

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
UNIDAD ACADÉMICA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

ANDAMIO DE ALTURAS VARIABLES  
PARA EL MANTENIMIENTO  
AERONAUTICO

TÉSIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
DISEÑADOR INDUSTRIAL

PRESENTA

CARLOS FEDERICO TARRIBA UNGER



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

1.	<u>INTRODUCCION:</u>	
1.1	Origen del proyecto	1
1.2	Contexto de la industria aerea	1
1.2.1	Construcción de aeroplanos	1
1.3	Factores que han originado la diversidad de modelos aeronáuticos en la actualidad	2
1.3.1	Capacidad y alcance	2
1.3.2	Evolución tecnológica	2
1.3.3	Objetivos económicos y políticos de los países con industria aeronáutica.	4
1.4	Interdependencia tecnológica aeronáutica.	4
1.5	Mantenimiento aeronáutico	5
1.5.1	Requerimientos del hangar	6
2.	<u>ANTECEDENTES DEL PROBLEMA:</u>	9
2.1	Líneas aerocas comerciales de México	10
2.1.1.	Aeroméxico	10
2.2	Identificación de los problemas en el mantenimiento de flota de Aeromexico	11
3.	<u>ANALISIS DE LOS PRINCIPALES FACTORES EN EL MANTENIMIENTO</u>	
3.1	Análisis de procesos	13
3.1.1	Operaciones del movimiento de las naves en el aeropuerto y el hangar	13
3.1.2	Operaciones de mantenimiento en las diferentes zonas de los aviones.	17
3.2	Análisis de equipos	19
3.2.1	Aviones	19
3.2.2	Andamios de mantenimiento	22
3.3	Conclusiones del análisis:	28
3.3.1	Limitaciones de los andamios	28
3.3.2	Deficiencias en las operaciones.	29
3.3.3	Efectos socio-económicos de la utilización de los andamios existentes.	31
4.	<u>CRITERIOS DE DISEÑO</u>	35
4.1	Parámetros de innovación	35
4.1.1	Versatilidad	39
4.1.2	Mínimo de partes	39
4.2	Aspectos de mantenimiento	38
4.2.1	Disponibilidad de refacciones	38
4.2.2	Selección de materiales	38
4.3	Configuración general del andamio	39
4.4	Especificaciones de diseño	40

4.4.1	Función del producto	40
4.4.2	Sistemas asociados	43
4.4.3	Seguridad	44
4.4.4	Mercado	46
4.4.6	Materiales y procesos	47
4.4.7	Transportación y empaque	49
5.	<u>PROPUESTA DE DISEÑO</u>	49
5.1	Determinación de mecanismos de elevación	49
5.2	Propuesta del sistema completo de estructura plataforma elevable con rodamientos	50
5.3	Determinación de las secciones estructurales (Memoria de Cálculo)	57
5.4	Consideraciones estéticas	67
5.5	Ilustraciones de uso (fotografía de modelos)	71
6.	<u>PLANOS CONSTRUCTIVOS</u>	
6.1	Conjunto	
L.1	Vistas generales	73
L.2	Despiece general	74
6.2	Estructura:	
L.3	Mecanismo de elevación	
	Sujeción de escalera	75
L.4	Dimensiones y secciones en la base	76
L.5	Dimensiones y secciones en la torre	77
L.6	Dimensión y detalle de dirección	78
L.7	Rodamientos	79
L.8	Despiece de rodamientos y frenos	80
6.3	Andamio:	
L.9	Vistas generales del andamio	81
L.10	Estructura base del andamio	82
L.11	Detalles constructivos del andamio	83
L.12	Cortes	84
L.13	Piso superior de andamio y sistema antivibración	85
6.4	Plataforma y mecanismo de desplazamiento	
L.14	Corte y detalle lateral	86
L.15	Corte frontal y detalle de guías	87
L.16	Dimensiones y secciones plataforma y rodamientos	88
L.17	Despiece mecanismo	89
6.5	Guías:	
L.18	Localización en planta, dimensiones y secciones	90
L.19	Despiece de guías	91
6.6	Mecanismo de seguridad:	
L.20	Dimensiones y secciones	92
L.21	Despiece	93
7.	ESPECIFICACIONES DE PIEZAS EN BASE A DESPIECES	94
8.	PESO DEL CONJUNTO Y ESTIMACION DE COSTOS	101
9.	BIBLIOGRAFIA Y CITAS	

# I. INTRODUCCION

## 1.1 ORIGEN DEL PROYECTO

El siguiente proyecto se realizó en colaboración con una empresa estatal de servicio aéreo, por medio de un convenio - existente entre la Universidad Nacional autónoma de México, Escuela de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura, y la Compañía Aeroméxico.

La perspectiva inicial de este convenio fué la de introducir parámetros del Diseño Industrial como generatriz de alternativas para los problemas y necesidades de las operaciones y equipos de mantenimiento aeronáutico.

## 1.2 CONTEXTO DE LA INDUSTRIA AEREA.

1.2.1 Construcción de aeroplanos: la construcción de aeroplanos consiste en el diseño y producción de estructuras, motores, mecanismos e instrumentos de navegación y seguridad, los cuáles se integran en una unidad de tal manera que se cumpla el principio de sustentación en el aire. Este principio se presenta cuando se efectúa una diferencia de presión en las alas del aeroplano provocada por el impulso creado por la fuerza de los motores.

Los alcances del aeroplano en cuanto a capacidades de carga, velocidad y maniobrabilidad, están directamente relacionados al desarrollo industrial-tecnológico existente en los países constructores, los cuales modifican los elementos integrantes del avión en relación al uso al que será destinado dicho aeroplano, ya sea comunicación, carga, estudio, defensa, producción agrícola.

La industria aérea tiene un carácter internacional bastante amplio debido al gran fomento que ha tenido la interdependencia internacional entre las empresas de este tipo y a la participación de las aeronaves producidas en el tráfico aeronáutico internacional.

El marco de referencia para el proyecto son los aviones destinados a la transportación de personas y carga, denominados aviación comercial.

### 1.3 Factores que han originado la diversidad de modelos aeronáuticos en la actualidad.

1.3.1 Capacidad y alcance: cada modelo de avión está diseñado y proporcionado de acuerdo a las capacidades de carga y a la distancia de recorrido a la que será sometido, ya sea de carácter regional, continental o intercontinental. Para cada uno de los casos se construyen aviones de pequeño, mediano y largo alcance, esto se refleja directamente en las dimensiones y proporciones de toda la diversidad de aviones comerciales en el mundo. Ver figura # 1.

1.3.2 Evolución Tecnológica: es otro factor por lo cual los modelos de avión se han venido modificando, ejemplo de ello es el paso tecnológico de los motores de pistón a los turbo reactores. Actualmente se trabaja en la optimización de los elementos funcionales del aeroplano en función a obtener un mayor rendimiento en general. Uno de estos elementos es la estructura que tiende a aligerarse cada vez más, conservando el óptimo en cuanto a resistencia, esto se logra por medio de nuevas aleaciones y por el análisis de las secciones implicadas.

Otra aplicación de los adelantos tecnológicos es la utilización de equipo electrónico, en el rendimiento de los turbo reactores y en los mecanismos de operación en general (Flaps, estabilizadores, tren de aterrizaje, sistema hidráulico, enfriamiento).

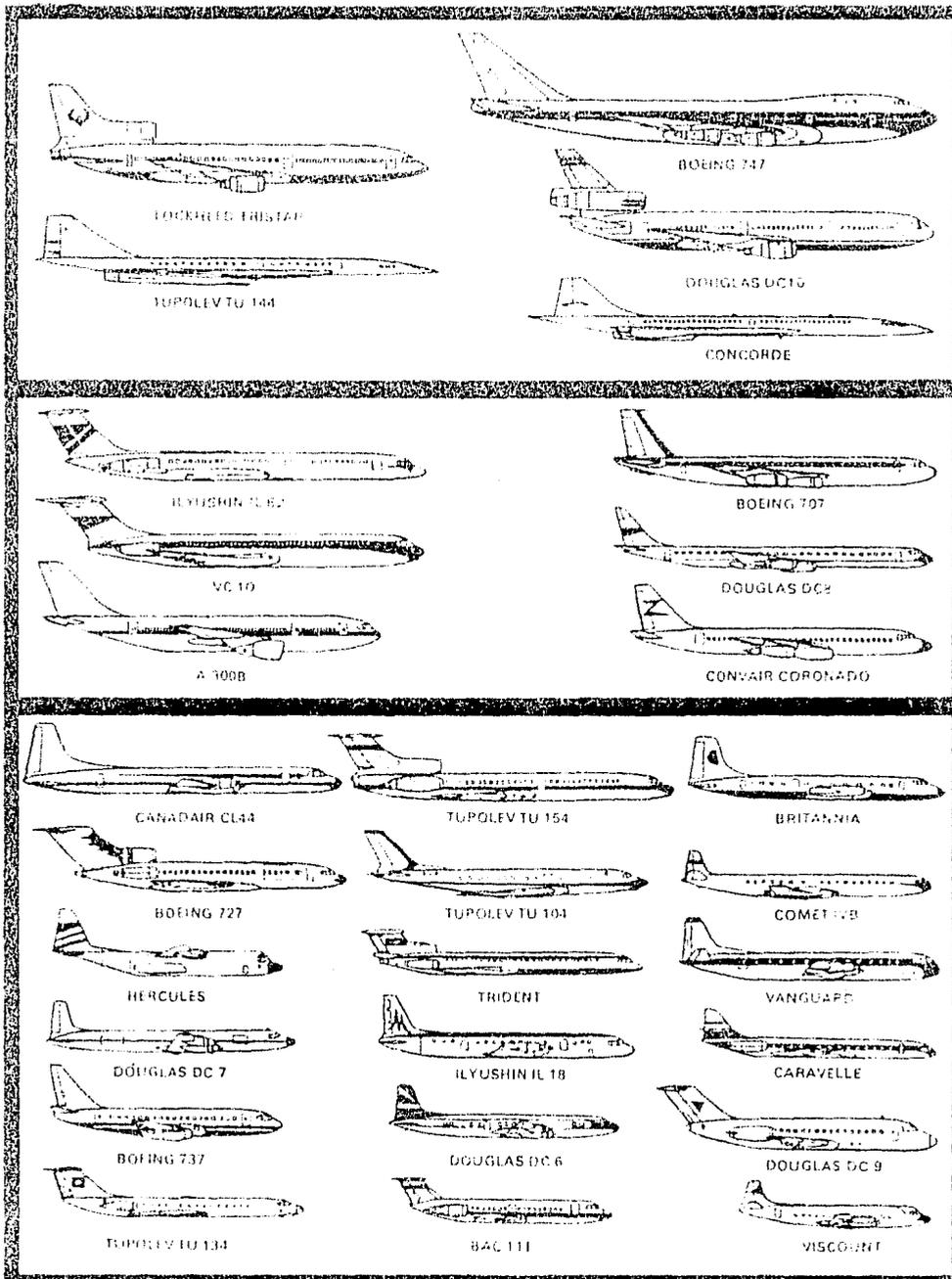


FIGURA N° (1)

1.3.3 Objetivos económicos y políticos de los países con Industria Aeronáutica: Las diferentes industrias constructoras de aviones comerciales, desarrollan modelos con características particulares. En el caso de los países capitalistas, -- esto se traduce en una diversidad de modelos con similitudes tanto en sus capacidades en general como en los recursos tecnológicos -- empleados, sin embargo, la diferencia radica en las características de diseño.

Un ejemplo de esto es el caso de las compañías Boeing y Mc. Donall Douglas que fabrican respectivamente los aviones del tipo " 727 " y " DC-9 ". Ambos poseen similar capacidad de carga y alcance además de utilizar el mismo tipo de motor Pratt & Whitney JT 8 D.

En el caso de los países socialistas, la diversidad de modelos está dada por las capacidades que se requieran y por el desarrollo tecnológico con que se cuente, de hecho en la Unión Soviética existe un ministerio de la Industria Aeronáutica , único caso en el mundo ( 1 ).

#### 1.4 INTERDEPENDENCIA TECNOLÓGICA AERONAUTICA.

El desarrollo y producción de naves comerciales para transportación de pasajeros y carga requiere, como se ha señalado, de una infraestructura industrial y tecnológica bastante desarrollada en el contexto mundial. La construcción de aeroplanos está supeditada a países que cuentan con tal infraestructura que son, en primer lugar los Estados Unidos de Norteamérica que domina el 90% del mercado aeronáutico occidental. Debido a esto, la comunidad económica europea se pronunció por la integración de las industrias aéreas en una gran comunidad de fabricación de motores y en dos de construcción de células de avión. Esta unión la componen Francia, Italia, Alemania Occidental y Reino Unido. Otros países con fábricas de aviones son Holanda, Suecia, y Canadá que en algunos casos los fabrican con licencia Norteamericana. ( 1 )

Entre los países socialistas, la más importante industria de este tipo se encuentra en la URSS que después de la segunda Guerra Mundial formó una de las mayores industrias de aviación en el mundo. Le siguen la República Popular China y Checoslovaquia. ( 1 )

Entre países capitalistas y socialistas, distribuyen los aeroplanos en forma de productos en el caso de que algún país -- dependiente de este servicio tenga la capacidad económica y la relación política necesaria como para hacerlo.

#### 1.5 MANTENIMIENTO AERONAUTICO.

Dentro de la infraestructura aérea, el mantenimiento desempeña un trabajo muy importante ya que garantiza la duración útil del aeroplano y la seguridad de pasajeros y usuarios.

Para esto se requiere de instalaciones, equipo y personal calificado para la supervisión y operación de los elementos funcionales del avión en general, llevando un control de las revisiones, -- ajustes y reparaciones a los cuales el aeroplano debe ser sometido, todo esto en base a las especificaciones de los constructores.

Por lo general estas instalaciones y estos trabajos se realizan en los aeropuertos con mayor tráfico, que es precisamente -- donde las líneas aéreas construyen las bases de mantenimiento.

Los países que cuentan con flotas aéreas de precedencia extranjera, tienden a implementar instalaciones y equipo necesario haciendo uso de los recursos propios de la región, utilizando materiales y recursos técnicos disponibles para garantizar el mantenimiento constante de los aviones.

Estas instalaciones deben ir acorde a las características del trabajo y al tipo de modelo de avión que se utilice, con esto se evita la necesidad de reparar o revisar los aeroplanos en los países de donde es originario y la dependencia en relación a los proveedores se reduce a refacciones y reparaciones -- especiales de piezas.

1.5.1 Requerimientos de hangar: la siguiente lista describe todos los elementos necesarios para formar un equipo de mantenimiento completo. ( 10 )

- I.- Hangar consistente en una estructura-bóveda cubierta.
- 1.2.- Estantes de trabajo y bancos
- 1.3.- Cadenas y grúas de carga y transportación.
- 1.4.- Fosas de servicio de energía eléctrica, neumática y combustible.
- 1.5.- Aparejos de desembarco.

## 2.- Estructuras y andamios.

- 2.1.- Andamios de mantenimiento al aeroplano de uso agilizado.
- 2.2.- Andamios para estaciones prolongadas.
- 2.3.- Circulación del equipo (pasillos).
- 2.4.- Estructura para el lavado del aeroplano.
- 2.5.- Estructura de protección para motores encendidos y supresores de ruido.

## 3.- Soportes:

- 3.1.- Soporte para llantas y frenos.
- 3.2.- Soporte para generador eléctrico y motor auxiliar del aeroplano (motor de arranque APU).
- 3.3.- Soporte para hojas de metal (laministeria del fuselaje).
- 3.4.- Instrumentos y refacciones que requieran de instrumentos especiales.

3.5.- Interiores y asientos.

3.6.- Limpiadores del avión.

4.- Componentes de las secciones del overhaul (servicio mayor de hangar).

4.1.- Laministería

4.2.- Equipo de Limpieza.

4.3.- Pintura

4.4.- Placas

4.5.- Soldadura.

4.6.- Tratamientos térmicos.

4.7.- Máquinas herramientas.

4.8.- Equipo Hidráulico.

4.9.- Equipo Neumático.

4.10- Accesorios Mecánicos.

4.11- Componentes combustibles.

4.12- Aparejos de estación.

4.13- Llantas y frenos.

4.14- Turbinas/fuentes de poder (taller de motores).

a) remplazamiento de módulos.

b) remplazamiento total.

c) Celda de pruebas para motores reparados.

4.15- Fuente de poder auxiliar.

4.16- Baterías.

4.17- Equipo eléctrico (no especializado)

4.18- Equipo de componentes eléctricos.

4.19- Estante de componentes de instrumentación.

a) comunicación.

b) navegación.

4.20- Instrumentos eléctricos.

4.21- Instrumentos mecánicos.

4.22- Botellas de gas ) O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>.

4.23- Asientos e interiores.

4.24- Laboratorio de pruebas.

5.- Secciones de repertorio (almacenes).

- 5.1.- Repuestos del aeroplano.
- 5.2.- Material combustible
- 5.3.- Material consumible
- 5.4.- Herramientas especiales.
- 5.5.- Recepción y control de salidas de material.

6.- Oficinas de administración y facilidades auxiliares.

- 6.1.- Oficinas de administración del mantenimiento.
- 6.2.- Oficinas de apoyo en el mantenimiento.
- 6.3.- Oficinas de control de calidad y seguridad.
  - a) Oficinas.
  - b) Librerías.
- 6.4.- Oficinas de Ingeniería.
- 6.5.- Representaciones manufactureras.
- 6.6.- Servicios de computación.
- 6.7.- Seguridad.
- 6.8.- Dispensario Médico.
- 6.9.- Baños y lockers.
- 6.10- Talleres auxiliares:
  - a) carpintería
  - b) eléctrico
  - c) Sistemas mecánicos.
  - d) pintura
  - e) estructuras
  - f) mantenimiento de vehiculos.

7.- Area de estacionamientos.

8.- Utilidades.

- 8.1.- Electricidad, agua, negras, teléfonos, aire comprimido, protección al fuego. (10 )

## 2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Actualmente todo país se vé en la necesidad de mantener relaciones de interdependencia con otras naciones por lo que debe contar, entre otras cosas, con una infraestructura de comunicaciones y transporte que le permita la participación en el intercambio internacional.

La aviación viene a ser un medio de transporte que satisface eficazmente estas demandas debido a la velocidad y seguridad que ofrece. El papel que este medio desempeña en el desarrollo económico, y como consecuencia en la infraestructura aeroportaria es de gran importancia ya que permite conectar los diferentes centros turísticos, industriales y comerciales con otros lugares nacionales o del exterior.

En el inicio de la aviación, las compañías operadoras construían sus propios aeropuertos ya que los aviones de la época por su tamaño, no requerían instalaciones complejas, de esta manera, los primeros aviones utilizados para establecer el transporte aéreo como servicio, requirieron instalaciones mínimas consistentes en un llano nivelado y alguna pequeña caseta. ( 2 )

En la medida en que se comenzaron a adquirir unidades aéreas mayores en cuanto a peso de la unidad, capacidad y carrera de desague - aterrizaje, fué necesario hacer más complejas las instalaciones aeroportuarias como son las características técnicas de la pista, zonas de maniobras, plataformas, edificios, instalaciones de servicio y los hangares de mantenimiento. ( 2 )

En el caso del aeropuerto internacional de la Cd. de México, se maneja poco más del 40% del total del tráfico aéreo comercial nacional e internacional del país y es donde se encuentran las bases de mantenimiento de las principales líneas aéreas nacionales.

## 2.1 Líneas aéreas comerciales de México.

El equipo de transporte aéreo que opera en los aeropuertos del país, está integrado por unidades de las dos más grandes compañías nacionales: Mexicana de Aviación y Aeroméxico. En el caso de Mexicana de Aviación, esta compañía cuenta con un equipo de turborreactores de 35 unidades con 5074 plazas, estas unidades son de la serie Boeing 727. ( 2 )

Por su parte Aeroméxico cuenta con 38 unidades adquiridas en el Mc. Donall Douglas.

Operan además, cinco empresas alimentadoras con aviones del tipo DC-6, DC-4, DC-3 y HS-748, con capacidad promedio de cuarenta pasajeros por unidad. Operan también 73 taxis aéreos que son unidades con pocas plazas que dan servicio a nivel nacional a particulares, así como 8 empresas de servicios especializados para trabajos de investigación y recreación. ( 2 )

Los servicios a las zonas rurales son prestados por 62 pequeñas empresas que operan rutas cortas, generalmente comunican a las capitales de provincia con zonas marginadas o pequeños poblados. Con estas mismas características hay 36 taxis de -- cobertura regional. En ambos casos el equipo está integrado por aviones pequeños, generalmente de un solo motor. Los concesionarios y permisionarios de estos servicios aéreos cuentan con alrededor de 450 aeronaves. ( 2 )

### 2.1.1. AEROMEXICO

Una vez descrito el contexto de la industria aérea y el marco general de la aviación comercial en México, se prosigue a describir las características de la empresa estatal Aeroméxico que es el lugar donde esta Tesis de Diseño Industrial desarrolla sus alternativas dentro del area de mantenimiento aeronáutico.

Aeronaves de México, hoy Aeroméxico, fué fundada oficialmente el 14 de septiembre de 1934 con un avión para cinco plazas. Aeronaves de México incrementó su flota y rutas con la incorporación de siete pequeñas líneas aéreas. (11)

En 1959 se incorporó al patrimonio nacional por Decreto Presidencial y ese mismo año empezó a adquirir equipo de la Douglas que ha venido actualizando hasta la fecha. (11)

En la actualidad Aeroméxico aporta una red de más de 79 000 Km sirviendo a 41 ciudades de México, E.U., Europa, Centro y Sudamérica, atendidos por un equipo humano de poco más de 8 000 trabajadores. (11)

## 2.2 Identificación de los problemas en el mantenimiento de la flota de Aeroméxico.

Cuándo alguna compañía aérea empieza a expandir sus servicios por medio de la adquisición de nuevos aeroplanos, se requiere de la misma manera una ampliación en la infraestructura del mantenimiento de aviones. Para esto se debe contar con un espacio suficiente que permita dar servicio a la cantidad de aviones con que se cuente, incluyendo el equipo de mantenimiento en general. ( ver requerimiento del hangar, pag 6).

Dentro de una planeación preliminar se prosigue de la siguiente manera:

- a.- Nivel de requerimientos para:
  - . dentro del aeroplano
  - . componentes fuera del aeroplano
- b.- Recursos Técnicos existentes
  - . recursos técnicos necesarios.

- c.- Programas para compensar los recursos técnicos existentes con los necesarios.
  - . Facilidades de operación
  - . Equipo
  - . Fuerza Humana
  
- d.- Costos e inventarios para la estimación del programa.

Actualmente, uno de los problemas que más afecta al aeropuerto de la Ciudad de México es la saturación del transporte aéreo. Esto se refleja en el nivel de requerimientos de las compañías aéreas que dan mantenimiento a sus aviones en dicha ciudad. Como consecuencia, la nueva política de las compañías aéreas en México es la descentralización de sus bases de mantenimiento por medio de la instalación de equipo y personal calificado en las principales ciudades de provincia.

Otro factor que contribuye a la saturación de los espacios en los hangares de mantenimiento son los andamios los que ocupan un gran espacio y tienen problemas de versatilidad.

Otra limitante en los recursos de mantenimiento es el empleo de equipo de mantenimiento importado que ocasiona problemas de refacciones y de costos en la adquisición debido a la situación económica nacional.

Para lograr particularizar las características de estos problemas, se desarrolló un análisis de operaciones y del equipo de acceso al fuselaje del avión.

### 3. ANALISIS DE LOS PRINCIPALES FACTORES EN EL MANTENIMIENTO.

#### 3.1.- Análisis de Procesos

##### 3.1.1.- Operaciones del Movimiento de las Naves en el Aeropuerto y el Hangar.

Las operaciones de mantenimiento que giran en torno a los aviones son similares en la mayoría de los aeropuertos internacionales. Las diferencias entre uno y otro radican en la disponibilidad de recursos con los que cuenta cada uno. En el caso del aeropuerto Internacional Benito Juárez, se les dá mantenimiento a todos los aviones que arriven sin importar la línea aérea a que pertenecen. Este mantenimiento es realizado por personal de Aeroméxico o Mexicana según el tipo de avión de que se trate y por un técnico de la propia línea. Por ejemplo, Aeroméxico da mantenimiento en el aeropuerto a aviones de la Texas Internacional, de la KLM, o de IBERIA entre otras, sin embargo cuando el servicio de mantenimiento que requieren los aviones es muy intensivo, se procede a remorcarlos a los hangares bases de mantenimiento. Esto sucede diariamente con los aviones de Aeroméxico y Mexicana, debido a los servicios de mantenimiento en pernocta, y muy esporádicamente con los aviones de líneas aéreas extranjeras. Los respectivos hangares de Aeroméxico y Mexicana - - están ubicados en puntos opuestos entre sí, quedando en medio de ellos el aeropuerto. Este se encuentra alejado por razones de seguridad y tráfico de aviones y para evitar el congestionamiento de unidades.

La secuencia de operaciones a que se ven sometidos los aviones para recibir mantenimiento en hangar, comprenden cinco etapas, las cuales han sido formuladas a iniciativa personal para facilitar su análisis. Estas etapas son las siguientes:

- a) Llegada del avión a la Ciudad de México.
- b) Acarreo del avión al hangar.
- c) Diagnóstico de falla.



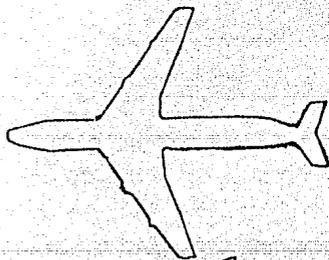
El mantenimiento en el hangar comienza en la 4a. operación de la etapa "b", del cuál se presenta el siguiente diagrama de recorrido:

### S I M B O L O G I A

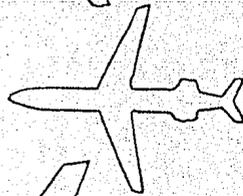
-  Operación
-  Transporte
-  Espera
-  Inspección

-----  
Movimiento del Tractorista

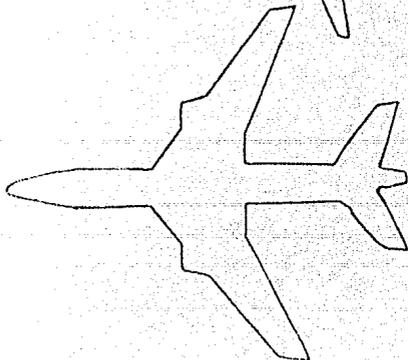
-----  
Movimiento de los mecánicos



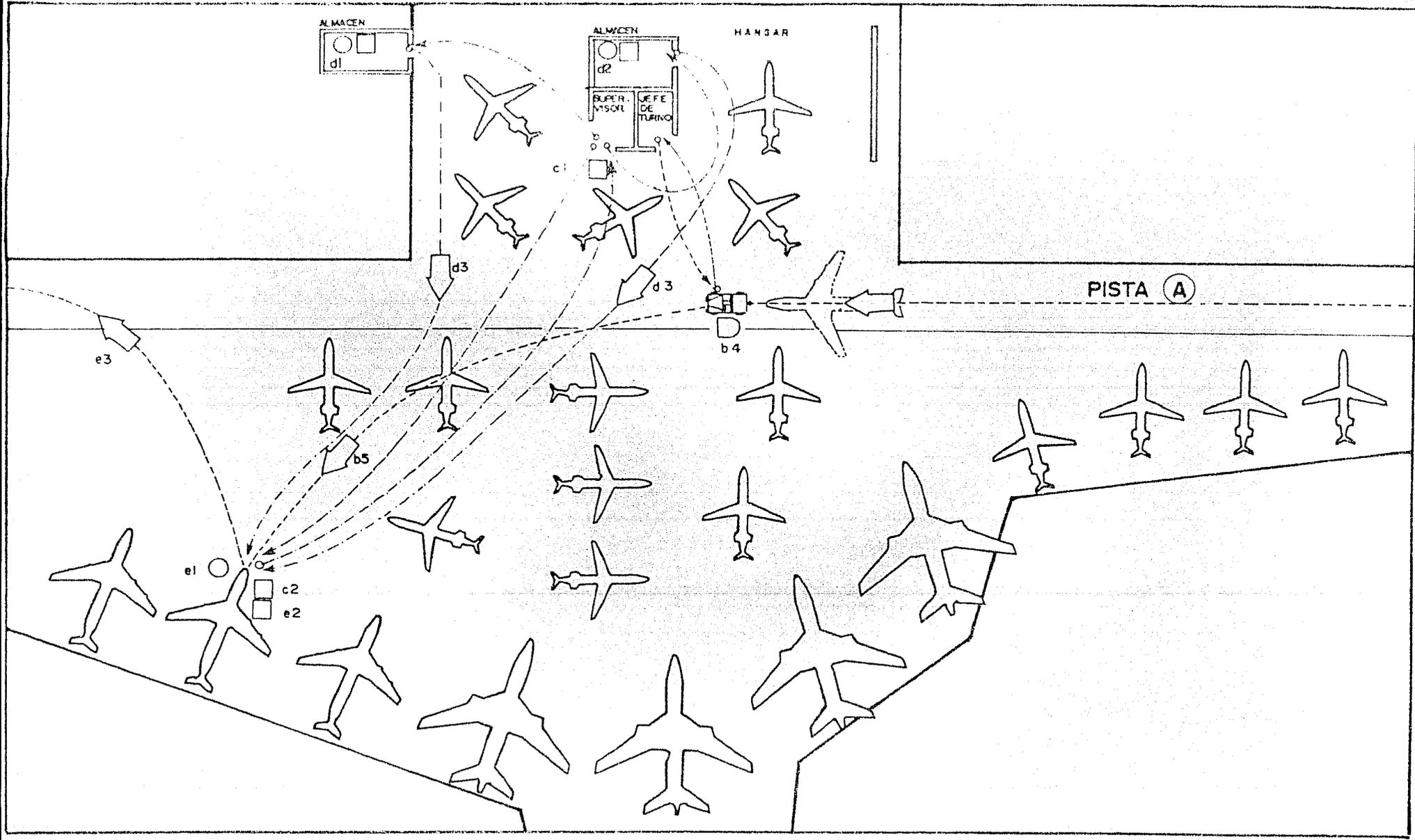
Avión DC-8



Avión DC-9



Avión DC-10



3.1.2.- Operaciones de mantenimiento  
en las diferentes zonas de  
los aviones:

Por cada modelo de avión, existen zonas específicas de trabajo que se pueden identificar en la figura (2), donde se tomó como ejemplar un avión tipo DC-9. Más adelante se analizan los andamios utilizados para tener acceso a las diferentes zonas.

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1. Fuselaje:<br>revisión<br>pulido<br>pintado<br>laministería<br>remachado.  | 2. Parabrisas:<br>renovación<br>lavado<br>revisión         | 3. Domo-radar<br>revisión<br>reparación                          |
| 4. Tren de aterrizaje<br>delanteros y traseros.<br>Mecanismo Hidráulico<br><br>revisión<br>cambio<br>ajustes<br>Frenos<br>cambio<br>revisión<br>Llantas (cambio) | 5. Alas<br>Mecanismos de<br>Flaps<br>Tanque de combustible | 6. Turbinas<br>Cambio de Turbina.<br>Revisión General<br>reversa |
| 7. A P U<br>(motor auxiliar)<br>cambio<br>revisión<br>ajustes  | 8. Estabilizadores:<br>mecanismos<br>laministería          | 9. Empenaje<br>mecanismos<br>laministería<br>pintura             |

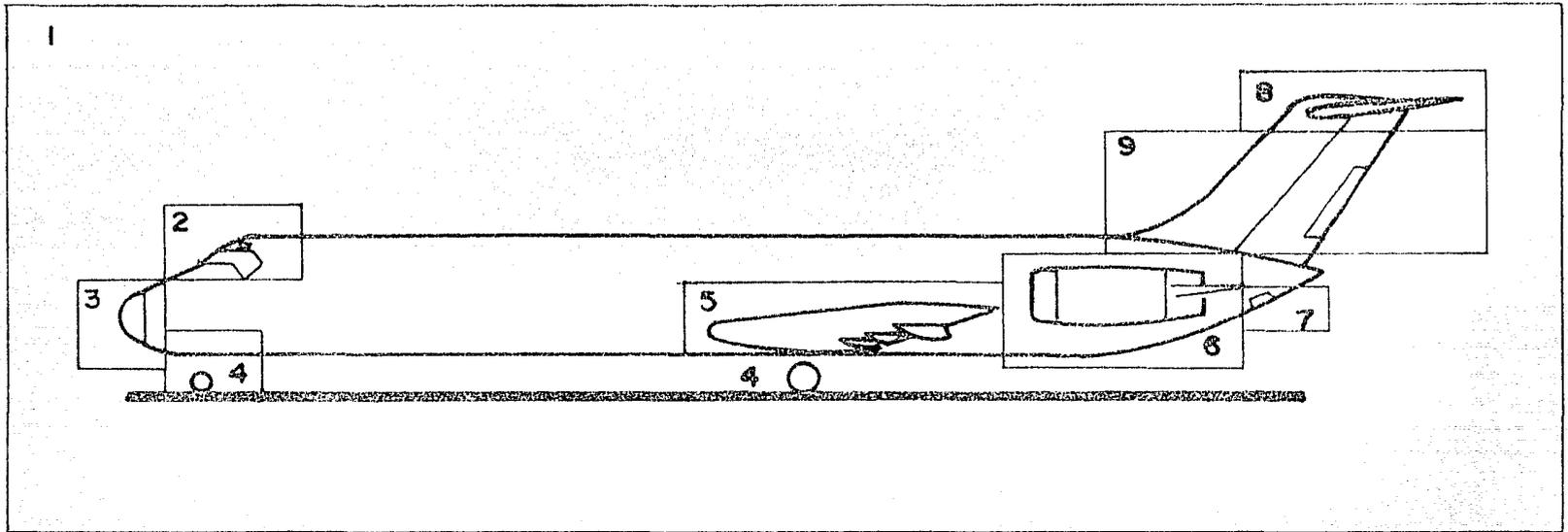


DIAGRAMA DE ZONAS DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

figura 2

## 3.2 ANALISIS DE EQUIPOS

### 3.2.1. AVIONES

La adquisición de modelos de aviones por parte de Aeroméxico responde directamente a las perspectivas y políticas de expansión en cuanto a rutas y transportación de carga y pasajeros. Se considera para la adquisición de modelos las siguientes características:

- a) Capacidad de carga
- b) Alcance sin escalas
- c) Rentabilidad de operaciones

La política actual de adquisición de naves en Aeroméxico ha sido el unificar toda la flota en una sola marca que es la Mc. Donnell Douglas. Esto trae consigo una simplificación de operaciones en lo referente a manejo de inventarios en refacciones, herramientas y equipos para mantenimiento. ( Y )

La flota de aviones de Aeroméxico se presenta en la siguiente tabla:

MODELO	No. EXIST.	PASAJEROS POR AVION	TIPO DE VUELO	CARACTERISTICAS DEL AVION.
DC-8- 51	5	153	Regional	Por discontinuar debido a sus altos costos de operaci3n.
DC-9- 80	4	155	Regional	Nave muy eficiente
32	17	115	preferente_mente continental	Nave eficiente
	8	85		Nave eficiente
DC-10-30	2	301	Interconti-nental pre-ferentemente	Muy eficientes
TOTAL DE NAVES EN FLOTA Y PASAJEROS.	38	5224		

De esta tabla se desprenden las siguientes observaciones:

a) El avión modelo DC8 está por desaparecer, nótese que en cuanto a capacidad de pasajeros es superado por el modelo DC9-80, que es un avión más pequeño, ligero y con dos motores menos, lo que simplifica su manejo.

b) Los aviones de la serie DC9 son por su número los que más abundan en esta empresa, siendo 29 de un total de 38. De donde se desprende que enfocando los problemas de mantenimiento del DC9 se resolverá el 76% de los problemas de la flota.

Y si la relación es por capacidad de pasajeros, los DC9 le corresponden 3255 de un total de 5224, es decir un 62% de todos los pasajeros.

c) El hecho de que sea el DC9 un avión con tipo de vuelo regional preferentemente, le ha permitido extenderse en Aeroméxico, dado que los vuelos nacionales son un mercado cautivo para las líneas aéreas del país. ( )

d) El otro modelo más actualizado de Aeroméxico es el DC-10 que debido a su capacidad es bastante rentable para transportación de personal y carga a ciudades que tengan una gran demanda de este servicio por las características turísticas e industriales de la región. Asimismo el DC-10 es un avión que permite los vuelos intercontinentales. Este avión requiere de instalaciones y equipo de mantenimiento más completo.

### 3.2.2. ANDAMIOS DE MANTENIMIENTO

Los andamios para mantenimiento de aviones, son equipos diseñados para trabajar en partes específicas de los diversos aviones. En el caso de Aeroméxico existen algunos equipos que no son propiamente andamios, pero que se les consideró como -- tales debido a que cumplen la misma labor, dichos equipos son conocidos en el hogar como: pluma, plataforma Pitman y King-Kong, y consisten básicamente en equipos sofisticados accionados por sistemas hidráulicos de distribución comercial en el extranjero.

Estos equipos no han sido diseñados específicamente para el mantenimiento de aviones, como es el caso de los andamios que trataremos, sino que son adaptaciones de productos comerciales que por su gran versatilidad han encontrado un lugar en el área de la aeronáutica.

En el hangar es común oír nombres como: Cien Pies y -- Tláloc, los cuales corresponden a andamios que fueron " bautizados" así por el personal mecánico.

Para facilitar el estudio de los andamios se les dividió en tres grupos, que son:

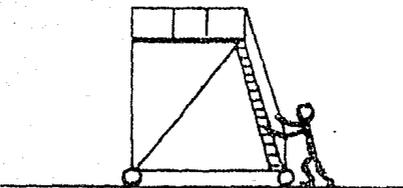
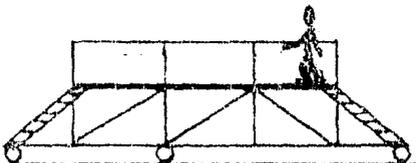
- a) Andamios para servicio rápido- Estructuras ligeras -baja altura.
- b) Andamios para servicio rápido- Equipo hidráulico- Alta altura
- c) Andamios para servicio lento- Estructuras pesadas Alta altura.

Los conceptos de " Servicio Rápido" y "Servicio Lento" corresponden al tiempo que tarda el servicio de mantenimiento.

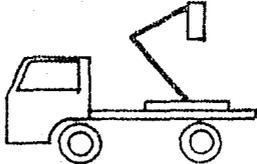
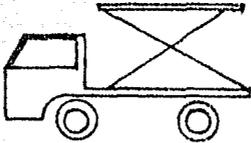
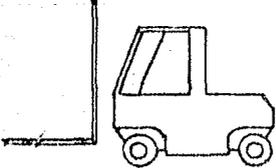
La clasificación de andamios comprende:

- - El tipo de servicio en que se ocupa ese andamio.
- - El modelo y área del avión específicos.
- - La parte del avión a reparar.
- - Las características generales del andamio.

CUADRO ( 2 ) ESTRUCTURAS LIGERAS-BAJA ALTURA

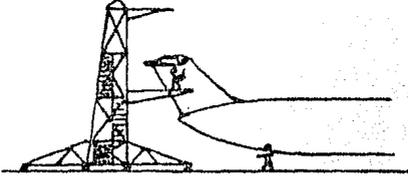
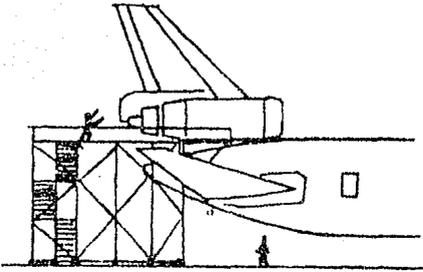
ANDAMIOS PARA SERVICIO RAPIDO.	MODELO DE AVION.	AREA DEL AVION	PARTE A REPARAR	CARACTERISTICAS GENERALES.
ANDAMIO NARIZ	DC 9	NARIZ	PARABRISAS	 <p>EQUIPO MUY ESPECIFICO MUY LIGERO, CON POCa RIGIDEZ. DE FACIL MANIOBRA.</p>
	DC 8	NARIZ	PARABRISAS	
ESCALERILLAS	DC 10	ALAS FUSELAJE.	TURBINAS LAMINISTERIA.	 <p>EQUIPO- VERSATIL LIGERO DE FACIL MANIOBRA. CON DEFICIENCIAS DE DISEÑO EN LO RELATIVO A ELECCION DE RODAMIENTOS, ESCALONES Y RECUBRIMIENTOS ANTIOXIDANTES.</p>
	DC 9	FUSELAJE.	LAMINISTERIA. PINTURA	
			TURBINAS NARIZ ALAS	
	DC 8	ALAS FUSELAJE	TURBINAS LAMINISTERIA. PINTURA	
ANDAMIOS	DC 8	FUSELAJE	LAMINISTERIA. PINTURA VENTANILLAS	 <p>EQUIPO VERSATIL LIGERO. DE FACIL MANIOBRA. CON DEFICIENCIAS DE DISEÑO EN LO RELATIVO A ELECCION DE RODAMIENTOS, ESCALONES, FRENOS Y RECUBRIMIENTOS ANTIOXIDANTES.</p>
	DC 9	FUSELAJE	LAMINISTERIA. PINTURA VENTANILLAS.	

CUADRO ( 3 ) EQUIPO HIDRAULICO ALTA ALTURA

ANDAMIOS PARA SERVICIO RAPIDO	MODELO DE AVION	AREA DEL AVION	PARTE A REPARAR	CARACTERISTICAS GENERALES
PLUMA	DC 10	COLA	TIMON ESTABILIZADORES TURBINA 2	 EQUIPO VERSATIL Y SEGURO SU MANTENIMIENTO REQUIERE PERSONAL ESPECIALIZADO. REFACCIONES DE IMPORTACION
		NARIZ	PARABRISAS	
	DC 9	COLA	TIMON ESTABILIZADORES	
	DC 8	COLA	TIMON	
NARIZ		PARABRISAS		
PLATAFORMA PITMAN	DC 10	NARIZ	DOMO RADAR	 EQUIPO VERSATIL Y SEGURO. SU MANTENIMIENTO REQUIERE PERSONAL ESPECIALIZADO. REFACCIONES DE IMPORTACION.
		ALAS FUSELAJE		
	DC 9	COLA	TIMON	
	DC 8	NARIZ	DOMO RADAR	
COLA FUSELAJE		ESTABILIZADOR TIMON		
KING KONG EN CORRAL	DC 10	COLA	MOTOR 2	 MOTOCARGAS HIDRAULICO CON ADITAMENTO PARA FUNCIONAR COMO ANDAMIO CON GRAN CAPACIDAD DE CARGA Y ALTURA DE OPERACION.

CUADRO ( 4 ) ESTRUCTURAS PESADAS

ALTA ALTURA .

ANDAMIOS PARA SERVICIO LENTO	MODELO DE AVION	AREA DEL AVION	PARTE A PREPARAR	CARACTERISTICAS GENERALES
TLALOC	DC 9	COLA	TIMON	
	DC 8	COLA	TIMON	<p>EXIGE DE MUCHA AREA PARA SU ACARREO, Y PARA ASENTARLO EN EL SUELO. SU PAR DE PLATAFORMAS ELEVADIZAS TRABAJA EN LOS DOS LADOS DEL TIMON DEL AVION. PERO POR ESTAR SOLDADAS ENTRE SI, TIENEN QUE TRABAJAR A LA MISMA ALTURA EN UN MISMO TIEMPO.</p>
CIEN PIES	DC 10	COLA	MOTOR 2	
				<p>EQUIPO CON MUCHAS FALLAS DE DISEÑO EN LO REFERENTE A: INSEGURO EXCEDIDO DE PESO MALA ELECCION DE MATERIALES.</p>

CUADRO ( 5)

ANDAMIOS PARA SERVICIO IJEN-TO.	MODELO DE AVION	AREA DEL AVION	PARTE A PREPARAR	CARACTERISTICAS GENERALES
ANDAMIO COLA DC9 15- 32 DERECHO	DC 9 15 32	COLA	1/2 TIMON ESTABILIZADOR DERECHO	ANDAMIOS MUY SEMEJANTES PERO QUE POR SER ESPECIFICOS SOLO HAY UNO DE CADA UNO Y QUE CUANDO NO SE OCUPAN, ESTORBAN, CON LO CUAL EXIGEN MUCHO ESPACIO PARA SU GUARDA Y DE OPERACIONES DE TRACTOR EN EL ACARREO.
ANDAMIO COLA DC9 15- 32 IZQUIERDO	DC 9 15-32	COLA	1/2 TIMON ESTABILIZADO IZQUIERDO	
ANDAMIO COLA DC 9 80 DERECHO	DC 9 80	COLA	1/2 TIMON ESTABILIZADOR DERECHO	
ANDAMIO COLA DC 9 80 IZQUIERDO	DC 9 80	COLA	1/2 TIMON ESTABILIZADOR IZQUIERDO	

### 3.3.- CONCLUSIONES DEL ANALISIS:

#### 3.3.1 Limitaciones de los Andamios.

Los andamios tienen limitaciones que son comunes a algunos de ellos y otras de carácter particular. A continuación están las limitaciones particulares a cada grupo:

a) Los andamios para "Servicio Rápido", en este caso los conocidos como Pluma, plataforma Pitman y montacargas King Kong son en realidad "equipos sofisticados" accionados por sistemas hidráulicos y mecánicos. Estos equipos provocan dependencia del usuario para con el fabricante, que en estos casos es extranjero. La dependencia origina problemas al requerir de personal especializado para dar mantenimiento a los equipos y también al tener que recurrir al extranjero para adquirir las refacciones, que como se sabe, son de precios elevados.

b) Los andamios menores, de nariz y escalerillas, -- están agrupados también en "Andamios para Servicio Rápido" pero de Estructura Sencilla". Esto quiere decir que son andamios ligeros y de fácil acarreo por los mecánicos sin requerir de tractores.

El problema de estos andamios es que están contruídos sin una normalización y por ello los hay en gran número y variedad que ocasionan lo siguiente:

1) Elección al azar de los andamios o escalerillas para las diferentes operaciones de mantenimiento.

2) Condiciones incómodas en el trabajo con el avión.

3) Improvisaciones de andamios basados en las mismas escalerillas y elementos al alcance como son: tablonces (vigas), láminas, etc. lo cuál no cumple con las normas de seguridad requeridas.

4) Constituyen una población muy grande de andamios que requiere de áreas muy amplias para su guarda.

5) Los andamios para mantenimiento de "Servicio Lento" son estructuras grandes y complicadas, por lo tanto requieren de espacios amplios para su guarda y acarreo. Son -- equipos diseñados específicamente para una zona en particular de cada modelo de avión por eso, una vez que han sido utilizados en el área no pueden ser ocupados en otra área ni en otro lugar exigiendo con ésto muchas horas tractor que se podría ocupar en otras operaciones.

6) Las limitaciones comunes a los andamios de -- "Servicio Lento" y los de "Servicio Rápido con Estructura Sencilla" son los siguientes:

--- Mala elección de materiales en pisos, rodamientos, frenos y recubrimientos antioxidantes.

- - Normas de seguridad no consideradas en su diseño.

- - No consideración de la ergonomía en su diseño.

### 3.3.2. - DEFICIENCIAS EN LAS OPERACIONES

En los últimos años Aeroméxico ha crecido notablemente por lo cuál ha necesitado incrementar el número de personal mecánico y con ello enfatizar en su capacitación. Dada la complejidad que se presenta en el quehacer del mantenimiento, además de capacitación, estos nuevos mecánicos necesitan experiencia, la cuál, se adquiere solamente con el tiempo.

En el análisis del movimiento de naves (3.1.1) se encuentra una tabla del proceso de movimientos de naves en el aeropuerto y hangar, esta tabla se divide en las siguientes etapas:

- a) Llegada del avión a la ciudad de México
- b) Acarreo del avión al hangar
- c) Diagnóstico de falla
- d) Acarreo de refacciones
- e) Reparación y regreso del avión al hangar

De esta tabla se desprenden las siguientes observaciones para tres de sus etapas:

ETAPA      OBSERVACIONES

a) No hay observaciones

b) La bitácora con la información llega al hangar, después de varias horas es transportada en el avión al ser remolcado. Esto detiene las decisiones del personal técnico por algunas horas, las cuales se podrían reducir mandando una fotocopia de la bitácora al hangar, inmediatamente después que el piloto la haya escrito.

c) En esta etapa de diagnóstico de falla, el supervisor emite órdenes de surtir tal o cuál refacción por medio de vales con alguna clave específica. Esto exige mucho tiempo, porque el vale de refacciones para el almacén y el número de clave, se busca para cada una de las piezas. Este tiempo se podría reducir si el mecánico en lugar de ir por piezas separadas, recibiera un paquete que tuviera la pieza principal conocida como reparable a la cuál le estarían añadidas las piezas de consumo respectivas que serían: filtros, empaques, tornillos, etc; además, este paquete debería contar con una lista de las partes con sus claves y una copia del manual de operaciones para ese servicio de mantenimiento en particular. El armar estos paquetes se podría hacer de 9:00 a.m. a 18:00 p.m., con lo cuál las visitas a almacenes en las horas pico (de 11:00 p.m. a 8:00 a.m.) de mantenimiento se reducirán.

El acarreo de refacciones lo realizan los mecánicos que son personal calificado y lo efectúan a pie en distancias relativamente grandes, a cada avión corresponde un mecánico por lo cuál se pierden muchas horas- hombre.

d) La recomendación para esta etapa, es que el acarreo se realice en algún vehículo pequeño como podría ser un motocarro conducido por un mecánico con experiencia en el conocimiento de refacciones. Los pedidos se harían desde la plataforma de mantenimiento por medio de un interfono sin cable.

e) No hay observaciones.

### 3.3.3 EFECTOS SOCIO-ECONOMICOS DE LA UTILIZACION DE LOS ANDAMIOS EXISTENTES.

Los efectos ocasionados por estos andamios son diversos, debido entre otras cosas a su origen diferente. Al organizar los andamios por su origen, se encontraron tres casos distintos:

- a) Andamios importados.
- b) Andamios manufacturados en México basados en modelos extranjeros.
- c) Andamios manufacturados en México por iniciativa y creatividad de técnicos mexicanos.

De estos tres casos se desprenden las siguientes observaciones:

a) ANDAMIOS IMPORTADOS:

En primer lugar la salida de divisas requerida para su adquisición, contribuye al endeudamiento del país.

Las refacciones para su mantenimiento complican las operaciones ya que no son de fabricación nacionales y con ello el departamento automotriz tiene problemas para el mantenimiento regular del equipo.

Estos andamios están planificados para ser usados en las condiciones de los hangares europeos o estadounidenses con diferente tipo de pavimento (dureza) y operaciones de trabajo en cubierto. De aquí se desprende que algunos andamios se entierren en el pavimento o sufran oxidaciones.

#### b) ANDAMIOS MANUFACTURADOS EN MEXICO BASADOS EN MODELOS EXTRANJEROS.

Esta alternativa de adquisición del recurso tiene puntos a favor como son: economía en su compra, no salida de divisas, refacciones sustituidas por nacionales y apoyo a fuentes de trabajo en México. Pero, por otro lado es una -- limitante ideológica que no se atreve a tomar actitudes críticas y cuestionantes en lo que respecta al diseño, y que por lo tanto no corresponde a los planteamientos particulares del mantenimiento aéreo en las líneas aéreas nacionales.

#### c) ANDAMIOS MANUFACTURADOS EN MEXICO POR INICIATIVA Y CREATIVIDAD DE TECNICOS MEXICANOS.

Al ver estos equipos se demuestra la actitud del mecánico por resolver un problema que le aqueja a él en particular y ver como se ingenia un recurso que le ayudará en su labor. Pero estas- iniciativas de los mecánicos tienen errores de diseño en lo referente a ergonomía, a elección de materiales y a tomar en cuenta las normas de seguridad. Por lo -- tanto estos equipos exigen reparaciones continuamente, son incómodos para trabajar con ellos o contribuyen a que se susciten accidentes.

## 4. CRITERIOS DE DISEÑO

En base al análisis de los andamios existentes, se concluyó que los factores que intervienen en el desarrollo de una nueva alternativa en el mantenimiento aeronáutico son los siguientes:

a) Necesidad de reducir la dependencia de equipo extranjero, como son las plataformas hidráulicas que son utilizadas para tener un acceso rápido al fuselaje del avión, adecuándose a las diferentes alturas y con un alcance relativamente alto.

b) Necesidad de reducir el número de andamios de acceso rápido al fuselaje. Estos andamios tienen una altura fija ya establecida que obliga a tener un número considerable de estructuras que pueden adecuarse a las diferentes alturas del fuselaje. Estas estructuras son por lo general de pequeño y mediano alcance.

c) Aumentar las facilidades de mantenimiento, reduciendo los costos del equipo.

d) Contribuir a la solución de los apremiantes problemas de espacio por medio de la movilidad y versatilidad de usos de los andamios.

### 4.1. Parámetros de innovación:

La alternativa propuesta en el caso de esta tesis se puede ubicar dentro de lo que son andamios fijos y las plataformas hidráulicas, dicha alternativa se generó bajo los siguientes parámetros:

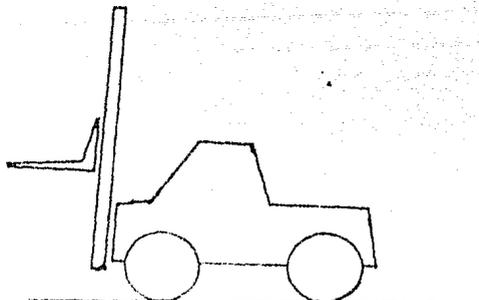
4.1.1 Versatilidad: Se consideró una estructura metálica con un andamio que regule sus alturas por medio de un sistema de elevación de fácil adquisición en el mercado nacional, en cuanto a costos y disponibilidad de reparaciones y mantenimiento: el rango de altura está en proporción al utilizado por la mayoría de las plataformas hidráulicas.

De esta manera se puede cubrir el área suficiente del fuselaje para trabajar en los modelos descritos en las figuras (Diag. 10 a), b), c), d) )

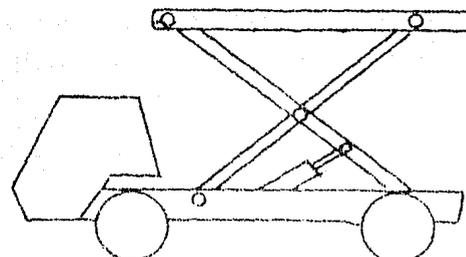
También se consideró la posibilidad de modular los andamios para formar pasillos de trabajo a lo largo del fuselaje.

4.1.2.- Mínimo de partes: El andamio debe resolver la función planteada en el punto anterior utilizando el número de mínimo de elementos funcionales y estructurales. Se analizaron los sistemas existentes en cuanto a elevación de carga y personal de donde se puede deducir el siguiente cuadro:

SISTEMA	EFICIENCIA	ELEMENTOS FUNCIONALES	RELACION DE COSTOS.
Hidráulico	Grandes capacidades de carga. Versatilidad de movimientos. (autopropulsado )	Estructura soporte Pistones hidráulicos Bomba hidráulica -- motor, válvulas, -- Plataforma, Auto, Sistema Motriz	Alto

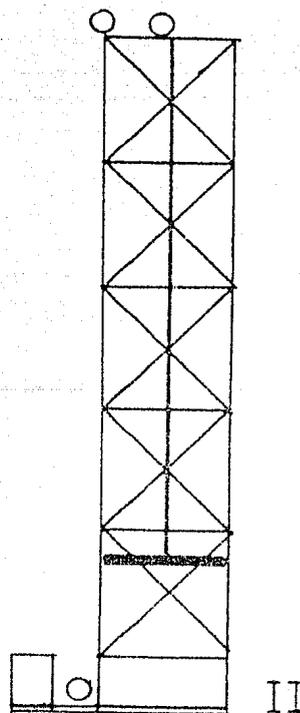
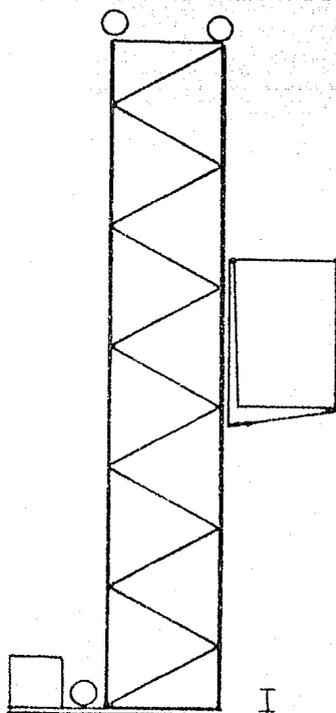


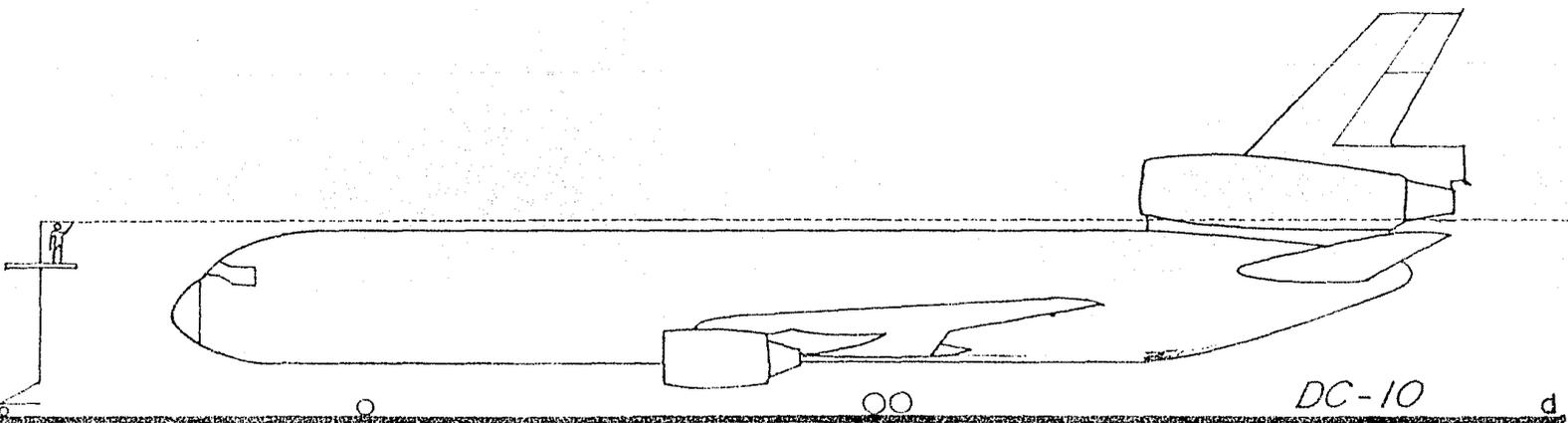
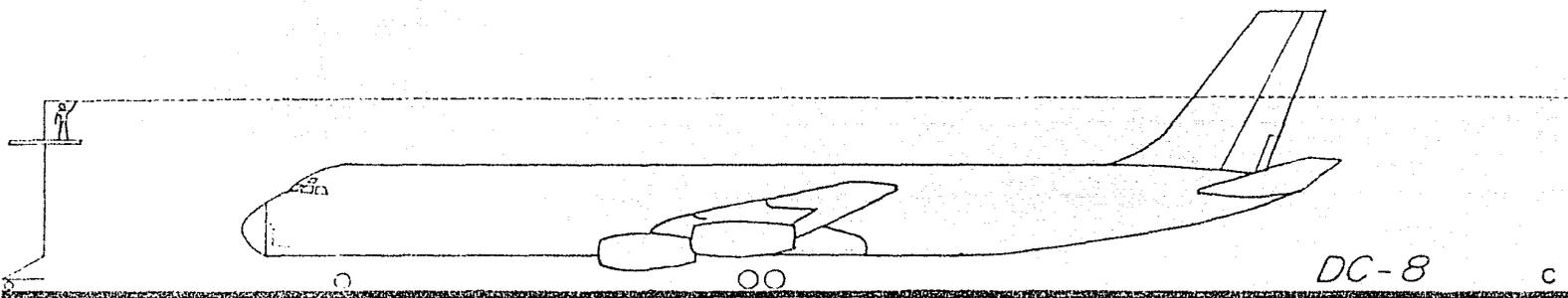
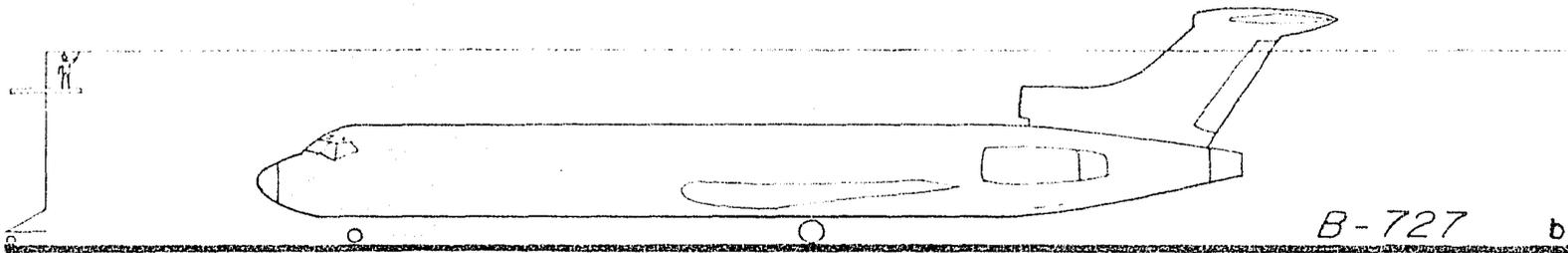
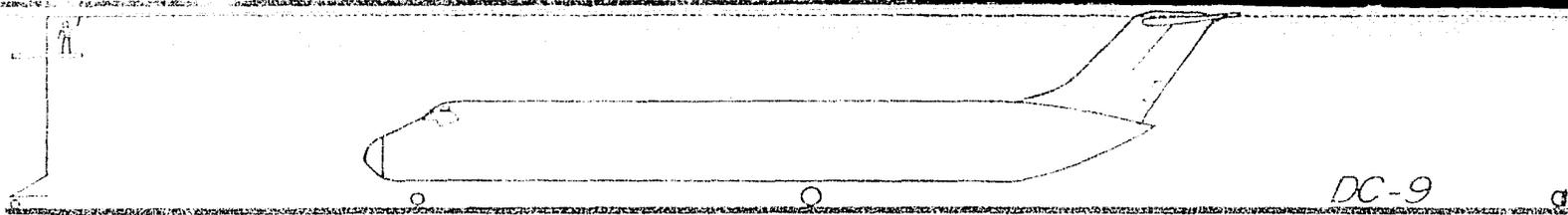
Sistema Pistón Telescópico



Sistema Pistón - Fuelle

SISTEMA	EFICIENCIA	ELEMENTOS FUNCIONALES	RELACION DE COSTOS.
Electromecánico I	Gran capacidad de carga. Sistema fijo para subir a cualquier punto de la estructura.	Estructura Plataforma Motoreductor Poleas	Mediano
Electromecánico II	Mediana capacidad Para subir cargas hasta arriba de la estructura No utilizable para transporte de personal.	Estructura Motoreductor Plataforma Poleas	Mediano bajo





El sistema de elevación considerado como alternativa, se basa en las características más convenientes de los cuadros anteriores de acuerdo al uso al que el andamio sea sometido. De esto se deduce la siguiente integración:

a) Se consideró como base estructural la del sistema electromecánico ( II ) ya que permite, con la plataforma al exterior, adecuar la altura en cualquier punto que se requiera.

b) Se considera la posibilidad de que en el mismo sistema estructural pueda adecuarse un sistema de polipasto de diferencial manual, lo que reduciría los costos sacrificando la eficiencia, como se observará más adelante en la determinación de mecanismos de elevación.

c) Se considera la necesidad de rodamientos para el traslado y acomodamiento del andamio.

d) Se considera un mecanismo de ajuste al fuselaje del avión, por medio de una plataforma deslizable en sentido horizontal integrada al andamio.

e) Se considera una escalera para poder tener un acceso a la plataforma de trabajo sin necesidad de subir o bajar esta misma.

f) Se considera un mecanismo de seguridad en caso de ruptura de cable o cadenas de acción inmediata.

g) La utilización de guías y rieles-guía para garantizar la estabilidad del andamio.

h) Se considera un dispositivo que evite el " juego " del andamio en la posición de trabajo requerida.

De esta manera se establece el mínimo de partes con que debe contar este andamio, integrados en un sistema con características económicas y de facilidades de mantenimiento y operación.

#### 4.2.- ASPECTOS DE MANTENIMIENTO.

##### 4.2.1.- Disponibilidad de refacciones:

Se utilizarán elementos que se encuentren en el mercado mexicano, producidos aquí, o en su defecto que puedan ser de fabricación nacional. También se considera el diseño de los mismos en función de las posibilidades tecnológicas y económicas para sustituir las fallas y desgastes por medio de alguna pieza comercial o por medio del maquinado de la misma.

##### 4.2.2.-Selección de materiales:

En este punto se consideran los materiales que permitan a la conservación y durabilidad del andamio:

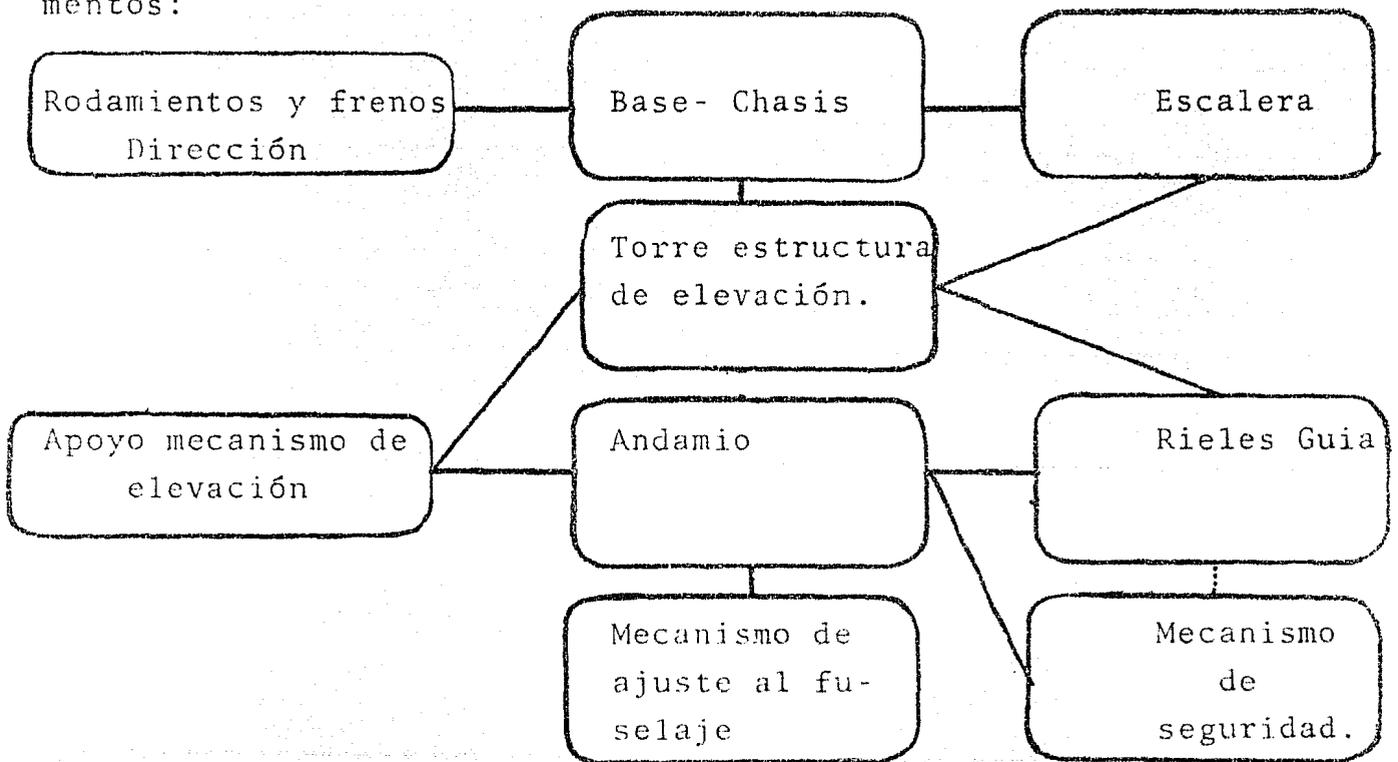
a) Rodamientos: Se considera la utilización de rodajas para la capacidad de carga requerida, con recubrimiento de neopreno para evitar daños a la plataforma asfáltica por la cuál se desplazará la estructura.

b) Pintura: Se utilizará pintura epóxica para el recubrimiento del acero estructural: esta pintura es de gran resistencia a los agentes del medio como son: aire, sol, humedad.

c) Lubricantes: Se utilizará grasas y aceites en los mecanismos que así lo requieran para evitar el desgaste por fricción y la corrosión de los mismos.

#### 4.3.- CONFIGURACION GENERAL DEL ANDAMIO:

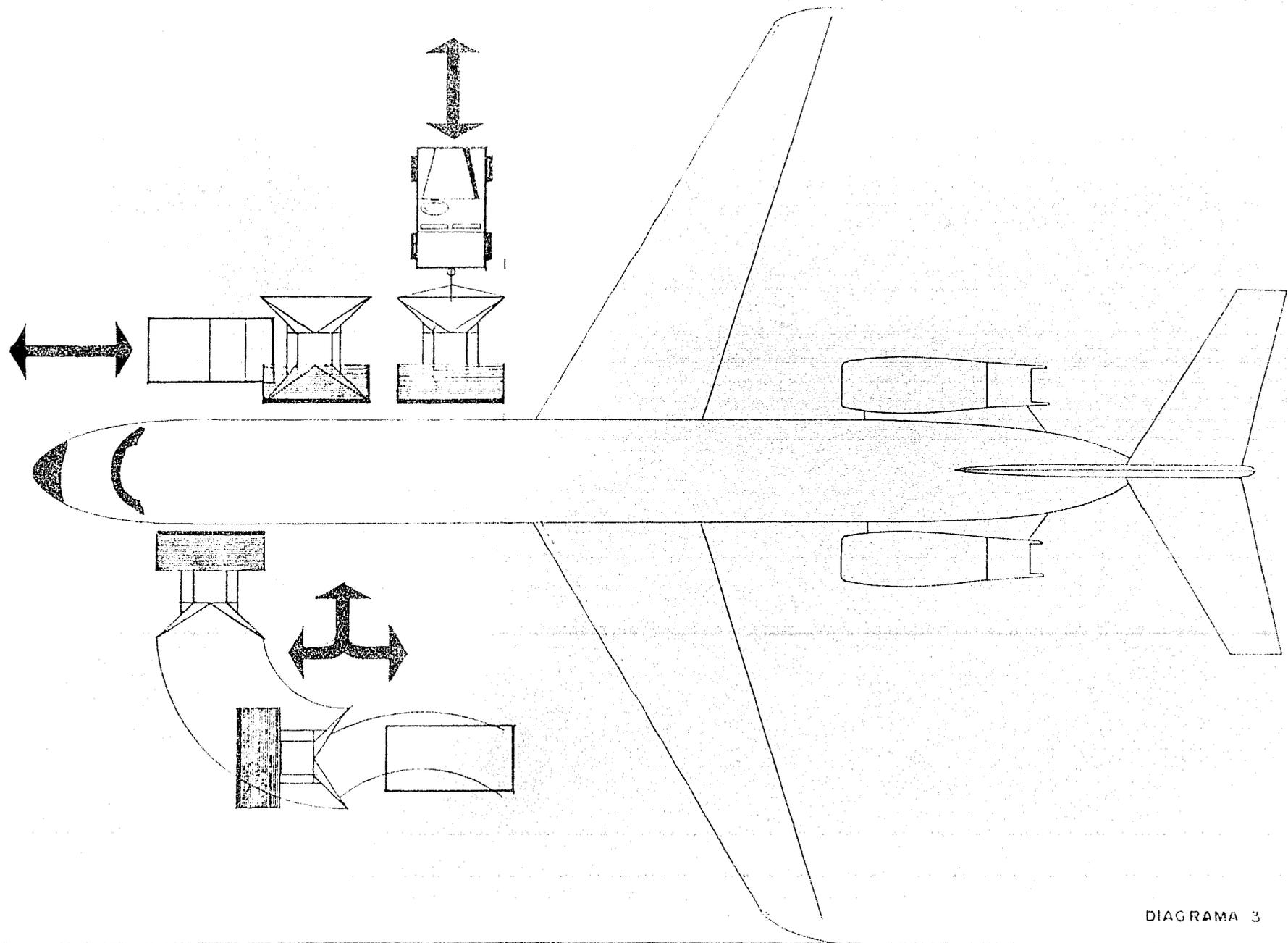
Una vez determinado el mínimo de partes que integran al andamio, se procede a configurar la unidad que está compuesta por todos los elementos funcionales ya considerados. A continuación se describe la secuencia que se integran los elementos:



## 4.4 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

### 4.4.1.- Función del Producto:

La configuración descrita realiza conjuntamente la siguiente función: El andamio es trasladado de su zona de guardado o de la zona de trabajo por medio de un tractor, (Diagrama 3 ) una vez que el andamio se encuentra en el área del avión que se deba trabajar, se ajusta la altura actuando su mecanismo de elevación: se ajusta la dirección de los rodamientos para precisar el acoplamiento con dicha área. Una vez realizada esta operación un operario sube al andamio y ajusta la altura con la precisión requerida, posteriormente se actúa el mecanismo de la plataforma deslizable para ajustar el perfecto acoplamiento y se aplica un dispositivo opresor (comercial) que evita el "juego" del andamio y las posibles vibraciones. El operario puede subir y bajar del andamio por medio de una escalera, quedando la altura fija. Al ajustar una nueva altura, se quitan los dispositivos opresores desde el andamio. En caso de ruptura del cable o cadena actúa inmediatamente un mecanismo de seguridad. En el andamio se determinó un área de trabajo de 1.20 Mts. a 1.70 Mts. de ancho que permite la circulación y el trabajo simultáneo de varias personas y 3 Mts de largo en proporción a las dimensiones de la estructura. De ser necesario este largo puede ir aumentando con la colocación de andamios en forma lateral, de tal manera que se forme continuidad en la plataforma de trabajo. (Diagrama 4 )



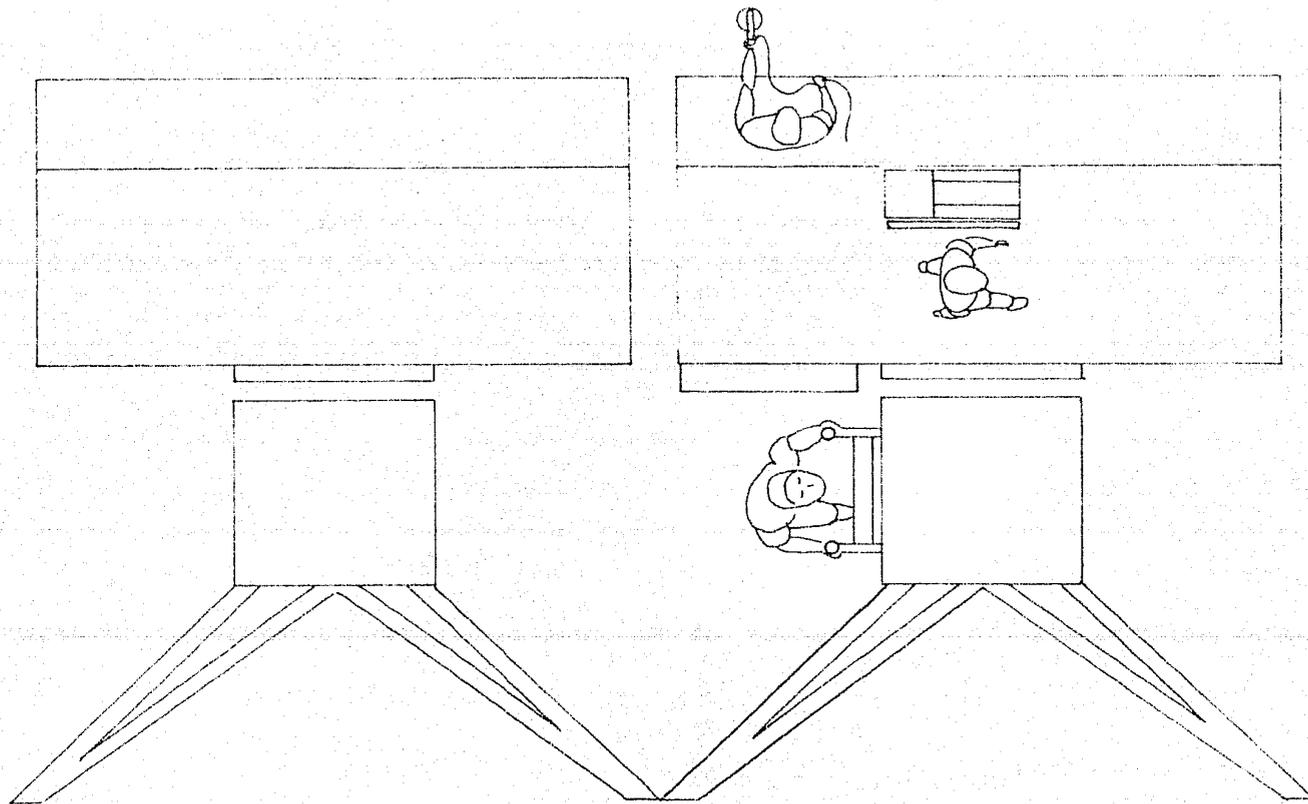


DIAGRAMA 4

#### 4.4.2.- SISTEMAS ASOCIADOS

Aquellos sistemas que están directamente relacionados con el producto de Diseño, en la ejecución del Mantenimiento son los siguientes:

##### a) TRACTORES

La función de los tractores es trasladar los aviones, andamios y equipos a diferentes zonas dentro del Hangar y el Aeropuerto.

Los tractores con que cuenta Aeroméxico son de distintas capacidades de tiro y por eso su división de trabajo es la siguiente:

Tractor T-300 : Remolca andamios y equipos pesados

Tractor T-500 : Remolca aviones DC-10, DC8 y DC9, y aunque tiene capacidad para remolcar andamios y equipos pesados no lo hace.

##### b) TOMA DE CORRIENTE ELECTRICA DE 230 Volts.

Las tomas de corriente están distribuidas en la plataforma de mantenimiento. Estas tomas de corriente se encuentran dentro de unas cavidades que están en el suelo (registros) y que son protegidas con tapas con placa de acero, que están al nivel del pavimento para no obstaculizar la circulación de aviones y vehículos.

Las extenciones eléctricas están hechas con cable para uso rudo y las clavijas son de seguridad tipo balloneta. La función de la energía eléctrica en la plataforma es iluminarla.

### c) INSTALACION NEUMATICA

Las tomas de aire están en las mismas cavidades que las de la energía eléctrica y la función de estas es aportar la energía que necesitan las herramientas neumáticas, tales como:

- Taladros
- Remachadores
- Pulidoras
- Pistolas para Pintar

Las herramientas son conectadas a la toma de aire por medio de mangueras que son para uso rudo y con longitud hasta de 15 mts.

### 4.4.3.- SEGURIDAD

Los factores de seguridad son muy diversos y por ello se consideran desde la transportación de los andamios hasta cuando están en operación, quedando la seguridad considerada en el siguiente orden:

#### a) Seguridad en Transportación.

Los andamios deben ser remolcados del lugar en que se guardan a la plataforma de mantenimiento sin cargar pasajeros. La velocidad de remolque no debe exceder los 10 Km/h. Los vehículos que circulan en el aeropuerto deben portar una banderola con cuadros alternados en rojo y blanco. Además deben estar provistos de luces intermitentes color amarillo.

#### b) Seguridad en Operación.

Los mecánicos en la ejecución de su trabajo realizan actividades como: cargar, subir, bajar etc. y por eso los andamios deben tener en sus partes que los conforman las siguientes normas de se-

guridad:

ESCALERAS MARINAS: Su rango de inclinación es de 75 a 90 grados, siendo recomendado el de 75 grados: las huellas deben estar separadas de posibles paredes frontales; un mínimo de 15 cm; la altura entre peldaños será de 18 a 40 cm. siendo 30 cm. el óptimo; el hueco mínimo en que esté colocada la escalera será de 77 cm. los peldaños serán antiderrapantes, ya sea por medio de algún recubrimiento o por textura propia.

PISOS: Serán antiderrapantes, no permitirán acumulación de substancias, agua y basuras; se recomienda que sus colores sean de tonos oscuros para evitar deslumbramientos a los mecánicos, y si son de lámina calada por troquel se cubran por abajo para evitar sensaciones de vértigo a los mecánicos.

BARANDALES: Serán rígidos en su operación y de 110 cm. de altura como mínimo, cuando estén en niveles elevados estarán forrados con malla metálica.

FRENOS: Cuando los andamios estén junto de los aviones para la realización del mantenimiento, es necesario que no se muevan accidentalmente, por eso los frenos de los andamios deben ser fuertes, seguros y de fácil accionamiento.

ILUMINACION: El nivel mínimo de iluminación recomendado para las tareas de mantenimiento está entre 300 y 700 lux; siendo la naturaleza del trabajo de "Distinción Moderada de Detalles" (300 Lux) y "Distinción bastante clara de Detalles (700 lux). Las lámparas deben estar colocadas de tal forma que se evite deslumbramientos al personal, y deben ser remplazadas periódicamente, pues su intensidad disminuye rápidamente debido a acumulaciones de polvo y desgaste de las bombillas u otras formas de luz.

Otra consideración de iluminación es para edificios y estructuras relativamente altos que deben portar en sus partes más elevadas fuentes luminosas de color rojo, como medida de seguridad, ya que su localización requiere ser identificada en la noche por los pilotos de los aviones que necesiten aterrizar.

EXTINTORES: Es indispensable que en todos los lugares donde existe riesgo de incendio haya un número suficiente de extintores en buen estado de funcionamiento, que no constituyan por sí mismos un riesgo suplementario (por ejemplo: de intoxicación o de explosión).

#### 4.4.4.- MERCADO:

La apertura de mercado de este andamio se sitúa en su carácter alternativo, en relación a las plataformas hidráulicas utilizadas como andamios de acceso rápido en el mantenimiento aeronáutico, y como alternativa a los andamios de alturas fijas. Este andamio alternativo no considera algún modelo de avión en especial, y su rango de acción considerado en base a los aeroplanos de mediano alcance; de tal manera que en un mercado nacional pueda ser utilizado en los aviones de las compañías aéreas más importantes de México, una de las cuáles utiliza modelos Mc. Donnell Douglas DC-9, DC-8, y DC-10. La otra compañía utiliza modelos Boeing 727 y DC-10, otros modelos de aviones que pueden ser considerados, se encuentran en la pag. ( 3 ) fig. ( 1 ) considerando principalmente los aviones de mediano y corto alcance.

El costo de andamio alternativo será aproximadamente un (75%) más económico que una plataforma hidráulica autopropulsada. Otra consideración para la apertura de un mercado en la industria aérea, es como alternativa a los andamios de alturas fijas, cuyo rango de alturas oscila entre 3 y 6 metros de altura, ya que al tener la altura variable y funcionar como andamio, puede sustituir cierto rango de andamios de alturas

fijas.

De esta manera, dentro de un mercado nacional se considera la siguiente demanda a largo plazo:

Mexicana -----	35 B 727	(1979)
Aeroméxico -----	38 DC-9,8,10	(1982)

---

73---- modelos

Considerando un andamio por cada avión, ya que según el tipo de servicio, se pueden utilizar de 4 a 10 andamios en un avión, mientras que en otros casos el tipo de servicio no requiere de sistemas de andamiaje, se balancea la disponibilidad de andamios. Estos andamios estarían distribuidos en las bases de mantenimiento, que en el caso de aeroméxico, se encuentran en los aeropuertos de Guadalajara, Monterrey, Mérida, Acapulco y Nueva York.

#### 4.4.5.- Materiales y Procesos:

Debido a la naturaleza del producto y a su mercado, se considera al andamio alternativo, dentro de una producción limitada dentro de la industria de transformación, por lo cual se considera la utilización de materiales adquiribles en el mercado nacional, así como la integración de elementos funcionales de fabricación nacional. A continuación se da un panorama de los materiales y procesos que se adecúan a las características descritas:

A) Materiales estructurales:	Proceso: Taller de laminados:
-- fierro estructural	- - cortado
-- pisos comerciales	- - soldadura
-- barandales	- - barrenado
-- escaleras	- - doblado de tubo
	- - doblado de lámina.

B) Elementos funcionales comerciales:      Proceso de instalación:

- - mecanismo de elevación                      - - barrenado
- - rodajas
- - elementos de mecanismos de  
plataforma desplazable:
  - - catarinas
  - - cadenas
  - - bujes
- - elementos de mecanismo de  
seguridad:
  - - resortes
  - - tuercas.

C) Elementos funcionales de fabricación bajo diseño:

- - mecanismo de seguridad
- - mecanismo plataforma desplazable.
- - guías
- - dirección rodajas.

Procesos taller de metales (maquinado):

- - fresado
- - cortado
- - torneado
- - barrenado
- - soldadura

Esto da una idea de los talleres y máquinas necesarias para la fabricación del andamio dentro de una producción limitada.

#### 4.4.7.- Transportación y empaque:

El diseño del andamio debe considerar la posibilidad de construir módulos prefabricados, realizados en maquiladoras, de tal manera que puedan ser armados en los aeropuertos de la Cd. de México y provincia.

El ensamble final debe tomar en cuenta la utilización de soldadura y atornillado, de esta manera el andamio podrá ser -- transportado en camiones.

### 5.- PROPUESTA DE DISEÑO

#### 5.1.-Determinación de mecanismos de elevación:

Para determinar el mecanismo de elevación mecánico y/o eléctrico se consideró la relación entre eficiencia y costos, bajo los siguientes factores ya determinados:

- a) Carga= 1 tonelada bruta= 300Kgr.peso del andamio  
(estructura)  
280Kgr.promedio de 4  
personas.  
420Kgr.herramienta y  
tolerancia.
- b) Distancia de recorrido de la altura mínima a la  
máxima= 5 Mts.
- c) Determinación de velocidad de desplazamiento:

1) La velocidad debe ser relativamente lenta, ya que el andamio solo ajustará su altura cuando sea necesario un cambio en la altura de trabajo, y debido a que el acceso al andamio se logra por medio de una escalera de tipo marino (vertical).

2) El andamio consta de una plataforma abierta con barandales de seguridad, por lo cuál, al ajustar una altura con personas a bordo, el movimiento debe tener una velocidad que no ocasione sensación de vértigo (pérdida de equilibrio) o movimientos bruscos.

3) En el caso de que se use un sistema de elevación electro-mecánico se deberá obtener del motoreductor una velocidad de 1 Mt. por minuto a 1/2 Mt. por minuto.

En el caso de un polipasto eléctrico o manual las velocidades standard se adecúan perfectamente a las velocidades determinadas.

Para considerar el sistema adecuado se presenta la tabla N° ( 6 ) que indica la relación eficiencia- costos.

Conclusión del sistema de elevación:

Se considera la alternativa de un polipasto manual que es análogo al eléctrico en cuanto a las características funcionales, la diferencia estriba en que el eléctrico evita el trabajo manual por medio de un motor eléctrico, un reductor y un freno de seguridad: en este caso el costo se cuatriplica. Por lo tanto y debido a que la posición de la plataforma será ajustada solo en cambios de posición de trabajo, es recomendable utilizar el sistema manual.

5.2.- Propuesta del sistema completo de estructura- plataforma elevable con rodamientos:

Consiste en una estructura-torre que se apoya en un chasis que distribuye la carga en cuatro puntos,

TABLA NUM. 6

SIST. DE ELEVACION	CAPACIDAD	EFICIENCIA	COSTOS
Polipasto o garrucha	2 Ton.	El operario debe accio- nar una cadena sin fin, donde la cadena de man- do (cadena sin fin) de- be recorrer 58 mts. con un esfuerzo de 41.7 Kg. (fácil instalación).	\$ 39,000.00
Polipasto eléctrico	2 Ton.	Opera eléctricamente a una velocidad de 2.7 - m/min. (fácil instala- ción)	\$140,000.00
Motorreductor trono tambores de enrolla- miento humaceras instalación eléctri- ca. punto	2 Ton.	Opera eficazmente a una velocidad determinada a conveniencia en este ca- so 1-2 m/min.  - Motor = 1750 RPM - Reductor de alta rela- ción. - Instalación y mante- nimiento complejos	\$ 77,000.00
Motorreductor poleas de tracción - (más contrapeso).	2 Ton.	Opera eficazmente a una velocidad determinada instalación compleja - aumenta el peso de la - estructura debido al - contrapeso.	Cálculo an- terior más costo de: - Poleas - Contra- peso - Guías - c.p. - Cable - extra.

determinados en función al equilibrio de las cargas excéntricas de la estructura-torre. También se tomó en cuenta la fuerza del viento como fuerza en el eje (x), por lo cual se hace necesario unos apoyos (a) atrás de la sección del andamio y en caso de vientos extremos existe la posibilidad de agregar lastre en el bastidor.

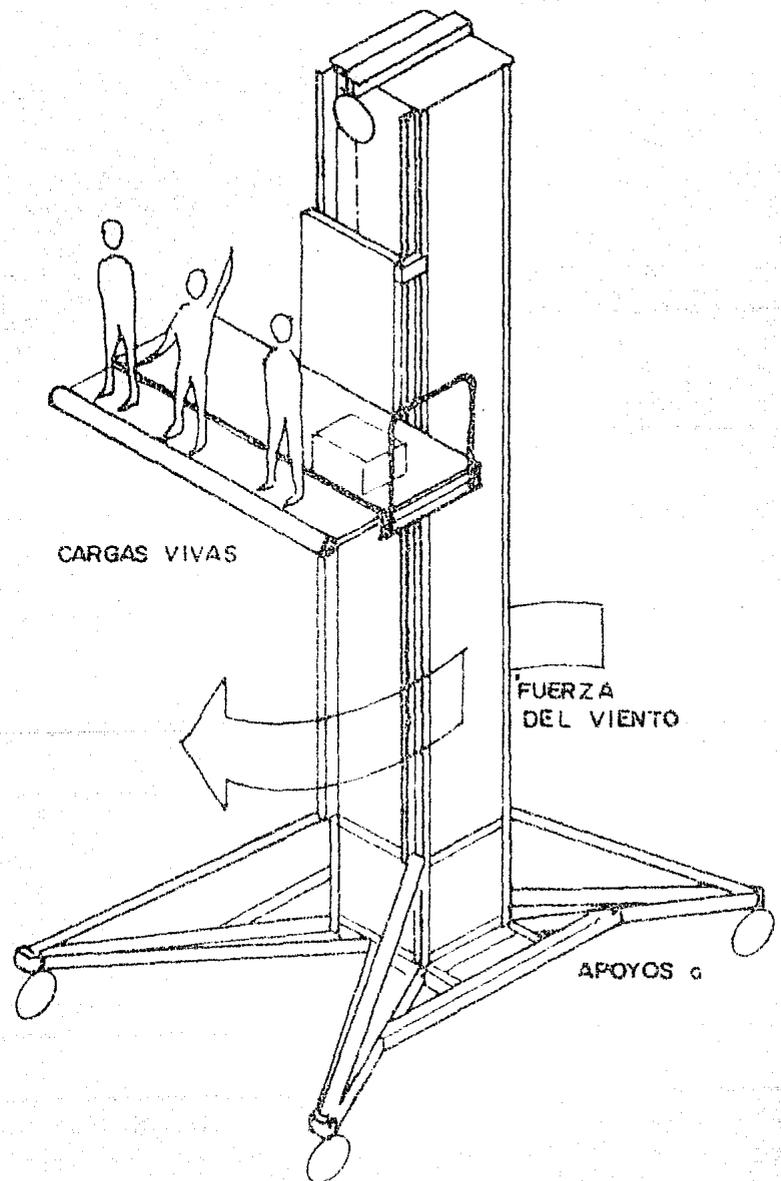
La estructura que trabaja como torre se compone de cuatro lados iguales triangulados en ángulos de 60'. (Ver memoria de cálculo pag. ( 57 ) y ver lámina #2 pag. ( 74 )

Esta estructura viga lleva soldados dos rieles guías por donde el andamio de trabajo se desplaza y transmite la carga.

En la parte superior de la estructura se integra un apoyo para los mecanismos de elevación, ya sea polipasto eléctrico o manual, o un motorreductor; para cada caso existe una variación en el apoyo, el cual se propone intercambiable por medio de pernos de ensamble:

En este caso se propone el polipasto manual ver lámina pag( 75 ).

El andamio consiste en una estructura geometrizada en función a la área de trabajo propuesta. Para esto se determinó un apoyo por debajo de la plataforma, -- este apoyo transmite la carga a un marco rígido al cual están integrados



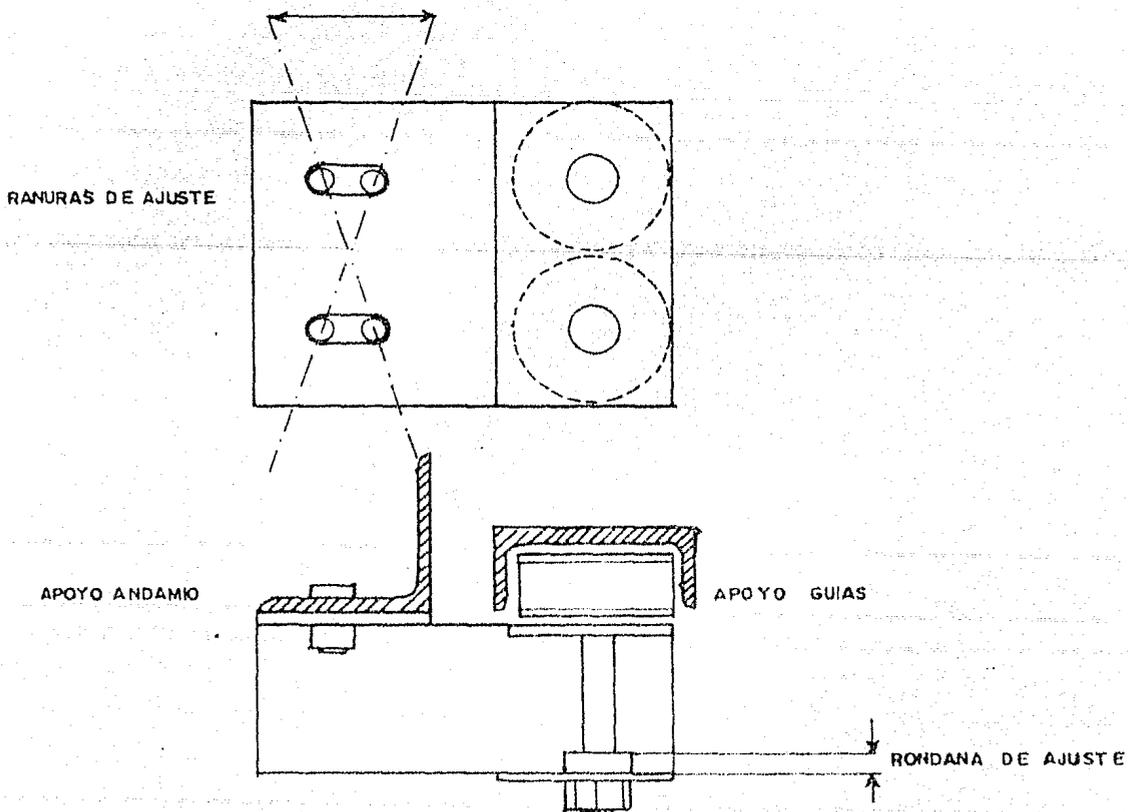
la sujeción de la carga, el mecanismo de seguridad y los rodamientos. Toda la estructura-base del andamio está construída con acero estructural sección "L" (Ver memoria de cálculo).

A la plataforma base está integrado un mecanismo y unos rieles guías para el funcionamiento de la plataforma desplazable, y a su vez existe un piso superior apoyado en los rieles guía que separa el movimiento de la plataforma móvil, esto es para evitar las vibraciones.

Los pisos de las plataformas están construídos primariamente de acero estructural sección "L" en donde se apoya un piso comercial de rejilla, el cuál en la parte inferior lleva una lámina que evita la caída de objetos pequeños y la visibilidad vertiginosa.

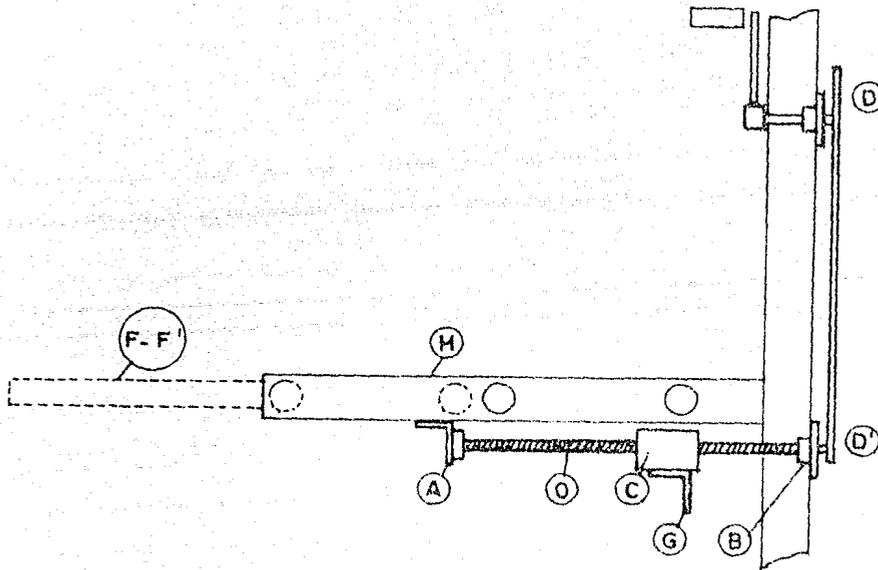
## GUIAS:

Las cuatro guías del andamio (2 superiores y 2 inferiores), son iguales en cuanto a construcción, consisten básicamente en un soporte con los herrajes correspondientes (de diseño específico), para sujetarse al andamio y sostener el rodamiento de 2 ruedas de nylon, las cuáles transmiten la carga a la estructura. Para la perfecta instalación, se determinó un ranurado de ajuste en el soporte de los rodamientos, que cumple la función de garantizar la horizontalidad del andamio al momento de la instalación: También cuenta con unas rondanas de ajuste para evitar el "juego" de los rodamientos.

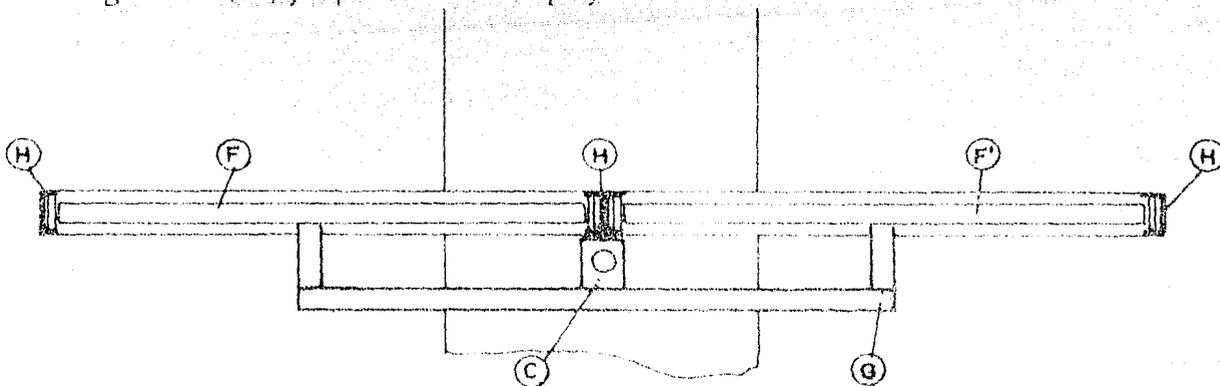


## MECANISMO PLATAFORMA DESPLAZABLE:

Es en base a un tornillo sin fin accionado por un sistema de catarinas (D, D'), que transmiten el movimiento de una palanca de mando al tornillo, el cuál está instalado a la estructura base del andamio (ver configuración del andamio pag.( ))  
El diagrama de funcionamiento es el siguiente:

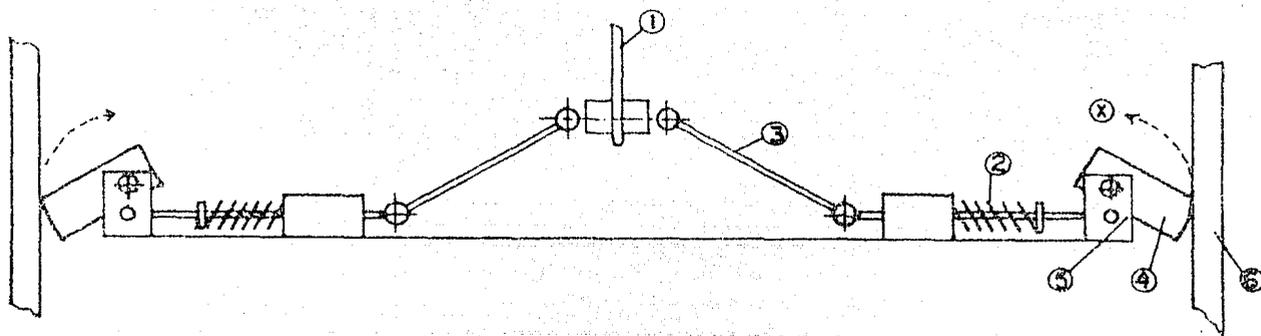


Al girar el tornillo sin fin (O), (el cuál no puede trasladarse debido a los apoyos A y B), hace trasladarse al carrito (C) que tiene dos roscas de bronce integradas, este carrito transmite el movimiento a las plataformas deslizables (F, F') por medio de la sección (G), estas plataformas corren por las guías (H), que están apoyadas a la estructura - base.



## MECANISMO DE SEGURIDAD:

Actúa por medio de unas tapatas de frenado, mediante una combinación de fricción y bloqueo a causa de un excéntrico, que actúa al romperse el cable o cadena. El diagrama del mecanismo es el siguiente:



Al romperse el cable (1), el resorte (2) que estaba comprimido por la tensión de la carga transmitida por la leva (3), se descomprime, y la misma leva (3) empuja el excéntrico (4), que está sujeto al andamio por la pieza (5), al ser empujado el excéntrico el primer punto de contacto con la pared de la guía (6), obliga a girar en el sentido (x) a la leva, la cuál debido a su excentricidad ejerce un frenado por fricción y bloqueo, esto sucede simultáneamente en la pared de las dos guías.

### 5.3 DETERMINACION DE LAS SECCIONES ESTRUCTURALES (MEMORIA DE CALCULO).

Determinación de reacciones RA-RA' que son fuerzas en sentido horizontal que haran trabajar la sección a flección:

$$Mw1 = 280 (1.45) = 406$$

$$Mw2 = 720 (.65) = 468$$

$$\text{Suma de momentos} = 406 + 468 = 874$$

$$Ra = 874/2.4 = 364$$

Determinación del momento en eje "Y" ocasionado por la fuerza del viento:

2a. Fórmula normativa para calcular la presión del viento:

$$\text{Presión kg/m} = P(C)(V)^2$$

Donde:

$$P=0.0055$$

$$C=1.43 \text{ factor de empuje}$$

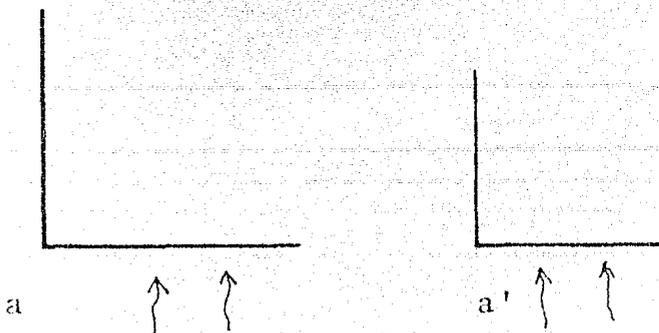
$$V=80 \text{ km/H velocidad de diseño para estructuras menores de 10 mts. en el Valle de México.}$$

Por lo tanto:

$$\text{Presión} = 50.33 \text{ Kg.m}^2$$

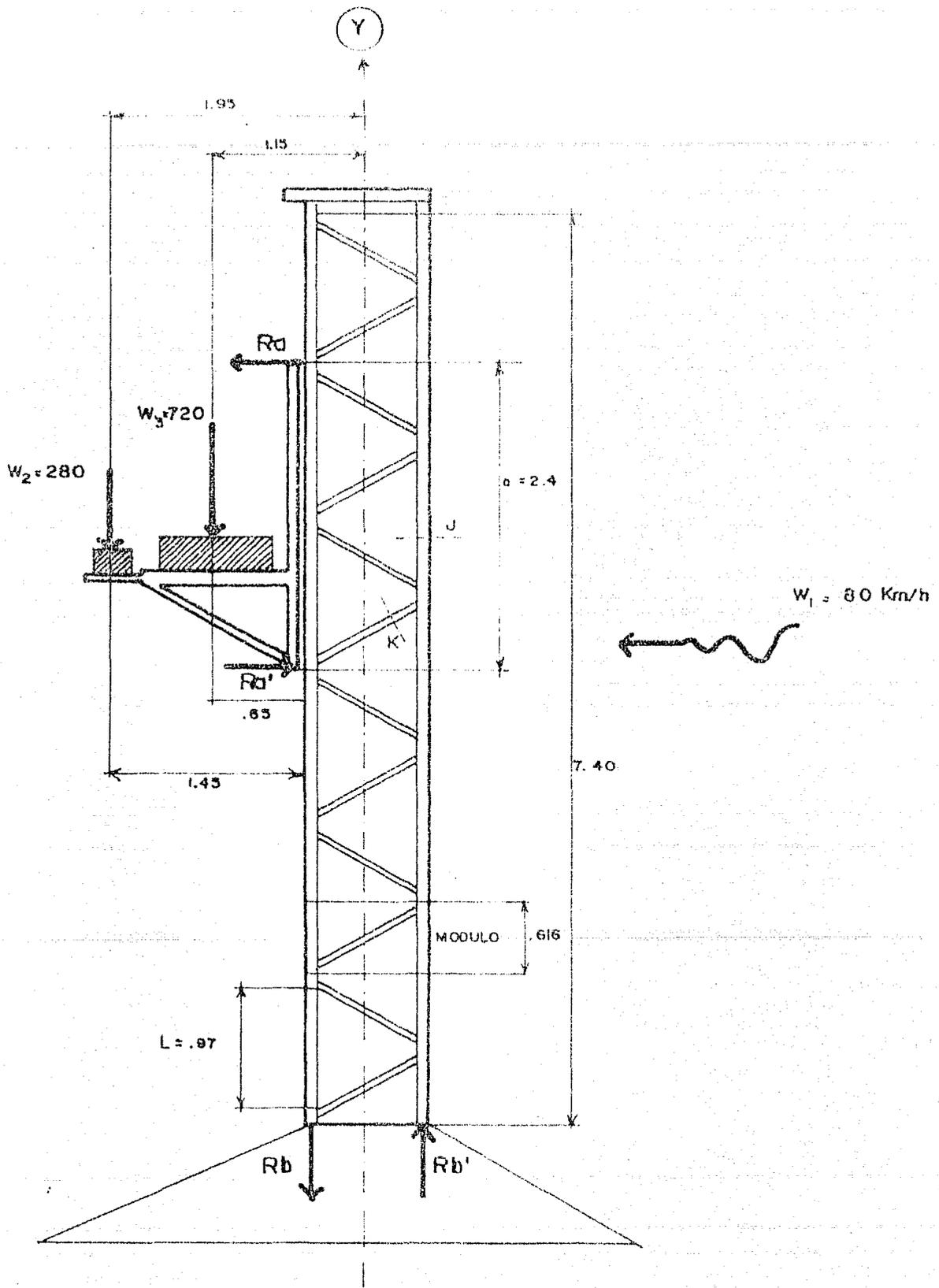
2b. Area expuesta al viento de la estructura reticulada:

Considerando las secciones:



$$a = 6.25$$

$$a' = 3.75$$



DATOS NECESARIOS PARA EL CALCULO DE LAS SECCIONES "J" y "K"

En el módulo:



$$\text{Area del módulo} = .114 \text{ m}^2$$

$$\text{Area total de módulos:} \\ .114 (12) \text{ módulos} = 1.36 \text{ m}^2$$

2c. Por lo tanto la fuerza ( $W_3$ ) ejercida en el área establecida es:

$$W_3 = \text{Presión (área)} = 1.36 \text{ m}^2 (50.33 \text{ Kg.m}^2) = 68.44 \text{ Kg.}$$

2d. Determinación del momento ocasionado por la fuerza del viento:

$$M_{y1} = W_3(L)/2$$

Donde:  $L$  = Longitud de la sección de la estructura.

Por lo tanto:

$$M_{y1} = (68.4)(7.40)/2 = 253$$

3. Determinación del momento en "Y" ocasionado por las cargas en el andamio:

3a. Momento de  $W_1$  respecto al eje "Y"

$$M_{yW1} = 280(1.95) = 546$$

3b. Momento de  $W_2$

$$M_{yW2} = 720(1.15) = 828$$

3c. Suma de momentos = 1374

4. Suma de momentos  $M_{y1}$  (fuerza del viento) +  $M_{y2}$  (fuerzas en el andamio) =  $M_y = 1627$

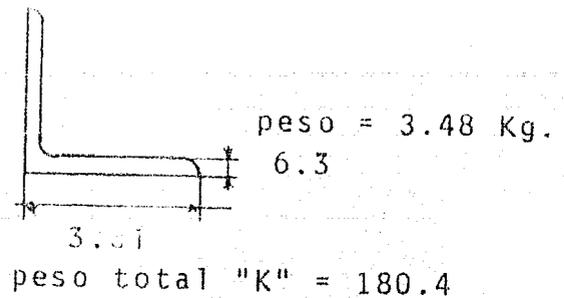
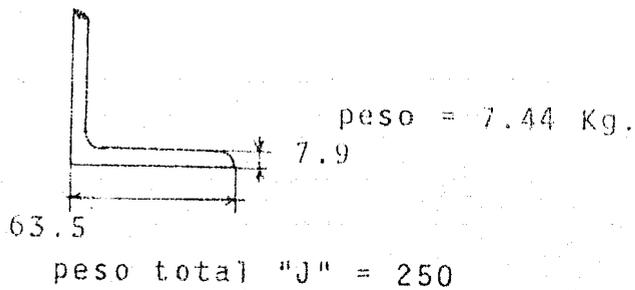
5. Determinación de las cargas ocasionadas por  $M_y$  en la sección "J":

5a. De acuerdo al momento en el eje "Y" la fuerza se divide en los dos apoyos formando una torca, donde cada torca =

$$R_b = R_b' = 1627/2 = 813.5$$

5b. A esta torca se le agrega el peso de la estructura en base a un prediseño de la sección, donde:

(peso de la sección)(metro)(longitud total)



5c. Fuerza total ejercida en la sección "J" pre diseñada:

$$813.5 + 250 + 180.4 = 1243.4$$

6. Diseño de la sección "J" :

Para llegar a la sección óptima se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$f_a/F_a \leq 0.15$$

$$F_a/F_a + f_b/F_b = 1.0$$

Donde:

$f_a$  = esfuerzo axial calculado =  $P/A$  Donde:

$P$  = fuerza de la sección.

$A$  = módulo de sección.

$f_b$  = esfuerzo a la flexión =  $M/S$

Donde:

$M$  = momento flexionante

$S$  = módulo de sección.

$F_a$  = esfuerzo axial permisible.

$F_b$  = esfuerzo flexión permisible.

7. Determinación de la sección en esfuerzo axial (cargas verticales) y a flexión (cargas horizontales "Ra").

$$F_a = \frac{I - (KL/r)^2/2c^2c}{5/3 + (3KL/r)/8Cc - (KL/r)^3/8C^3c} \quad (F_y)$$

Donde:

Donde:

K = Factor de longitud efectiva en elementos sujetos a compresión = 1

E = Módulo de elasticidad del acero = 2,039.000 Kg/cm<sup>2</sup>

r = Radio de giro de una sección (cm)

L = Claro y longitud libre de la columna.

Fy = Límite elástico aparente = 2530 (acero A-36)

Cc = Factor de cálculo de esfuerzos permisibles a flección.

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \pi^2 E}{F_y}} = 126$$

#### 7. Dimensionamiento de la sección:

$$e = 7.9$$

$$A = 9.48$$

$$r = 1.93$$

$$S = 7.87$$

Donde:  $KL/r = 47.66$

Por lo tanto:

$$F_a = \frac{1 - (47.66)^2 / (2(126)^2)}{1.66 + 3(47.66) / (8(126)) - (47.66)^3 / (8(126)^3)} (2530)$$

Relacionando:

$$f_a = 1243.4 / 9.48 = 131.1$$

$$f_a / F_a = 0.15 = 131.1 / 1308.6 = .1 \quad .15$$

#### 8. Esfuerzo a la Flexión :

$$M = PL/4 = 364(97)/4 = 8827$$

8a. Esfuerzo a flexión permisible =

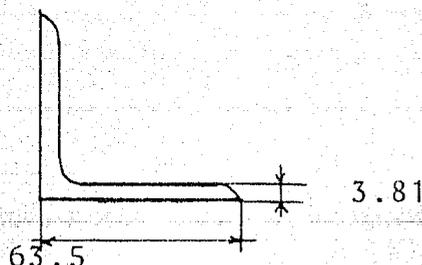
$$F_b = 0.6(2530) = 1518$$

Relacionando:

$$f_a/F_a + f_b/F_b = 131.1/1308.6 + 1121.6/1518 = .838 \leq 1$$

9. Conclusión : La sección dimensionada no rebasa los esfuerzos permisibles en las condiciones más desfavorables de viento y cargas; el factor de seguridad esta dado por el otro par de columnas simétricas a las analizadas.

9a. La sección "K" recibe un mínimo de carga debido a la pequeña magnitud de las fuerzas horizontales (eje "x"), trabajando principalmente como celocía.. Se consideró a criterio la siguiente sección:



10. Determinación de reacciones en los apoyos del andamio.

Nota: Agregar a W4 (centro de gravedad de la estructura) el peso de la escalera y el polipasto:

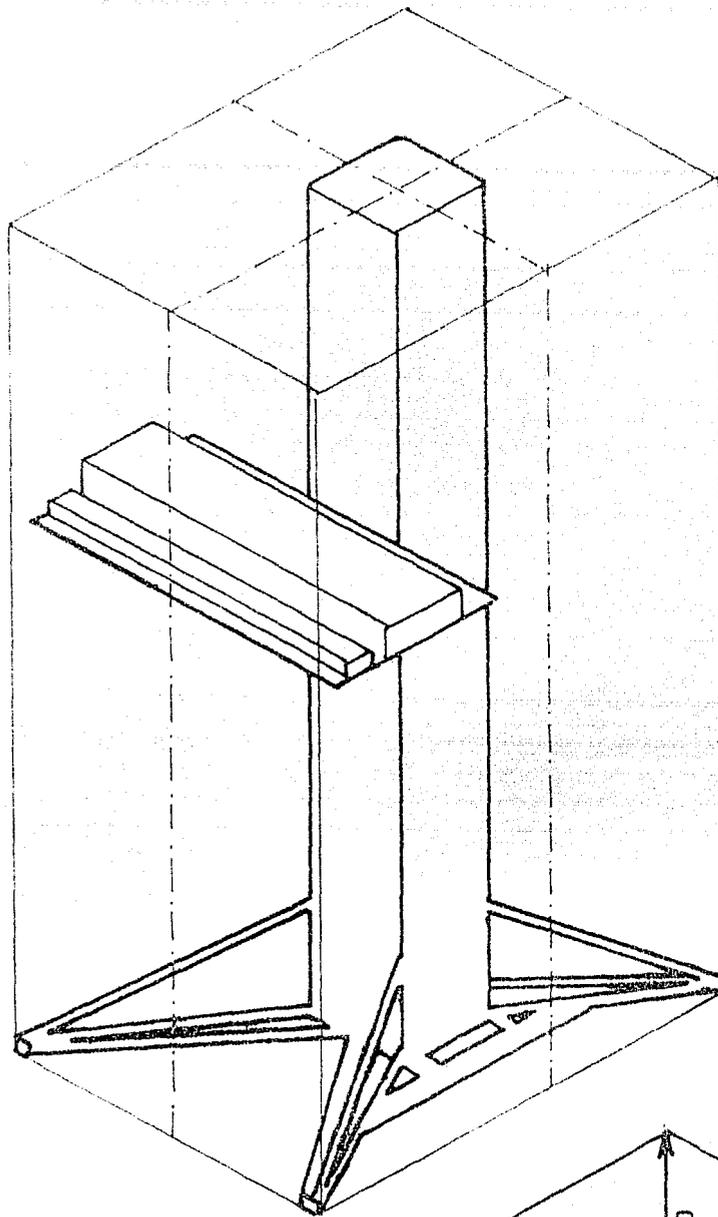
$$\begin{array}{rcl} W4 & = & 855 \\ & + & \\ & & 50 \quad \text{escalera} \\ & & 44 \quad \text{polipasto} \end{array}$$

10a. Suma de momentos en "X" =

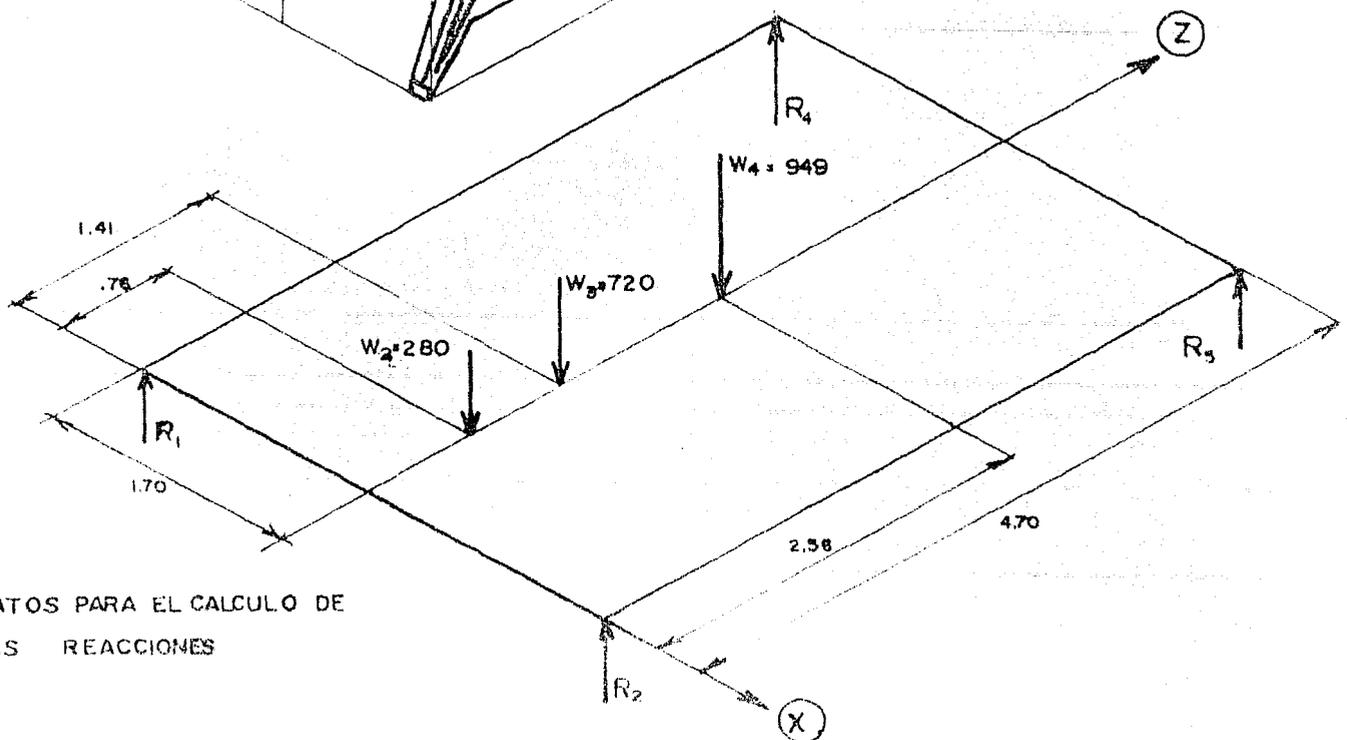
$$\begin{aligned} R_3(4.70) + R_4(4.70) - 949(2.56) - 720(1.41) - 280(.76) &= 0 \\ R_3(4.70) + R_4(4.70) &= 3657.44 \end{aligned}$$

Debido a la simetria de las cargas en eje "Z"

$$R_3 = R_4$$



LOCALIZACION DE CARGAS EN ISOMETRICO



DATOS PARA EL CALCULO DE LAS REACCIONES

Por lo tanto:

$$R3 = R4 = 3657.44 / (4.70) = 389$$

10b. Suma de momentos en "Z"

$$R1(1.7) - R2(1.7) + 389(1.7) - 389(1.7) = 0$$

$$R1(1.7) - R2(1.7) = 0$$

$R1 = R2$  simetría de cargas en el eje "X"

10c. Suma de fuerzas:

$$R1 + R2 + R3 = R4 - 1949 = 0$$

$$R1 + R2 + 389 + 389 - 1949 = 0$$

$$R1 + R2 = 1171$$

$$2R1 = 1171 / 2 = 585.5$$

11. Análisis de fuerzas de la sección apoyo-chasis:

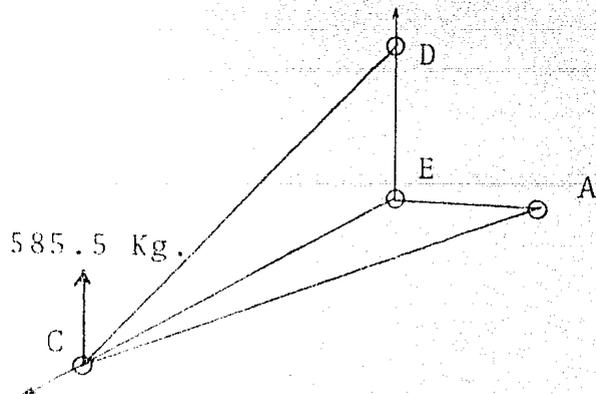


Diagrama de cuerpo libre.

11a. Suma de fuerzas en "Y" =

$$DC(\cos Q) + 585.5 = 0$$

$$DC (\cos 69:08) + 585.5 = 0$$

$$DC = 1640$$

11b. Suma de momentos en "D" =

$$585.5(238.4) + CE(.94) = 0$$

$$CE = 1482$$

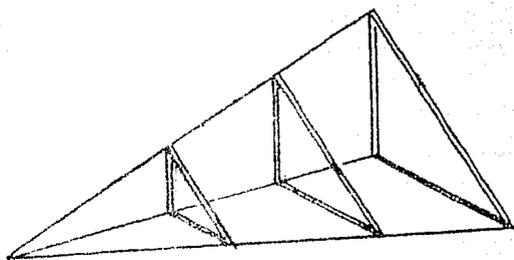
11c. Se analizarán las barras DC y CE que trabajan con los esfuerzos verticales.

CA solo trabaja con los esfuerzos horizontales producidos por el viento y el empuje de traslación del andamio.

Conclusión:

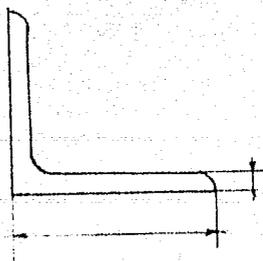
Se considera el esfuerzo máximo obtenido en la barra DC - para todas las secciones del chasis, debido a las características de uso de la estructura.

## 12 Dimensionamiento de la sección "P" ( barra DC).



$(KL/r)$  = Relación de esbeltez  
Debido a que la relación de esbeltez para una columna de longitud de 2.56 mts. con un esfuerzo a compresión de 1640 Kg. da una sección pesada, es recomendable arriostrar la columna estructural para obtener una sección más ligera.

12a. Para la sección:



$$r = 1.91$$

$$S = 9.34$$

$$A = 11.16$$

$$KL/r = 44.5$$

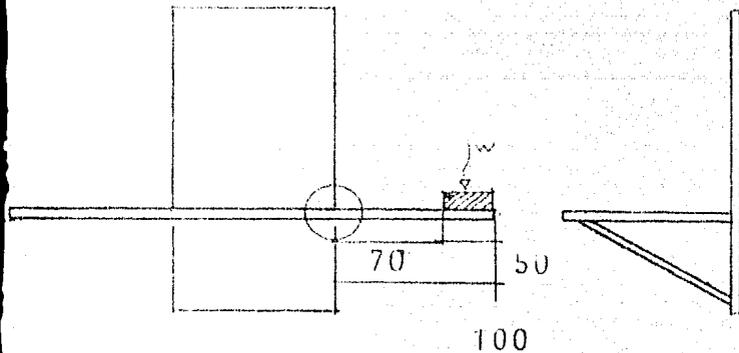
$$C_c = 126$$

$$F_a = 1331.8$$

$$f_a = 1640/11.16 = 146.95$$

$$f_a/F_a = 146.9/1331.8 = .11 \leq .15$$

### 13. DETERMINACION DE SECCIONES EN EL ANDAMIO



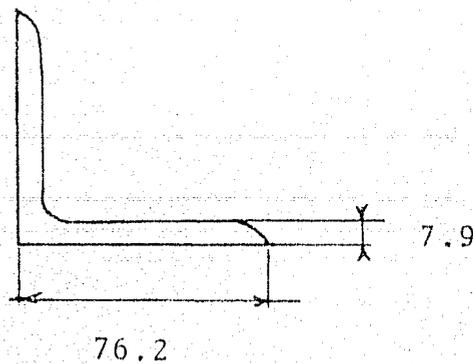
b = Area de apoyo de la carga en este caso un pie humano considerado de - 30 cms.

$$\begin{aligned} M_{\max} &= W(a+b/2) \\ &= 250 \text{ Kg}(70+30/2) \\ &= 21250 \text{ Kg/cm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= M/ \\ S &= 21250/2500 \\ S &= 8.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \text{Módulo de sección.} \\ &= 2500 \text{ (constante acero)} \end{aligned}$$

Con el resultado de "S" se prosigue a relacionarlo con las secciones indicadas en el manual, de donde se obtienen los siguientes datos:



#### 5.4.- Consideraciones Estéticas:

En este punto se desarrollará el valor formal que en este proyecto se percibe visualmente, por valor formal se considera la identificación primaria que el humano tiene con la materia orgánica e inorgánica que lo rodea, sea este producto directo de la naturaleza o transformada (creada) por el hombre.

En el caso de las características formales directas de la naturaleza las formas responden al medio físico y biológico, en un proceso constante de transformación tendiente al equilibrio con dichos medios.

En el caso de las transformaciones -- ejercidas por el hombre, la forma de los productos ha estado ligada a los siguientes parámetros: función proyectada, características físicas de los materiales empleados, su proceso y recursos técnicos de transformación. La forma expresada en un objeto siempre estará supeditada a las posibilidades formales que se obtengan de los parámetros descritos. Dichas posibilidades formales denotarán el medio cultural y el desarrollo tecnológico de la región de donde es originario el objeto. La historia da un ejemplo claro de esto al relacionar una época histórica con los materiales utilizados.

En base a lo descrito es trabajo del diseño industrial, entre otras cosas, definir las posibilidades formales que puedan generarse del proyecto que satisficará alguna necesidad del medio económico, social y cultural de donde se trate. Existen planteamientos de lo que se una coherencia formal, los cuales enlazan los trabajos realizados en lo referente a diseño industrial en diferentes regiones del mundo.

Gui Bonsiepe describe: " La coherencia formal se funda en el uso de los elementos iguales o similares, geométricamente describibles, tanto en la coherencia intra-figural (interna) de un producto como en la coherencia inter-figural (externa) de un grupo de productos, cada uno de cuyos elementos constituye un sistema. " Este planteamiento propone herramientas para una proyección, como lo son los principios de simetría, el estudio de fenómenos morfológicos y la utilización de redes planas y espaciales.

A continuación se describen los parámetros técnicos y conceptuales que dieron la base al resultado formal del objeto:

a) Conceptualización de la función primaria del objeto basada en la investigación (andamio de alturas variables).

b) Definición del sistema de elevación: Se definió de acuerdo a los sistemas existentes, utilizando los principios funcionales que más adecuaban a las características de uso del objeto y a los parámetros técnico- económicos.

c) Determinación de cargas, altura máxima y mínima plataforma de trabajo libre de elementos estructurales.

CONCLUSION - Esto define por principios:  
-- Estructura con apoyo de carga.  
-- Andamio que se deslice al exterior  
-- Base con rodamientos.

d) Geometría de la estructura (parámetros).

- Utilización de acero estructural.
- Características de transformación del acero estructural.
- Distribución de cargas,

CONCLUSION 2- Esto conduce a crear una estructura simétrica de configuración generada por medio de líneas rectas para la transmisión de esfuerzos; dichas líneas se integran formando marcos y triángulos.

e) Proporción Torre- Andamio- Base:

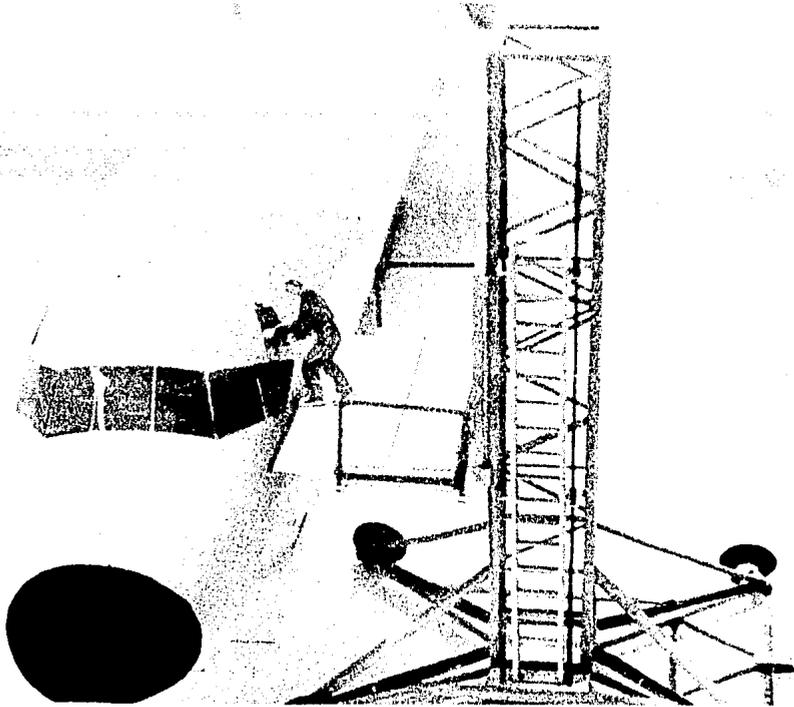
Para los usuarios la percepción visual del conjunto debe dar de antemano una seguridad de estabilidad; lógicamente dicha estabilidad visual debe comprobarse técnicamente al utilizar el objeto.

CONCLUSION 3- Los principios que contribuyen a cumplir dicha proporción son relaciones de esbeltez y simetría, ya que para fines prácticos y de percepción se sabe que un elemento perpendicular al plano de la tierra con una relación de gran altura provoca inestabilidad visual, de la misma forma que un elemento asimétrico de la "idea" de inestabilidad aunque no necesariamente se cumpla físicamente, un ejemplo sencillo de esto son los móviles asimétricos en estado de equilibrio.

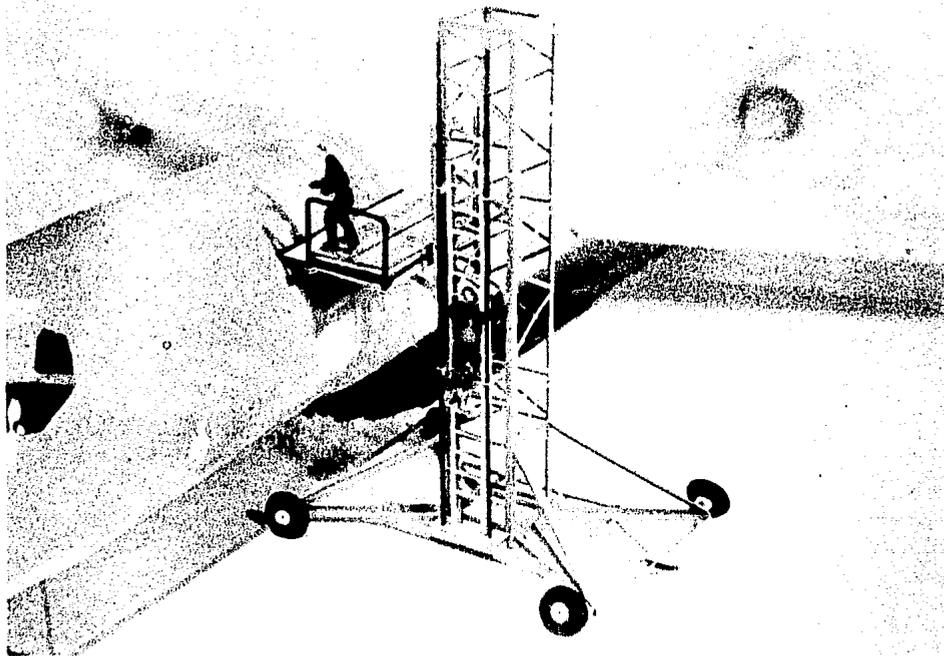
Por último existieron posibilidades formales en la relación base-torre, donde se podían cumplir los requerimientos

de equilibrio con diferentes alternativas, en donde la elección proviene de expresiones culturales.

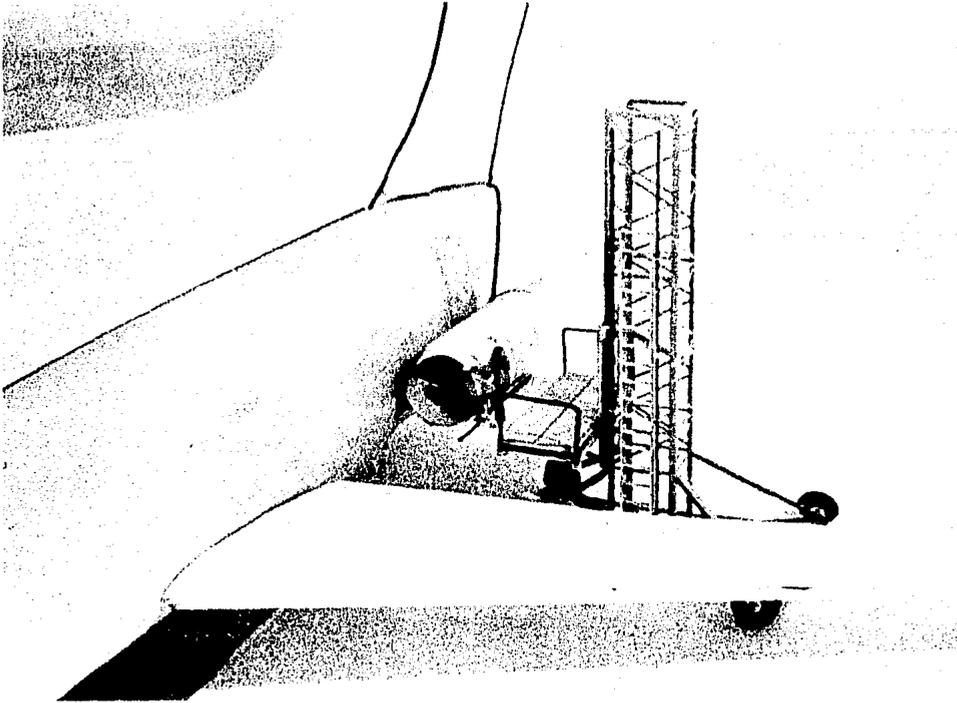
Ver fotos pag( 71), ver isométrico pag. ( 74 )



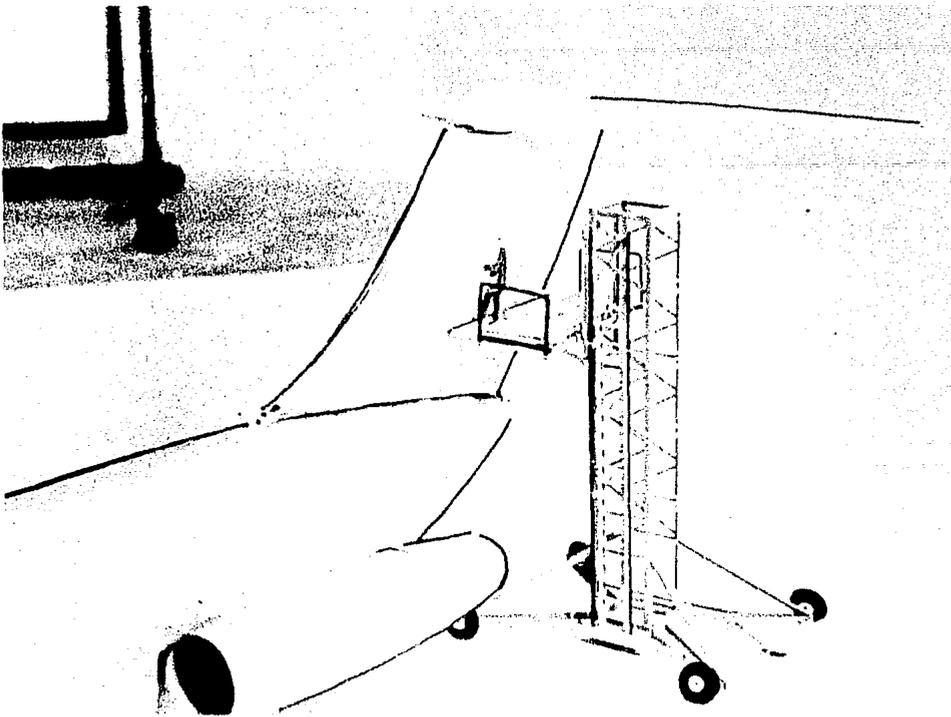
ANDAMIO EN PARABRISAS



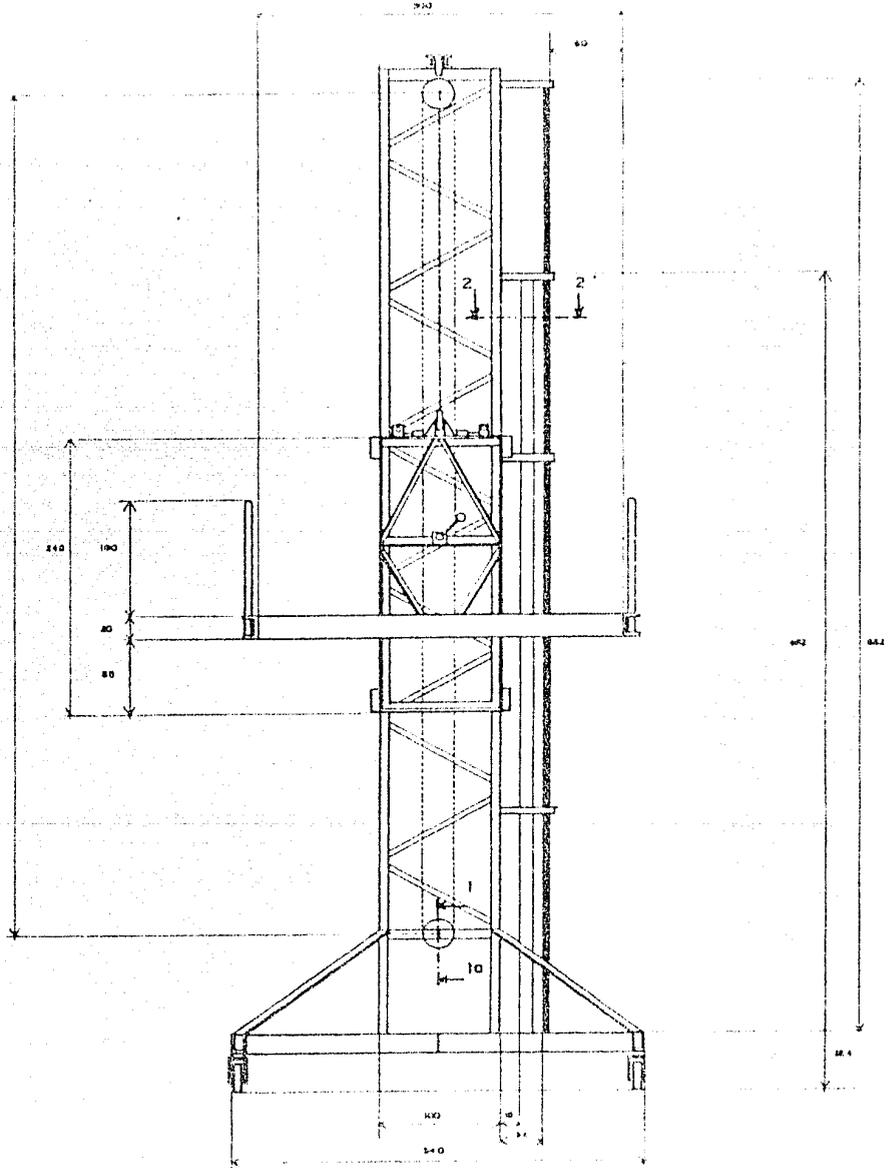
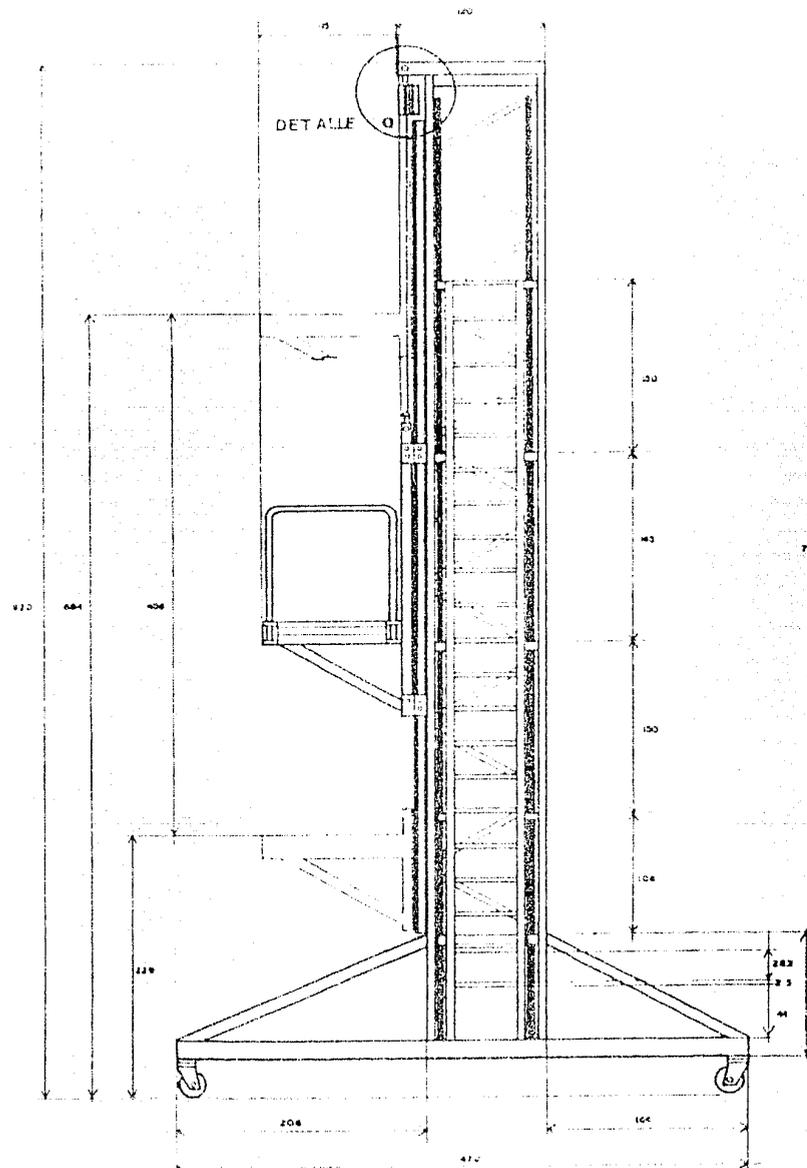
ANDAMIO EN FUSELAJE



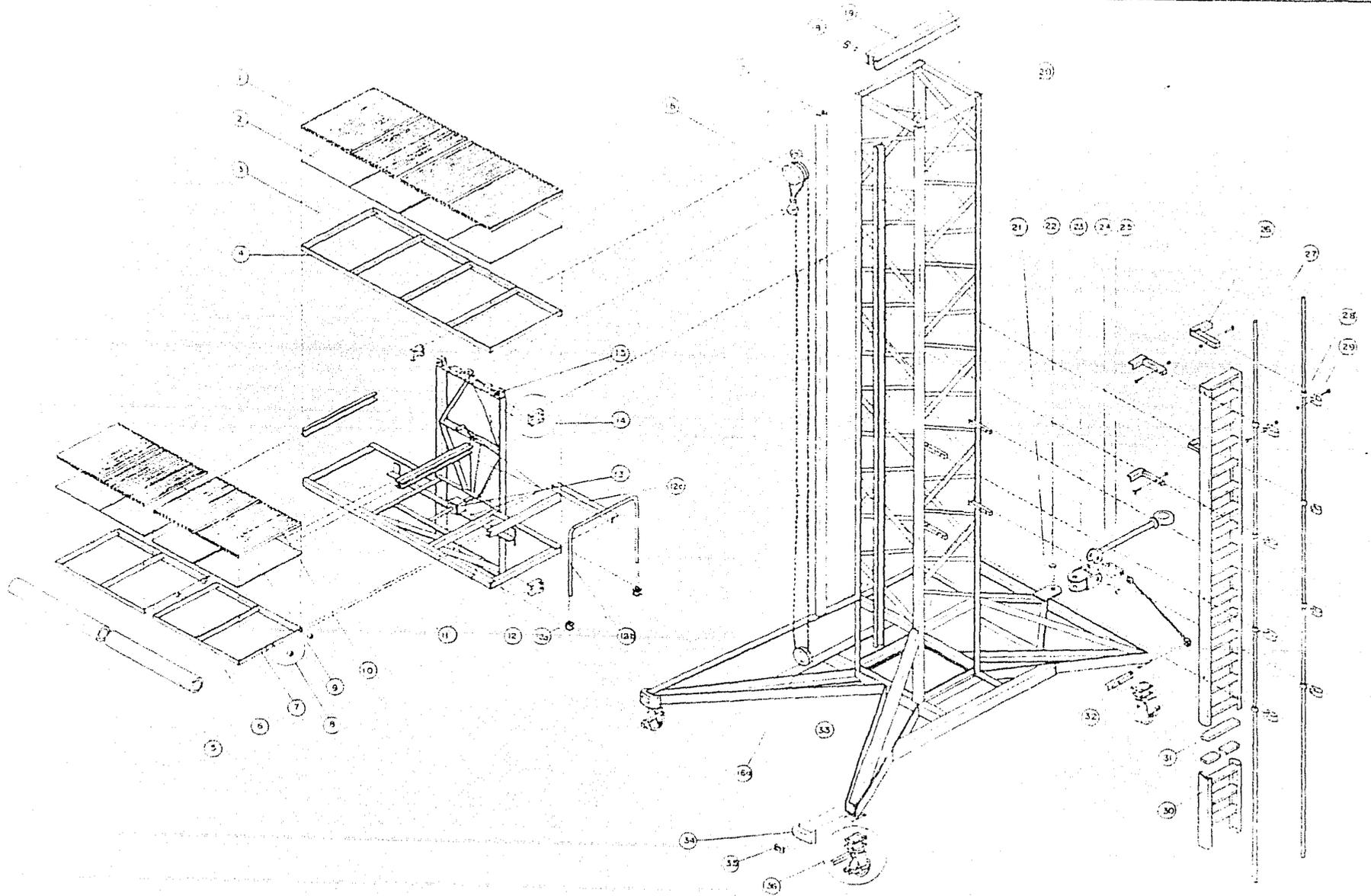
ANDAMIO EN TURBINAS



ANDAMIO EN ZONA DE EMPENAJE

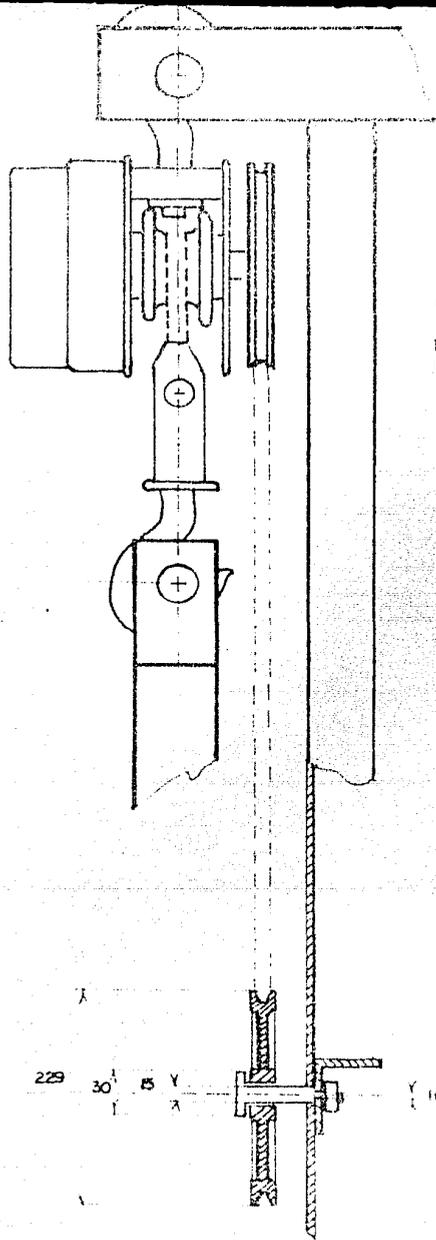


LADIL UNAM	VISTAS Y MEDIDAS GENERALES	LAMINA 1
	DETALLE a, CORTES 1, 2 REF L-3	



UADI - UNAMI DESPIECE CONJUNTO ESTRUCTURA - ANCAMIO LAMINA 2

DETALLE a

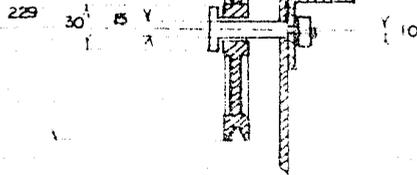


457

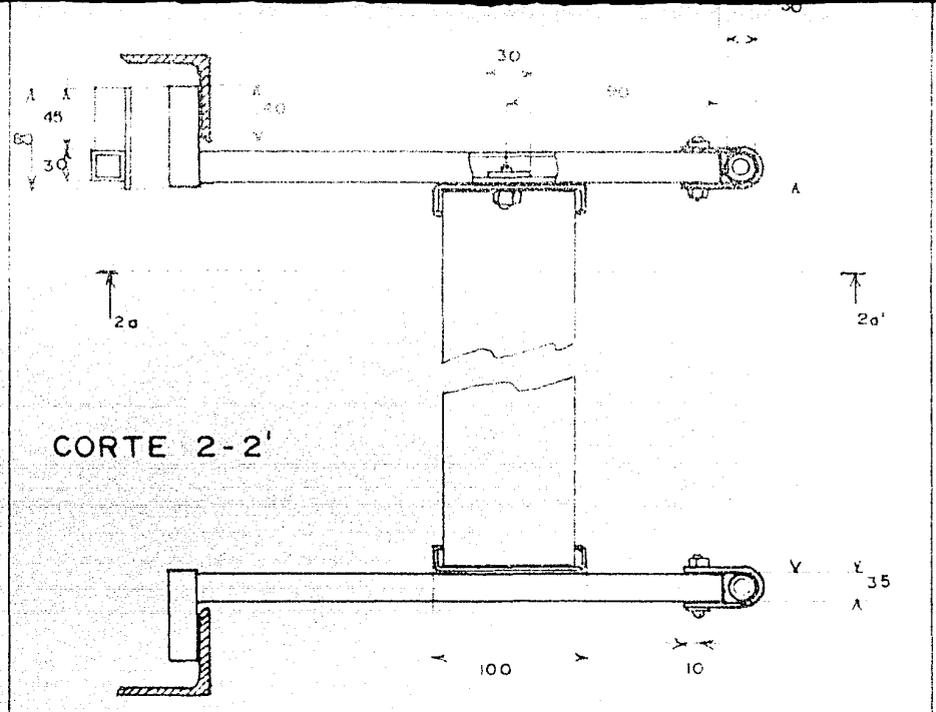
752

CARGA NOMINAL 2000 Kg  
 ESFUERZO NECESARIO PARA LEVANTAR 20 Kg

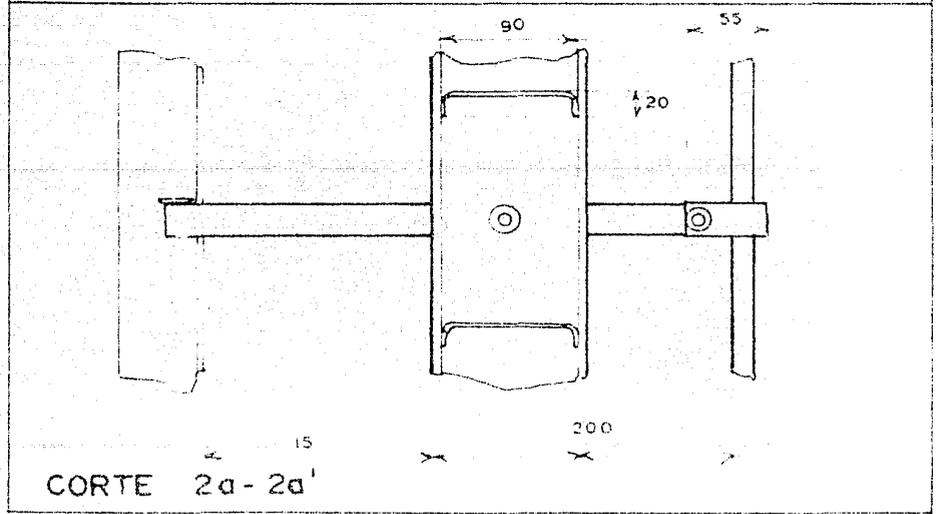
CORTE 1-1a



5 63 23



CORTE 2-2'



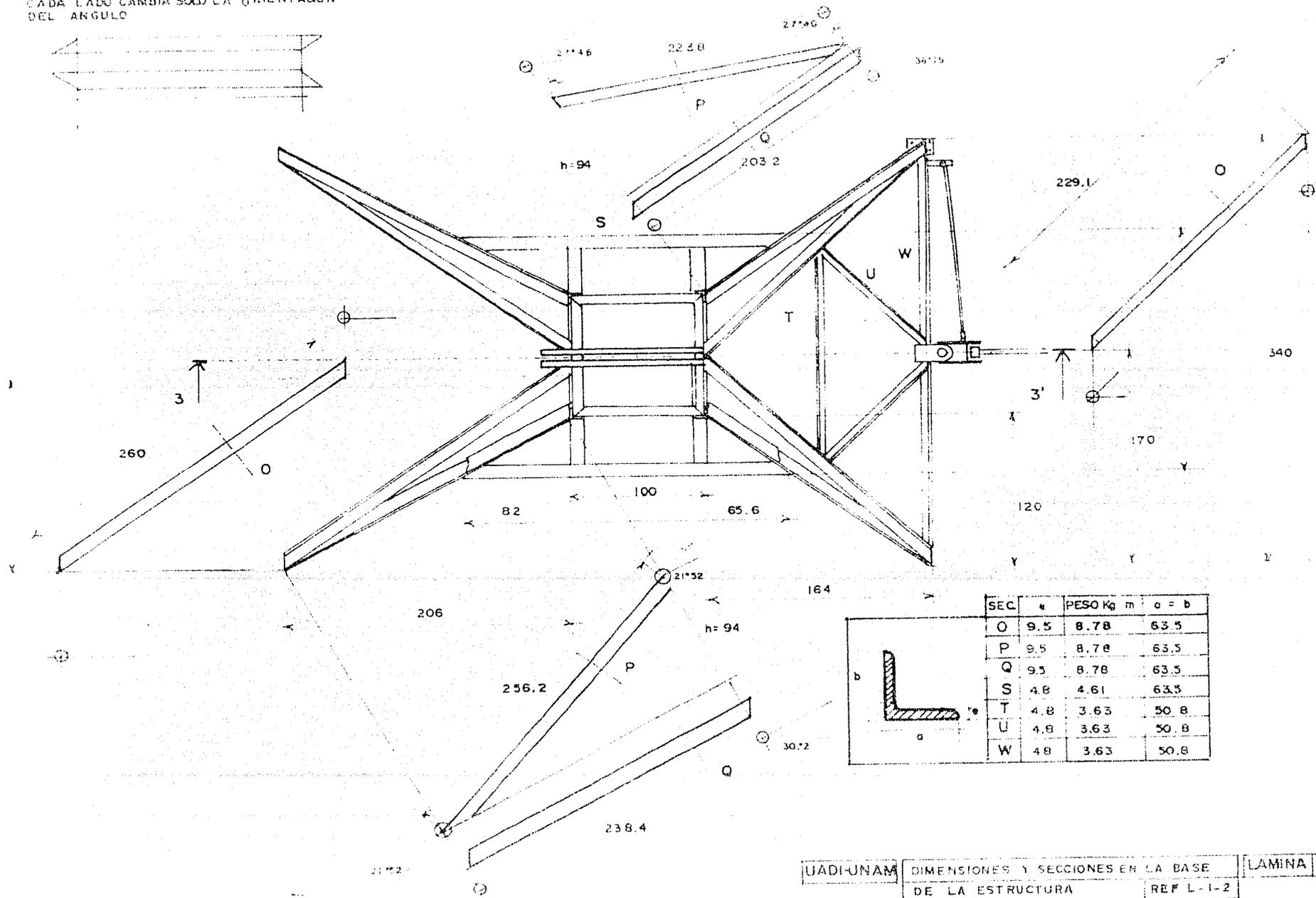
CORTE 2a-2a'

UNDI UNAM	DETALLE Y CORTE (1) MEC DE ELEVACION	LAMINA 3
	CORTE (2) SUJECION ESCALERA REF L. 1-2	

OBSERVACIONES

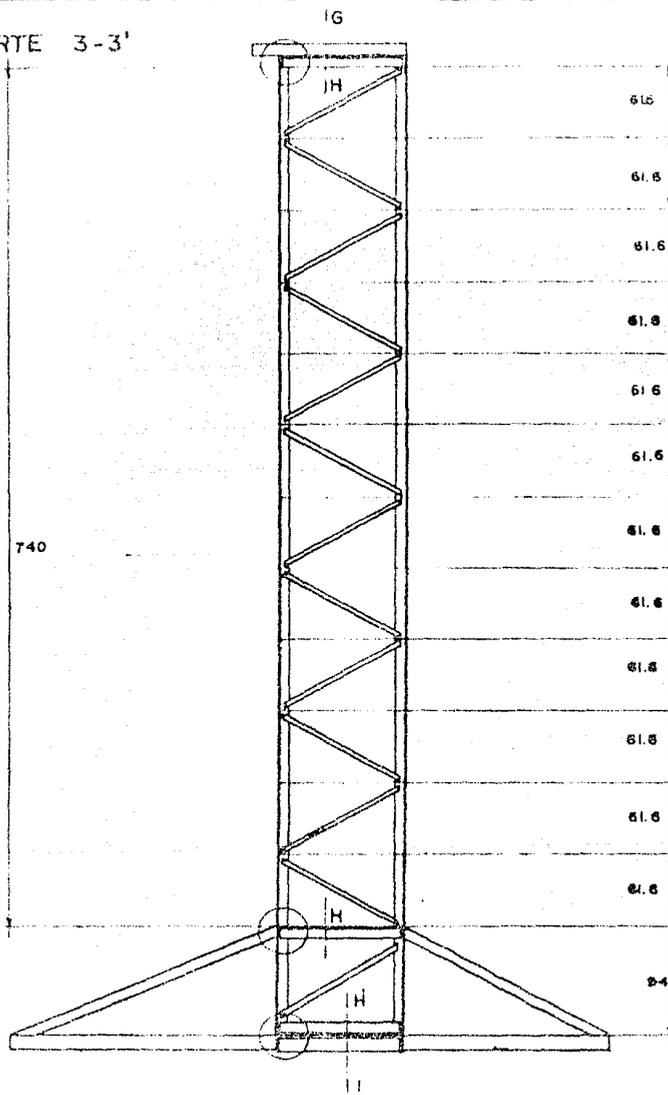
DEBIDO A LA SIMETRIA EN LAS SECCIONES DE CADA LADO CAMBIA SOLO LA ORIENTACION DEL ANGULO

PLANTA ESTRUCTURAL

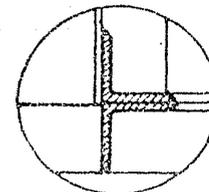
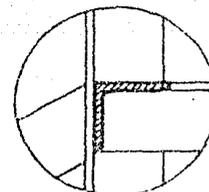
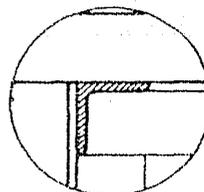
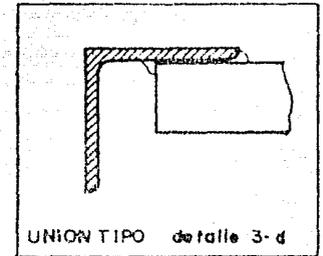
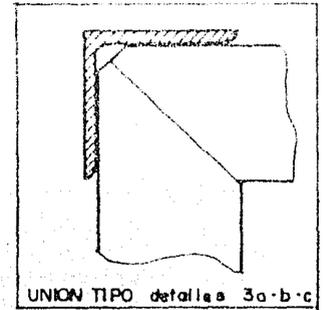
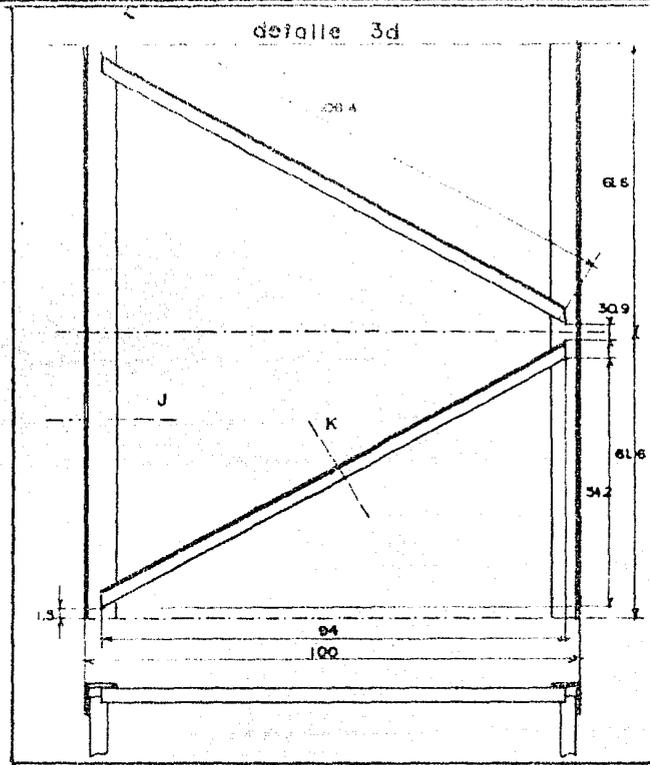


SEC	h	PESO Kg m	a = b
O	9.5	8.78	63.5
P	9.5	8.78	63.5
Q	9.5	8.78	63.5
S	4.8	4.61	63.5
T	4.8	3.63	50.8
U	4.8	3.63	50.8
W	4.8	3.63	50.8

CORTE 3-3'



detalle 3d



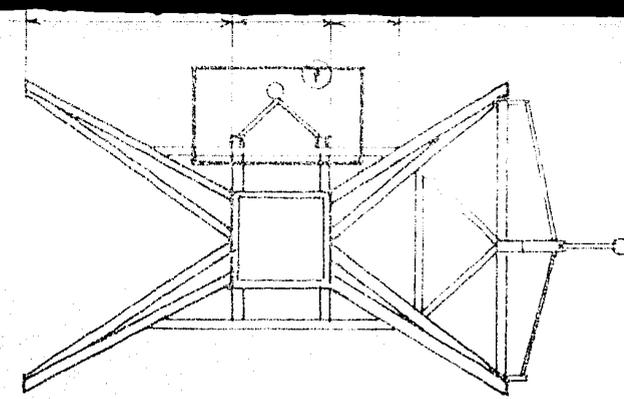
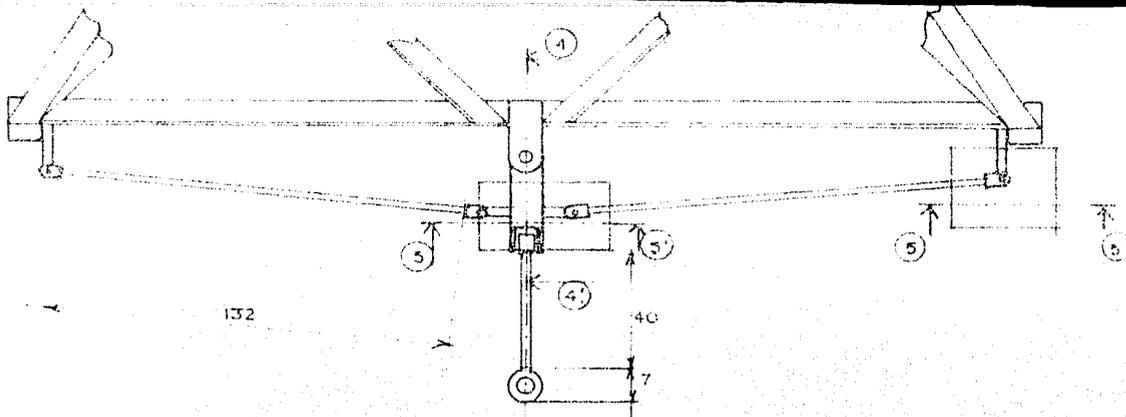
detalle 3a

detalle 3b

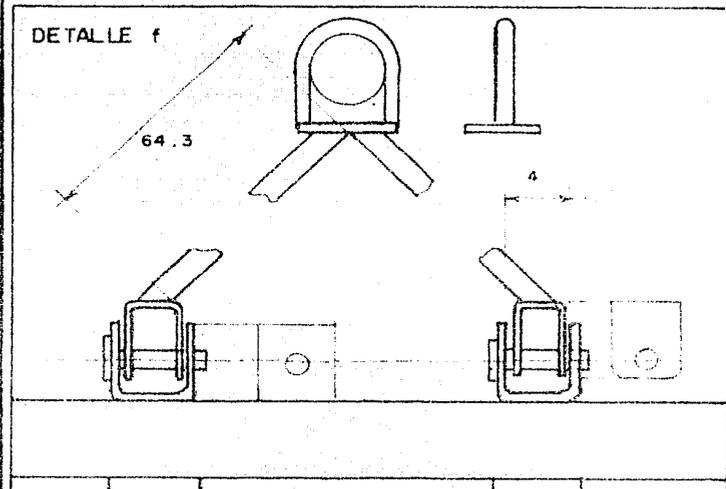
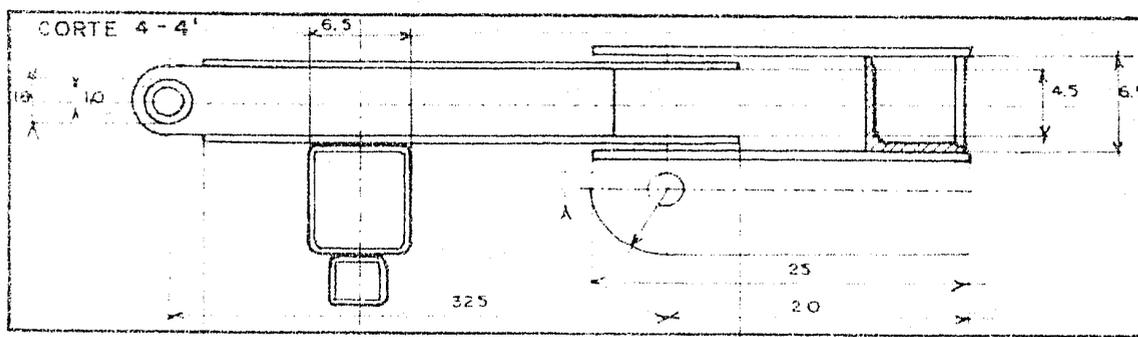
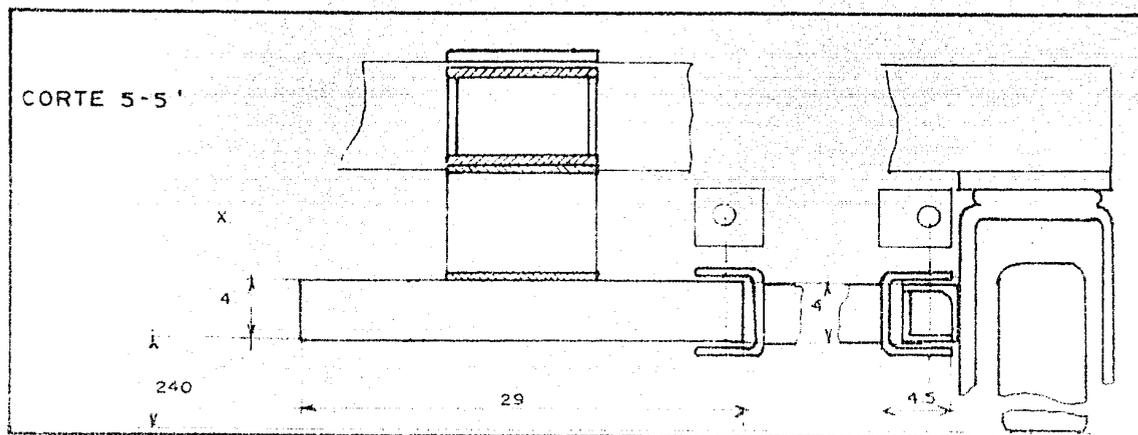
detalle 3c

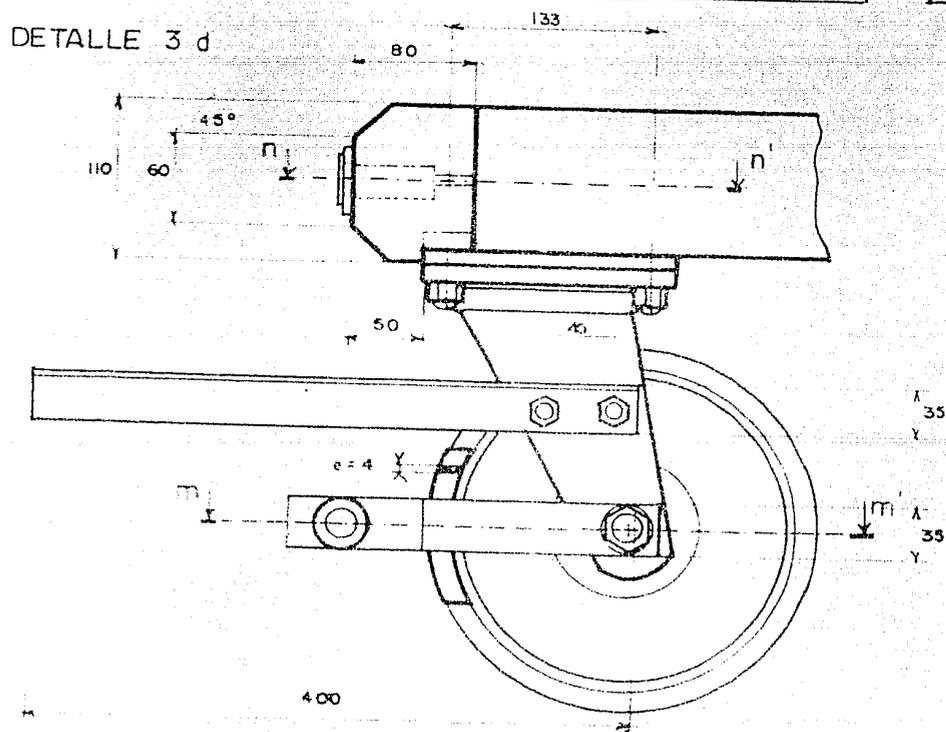
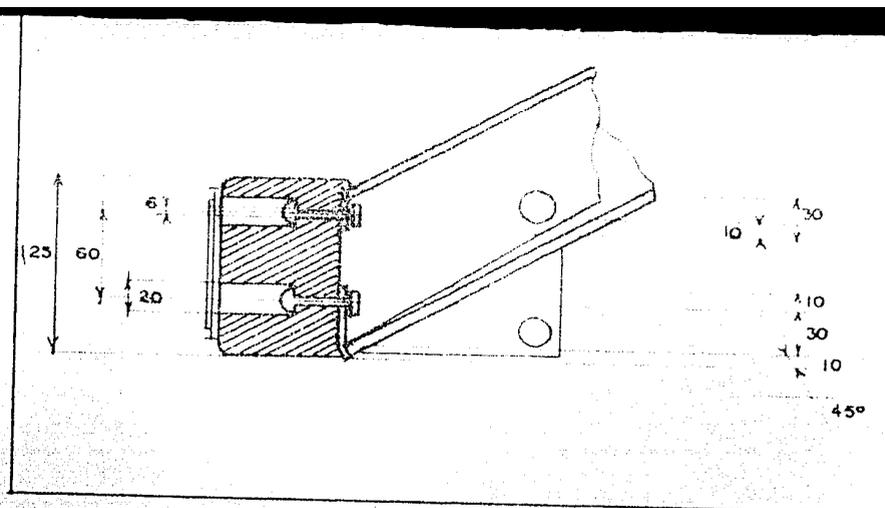
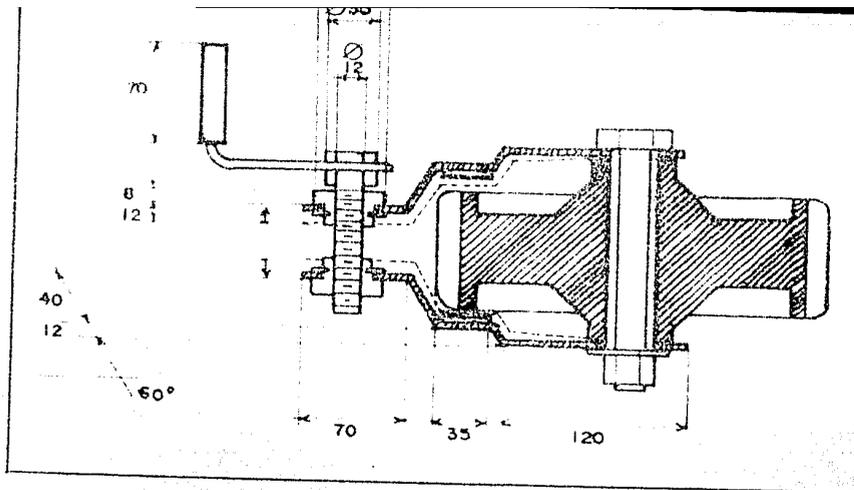
SEC.	e	Kg - m	a	b
G	6.9	6.1	78	53
a x b				
H	7.9	7.4	63.5	
I	7.9	7.4	63.5	
J	7.9	7.4	63.5	
K	6.3	3.48	38.1	

UADI - UNAM	DIMENSIONES Y SECCIONES EN LA TORRE	LAMINA 3
	DETALLES CONSTRUCTIVOS	REF. L-1-2

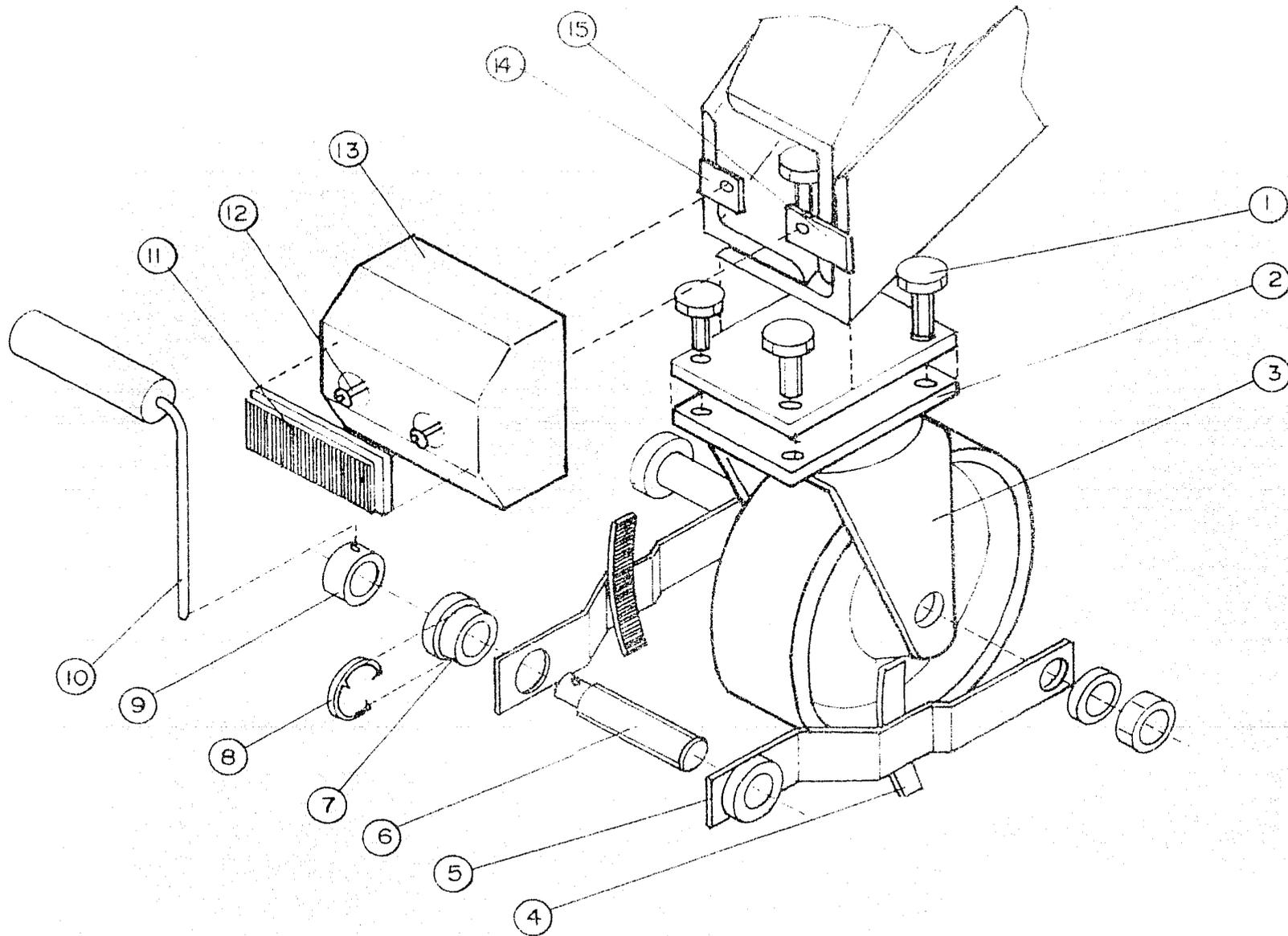


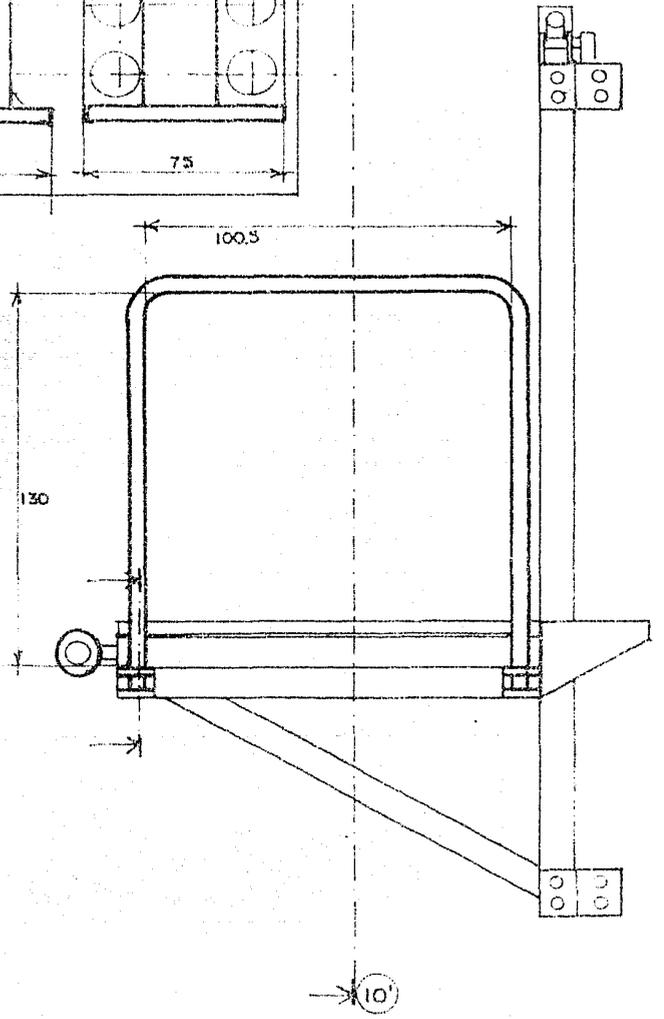
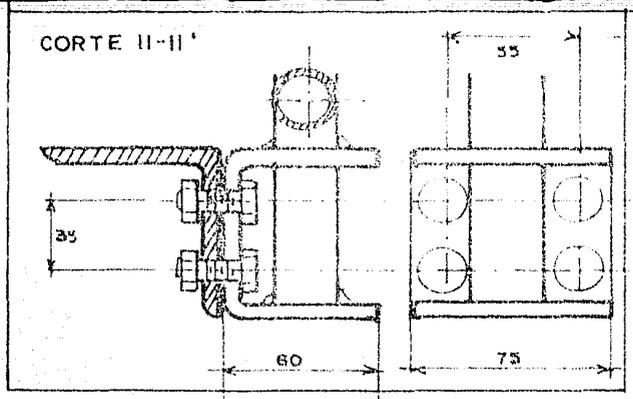
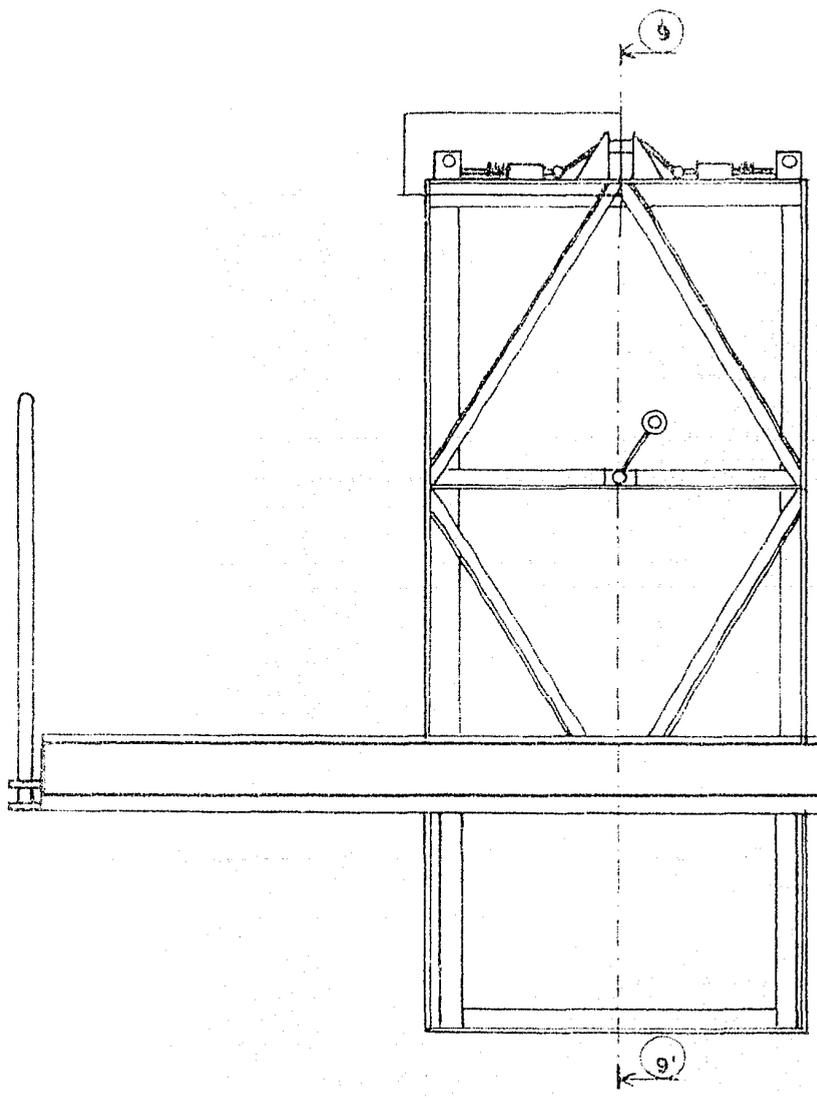
DIRECCION LATERAL





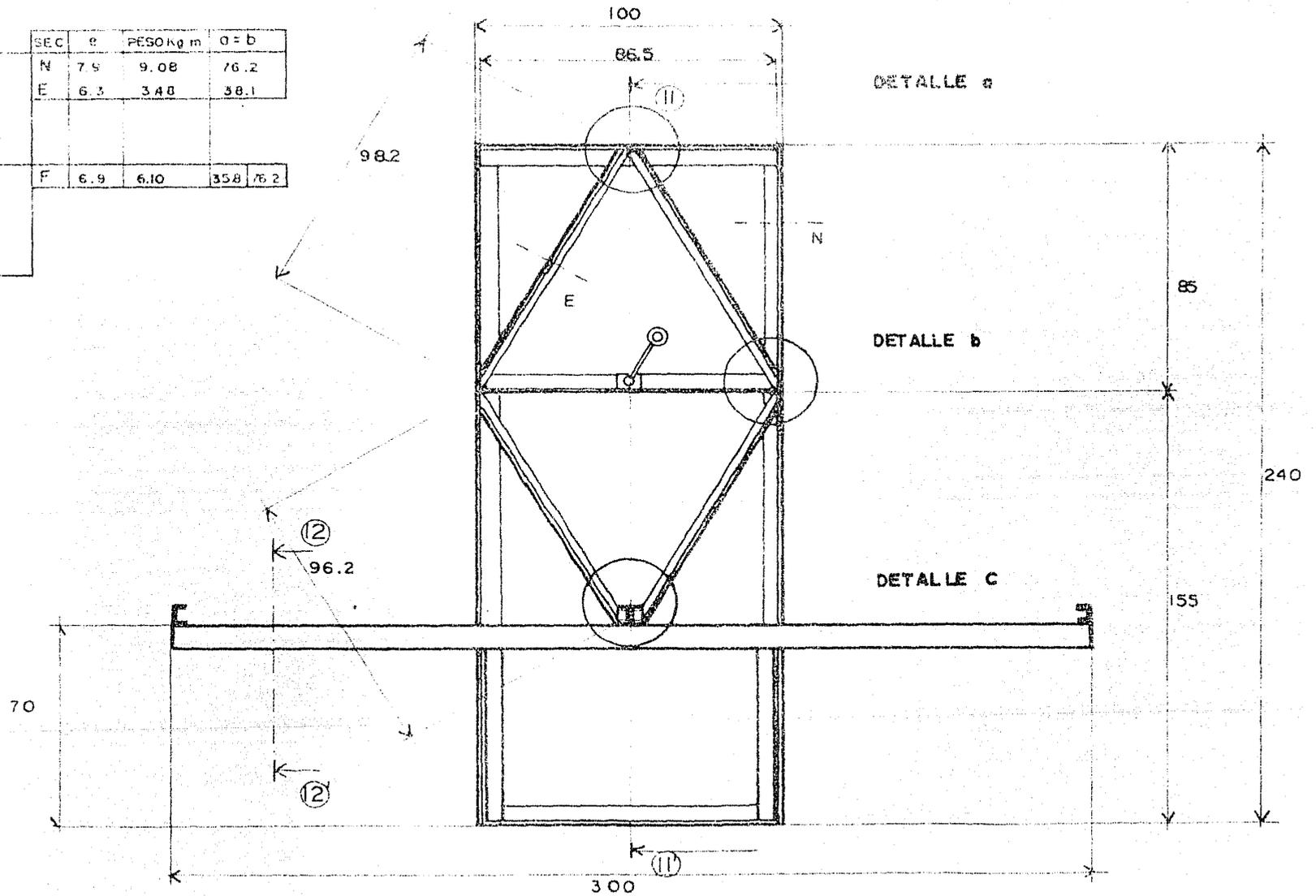
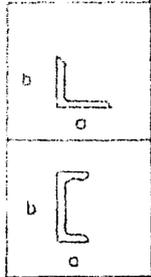
UADI UNAM	DIMENSION DE ELEMENTOS DE RODAMIENTOS	LAMINA 7
	SUJECION, FRENOS Y TOPES	REF. I. S. B

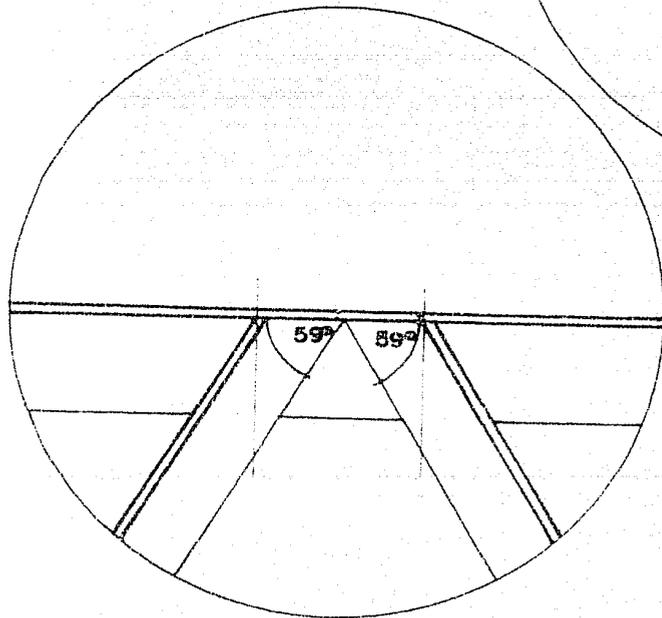




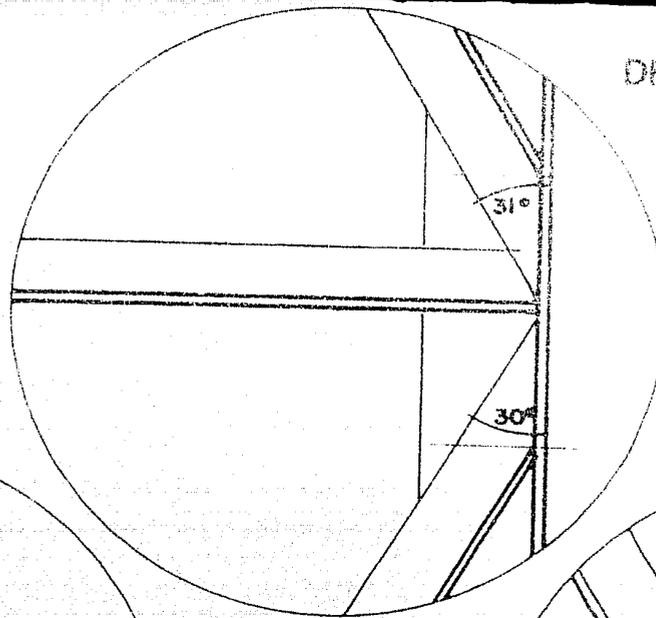
UADI-UNAM	VISTAS GENERALES - ANDAMIO DETALLE E	LAMINA 9
	INDICACION DE CORTES 9-10	REF. L-1-2

SEC	e	PESO kg m	a = b
N	7.5	9.08	76.2
E	6.3	3.48	38.1
F	6.9	6.10	358 76.2

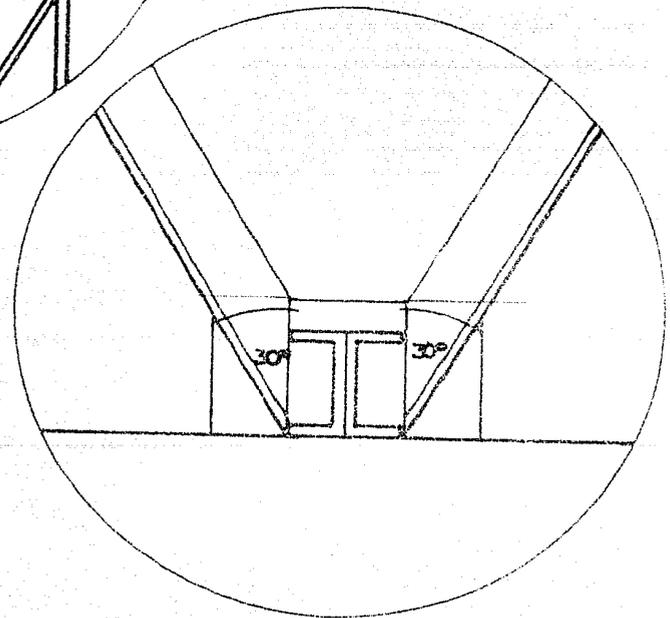




DETALLE a

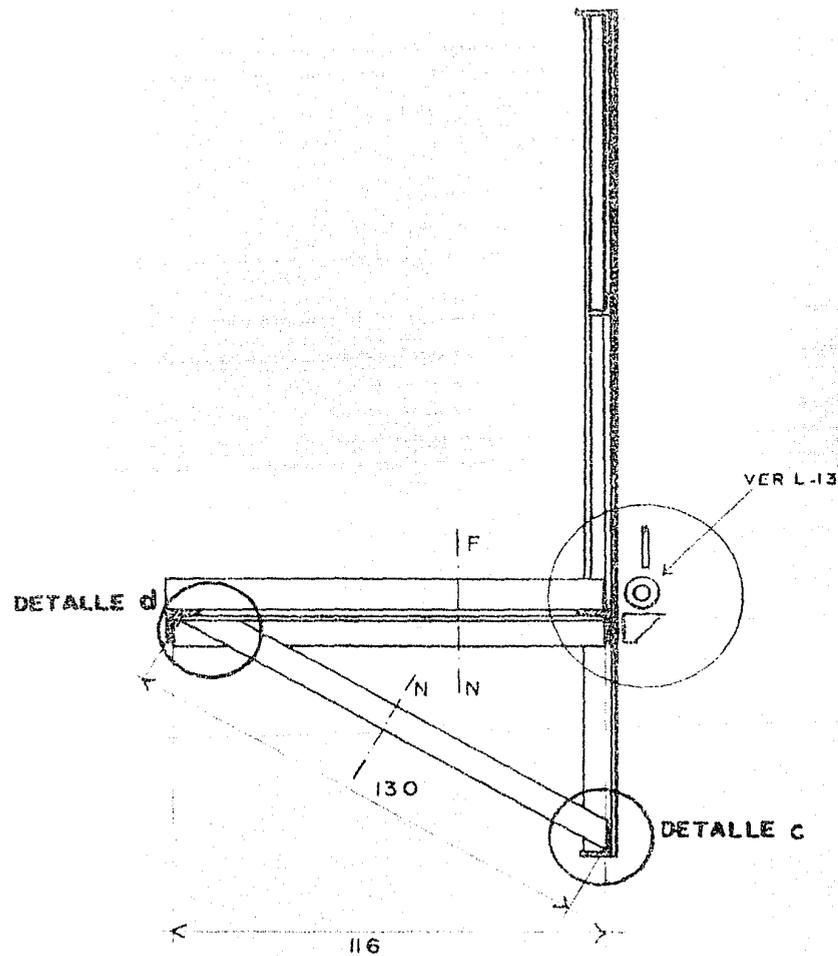


DETALLE b

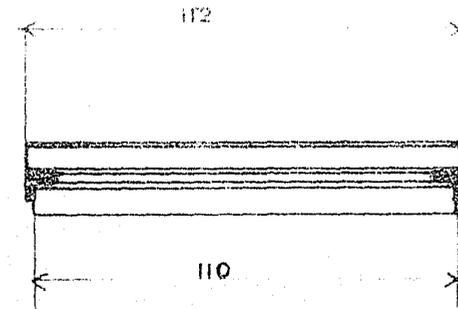


DETALLE c

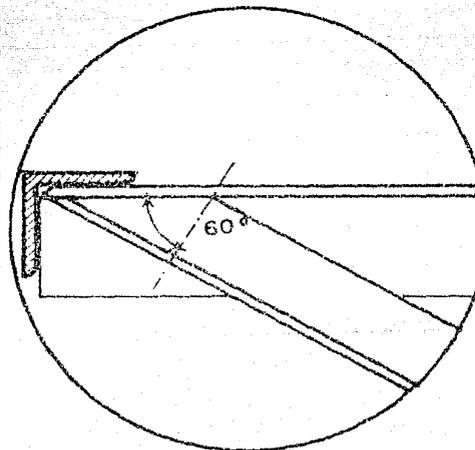
CORTE 11-11'



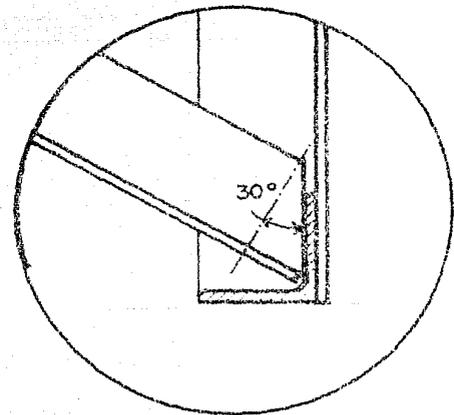
CORTE 12-12'

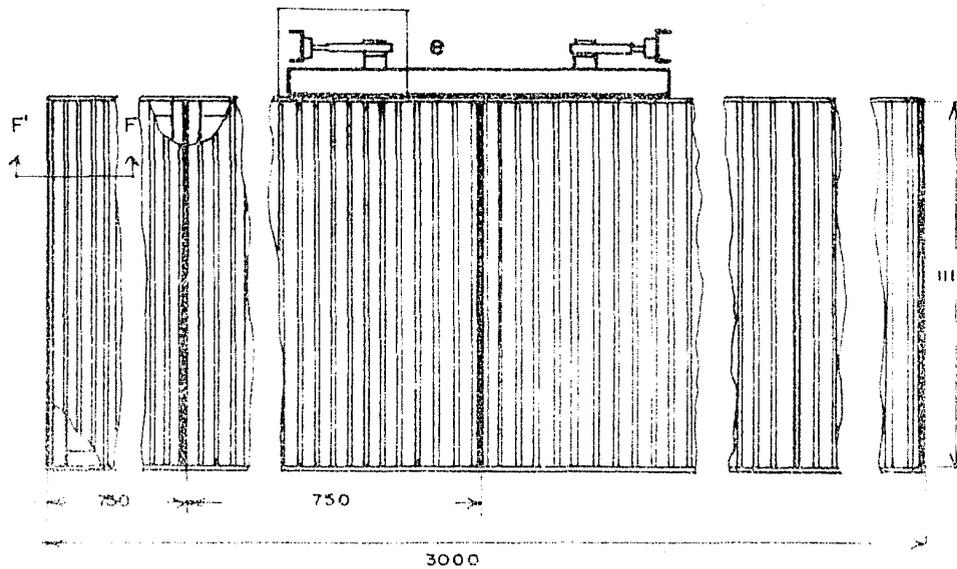
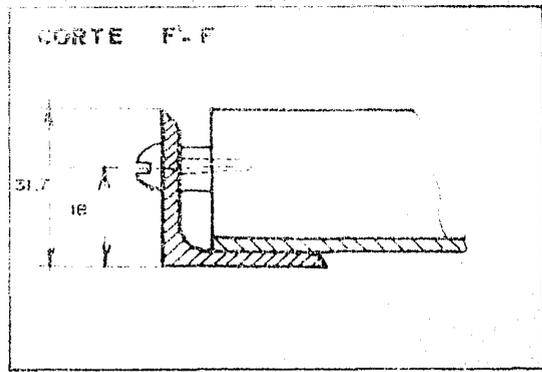


DETALLE d

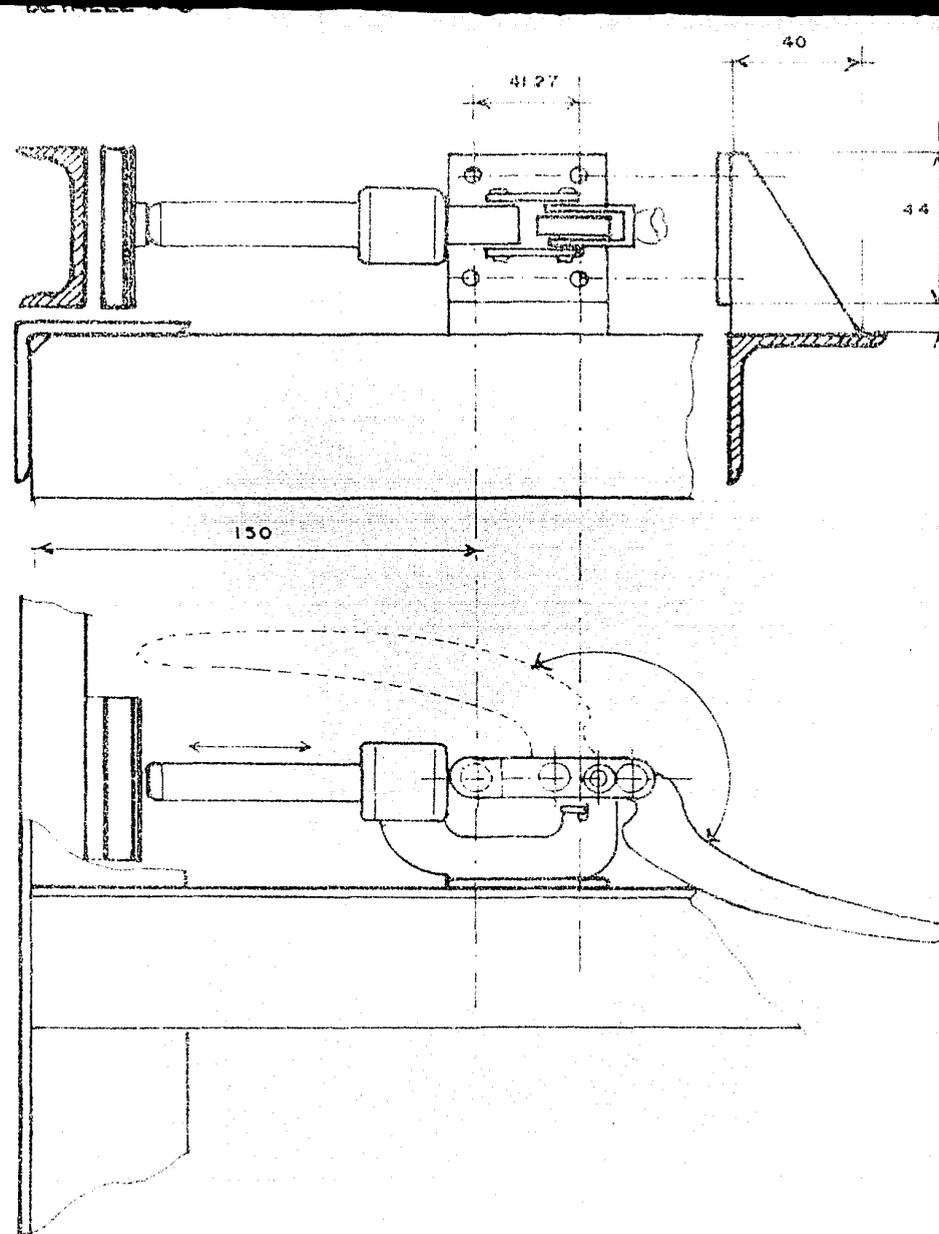


DETALLE e

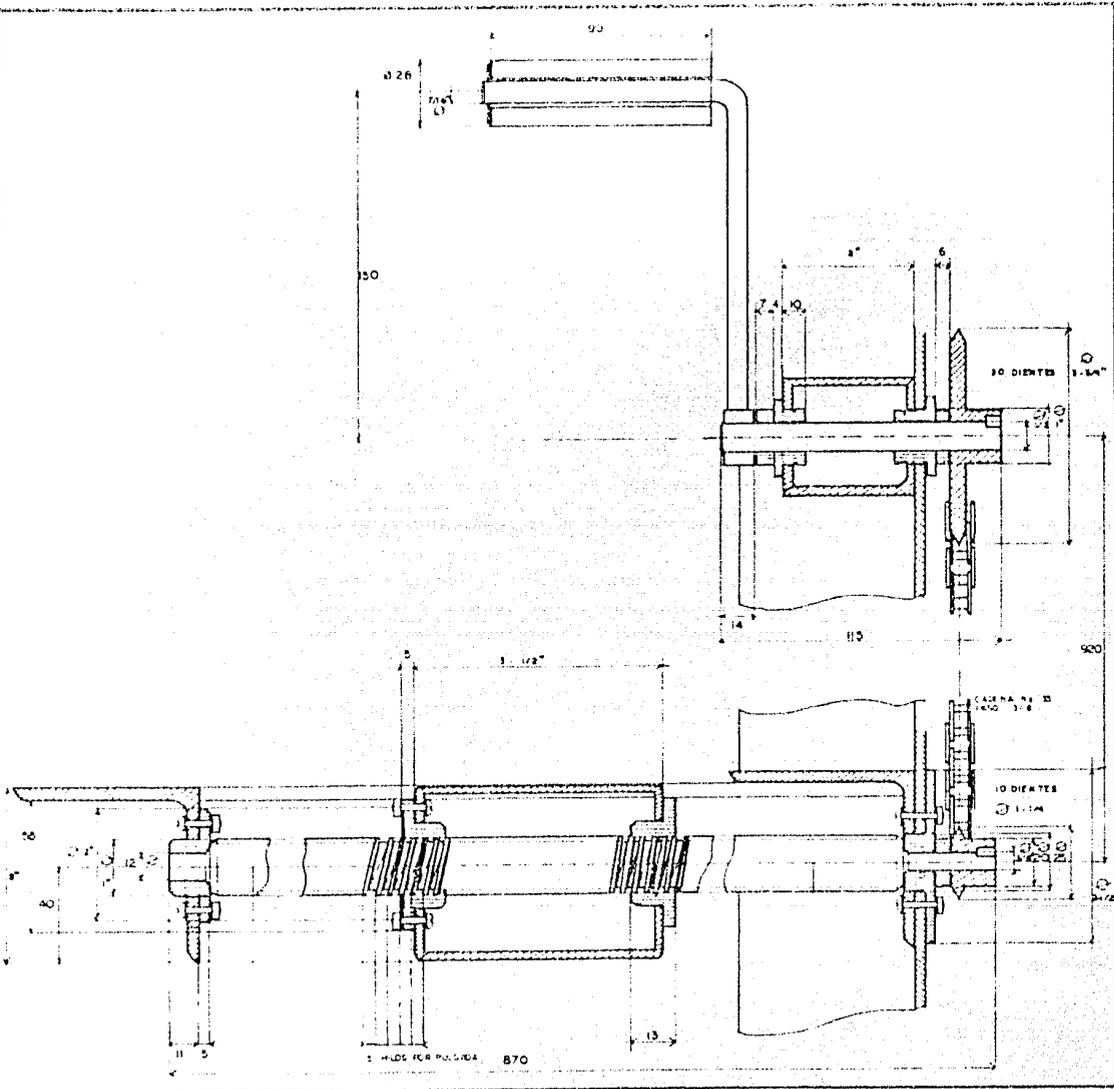




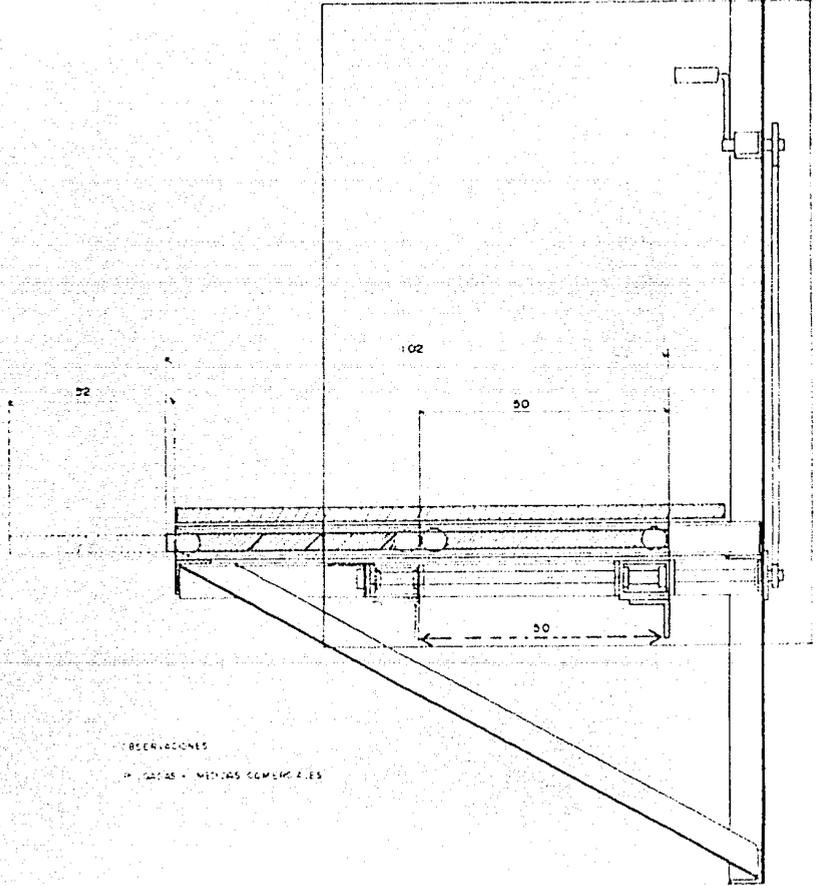
PLANTA DEL ANDAMIO  
PISO SUPERIOR  
MECANISMO ANTIVIBRACION



UADI-UNAM	PISO SUPERIOR DE ANDAMIO Y SISTEMA ANTIVIBRACION	LAMINA 13
	REF. L. 12	



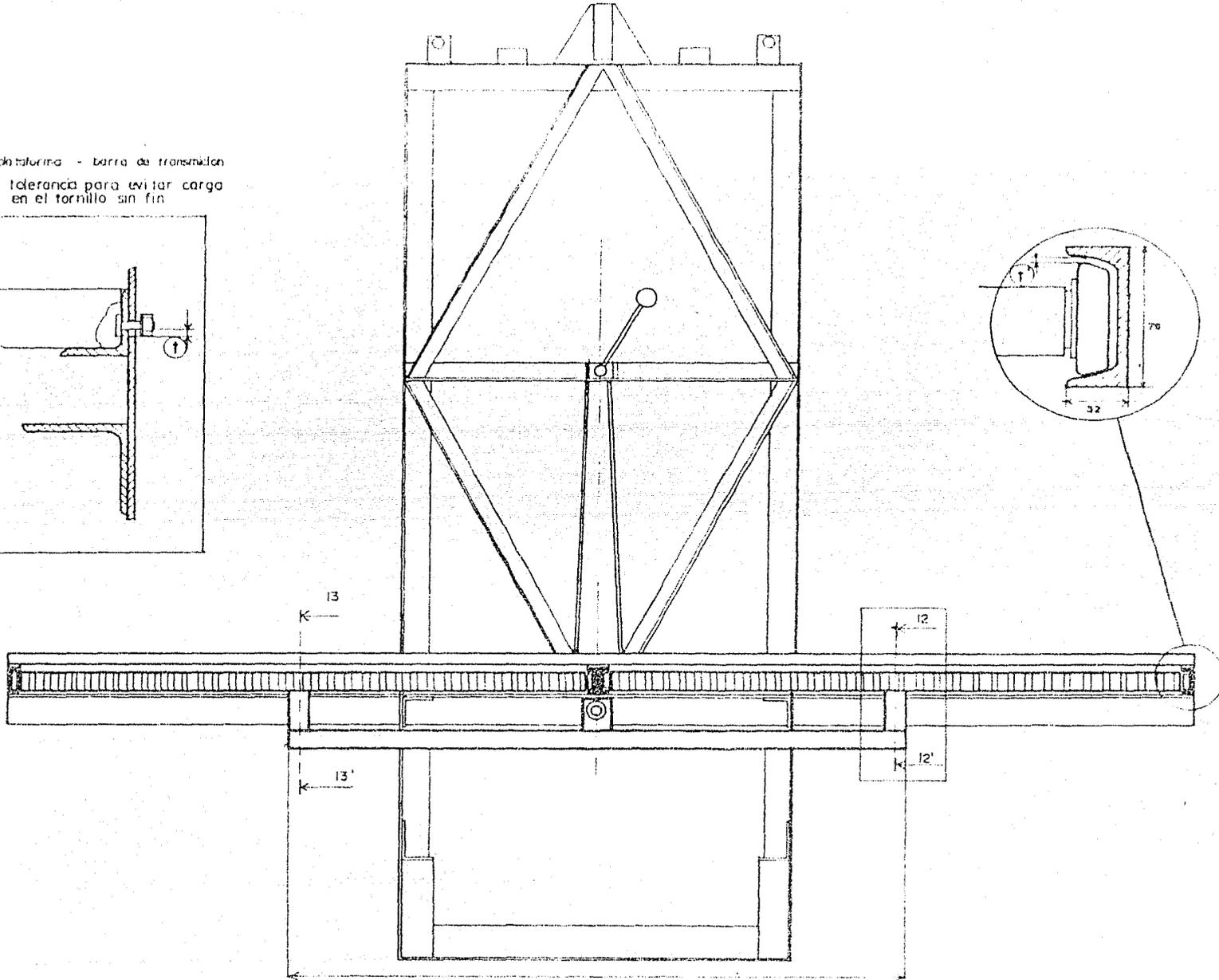
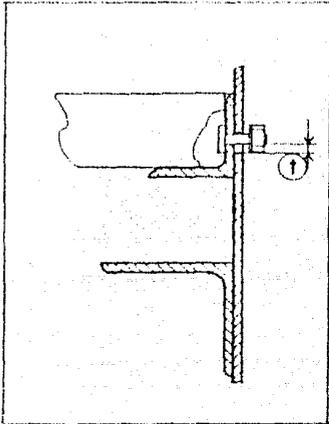
CORTE 9-9'



OBSERVACIONES  
 1 - H.D.C. - MEDIDAS COMENZAN DESDE

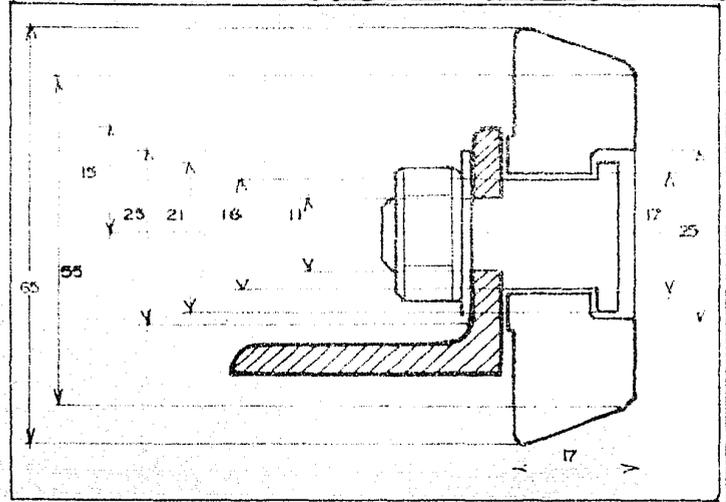
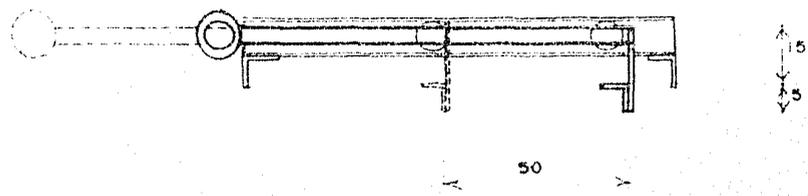
corte 12-12

union platavina - barra de transmision  
  $t = t' \pm$  tolerancia para evitar carga  
 en el tornillo sin fin

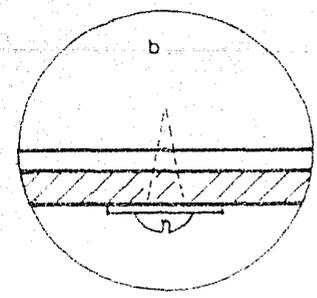
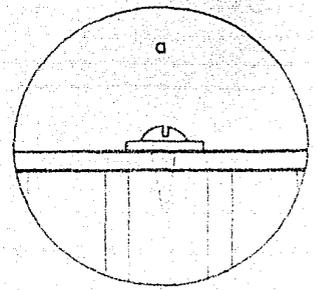
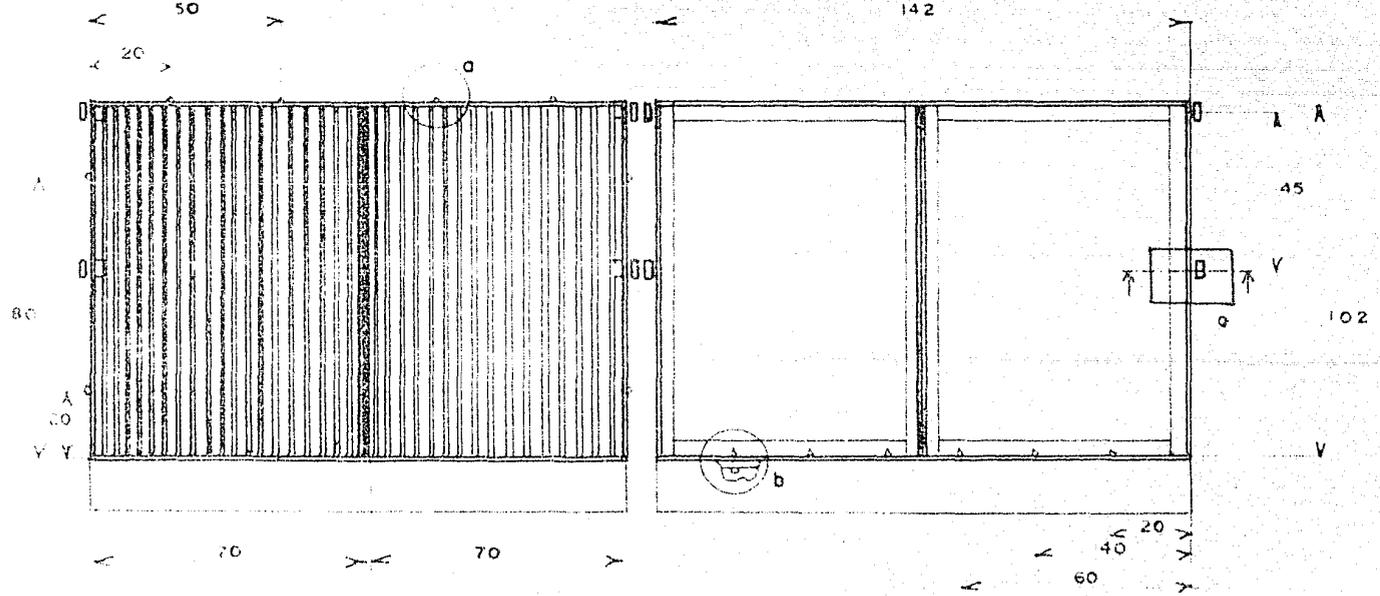


UADI UNAM	CORTE 10-10' TRANSMISION MECANISMO PLATA-	LAMINA 15
	FORMA	REF. L-29-14

CORTE 13-13'



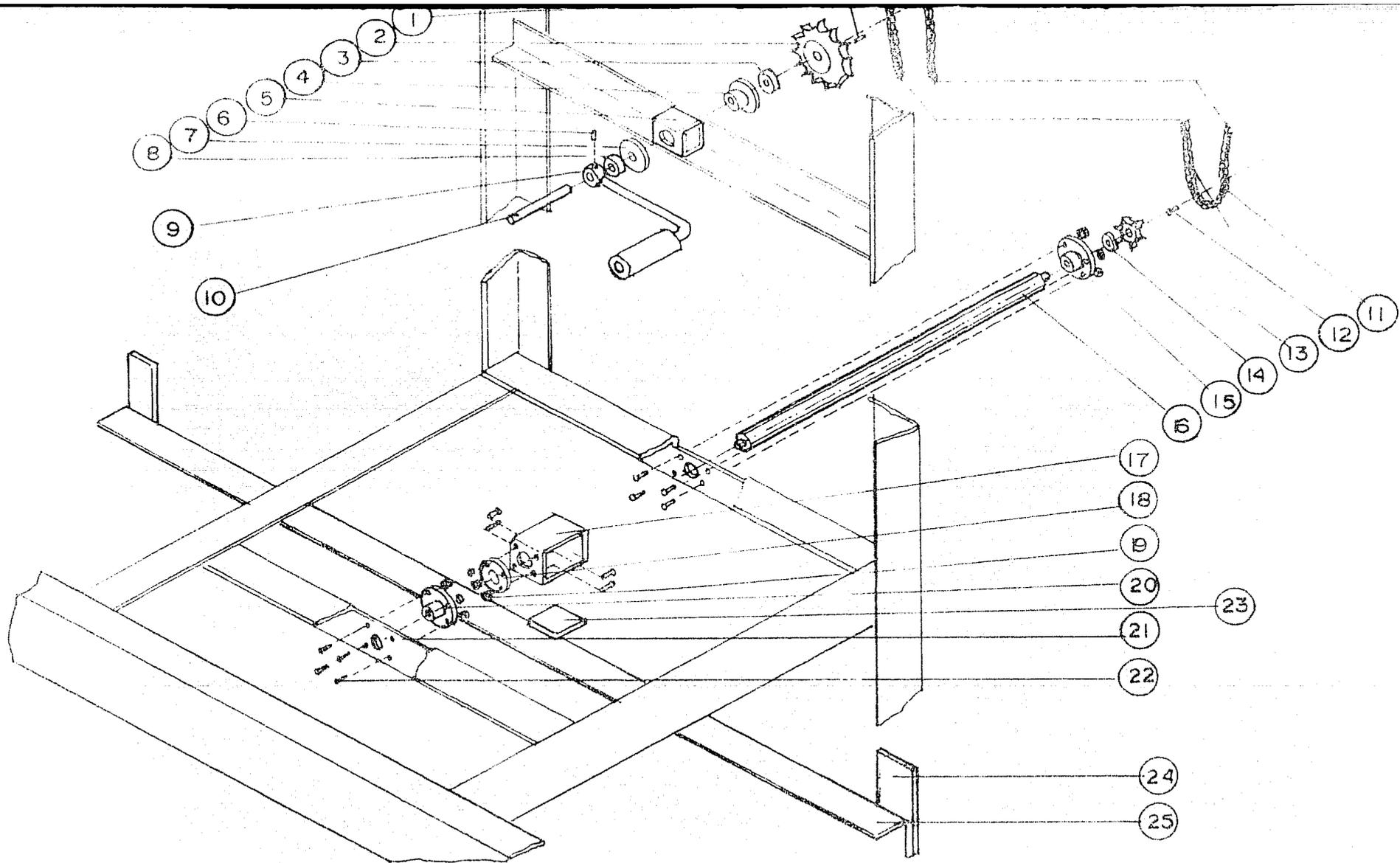
50 142



UADI-UNAM

CORTE 13-13' DE TRANSMISION, DIMENSION DE  
PLATAFORMA, DETALLES REFL-2-13

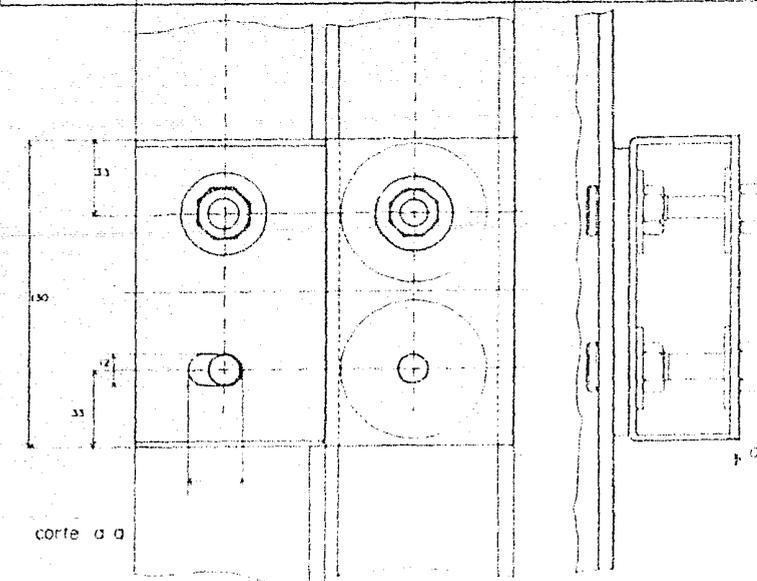
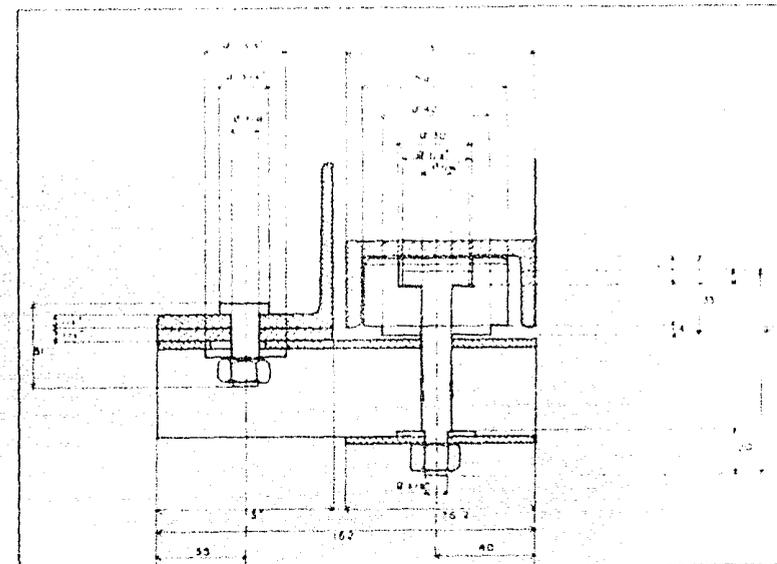
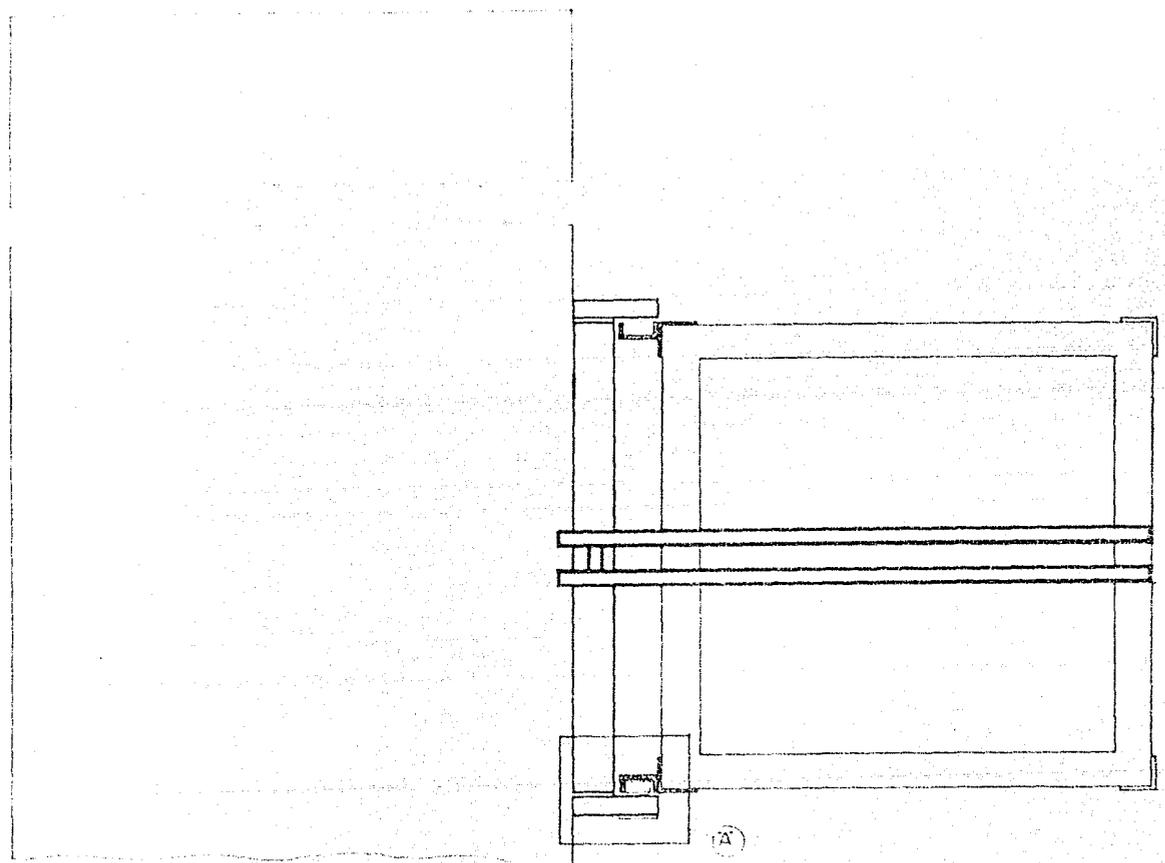
LAMINA 16



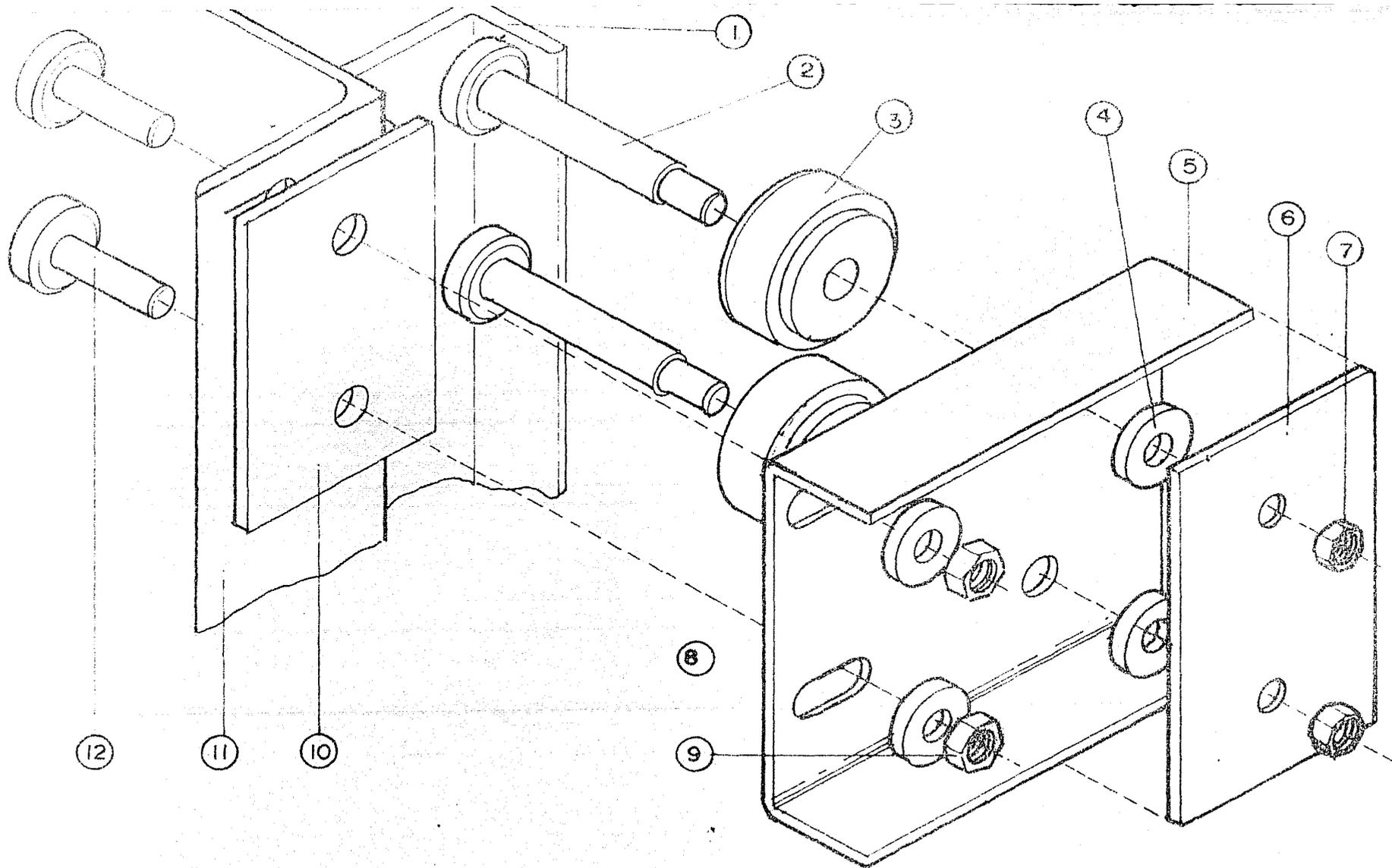
UADI-UNAM	DESPIECE MECANISMO DE LAS PLATAFORMAS DE SPLAZABLES	LAMINA 17
	REF. L-2-14	

LOCALISACION EN PLANTA DE LAS GUIAS

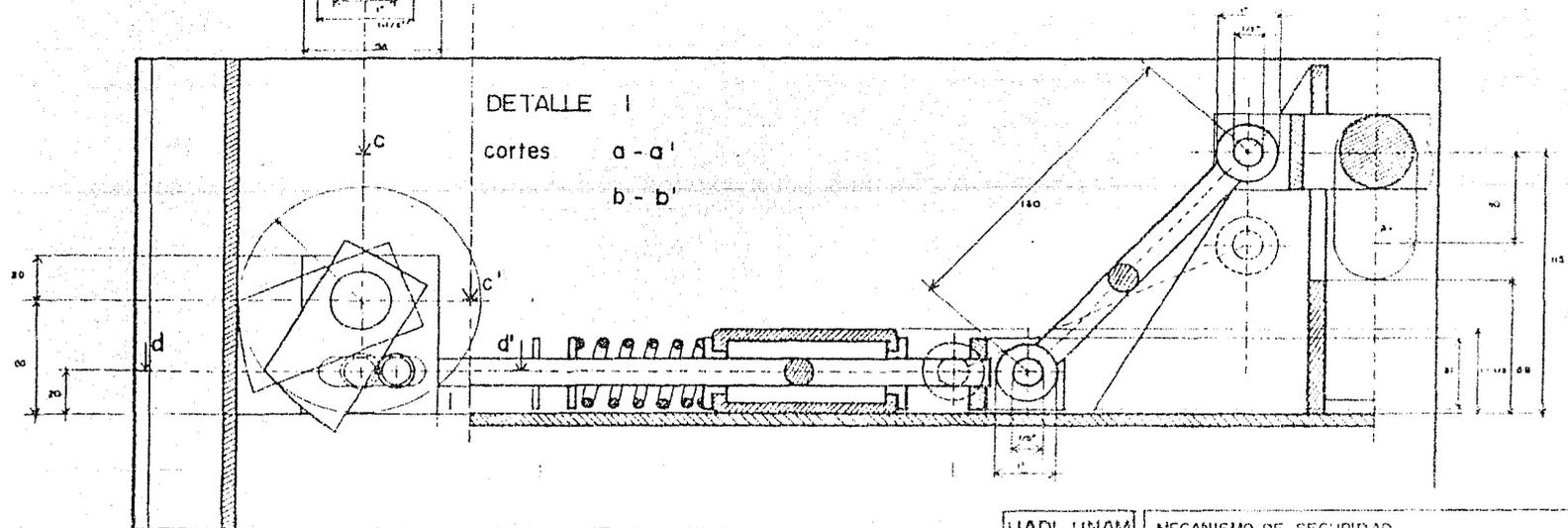
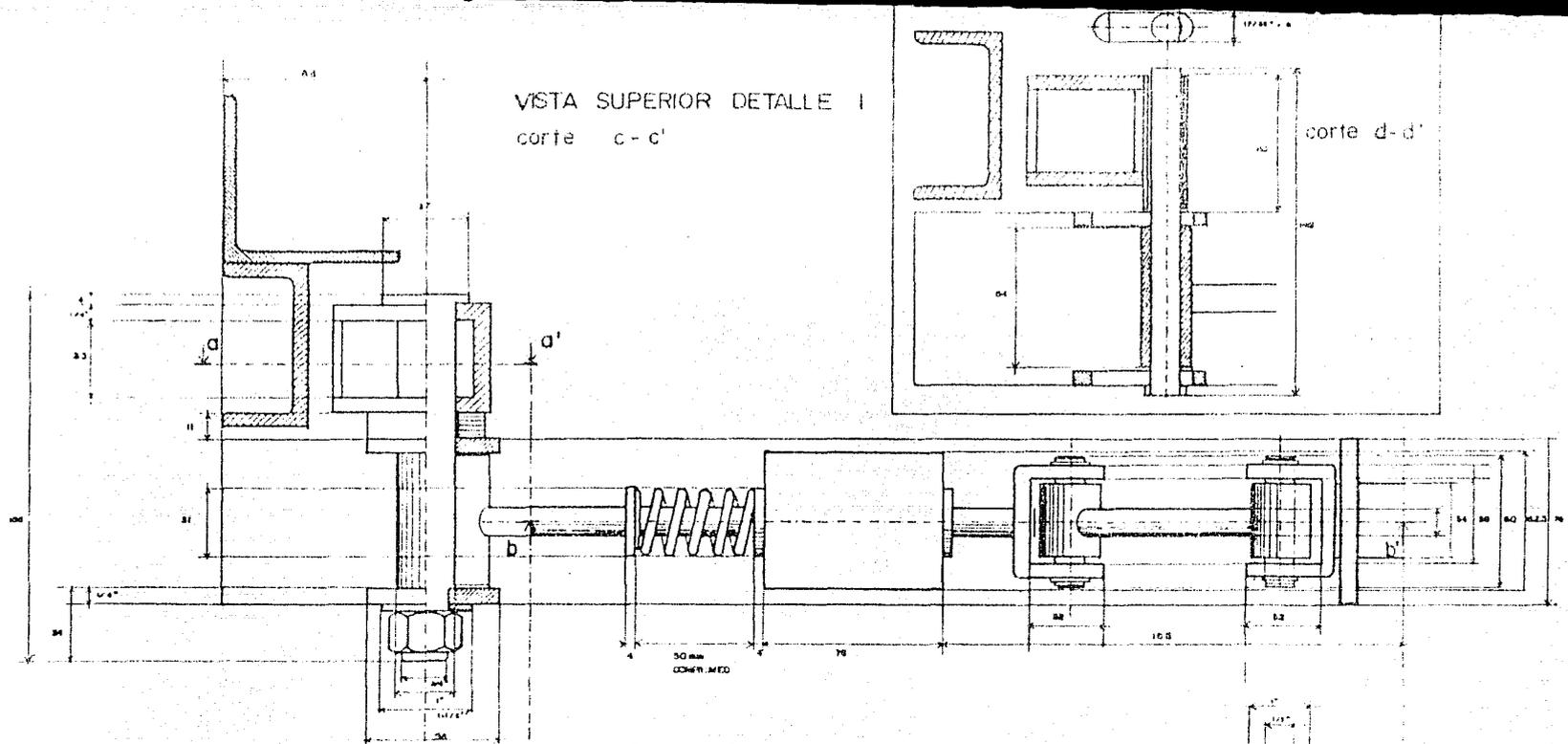
DETALLE 'A' GUIAS



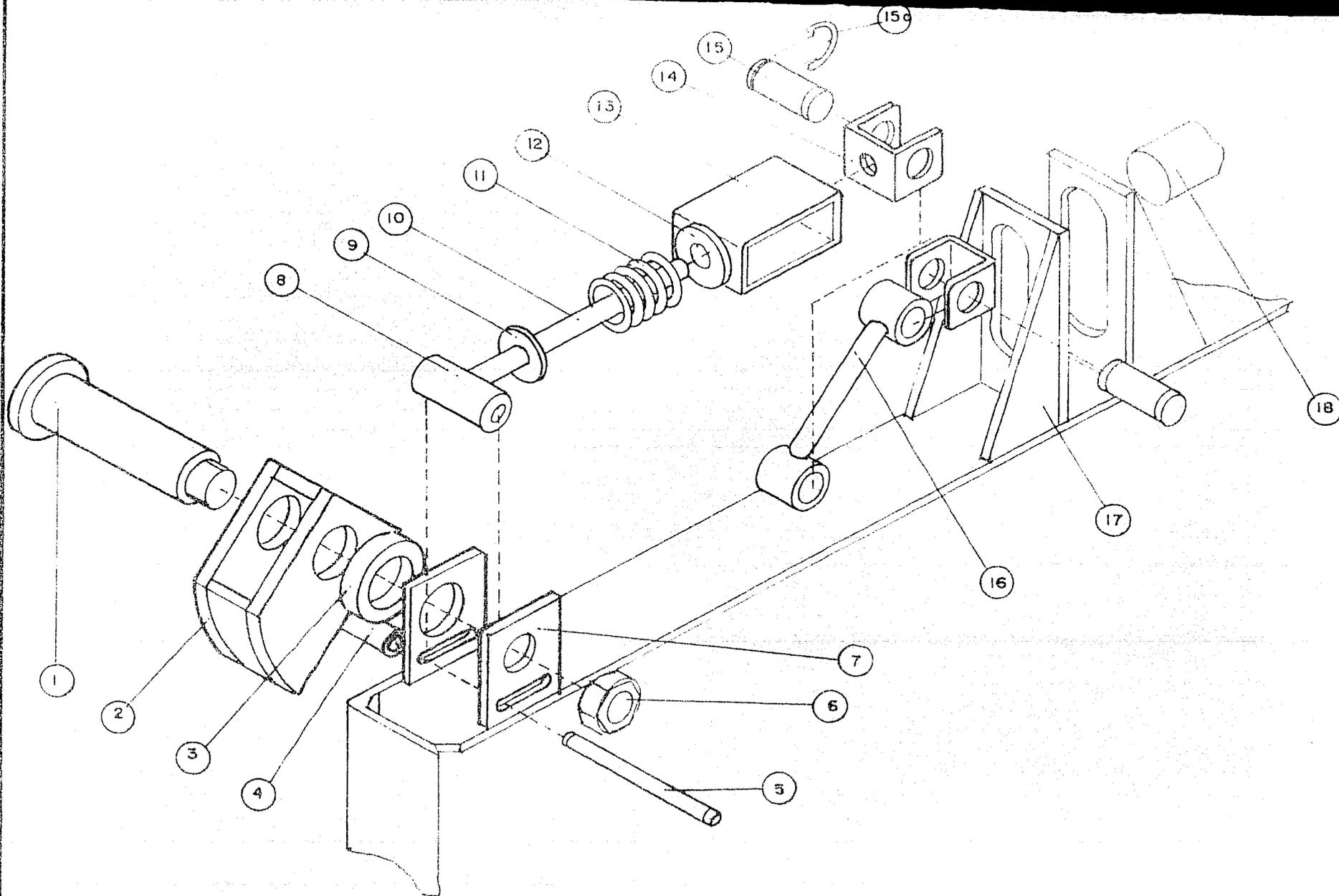
- CONSERVACIONES
- LAS DIMENSIONES EN PULGADAS NORMALIZAN A LAS PIEZAS COMERCIALES
  - LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS DEPRE EN TANTO ELEMENTOS MAQUINADOS



UNION-UNION	DESPIECE DE GUIAS	LAMINA 10
		REF. L.-2-18



UADI UNAM	MECANISMO DE SEGURIDAD	LAMINA 20
	DIMENSIONES Y SECCIONES	REF. L-9



DESPIECE - A - CONJUNTO ANDAMIO ESTRUCTURA

No.	DESIGNACION	MATERIAL	PROCESO	ACABADO	ENSAMBLE	L.
1	rejilla-piso	fibra de vidrio	cortado	comercial	atornillado	L-13
2	protector	lámina negra	cortado	pintado	a presión	L-13
3	bastidor-piso	acero A/36	cortado	pintado	soldadura	L-13
4	bastidor-piso	acero A/36	cortado	natural	atornillado	L-13
5	amortiguador	neopreno	cortado	natural	atornillado	L-16
6	bastidor-piso	acero A/36	cortado	pintado	soldado	L-16
7	bastidor-piso	acero A/36	cortado	pintado	soldado	L-16
8	rodamientos	nylon	maquinado	natural	perno-tornillo	L-16
9	protector	lámina negra	cortado	pintado	a presión	L-16
10	rejilla-piso	fibra de vidrio	cortado	comercial	atornillado	L-16
11	guias	acero A/36	cortado	pintado	soldado	L-15
12	conjunto bastidor andamio	acero A/36	cortado	pintado	soldado	L-10 L-11
12a	soporte-barandas	placa acero	cortado doblado maquinado	pintado	atornillado	L-9
12b	barandal	tubo de acero	doblado maquinado	pintado	atornillado	L-9
12c	peldaño	placa de acero	doblado	antiderrapante	soldado	L-9
13	conjunto mecanismo plataforma	-----	-----	-----	-----	-----

No.	DESIGNACION	MATERIAL	PROCESO	ACABADO	ENSAMBLE	L.
14	conjunto guías					L-1
15	conjunto mecanismo de seguridad	-----	-----	-----	-----	L-2
16	mecanismo de elevación	-----	-----	-----	-----	L-3
16a	polea	acero	comercial	comercial	perno - tornillo	L-3
17	guías - andamio	acero A/36	cortado	pintado	soldado	L-18
18	perno	acero	maquinado	pintado	candado	L-3
19	soporte - poli pasto	acero A-36	cortado maquinado	pintado	soldado	L-1
20	estructura - torre	acero A/36	cortado	pintado	soldado	L-1
21	soporte - dirección	acero	cortado maquinado	pintado	soldado	L-5 L-6
22	perno	acero	maquinado	lubricado	candado	L-6
23	unión transmisión	acero	soldado cortado maquinado	pintado	perno candado	L-6
24	conjunto barra de arrastre	acero	cortado maquinado soldado	pintado lubricado	perno candado	L-6
25	conjunto barra de arrastre	acero	cortado maquinado soldado	pintado	perno chaveta	L-6

No.	DESIGNACION	MATERIAL	PROCESO	ACABADO	ENSAMBLE	L.
26	soporte escalera	acero	cortado doblado barrenado	pintado	soldado	L-3
27	barandal	acero	cortado doblado barrenado	pintado	atornillado	L-9
28	empaque	neopreno	cortado	natural	a presión	L-3
29	soporte barandal	lámina negra	cortado doblado barrenado	pintado	atornillado	L-3
30	soporte peldaños	lámina negra	doblado soldado	pintado	atornillado	L-1
31	peldaño	lámina negra	cortado	antiderrapante	soldado	L-1 L-3
32	manguito direccional	acero A/36	cortado barrenado	pintado lubricado	perno chaveta	L-6
33	conjunto estructural chasis	acero A/36	cortado soldado	pintado	soldado	L-4
34	protector de impactos	neopreno	cortado	natural	atornillado	L-7
35	señal luminosa	plástico	comercial	comercial	atornillado	L-7
36	conjunto rodamientos	-----	-----	-----	-----	L-7

10.

DESIGNACION	DESPIECE- B- MATERIAL	RODAMIENTOS PROCESO	ACABADO	ENSAMBLE	L.
perno-ensamble	acero forjado	comercial	comercial	atornillado	L-7
placa de ajuste	placa de acero	cortado maquinado	antioxidante	a presión	L-7
rodaje- comercial	-----	-----	-----	-----	L-8
zapata de frenado	acero	cortado maquinado	texturizado	soldado	L-7
soporte freno	placa de acero	doblado maquinado	pintado	atornillado	L-7
tornillo de freno	acero	maquinado templado	lubricado	atornillado	L-7
rosca-soporte	acero cold rolled	maquinado	lubricado	a presión canda	L-7
candado	acero	comercial	-----	do	L-7
refuerzo-trans-	acero	maquinado	pintado	-----	L-7
misión	-----	-----	-----	perno	L-7
palanca	varilla-acero neopreno	doblado cortado	pintado	a presión	L-7
ver despiece A	-----	-----	-----	-----	L-7
tornillo	comercial	-----	-----	-----	L-7
ver despiece A	-----	-----	-----	-----	L-7
amarre	lámina negra	-----	-----	-----	L-7
amarre	lámina negra	cortado maquinado	pintado pintado	soldado soldado	L-7 L-7

No.	DESIGNACION	DESPIECE - C-		MECANISMO PLATAFORMA DESPLAZABLE		L.
		MATERIAL	PROCESO	ACABATO	ENSAMBLE	
	cuña	acero	maquinado	natural	a presión	L-14
	catarina	comercial	-----	-----	-----	L-14
	distanciador	bronce	maquinado	natural	a presión	L-14
	buje	bronce	maquinado	natural	a presión	L-14
	soporte	acero	maquinado soldado	pintado	soldado	L-14
	perno	acero	maquinado	natural	a presión	L-14
	buje	bronce	maquinado	natural	a presión	L-14
	distanciador	bronce	maquinado	pintado	a presión	L-14
	palanca	acero neopreno	maquinado doblado	pintado	a presión	L-14
0	perno de trans- mición	acero	maquinado	natural	a presión	L-14
1	cadena	comercial	comercial	lubricado	-----	L-14
2	cuña	acero	maquinado	natural	a presión	L-14
3	catarina	comercial	-----	-----	-----	L-14
4	distanciador	bronce	maquinado	natural	a presión	L-14
5	buje	bronce	maquinado	natural	atornillado	L-14
6	tornillo sin fin	acero	maquinado	lubricado	a presión	L-14
7	carrito-trans- mición	acero- tubular	maquinado	pintado lubricado	atornillado	L-14
8	tuerca-trans- mición	acero-cold rolled	maquinado templado	lubricado	atornillado	L-14

No.	DESIGNACION	MATERIAL	PROCESO	ACABADO	ENSAMBLE	L.
19	tuercas /tornillos	acero	comercial	-----	-----	L-14
20	soporte del tornillo sin fin	bronce	maquinado	natural	atornillado	L-14
21	barra transmición- plataforma	acero A/36	cortado			L-14
21	soporte mecanismo	acero estruc- tural A/36	cortado	pintado	soldado	L-14
22	tornillo/tuerca	acero	comercial	-----	-----	L-14
23	distanciador	placa-acero	cortado	natural	soldado	L-14
24	barra de trans- mición	acero A/36	cortado	pintado	soldado	L-15
25	placa trans- mición	acero	cortado	pintado	soldado	L-16

No.	DESIGNACION	DESPIECE- D-		GUIAS		
		MATERIAL	PROCESO	ACABADO	ENSAMBLE	L.
1	guia	acero A/36	cortado	pintado lubricado	soldado	L-15
2	perno	acero	maquinado	lubricado	atornillado	L-18
3	rodamientos	nylon	maquinado	natural	a presión	L-18
4	rondana de ajuste	acero	maquinado	natural	a presión	L-18
5	soporte-guias	placa acero	doblado maquinado	pintado	atornillado	L-18
6	soporte-guias	placa acero	maquinado	pintado	soldado	L-18
7	tuercas	acero	comercial	-----	-----	L-18
8	rondana	acero	comercial	-----	-----	L-18
9	tuerca	acero	comercial	-----	-----	L-18
10	distanciador	placa acero	maquinado	pintado	atornillado	L-18
11	bastidor- andamio	acero A/36	barrenado	pintado	atornillado	L-18
12	tornillo	acero	maquinado	pintado	atornillado	L-18

No.	DESIGNACION	DESPIECE - E -		MECANISMO DE SEGURIDAD		ENSAMBLE	
		MATERIAL	PROCESO	ACABADO			
1	perno	acero	maquinado	lubricado			L.
2	zapata-freno	acero	maquinado	texturizado		atornillado	L-20
3	distanciador	bronce	maquinado	natural		perno	L-20
4	buje - transmisor	bronce	maquinado	lubricado		a presión	L-20
5	perno	acero	maquinado	lubricado		perno	L-20
6	tuerca	acero	comercial	-----		candado	L-20
7	soporte	placa acero	maquinado	pintado lubricado		----- soldado	L-20
8	buje	acero	maquinado	lubricado		soldado	L-20
9	rondana de empuje	acero	maquinado	pintado		soldado	L-20
10	perno de transmisión	acero	maquinado	lubricado		soldado	L-20
11	resorte	acero	-----	-----		-----	
12	buje	bronce	maquinado	natural		a presión	L-20
13	soporte guía	acero	maquinado	pintado		soldado	L-20
14	soporte perno	placa acero	doblado maquindo	lubricado		soldado	L-20
15	perno	acero	maquinado	lubricado		candado	L-20
15a	candado	acero	comercial	-----		-----	
16	perno de transmisión	acero	maquinado	lubricado		perno	L-20
17	soporte de carga	placa acero	maquinado soldado	pintado lubricado		soldado	L-20
18	perno de carga	acero barra	maquinado	lubricado		candado y a presión	L-20

## 8. PESO DEL CONJUNTO Y ESTIMACION DE COSTOS

8.1 Para la fabricación del conjunto-estructura se requieren los siguientes procesos:

8.1.1.	Estructura	Procesos
	a) Torre	1. Medición
	b) Andamio	2. Cortado
	c) Chasis	3. Soldadura
	d) Pisos	4. Barrenados
	e) Escalera	
	f) Dirección	

8.1.2	Mecanismo de Seguridad	Procesos:
		1. Barrenado
		2. Soldado
		3. Fresado
		4. Torneado

8.1.3.	Mecanismo Plataforma Desplazable	Procesos:
		1. Torneado
		2. Barrenado
		3. Fresado

8.2 El andamio puede ser construido en los talleres de la empresa aérea interesada, donde los costos de fabricación quedan supeditados a los gastos en personal y herramienta en los talleres metalmecánicos.

8.3 En caso de que la estructura no se construya en dichos talleres, se considera una maquilación externa, la cual basará su costo en el peso de la estructura (calculado). Para ello existe un costo por Kg. de estructura construido, en este caso de estructura tipo perfiles ligeros, se considera un precio standard en el mercado para el 18 de septiembre de 1983 equivalía a \$170.73 M.N. por Kg. incluyendo: Suministro, montaje y fabricación.

8.4 En base a las secciones obtenidas en el cálculo se determina el peso del andamio:

<u>ELEMENTO</u>	<u>SECCION</u>	<u>PESO Kg/M</u>	<u>Mts.</u>	<u>Kg.</u>
Torre - Chasis:				
- Largueros	J	7.4	43.75	323.8
- Celocías	K	3.5	56.36	197.26
- Apoyos	O.P.Q.	8.78	28.2	247.6
- Chasis	S	8.78	10.93	96.05
- Celocías en la dirección	T.U.W.	3.63	7.27	26.41
- Guías - Torre	F	6.10	14.8	90.41
Sub-Total				981.4
Andamio				
- Largueros	N	9.08	21.04	191.04
- Celocías	E	3.48	3.92	13.66
- Estructura pisos	Angulo	3.48	15.42	53.68
- Guía pisos	F	6.10	4.4	26.84
Sub-Total				365.74
Escaleras de lámina				50
Barandales - tubulares				15
Sub-Total				65

8.5 COSTO DE MECANISMOS:

MECANISMO	PESO Kg.	COSTO ESTIMADO
- De elevación (garrucha comercial manual para 2,000 Kg.)	40	40,000.00
- De seguridad	20	15,000.00
- De plataforma (pisos * - desplazables	15	15,000.00
Sub-Totales	75	70,000.00

8.6 COSTOS COMERCIALES:

- Rodajas 4*	10,000.00
- Pintura anticorrosiva* - 19 Lts.	8,000.00
- Lámina negra Cal. 22 *	5,000.00
- Pijas de 1/4" * caja con 100	500.00

8.7 TOTALES

8.7.1. PESO TOTAL ANDAMIO 1,487.14 Kg.

8.7.2. COSTO ESTIMADO PARA 1983 DEL ANDAMIO =

Peso Torre por \$170.73\* \$167,554.42

Peso andamio por - - -  
\$170.73 62,442.79

Escalera y barandales 11,097.45

Mecanismos 70,000.00

Comerciales 23,500.00

Costo Total \$334,594.66 \*\*

\* Costos estimados para 1983.

\*\* Este costo se deberá utilizar solo como estimación para el presupuesto, debido al constante cambio de los costos en el mercado.

B. B. BIBLIOGRAFIA

1. Enciclopedia Mundial de Relaciones Internacionales y Naciones Unidas.  
Edmund Jan Osmańczyk  
Ed. Fondo de Cultura Económica.
2. VIII Censo de Transportes y Comunicaciones  
1976. México D.G.E. 1980 S.P.P.
3. El Diseño Industrial y su Estética.  
Gillo Dorfles  
Nueva Colección Labor.
4. Introducción al Estudio del Trabajo  
Oficina Internacional de Trabajo (Ginebra)
5. Manual de Construcción en Acero  
Altos Hornos de México.
6. El Dibujo Técnico Mecánico  
Ing. S.L. Straneo  
Prof. R. Consorti.  
Ed. Montaner y Simon, S.A. (España, Barcelona).
7. Analytical Mechanics for Engineers  
Fred B. Seely  
Newton E. Ensign  
Ed. John Wiley & Sons (London)
8. Teoría y Práctica del Diseño Industrial  
Gui Bonsiepe  
Ed. Gustavo Gili
9. Diseño Industrial Artefacto y Proyecto  
Gui Bonsiepe
10. Douglas Service  
Volumen XXXIX - March/April/1982  
Pag. 18 - 23 (Facilidades de Mantenimiento,  
Planeación).
11. Boletín informativo Aeroméxico.