

00121
259



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Autorizo a la Dirección General de Biblioteca UNAM a difundir en formato electrónico el contenido de mi trabajo de grado

NOMBRE: RUIZ CONTRERAS MAURICIO ANTONIO

FECHA: 20 10 2003



TALLER ARO LUIS BARRAGAN

SEMINARIO DE TITULACIÓN

ASESORES

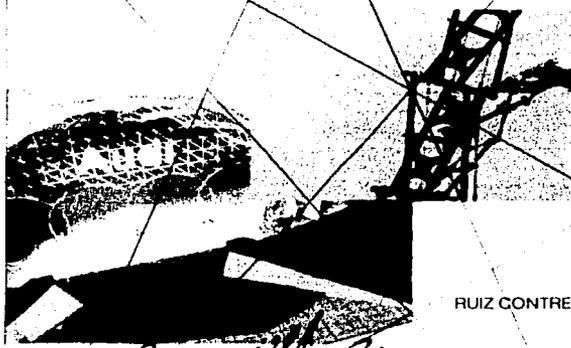
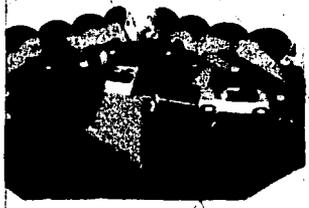
ARO FRANCISCO RIVERO GARCIA
ARO EDUARDO NAVARRO GUERRERO
ARO MANUEL MEDINA ORTIZ

PRESENTA

RUIZ CONTRERAS MAURICIO ANTONIO

FECHA. MAYO 2003

CUBIERTA MODULAR ADON



Yo Bo
Mauricio
Mayo 29, 03

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**TESIS CON
FALLA DE
ORIGEN**

PAGINACION DISCONTINUA



AGRADECIMIENTOS

A MI MADRE POR SU EJEMPLO DE VIDA, POR DARMÉ AMOR, FE Y CONFIANZA. A ESA GRAN MUJER QUE ES UN ÁNGEL ADEMÁS DE SER EL TESORO MÁS GRANDE QUE DIOS ME DIO EN ESTA VIDA. GRACIAS POR BRINDARME UNA EDUCACIÓN COMPLETA, POR APOYARME Y AYUDARME EN MI CARRERA Y SIEMPRE DARMÉ ALIENTO EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES Y POR COMPARTIR TU SONRISA CONMIGO EN LOS MOMENTOS FELICES.

A MIS HERMANAS CLAUDIA Y ALEJANDRA POR APOYARME EN TODOS MIS PROYECTOS DE VIDA Y EN MI CARRERA, GRACIAS POR EL AMOR Y CONFIANZA BRINDADOS SIEMPRE, GRACIAS POR SER UNAS GRANDES MUJERES Y SER UN EJEMPLO DE TRIUNFO PARA MÍ.

A MI PADRE, POR HABERME DEJADO UNA EDUCACIÓN, POR SER UN HOMBRE EJEMPLAR EN MI VIDA Y POR DARMÉ LA HERENCIA MÁS GRANDE, MI FAMILIA, Y SOBRE TODO POR SER EL ÁNGEL DE MI GUARDA SIEMPRE.

A MI NOVIA POR APOYARME, QUERERME Y MOTIVARME EN MIS PLANES DE VIDA, GRACIAS POR LA AYUDA Y AMOR QUE ME BRINDAS DÍA A DÍA.

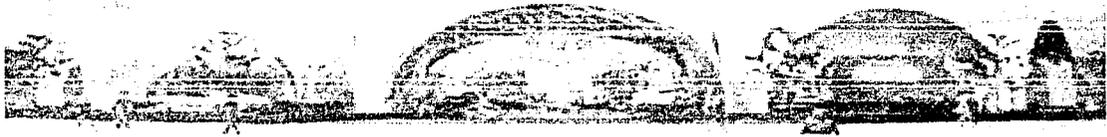
A MIS AMIGOS QUE SIEMPRE ME MOTIVARÓN Y APOYARÓN DURANTE MI CARRERA. GRACIAS POR TODAS LAS EXPERIENCIAS QUE HE MOS PASADO JUNTOS.

A DIOS POR DARMÉ VIDA, PARA REALIZAR ESTE GRAN SUEÑO.



INDICE**PÁG.**

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
4. INVESTIGACIÓN	7
4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL DE TIJERA	7
4.1.1 Definición	8
4.1.2 Clasificación	9
4.1.2.1 Marcos X cilíndricos despleables	9
4.1.2.2 Reticulas cilíndricas con refuerzos diagonales simples	11
4.1.2.3 Reticulas cilíndricas con extremos esféricos	12
4.1.3 Accesorios para el montaje de una estructura con mecanismo de tijeras	13
5. ANÁLISIS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE TIJERA	14
5.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA	14
5.1.1 Ventajas	14
5.1.2 Desventajas	14
5.1.3 Conclusiones	15
6. DISEÑO ESTRUCTURAL	16
6.1 ESTRUCTURA PORTANTE (BARRAS)	16
6.1.1 Brazos	22
6.2 BASE	25
6.2.1 Base	26
6.3 MANTO	29
7. CÁLCULO	30
7.1 ESTRUCTURACIÓN DEL PROTOTIPO	30
7.1.1 Descripción de la estructura	30
7.1.2 Solicitaciones	30
7.1.3 Resultados	32
8. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	33
8.1 ESTRUCTURA PORTANTE	33
8.1.1 Fabricación	33
8.1.2 Elaboración	34
8.2 MANTO	37
9. COSTOS	41
9.1 ESTRUCTURA	41
9.2 MANTO	43
10. MONTAJE Y DESMONTAJE	44
10.1 MONTAJE (por módulo)	44
10.2 DESMONTAJE (por módulo)	45
11. MANTENIMIENTO	46
11.1. ESTRUCTURA METÁLICA	46
11.2. MANTO	47
12. NORMAS DE SEGURIDAD SEGÚN EL REGLAMENTO DE CONTRUCCIÓN PARA EL DISTRITO FEDERAL	48
13. CONCLUSIÓN	49
14. BIBLIOGRAFÍA	50
15. LAMINAS ANEXAS INVESTIGACIÓN	
16. PLANOS ANEXOS	



1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como propósito la observación sistemática y el análisis del "sistema estructural con mecanismo de tijeras" y su aplicación al proyecto "Cubierta Modular AUDI".

Una de las problemáticas a resolver con el diseño del proyecto consiste en proveer de plantas libres para su uso como exposición. El proyecto debe de cumplir con normas de diseño, función, resistencia y economía.

El método que se utilizará en este proyecto se basará en una serie de investigaciones realizadas en el Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Arquitectura de la UNAM (anexo 1 y anexo 2), además del conocimiento a fondo de cada una de las partes que componen el prototipo, a través de modelos a escala y dibujos en dos y tres dimensiones por computadora.

En este trabajo el enfoque será el funcionamiento del sistema estructural y las partes que lo componen, así como, la aplicación al modelo. Además de cumplir con las necesidades de la convocatoria.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Vista interior de la unión del manto y el arco de tijera





ANEXO 1

El doctor Juan Gerardo Oliva Salinas, investigador de tiempo completo en el Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, responsable del Laboratorio de Estructuras; junto con el ingeniero Lorenzo Miranda, Profesor Asociado "B" de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería como corresponsable, han desarrollado un proyecto que dará respuesta a situaciones de emergencia; formando un seminario permanente de investigación junto con otros profesores de arquitectura, ingeniería y diseño industrial, así como, con un grupo de pasantes de licenciatura y maestría; además de prestadores de servicio social y práctica profesional supervisada.

Después de múltiples propuestas se decidió desarrollar el proyecto del prototipo denominado **MODUNAM II** "Cubierta desmontable para casos de desastre aplicada a vivienda provisional y a clínica de urgencias", autorizado y apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) Proyecto No.3594P-A y la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGAPA) Proyectos PAPIIT IN 402400 y PAPIIT IN 501697.

La realización del proyecto **MODUNAM II** se llevó a cabo dentro del área de investigación de tecnologías estructurales, en la cual se fomenta la participación de investigadores, profesores y alumnos en proyectos que impulsen la investigación en el área tecnológica tanto de la arquitectura como del diseño, planteando la aplicación de nuevas tecnologías, analizando entre otros aspectos, los tipos de materiales que pueden ser utilizados en la construcción de proyectos, a fin de que su aplicación se fundamente en la realidad técnica y no en una simple utopía formal.

El Laboratorio de Estructuras se encuentra ubicado en el Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura, su misión principal es la generación de nuevo conocimiento en tecnologías estructurales para fomentar la aplicación de las mismas en el campo de la construcción.



ANEXO 2



FACULTAD DE ARQUITECTURA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Arq. Manuel Medina Ortiz
Coordinador de exámenes profesionales.
P r e s e n t e.

Estimado arquitecto Medina:

Por medio de la presente hago constar que el alumno **Mauricio Antonio Ruiz Contreras**, con número de cuenta **9756935-4** de la Licenciatura en Arquitectura, que se imparte en esta Facultad, participo como becario de tesis, en el proyecto PAPIIT IN 402400 "Construcción de prototipos de rápido transporte y montaje" por lo que la dependencia le otorga el permiso de utilizar los elementos que componen el sistema estructural de tijera para la elaboración de su tesis

Agradeciendo de antemano su apoyo, quedo de usted con un cordial saludo

ATENTAMENTE
"Por mi raza hablara el espíritu"
Ciudad Universitaria a 6 de Junio del 2002.

Dr. Juan Gerardo Oliva Sáñlas
Investigador Titular "C" T.C. definitivo

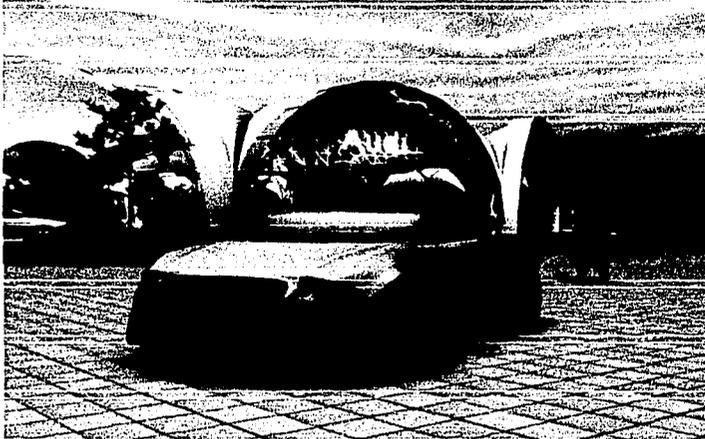
CUBIERTA MODULAR ADDI

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



2. JUSTIFICACIÓN

La estructura es una parte primordial en todos los elementos arquitectónicos, por lo que la innovación, adecuación y uso de la tecnología nos dan oportunidad de generar espacios habitables y atractivos al usuario.



Perspectiva exterior

Debido a la convocatoria de la revista A Diseño (anexo 3), de generar una cubierta modular para exteriores, de fácil montaje y atractiva a la vista para la compañía AUDI, se propondrá la utilización de una velaria con estructura de tijera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CUBIERTA MODULAR AUDI

ANEXO 3

Carpa para Eventos Exteriores

Antecedentes

Audi es una marca que se distingue por su carácter innovador y pensamiento visionario, plasmado en sus diseños revolucionarios como el Audi TT que rompen los esquemas tradicionales y en desarrollos tecnológicos "State of the Art" que refuerzan su slogan "Liderazgo por tecnología".

Como parte de su programa de eventos, Audi participa a lo largo del año en una serie de eventos propios o patrocinados que se realizan en lugares exteriores como jardines o explanadas, para exhibir distintos modelos de su gama de automóviles en todo el país.

En el mercado, de manera comercial, existen pocas alternativas para contar con un elemento de exhibición para construir una extensión de la concesionaria, limitándose prácticamente a las carpas convencionales que carecen de un diseño atractivo, tienen poco mantenimiento y no transmiten una imagen propia.

Con la finalidad de contar con un elemento que cumpla específicamente con las necesidades de exhibición en exteriores y que transmita los valores propios de la marca, se convoca al diseño de un elemento tipo carpa o velaria modular.

Características

Este elemento deberá ser en imagen, una extensión de la concesionaria para que el cliente perciba y reciba siempre un estándar de calidad.

Deberá ser fácil de producir, armar y transportar; contemplando elementos ligeros y en línea con los materiales que utiliza y caracterizan a la marca (aluminio — madera).

Deberá ser modulable de tal manera que permita crecer el sistema de acuerdo a las necesidades específicas del evento. Además de exhibir los autos, la carpa deberá contemplar la posibilidad de instalar una plataforma de madera, espacio para atender a clientes, lugar para poner folletos, etc. Estas necesidades pueden ser cubiertas con elementos independientes ya sea montados en la misma carpa o en una adicional.

Deberá contemplar algún espacio o letrero para la instalación del logotipo corporativo.

www.a.com.mx (a diseño del mes de septiembre 2001)



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Entender el funcionamiento del sistema estructural con mecanismo de tijeras.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a través del diseño de una estructura con dicho sistema vanguardista, que posea un lenguaje estético contemporáneo y que cumpla con las siguientes características:
 - Utilizar un mínimo de elementos para conformar el prototipo.
 - Economizar los materiales, logrando que se adapten de la mejor manera a las necesidades del prototipo.
 - Cubrir una superficie sin utilizar elementos intermedios de apoyo.
 - Ser retráctil en el menor tiempo posible
 - Ser armado entre un número reducido de personas sin el apoyo de ningún elemento ajeno a la propia estructura.
- El elemento arquitectónico debe de cumplir con un estándar de calidad que caracteriza a la empresa AUDI.
- Debe de ser un elemento modular que le permita crecer según las necesidades específicas del evento.





4. INVESTIGACIÓN

4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL DE TIJERA

Según los estudios de Félix Escrig¹, el sistema de tijeras se utilizó en refugios asiáticos llamados Yurtas que podían tener hasta 1000 m² de superficie. Esta estructura móvil también fue desarrollada por Leonardo Da Vinci en distintas máquinas: para cargar leña, como una gran sombrilla o un brazo articulado para construir alas. Otra aplicación fue para puentes móviles (Fig. 1). Las estructuras de tijera eran simples en la antigüedad, en Egipto surge la "silla del cazador", en el siglo XIX se utiliza para fabricar un elevador. Pérez Piñero¹ crea "domos desplegables" basado en la "silla del cazador" (Fig. 2).



Fig. 1. Yurtas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 2. a) Silla del cazador, b) elevador, c) cubiertas móviles.





En el siglo XX, con sistemas de tijera simples se construyeron domos estables en posición extendida, cubiertos con techos rígidos. Más adelante, surgen domos con mallas reticuladas, resultando con mayor estabilidad y firmeza. Las mallas de los domos se doblaban en paquetes compactos y se extendían para cubrir grandes áreas. Hoberman, Sánchez Cuenca y Escrig desarrollaron diversos proyectos con este sistema. Escrig y Sánchez produjeron techos curvos plegables. Con este sistema se logra una técnica de construcción racional para cubiertas en la arquitectura contemporánea.¹

4.1.1 Definición.

Al consultar diferentes bibliografías que hablan de este sistema estructural no encontré ningún autor que diera una definición, por lo que me atrevo a proponer la siguiente en base a lo escrito por diferentes autores y a la práctica adquirida a través de la observación del funcionamiento de modelos a escala:

"El sistema estructural con mecanismo de tijera está compuesto por estructuras extendibles independientes con un mecanismo semejante al de una tijera común. Cada estructura está formada por pares de barras que se cruzan en un punto y están articuladas tanto en un punto como en sus extremos (tijeras) (Fig. 3). Al unirse varias tijeras se puede lograr una estructura de la longitud que se requiera cuidando la proporción entre el volumen de las barras y la longitud de la estructura (Fig. 4). La estructura se puede extender y contraer al ser sujeta en uno de sus extremos".

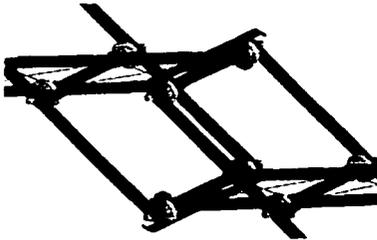


Fig. 3. Tijera.

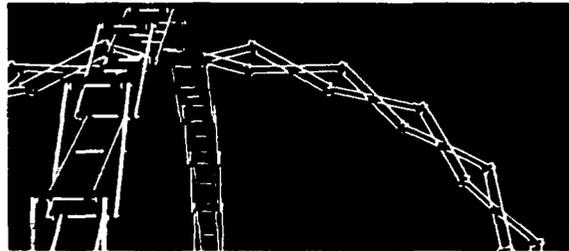


Fig. 4. Varias tijeras unidas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CUBIERTA MODULAR AODI



4.1.2 Clasificación.

Este sistema estructural ha sido utilizado y perfeccionado de acuerdo a las necesidades de los constructores, logrando tres diferentes tipos que se describirán a continuación de acuerdo a la clasificación de Félix Escrig en su artículo "A New Geometry from Cylindrical Deployable X frames".² El término de *marcos X* empleado por Escrig en este trabajo será sinónimo de *estructura de tijera*.

4.1.2.1. Marcos X cilíndricos desplegados.

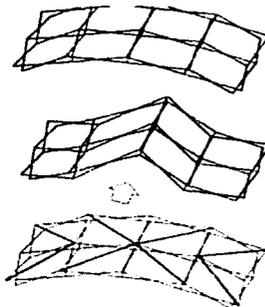
Son las mallas de tijera más comunes pero tienen problemas de inestabilidad angular, por lo que están restringidas a pequeñas construcciones, muebles o mamparas. Para estructuras de mayor tamaño tienen poca aplicación, debido a las grandes deformaciones que sufre la estructura, a la dificultad para darle rigidez y por las grandes dimensiones que se requieren para las paredes que cierran la estructura. Las mallas cilíndricas son producidas por grupos de tijeras con la misma longitud de brazos, de los cuales algunos tienen uniones excéntricas.²



Planta curva de la tijera



Planta recta de la tijera



Combinaciones

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

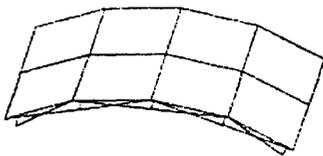


Para dar una mayor estabilidad a las estructuras con este sistema se sugiere:

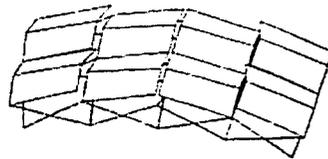
- Localizar refuerzos diagonales para el despliegue. El manto que se coloque sobre la estructura también ayudará a poner un límite al estiramiento de las diagonales. Sin embargo, dichos refuerzos no operan durante el despliegue.
- Reforzar con una cubierta rígida plegable que opere en todo momento. Pero no siempre se pueden usar estas cubiertas porque el peso aumentaría considerablemente y limitaría la movilidad.
- Utilizar retículas tridimensionales.

Estas estructuras pequeñas permiten un despliegue controlado por la restricción angular en los nodos, pero no funciona para grandes dimensiones. Un problema que en este tipo de estructura se presenta durante el despliegue cuando las barras de los brazos se curvean, por lo que resulta inconveniente para barras muy delgadas.

Un modo de disminuir o desaparecer la tensión es usando tijeras con gran amplitud. Al reducir la altura de la estructura y tomando ventaja de otras propiedades se puede lograr una sistema con mayor estabilidad. Sin embargo, algunas ventajas de las formas cilíndricas son la simplicidad tanto de los patrones de tela como de la geometría.



Uso de refuerzos diagonales(a)



con cubierta (b).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

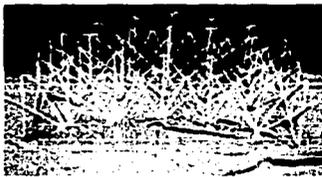
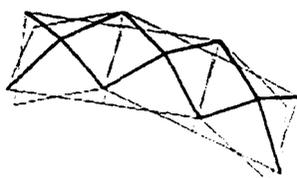




4.1.2.2. Retículas Cilíndricas con refuerzos diagonales simples.

Algunas características de este sistema:

- Uso de miembros diagonales de mayor simplicidad con relación al sistema anterior.
- Permite reforzar la estructura.
- Ayuda a conectar el manto a las uniones.
- Ahorro de material.
- Compatibilidad de movimiento durante todo el despliegue.
- Sin embargo, aún requiere de uniones complejas.²



Retícula Cilíndrica con refuerzos diagonales simples

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CUBIERTA MODULAR ADDI



4.1.2.3. Reticulas cilíndricas con extremos esféricos

Una esfera se divide en paralelos y meridianos y se sustituye cada segmento con una tijera, para poder plegar la estructura (Fig. 5). La longitud de los brazos de cada nodo debe ser la misma. Las puntas de las barras se agrupan con segmentos esféricos. Este sistema estabiliza las deformaciones angulares sin necesidad de diagonales, también permite reducir las dimensiones de las paredes que encierran la estructura, así como, proporciona la altura requerida a la entrada.²

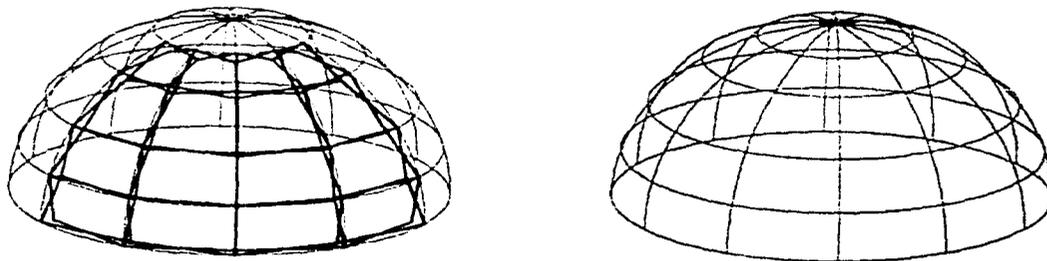


Fig. 5. Esfera dividida en paralelos y meridianos (a), aplicación de la estructura (b).

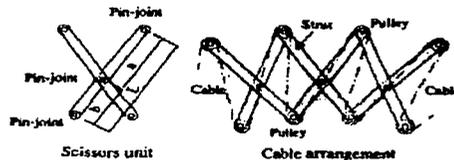
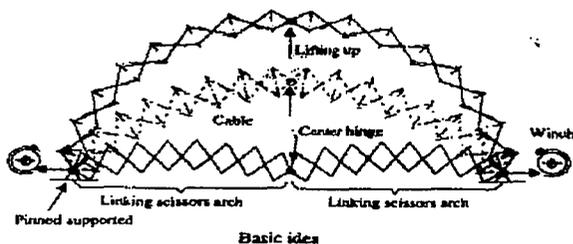
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





4.1.3 Accesorios para el montaje de una estructura con mecanismo de tijeras.

El cable en zigzag con sistema de poleas que propone Kokawa³ es para dar mayor estabilidad a una estructura basada en un arco de tijeras. Kokawa propone que el cable en zigzag pase a través de poleas instaladas en los puntos de conexión entre las unidades de tijera para lograr levantar la estructura. Además, este sistema permite cambiar la geometría guardando la estabilidad. Durante el estiramiento del cable por medio de una manivela, el cable se extenderá y forzará a la estructura a levantarse y, por el contrario, se acortará el cable y la estructura bajará por su propio peso durante el enrollamiento. El peso de la estructura está en equilibrio durante toda la operación.



Funcionamiento del Cable en zigzag.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





5. ANALISIS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE TIJERA

5.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA

A continuación se plantean algunas de las ventajas y las desventajas que tiene el sistema estructural de tijera que fueron tomadas en cuenta para aplicarse en el diseño de la estructura:

5.1.1 Ventajas

- El izado y replegado de la estructura es muy rápido.
- No se necesita de herramientas o equipo pesado externo a la estructura para ser izada.
- El peralte originado por el sistema estructural ayuda a librar el claro sin necesidad de apoyos intermedios, generando espacios de gran amplitud.
- Ayuda a generar cubiertas ligeras muy versátiles y contemporáneas.
- Este sistema se puede adaptar fácilmente a la geometría de estructuras generadas con superficies clásticas y anticlásticas.

5.1.2 Desventajas

- A comparación de otros sistemas estructurales se necesita un mayor volumen de material para su construcción.
- El peralte es mayor debido al mecanismo de tijera y para que se pueda librar el claro sin apoyo intermedio.





5.1.3 Conclusiones

A través de la historia se ha optado por utilizar el sistema estructural de tijera para cubrir o generar espacios de uso temporal, debido a la versatilidad que tiene para su montaje y transporte. Estas características satisfacen en su totalidad las condiciones de diseño y el concepto estructural, funcional y estético que fueron alcanzados en este proyecto.

Además de estas características generales existen las siguientes que se adaptan convenientemente a la "CUBIERTA MODULAR AUDI".

- La característica retráctil de esta estructura es conveniente para la obtención de paquetes más compactos que permitan transportar un mayor número de componentes de la estructura en cada uno de los camiones o transportes que se utilicen.
- Es conveniente la utilización de este sistema para obtener el diseño de una velaria cuyo espacio interior sea versátil y permita ser utilizado óptimamente para alojar el mobiliario necesario para ser utilizada como lugar de exhibición de tipo temporal, además de que contará con un espacio sin apoyos intermedios.
- La estructura permite ser cubierta con un manto que además de proteger el espacio interior de las inclemencias del exterior reforzará la estructura para que existe menos probabilidad de fallas por viento.

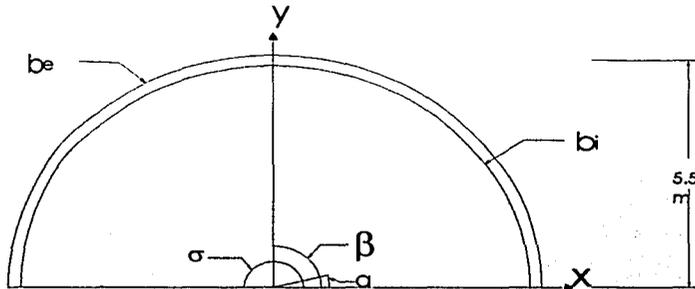




6. DISEÑO ESTRUCTURAL

6.1 ESTRUCTURA PORTANTE (BARRAS)

Como el módulo se encuentra resuelto mediante el uso de arcos generados por una circunferencia (que en este caso es la estructura portante) se obtienen los siguientes datos que servirán de base para su análisis:



Sección de la
circunferencia

Donde:

b = longitud de los arcos

$$b = \frac{\pi}{180} (r \sigma)$$

be = Longitud del arco exterior:

$$be = \frac{\pi}{180} (5.50 \times 180) = \mathbf{17.28 \text{ m}}$$





Longitud del arco interior:

$$b_i = \frac{\pi}{180} (5.00 \times 180) = 15.71 \text{ m}$$

α = ángulo que se deriva del seccionamiento en 5.5 partes del ángulo β :

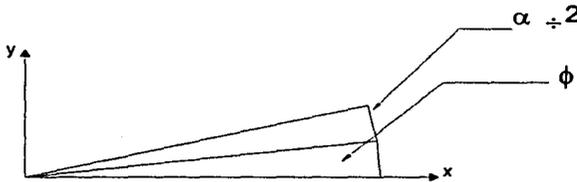
Dividiendo el ángulo β en 6 partes iguales se obtiene que:

$$\beta = 90^\circ \div 5.5 = 16.36^\circ \therefore$$

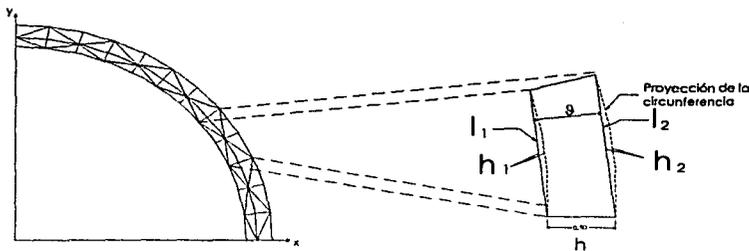
$$\alpha = 16.36^\circ$$

El valor de α se divide entre 2 para obtener el ángulo en la base y en el centro del arco, obteniendo así el ángulo ϕ :

$$\alpha \div 2 = \phi \quad 16.36^\circ \div 2 = 8.18^\circ$$



Analizando una parte de la tijera se obtiene lo siguiente:





Sección de la barra de eje a eje:

$$l = 2r \left(\text{sen} \frac{a}{2} \right)$$

Cálculo de la barra 1

$$l^1 = 2 \times 5.0 \text{ m} \left(\text{sen} \frac{16.36}{2} \right) = 1.4228 \text{ m}$$

Calculando para la barra 2l

$$l^2 = 2 \times 5.5 \text{ m} \left(\text{sen} \frac{16.36}{2} \right) = 1.5655 \text{ m}$$

Para poder obtener la dimensión real de la barra es necesario triangular por lo que se debe de restar la distancia que queda entre la proyección de arco y la línea que une a ambos puntos (a y b), por lo que se debe de seguir el siguiente planteamiento:

$$h = \left(\frac{l}{2} \right) \tan \left(\frac{a}{4} \right)$$

Sustituyendo los valores para h₁:

$$h^1 = \left(\frac{1.4228}{2} \right) \tan \left(\frac{16.36}{4} \right) = 0.05087 \text{ m}$$

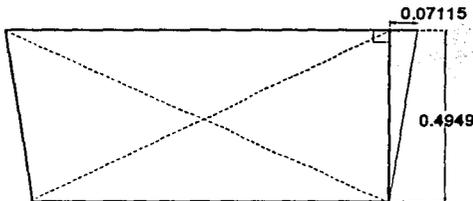
Sustituyendo los valores para h₂:

$$h^2 = \left(\frac{1.5651}{2} \right) \tan \left(\frac{16.36}{4} \right) = 0.05596 \text{ m}$$

Teniendo estos valores es necesario obtener λ:

$$h_2 - h_1 = 0.05596 - 0.05087 = 0.00509$$

$$\lambda = 0.50 - 0.00509 = 0.4949 \text{ m}$$



Para obtener el tamaño real de la barra A se realiza lo siguiente:

$$(l_2 - l_1) \div 2 = A$$

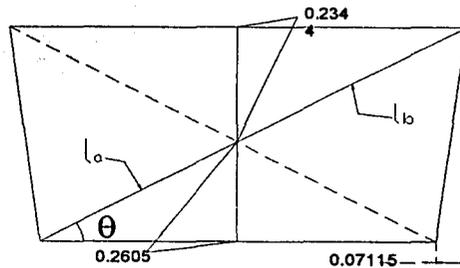
$$\left(\frac{1.565}{1} - \frac{1.422}{8} \right) \div 2 = 0.07115$$

La longitud de la barra se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\sqrt{\left(l_2 - \left(\frac{l_2 - l_1}{2} \right) \right)^2 + e^2}$$

Sustituyendo los valores queda:

$$\sqrt{\left(1.5651 - \left(\frac{1.5651 - 1.4228}{2} \right) \right)^2 + 0.4949^2} = 1.574 \text{ m}$$



El ángulo que se forma entre la horizontal y la barra

$$\text{ang } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{\lambda}{l_1 + A} \right)$$

Sustituyendo los valores en la fórmula queda:

$$\text{ang } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{0.4949}{1.422 + 0.07115} \right) = 20.1099^\circ$$





Ubicación de la intersección de ambas barras:

$$(l_1 \div 2) \tan \theta$$

Sustituyendo los valores en la fórmula queda:

$$(1.4228 \div 2) \tan (20.1099) = \mathbf{0.2605 \text{ m}}$$

Para obtener la distancia de la intersección a la zona alta de la tijera se realiza lo siguiente:

$$0.4949 - 0.2605 = 0.2344 \text{ m}$$

Habiendo obtenido todos los datos anteriores el siguiente paso es calcular las dimensiones reales de las barras.

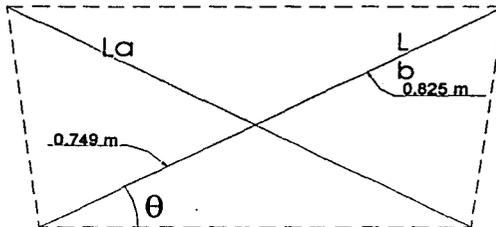
$$\sqrt{\left(\frac{l_1}{2}\right)^2 + 0.2344^2}$$

Calculando l_a al sustituir la fórmula queda lo siguiente:

$$\sqrt{\left(\frac{1.4228}{2}\right)^2 + 0.2344^2} = \mathbf{0.749 \text{ m}}$$

Calculando l_b :

$$1.574 - 0.7490 = \mathbf{0.825 \text{ m}}$$





Ángulo que se forma entre ambas barras ang $\theta \times 2$.
Sustituyendo el valor queda:

$$20.1099^\circ \times 2 = \mathbf{40.2198^\circ}$$

$$180^\circ - 40.2198^\circ = \mathbf{139.7802^\circ}$$

Para comprobar dicho valor se realiza lo siguiente:

$$139.7802^\circ \times 2 = 279.5604^\circ$$

$$360^\circ - 279.5604^\circ = 80.4396^\circ$$

$$80.4396^\circ \div 2 = \mathbf{40.2198^\circ}$$





6.1.1 Brazos

El diseño de la estructura de la cubierta modular fue estudiado para que, además de cumplir con una función, poseyera un lenguaje estéticamente contemporáneo; de esta manera se decidió utilizar un material que funcionara adecuadamente desde el punto de vista estructural, que satisficiera las necesidades del proyecto y que fuera estético, por lo que se decidió utilizar el acero.

Uno de los principales objetivos del diseño fue que la estructura no tuviera algún apoyo intermedio, lo que se logró mediante arcos de circunferencia que por su propia geometría y forma de trabajo se sustentan por sí solos.

El funcionamiento estructural de los brazos está estrechamente relacionado con el funcionamiento básico de las tijeras, siendo este el motivo por el que se les ha denominado arcos de tijera.

El módulo consta de arcos de tijera con un diseño geométrico resultado del uso de media circunferencia los cuales generan una planta cuadrada o triangular (Fig. 2). Los arcos libran un claro de 11.5 m y una altura de 4.88 m y tienen un peralte de 0.50 m, dando como altura final 5.38 m (Fig. 1).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 1. Alzado de la estructura



Fig. 2. Planta de la estructura en un modulo triangular y cuadrado

Los arcos están compuestos por barras, pernos y poleas (de acero y nylalloy), además de dos cables de acero de 8 mm de diámetro colocados en zigzag. Estos últimos ayudan a desplegar los arcos y mantenerlos izados, siendo éstos, elementos estructurales que trabajan conjuntamente con las barras que conforman los arcos. Las posibles deformaciones laterales que se pudiesen presentar en el prototipo son absorbidas por la velaria, logrando así que los esfuerzos se anulen entre sí.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Perspectiva del arco de tijera y los elementos que lo componen



Cada arco consta de 12 unidades de tijera Estas unidades están conformadas por barras uniformes, en su mayoría de 1.65 m, y tanto en las bases como en la articulación central las barras son de 89.4 cm y 81.9 cm, respectivamente. Estas barras tienen un diámetro de 6 cm y 8.9 cm (donde fue necesario) La tracción del cable se logra con un elemento manual ubicado en la propia base del modelo mediante el uso de poleas.



Perspectiva del anclaje de la estructura de tijera a la base

Se decidió construir con el nylalloy (material autolubricante) las poleas por donde pasarían los cables y todas las piezas que presentarían fricción o contacto unas con otras. (Planos E-28, E-29).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





6.2 BASE

Como la base es la encargada de transmitir los esfuerzos que produce el brazo, su diseño geométrico respondió al generado por éste.

Determinar la inclinación de las barras de soporte

$$\tan \alpha = \frac{0.07115}{0.4949}$$

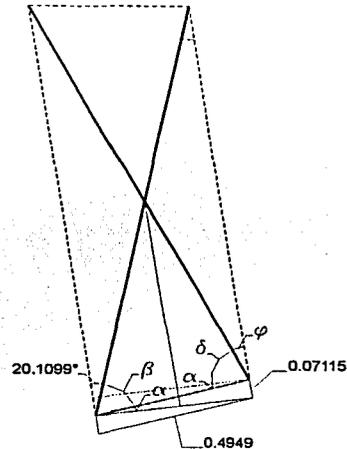
$$\alpha = \tan^{-1} \frac{0.07115}{0.4949}$$

$$\alpha = 8.1811^\circ$$

$$\text{II} \quad \beta = 90 - 20.1099^\circ - \alpha$$

$$\text{III} \quad \beta = 90 - 20.1099^\circ - 8.1811^\circ$$

$$\beta = 61.709^\circ$$



Inclinación de las barras de soporte

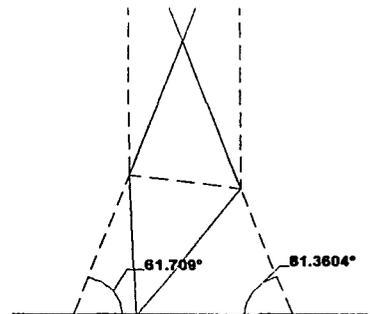
$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{.4949}{1.5652 + 0.07115} \right)$$

$$\varphi = 16.8207^\circ$$

$$\zeta \quad \delta = 90 - 16.8207^\circ + \alpha$$

$$\zeta \quad \delta = 90 - 16.8207^\circ + 8.1811^\circ$$

$$\delta = 81.3604^\circ$$



Inclinación de las barras de soporte



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



6.2.1 Base

Elemento fundamental dentro del funcionamiento del *proyecto*, es una estructura formada principalmente por placas y perfiles tubulares de acero; la base sirve principalmente como soporte de los brazos de tijera que reciben la membrana y también como anclaje absorbiendo los efectos de succión provocados por el viento.

El diseño de la base se pensó para que su habilitación fuera rápida y sencilla. Debido a los esfuerzos a los que estará sometida la base, sus dimensiones no hicieron posible que se resolviera en una sola pieza, por lo cual se tuvo que seccionar en cinco partes esenciales: placa base, cartela de unión, wincher y dos placas de transición (Fig. 1). De este modo, se facilita el traslado, el manejo y el montaje de la base.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig.1 Perspectiva de la base

La geometría de la base está determinada esencialmente por los cálculos estructurales que definieron el número, la posición y el tamaño de las piezas. Cada una de ellas cumple una función específica.



En la mayoría de las placas existen perforaciones que hacen más ligera la estructura, además de que en esos puntos específicos el material no trabaja.

Placa base: placa estructural de 115 x 100.6 mm x 1/2" que transmite las cargas al terreno generadas por los extremos de los arcos. (Fig. 2).



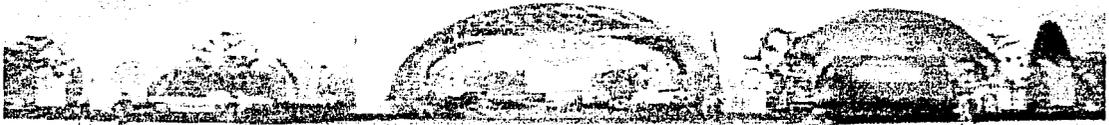
Fig. 2 Placa base anclada a solera

Placas de transición: placas estructurales de 535 x 728 mm x 1/2" que conforman la articulación necesaria para la transmisión de esfuerzos provenientes del perno. Este funciona como elemento de unión entre la base y los arcos con un esfuerzo básicamente flexionante unido a la base por los tubos vertical e inclinados de $\varnothing 4"$ x 6 mm de espesor. (Fig. 3).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 3 Placa de transición y su unión en la base



Cartela de unión: placa estructural de 852 x 400 mm x 1/2" utilizada como separador que proporciona el espacio necesario para el sistema de articulación. (Fig. 4).

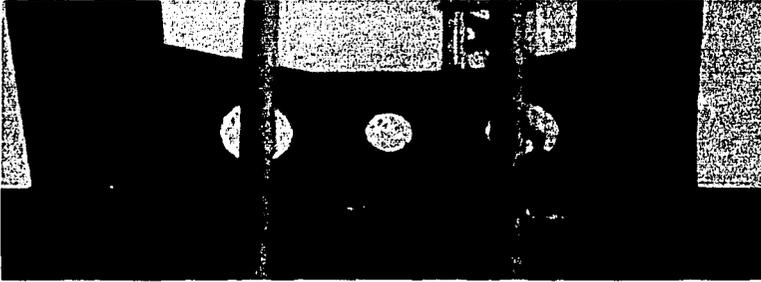


Fig. 4 Cartela de unión

Wincher: brazo manual de tubo de $\text{Ø } 2'' \times 5.54 \text{ mm}$ de espesor que tensiona los cables de los arcos por medio de poleas para accionar el sistema de tijera y así poner los arcos en su posición final. (Fig. 5).

PIEZA B-021

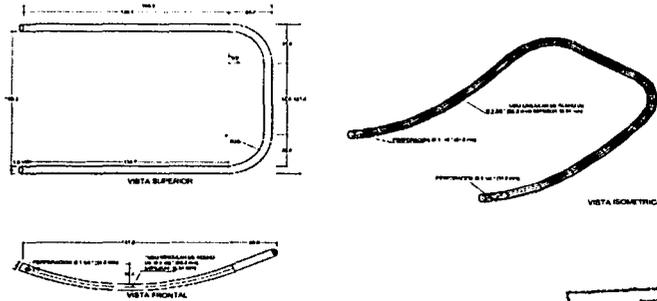


Fig. 5. Mecanismo de izado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





6.3 MANTO

El manto genera una cubierta de doble curvatura por cada segmento según el tipo de módulo, logrando así que la lona trabaje a su máxima capacidad de tracción.

Para su construcción se decidió utilizar membrana marca Ferrari precontraint 24 oz. por m². Debido a que la superficie del paraboloide hiperbólico no es desarrollable, fue necesario determinar su construcción a base de plantillas constituidas por planos. Para el diseño de las plantillas se consideró el siguiente procedimiento:

Dado que el ancho del rollo comercial de la membrana no es mayor a 1.20 m, se consideró adoptar una modulación de 1.10 m sobre la longitud de ambos arcos en ambas direcciones; esto debido a que se tenían que considerar de 20 a 40 mm extras en el perímetro de las plantillas para poder realizar el termo sellado y unir un lienzo con otro.

Es así que se procedió a seccionar las dos parábolas en longitudes de arco igual a 1.10 m a fin de obtener las coordenadas ortogonales en el plano horizontal (lamina LC-3).

Para una correcta tracción del manto se ubicaron en su perímetro relingas. Las relingas se construyeron con un sistema de corbatas tensadas con cable de acero galvanizado tipo AA cascabel de 1/2" marca CAMESA.

En el quiebre o aristas del manto, que se apoyan sobre la estructura, se decidió colocar cinta velcro de 2" y cinturones de nylon con hebilla de plástico para asegurar una fijación correcta del manto a la estructura y evitar un desprendimiento por efectos del viento.

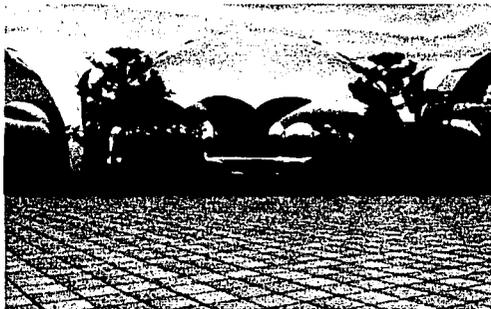


Fig. 5. Manto lateral

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7. CÁLCULO

Debido a la complejidad del sistema estructural, este estudio se basó, en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Estructuras de la UNAM, para el proyecto MODUNAM II. Los resultados arrojados en dichas pruebas se ajustaron a la "Cubierta modular Audi".

7.1. ESTRUCTURACIÓN DEL PROTOTIPO

7.1.1 Descripción de la estructura.

La estructura portante del módulo se compone de arcos de circunferencia retráctiles mediante un mecanismo de tijera.

Los arcos se integran por barras articuladas en sus extremos y ejes de giro localizados aproximadamente en la parte media de cada barra, estos puntos son ligeramente excéntricos, lo cual les permite abrir o cerrarse generando sin error alguno la geometría de la curva deseada.

7.1.2 Solicitaciones

Posición de arranque: en esta posición, los cuatro arcos de tijera se encuentran ya unidos en uno de sus extremos a sus bases correspondientes debidamente ancladas al terreno y con el manto ya unido a los brazos de tijera y fijo mediante las grapas.

Es aquí donde inicia la primera aplicación de la fuerza para el izado de los arcos, mediante un mecanismo de embobinado de un cable que viaja en zig-zag a través de las secciones de arco.

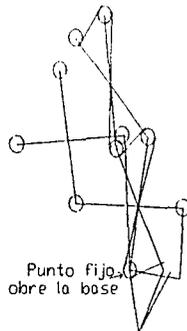


Fig. 1 Posición de los cables

- Posición intermedia y final de una parte de la estructura de arco.
- Se aprecia el recorrido de los cables de izado y los ángulos entre las barras de cada tijera para cada posición.



Esta fuerza aplicada de forma indirecta a todos los componentes de la estructura es la encargada de abrir y elevar las tijeras hasta alcanzar su geometría definitiva. La magnitud de los esfuerzos para lograr este objetivo se estima prácticamente duplicados respecto a la carga gravitacional en su fase inicial, disminuyendo paulatinamente conforme la estructura va alcanzando su altura definitiva (Fig. 2).

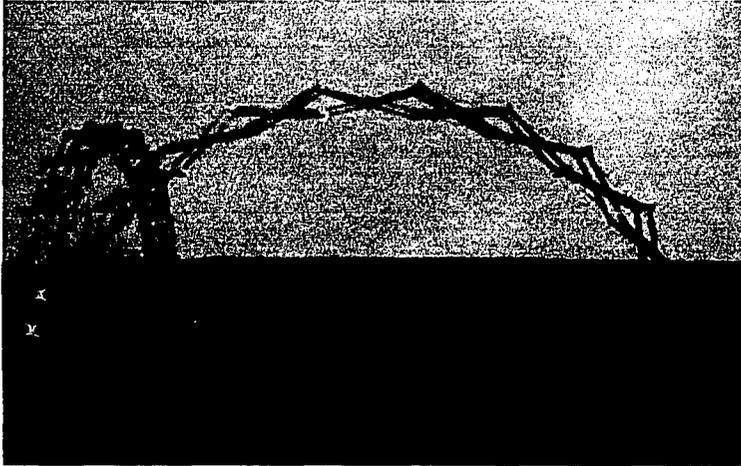


Fig. 2 Altura máxima del arco

Posición estable: una vez que los arcos han alcanzado su altura definitiva y para lograr que los mismos se estabilicen sin necesidad de mantener los cables tensados permanentemente, se coloca la barra final en un par de seguros colocados en la base, la cual redistribuye los esfuerzos, que en este caso son únicamente los gravitacionales provocados por el peso propio de la estructura y del manto, concentrándolos significativamente en las primeras barras y articulaciones de los arcos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CUBIERTA MODULAR AUDI

Posición de servicio (gravitacional + viento): dadas las características geométricas de la cubierta, se consideró únicamente la carga gravitacional y la de viento. La primera generada por el peso propio de la estructura y la cubierta en las magnitudes siguientes (por arco):

Brazos de tijera	1,019.50 kg
Bases	522.50 kg
Cables y accesorios ...	132.16 kg
Membrana	75.00 kg

Carga gravitacional total 1,749.16 kg

Solicitud accidental por viento 27,000.00 kg

7.1.3 Resultados

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados y de las secciones a utilizar en las barras. Estos elementos se pueden consultar en los planos estructurales.

Pieza	Diam. De tubo	Longitud	Espesor de placa	No. De piezas
A	890 x 7.82 mm	165 cm		9
B	60.3 x 3.07 mm	165 cm		12
C	60.3 x 3.07 mm	89.4 cm		4
D	60.3 x 3.07 mm	81.9 cm		4
E			Placa 1/8"	8
E'	89 x 7.62 mm	29.9 cm		2
F			Placa 1/8"	30
F'	73 x 5.16 mm	29.9 cm		9
G			Placa 1/8"	22
G'	60 x 3.91 mm	29.9 cm		5
H	89 x 7.62 mm	8.9 cm		2
I	73 x 5.16 mm	8.9 cm		2
J	60 x 3.91 mm	8.9 cm		2
K	73 x 5.16 mm	9.4 cm		2
L	60 x 3.91 mm	9.4 cm		2
M	60 x 3.91 mm	4.4 cm		2
N	73 x 5.16 mm	2.9 cm		2

CUBIERTA MODULAR AUDI

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



8. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

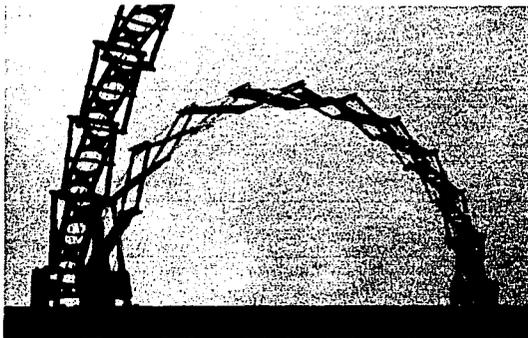
8.1 ESTRUCTURA PORTANTE

8.1.1 Fabricación

La estructura está formada por barras, pernos y poleas, además de un cable de acero galvanizado colocado en *zig zag* que se utiliza como mecanismo de izado. Este cable es un elemento estructural que trabaja conjuntamente con los demás elementos que conforman la estructura.

Cada brazo está apoyado en una base que sirve como punto de unión entre el terreno y la estructura. La estructura se concibió para fabricarse con un material que tenga una resistencia mayor o igual a la del acero tipo A- 36.

La geometría generadora definida en los planos del proyecto ejecutivo contiene el despiece para la construcción de los distintos elementos que regirán la forma de los brazos, fragmentados en cinco pares de tijeras dobles con juntas articuladas; además de las que conforman las bases. Previo a la definición del procedimiento constructivo se estudió la sistematización de éste, sin salirse del rigor geométrico inicial. Este estudio analítico y geométrico se hizo con el fin de lograr la geometría deseada al ensamblarse todas las piezas y desplegarse el sistema. Dicho estudio generó un modelo que organiza automáticamente la actividad del procedimiento constructivo, ordenando el proceso de producción de los elementos; así mismo favoreció una de las metas, que busca obtener una estructura con posibilidades de ser producida en serie, además organiza el costo y el calendario de fabricación.



Perspectiva del arco

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





8.1.2 Elaboración

Para la realización del modelo se eligió como material principal al acero A- 36 junto con piezas de nyalloy. Este último material se eligió con el fin de evitar la fricción entre las piezas de acero, además de hacer menos pesada la estructura. Para facilitar la explicación, se presenta a continuación la manera en que se trabajarán las piezas dependiendo del material con que serán hechas. Dado que el acero es un material de uso común, no se requiere de un tipo de herramienta en particular. De esta forma se utilizarán: sierra, segueta, guillotina, taladro de pie, machuelo y roladora de tubo.

Los elementos tubulares que conforman las tijeras se elaborarán con perfiles de 60.3 mm y 89 mm de diámetro y de cédula 30 y 80, respectivamente. Su fragmentado se hará con cortadora de sierra sinfín, automática de dientes de acero (Fig. 1) de procedencia nacional y se barrenarán con broca en un taladro de pie (Fig. 2).

- En el caso de las barras intermedias del sistema de tijera se cortará la parte tubular con la cortadora de sierra sinfín automática; las placas para hacer las tapas se cortarán con plasma con el equipo Termal- Arc, Park R SXR, Plasma Cotting System de procedencia americana; se les hará el barreno con el taladro de pie y se pegarán al cilindro con soldadura en cordón y se esmerilara la unión.
- Las poleas metálicas se harán de forma similar a las barras intermedias; cortando primero el perfil tubular, luego la placa barrenándola y soldándolas; sólo que la soldadura en este caso se hará en algunos puntos.
- Los pernos se cortarán con segueta y se les hará la cuerda con una tuerca que trae tres dientes y que al irse introduciendo generarán la cuerda.
- Las camisas de poleas se harán con placa de 1/4", la cual se cortará con guillotina. Una vez cortada se doblará recargándola en un banco que tenía la curvatura requerida y pegándole con un martillo, previo calentamiento de la placa. Las otras piezas de las camisas se cortarán de igual manera, se barrenarán en un taladro de pie a las que así lo requieran, y se soldarán todas las piezas con soldadura en cordón.
- Las placas de 1/8" que sirven como contraventeos al sistema de tijera, se cortaran de la misma forma que las placas de las camisas, es decir, con guillotina primero y luego se les harán las perforaciones con plasma.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



- Los componentes que forman la base se realizaran de manera similar a los previamente señalados; serán cortados con guillotina primero, perforados con plasma y soldados en los casos necesarios.



Fig 1. Cortadora de sierra sin fin



Fig 2. Taladro de pie

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



- El tubo para palanquear el sistema se curvará con la ayuda de una máquina curvadora universal modelo 3005 PH, serie 1, de procedencia española (Fig. 5); ésta permite ir definiendo la geometría en forma gradual, ajustando el grado de curvatura al acercarse el rodillo superior de los tres que tiene.
- Las piezas de nylalloy se trabajan igual que el acero, es decir, con sierra, segueta, taladro de banco y torno; por lo que no requiere una herramienta especial. En general todas las piezas hechas de este material serán cortadas con segueta y barrenadas con taladro de banco.
- En el caso de los tornillos, la rosca se les dará con la tuerca que trae tres dientes y que al irse metiendo hace la rosca; la perforación para los pernos se hará con un taladro de pie; para las tuercas la rosca se hará con un machuelo, el cual es un tornillo de acero duro que al meterse a presión se genera la rosca interna.
- Para el caso de las poleas, el corte se hará igual: con segueta; se les dará forma en un torno y se les barrenará con broca en un taladro de pie.
- Finalmente los cilindros que se usan en las poleas metálicas se cortarán igual con segueta y se barrenarán en taladro de pie.



Fig 3. Cortadora



Fig 4. Equipo para soldar



Fig 5. Roladora de tubo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





8.2 MANTO

Para la elaboración del manto será necesaria la obtención de las plantillas que lo conformarán.

Para la realización de estas plantillas, primero es necesario hacer un modelo del manto en tres dimensiones con apoyo de un programa de cad. Después, este modelo debe ser pasado a un plano bidimensional, obteniendo así la forma real de las plantillas (Plano LC-3).

Los planos de las plantillas que resulten (Plano PL-1, PL2) serán impresos escala 1:1 y entregados al constructor, quien ya con las plantillas en forma y dimensión real podrá realizar el trazo de éstas sobre la lona. En el mercado existen muchos modelos de lonas, nacionales e importadas, para este proyecto se utiliza una membrana importada marca Ferrari en color blanco o metálico. (Fig. 1).



Fig. 1 Perspectiva del costado de la lona

El trazo de las plantillas sobre la lona forma los lienzos que posteriormente son cortados (Fig. 2 y 3). Desde su trazo estos lienzos deben considerar una pestaña de 30 mm para poder unir todas las piezas del manto mediante el proceso de termo sellado o aplicación de calor.





Para realizar este proceso primero se deben realizar pruebas de aplicación de calor a distintos niveles de temperatura para encontrar el calor adecuado según el espesor de la lona.



Fig. 2 Trazo de las plantillas sobre la lona.



Fig. 3 Máquina para el termo sellado a distintas temperaturas.

Para el proceso de termo sellado es necesario hacer coincidir la superficie lisa de una pestaña con la superficie rugosa de otra (Fig.4), posteriormente se aplica calor con una pistola de aire al mismo tiempo que se aplica un poco de presión con un rodillo (Fig.5 y 6), hasta lograr que se funda una lona con otra.

No deben quedar arrugas o burbujas de aire para evitar filtraciones de agua.



Fig. 4 Unión de dos pestañas para el termo sellado.



Fig. 5 Pistola y rodillo para el termo sellado manual.



CUBIERTA MODULAR AADI
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

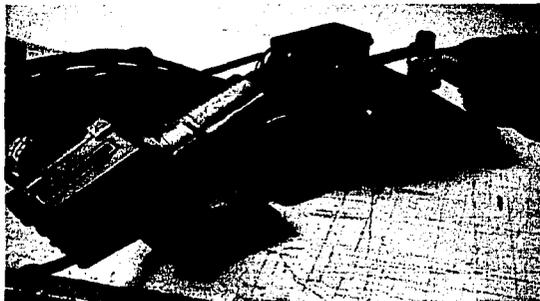
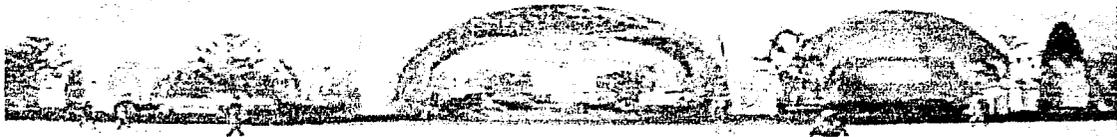


Fig. 6 Maquina para el termo sellado automático.

En el contorno de las relingas del lienzo de desplante y en el de las puertas van termo selladas una serie de grapas (Fig. 7) a través de las cuales pasarán los cables que traccionan al manto (Fig.8). Estas grapas son piezas de la misma lona en forma de moño reforzadas al centro por unas piezas de tela llamadas umbrellas (Fig.9).



Fig. 7 Relinga con las grapas.

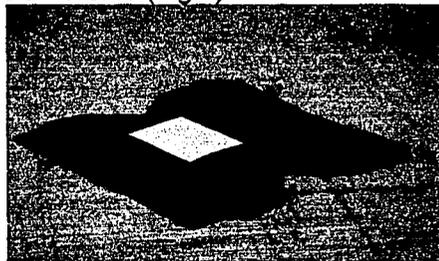


Fig. 8 Grapas con refuerzo (umbrella).

Finalmente, para poder fijar el manto a la estructura de tijera se diseñaron unas piezas de la misma lona (Fig. 9) a las que se les unen tres cintas de poliéster con un broche metálico modelo "Double Bar Bucle whith Tab" No.3739 (Fig.10). Estas piezas que abrazan a las camisas de polea van termo selladas a los lienzos de las costillas (Fig. 11).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CUBIERTA MODULAR AJDI



Fig. 9 Piezas de lona con tres cintas para fijar el manto a la estructura



Fig. 10 Cinta con broche metálico.

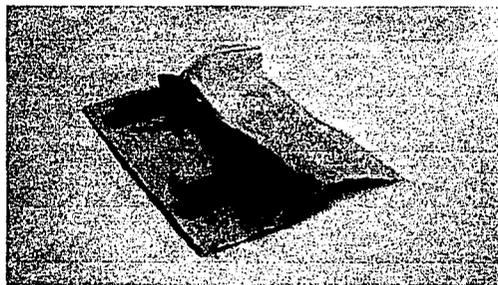


Fig. 11 Pieza abrazando la camisa de polea

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



9. COSTOS

9.1 ESTRUCTURA

La empresa "Estructuras Metálicas Aries, S. de R. L. de C. V.:" realizo un presupuesto para la fabricación de las piezas de un brazo de tijera. A continuación se muestra la lista de precios según nomenclatura.

<u>Piezas de acero:</u>	Precio unitario	Total
9 barras marca A	\$252.00	\$2268.00
12 barras marca B	\$ 72.00	\$ 864.00
4 barras marca C	\$ 40.00	\$ 160.00
4 barras marca D	\$ 36.00	\$ 144.00
8 placas marca E	\$ 3.00	\$ 24.00
2 barras marca E'	\$ 45.00	\$ 90.00
30 placas marca F	\$ 2.00	\$ 60.00
9 barras marca F'	\$ 26.00	\$ 234.00
22 placas marca G	\$ 2.00	\$ 44.00
5 barras marca G'	\$ 10.00	\$ 50.00
2 barras marca H	\$ 14.00	\$ 28.00
2 barras marca I	\$ 10.00	\$ 20.00
2 barras marca J	\$ 10.00	\$ 20.00
2 barras marca K	\$ 10.00	\$ 20.00
2 barras marca L	\$ 10.00	\$ 20.00
2 barras marca M	\$ 10.00	\$ 20.00
2 barras marca N	\$ 10.00	\$ 20.00
17 barras marca O	\$ 16.00	\$ 272.00
2 barras marca P	\$ 18.00	\$ 36.00
9 placas marca Q	\$ 80.00	\$ 720.00
4 placas marca R	\$ 15.00	\$ 60.00
7 placas marca S	\$ 65.00	\$ 455.00
16 placas marca T	\$ 20.00	\$ 320.00
2 placas marca U	\$ 20.00	\$ 40.00
44 placas marca V	\$ 15.00	\$ 660.00
Armado de 30 pzas. (E-E', F-F', G-G', H-E, I-F, J-G, K-F, L-G, M-G, N-F)	\$ 8.00	\$ 240.00



Armado de 1 pieza (Q-C)	\$ 25.00	\$ 25.00
Armado de 4 piezas (Q-B)	\$ 50.00	\$ 200.00
Armado de 1 pieza (R-A)	\$ 60.00	\$ 60.00
Armado de 22 piezas (V-W)	\$ 30.00	\$ 660.00
Suma		\$7834.00
15% de I.V.A.		\$1175.10
TOTAL		\$9009.10

Piezas de nylalloy:	Precio unitario	Total
52 piezas marca A	\$ 57.00	\$ 2974.00
27 piezas marca B	\$ 57.00	\$ 1539.00
54 piezas marca C	\$ 26.00	\$ 1404.00
104 piezas marca D	\$ 32.00	\$ 3328.00
10 piezas marca E	\$ 73.00	\$ 730.00
14 piezas marca F	\$ 20.00	\$ 280.00
20 piezas marca G	\$ 9.00	\$ 180.00
8 piezas marca H	\$ 26.00	\$ 208.00
Suma		\$10633.00
15% I.V.A.		\$ 1594.95
TOTAL		\$12227.95

RESUMEN

Importe total de piezas de acero	\$ 9009.10
Importe total de piezas nylalloy	\$12227.95

TOTAL \$21237.05

(Veintiún mil doscientos treinta y siete pesos 05/100 M. N.)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUBIERTA MODULAR AJDI



9.2 MANTO

La empresa "Toldos y cubiertas a tensión, S.A. de C.V." realizo un presupuesto para la fabricación de los mantos.

A continuación se muestra la lista de precios según plantillas (incluido cable para las relingas):

Módulo triangular	Precio m ²	Total
113.52 m ²	\$ 350.00	\$ 39732.00
	15 % I.V.A.	\$ 5959.80
	TOTAL	\$ 45691.80
Módulo cuadrado		
128.20 m ²	\$ 350.00	\$ 44870.00
	15 % I.V.A.	\$ 6730.50
	TOTAL	\$ 51600.50
Módulo puerta		
24.28 m ²	\$ 350.00	\$ 8498.00
	15 % I.V.A.	\$ 1274.70
	TOTAL	\$ 9772.70

El tipo de membrana a utilizar es Ferrari precontraint 24 oz. por m2, la cual será termo sellada y garantizada por 5 años en la Ciudad de México y por 10 años en el interior del país

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

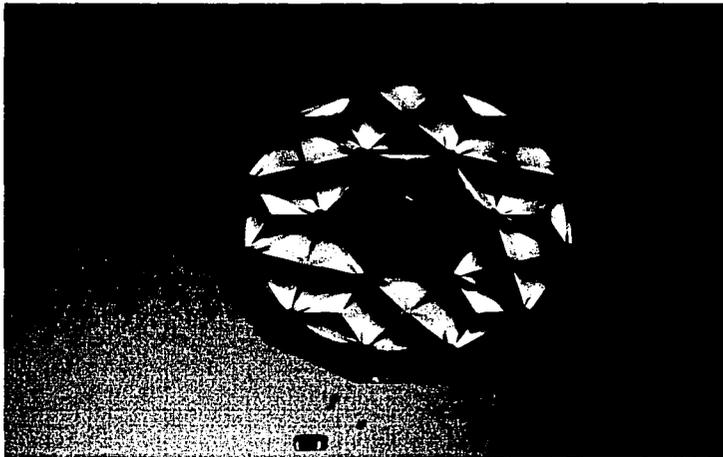




10. MONTAJE Y DESMONTAJE

10.1 MONTAJE (por módulo).

- | | |
|---|---------|
| 1.- Acordonamiento de seguridad de la zona de montaje. | 30 min. |
| 2.- Trazo y ubicación de anclas y bases de la estructura de acero. | 2 hr. |
| 3.- Colocación de anclas y tapetes plásticos. | 1 hr. |
| 4.- Colocación de bases de acero y rejillas sobre los puntos de trazo. | 2 hr. |
| 5.- Colocación de arcos de tijera sobre las bases de acero extendidos en el suelo. | 1 hr. |
| 6.- Desempaquetado y desdoblamiento del manto sobre el piso. | 1 hr. |
| 7.- Colocación de lona sobre los brazos de tijera sobre los velcros y asegurados por los cinturones. | 3 hr. |
| 8.- Colocación de cable en relingas de puertas y en interior del manto | 3 hr. |
| 9.- Izado de la estructura por medio de tensión de cable metálico de la estructura de los arcos de tijera por medio del mecanismo de las bases. | 2 hr. |
| 10.- Tensión de cables de acero de las relingas a cada uno de los apoyos con Tyffor a una tensión de 80 kg. | 3 hr. |
| 14.- Verificación de ensambles. | 1 hr. |



Planta de conjunto

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



10.2 DESMONTAJE (por módulo).

- | | |
|--|---------|
| 1.- Acordonamiento de seguridad de la zona de desmontaje. | 30 min. |
| 2.- Destensado de los cables de acero de las relingas del manto. | 2 hr. |
| 3.- Desmontar los cables de acero de las relingas del manto. | 2 hr. |
| 4.- Destensado de cables de acero de los arcos de tijera | 2 hr |
| 5.- Desmontaje del manto de la estructura | 2 hr |
| 6.- Doblado y empaque del manto. | 1 hr |
| 7.- Separación de arcos de tijera de las bases y cerrado de tijeras para su transportación | 2hr |
| 8.- Desarmar las bases y hacer el empaque de las piezas. | 2 hr. |
| 9.- Remover las rejillas de los módulos de anclaje | 2 hr. |
| 10.- Separación de módulos de anclaje | 1 hr. |
| 11.- Recolección y conteo de las piezas de la estructura de acero. | 1 hr. |
| 16.- Transportación de las piezas de la estructura de acero y manto en camión de tres toneladas mínimo | |

NOTAS:

- 1.- Se necesitará una cuadrilla de 8 hombres por módulo cuadrado y 6 por módulo triangular.





11. MANTENIMIENTO

11.1. ESTRUCTURA METÁLICA

1. Protección a la intemperie. (Pintura de taller). Como no se especifico con el fabricante que tipo de pintura llevará la estructura, se entenderá que está protegido al acero solamente por corto lapso de exposición en condiciones atmosféricas ordinarias y se considera como un recubrimiento temporal y provisional, aunque solo constituya la capa primaria del sistema de protección.

Antes de pintar, el fabricante limpiará a mano la superficie de la estructura para remover el oxido suelto, la escama de laminación suelta, tierra y otras materias extrañas, mediante el uso de cepillos de alambre o por otro método elegido.

El fabricante puede elegir el método de aplicación de la pintura, ya sea con brocha, con pistola, rodillo, por inmersión u otro, el espesor mínimo de la película será de 25 micras.

2. Protección contra incendio. Según el Reglamento de construcciones para el DF (Art. 117), la "CUBIERTA MODULAR AUDI" es considerado como una edificación de riesgo menor, por lo tanto, la estructura metálica no requiere protección contra incendio.

3. Limpieza. La estructura se limpiará de aceite o grasa con solventes. La tierra y otras materias extrañas se limpiaran con un cepillo de fibra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





11.2. MANTO

1. Limpieza. En caso de que el manto de la estructura necesitara limpieza, se aconseja lavar la membrana únicamente con agua y telas suaves, con movimientos ligeros y sin tallar bruscamente.

En ningún caso se utilizará cepillo, jabón o detergentes para su limpieza, ya que afectan directamente a las capas protectoras de la membrana, lo que provocaría deterioro en su apariencia y posteriormente en sus propiedades mecánicas.

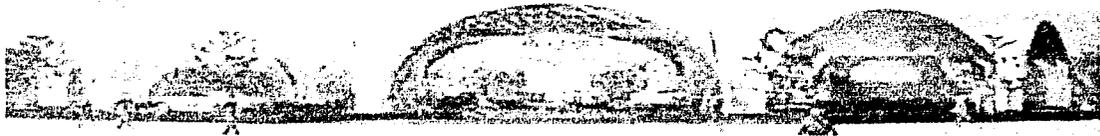
Es importante durante el proceso de doblado esparcir talco uniformemente sobre el manto en cada doblez que se realice esto con la finalidad de evitar que se peque, así como cuidar de no pisarlo con los zapatos siendo de preferencia mejor quietárselos o la utilización de zapatos de suela de goma.

2. El almacenamiento del manto se hará en una lona de menor calidad que la del manto que será ligera y resistente, antes de colocar el manto dentro de la envoltura se debe cubrir éste con talco, para evitar la acumulación de humedad.

- Las condiciones del lugar en donde se almacenará el manto son las siguientes:
- Debe ser un lugar en el que este protegido de la intemperie (sol, lluvia, polvo)
- Debe evitarse al máximo la humedad, para evitar la formación de hongos.
- Procurar que ningún elemento metálico entre en contacto con la envoltura, para evitar la formación de oxido o que en algún momento rasgue la envoltura o el manto.

TEJAS CON
MALLA DE ORIGEN





12. NORMAS DE SEGURIDAD SEGÚN EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL DISTRITO FEDERAL.

Art. 98. Las puertas de acceso, intercomunicación y salida deberán tener una altura de 2.10 m cuando menos y una anchura que cumpla con la medida de 0.60 m por cada 100 usuarios.

Art. 117. De riesgo menor son las edificaciones de hasta 25.00 m de altura y hasta 250 ocupantes y hasta 3000 m².

Art. 121. Deberá de contarse con un extintor adecuado al tipo de incendio que pudiera presentarse de acuerdo al uso que se le dará a la construcción. Este extintor se colocará uno cada 30.00 m como máximo; y se deberán de poner en lugares de fácil acceso y se identificarán mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

Art. 133. En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios se emplearán únicamente materiales a prueba de fuego, y se deberán instalar letreros prohibiendo la acumulación de elementos combustibles.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





13. CONCLUSIÓN

La "CUBIERTA MODULAR AUDI" es un módulo de exposición a través de una estructura ligera diseñada para resistir fuerzas del viento de 120 km/hr. Para su desarrollo se utilizan 3 o más estructuras con este mecanismo, las cuales forman arcos que se sustentan por sí mismos. La investigación y análisis de este sistema estructural fueron llevados a cabo mediante la construcción de modelos a escala en los cuales se ha estudiado su funcionamiento; a la vez que se realizaron los detalles constructivos en la medida de los avances obtenidos en el proceso. Estos se fueron perfeccionando hasta lograr la solución adecuada.

Las principales características de este prototipo son:

- Estructura ligera, auto soportante y modular.
- Cubrir una superficie sin utilizar elementos intermedios de apoyo.
- Mecanismo retráctil en el menor tiempo posible.
- Fácil montaje y desmontaje con un mínimo de elementos.
- Armado entre un número reducido de personas, sin el apoyo de ningún elemento ajeno a la propia estructura.
- Resistencia a los efectos del viento.
- Mayor resistencia a las fuerzas a tracción y menor resistencia a las fuerzas a compresión.
- Fácil guardado en unidades compactas.
- Economía en los materiales.
- Lenguaje estético contemporáneo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA





14. BIBLIOGRAFÍA

1. ESCRIG, F.; PÉREZ, J.; SANCHEZ, J.

-CUBIERTAS DE RAPIDO MONTAJE PARA PISCINAS AL AIRE LIBRE-
R. E. Revista de Edificación Universal de Navarra No. 23 Octubre 1996 pp. 5-17

2. ESCRIG, F.; PÉREZ, J.

-ESTRUCTURAS ESPACIALES DESPLEGABLES CURVAS-
Informe de la construcción, No. 383. Madrid. 1987

GANTES, C. Y OTROS

-STRUCTURAL ANALYSIS AND DESIGN OF DEPLOYABLE STRUCTURES-
Computer & Structures Vol. 32 No. 4, 1989 pp 661-669

**LABORATORIO DE ESTRUCTURAS, UNIDAD DE POSGRADO,
ARQUITECTURA, UNAM**

-CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS DE RÁPIDO TRANSPORTE Y MONTAJE-
Manual técnico del proyecto PAPIIT IN 402400, México. 2001

CONSULTA ELECTRÓNICA

www.audi.com.mx

-AUDI-

México. 2000-2003

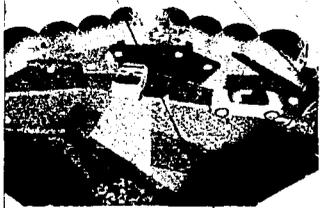
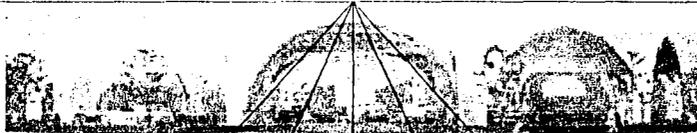
www.a.com.mx

-REVISTA "a diseño"-

México. Septiembre 2001

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



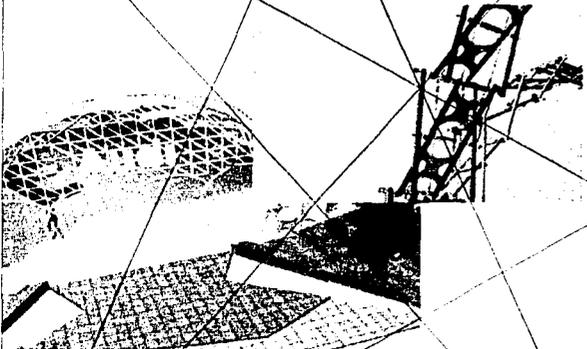


15. LÁMINAS ANEXAS INVESTIGACIÓN



15.1 UBICACION
15.2 EJEMPLOS ANALOGOS
15.3 USUARIO
15.4 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO
15.5 COSTOS

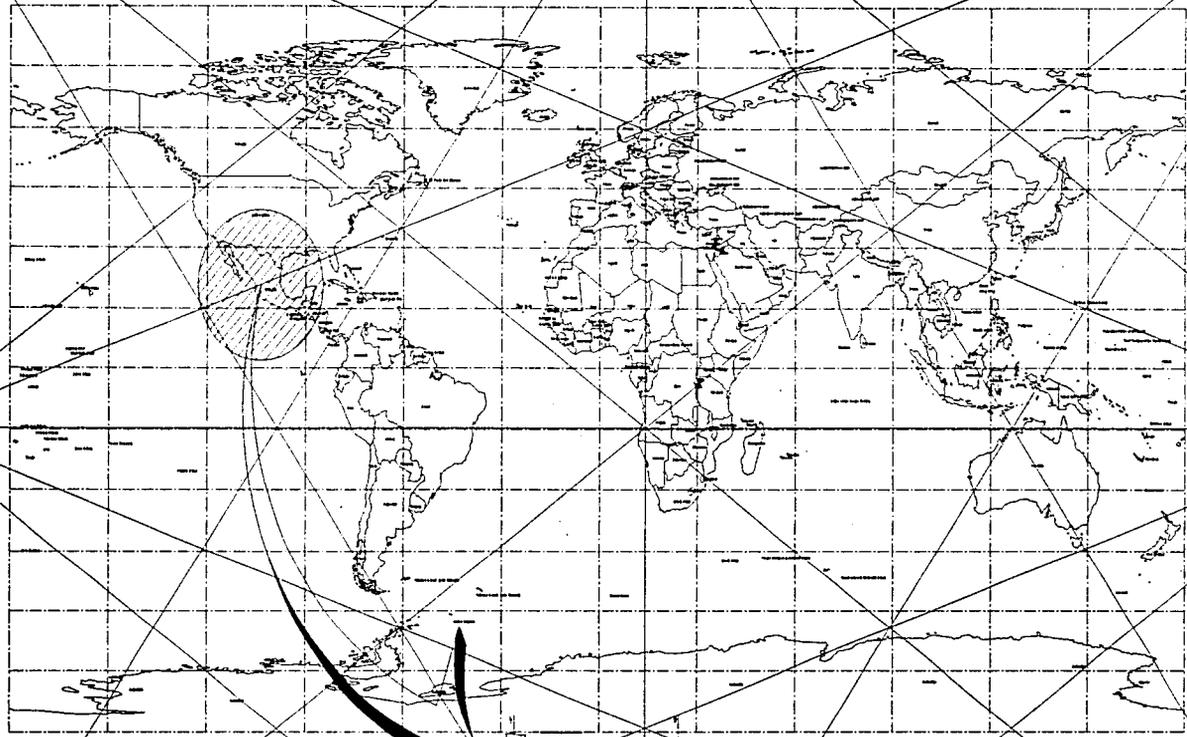
(LG-1)
(AN-1)
(US-1)
(PG-1)
(CT-1)



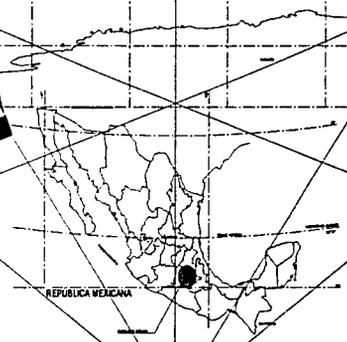
CUBIERTA MODULAR ADIDA
PARA EXTERIOR EN EXTERIOR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

52



LOCALIZACION GEOGRAFICA
EN EL GLOBO
EN ESCALA



REPUBLICA MEXICANA

Logo of the National Center for Scientific Investigation (CONICyT) at the top, featuring a stylized figure and the acronym CONICyT.

CUBIERTA MODULAR AUDI
Investigación

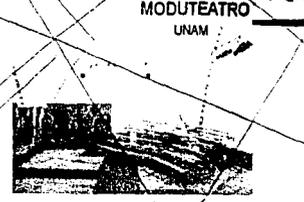
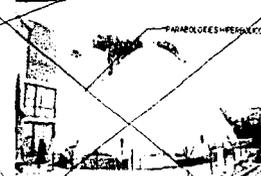
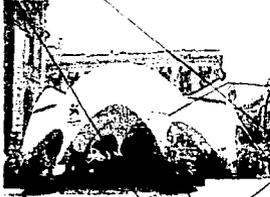
Logo of the Center for Applied Research in Mexico (CIRA) in the middle, featuring a stylized 'C' and 'I'.

Logo of the Center for Applied Research in Mexico (CIRA) at the bottom, featuring a stylized 'C' and 'I'.

Letter de proyectos:
EEC-MEX001 no II

COMPUESTO QUE RESULTA

NOTA
TODOS ESTOS PROYECTOS FUERON DESARROLLADOS
EN EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA UNIDAD DE
POSGRADO DE LA UNAM



FÁCIL TRANSPORTACIÓN

PLANTAS LIBRES

CUBIERTAS LIGERAS

UTILIZACIÓN DE MEMBRANAS

GEOMETRÍA DE DOBLE
CÚRVATURA INVERSA

ESTRUCTURA METÁLICA

FÁCIL MONTAJE Y DESMONTAJE

MODELOS ANÁLOGOS

MODULO DE MONTAJE PARA EL ESTUDIO DE ENTRENAMIENTO
DE LA UNAM Y DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

MEMBRANA

PLANTAS LIBRES

MEMBRANA

PLANTAS LIBRES

PARABÓLICOS-HIPÉRBOLICOS

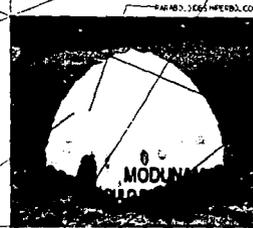
ESTRUCTURA DE ARCO DE TILERA

MEMBRANA



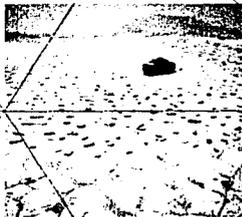
MEMBRANA

PLANTAS LIBRES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

53



Audi inició sus operaciones oficialmente en el mercado mexicano en 1987 y en tan sólo cinco años ha conseguido posicionarse en el segundo lugar de ventas del segmento premium en México. En su primer año de ventas Audi colocó 195 unidades a través de sus concesionarias en el Distrito Federal, Guadalajara y Puebla. En 1998 Audi inauguró nuevas concesionarias en Monterrey, León, Mérida y Cancún lo cual significó un crecimiento del 533% en sus ventas, para ese mismo año Audi introdujo el Audi A3 y el Audi TT Coupé que se sumaron a los ya exitosos Audi A4, Audi A6, Audi Cabriolet y Audi A8.

La gama de modelos Audi continuó creciendo y en el año 2000 la gama de los modelos "S" y el Audi TT Roadster se convirtieron en estándares del espíritu deportivo de la marca a los cuales se unió en junio del mismo año, la poderosa Audi RS4, una verdadera joya de altas prestaciones de la que sólo se trajeron 20 unidades a México, siendo éste el único país en América del norte en brindar este modelo a sus clientes.

En noviembre de 2001 y ante una creciente expectativa, llega a México el nuevo Audi A4 como uno de los modelos de mayor éxito de la marca, su renovado diseño y su alta tecnología lo hicieron merecedor de varios reconocimientos alrededor del mundo y en México, donde la revista especializada Motor y Viaje le otorgó el premio como "Mejor Auto del 2002".

Hoy día, Audi cuenta con 18 Audi Center en todo el país, cinco de los cuales se ubican en la zona metropolitana de la Ciudad de México. La red de concesionarios Audi seguirá creciendo y próximamente se inaugurarán nuevas plazas que atenderán a quienes deseen unirse a la experiencia que es conducir un Audi.

Audi de México sabe que el compromiso es ser una marca líder y más allá de un lema publicitario, el "Liderazgo por Tecnología" es sobre todo la esencia y filosofía de la marca. Ser líder, humano, apasionado y visionario son los valores que distinguen la personalidad de nuestra marca.

La experiencia de poseer un Audi va más allá de la conducción del mejor de los autos y se transforma en una serie de esfuerzos cuyo eje principal es Usted.

LIDERAZGO POR TECNOLOGÍA

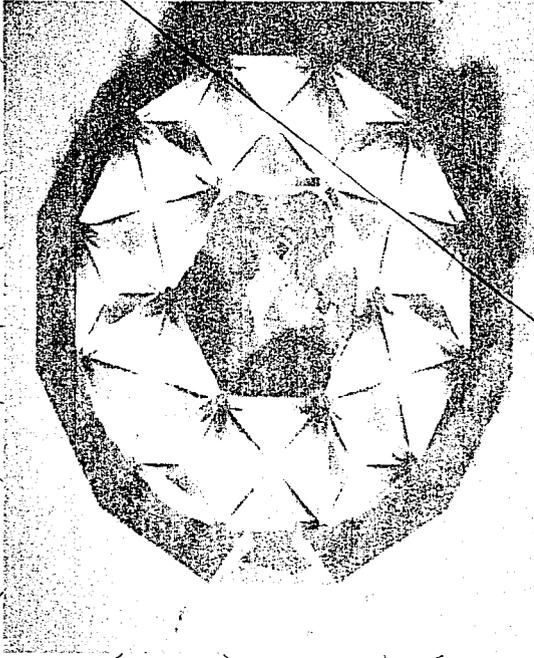
www.audi.com.mx

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUBIERTA MODULAR AUDI
 USUARIO
 El mejor de las protecciones
 Frente a impactos
 Protección al interior
 Protección al exterior

54

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



COSTO TOTAL DEL MANTO

6 MÓDULOS CUADRADOS	\$ 309 800 00
8 MÓDULOS TRIANGULARES	\$ 274 150 00
12 MÓDULOS PUERTAS	\$ -11 272 40
TOTAL	\$ 701 023 20

COSTO TOTAL DE LA ESTRUCTURA

60 BRAZOS DE TUERA	\$1 274 223 00
TOTAL	\$1 274 223 00

COSTO FINAL

TOTAL MANTO	\$ 701 023 20
TOTAL ESTRUCTURA	\$1 274 223 00
TOTAL	\$1 975 246 20

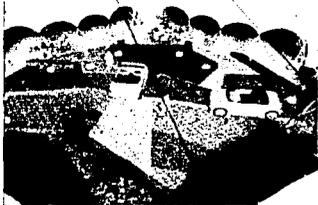


CUBIERTA MODULAR AUDI

CUBIERTA MODULAR AUDI
 COSILOS
 ST-1
 INGENIERIA DE PROYECTOS
 ESTE MEXCOT - I
 Compañía que resuelve



16. PLANOS ANEXOS



16.1 CONCEPTOS

- 16.1.1 TEÓRICO (LC-01)
- 16.1.2 FUNCIONAL (LC-02)
- 16.1.3 FORMAL (LC-03)
- 16.1.4 TECNOLÓGICO (LC-04)



16.2 GEOMETRÍA Y MODULACIÓN

- 16.2.1 GEOMETRÍA (I-01)
- 16.2.2 MODULACIÓN (I-02 a I-12)

16.3 PLANOS ARQUITECTONICOS

- 16.3.1 PLANTA CONJUNTO (A-01)
- 16.3.2 PLANTA ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO (A-02)
- 16.3.3 CORTES (A-03)
- 16.3.4 FACHADAS (A-04)
- 16.3.5 PLANTA SERVICIOS (A-05)

16.4 PERSPECTIVAS

(PR-1 a PR-03)

16.5 PLANOS ESTRUCTURALES

- 16.5.1 PLANTA DE TRAZO (TR-1)
- 16.5.2 PLANTA ANCLAJE ESTRUCTURA (E-1)

16.5.3 PLANOS MÓDULOS DE ANCLAJE

- 16.5.3.1 DETALLES CONSTRUCTIVOS (E-2 a E-4)

16.5.4 PLANOS DE LA BASE

- 16.5.4.1 DETALLES CONSTRUCTIVOS (E-5 A E-15)

16.5.5 PLANTA ESTRUCTURA

(E-16)

16.5.6 PLANOS DEL ARCO DE TIJERA

- 16.5.6.1 DETALLES CONSTRUCTIVOS (E-17 a E-31)

16.5.7 PLANTA MEMBRANA

(E-32)

16.5.8 PLANTILLAS

- 16.5.8.1 DETALLES CONSTRUCTIVOS (E-33 a E-38)

16.5.9 CORTES POR FACHADA

(E-39 y E-40)

16.5.10 PLANTACIMENTACIÓN SERVICIOS

(E-41)

16.5.11 PLANTA CUBIERTA SERVICIOS

(E-42)

16.6 INSTALACIONES

- 16.6.1 INSTALACIÓN ELECTRICA (IE-1 a IE-4)
- 16.6.2 INSTALACIÓN HIDRÁULICA (IH-1, IH-2, IHS-1 Y IHS-2)
- 16.6.3 INSTALACIÓN SANITARIA (IS-1, IHS-1 Y IHS-2)

16.7 MOBILIARIO

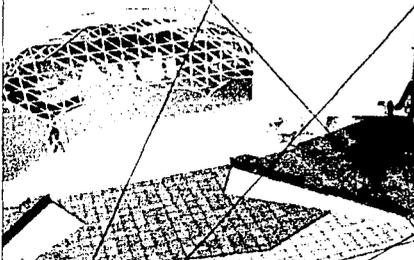
- 16.7.1 EXPOSICIÓN (MB-1)
- 16.7.2 CARPINTERIA (K-1)
- 16.7.3 MÓDULOS BAÑOS (K-2)

16.8 JARDINERIA

(J-01)

16.9 MOBILIARIO URBANO

(MU-1)



TESIS CON
FALLA DE JUZGÉN



CUBIERTA MODULAR AUDI
PARA EXPOSICIÓN EXTERIOR

59

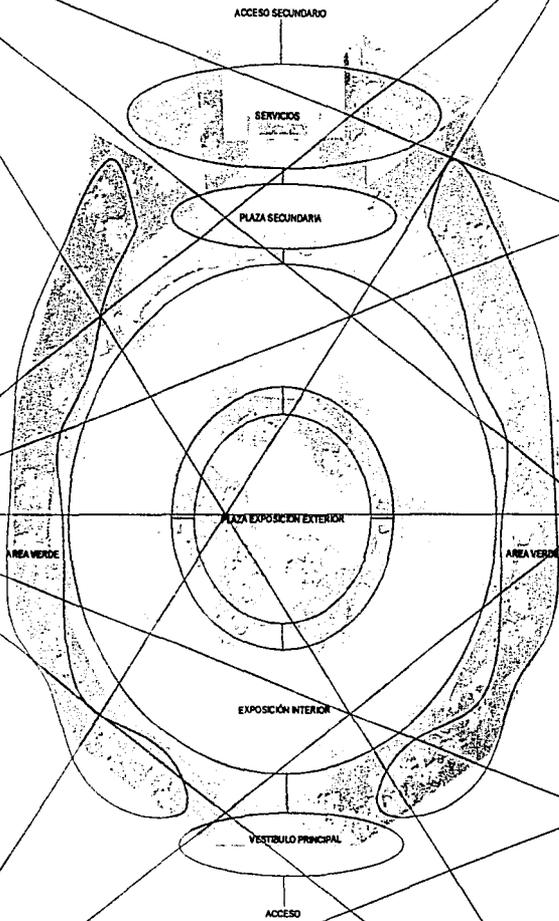


DIAGRAMA ZONIFICACION

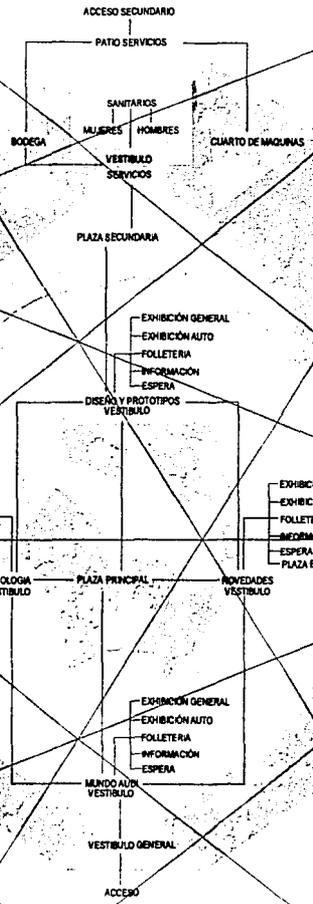


DIAGRAMA FUNCIONAMIENTO

CONCEPTO FUNCIONAL

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUBIERTA MODULAR AJUADI

 CONCEPTOS

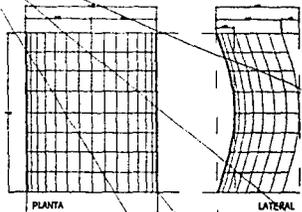
 C-2

 CUBIERTA MODULAR AJUADI

 CONCEPTOS

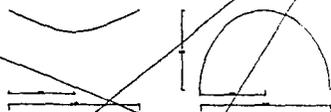
 CUBIERTA MODULAR AJUADI

 CONCEPTOS



PARABOLA "K"

ARCO PRINCIPAL

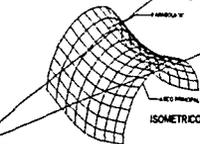


DESARROLLO PARABOLOIDE
HIPERBÓLICO PRINCIPAL

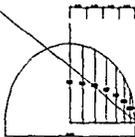
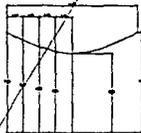


FRONTAL

PARABOLOIDE HIPERBÓLICO
PRINCIPAL



ISOMETRICO

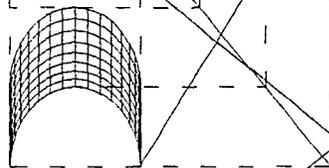


PARABOLA "P"

ARCO PRINCIPAL

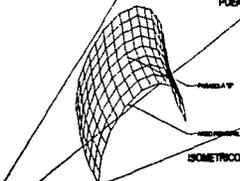


DESARROLLO PARABOLOIDE
HIPERBÓLICO PUERTA

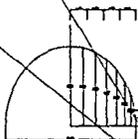
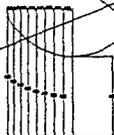


FRONTAL

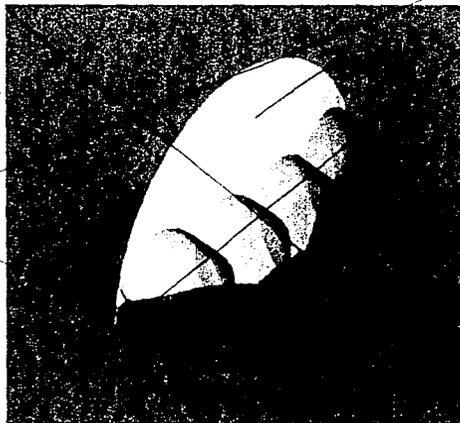
PARABOLOIDE HIPERBÓLICO
PUERTA



ISOMETRICO

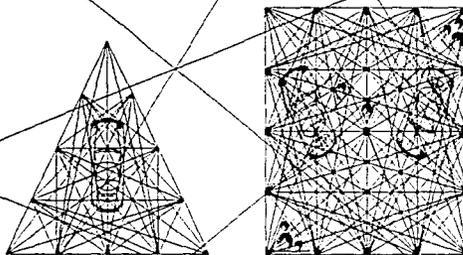


INTERSECCIÓN EN PUERTA



4 CILINDROS QUE CONFORMAN EL LOGOTIPO DE AUDI SE INTERSECTAN
LA PUERTA GENERAN UN JUEGO VISUAL QUE PROYECTA EL LOGOTIPO DE AUDI EN
EL MANTO EN SU VISTA FRONTAL

RED DE DISEÑO



DESARROLLO DE REDES DE CUADRO GENERADAS A PARTIR
DE UNIR LOS VERTICES Y LOS PUNTOS MEDIOS DE LAS LATERALES DE LAS FIGURAS
ESTO SE UTILIZÓ PARA EL DESARROLLO DE ARCOS INTERIORES Y EXTERIORES

CONCEPTO FORMAL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

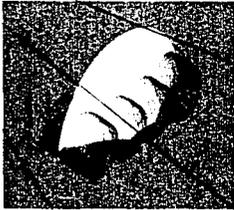
LC-3

CUBIERTA MODULAR AUDI

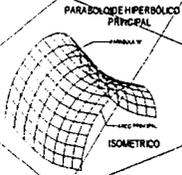
CONCEPTOS

El taller de proyectores
1111 - 143001

CONCEPTO QUE RESULTA



UTILIZACIÓN DE 3DMAX R3



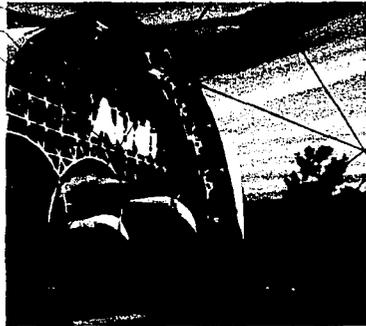
SE UTILIZO LA COMPUTADORA PARA DESARROLLAR LAS GEOMETRIAS Y OBTENER INTERSECCIONES ASI COMO LAS PLANTILLAS DEL MANTO PARA SU CONSTRUCCION



DESARROLLO DE MODELOS EN 3D ELABORACION DE RENDERS Y RECORRIDOS VIRTUALES

UTILIZACIÓN DE AUTOCAD 2002

MEMBRANA CON PROTECCION UV PARA EVITAR EFECTO INVERNADERO

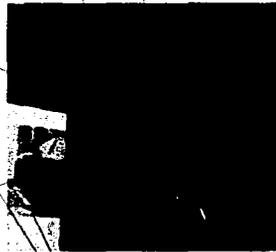


TECNOLOGIA

ARCO DE TIERRA PARA FACILITADO DE ESTRUCTURA ASI COMO DISEÑO ATRACTIVO A LA VISTA

ACERO EN LA ESTRUCTURA, PARA SU FACIL MANEJO Y CONSTRUCCION, ASI COMO OPTIMA RESISTENCIA, DURABILIDAD Y PRECIO

ECOLOGIA



COCCION DE MEMBRANA PARA LA CUBIERTA YA QUE CUMPLE LOS REQUERIMIENTOS OPTIMOS DE LIGEREZA, TRANSPORTACION Y FACIL JUEGO DE LA GEOMETRIA

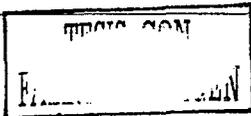
SER HUMANO

INTERACCION

PANTALLAS DE PLASMA PARA PROYECCION DE IMAGENES DE LA COMPANIA AUDI Y SUS PRODUCTOS

CONCEPTO TECNOLÓGICO

91



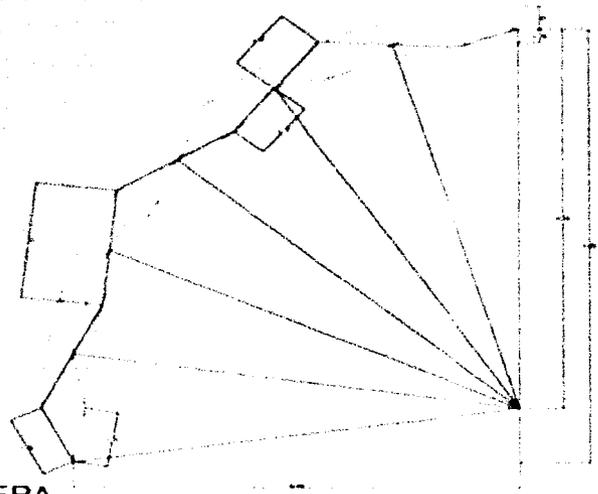
CUBIERTA MODULAR AUDI

CONCEPTOS

 Taller de proyectos

 H. L. ESCOBAR

 arquitecto que resuelve



GEOMETRÍA ARCO DE TIJERA

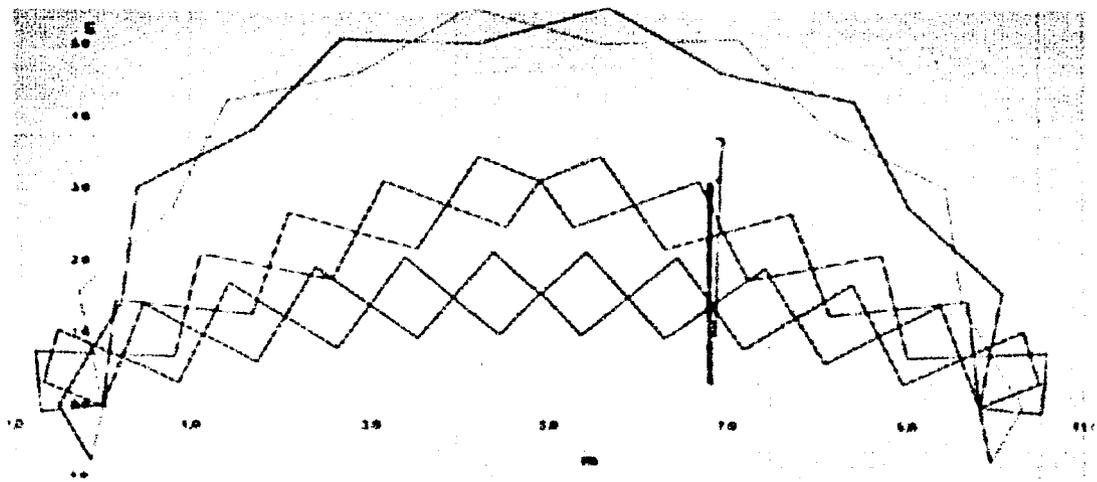


DIAGRAMA IZADO ESTRUCTURA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





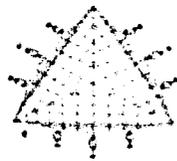
PLANTA MEXICA



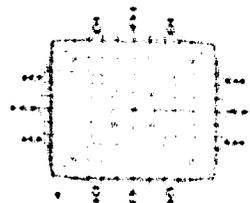
PLANTA MEXICA



PLANTA PURITA



PLANTA PURITA



PLANTA PURITA



PLANTA PURITA



PLANTA PURITA



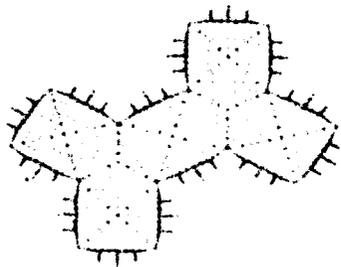
PLANTA PURITA



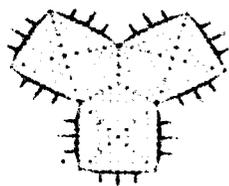
PLANTA PURITA



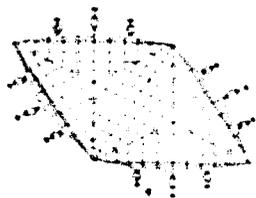
PLANTA PURITA



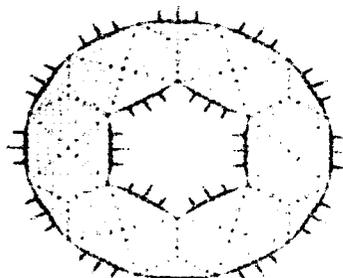
PLANTA PURITA



PLANTA PURITA



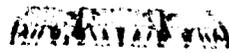
PLANTA PURITA



PLANTA PURITA



PLANTA PURITA



PLANTA PURITA



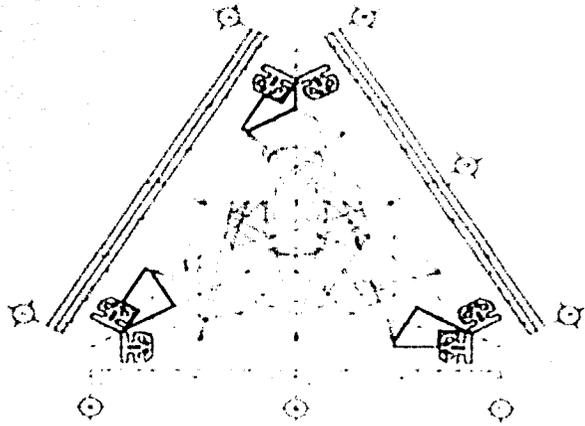
PLANTA PURITA



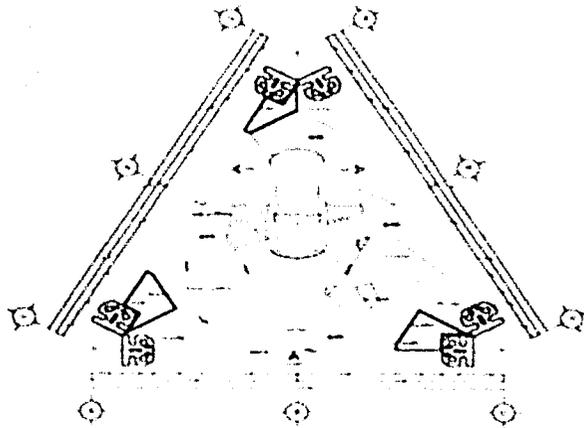
PLANTA PURITA



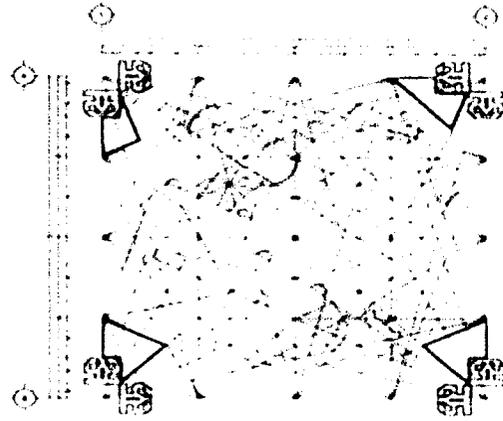
1-02



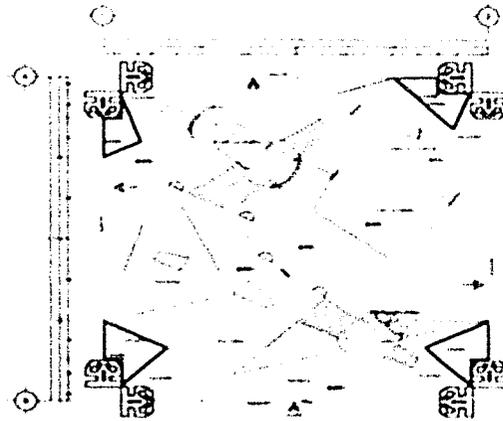
RED MODULO "A"



PLANTA MODULO "A"



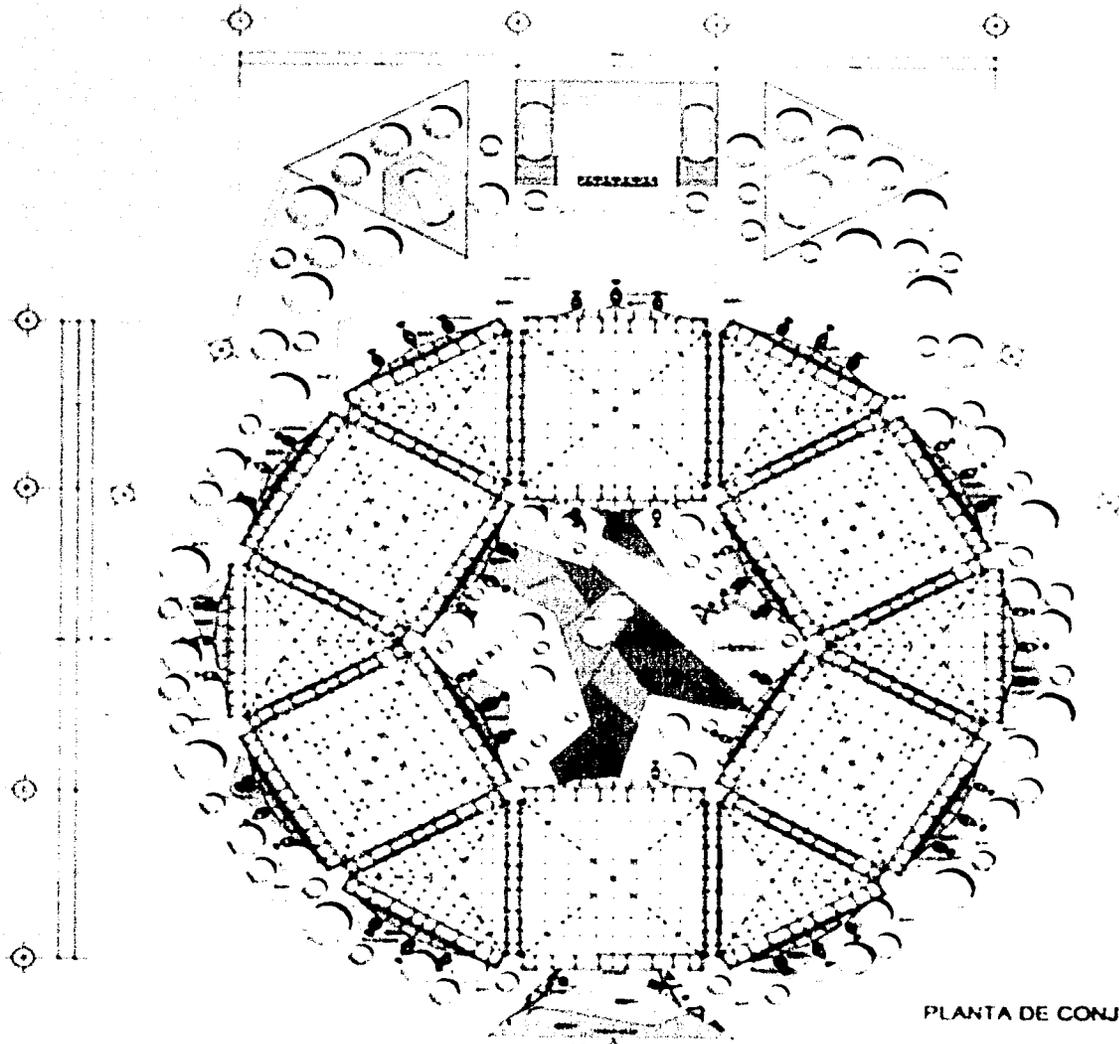
RED MODULO "B"



PLANTA MODULO "B"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

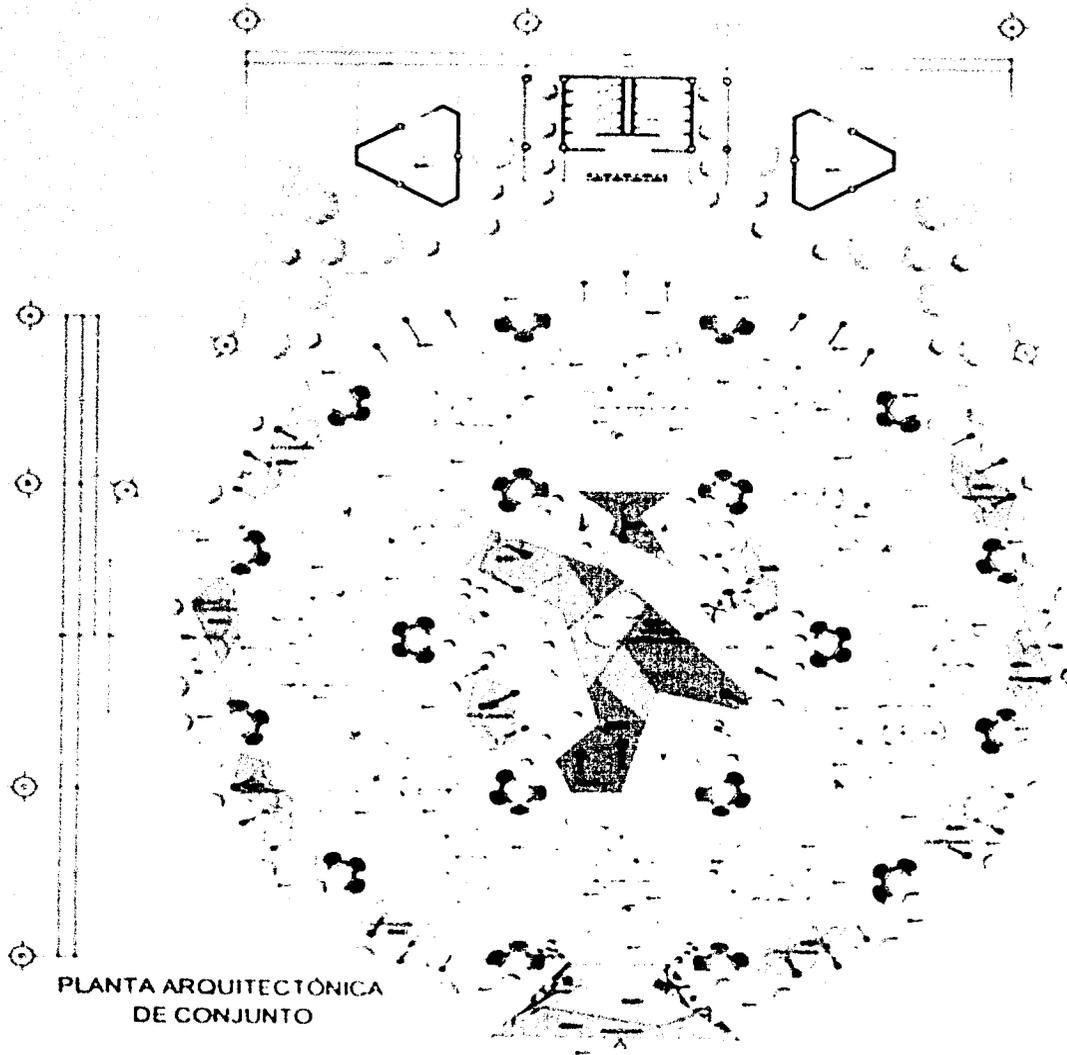




PLANTA DE CONJUNTO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





PLANTA ARQUITECTÓNICA
DE CONJUNTO

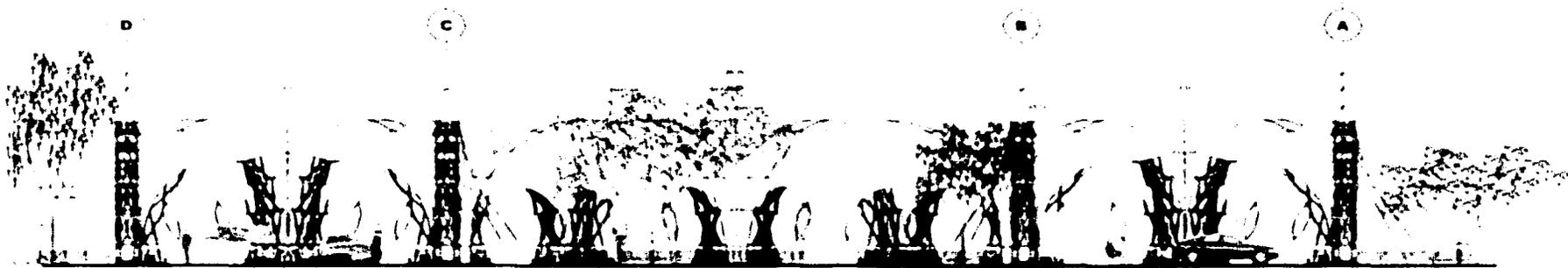
66

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





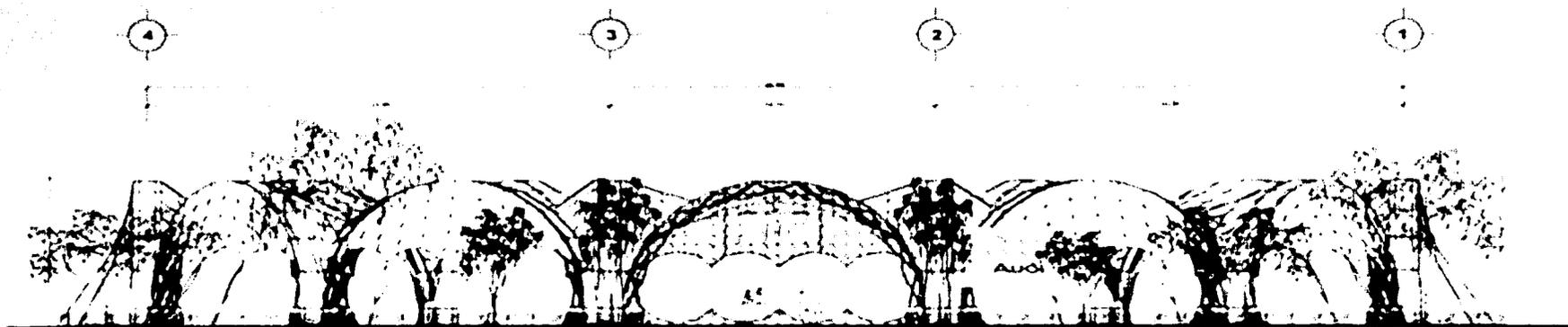
CORTE A-A'



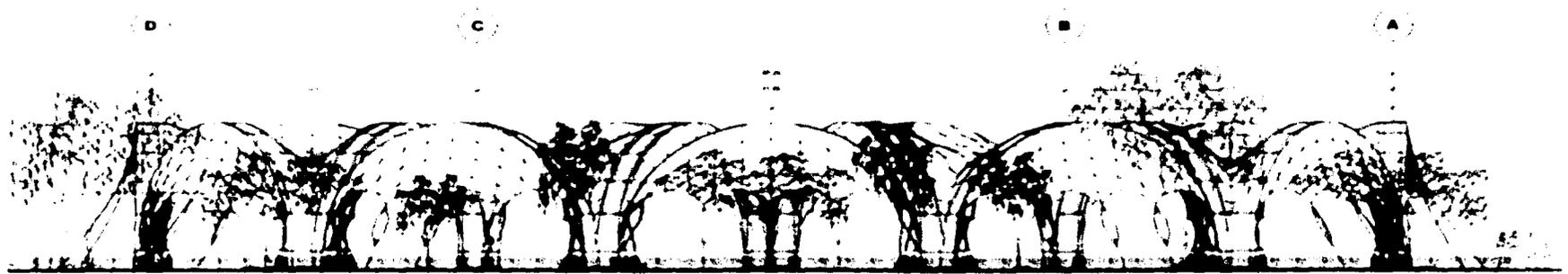
CORTE B-B'

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





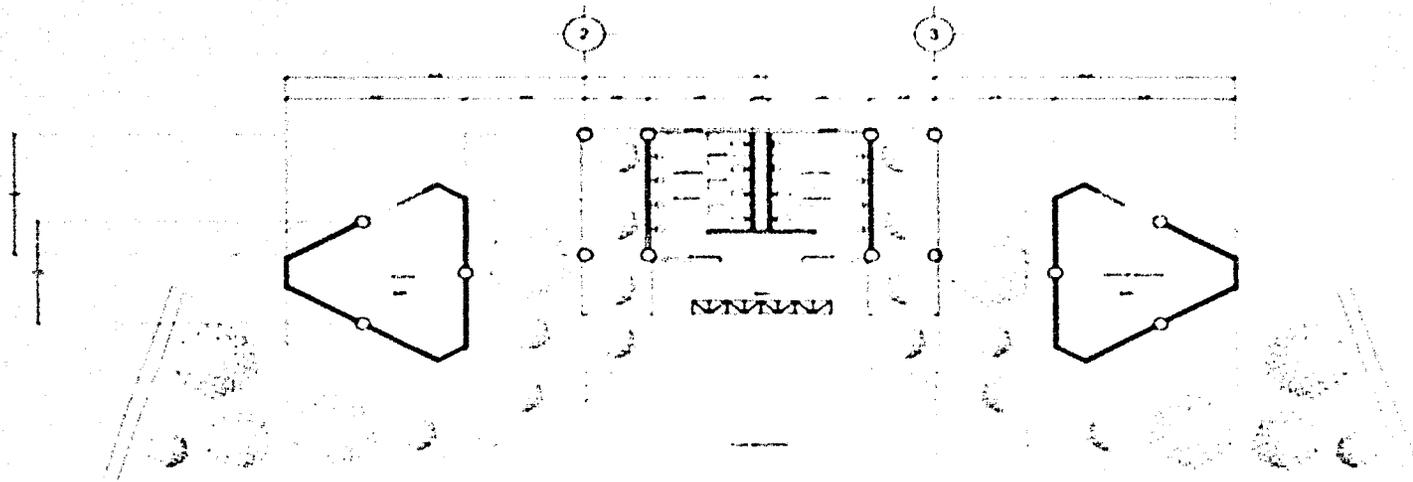
FACHADA PRINCIPAL



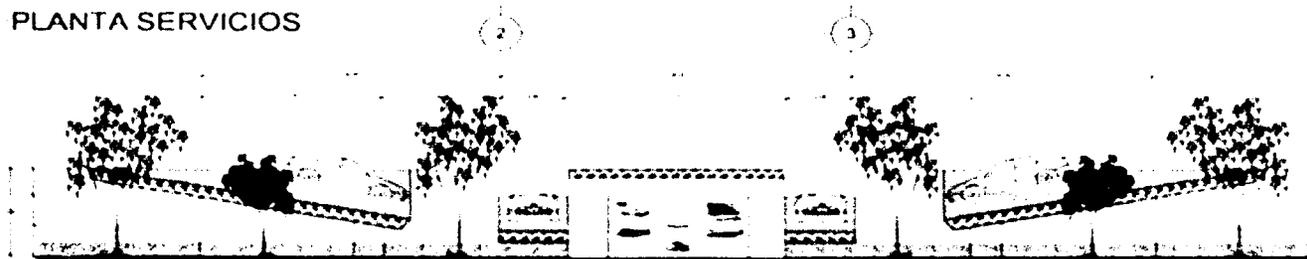
FACHADA LATERAL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





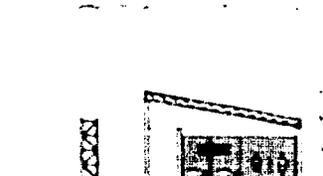
PLANTA SERVICIOS



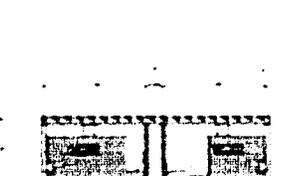
FACHADA PRINCIPAL



FACHADA LATERAL

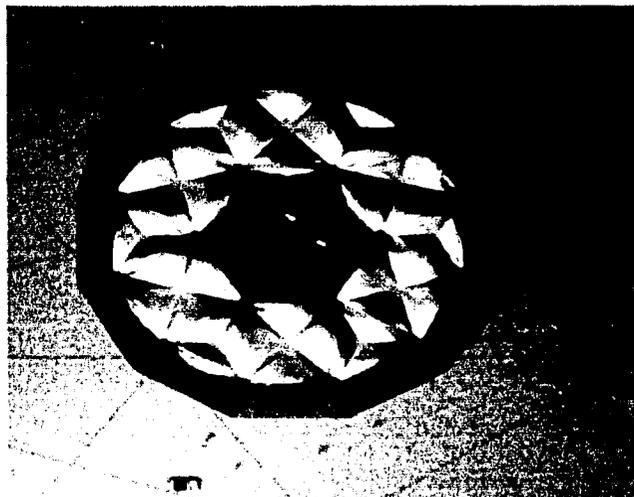


CORTE TRANS.

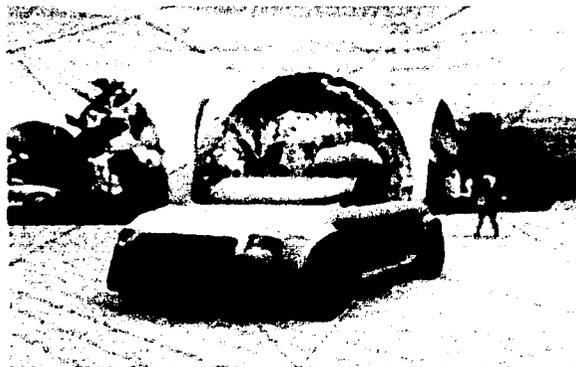


CORTE LONG.





VISTA CONJUNTO



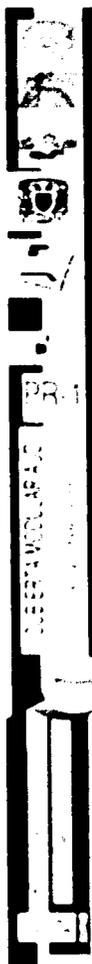
PERSPECTIVA AUDI



PERSPECTIVA ACCESO



PERSPECTIVA ACCESO





PERSPECTIVA PATIO



PERSPECTIVA GENERAL



PERSPECTIVA PATIO



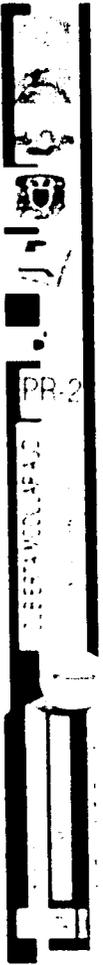
PERSPECTIVA LATERAL



PERSPECTIVA FRONTAL



PERSPECTIVA INTERIOR



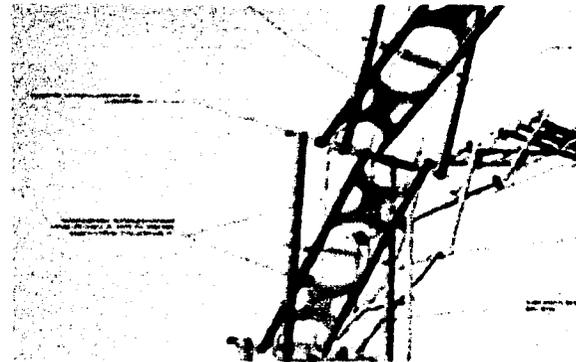
PR-2

LIBRERIA VECINIA

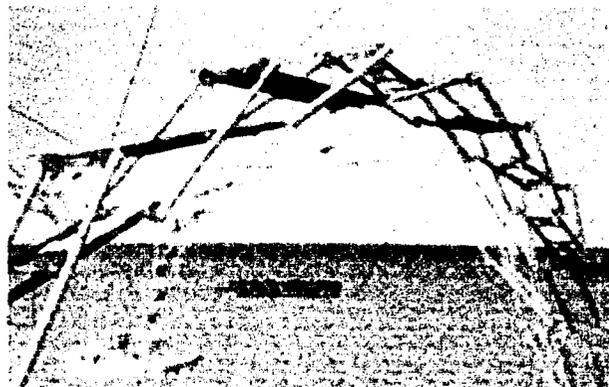
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



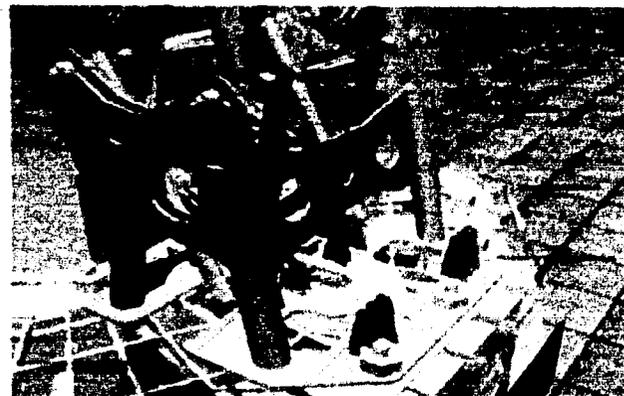
DETALLE ESTRUCTURA



DETALLE ESTRUCTURA



DETALLE ESTRUCTURA

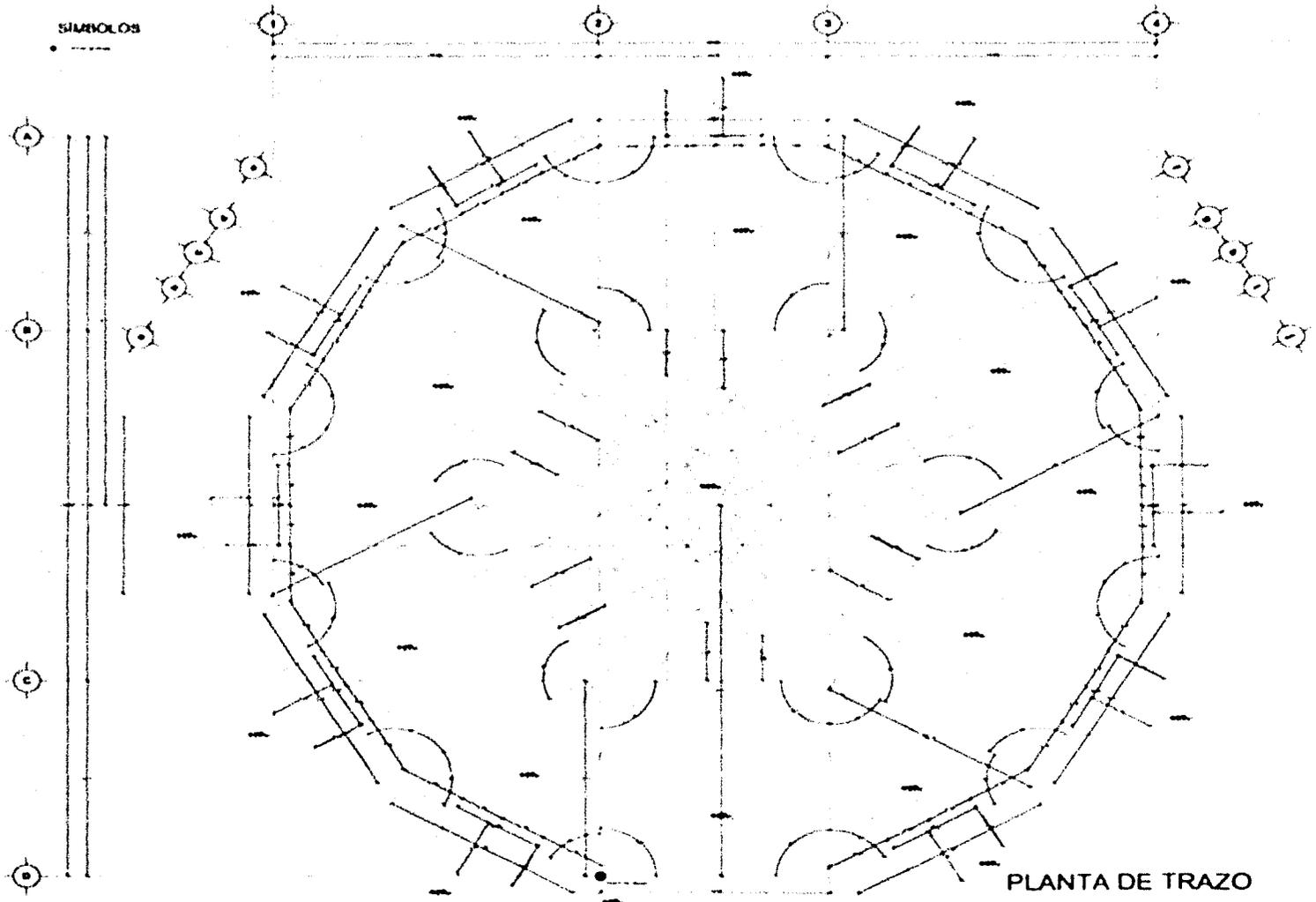


DETALLE ESTRUCTURA

PR-3

LESS COM
FALLA DE ORDEN

SÍMBOLOS

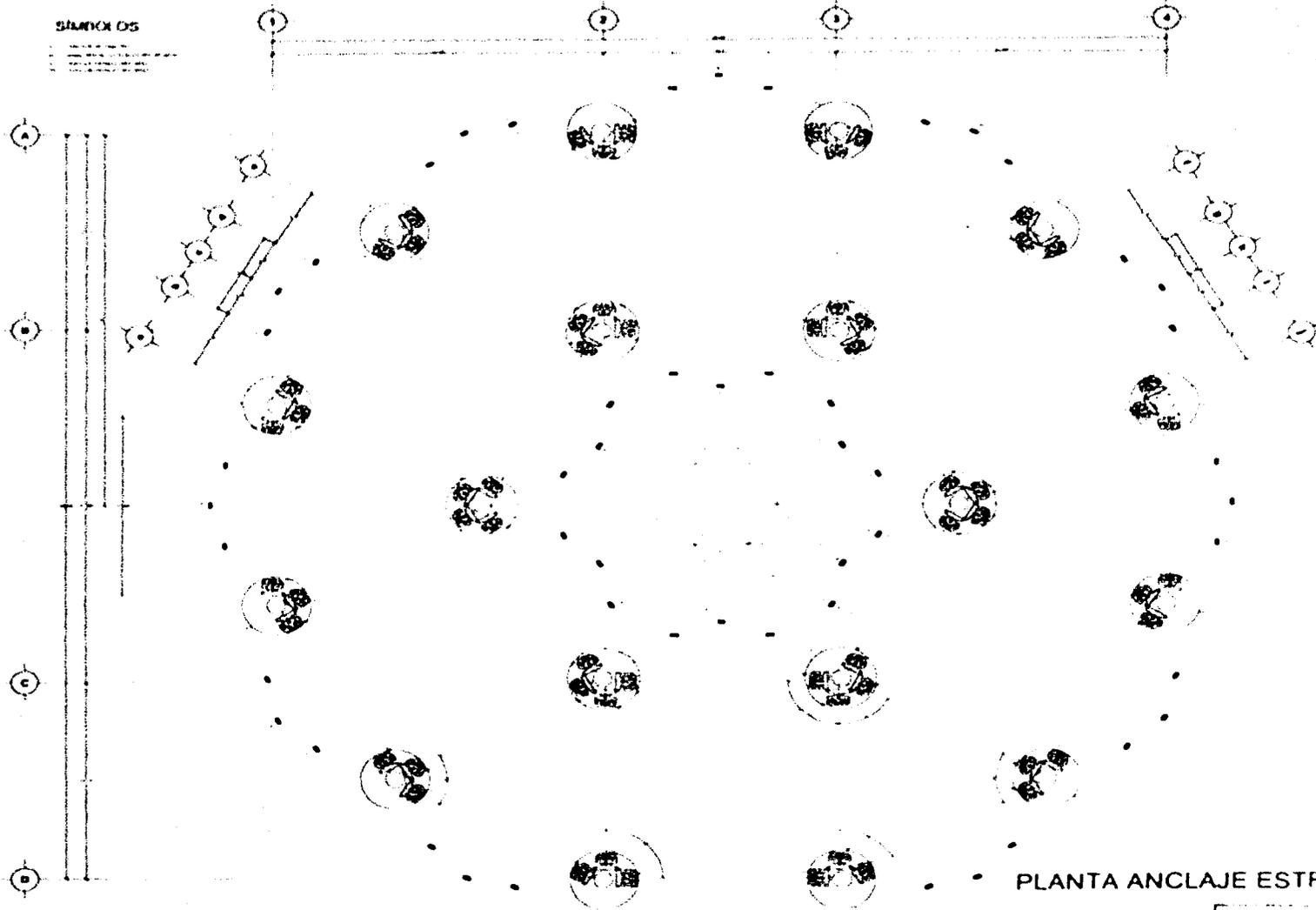


PLANTA DE TRAZO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SIMBOLOS

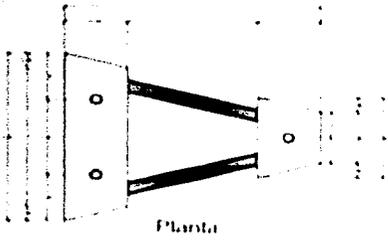


PLANTA ANCLAJE ESTRUCTURA

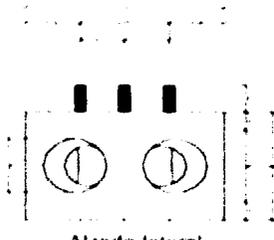
TESIS CON
FACULTAD DE ORIGN



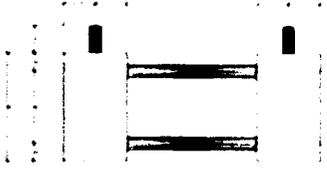
DETALLE MÓDULO DE ANCLAJE ESTRUCTURA



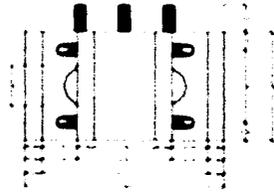
Planta



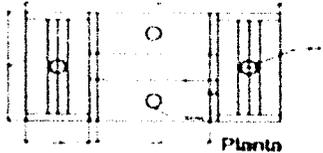
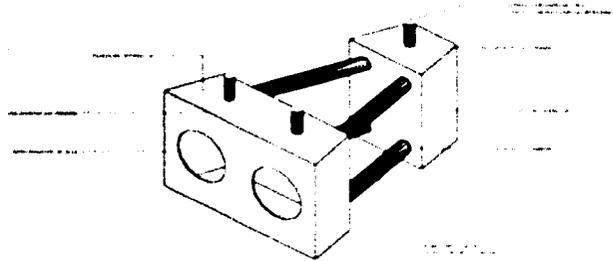
Alzado lateral



Alzado frontal



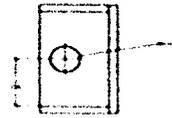
Alzado lateral



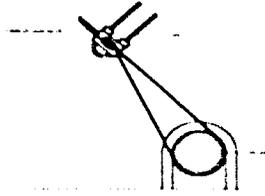
Planta



Alzado lateral



Alzado lateral



DETALLE DE ARTICULACIÓN



Alzado frontal



SECCIÓN longitudinal

DETALLE ANCLAJE RELINGAS (A1)

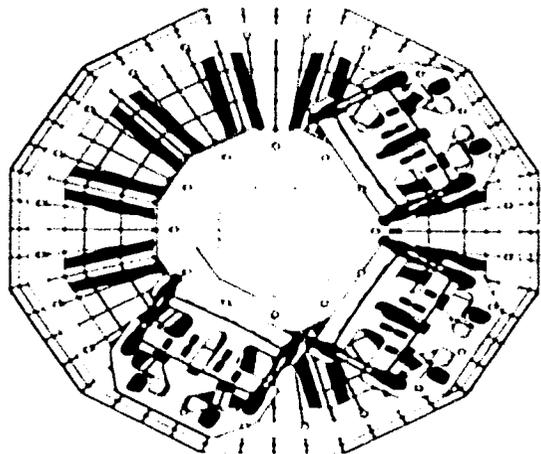
NOTAS DE SOLDADURA

1. Se utilizará el tipo de soldadura de electrodo revestido (SE) para todas las uniones.
 2. El tipo de soldadura será E7018 para acero al carbono y E7015 para acero inoxidable.
 3. El tamaño de la soldadura será de 6 mm para uniones de placa y 8 mm para uniones de tubo.
 4. Se utilizará un electrodo de 3.2 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 5. Se utilizará un electrodo de 4.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 6. Se utilizará un electrodo de 5.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 7. Se utilizará un electrodo de 6.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 8. Se utilizará un electrodo de 8.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 9. Se utilizará un electrodo de 10.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 10. Se utilizará un electrodo de 12.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.

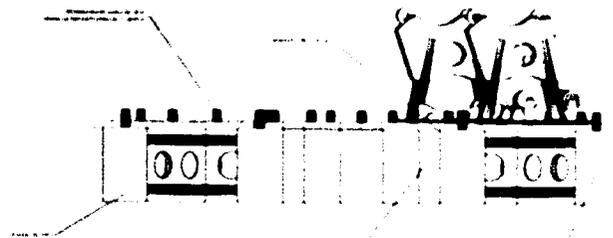
1. Se utilizará el tipo de soldadura de electrodo revestido (SE) para todas las uniones.
 2. El tipo de soldadura será E7018 para acero al carbono y E7015 para acero inoxidable.
 3. El tamaño de la soldadura será de 6 mm para uniones de placa y 8 mm para uniones de tubo.
 4. Se utilizará un electrodo de 3.2 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 5. Se utilizará un electrodo de 4.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 6. Se utilizará un electrodo de 5.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 7. Se utilizará un electrodo de 6.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 8. Se utilizará un electrodo de 8.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 9. Se utilizará un electrodo de 10.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.
 10. Se utilizará un electrodo de 12.0 mm de diámetro para el tipo de soldadura SE.



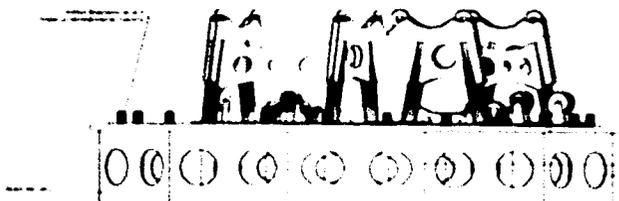
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



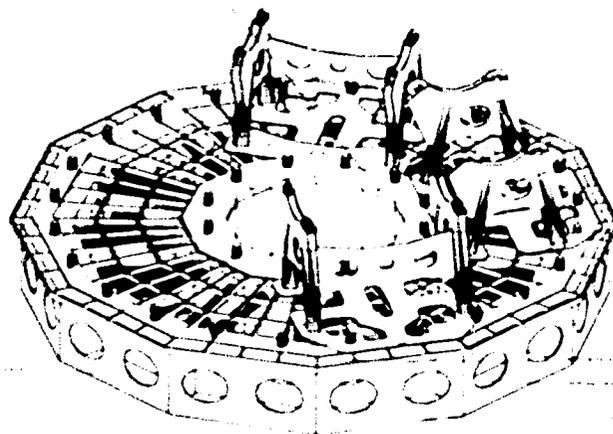
PLANTA NODO DE ANCAJE



CORTE TRANSVERSAL NODO DE ANCAJE



ALZADO NODO DE ANCAJE



ISOMÉTRICO

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

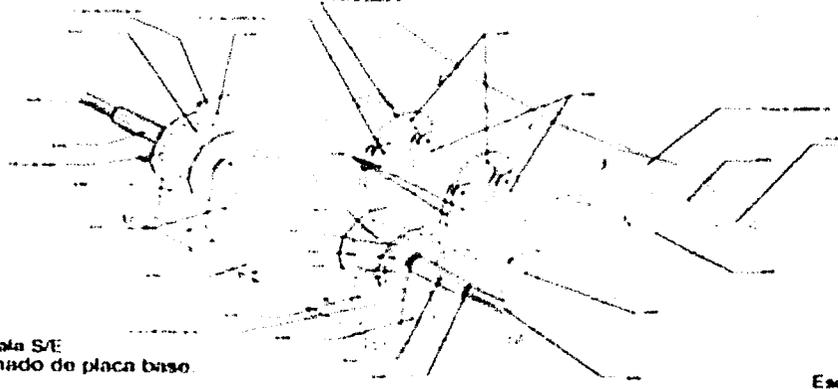




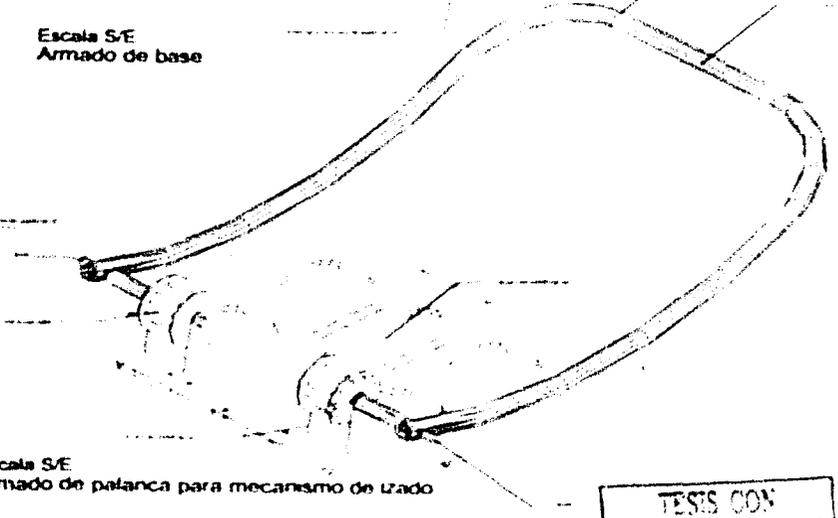
Escala S/E
Armado de placas laterales



Escala S/E
Armado de base



Escala S/E
Armado de placa base



Escala S/E
Armado de palanca para mecanismo de izado

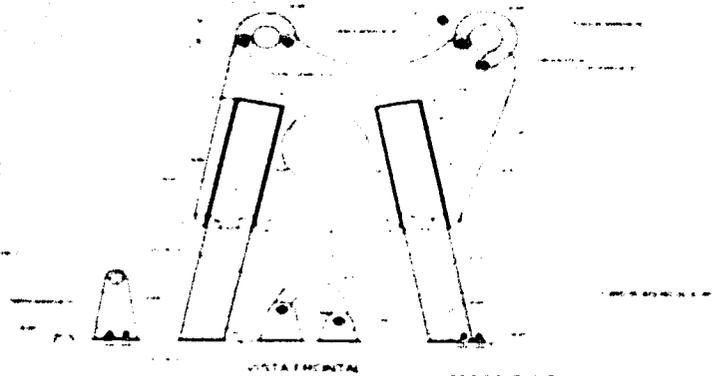
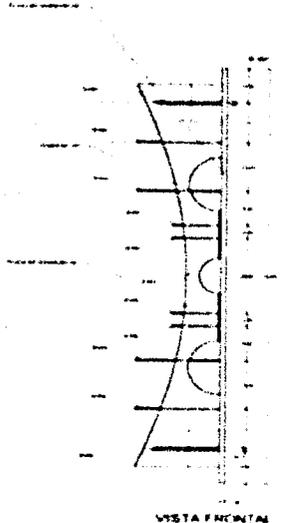
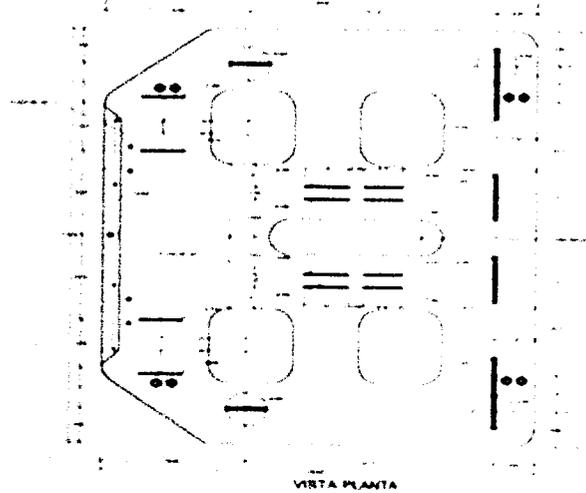


F-05

C. B. E. P. A. M. O. S. A. C. I.

TESTIS CON
L. A. T. I. G. E. N.

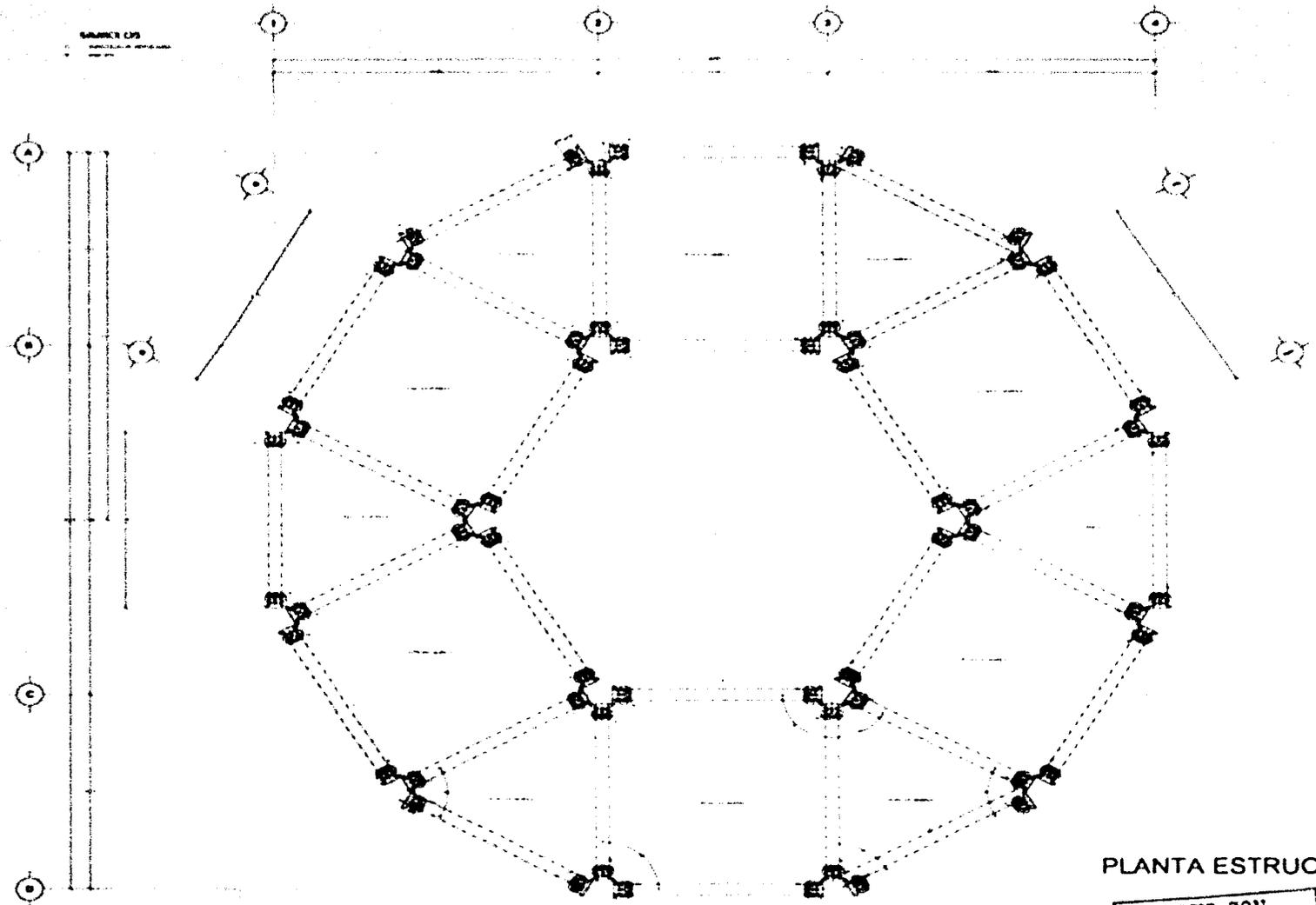
ARMADO DE PLACA BASE
 PIEZAS B-001 A B-006 Y PIEZA B-009



ARMADO DE PLACA LATERAL
 PIEZAS B-023 A B-028

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN





MARKER 025

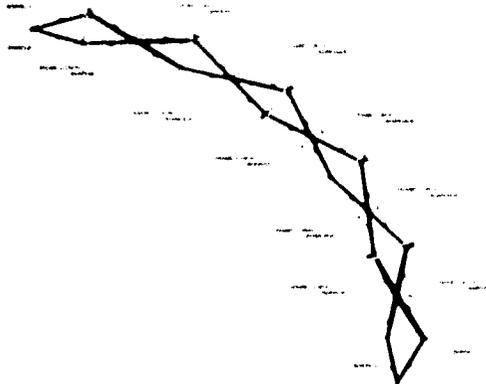
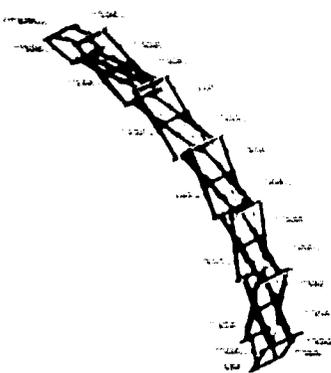
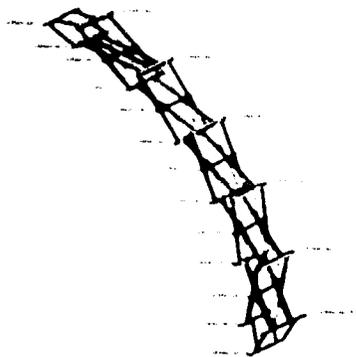
PLANTA ESTRUCTURA

TESIS CON
FALLA DE INGEN

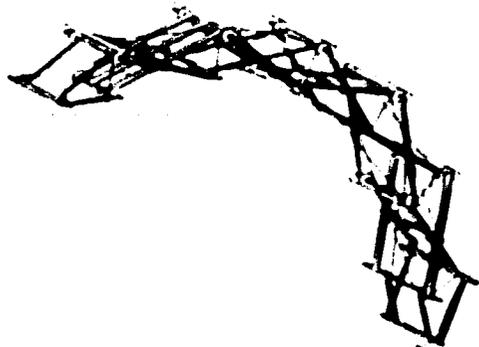


CUBERTAVOLARAJ

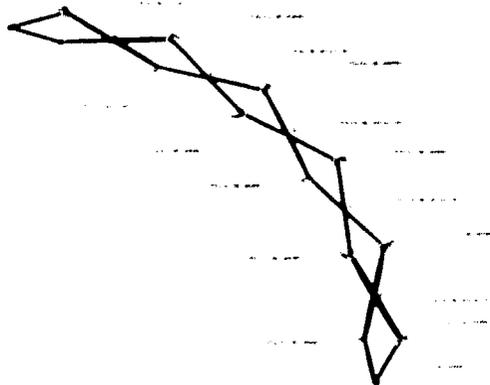
E-16



UBICACIÓN DE LAS PIEZAS DEL ARCO

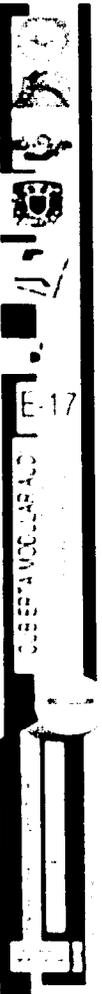


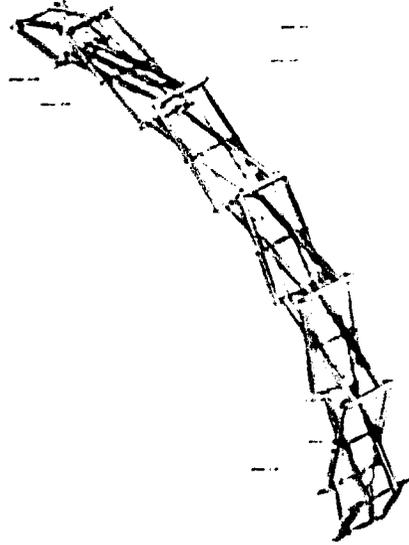
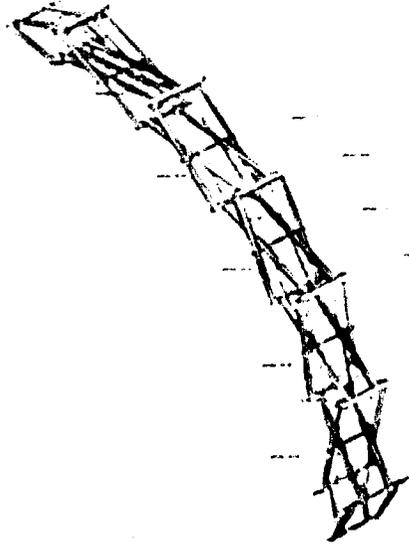
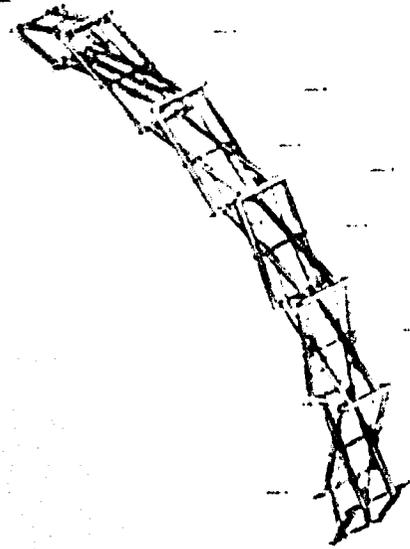
UBICACIÓN Y TRABAJO DEL CABLE



UBICACIÓN DE POLEAS EN EL ARCO DE TIJERA.

TESIS COP
FALLA 1980





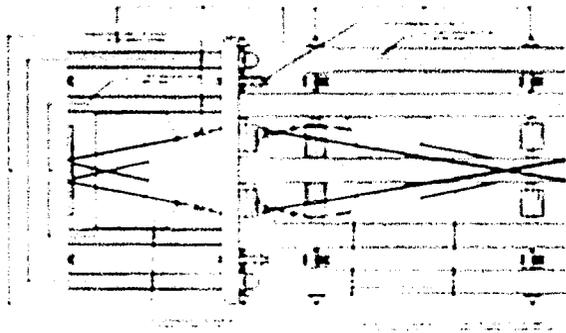
UBICACIÓN DE PIEZAS Y SU ARMADO

NO. DE PIEZA	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	ARMADO	UNIDADES	NOTAS
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

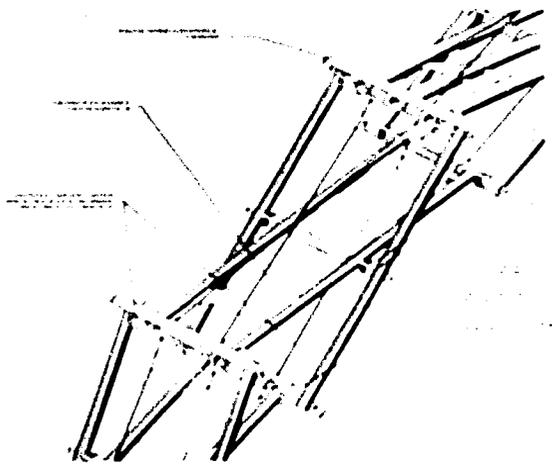
CUANTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PIEZAS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA
 CARRERA DE INGENIERÍA EN AERONÁUTICA
 TESIS DE GRADUACIÓN
 18



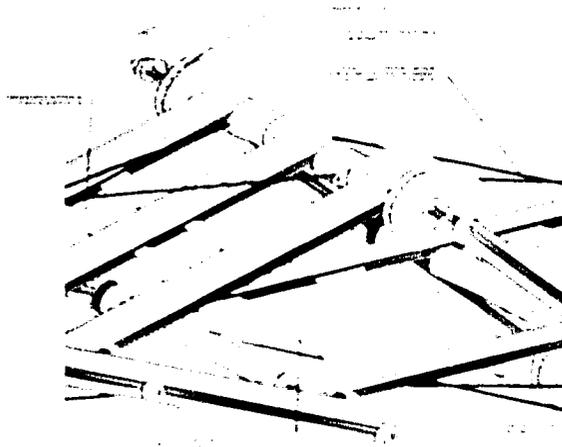
DETALLE ESTRUCTURA



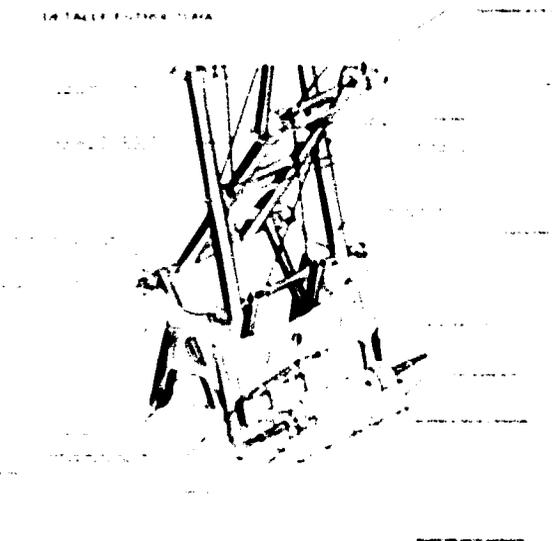
DETALLE ESTRUCTURA



DETALLE ESTRUCTURA



DETALLE ESTRUCTURA



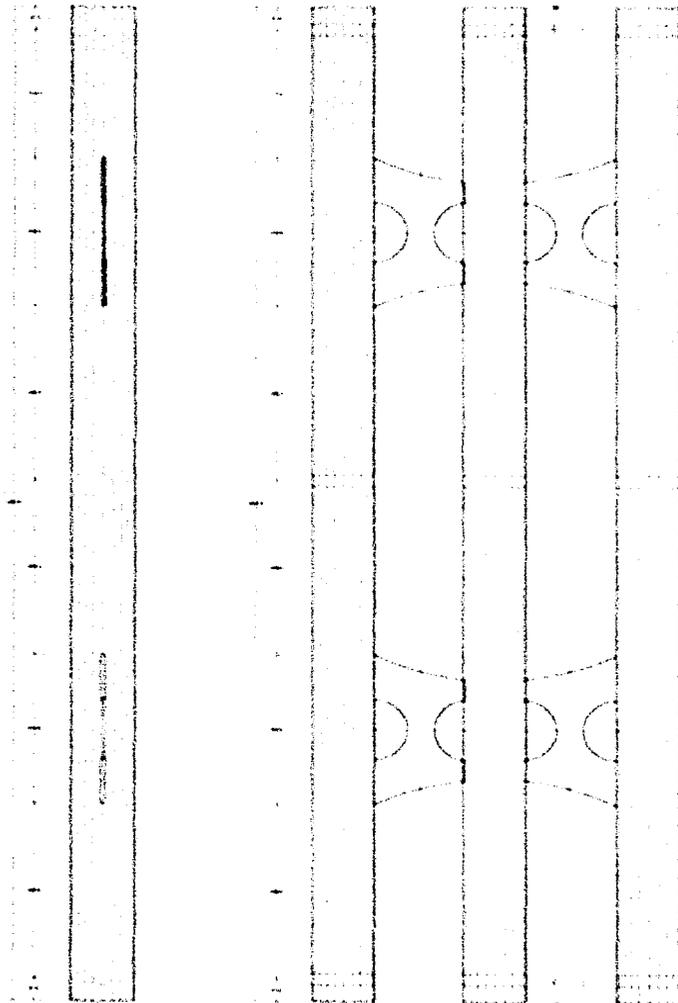
DETALLE BASE



DETALLE BASE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

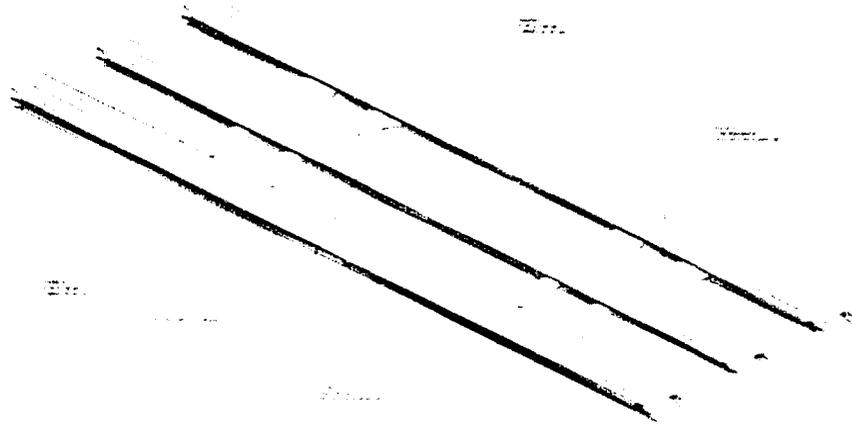




CORTE

VISTA FRONTAL

UNIÓN DE PIEZA R CON BARRAS A



NOTAS DE SOLDADURA

1. Se utilizará el electrodo E7018 para soldar las barras A a la pieza R.
 2. El espesor de la soldadura será de 3 mm.
 3. Se debe asegurar una buena limpieza de las superficies a soldar.
 4. El ángulo de inclinación de las barras A será de 45 grados.
 5. Se debe verificar la calidad de la soldadura antes de proceder a la siguiente etapa.

6. Se debe utilizar un procedimiento de soldadura por arco eléctrico.
 7. El tiempo de soldadura por punto será de 10 segundos.
 8. Se debe utilizar un procedimiento de soldadura por arco eléctrico.
 9. El tiempo de soldadura por punto será de 10 segundos.

10. Se debe utilizar un procedimiento de soldadura por arco eléctrico.
 11. El tiempo de soldadura por punto será de 10 segundos.
 12. Se debe utilizar un procedimiento de soldadura por arco eléctrico.
 13. El tiempo de soldadura por punto será de 10 segundos.

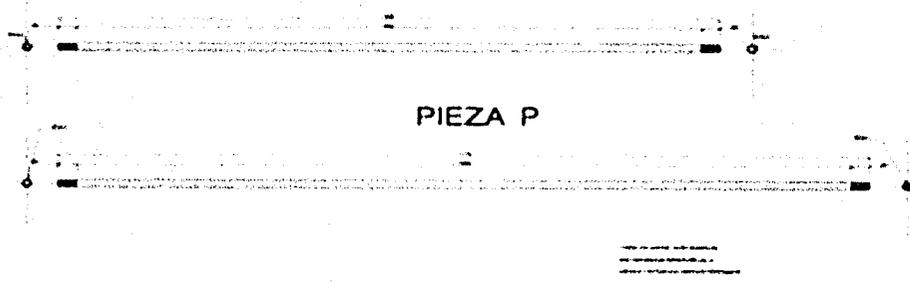
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



E-25

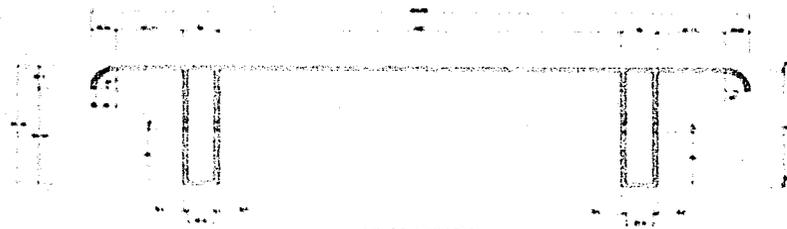
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PIEZA O



PIEZA P

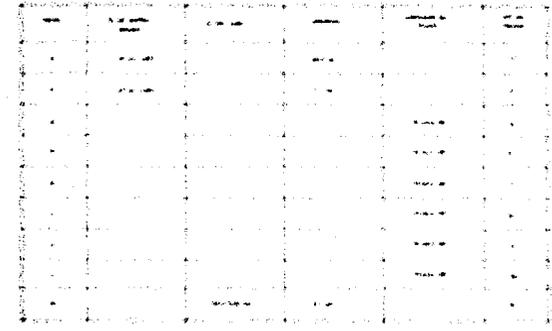
PIEZA S



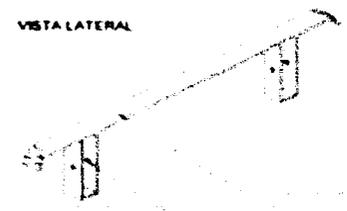
VISTA FRONTAL



PLANTA



VISTA LATERAL



ISOMETRICO

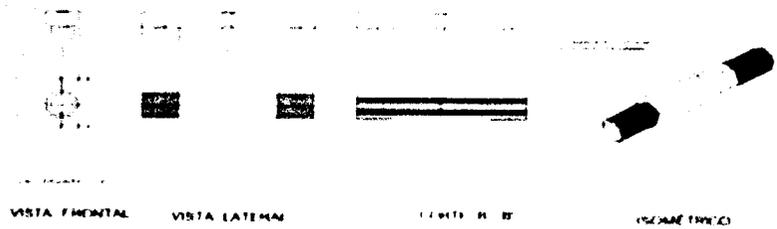


CUBETA VOO-LAR 400

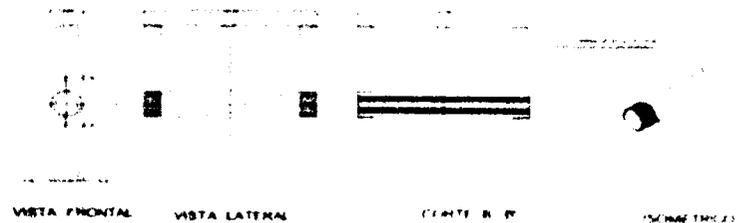
E-27

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

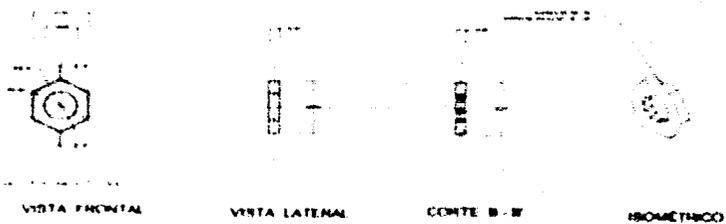
PIEZA A



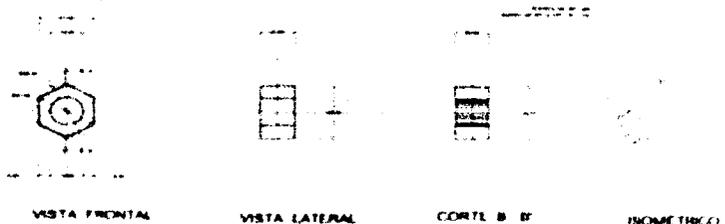
PIEZA B



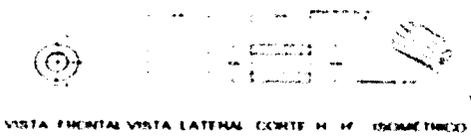
PIEZA C



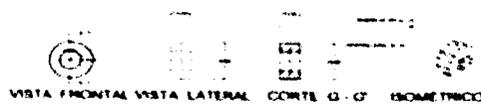
PIEZA D



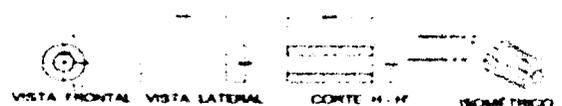
PIEZA F
MAMBLÓN EN PIELA DE ACERO CON CAMISA



PIEZA G
MAMBLÓN EN POLEAS DE PASO

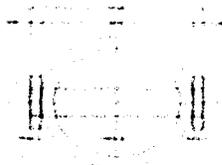


PIEZA H
MAMBLÓN EN POLEAS DE ACERO SIN CAMISA



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ARMADO DE PIEZAS B CON C

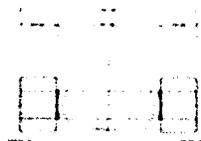


VISTA FRONTAL

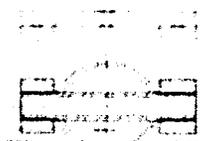


CORTE LONGITUDINAL

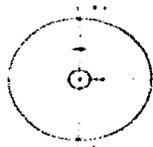
ARMADO DE PIEZAS A CON D



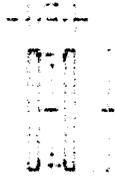
VISTA FRONTAL



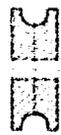
CORTE LONGITUDINAL



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



CORTE C-C

PIEZA E
POLEA DE PASO

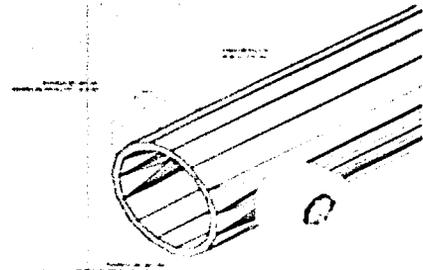
ARMADO DE PIEZAS A CON D



ISOMETRICO



ISOMETRICO

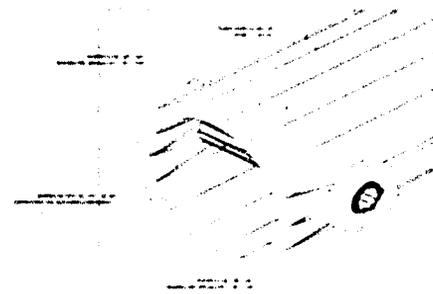


ISOMETRICO

ARMADO DE PIEZAS B CON C



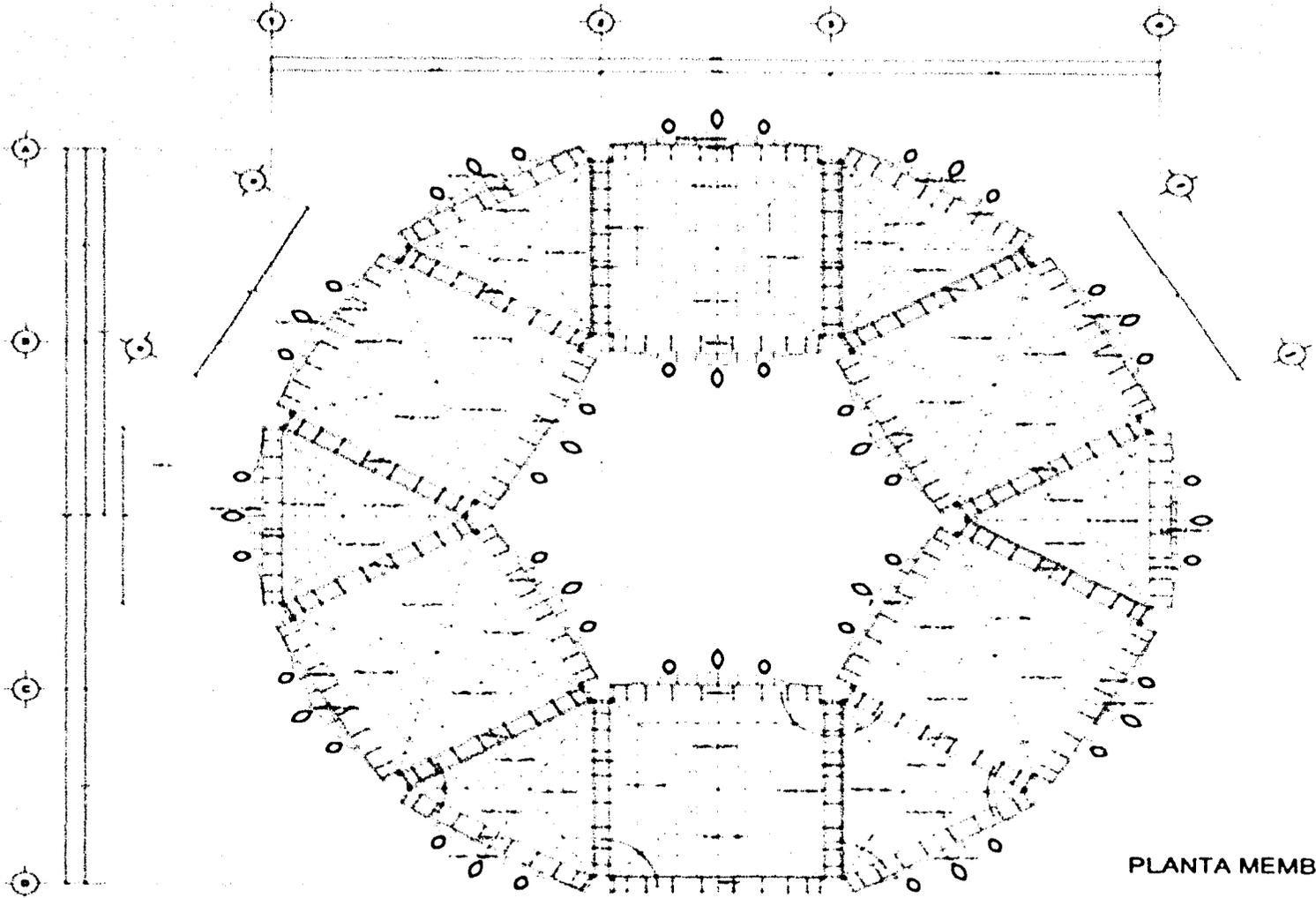
ISOMETRICO



ISOMETRICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBSERVACION E-29



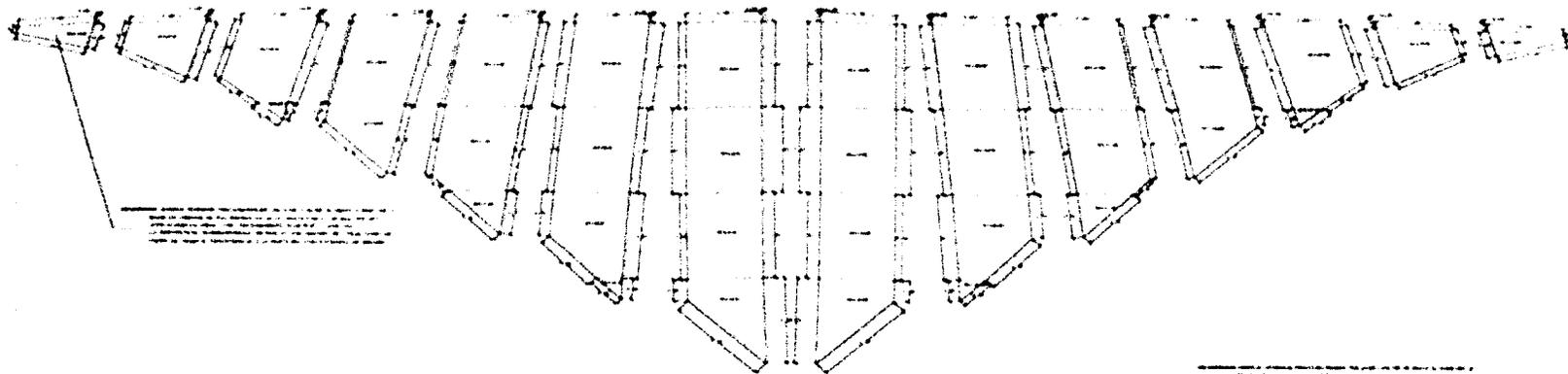
PLANTA MEMBRANA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

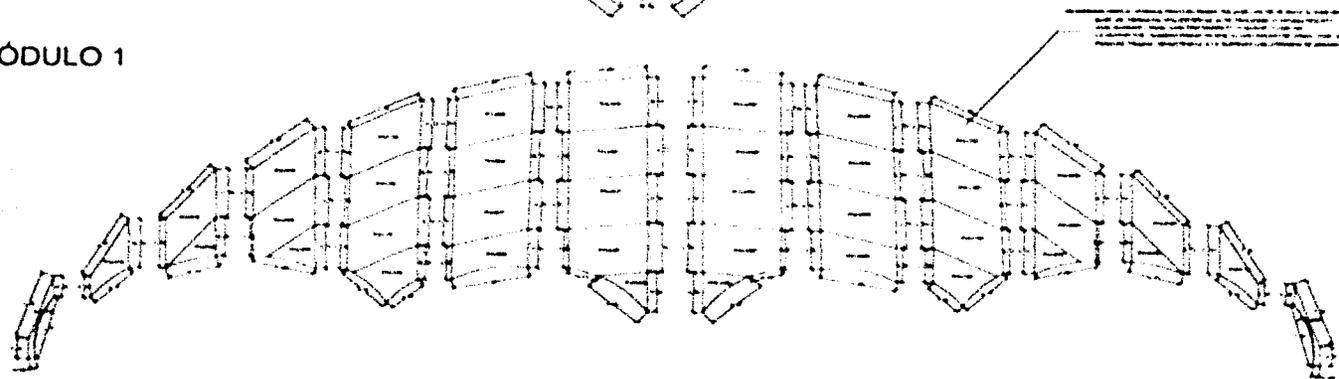
ROBERTA VILLARAC

E-32

A vertical strip on the right side of the page, containing a ruler-like scale at the bottom, the name 'ROBERTA VILLARAC' in the middle, and the code 'E-32' at the top. Above the name are several small, stylized symbols or icons.



PLANTILLAS MÓDULO 1



PLANTILLAS PUERTA



GRAPAS Nº PARA PASO DE CABLE EN RELIÑOS

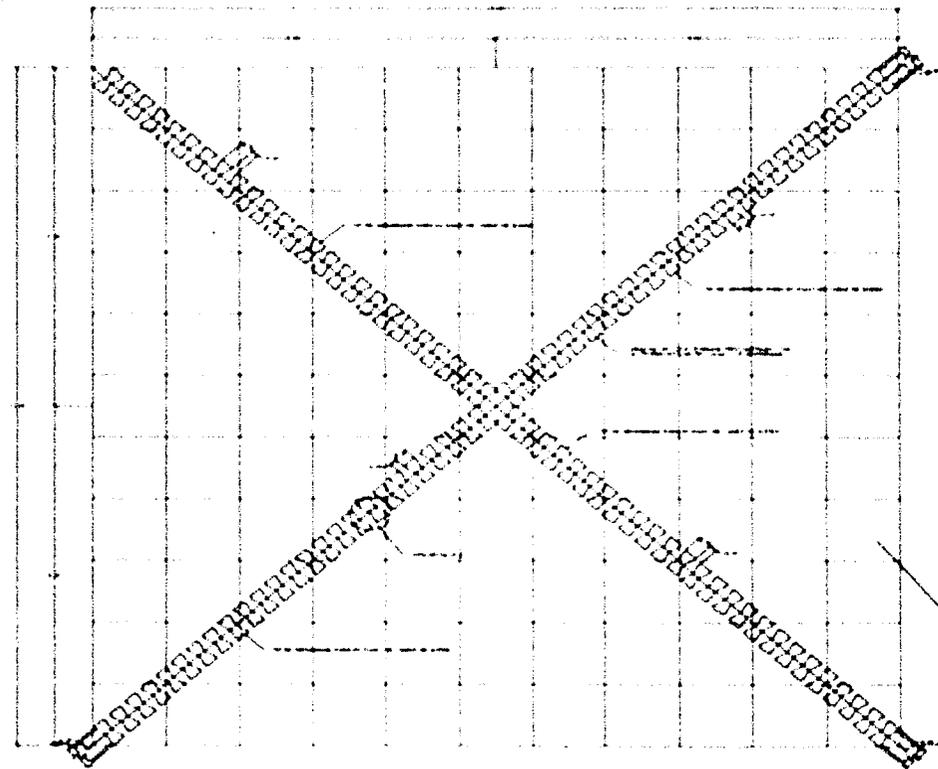
VER PLANO LO-3

NOTAS IMPORTANTES PARA EL CONSTRUCTOER

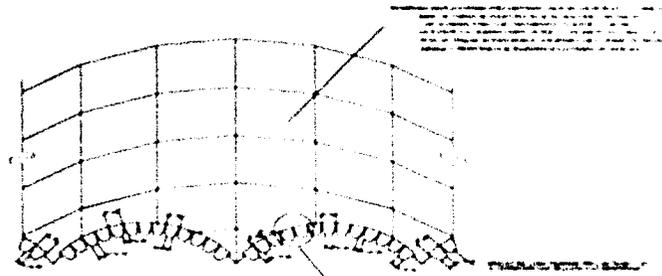
- 1. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 2. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 3. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 4. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 5. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 6. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 7. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 8. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 9. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.
- 10. Las plantillas deben ser instaladas en el orden indicado en el plano.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

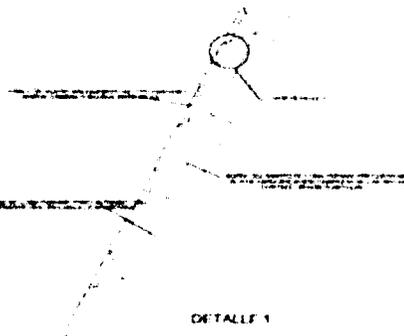




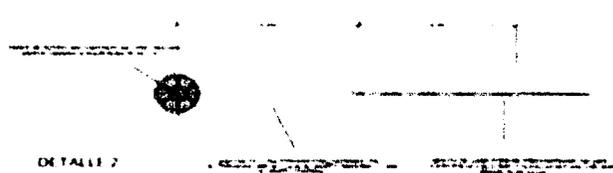
PLANTA UBICACIÓN DE GRAPAS
MÓDULO 1



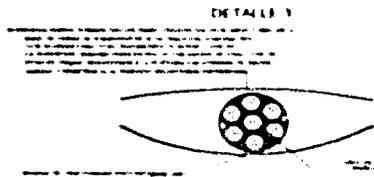
UBICACIÓN GRAPAS EN PUERTA



DETALLE 1



DETALLE 2



DETALLE 3

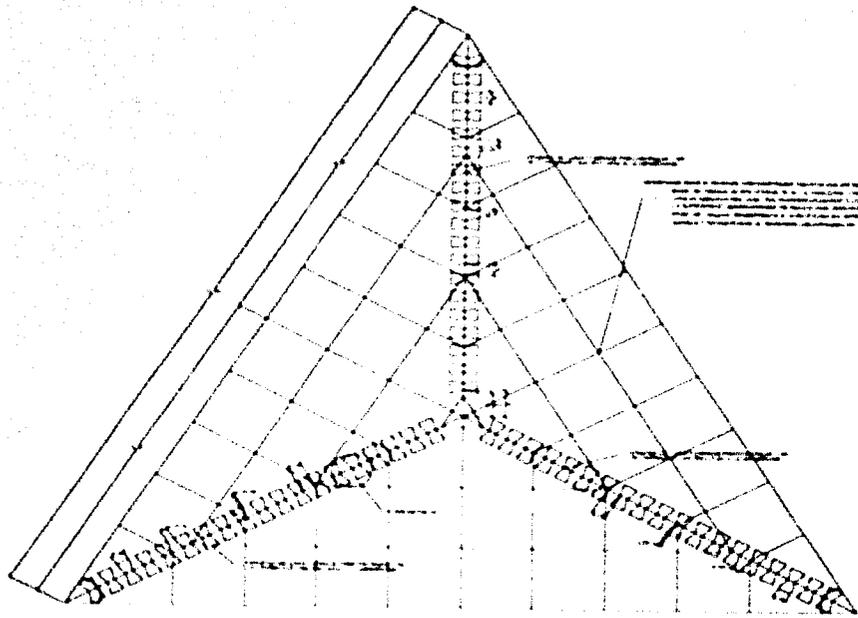
NOTAS IMPORTANTES PARA EL CONSTRUCTOR

1. Las grapas deben colocarse en la posición indicada en el plano de ubicación.
2. El espacio entre grapas debe ser el indicado en el plano de ubicación.
3. Las grapas deben colocarse en la posición indicada en el plano de ubicación.
4. El espacio entre grapas debe ser el indicado en el plano de ubicación.

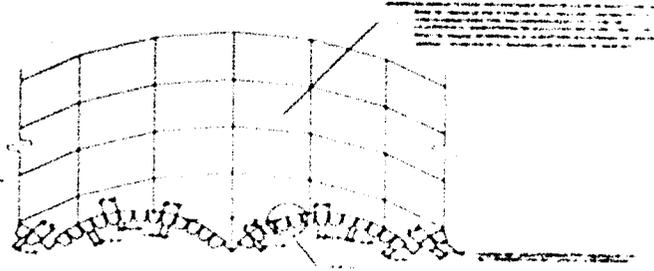
5. Las grapas deben colocarse en la posición indicada en el plano de ubicación.
6. El espacio entre grapas debe ser el indicado en el plano de ubicación.
7. Las grapas deben colocarse en la posición indicada en el plano de ubicación.
8. El espacio entre grapas debe ser el indicado en el plano de ubicación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

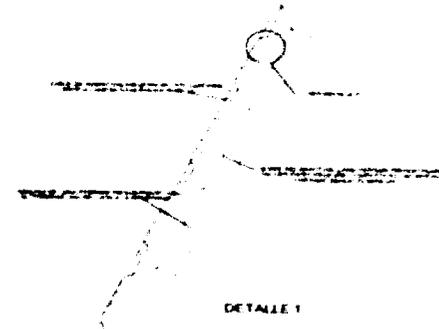




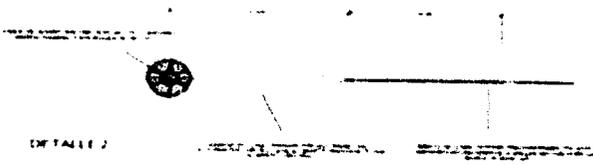
PLANTA UBICACIÓN DE GRAPAS
MÓDULO 2



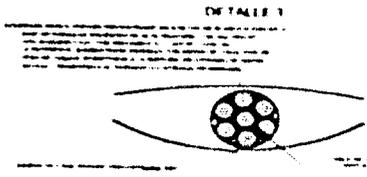
UBICACIÓN GRAPAS EN PUERTA



DETALLE 1



DETALLE 2

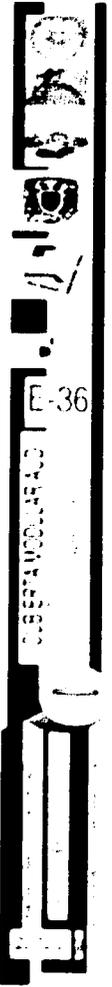


DETALLE 3

NOTAS IMPORTANTES PARA EL CONSTRUCTOR

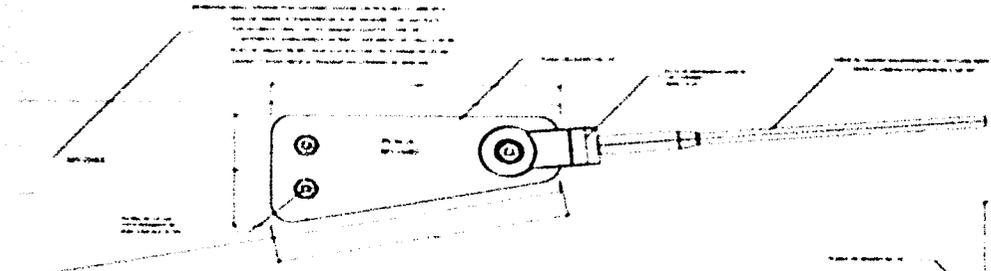
1. Las grapas deben instalarse en las líneas de la cuadrícula.
 2. El espaciado entre grapas debe ser de 100 mm.
 3. Las grapas deben instalarse en la parte exterior de la estructura.
 4. Las grapas deben instalarse en la parte superior de la estructura.
 5. Las grapas deben instalarse en la parte inferior de la estructura.
 6. Las grapas deben instalarse en la parte lateral de la estructura.
 7. Las grapas deben instalarse en la parte superior de la estructura.
 8. Las grapas deben instalarse en la parte inferior de la estructura.
 9. Las grapas deben instalarse en la parte lateral de la estructura.
 10. Las grapas deben instalarse en la parte superior de la estructura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

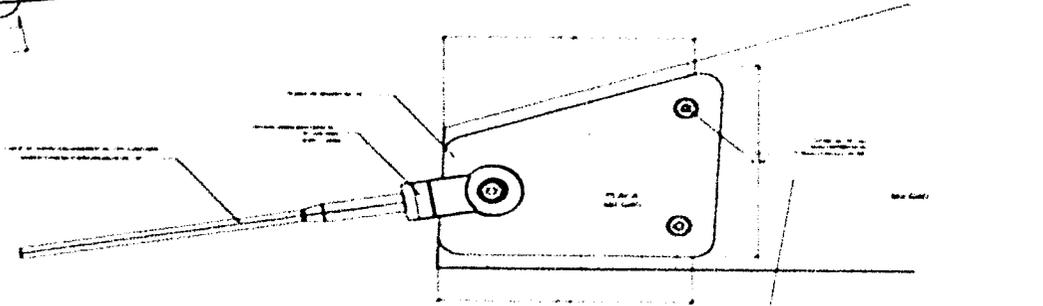
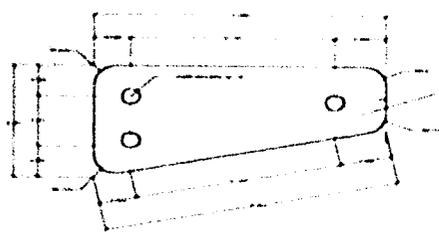


E-36
CUBETA MODULAR A.B.

ESTE DISEÑO ES UNA REPRODUCCIÓN DE UN DISEÑO ORIGINAL
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CUALQUIER USO QUE SE HAGA DE ESTE DISEÑO SIN
EL CONSENTIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CONSTITUYE UN DELITO PENAL Y CIVIL



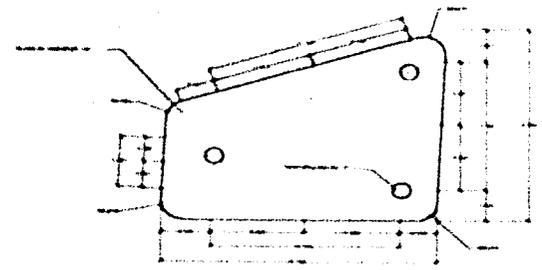
PLACA M1-G4D



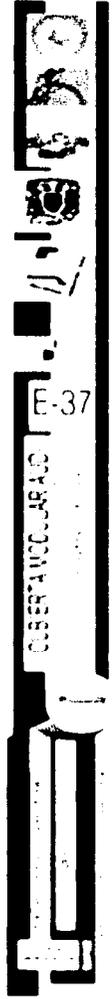
PLACA M2-G4D



CORTE ESQUEMÁTICO
UNIÓN DE PLACAS

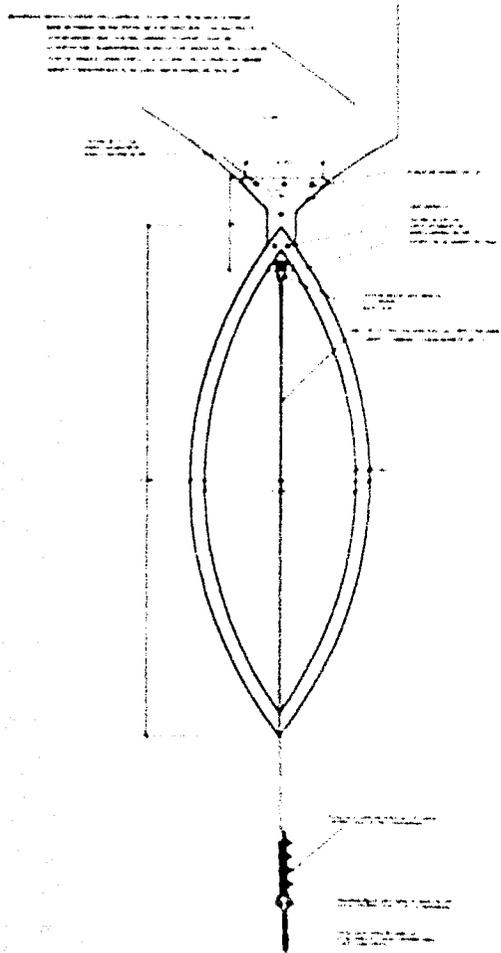


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

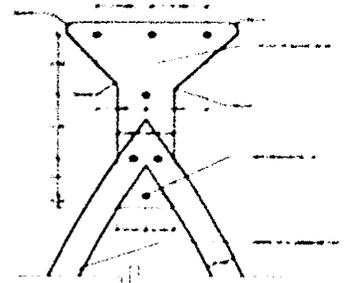


E-37

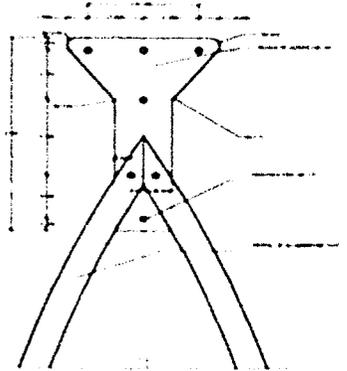
COBERTURA JARAU



DETALLE PLACA PU-C81



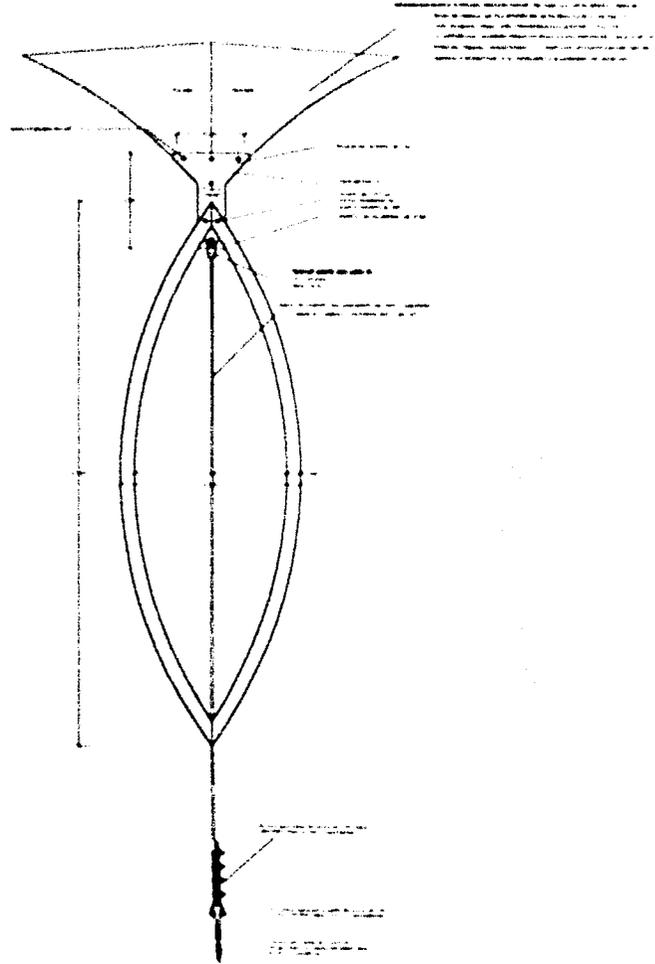
DETALLE 1



DETALLE 2



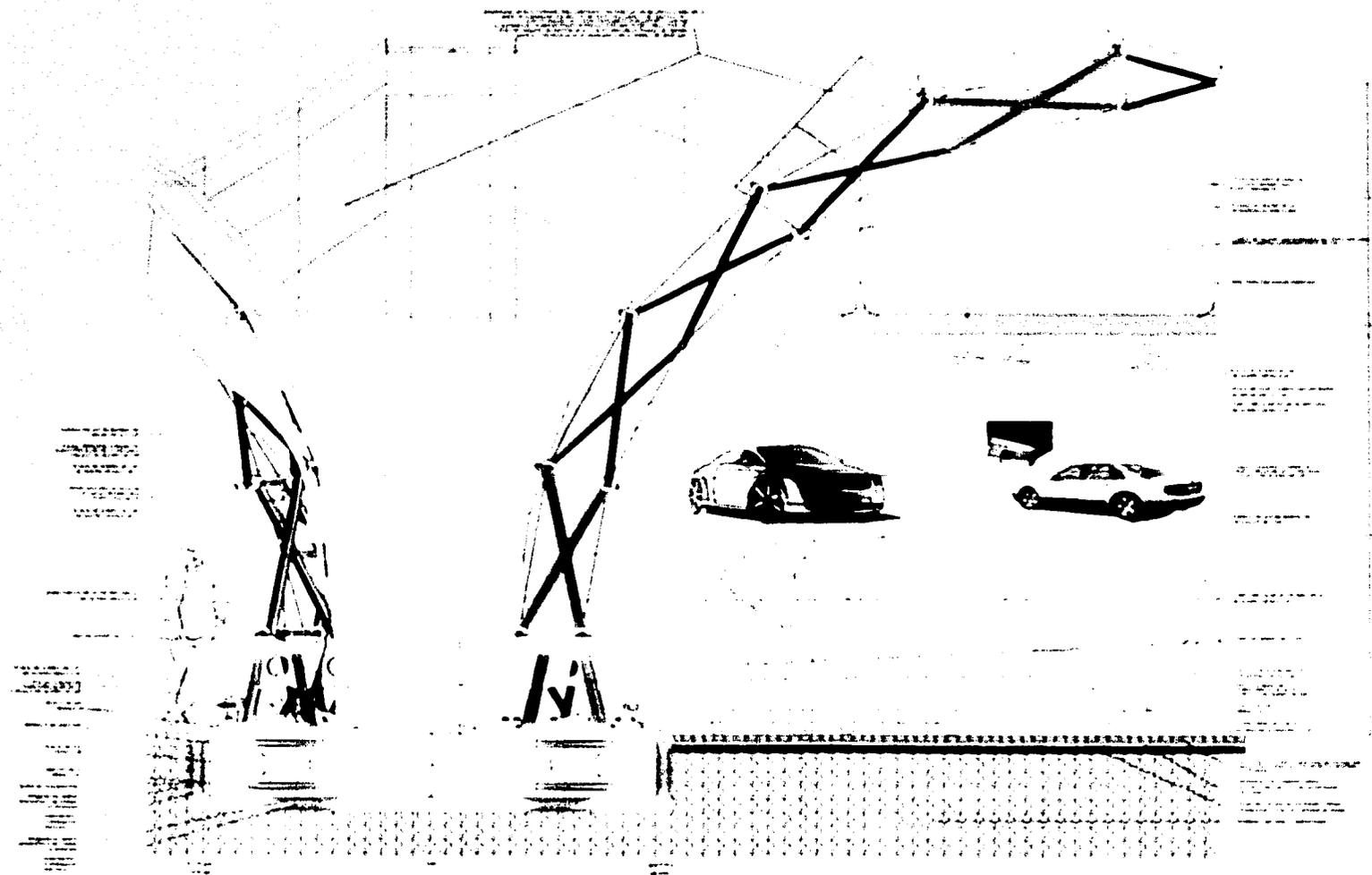
94



DETALLE PLACA PU-A9

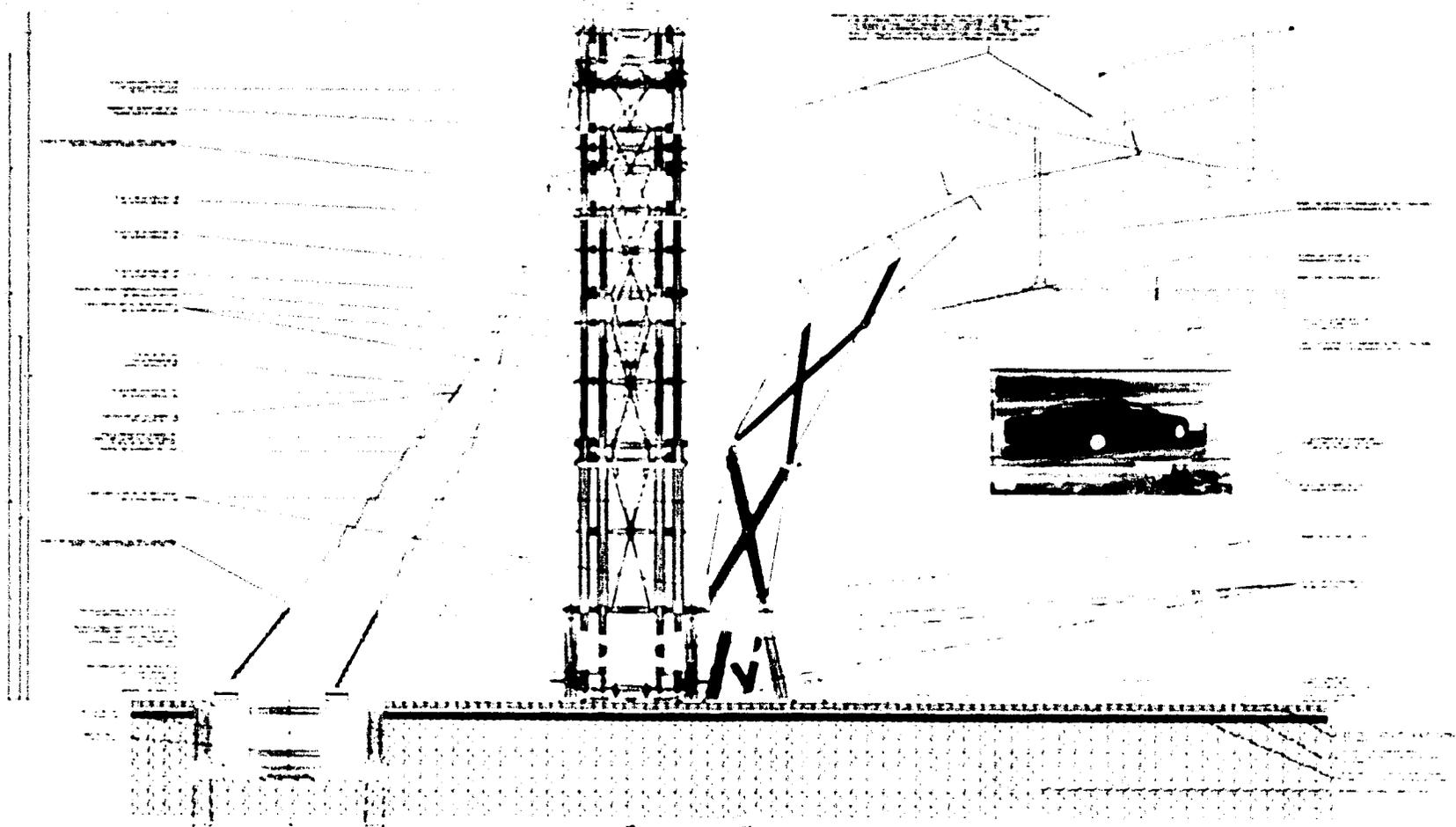
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

E-38
 BIBLIOTECA



CORTE POR FACHADA X-X'





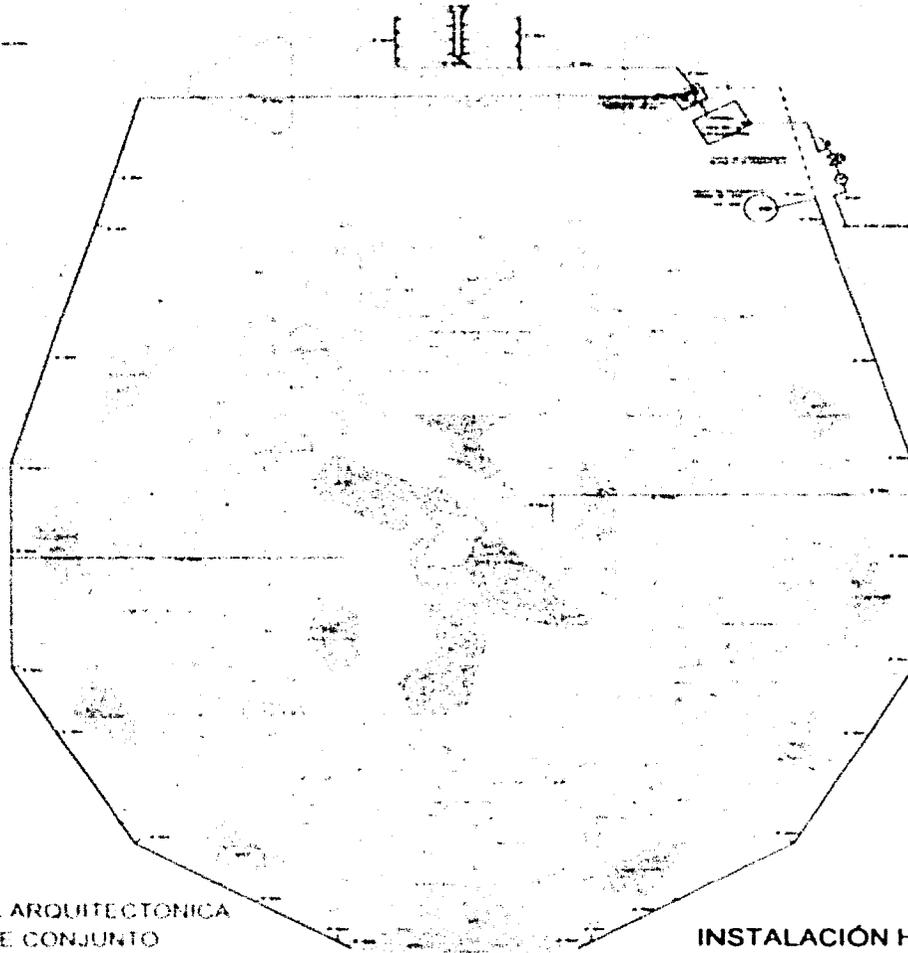
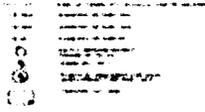
CORTE POR FACHADA Y-Y

96

TRABAJOS CON
FALDA DE ORIGEN

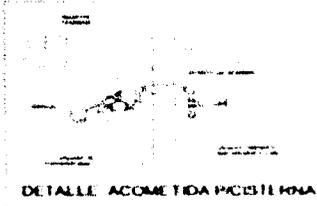


SÍMBOLOS



PLANTA ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO

INSTALACIÓN HIDRAULICA



DETALLE ACOMETIDA PISCINA



DETALLE 2 CONEXION DE TUBERIA A CISTERNA



ELEVACION DE TOMA

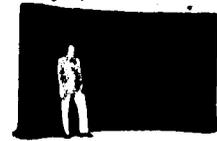
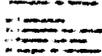
DETALLE 1A

PLANTA ALZADO DE TALLE TOMA DOMICILIARIA

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

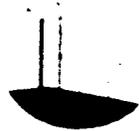


MODULO TIPO DE EXPOSICIÓN



CARTEL VERTICAL PARA EXPOSICIÓN

Problema del tipo de Exposición:



Problema del tipo de Exposición:



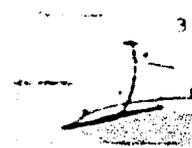
ORIGEN: TNA



PASO 1



PASO 2



PASO 3



PASO 4



MB-1

CUBETA VIGILADA P.D.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN