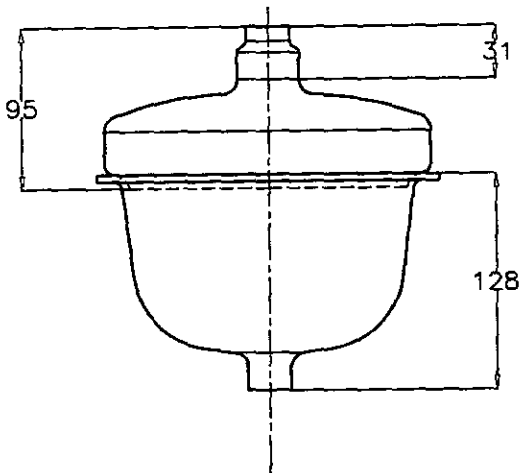
A 4

COMENTARIOS

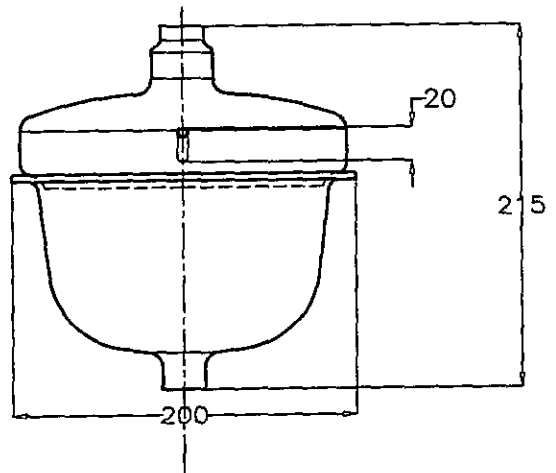
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



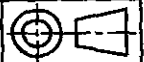
CONTENEDOR

VISTAS GENERALES



Berenice Tapia

Cotas: mm



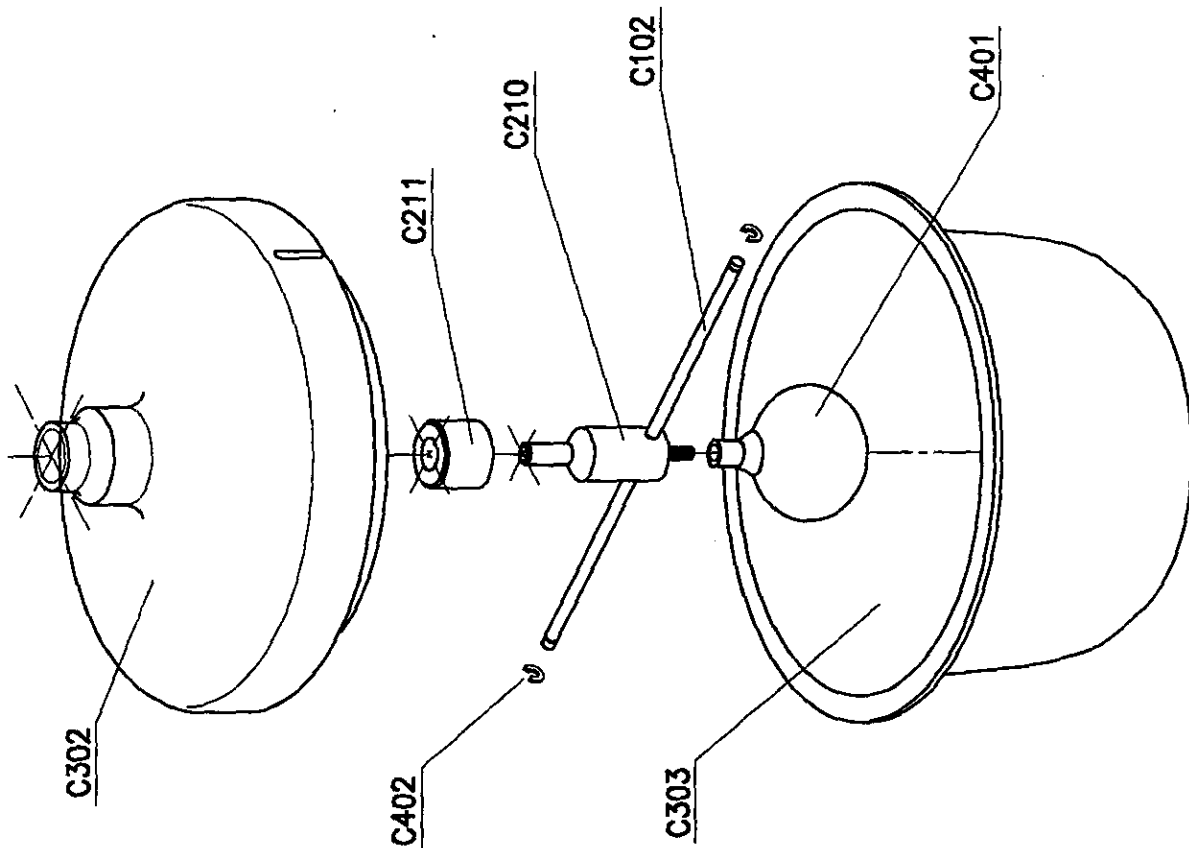
22/50

Mayo 1998

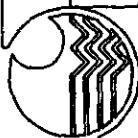
Escala 1:4

A 4

COMENTARIOS



C302	Tapa del recipiente	1
C303	Recipiente	1
C210	Válvula	1
C211	Contraválvula inserto	1
C102	Varilla	1
C401	Flotador	1
C402	Seguro 'C' 1/4"	2
Clave	Nombre	Cantidad



CONTENEDOR

DESPIECE PARCIAL 5

Beranice Tapas Cotas: mm



23/50

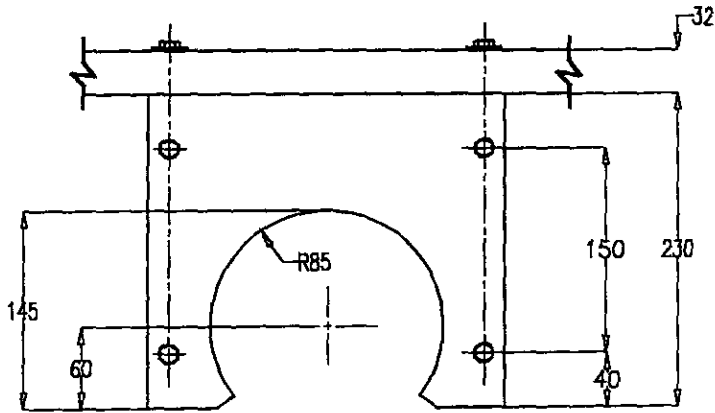
Julio 1998

Sin escala

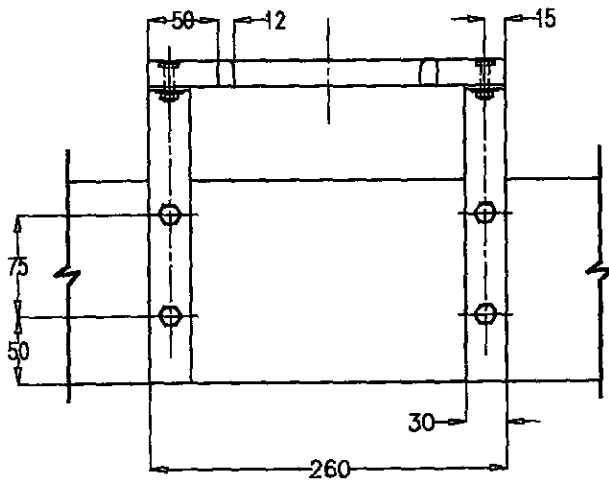
A 4

COMENTARIOS

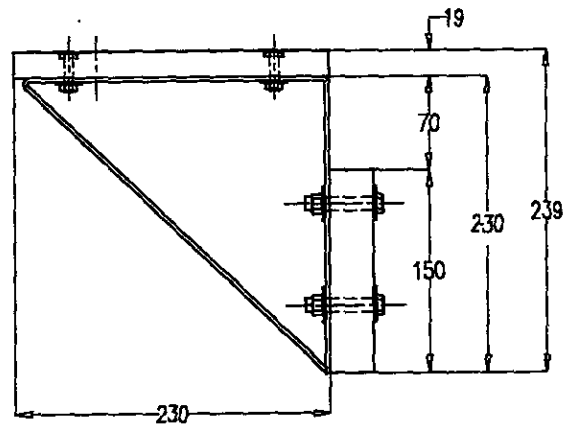
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



SOPORTE DEL CONTENEDOR

VISTAS GENERALES

Berenice Tapia

Cotas: mm



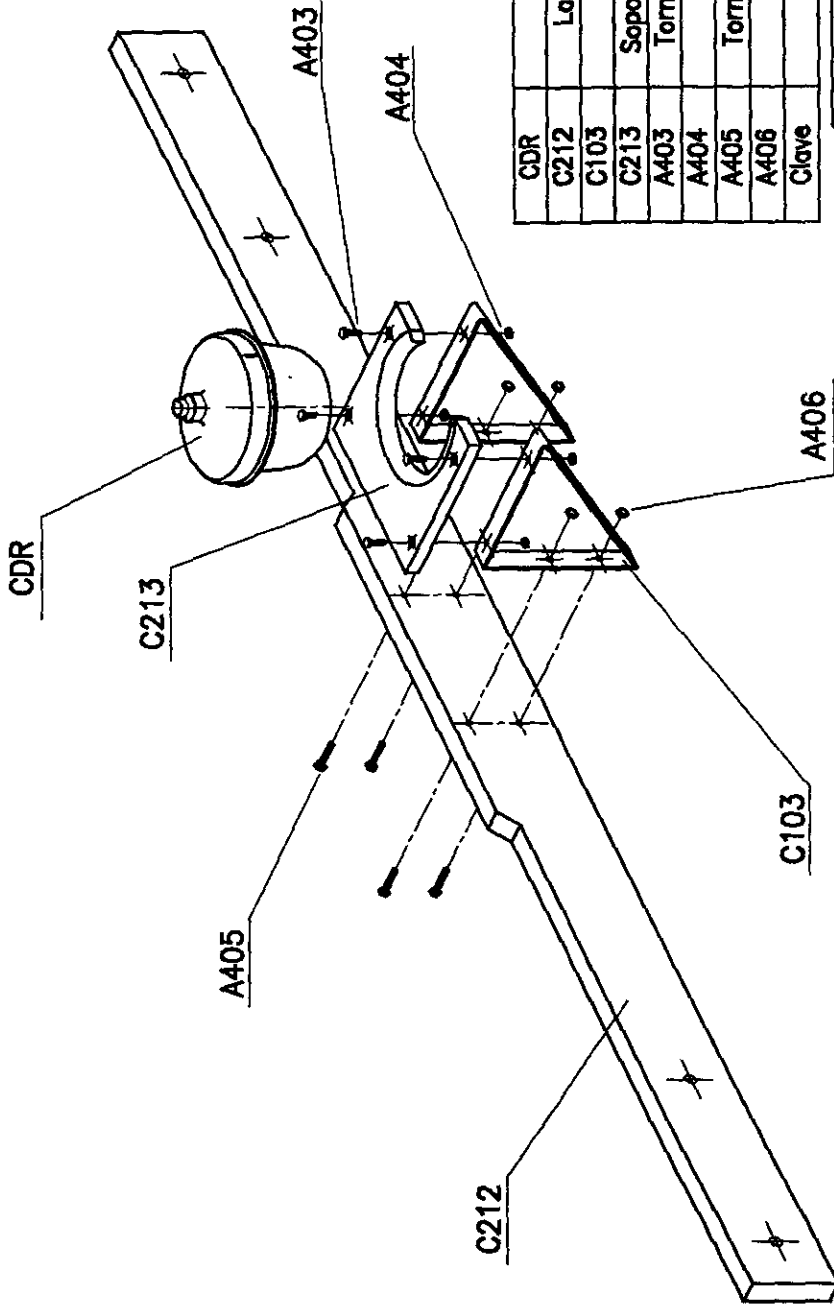
24/50

Junio 1998

Escala 1:5

A-4

COMENTARIOS



CDR	Contenedor	Cantidad
C212	Larguero del CNA	1
C103	Ménsula	2
C213	Soporte del contenedor	1
A403	Tornillo 6.3-25.4-20	4
A404	Tuerca 6.3	4
A405	Tornillo 7.9-38.1-20	4
A406	Tuerca 7.9	4
Clave	Nombre	Cantidad



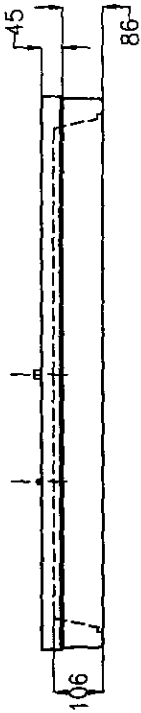
CONTROLADOR DEL NIVEL DE AGUA

DESPIECE PARCIAL 6

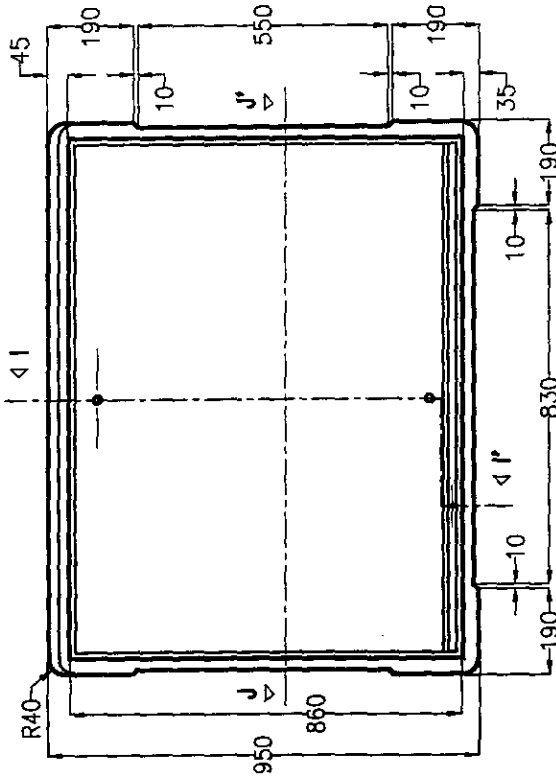
25/50	Julio 1998	Sin escala	A 4
-------	------------	------------	-----

COMENTARIOS

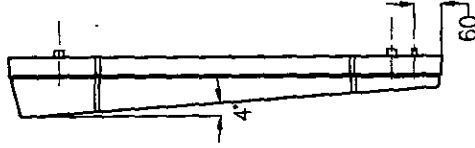
VISTA POSTERIOR



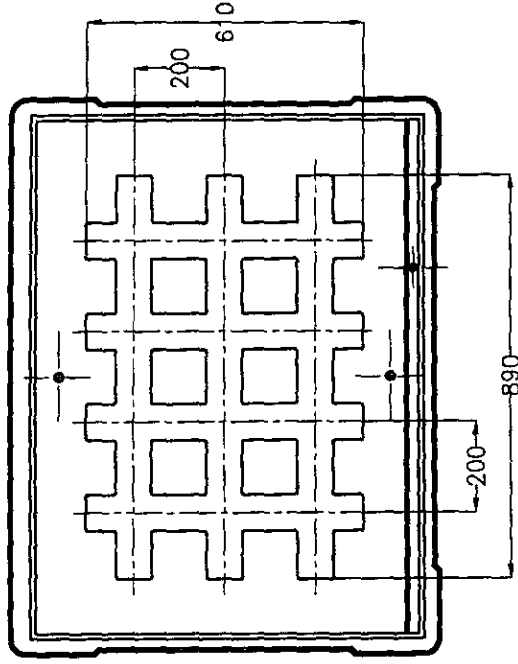
VISTA SUPERIOR



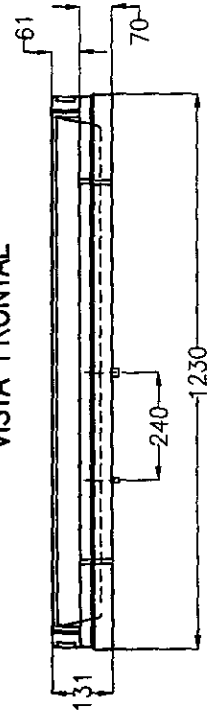
V. LATERAL



VISTA INFERIOR



VISTA FRONTAL



CHAROLA SUPERIOR

PLANO POR PIEZA

D201

Berenice Tapia Cotas: mm



26/50

Febrero 1998

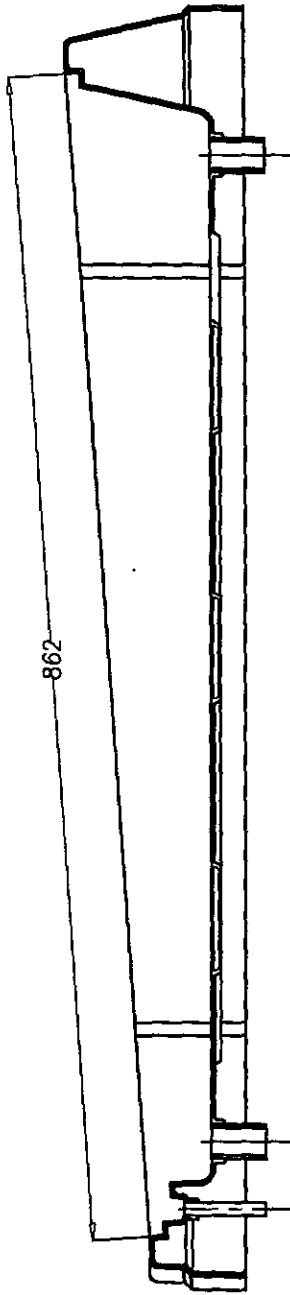
Escala 1:15

A 4

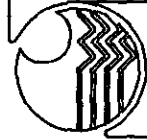
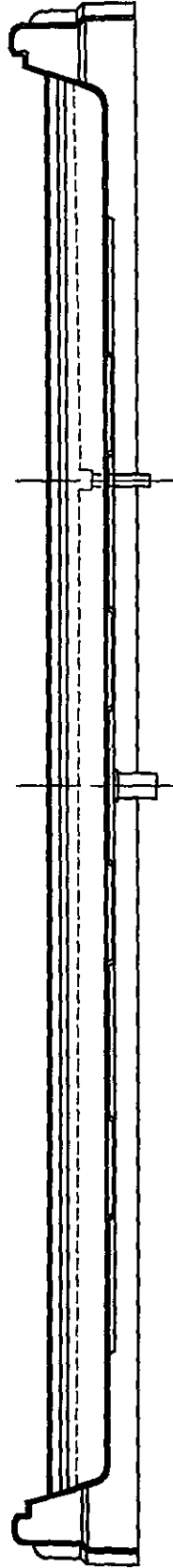
BT

COMENTARIOS

CORTE I-I'



CORTE J-J'



CHAROLA SUPERIOR

CORTES I-I' y J-J'

D201

Bermeice Topier Cotas: mm



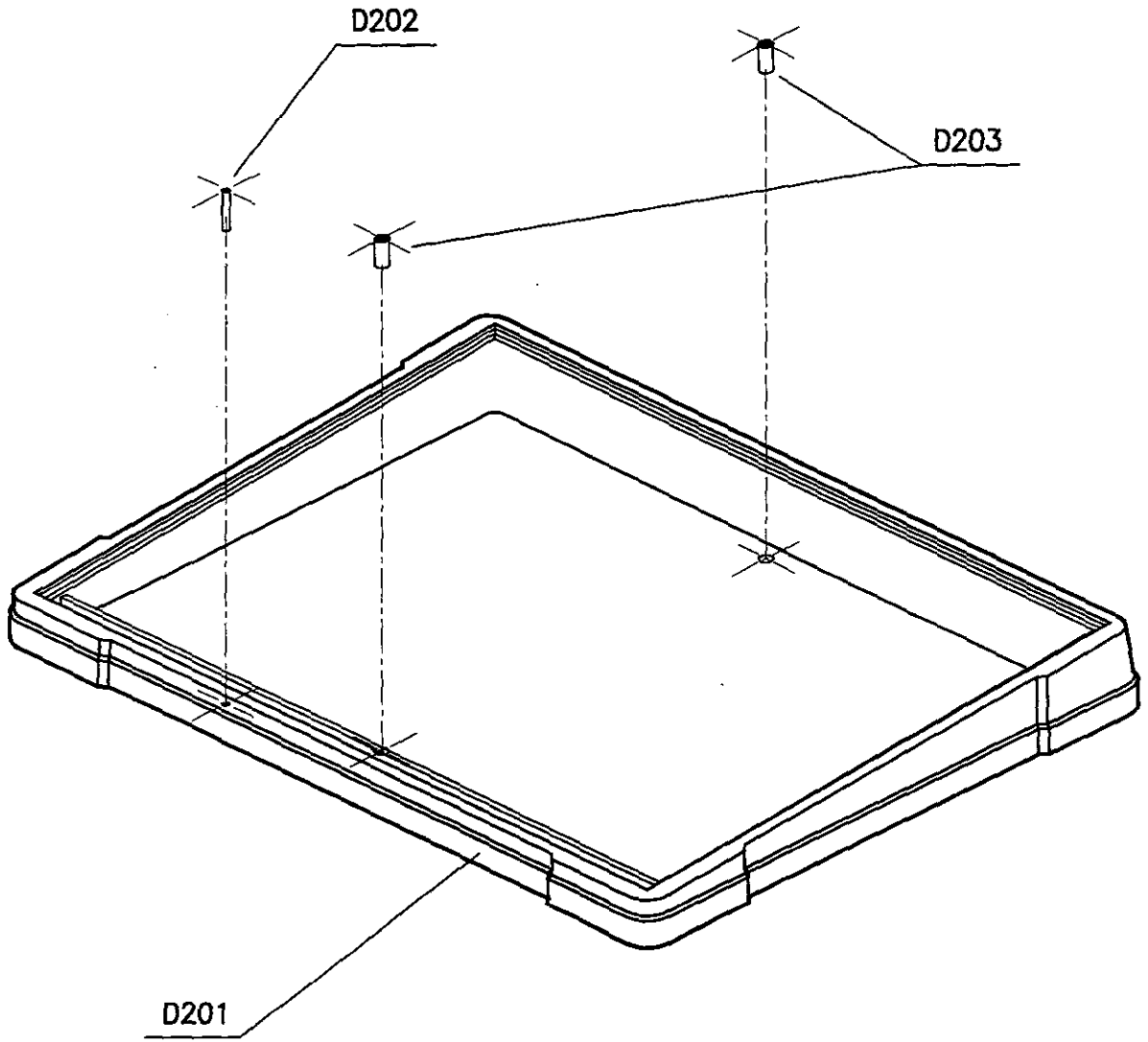
27/50

Abril 1988



Escala 1:5

A 4

COMENTARIOS

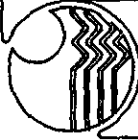
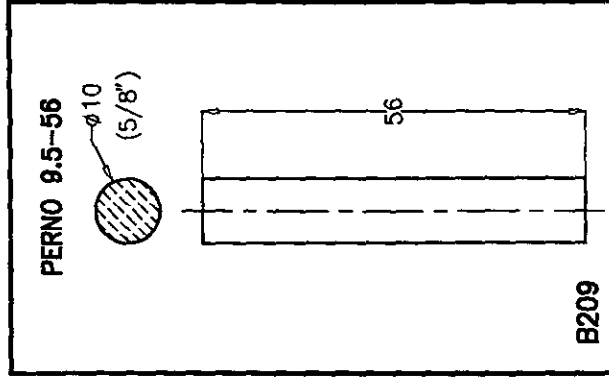
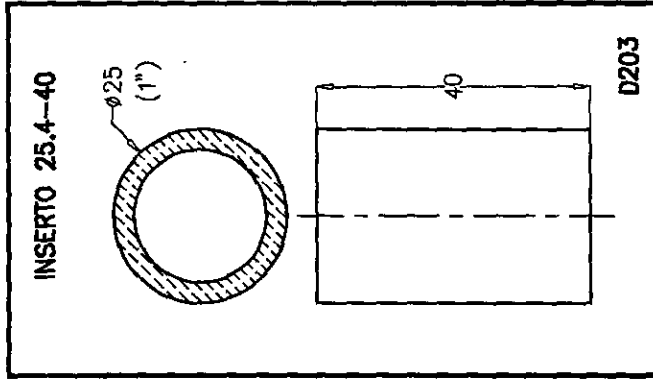
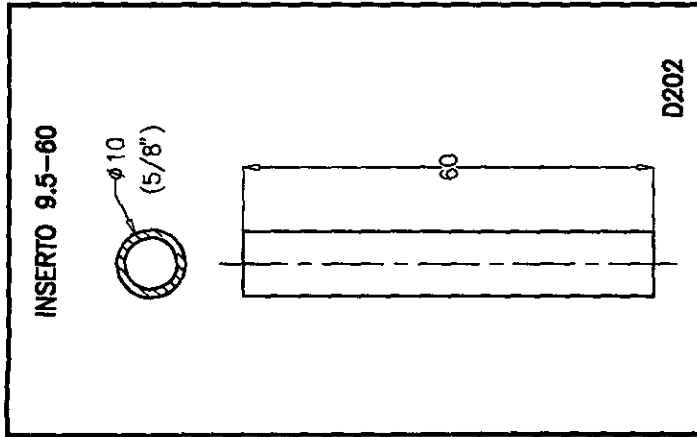


D202	Inserto 9.5-60	1
D203	Inserto 25.4-40	2
Clave	Nombre	Cantidad

 D201	CHAROLA SUPERIOR		
	ISOMÉTRICO CON DESPIECE		
<i>Berenice Tapia</i>	Cotas: mm		
28/50	Julio 1998	Sin escala	A 4

COMENTARIOS

En caso de una producción regular del sistema, la pieza D203 (de PVC) se nombrará D308 (en cerámica)



D202
D203
B209

TUBOS INSERTO Y PERNO

PLANO POR PIEZA

Benavite Tapia Catas: mm



29/50

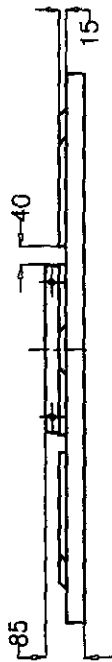
Julio 1998

Escala 1:1

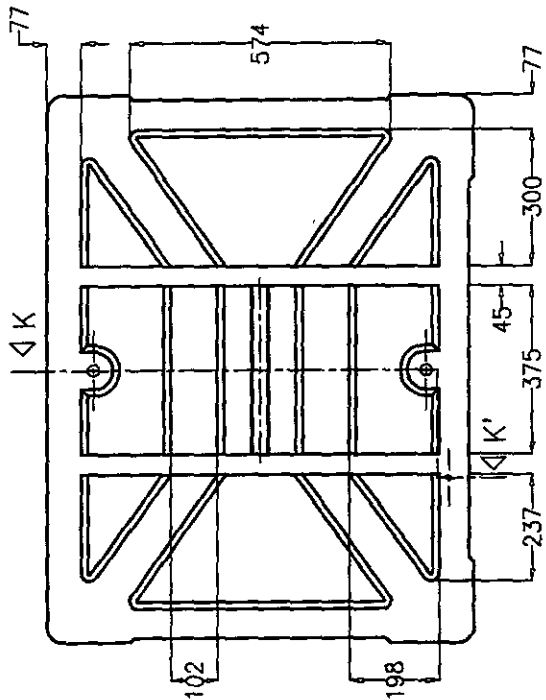
A 4

COMENTARIOS

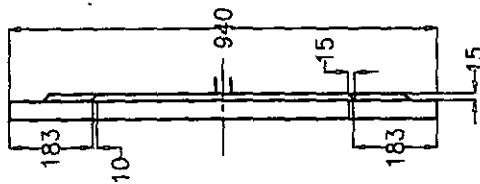
VISTA POSTERIOR



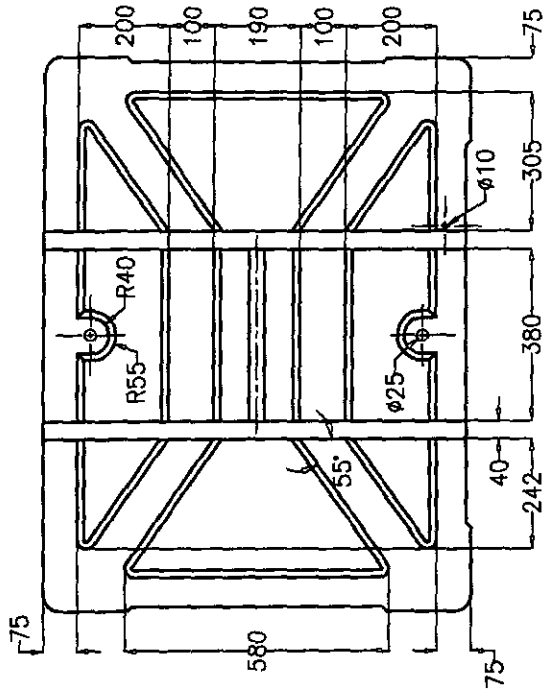
VISTA SUPERIOR



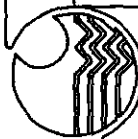
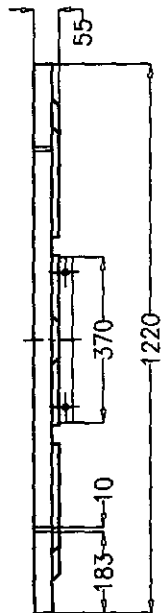
V. LATERAL



VISTA INFERIOR



VISTA FRONTAL



CHAROLA INFERIOR

PLANO POR PIEZA

D204

Bermeice Tapia

Cotas: mm



30/50

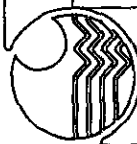
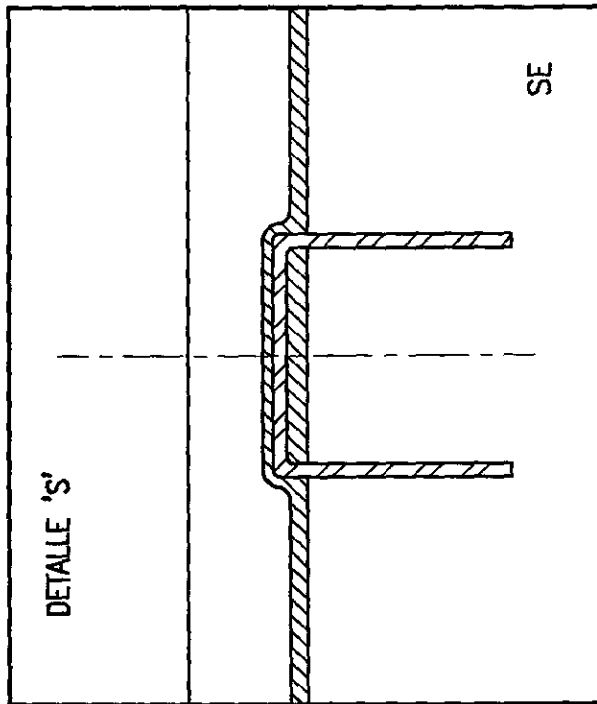
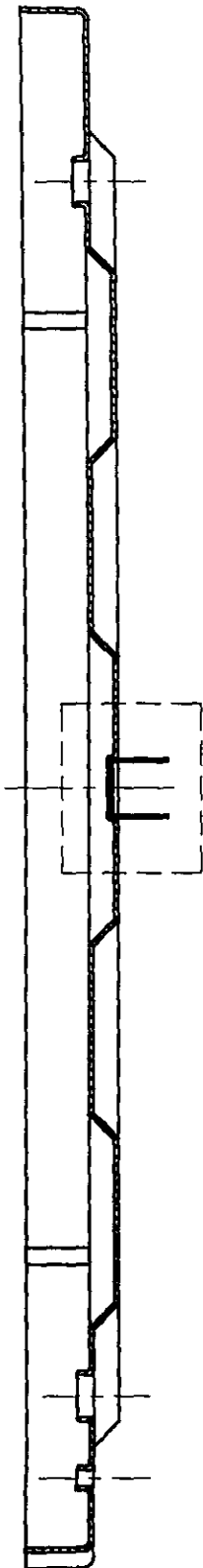
Febrero 1998

Escala 1:15

A 4

COMENTARIOS

CORTE K-K'



CHAROLA INFERIOR

CORTE K-K' y DETALLE 'S'

D204

Berenice Tapia

Cotas: mm



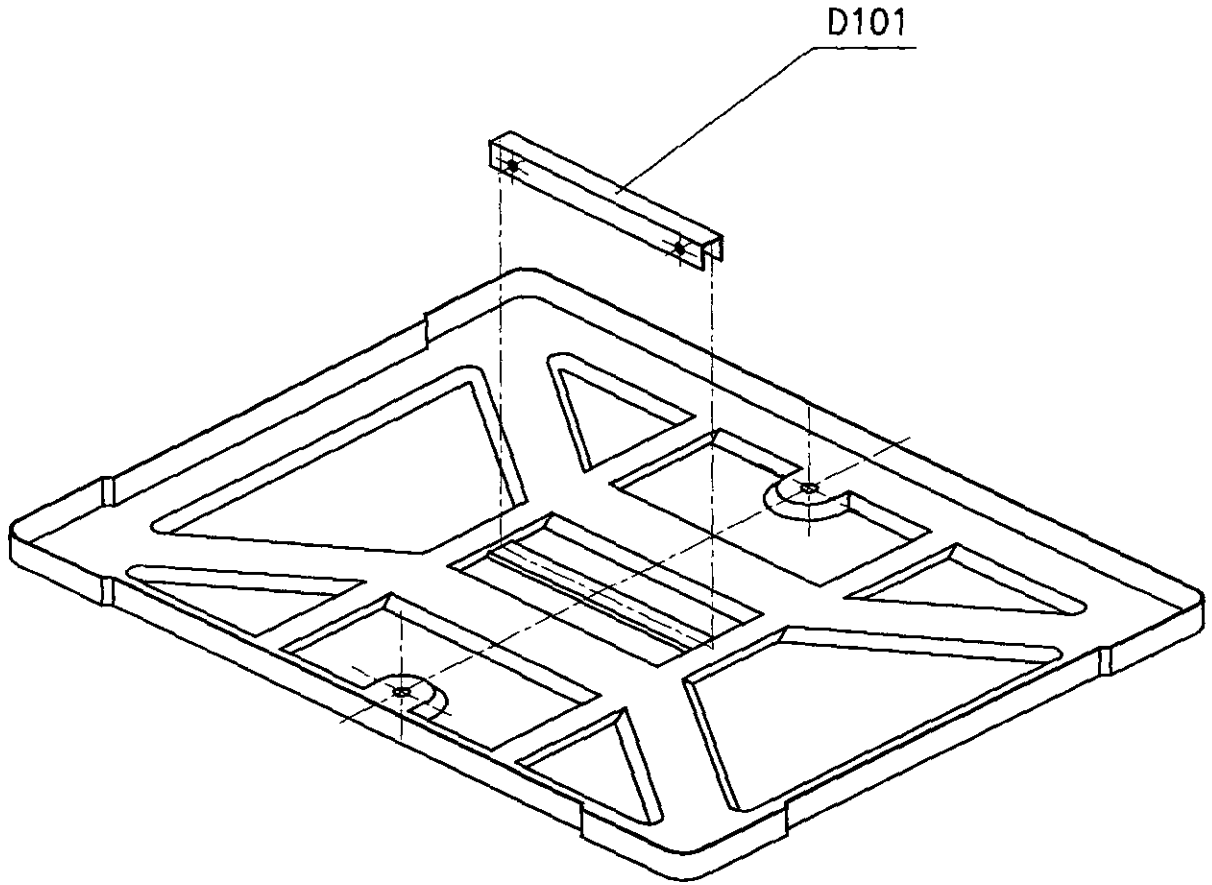
31/50

Abril 1998

Escala 1:4

A-4

COMENTARIOS



D101	Inserto perfil para soporte	1
Clave	Nombre	Cantidad



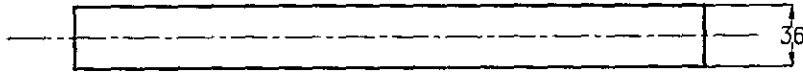
CHAROLA INFERIOR

ISOMÉTRICO CON DESPIECE

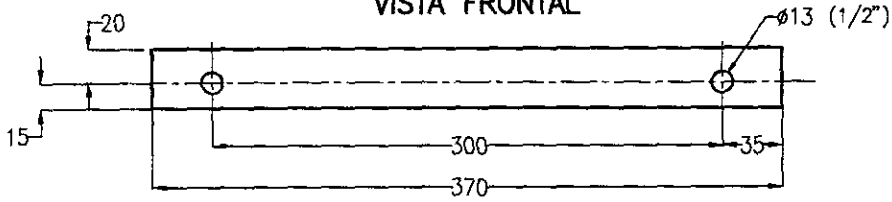
D204	Berenice Tapia	Cotas: mm	
32/50	Julio 1998	Sin escala	A 4

COMENTARIOS

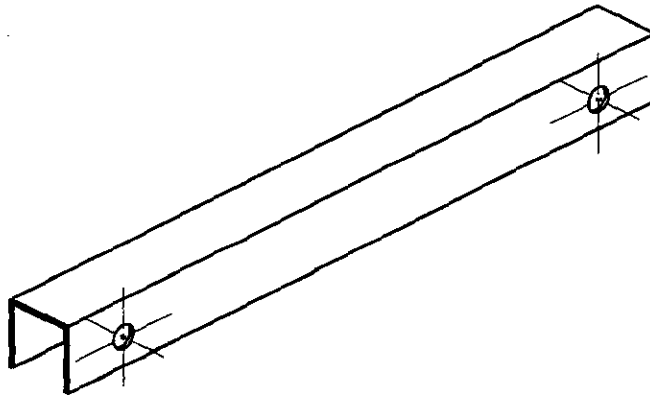
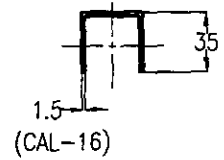
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



V. LATERAL



PERFIL PARA SOPORTE

PLN. POR PIEZA E ISOMÉTRICO

D101

Berenice Tapia

Cotas: mm



33/50

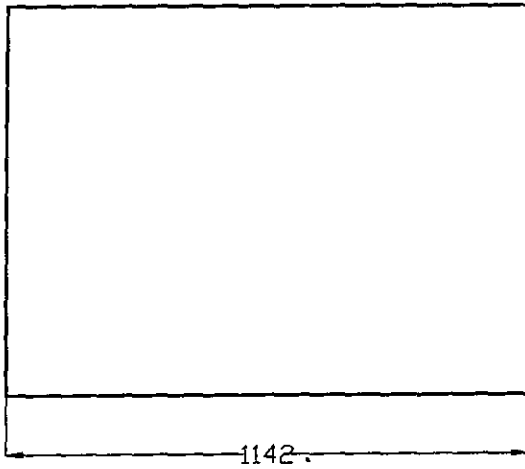
Abril 1998

Escala 1:4

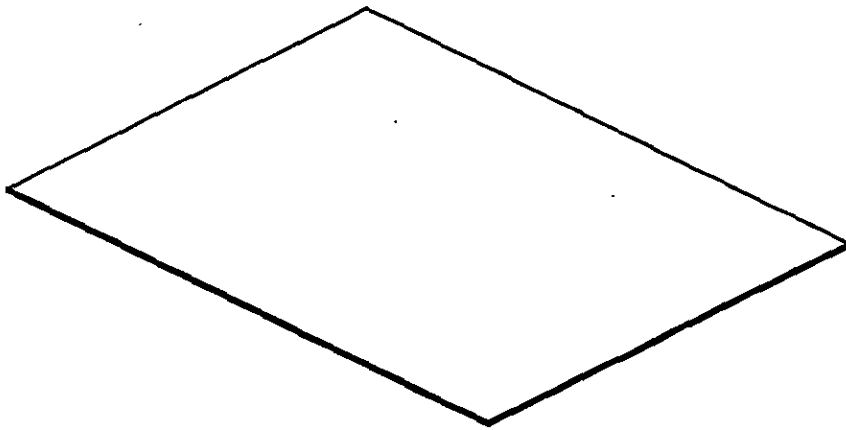
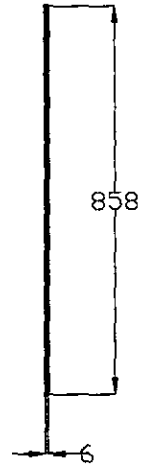
A 4

COMENTARIOS

VISTA SUPERIOR



V. LATERAL



CONDENSADOR

PLN. POR PIEZA E ISOMÉTRICO

D301

Berenice Tapia

Cotas: mm



34/50

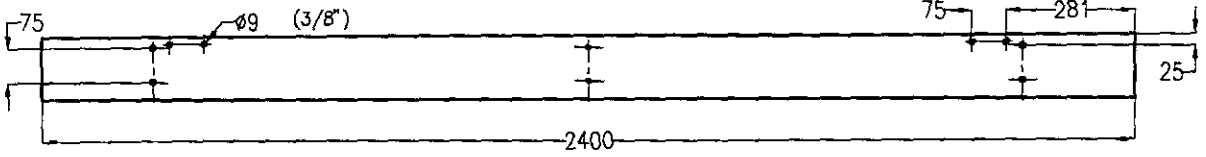
Abril 1998

Escala 1:15

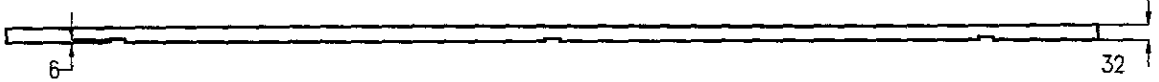
A 4

COMENTARIOS

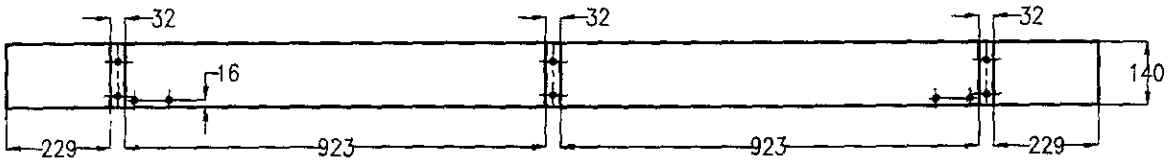
VISTA POSTERIOR



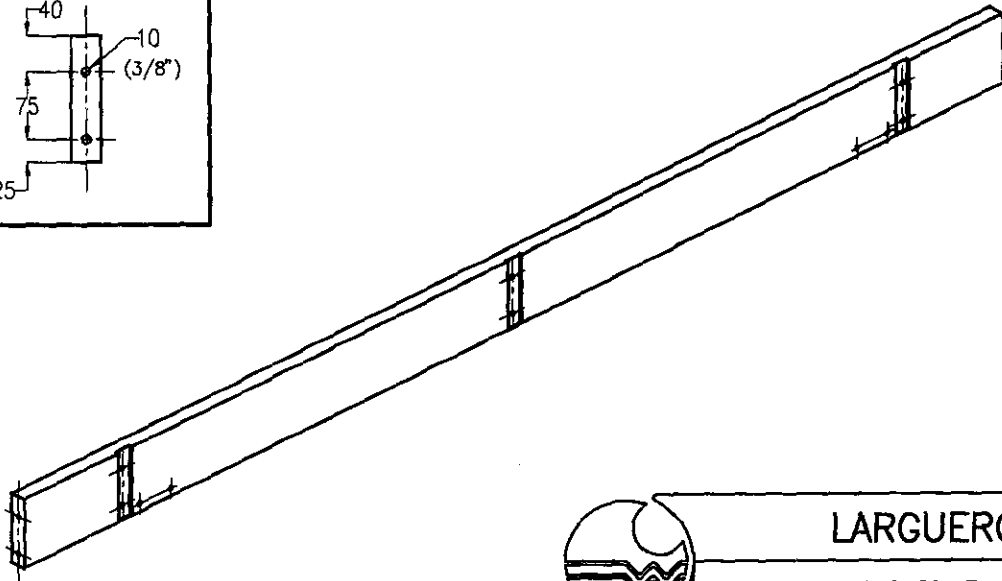
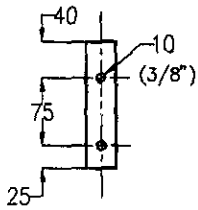
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



V. LATERAL



LARGUERO



PLN. POR PIEZA E ISOMÉTRICO

B205

Berenice Tapia

Cotas: mm



35/50

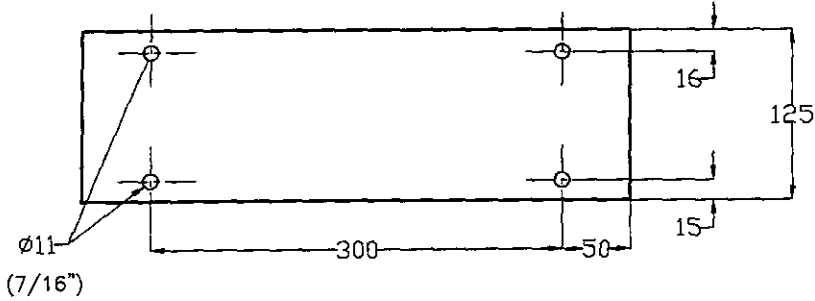
Abril 1998

Escala 1:15

A 4

COMENTARIOS

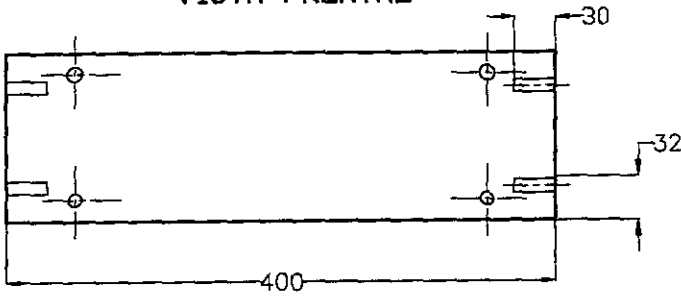
VISTA POSTERIOR



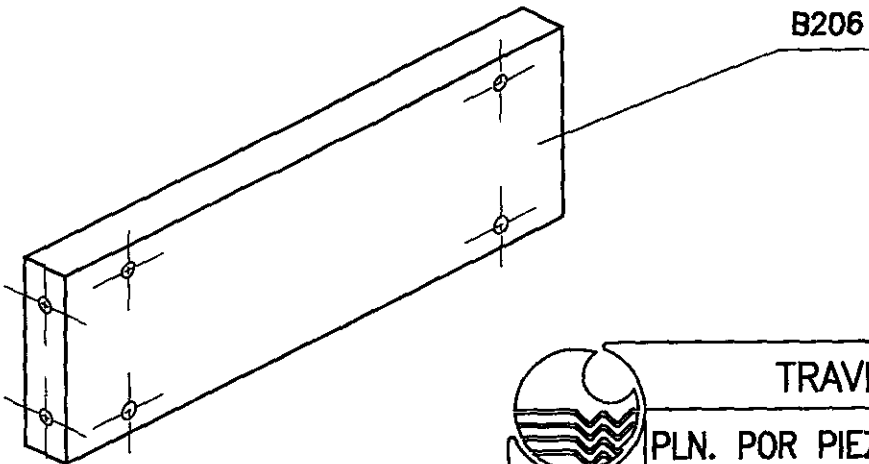
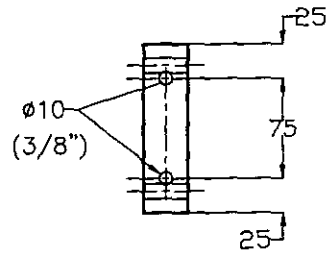
VISTA INFERIOR



VISTA FRONTAL



V. LATERAL



B206

TRAVESAÑO

PLN. POR PIEZA E ISOMETRICO

B206

Berónica Tapia

Coordenadas mm



36/50

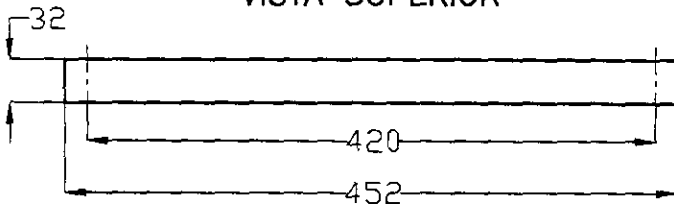
Abril 1998

Escala 1:5

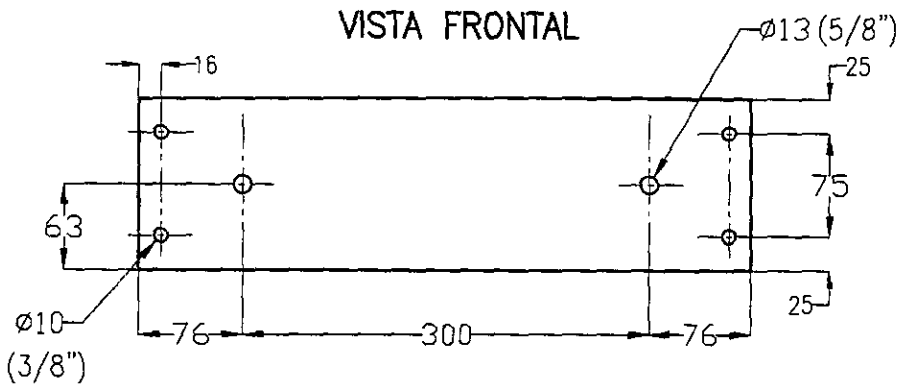
A 4

COMENTARIOS

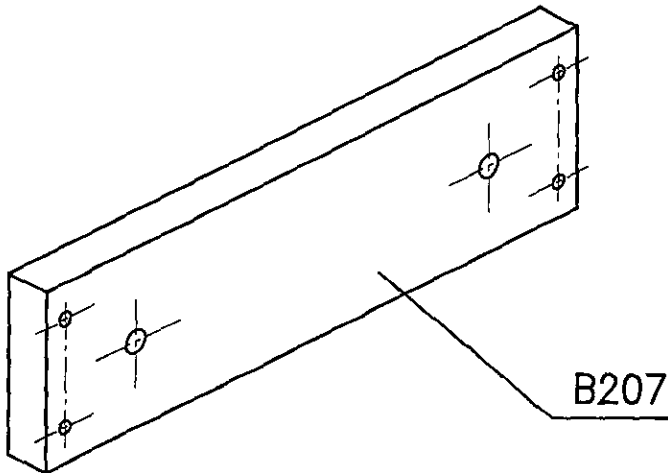
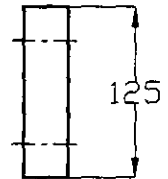
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



V. LATERAL



REMATE

PLN. POR PIEZA E ISOMÉTRICO

B207

Berenice Tapia

Cotas: mm



37/60

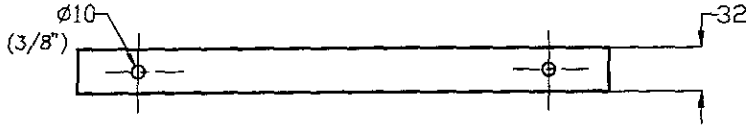
Abril 1998

Escala 1:5

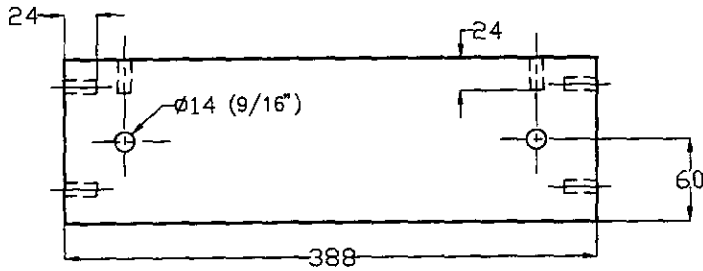
A 4

COMENTARIOS

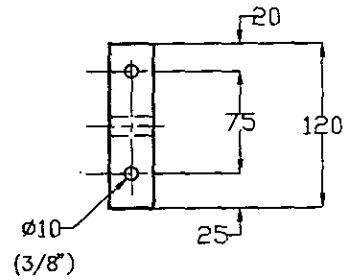
VISTA POSTERIOR



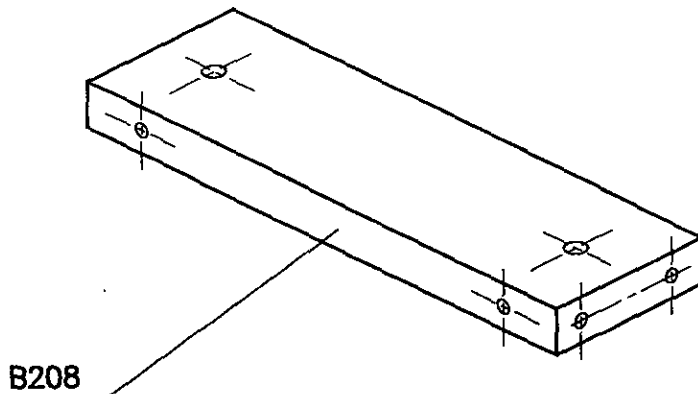
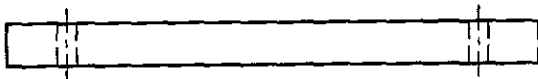
VISTA SUPERIOR



V. LATERAL DER.



VISTA FRONTAL



NIVELADOR

PLN. POR PIEZA E ISOMÉTRICO



B208

Berenice Tapia

Cotas: mm



38/50

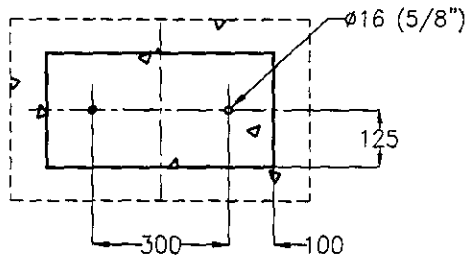
Abril 1998

Escala 1:5

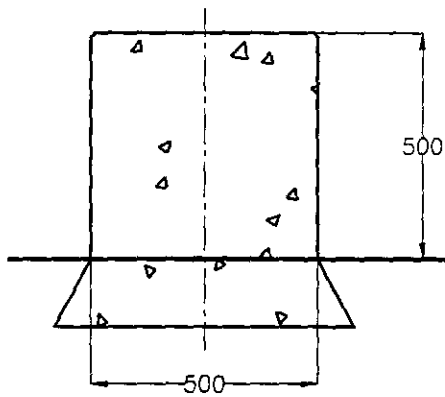
A 4

COMENTARIOS

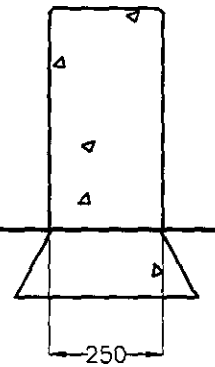
VISTA SUPERIOR



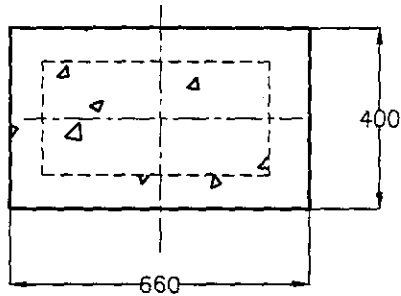
VISTA FRONTAL



V. LATERAL DER.



VISTA INFERIOR



BASAMENTO TIPO

PLANO POR PIEZA

M304

Berenice Tapia

Cotas: mm



39/50

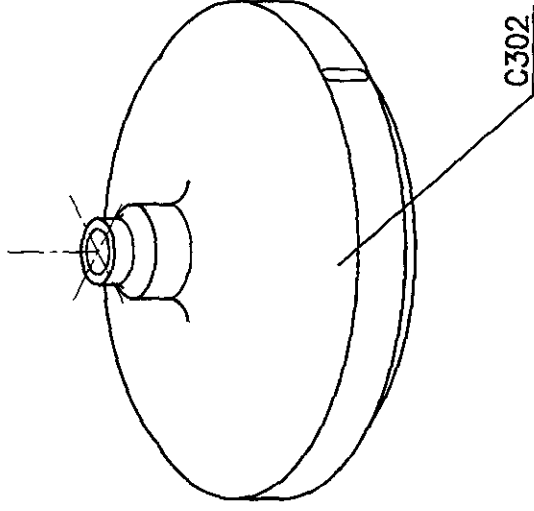
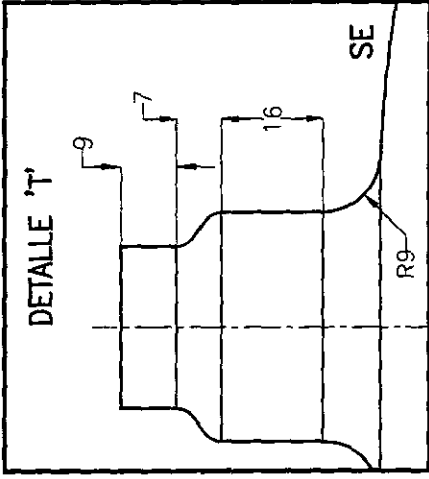
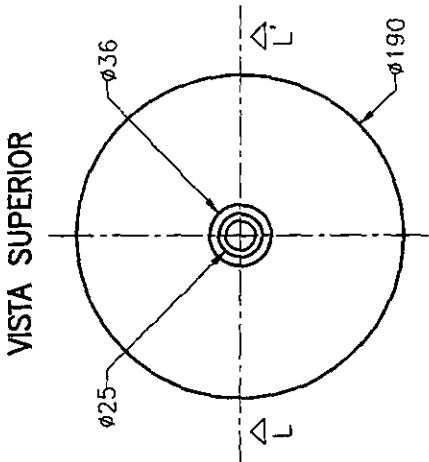
Abril 1998

Escala 1:15

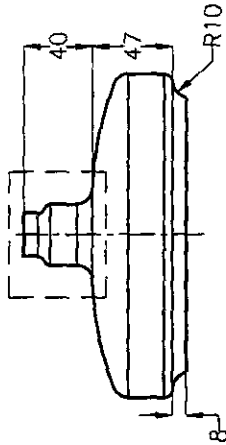
A 4

01

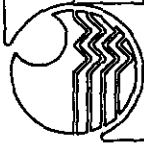
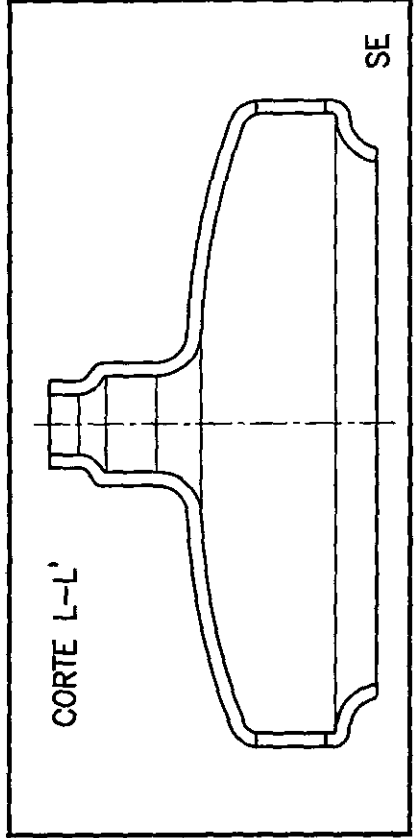
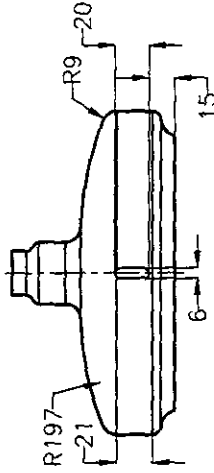
COMENTARIOS



VISTA FRONTAL



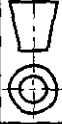
VISTA LATERAL



C302

Berenice Tapia

Cotas: mm



TAPA DEL RECIPIENTE

PLN. POR PIEZA, ISOMÉTRICO
CORTE L-L' Y DETALLE 'T'

A 4

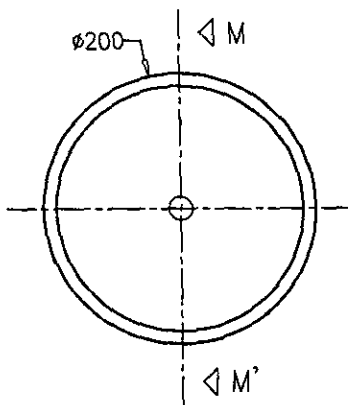
Escala 1:4

Abril 1998

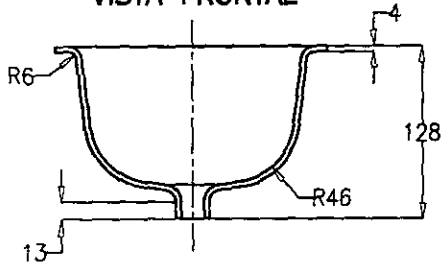
40/50

COMENTARIOS

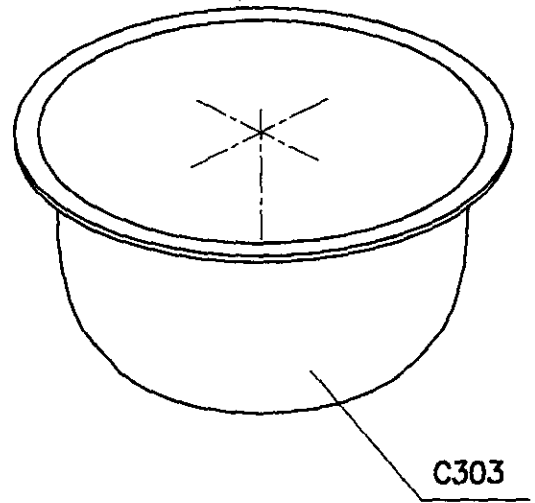
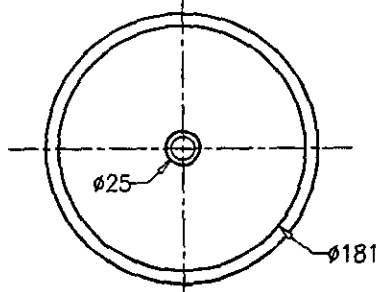
VISTA SUPERIOR



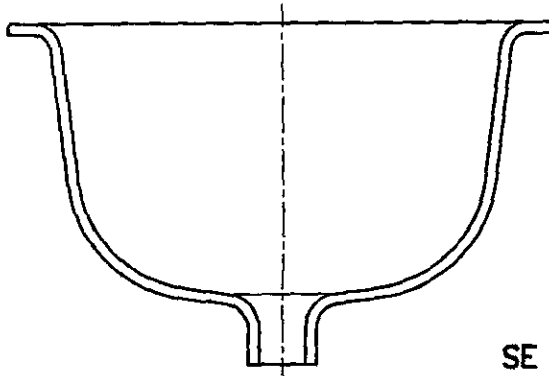
VISTA FRONTAL



VISTA INFERIOR



CORTE M-M'



SE

RECIPIENTE

PLN. POR PIEZA, ISOMÉTRICO Y CORTE M-M'



C303

Berenice Tapia

Cotas: mm



41/50

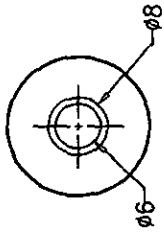
Junio 1998

Escala 1:5

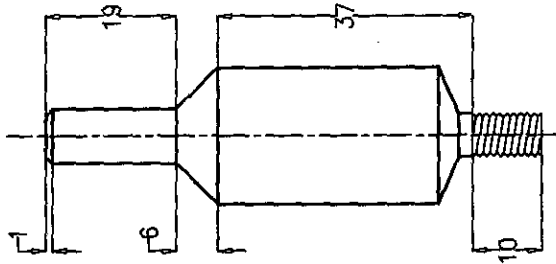
A 4

COMENTARIOS

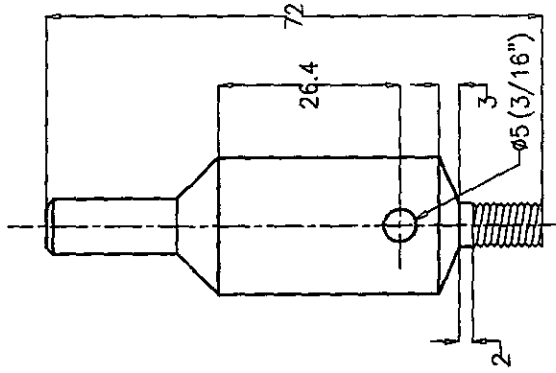
VISTA SUPERIOR



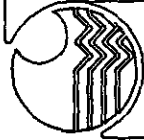
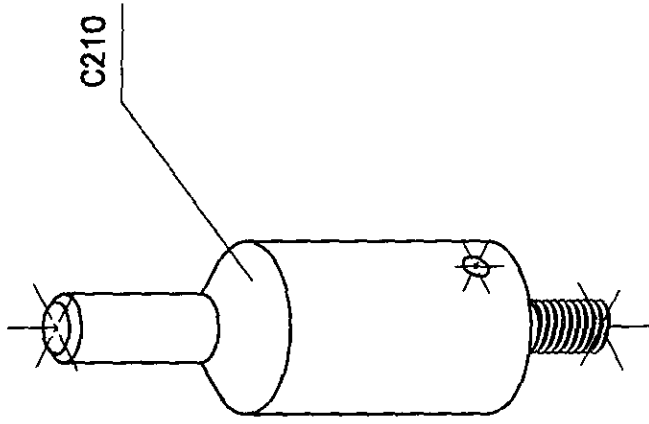
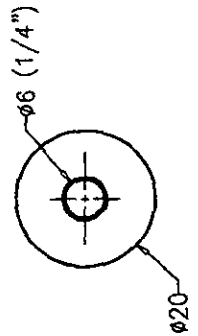
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR



VÁLVULA

PLN. POR PIEZA E ISOMÉTRICO

Berenice Tapia

Cotas: mm



C210

42/50

Junio 1998

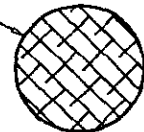
Escala 1:1

A 4

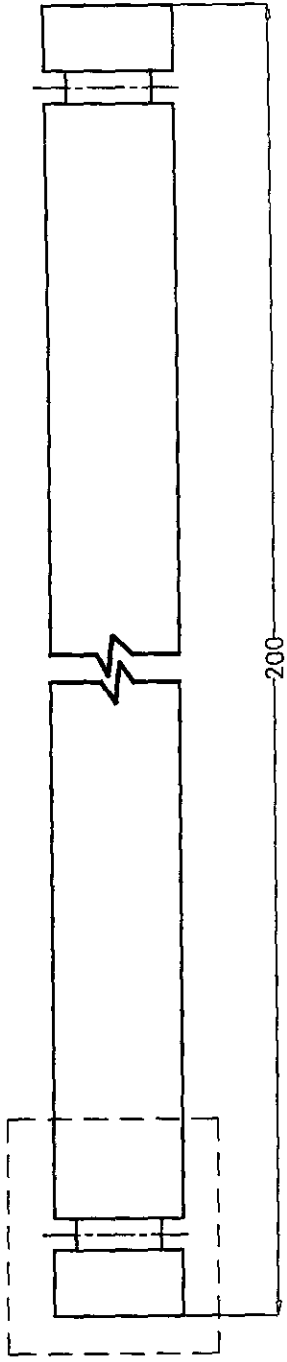
COMENTARIOS

SECCIÓN

5 (3/16")

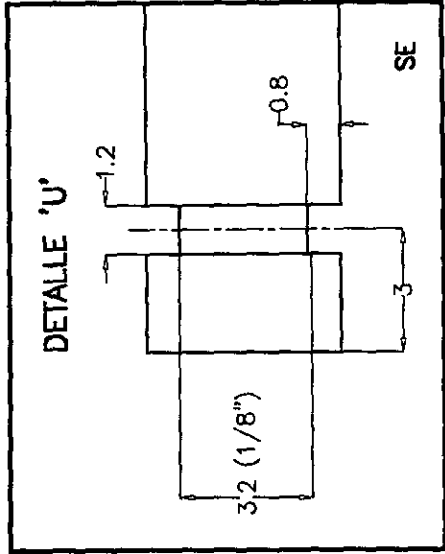


VISTA FRONTAL



200

DETALLE 'U'



VARILLA

PLN. POR PIEZA Y DETALLE 'U'

C102

Benavides Tapia

Cotas: mm



43/50

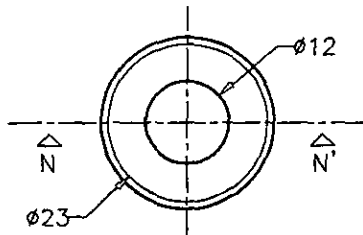
Junio 1998

Escala 4:1

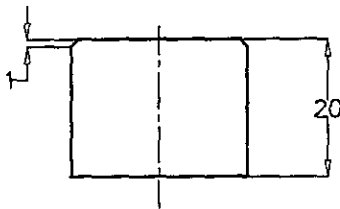
A 4

COMENTARIOS

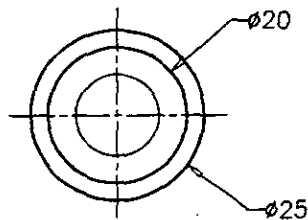
VISTA SUPERIOR



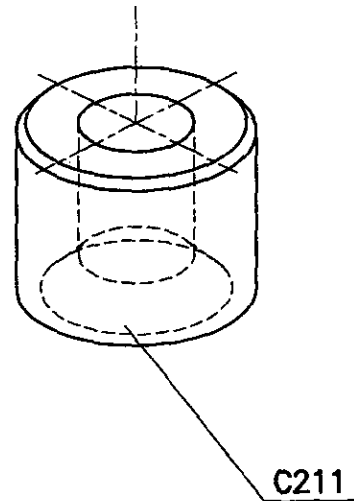
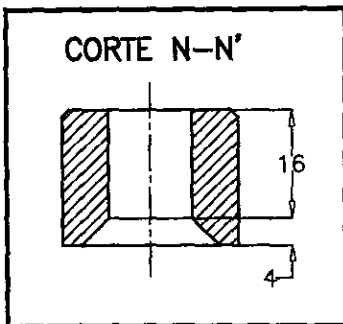
VISTA FRONTAL



VISTA INFERIOR



CORTE N-N'



CONTRAVÁLVULA

PLN. POR PIEZA y CORTE N-N'



C211

Berenice Tapia

Cotas: mm



44/50

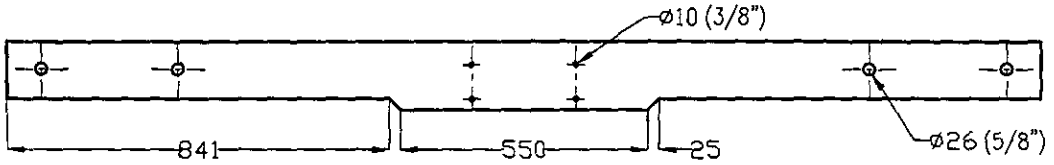
Octubre 1998

Escala 1:1

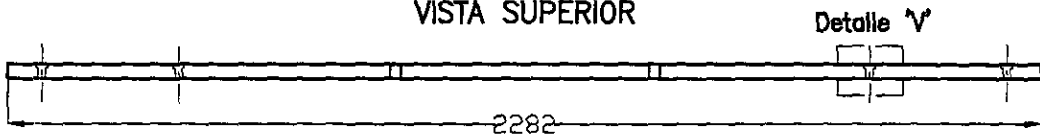
A 4

COMENTARIOS

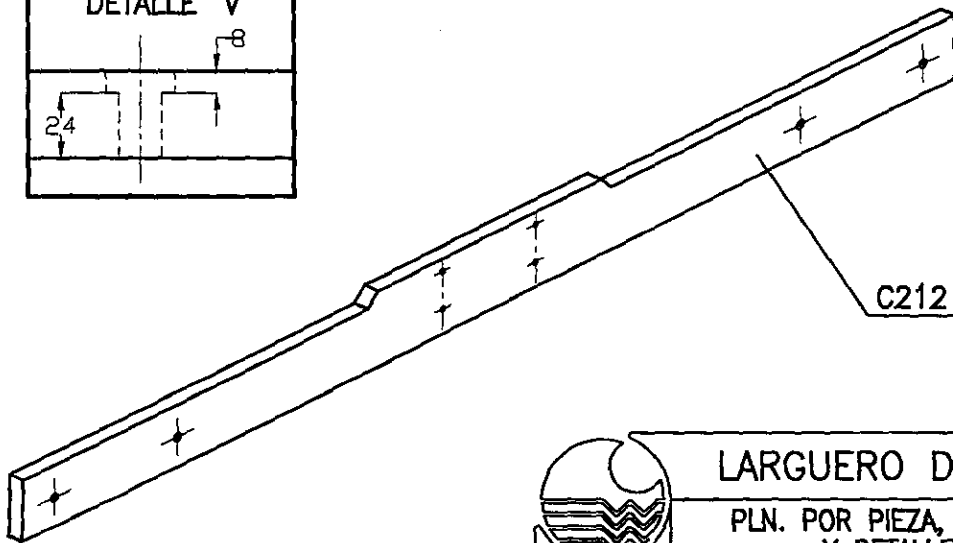
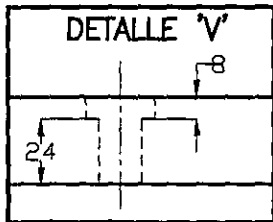
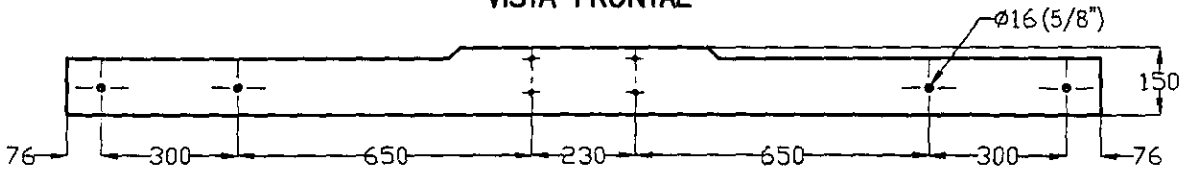
VISTA POSTERIOR



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



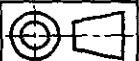
LARGUERO DEL CNA

PLN. POR PIEZA, ISOMÉTRICO
Y DETALLE V

C212

Berenice Tapia

Cotas: mm



45/50

Julio 1998

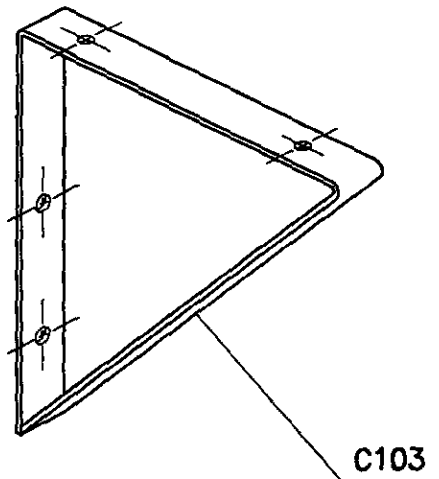
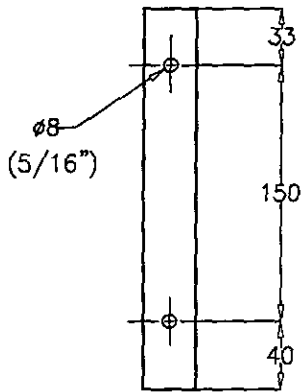
Escala 1:15

A 4

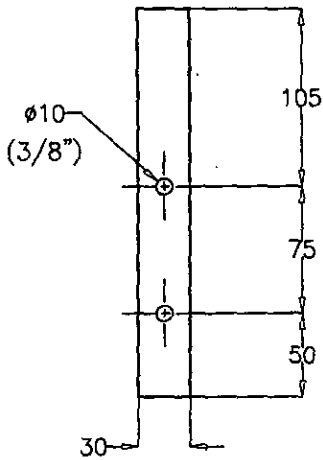
97

COMENTARIOS

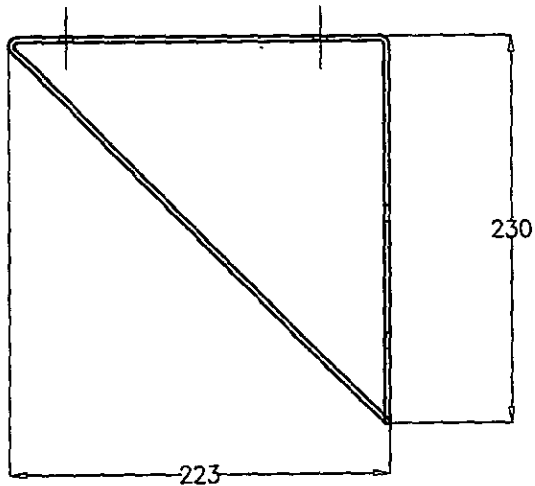
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



MÉNSULA

PLN. POR PIEZA E ISOMÉTRICO

C103

Berenice Tapia

Cotas: mm



46/50

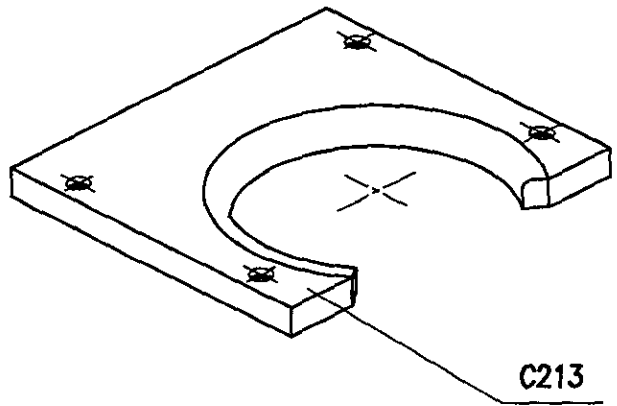
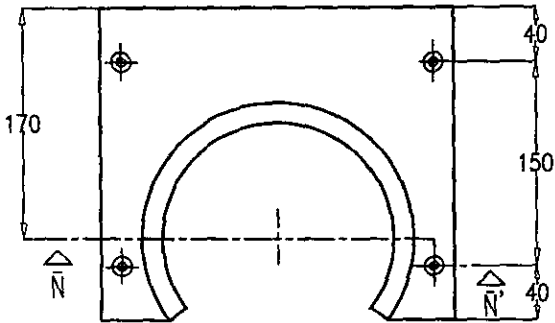
Julio 1998

Escala 1:4

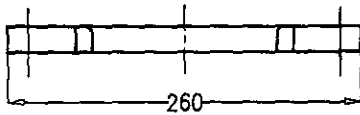
A 4

COMENTARIOS

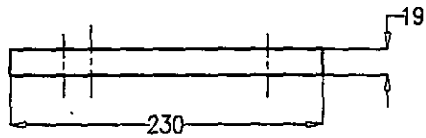
VISTA SUPERIOR



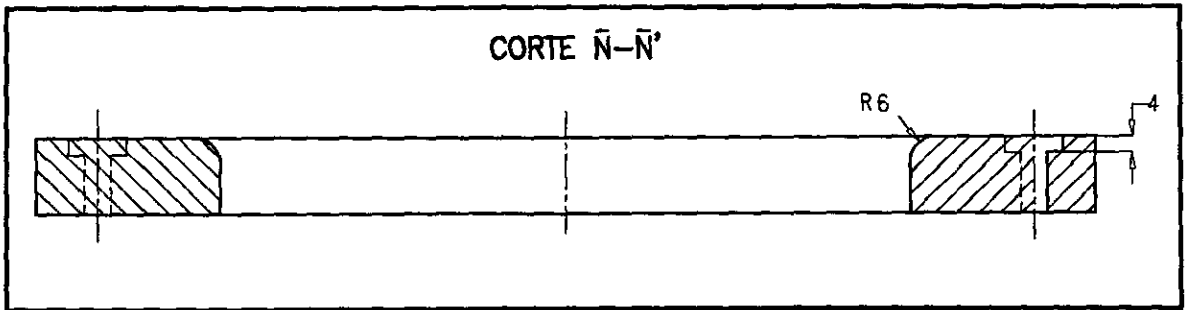
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



CORTE $\bar{N}-\bar{N}'$



SOPORTE DEL CONTENEDOR

PLN. POR PIEZA, ISOMÉTRICO
Y CORTE $\bar{N}-\bar{N}'$

C213

Berenice Tapia

Cotas: mm



47/50

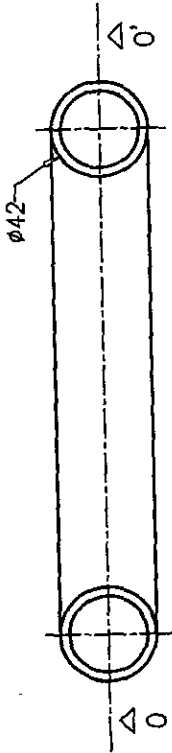
Julio 1998

Escala 1:5

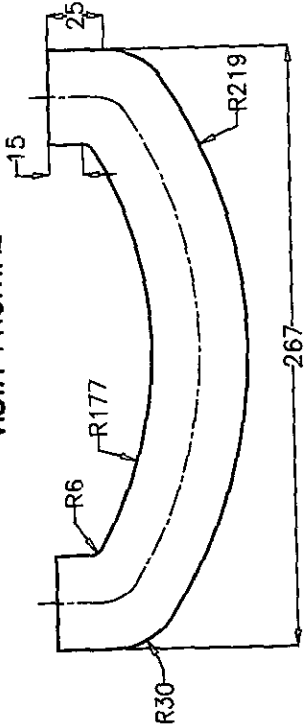
A 4

COMENTARIOS

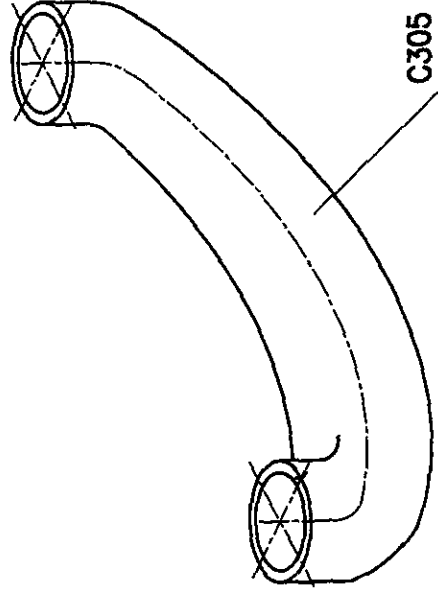
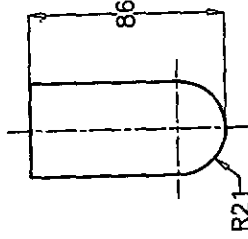
VISTA SUPERIOR



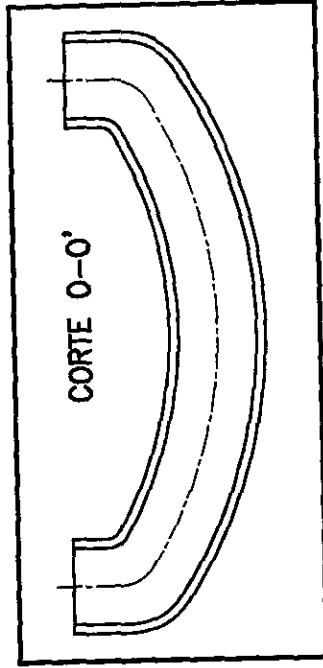
VISTA FRONTAL



V. LATERAL



CORTE 0-0'



C305

Benito Tapie

Cotas: mm



CONECTOR C-25.4

PLN. POR PIEZA,
ISOMÉTRICO Y CORTE 0-0'

48/50

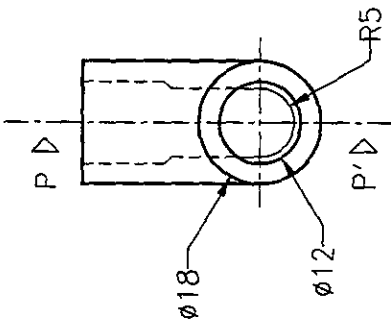
Octubre 1998

Sin escala

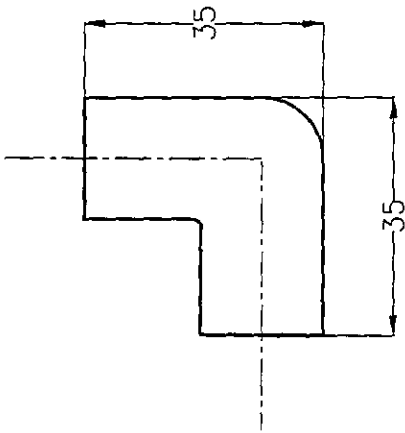
A 4

COMENTARIOS

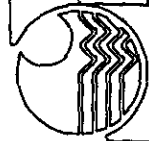
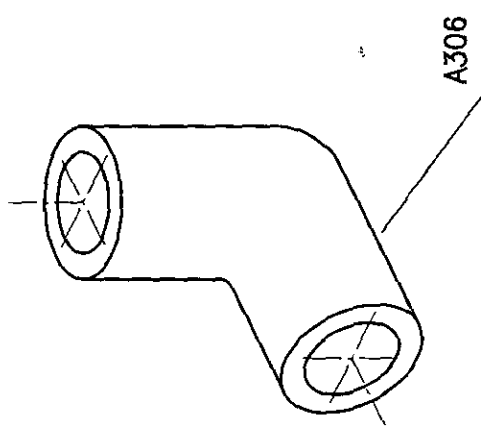
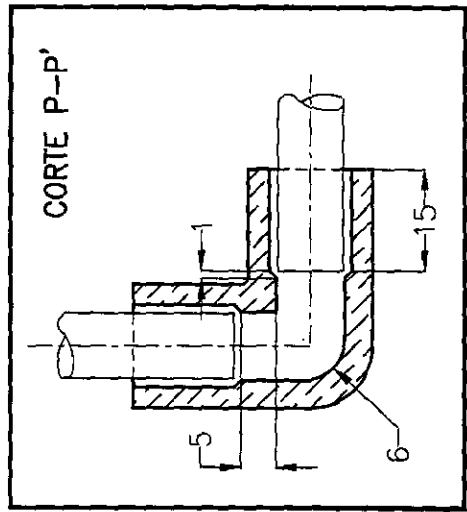
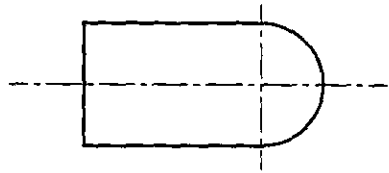
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR



A306

Berenice Tapia

Cotas: mm



CONECTOR L-9.5

PLN. POR PIEZA, ISOMÉTRICO
Y CORTE P-P'

A 4

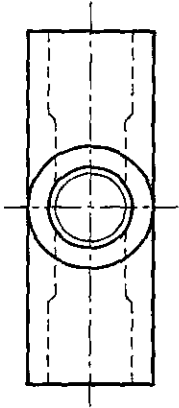
Escala 1:1

Junio 1998

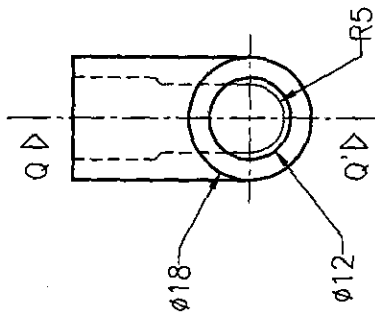
49/50

COMENTARIOS

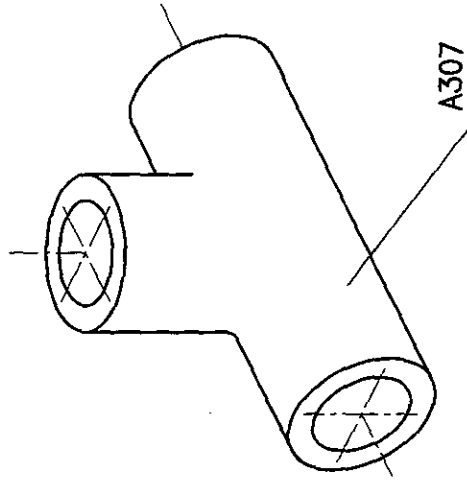
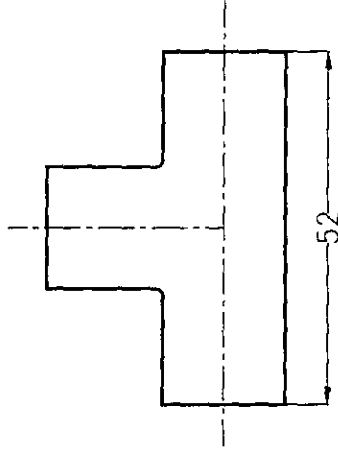
VISTA SUPERIOR



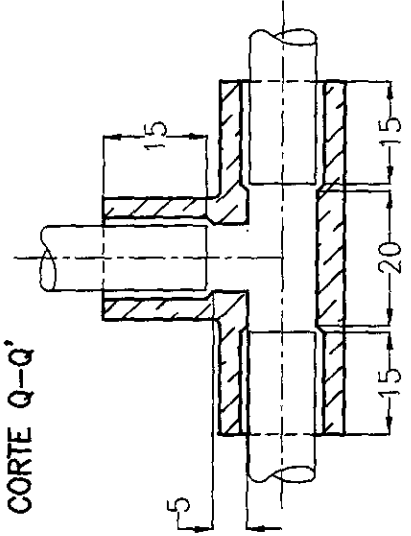
VISTA FRONTAL



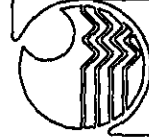
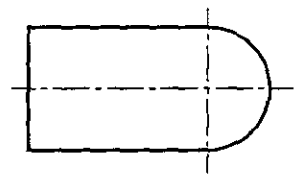
V. LATERAL DER.



CORTE Q-Q'



VISTA INFERIOR



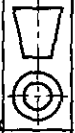
CONECTOR T-9.5

PLN. POR PIEZA, ISOMÉTRICO
Y CORTE Q-Q

A307

Berenice Tapia

Cotas: mm



50/60

Junio 1998

Escala 1:1

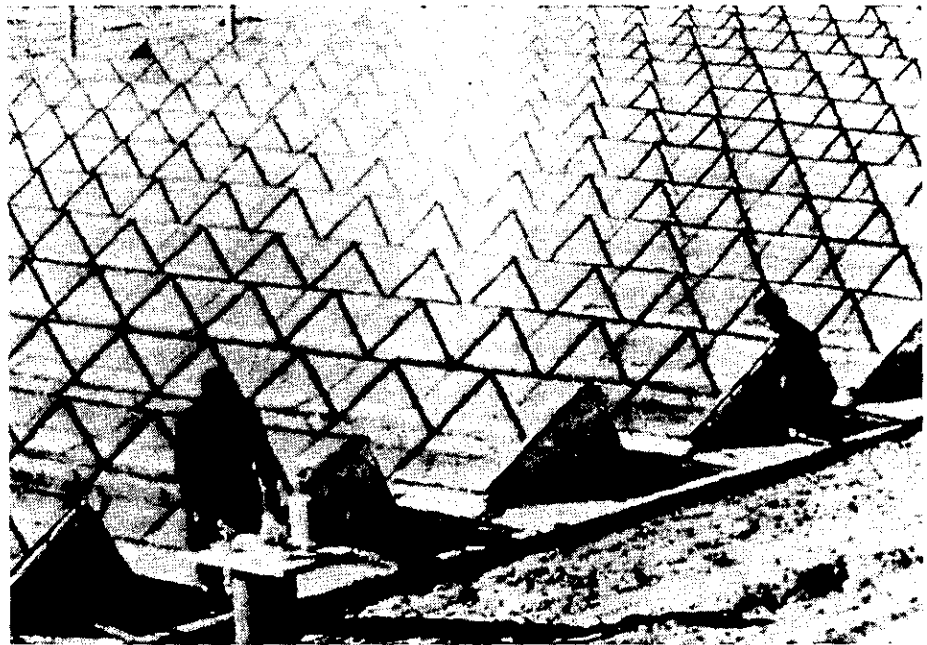
A 4

PRODUCTOS ANÁLOGOS Y CONCEPTOS PREVIOS

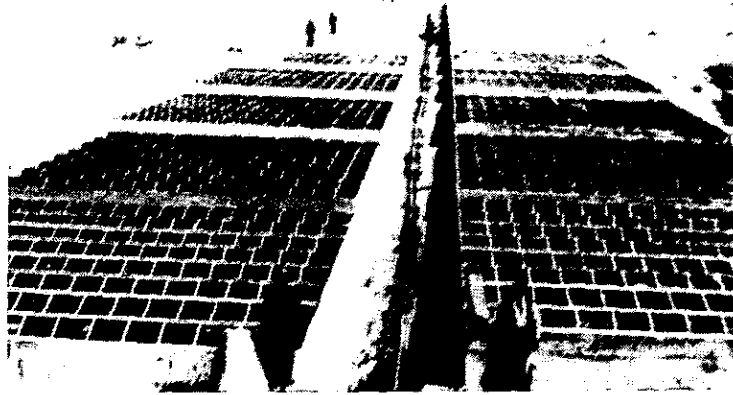
Productos análogos

Existe aún un pequeño número de plantas desaladoras de agua que funcionen con energía solar. No se tienen muchos registros actualizados de las mismas y, además, en la escasa bibliografía encontrada no suelen mostrarse imágenes que ilustren la conformación de los distintos diseños.

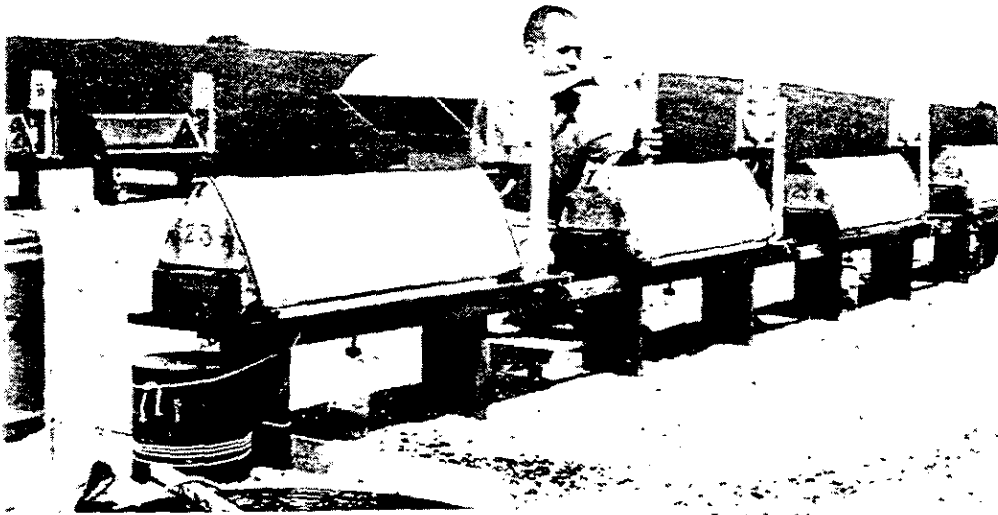
Las fotografías que a continuación se muestran son de lo poco que se pudo encontrar en la investigación realizada.



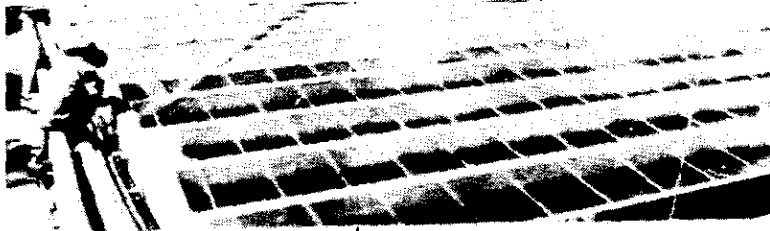
Instalación de desalación de agua en el desierto de Karakum,
Turkmenistán (Ex-URSS).



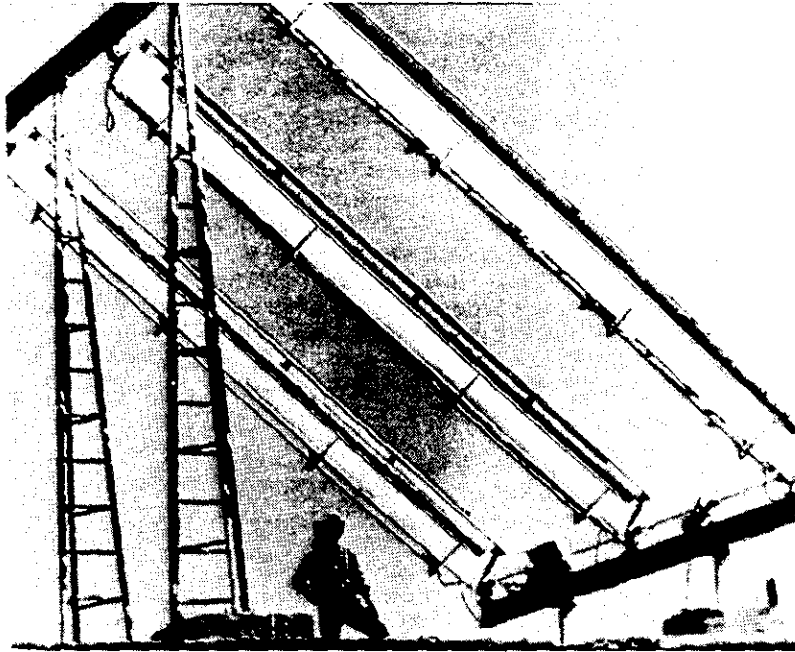
Instalación experimental de destilación en Las Salinas, Chile. Erigida en 1872-74 por Carlos Wilson. Producción diaria: 22,500 litros de agua potable por día.



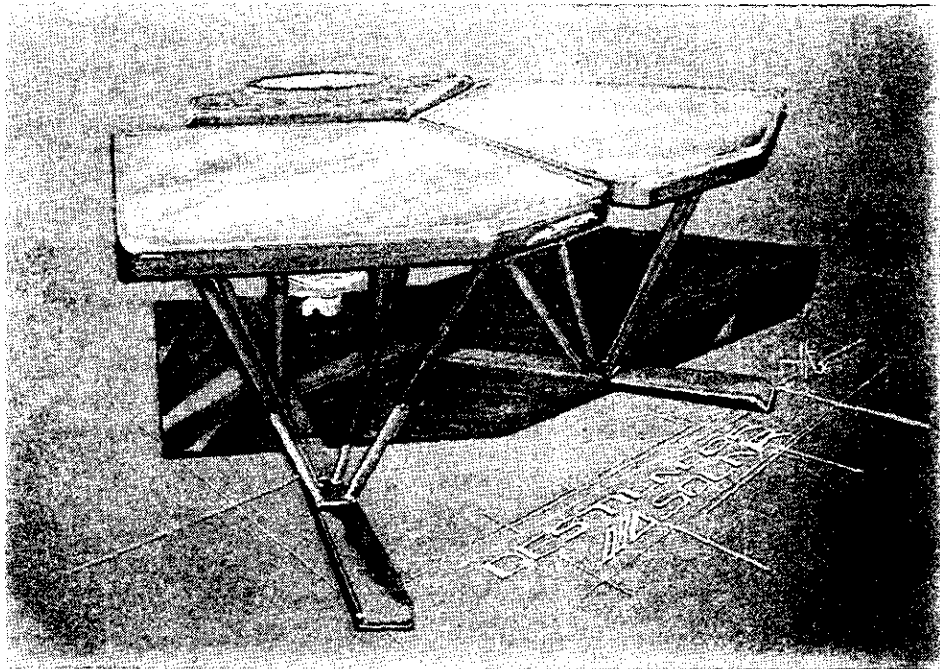
Destiladores solares para la desalación de agua. Instalación experimental en el oeste de los EE.UU.



Instalaciones de destilación canadiense en Haití (en 1969, con recubrimiento de vidrio) y en la isla del Caribe San Vicente (en 1970, con recubrimiento de hojas de PVC). Funcionan como las del año 1872.

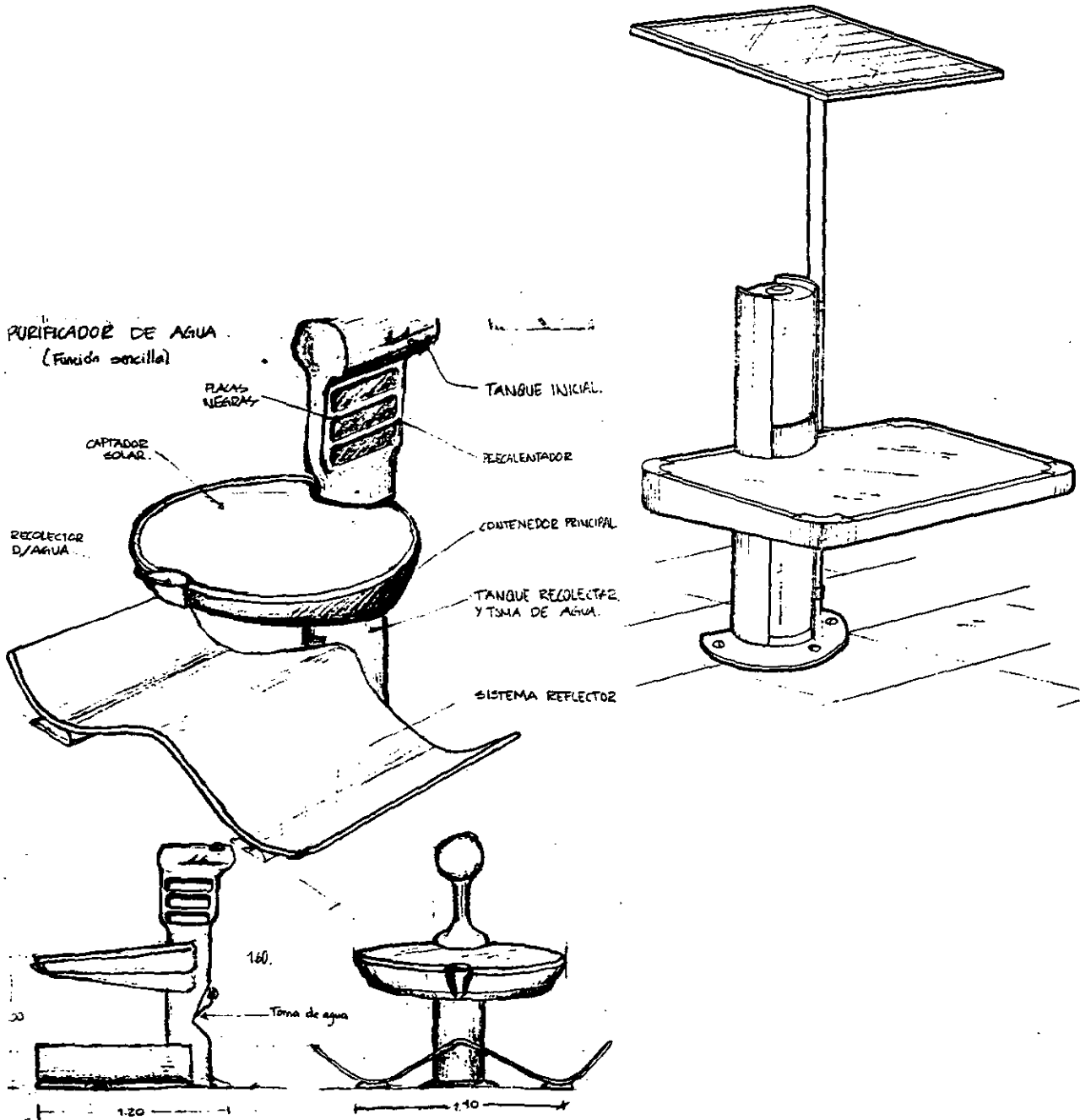


Desalinizador de agua subterránea por energía solar en Turkmenistán
(Ex-URSS), con abrevaderos para el ganado.



Propuestas de destilador solar para casa habitación

Bosquejos de la primera fase del proyecto.



CONCLUSIONES

Sobre el diseño

Este sistema de destiladores solares tiene aún muchas pruebas a que someterse. La primera de ellas será comprobar la efectividad de su diseño; es decir, saber cuántos litros reales por unidad produce, según las distintas condiciones de irradiación solar a las que se someta. Paralelamente, se tendrá que observar, durante un periodo de varios meses, las condiciones internas que presentará el contenedor y la red hidráulica ante la presencia del sarro de acuerdo a la logística de mantenimiento frecuente propuesta. Aquí surgirán datos más precisos sobre los ciclos de limpieza, según las distintas características físicas del agua por destilar y las condiciones geográficas del lugar en que se realicen las pruebas.

El principal elemento de estudio será el propio destilador. Propongo que se apliquen distintos recubrimientos a la charola superior, con el fin de observar con cual de ellos se presenta menor adherencia del sarro y mejores características de resistencia al desgaste y como colector solar (que absorba bastante energía y que emita poca al exterior).

También el conector C-25.4-225 es una pieza de análisis. En ella, el sarro no debe presentar asentamiento, ya que obstruiría la vía de suministro, limpieza y desagüe. Quizás los resultados arrojen que el diámetro de la pieza se tenga que aumentar para permitir el paso de mayor cantidad de agua.

Otros elementos sujetos de análisis son el controlador del nivel de agua y el condensador. El primero, me parece, no presenta grandes dudas sobre su diseño, sólo se tiene que poner a punto en cuanto a su funcionamiento. En el segundo, considero que se pueden probar distintas clases de condensadores, así como variaciones en su grosor; la idea es ver cual de ellos arroja resultados para hacer la producción más eficiente.

Todo este análisis pendiente no se realizó para el actual documento, ya que los costos de inversión necesarios rebasaban mis alcances y objetivos. No es mi intención dejar tales expectativas al aire, por lo que a continuación planteo una segunda fase del proyecto.

Sobre el proyecto

Me imagino que en la mayoría de los casos, cuando uno termina la tesis desea que alguien se interese por producir el objeto diseñado en ella; a pesar de ello, en muchos casos, los procesos de fabricación seleccionados en los proyectos van más allá de las posibilidades reales de producción inmediata. Pues bien, el diseño de este sistema está pensado para dar el primer paso, es decir que, con poca inversión e interés es posible hacer una instalación experimental, ya que todas las piezas propuestas podrán fabricarse en bajas producciones.

Visualizando la logística para que esto se lleve a cabo, propongo lo siguiente. (1) Exponer el proyecto a entidades que puedan emitir un juicio crítico y exhausto del mismo, como lo son el Instituto de Ingeniería de la UNAM o el Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, quienes sé que realizan trabajos sobre destilación solar aplicada al suministro de agua potable para comunidades que así lo requieren. (2) Una vez teniendo sus consideraciones y sugerencias, proceder a estructurar el proyecto piloto con datos como: lugar específico donde se hará la instalación, tipo de pruebas a las que se someterá, presupuesto estimado para su construcción, búsqueda de proveedores, etc. (3) Posteriormente, y una vez sentado lo anterior en un documento, se iniciará la etapa de búsqueda de fondos con instituciones, tanto nacionales como internacionales, que apoyen la investigación y el desarrollo bajo el rubro de energías alternativas aplicadas al mejoramiento de la calidad de vida. (4) Si se obtienen los recursos solicitados, entonces se podrá proceder a la construcción de la primera - o quizás primeras - planta prototipo.

Pensar, por ahora, en alcance posteriores me parece que no tiene mucho caso. Claro que es fundamental tener una amplia visión sobre los alcances de nuestros proyectos a futuro, pero me parece estratégico que podamos resolver la continuidad inmediata de los mismos a corto y mediano plazo.

Sobre el desarrollo de tesis

A pesar de todo, sobretodo, el tiempo que ha pasado desde que inicié la tesis, he podido, por fin, concluir esta labor. Durante ese tiempo sufrí de desidias, iluminaciones, abandonos, hartancias y bellas distracciones. El resultado de todo ese proceso me ha permitido formar un juicio claro sobre mis cualidades como diseñadora y sobre las del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial como gestor académico de diseño. Sobre el segundo, me parece importante dar una opinión, con la firme intención de contribuir al crecimiento de nuestra gran universidad.

He observado que los proyectos de tesis suelen tornarse un lastre, una carga tan, pero tan pesada, que muchos terminan por desistir de ella. Ante este argumento, el sector académico siempre nos recuerda el significado tan importante que tiene realizar dicho trabajo; cuestión con la que estoy en total acuerdo. Sin embargo, aún me pregunto, ¿qué se puede hacer para que aquéllas cabezas sin dirección elijan bien, en el momento en que hay que hacerlo? Quizás, a veces, hace falta una inspiración contundente por parte de quiénes tendrían el poder de ejercerla: nuestros maestros.

De cualquier forma, hacer uno mismo su proyecto de tesis es todo un orgullo y una hazaña. Pensar que la mayoría de las tesis quedan guardadas en las bibliotecas no es un asunto tan descorazonado; en nuestra mente queda la gran labor realizada. Si lo hicimos bien, nos fortalecerá en un futuro; si lo hicimos mal, será inevitable tener que enfrentarlo algún día, sobre todo en el ámbito profesional.

Proponiendo

Sin embargo, me inquieta que tanta energía invertida quedé por allí almacenada, por lo que he pensado en un mecanismo alternativo para que, la energía que proviene de quienes han realizado su proyecto de tesis y la que provendrá de los muchos que lo tendrán que hacer, se canalice a una ganancia tangible.

La idea consiste en que los próximos alumnos que seleccionen tema, hagan, si lo desean, una evaluación de los proyectos que se han realizado, tanto en la UNAM como en otras universidades, y opten por hacer que alguno de ellos - el que seleccionen - se lleve a cabo. Quizás un cierto orgullo de los futuros egresados no de pie a esta opción, pero estoy segura de que algunos tomarán el riesgo y los resultados serán tan buenos para él, como para el autor original del proyecto - y hasta para los propios egresos de la universidad -.