

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA

**U. N. L. P.**  
**FAC. DE INGENIERIA**  
**DEPTO. DE AERONAUTICA**  
**GRUPO DE ESTRUCTURAS**

**MODIFICACION DE LA SUPERFICIE**  
**REFLECTORA DE UN RADIOTELESCOPIO**  
**DEL**  
**INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA**

**SEPARATA**

BIBLIOTECA  
INSTITUTO ARGENTINO  
DE RADIOASTRONOMIA  
LA PLATA  
1993

**LA PLATA**  
**1993**

Este trabajo ha sido realizado por los señores Juan locco, Augusto Ortiz, y el Ing. Marcos Actis.

Es una separata del trabajo efectuado para modificar la superficie reflectora de uno de los radiotelescopios del IAR con el fin de mejorar su eficiencia. En ésta, se encuentra detallado el método constructivo, las tablas de medidas y los planos de taller.

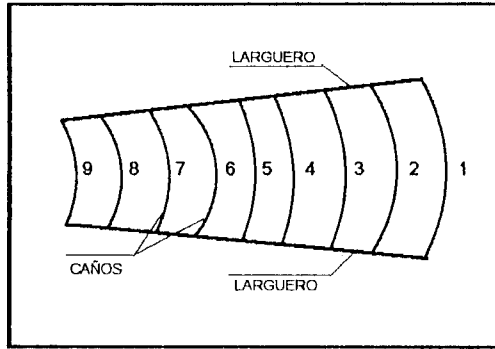
**Indice**

Indice.....	2
CAPITULO I : DIMENSIONES DE LOS PANELES.....	3
Tabla de los resultados dimensionales de cada panel.....	3
Panel N°1.....	3
Panel N°2.....	4
Panel N°3.....	4
Panel N°4.....	5
Panel N°5.....	5
Panel N°6.....	6
Panel N°7.....	6
Panel N°8.....	7
Tabla de pesos.....	7
CAPITULO II: MESAS DE ARMADO.....	8
Dimensiones de las mesas de armado.....	8
CAPITULO III: METODO CONSTRUCTIVO.....	11
Utilización de los soportes.....	11
Armado de los paneles.....	11
Montaje de los paneles en la antena.....	13
CAPITULO IV: MEMORIAS DE CALCULO.....	14
CAPITULO V: PLANOS.....	27

**CAPITULO I : DIMENSIONES DE LOS PANELES**

**Tabla de los resultados dimensionales de cada panel**

Todas las medidas serán referidas según el siguiente gráfico esquemático.



**Panel N°1**

Cantidad de paneles:64

Angulo 5.615°

Area del panel: 3122323.4mm<sup>2</sup>

	Elem. N°	Cantidad	Radio[mm]	Longitud[mm]	Peso[N]
	1	1	15000	1461	4.29
	2	1	14750	1436	4.22
	3	1	14500	1412	4.15
	4	1	14250	1388	4.08
Caños	5	1	14000	1363.5	4.01
	6	1	13750	1339	3.94
	7	1	13500	1314.5	3.87
	8	1	13250	1290.5	3.79
	9	1	13000	1266	3.72
Largueros	10	2	37701	2290	31.42
Chapa					36.14
				<b>Total</b>	<b>103.64</b>

**GRUPO DE ESTRUCTURAS**  
**U.N.L.P. Facultad de Ingeniería. Dpto. de Aeronáutica.**

**Panel N°2**

Cantidad de paneles:64

Angulo 5.6125°

Area del panel:2585957.9mm<sup>2</sup>

	Elem. N°	Cantidad	Radio[mm]	Longitud[mm]	Peso[N]
	1	1	13000	1264.0	3.72
	2	1	12750	1239.5	3.64
	3	1	12500	1215.0	3.57
	4	1	12250	1191.0	3.50
Caños	5	1	12000	1166.5	3.43
	6	1	11750	1142.0	3.36
	7	1	11500	1118.0	3.29
	8	1	11250	1093.5	3.22
	9	1	11000	1069.0	3.14
Largueros	10	2	34205	2217.0	30.41
Chapa					29.94
				<b>Total</b>	<b>91.22</b>

**Panel N°3**

Cantidad de paneles:64

Angulo 5.61°

Area del panel:2089271.2mm<sup>2</sup>

	Elem. N°	Cantidad	Radio[mm]	Longitud[mm]	Peso[N]
	1	1	11000	1067.5	3.14
	2	1	10750	1043.0	3.07
	3	1	10500	1019.0	3.00
	4	1	10250	994.5	2.92
Caños	5	1	10000	970.5	2.85
	6	1	9750	946.0	2.78
	7	1	9500	922.0	2.71
	8	1	9250	897.5	2.64
	9	1	9000	873.5	2.57
Largueros	10	2	31338	2153.0	29.54
Chapa					24.19
				<b>Total</b>	<b>79.40</b>

**GRUPO DE ESTRUCTURAS**  
**U.N.L.P. .Facultad de Ingeniería. Dpto. de Aeronáutica.**

**Panel N°4**

Cantidad de paneles:32

Angulo 11.23°

Area del panel:2537337.3mm<sup>2</sup>

	Elem. N°	Cantidad	Radio[mm]	Longitud[mm]	Peso[N]
	1	1	9000	1753.0	5.15
	2	1	8750	1704.5	5.01
	3	1	8500	1655.5	4.87
	4	1	8250	1607.0	4.72
Caños	5	1	8000	1558.0	4.58
	6	1	7750	1509.5	4.44
	7	1	7500	1461.0	4.29
Largueros	10	2	29306	1579.0	21.66
Chapa					29.37
<b>Total</b>					<b>84.11</b>

**Panel N°5**

Cantidad de paneles:32

Angulo 11.225°

Area del panel:2611632.4mm<sup>2</sup>

	Elem. N°	Cantidad	Radio[mm]	Longitud[mm]	Peso[N]
	1	1	7500	1458.5	4.29
	2	1	7250	1409.5	4.14
	3	1	7000	1361.0	4.00
	4	1	6750	1312.5	3.86
Caños	5	1	6500	1263.5	3.72
	6	1	6250	1215.0	3.57
	7	1	6000	1166.5	3.43
	8	1	5750	1118.0	3.29
	9	1	5500	1069.0	3.14
Largueros	10	2	27703	2066.5	28.35
Chapa					30.23
<b>Total</b>					<b>92.03</b>

**GRUPO DE ESTRUCTURAS**  
**U.N.L.P. Facultad de Ingeniería. Dpto. de Aeronáutica.**

**Panel N°6**

Cantidad de paneles:22

Angulo 16.33°

Area del panel:2586038.2mm<sup>2</sup>

	Elem. N°	Cantidad	Radio[mm]	Longitud[mm]	Peso[N]
	1	1	5500	1555.0	4.61
	2	1	5250	1484.5	4.41
	3	1	5000	1413.5	4.12
	4	1	4750	1343.0	3.92
Caños	5	1	4500	1272.5	3.72
	6	1	4250	1201.5	3.53
	7	1	4000	1131.0	3.33
	8	1	3750	1060.0	3.14
	9	1	3500	989.5	2.94
Largueros	10	2	26359	2032.5	27.93
Chapa					29.89
<b>Total</b>					<b>91.53</b>

**Panel N°7**

Cantidad de paneles:16

Angulo 22.435°

Area del panel:2142935.2mm<sup>2</sup>

	Elem. N°	Cantidad	Radio[mm]	Longitud[mm]	Peso[N]
	1	1	3500	1358.5	4.00
	2	1	3250	1261.5	3.71
	3	1	3000	1164.5	3.42
	4	1	2750	1067.0	3.14
Caños	5	1	2500	970.0	2.85
	6	1	2250	870.0	2.56
	7	1	2000	773.0	2.27
	8	1	1750	676.5	2.00
	9	1	1500	579.5	1.70
Largueros	10	2	25515	2010.5	27.58
Chapa					24.81
<b>Total</b>					<b>78.03</b>



**GRUPO DE ESTRUCTURAS**  
**U.N.L.P. .Facultad de Ingeniería. Dpto. de Aeronáutica.**

**Panel N°8**

Cantidad de paneles:10

Angulo 35.84°

Area del panel:616561mm<sup>2</sup>

	Elem. N°	Cantidad	Radio[mm]	Longitud[mm]	Peso[N]
	1	1	1500	929.0	2.73
	2	1	1250	772.5	2.27
Caños	3	1	1000	615.5	1.81
	4	1	750	459.5	1.35
	5	1	500	303.0	0.89
Largueros	10	2	25193	1001.0	13.73
Chapa					7.14
<b>Total</b>					<b>29.92</b>

**Tabla de pesos**

	Longitud-Area	Peso [N]
Caños [m]	3162.45	9,297.6
Largueros [m]	1259.54	8,640.5
Chapa [m <sup>2</sup> ] (*)	791.16	8,811.5
<b>Total</b>		<b>26,749.4</b>

1Kgf=9.8N

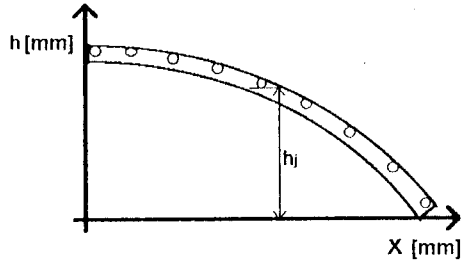
(\*) Se consideró la chapa perforada para calcular el peso.

## CAPITULO II: MESAS DE ARMADO

### Dimensiones de las mesas de armado

Haremos aquí un breve comentario al respecto del cálculo de la geometría de las mesas de armado de paneles ; debido a que es un problema puramente geométrico , solo indicaremos a modo de guiar al lector , el camino utilizado para resolver el problema .

El objetivo que se persigue es poder determinar las alturas  $h_j$  entre los caños que forman el panel y un eje de referencia , según se muestra en la figura

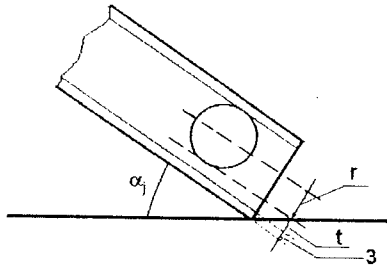


En base a esta figura centraremos la nomenclatura de lo que sigue :

$$h_j = Y_{MAX} - Y_j + \frac{r+t+3}{\cos \alpha_j} - r$$

Dónde  $Y_{MAX} - Y_j$  representa el cambio de ordenadas debido al sistema de ejes de referencia tomados . Esto es por que el sistema usado para calcular los paneles no resulta práctico para diseñar y construir la mesa de armado .

$r+t+3$  : Es una constante si no se cambian los perfiles que forman el panel (caños y largueros) .



Del apartado de geometría de paneles (pág.:8) se obtiene la expresión de la pendiente en cada punto del larguero :

$$y' = \frac{x + \frac{d}{2}}{\sqrt{R^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2}}$$

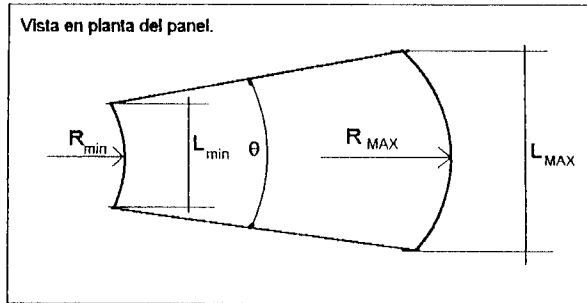
Luego :

$$\alpha_j = \arctg(y')$$

De este modo quedan determinados todas las ordenadas " $h_j$ " necesarias para la construcción de la mesa . Pero además hace falta el ancho del panel en los extremos , ya que tiene forma de trapecio (visto en planta). Esta dimensión es la cuerda del arco que tienen los caños en los extremos .

$$L = 2 \cdot R \cdot \text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Siendo  $\theta$  el ángulo entre largueros del panel .



En los planos correspondientes a cada mesa de armado (**capítulo V**) se encuentran las medidas de estas, no obstante se adjunta en el **capítulo IV** los cálculos realizados.



UNLP  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO. DE AERONAUTICA

### **CAPITULO III: METODO CONSTRUCTIVO**

#### **Utilización de los soportes**

En los planos **1 a 8** se muestran los dos tipos de soportes "A" y "B" necesarios para el armado de los paneles.

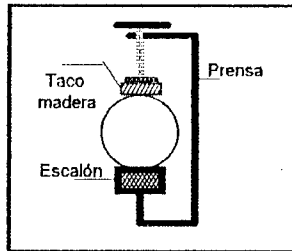
Los soportes tipo "A" son distintos para cada uno de los paneles, mientras que los del tipo "B" a excepción del correspondiente al último panel, son iguales.

La función del tipo "A" es sostener los largueros (perfiles "U") por medio de tres puntos de fijación, quedando así determinados el ángulo de inclinación y de abertura. Mientras que la función del tipo "B" es posicionar los caños de forma tal que queden paralelos al plano de referencia (tierra), conectándose con los largueros en los extremos del caño generando así la superficie parabólica, y además dejando el lugar necesario para el paso de la malla.

Es fundamental extremar los cuidados en el armado de los soportes, ya que de estos depende la forma del panel y por ende de la superficie, por lo que recomendamos una tolerancia de  $\pm 0,5\text{mm}$  en la medida de los planos.

#### **Armado de los paneles**

- (a) Colocar el soporte tipo "A" en una superficie plana para evitar deformaciones de los soportes.
- (b) Fijar el soporte "B" en el "A" como se muestra en los planos (1.10, 2.6, 3.6, 4.6, 5.6, 6.6, 7.6 y 8.8).
- (c) Calibrar el soporte "B" para el panel que se va a construir según planos.
- (d) Cortado y doblado de caños y largueros según tablas del capítulo I; de la siguiente manera : para cada uno de los diferentes paneles será conveniente presentar un primer panel antes de comenzar a cortar y doblar todos los caños, con el fin de verificar y reacomodar las medidas. Esto se logra, en el caso de los largueros, cuando se fija este al soporte "A", mientras que los caños cuentan con la verificación del soporte de doblado y el soporte "B".
- (e) Una vez fijados los largueros al soporte "A" se procede a la colocación de los caños sobre el soporte "B", fijándolos por medio de prensas a los escalones; logrando así que los caños queden horizontales; según muestra la figura.



La posición del panel en la mesa será inversa a la que deberá tener en la antena. Esto es para poder remachar los caños a los largueros, dejando lugar para la malla.

- (f) La forma de unión de los caños a los largueros es por medio de dos remaches "pop". Extremando los cuidados al agujerear tanto el larguero como el caño; pues no se pueden agujerear previamente estos ya que es difícil hacer coincidir la generatriz del caño con la inclinación del larguero, por ello es conveniente realizar el agujereado en el lugar (recomendamos agujereadoras neumáticas). La disposición de los remaches se encuentra detallada en el plano (9.1).
- (g) Al finalizar el remachado de las uniones se retira el panel y se cuelga, hasta finalizar el armado de los restantes.
- (h) Una vez finalizada la serie de armado de un tipo de panel, como se indicó en el punto (f), se procede a la colocación de la chapa de la siguiente manera:  
Se retira el soporte "B" y se fija el panel al soporte "A" en la posición que presentará en la antena.
- (i) Ahora se procede a la colocación de la malla; (las mallas se deben cortar con el ángulo, el ancho y la longitud de los largueros, correspondientes a cada panel) esta deberá amoldarse al panel armado teniendo en cuenta que puede haber mas de un gajo en un panel, en este caso la superposición entre dos gajos (solapa) deberá ser aproximadamente 20mm.  
La malla deberá entrar entre el caño y el larguero tratando de no forzarla, para evitar deformaciones permanentes en la misma, y quedando con juego lateral entre los largueros.
- (j) Remachado de la malla: en las uniones de largueros, caños y malla, se procederá de igual manera que para el punto (f), ver plano de detalles (9.1).

Para el caso de la unión entre caño y malla, los remaches, se ubican a una distancia de 250mm; plano de detalles (9.1).  
El orden de remachado es del centro del panel hacia los bordes en forma de espiral.  
Finalizado el remachado se procede al recorte de los sobrantes cuidando que en los bordes la malla siga la curvatura de los caños, siguiendo el borde de los largueros.

- (k) El panel ya armado se deberá agujerear para su fijación en la antena como se indica en el plano de detalles (9.1).  
Luego se pueden apilar de a 10 paneles.

### **Montaje de los paneles en la antena**

Los paneles se fijarán a la antena por medio de los anclajes que figuran en el plano (10.1) y desfasados lo suficiente como para no tener que agujerear las costillas.

La colocación de los paneles sobre la estructura se deberá realizar desde el centro hacia afuera, completando cada nivel de paneles (una circunferencia). Los anclajes permiten una regulación posterior, similar a la actual.

En caso de no coincidir los agujeros hechos en el panel para su fijación, se deberán rehacer.

La primer fila de paneles comenzará a partir de los 500mm de radio, quedando un agujero en el centro de 1000mm (1 metro) de diámetro.

Para conservar el pasaje del foco se prevé que uno de los paneles de la segunda fila sea desmontable.

### **CAPITULO IV: MEMORIAS DE CALCULO**

Se presenta aquí solo a modo informativo los cálculos realizados en la parte de aproximación geométrica y determinación de la geometría de los paneles, como así también los correspondientes a las mesas de armado. Los resultados de estos cálculos fueron o serán tabulados en los capítulos correspondientes.



**DETERMINACION DE LA CURVATURA DE LOS PANELES Y SUS LONGITUDES**

La determinación de la curvatura se hará aproximando la parábola ideal por medio de una circunferencia que pase por tres puntos de la misma, la proyección de estos puntos se encuentra tabulada como  $x_1, x_2$  y  $x_3$ .

$i := 1..8$

$x1_i :=$	$x2_i :=$	$x3_i :=$
15000	14000	13000
13000	12000	11000
11000	10000	9000
9000	8250	7500
7500	6500	5500
5500	4500	3500
3500	2500	1500
1500	1000	500

$$y1_i := 1.9896 \cdot 10^{-5} \cdot (x1_i)^2$$

$$y2_i := 1.9896 \cdot 10^{-5} \cdot (x2_i)^2$$

$$y3_i := 1.9896 \cdot 10^{-5} \cdot (x3_i)^2$$

$$\begin{pmatrix} d_i \\ e_i \\ f_i \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} x1_i & y1_i & 1 \\ x2_i & y2_i & 1 \\ x3_i & y3_i & 1 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} - \left[ (x1_i)^2 + (y1_i)^2 \right] \\ - \left[ (x2_i)^2 + (y2_i)^2 \right] \\ - \left[ (x3_i)^2 + (y3_i)^2 \right] \end{bmatrix}$$

$$R_i := \sqrt{\left(\frac{d_i}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_i}{2}\right)^2} - f_i$$

$$\Delta 1_i := 1.9896 \cdot 10^{-5} \cdot (x2_i + 500)^2 + \sqrt{(R_i)^2 - \left(\frac{d_i}{2} + 500 + x2_i\right)^2} + \frac{c_i}{2}$$

$$\Delta 2_i := 1.9896 \cdot 10^{-5} \cdot (x3_i + 500)^2 + \sqrt{(R_i)^2 - \left(\frac{d_i}{2} + 500 + x3_i\right)^2} + \frac{c_i}{2}$$

Diferencias entre la parábola ideal y la circunferencia aproximada, en dos puntos intermedios de cada panel, a 50 cm de los extremos.

$$S_i := \int_{x3_i}^{x1_i} \sqrt{\left(\frac{d_i}{2} + x + \frac{d_i}{2}\right)^2 + \left(\sqrt{(R_i)^2 - \left(x + \frac{d_i}{2}\right)^2}\right)^2} + 1 \, dx$$

Longitud del arco del panel en dirección longitudinal al mismo.

N° de Panel

i

1
2
3
4
5
6
7
8

Radio del Panel[mm]

R<sub>i</sub>

37700.99
34205.44
31337.64
29305.5
27703.2
26358.48
25514.45
25192.87

Longitud de arco[mm]

S<sub>i</sub>

2289.76
2216.7
2152.948
1578.951
2066.295
2032.314
2010.392
1000.857

$$RMS := \frac{\left(\sum_i |\Delta 1_i|\right) + \left(\sum_i |\Delta 2_i|\right)}{16}$$

RMS = 0.066

**DETERMINACION DE LAS COTAS (h<sub>i</sub>) DE LOS CAÑOS CORRESPONDIENTES  
A LOS DISTINTOS PANELES**

**PANEL N°1**

$$i := 1..8$$

$x1_i :=$	$x2_i :=$	$x3_i :=$
15000	14000	13000
13000	12000	11000
11000	10000	9000
9000	8250	7500
7500	6500	5500
5500	4500	3500
3500	2500	1500
1500	1000	500

$$y1_i := 1.9819 \cdot 10^{-5} \cdot (x1_i)^2$$

$$y2_i := 1.9819 \cdot 10^{-5} \cdot (x2_i)^2$$

Ecuaciones de la parábola ideal con el sistemas de coordenadas ubicado en el borde exterior.

$$y3_i := 1.9819 \cdot 10^{-5} \cdot (x3_i)^2$$

$$\begin{pmatrix} d_i \\ e_i \\ f_i \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} x1_i & y1_i & 1 \\ x2_i & y2_i & 1 \\ x3_i & y3_i & 1 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} (x1_i)^2 + (y1_i)^2 \\ (x2_i)^2 + (y2_i)^2 \\ (x3_i)^2 + (y3_i)^2 \end{bmatrix}$$

$$R_i := \sqrt{\left(\frac{d_i}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_i}{2}\right)^2} - f_i$$

$$j := 0..8$$

$$x'_j := x3_1 + X_j$$

$$y_{\max} := \sqrt{(R_1)^2 - \left(\frac{d_1}{2} + x1_1\right)^2} - \frac{c_1}{2}$$

$$Y_j := \sqrt{(R_1)^2 - \left(\frac{d_1}{2} + x'_j\right)^2} - \frac{c_1}{2}$$

$$\theta1_j := \frac{x'_j + \frac{d_1}{2}}{\sqrt{(R_1)^2 - \left(x'_j + \frac{d_1}{2}\right)^2}}$$

$$\alpha_j := \text{atan}(\theta1_j)$$

$r := 11.1$       Radio exterior  
 del caño.

$t := 1.8$       Separación entre el  
 caño y el perfil.

$$h_j := y_{\max} - Y_j + \frac{r+t+3}{\cos(\alpha_j)} - r$$

Altura entre la horizontal de referencia  
 y el diámetro exterior del caño en mm.

Valor de la abscisa del caño en mm ,  
 respecto de un sistema de referencia  
 ubicado en el extremo del perfil.

$X_j$
17.164
250
500
750
1000
1250
1500
1750
1998.605

$h_j$
1107.8
986.56
854.07
719.17
581.83
442.02
299.7
154.84
8.23

**Panel N°2**

$$x'_j := x_{3_2} + X_j$$

$$y_{\max} := \sqrt{(R_2)^2 - \left(\frac{d_2}{2} + x_{1_2}\right)^2} - \frac{c_2}{2}$$

$$\theta_{1_j} := \frac{x'_j + \frac{d_2}{2}}{\sqrt{(R_2)^2 - \left(x'_j + \frac{d_2}{2}\right)^2}}$$

$$Y_j := \sqrt{(R_2)^2 - \left(\frac{d_2}{2} + x'_j\right)^2} - \frac{c_2}{2}$$

$$\alpha_j := \arctan(\theta_{1_j})$$

$$h_j := y_{\max} - Y_j + \frac{r + t + 3}{\cos(\alpha_j)} - r$$

$X_j$	$h_j$
16.55	950.33
250	847.28
500	734.61
750	619.52
1000	501.98
1250	381.97
1500	259.45
1750	134.4
1997.456	8.1

**Panel N°3**

$$x'_j := x3_3 + X_j$$

$$y_{\max} := \sqrt{(R_3)^2 - \left(\frac{d_3}{2} + x1_3\right)^2} - \frac{e_3}{2}$$

$$\theta1_j := \frac{x'_j + \frac{d_3}{2}}{\sqrt{(R_3)^2 - \left(x'_j + \frac{d_3}{2}\right)^2}}$$

$$Y_j := \sqrt{(R_3)^2 - \left(\frac{d_3}{2} + x'_j\right)^2} - \frac{e_3}{2}$$

$$\alpha_j := \text{atan}(\theta1_j)$$

$$h_j := y_{\max} - Y_j + \frac{r + t + 3}{\cos(\alpha_j)} - r$$

$X_j$	$h_j$
15.808	792.9
250	708.09
500	615.22
750	519.94
1000	422.2
1250	321.99
1500	219.28
1750	114.04
1996.186	7.91

**Panel N°4**

$$x'_j := x3_4 + X_j$$

$$y_{\max} := -\sqrt{(R_4)^2 - \left(\frac{d_4}{2} + x1_4\right)^2} - \frac{e_4}{2}$$

$$\theta1_j := \frac{-x'_j + \frac{d_4}{2}}{\sqrt{(R_4)^2 - \left(x'_j + \frac{d_4}{2}\right)^2}}$$

$$Y_j := -\sqrt{(R_4)^2 - \left(\frac{d_4}{2} + x'_j\right)^2} - \frac{e_4}{2}$$

$$\alpha_j := \arctan(\theta1_j)$$

$$h_j := y_{\max} - Y_j + \frac{r + t + 3}{\cos(\alpha_j)} - r$$

$X_j$	$h_j$
15.18	491.49
250	420.46
500	342.47
750	262.04
1000	179.12
1250	93.71
1494.889	7.61



**Panel N°5**

$$x'_j := x3_5 + X_j$$

$$y_{\max} := \sqrt{(R_5)^2 - \left(\frac{d_5}{2} + x1_5\right)^2} - \frac{e_5}{2}$$

$$\theta1_j := \frac{x'_j + \frac{d_5}{2}}{\sqrt{(R_5)^2 - \left(x'_j + \frac{d_5}{2}\right)^2}}$$

$$Y_j := \sqrt{(R_5)^2 - \left(\frac{d_5}{2} + x'_j\right)^2} - \frac{e_5}{2}$$

$$\alpha_j := \text{atan}(\theta1_j)$$

$$h_j := y_{\max} - Y_j + \frac{r+t+3}{\cos(\alpha_j)} - r$$

$X_j$	$h_j$
14.246	517.36
250	464.7
500	406.51
750	345.88
1000	282.78
1250	217.22
1500	149.16
1750	78.59
1993.893	7.31

**Panel N°6**

$$x'_j := x3_6 + X_j$$

$$y_{\max} := \sqrt{(R_6)^2 - \left(\frac{d_6}{2} + x1_6\right)^2} - \frac{c_6}{2}$$

$$\theta1_j := \frac{-x'_j + \frac{d_6}{2}}{\sqrt{(R_6)^2 - \left(x'_j + \frac{d_6}{2}\right)^2}}$$

$$Y_j := \sqrt{(R_6)^2 - \left(\frac{d_6}{2} + x'_j\right)^2} - \frac{c_6}{2}$$

$$\alpha_j := \arctan(\theta1_j)$$

$$h_j := y_{\max} - Y_j + \frac{r + t + 3}{\cos(\alpha_j)} - r$$

$X_j$	$h_j$
13.19	359.86
250	325.75
500	287.37
750	246.54
1000	203.24
1250	157.47
1500	109.21
1750	58.45
1992.541	6.8

**Panel N°7**

$$x'_j := x3_7 + X_j$$

$$y_{\max} := \sqrt{\left(R_7\right)^2 - \left(\frac{d_7}{2} + x1_7\right)^2} - \frac{c_7}{2}$$

$$\theta1_j := \frac{-x'_j + \frac{d_7}{2}}{\sqrt{\left(R_7\right)^2 - \left(x'_j + \frac{d_7}{2}\right)^2}}$$

$$\alpha_j := \arcsin(\theta1_j)$$

$$Y_j := \sqrt{\left(R_7\right)^2 - \left(\frac{d_7}{2} + x'_j\right)^2} - \frac{c_7}{2}$$

$$h_j := y_{\max} - Y_j + \frac{r + t + 3}{\cos(\alpha_j)} - r$$

$X_j$	$h_j$
12.033	202.3
250	186.9
500	168.33
750	147.29
1000	123.79
1250	97.81
1500	69.35
1750	38.4
1991.187	6.17

**Panel N°8**

$$x'_j := x3_g + X_j$$

$$y_{\max} := \sqrt{(R_g)^2 - \left(\frac{d_g}{2} + x1_g\right)^2} - \frac{c_g}{2}$$

$$\theta1_j := \frac{x'_j + \frac{d_g}{2}}{\sqrt{(R_g)^2 - \left(x'_j + \frac{d_g}{2}\right)^2}}$$

$$Y_j := \sqrt{(R_g)^2 - \left(\frac{d_g}{2} + x'_j\right)^2} - \frac{c_g}{2}$$

$$\alpha_j := \arctan(\theta1_j)$$

$$h_j := y_{\max} - Y_j + \frac{r + t + 3}{\cos(\alpha_j)} - r$$

$X_j$
11.42
250
500
750
989.857

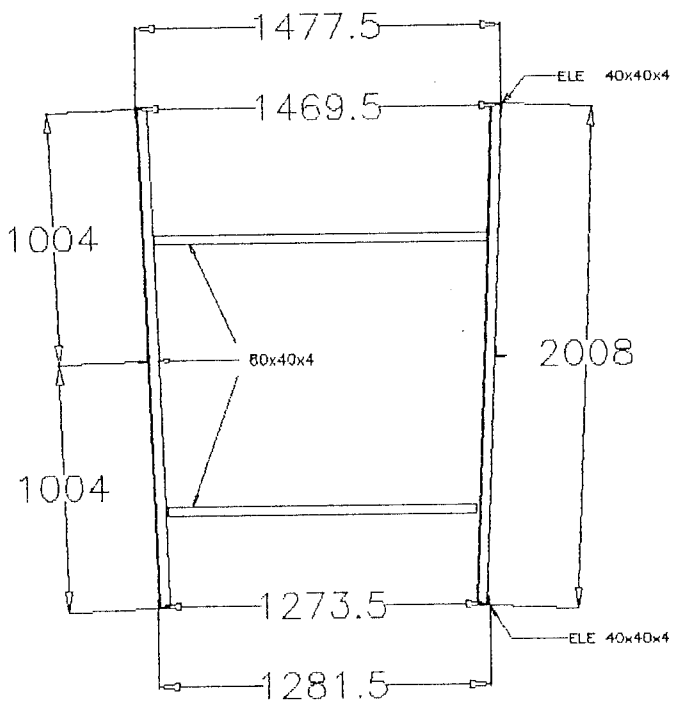
$h_j$
44.21
38.25
29.59
18.45
5.43

**CAPITULO V: PLANOS**

Aquí se encontrarán los planos de taller correspondientes a todos los paneles, las mesas de armado y los detalles necesarios para su construcción.



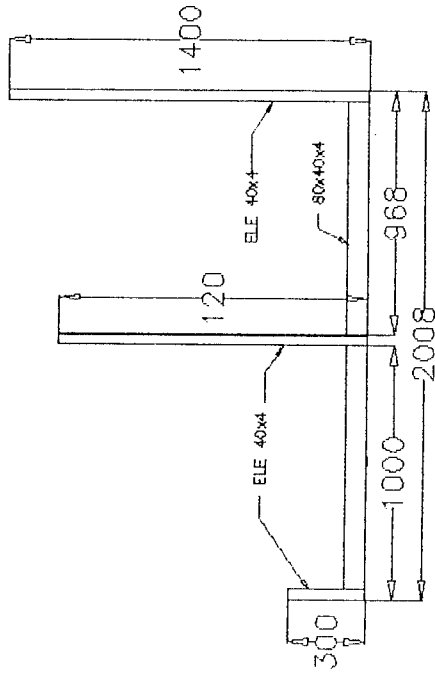
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA**  
**LA PLATA**



SOPORTE DE ARMADO A1  
 DEL PANEL 1  
 Vista Superior



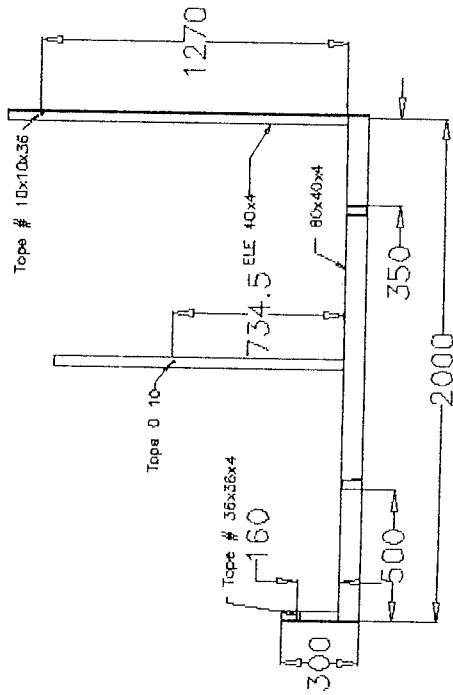
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES  
 Y ESTUDIOS DE AERONAUTICA  
 LA PLATA



SOPORTE A1  
Vista Lateral



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



SOPORTE A1  
Corte Lateral



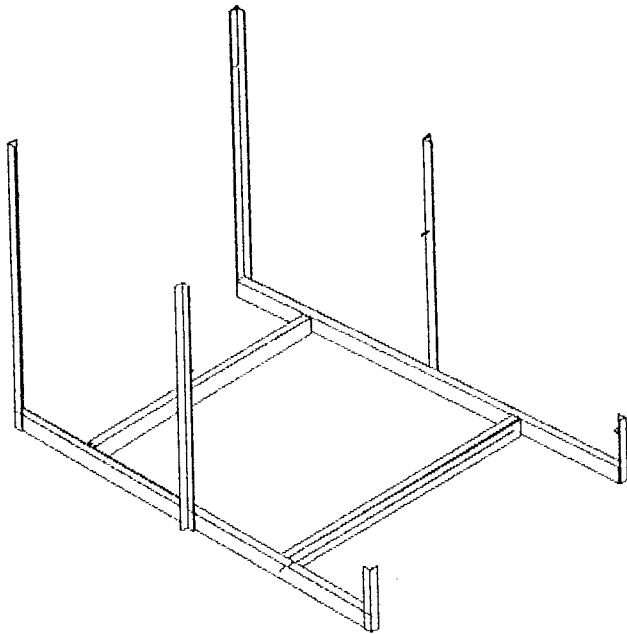
FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE MECANICA  
 LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 1.3

Escala: 1:20





SOPORTE DE ARMADO A1  
DEL PANEL 1  
Perspectiva

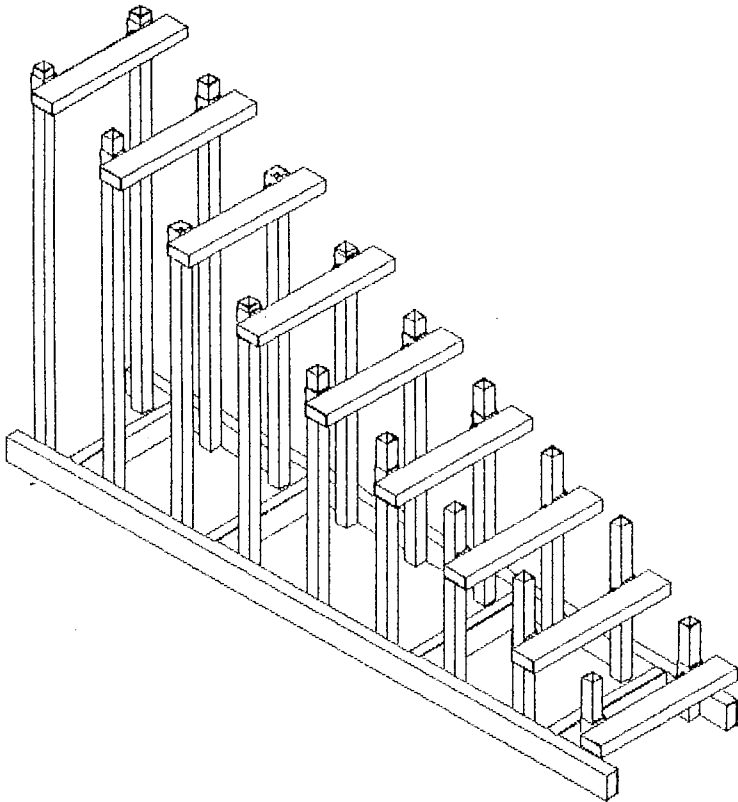


FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 1.4

Escala: 1:20



SOPORTE DE ARMADO B1  
PARA TODOS LOS PANELES  
Perspectiva

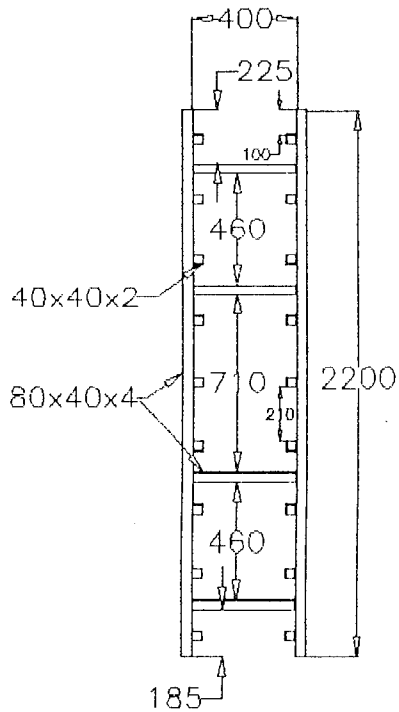


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE ARMADO  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 1.5

Escala: 1:15



SOPORTE B1  
Vista Superior



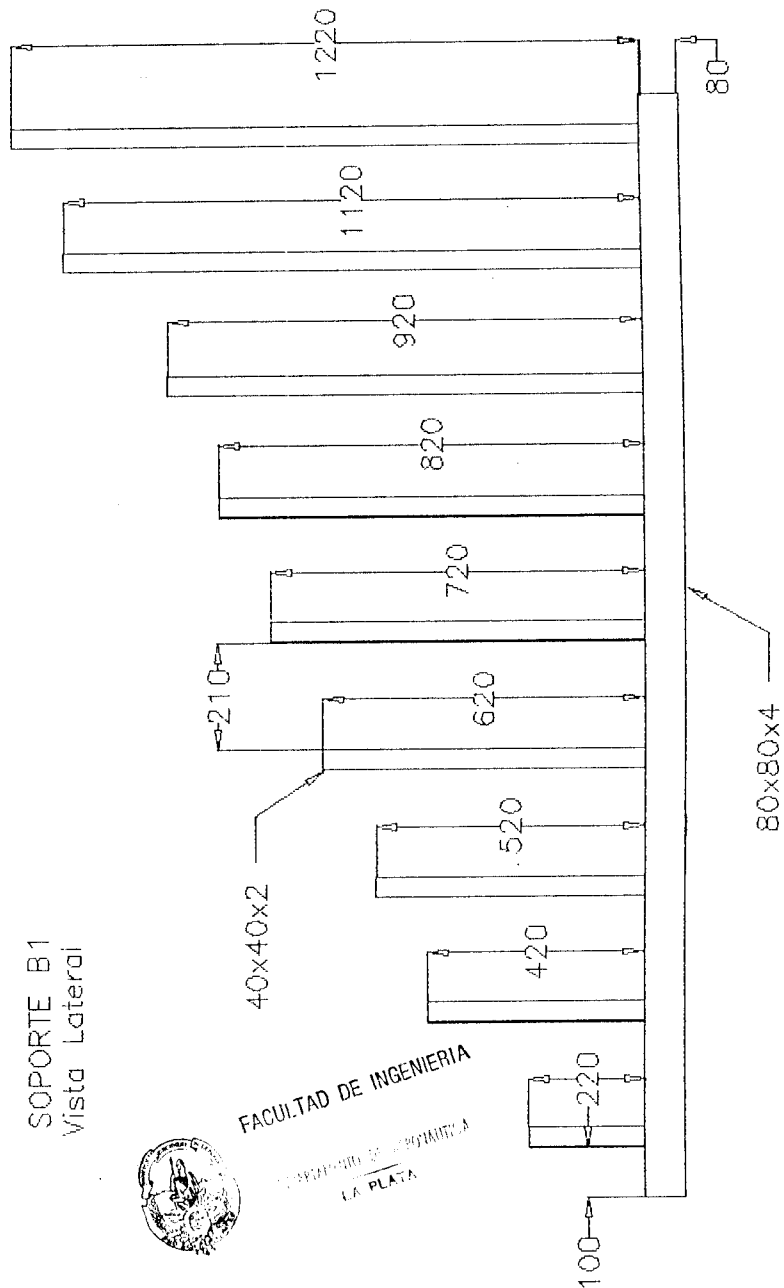
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE LA PLATA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS	PLANO 1.6	Escala: 1:20
----------------	-----------	--------------

SOPORTE B1  
Vista Lateral



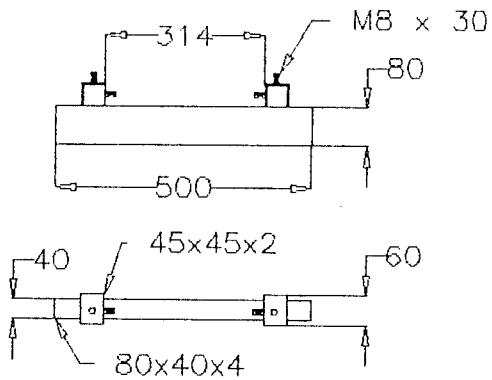
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS  
LA PLATA



G. ESTRUCTURAS

PLANO 1.7

Escala: 1:10



POSICIONADOR PARA SPORTE B1  
Cantidad 9

FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE MECANICA  
LA PLATA



G. ESTRUCTURAS

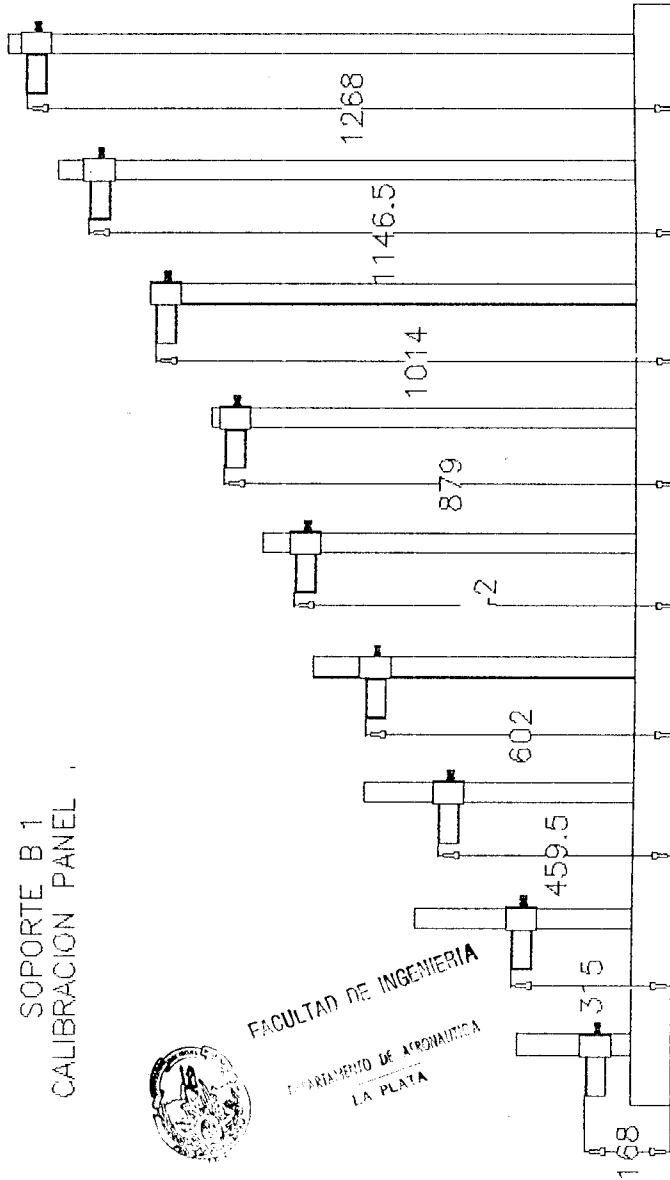
PLANO 1.8

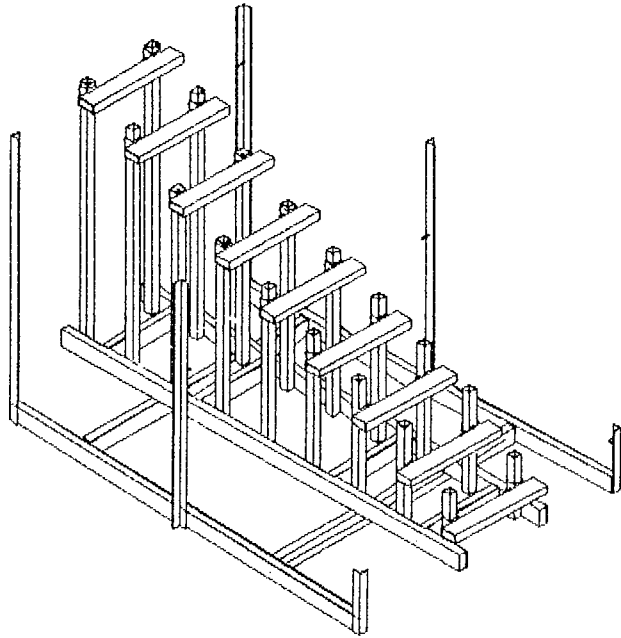
Escala: 1:10

SOPORTE B 1  
CALIBRACION PANEL



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA





SOPORTES A1 Y B1  
Perspectiva

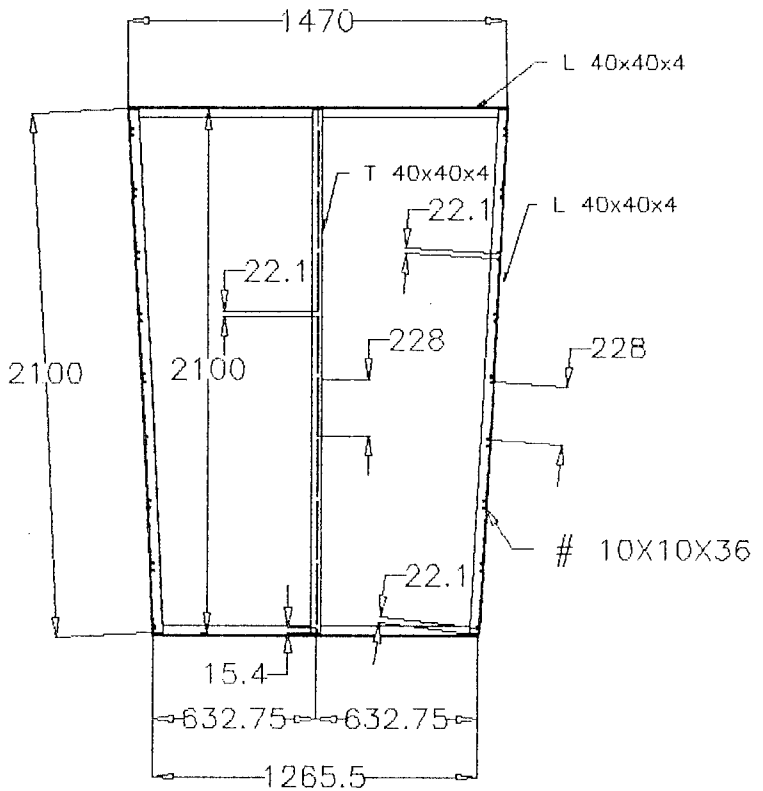


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 1.10

Escala: 1:20



SOPORTE C1  
PANEL 1



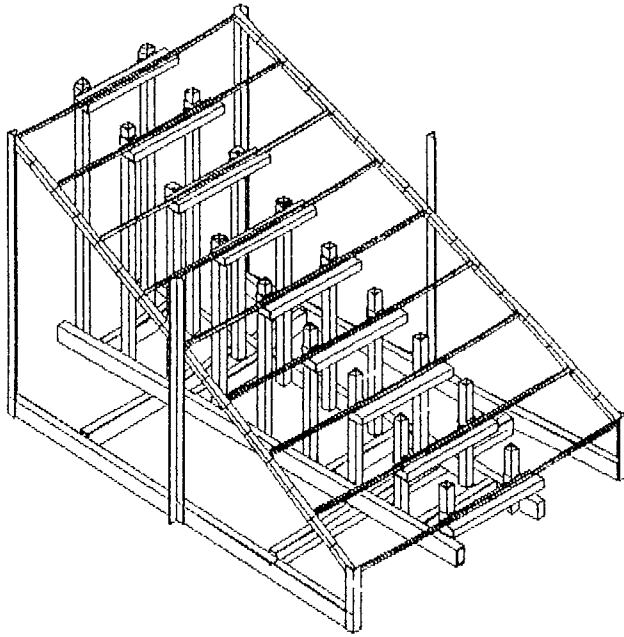
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE FERROVIA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 1.11

Escala: 1:20





SOPORTES A1 Y B1  
Y PANEL 1  
Perspectiva

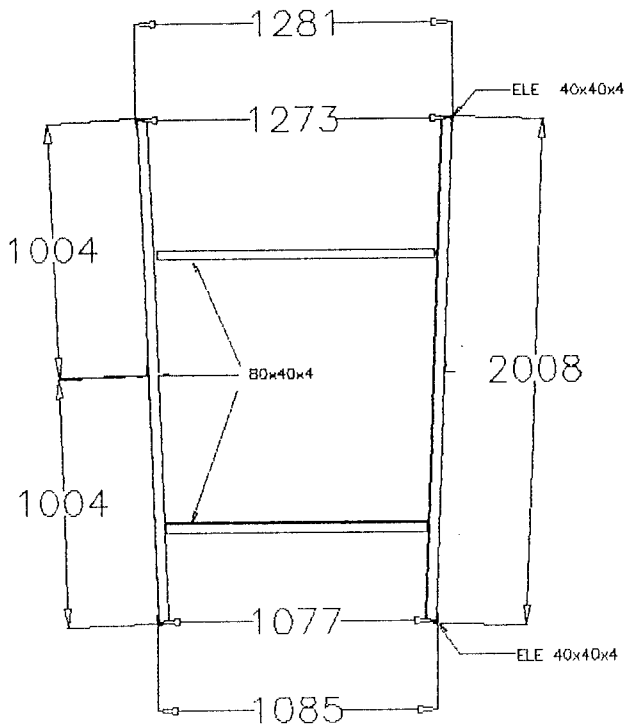


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE MECANICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 1.12

Escala: 1:20



SOPORTE DE ARMADO A2  
DEL PANEL 2  
Vista Superior

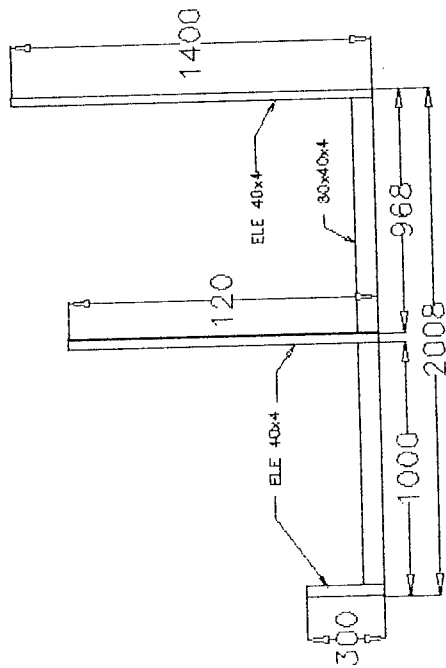


FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 2.1

Escala: 1:20



Vista Lateral



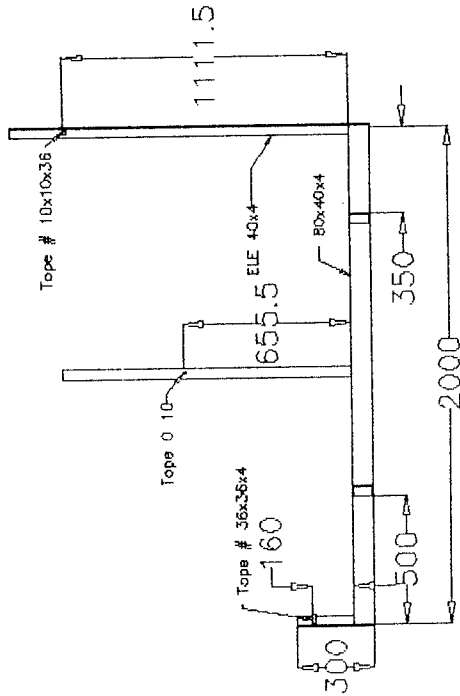
FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 2.2

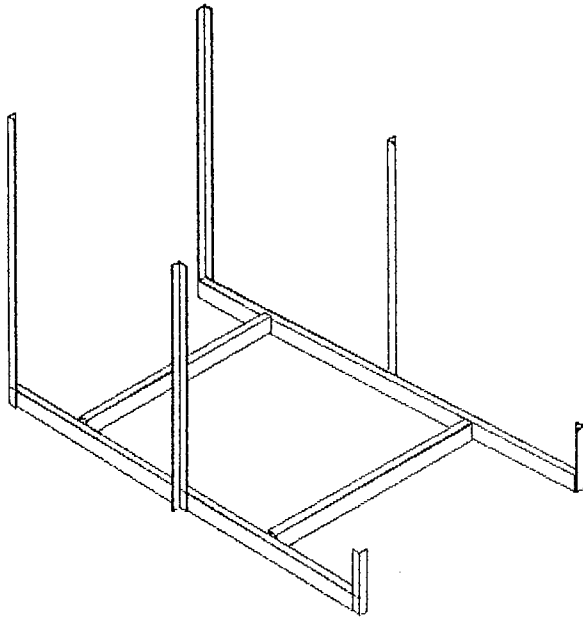
Escala: 1:20



SOPORTE A2  
 Corte Lateral



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
 LA PLATA



SOPORTE DE ARMADO A2  
DEL PANEL 2  
Perspectiva



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

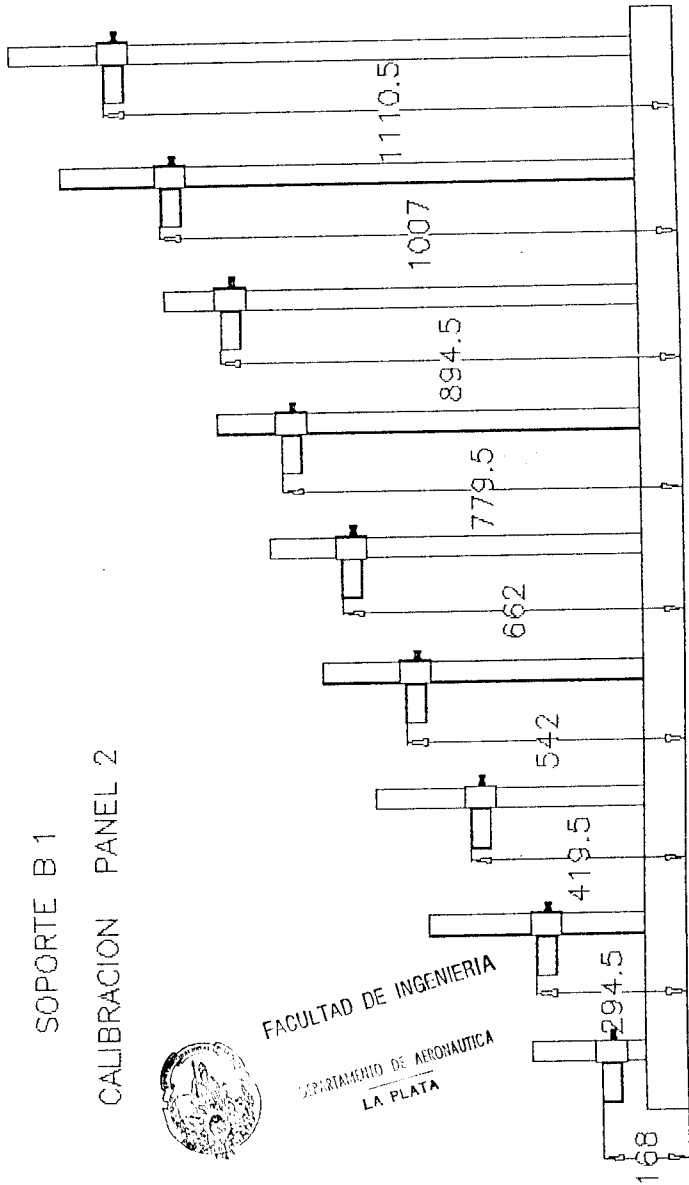
PLANO 2.4

Escala: 1:20

SOPORTE B 1  
CALIBRACION PANEL 2



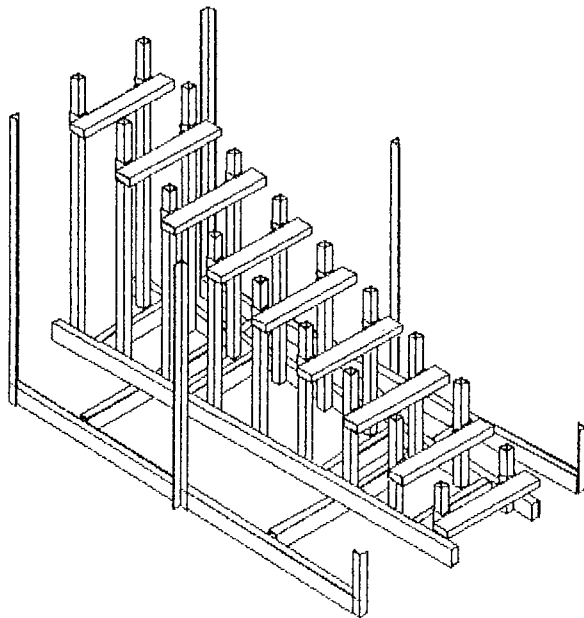
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA



G. ESTRUCTURAS

PLANO 2.5

Escala: 1:10



SOPORTES A2 Y B1  
Perspectiva

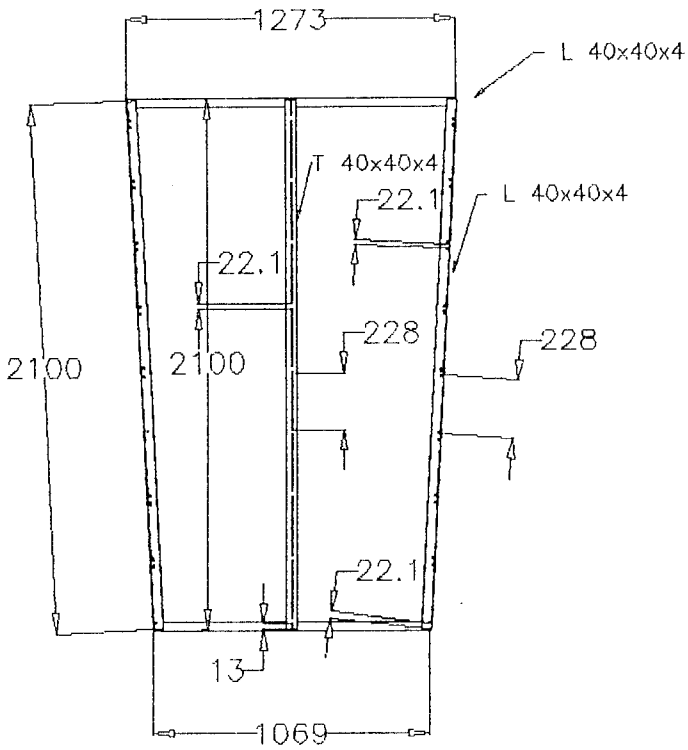


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 2.6

Escala: 1:20

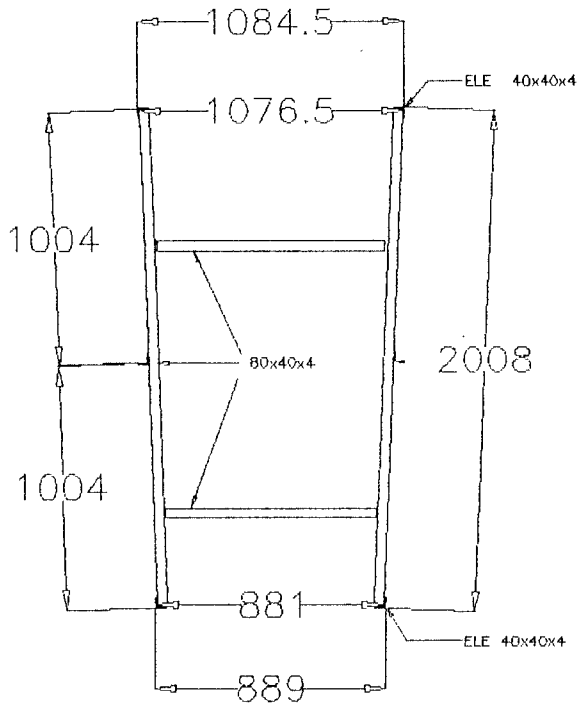


SOPORTE C 2  
DEL PANEL 2

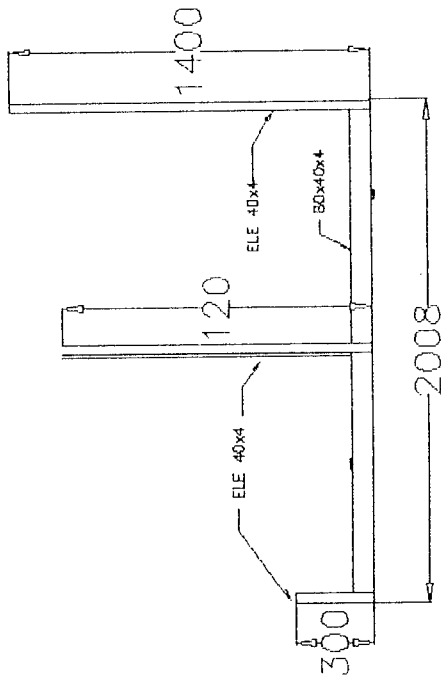
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA







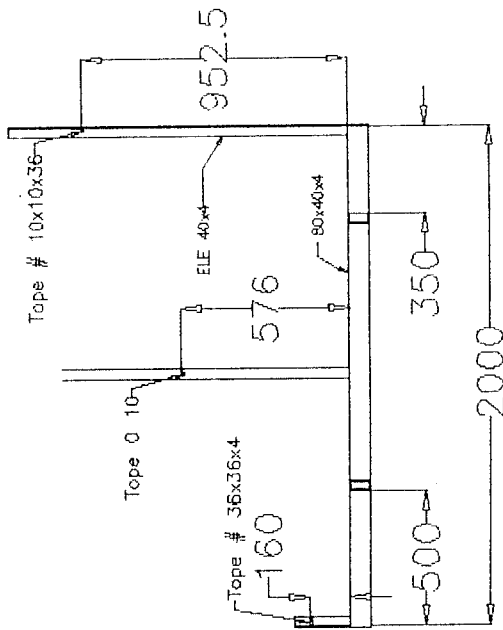
SOPORTE DE ARMADO A3  
 DEL PANEL 3  
 Vista Superior



SOPORTE A3  
Vista Lateral



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



SOPORTE A3  
Corte Lateral

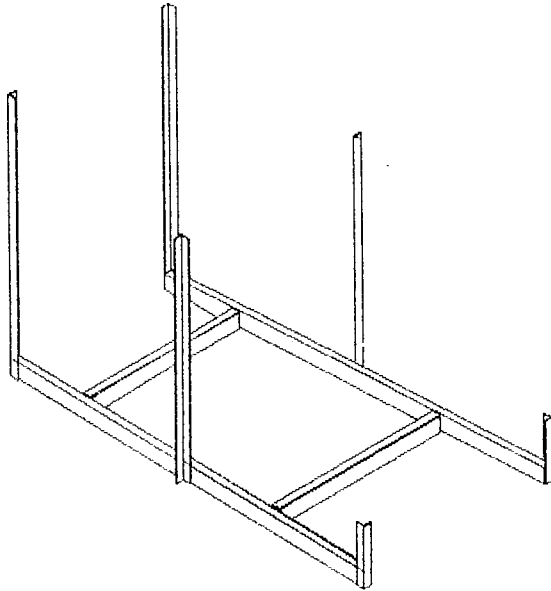


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE MECANICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 3.3

Escala: 1:20



SOPORTE DE ARMADO A3  
DEL PANEL 3  
Perspectiva



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE MECANICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

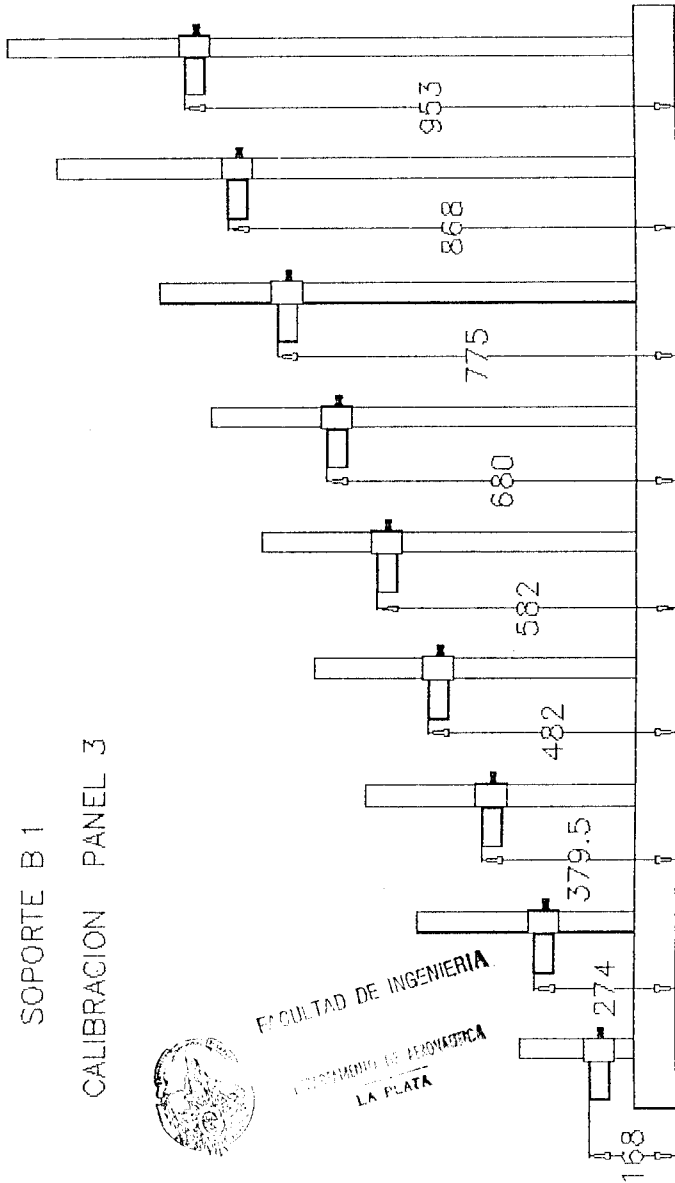
PLANO 3.4

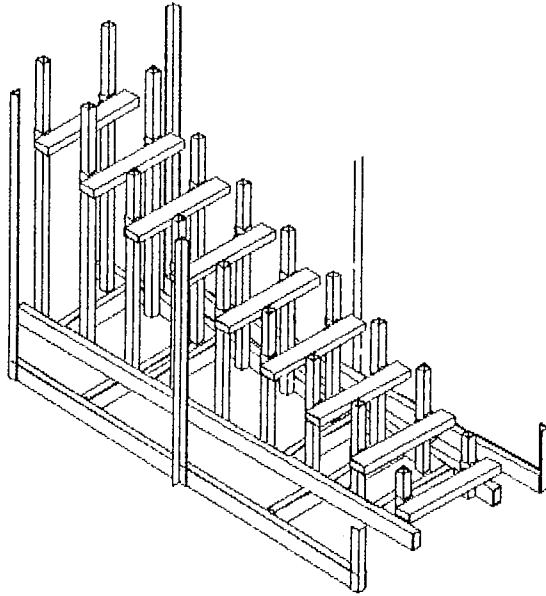
Escala: 1:20

SOPORTE B 1  
CALIBRACION PANEL 3



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE LA PLATA





SOPORTES A3 Y B1  
DEL PANEL 3  
Perspectiva

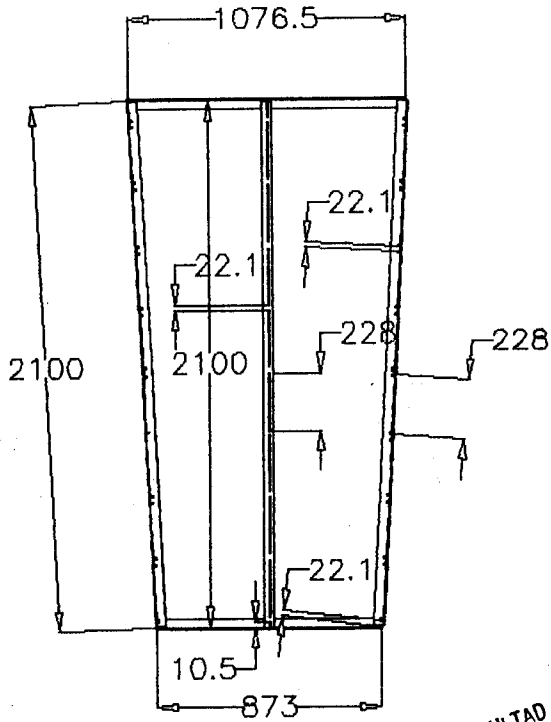


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 3.6

Escala: 1:20



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
 LA PLATA

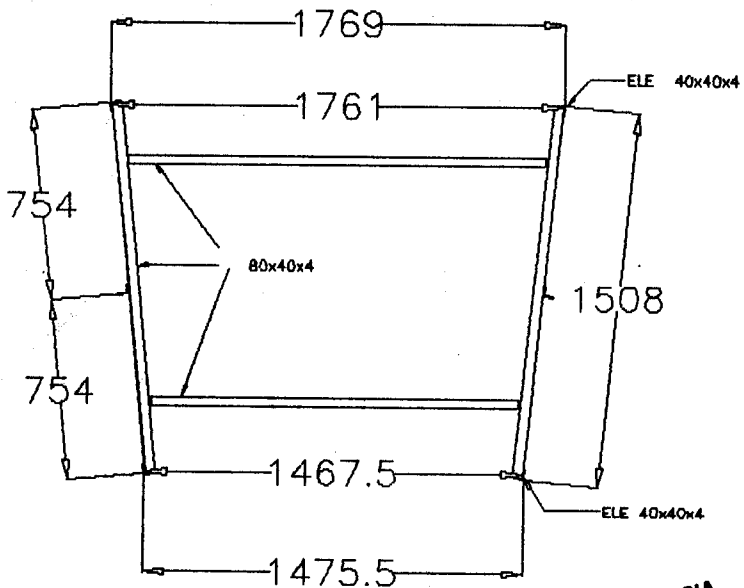


SOPORTE C 3  
 DEL PANEL 3

G. ESTRUCTURAS

PLANO 3.7

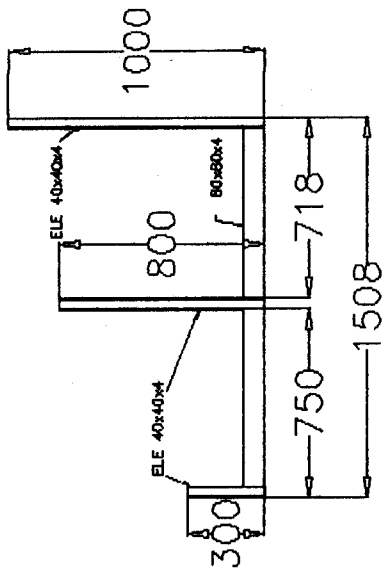
Escala: 1:20



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
 LA PLATA

SOPORTE DE ARMADO A4  
 DEL PANEL 4  
 Vista Superior

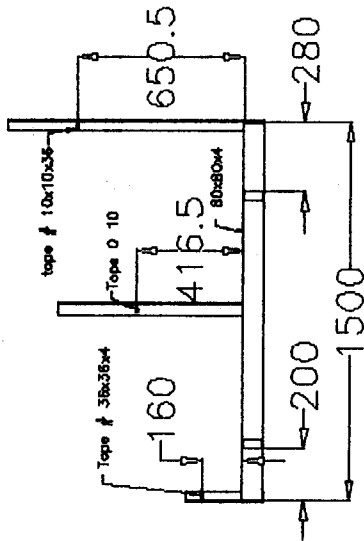




SOPORTE A4  
Vista Lateral



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA



SOPORTE A4  
Corte Lateral

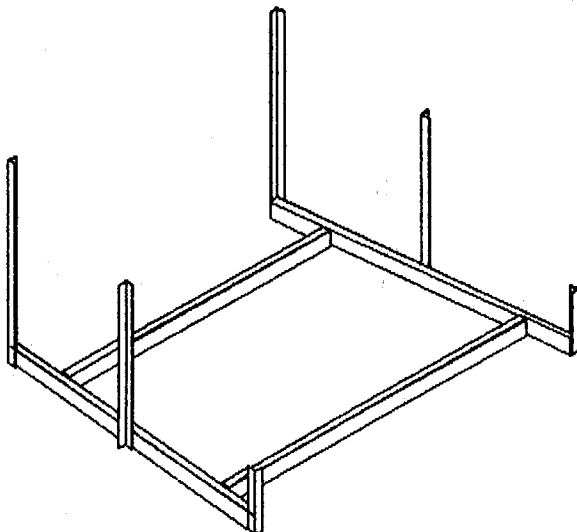


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 4.3

Escala: 1:20



SOPORTE DE ARMADO A4  
DEL PANEL 4  
Perspectiva



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

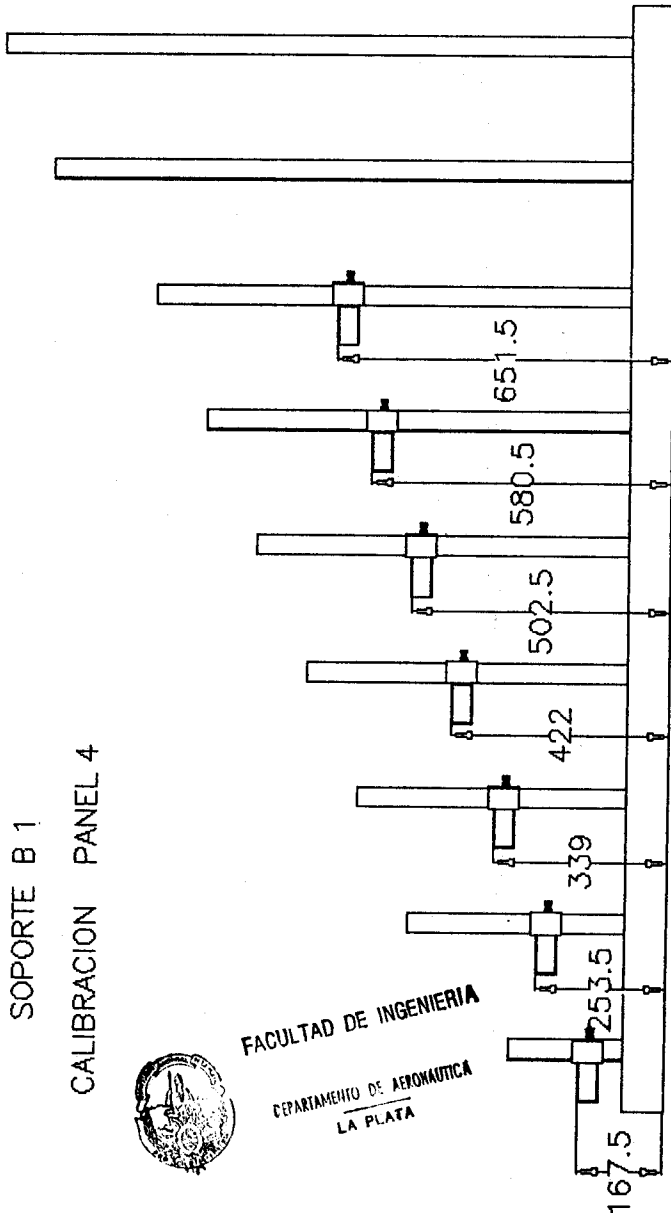
PLANO 4.4

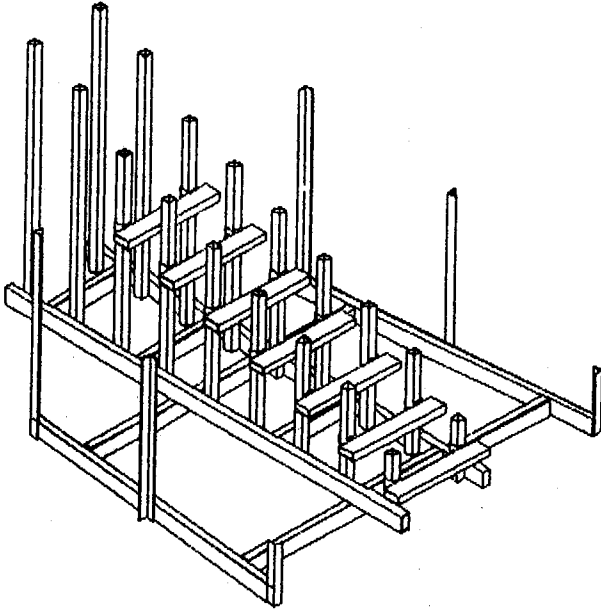
Escala: 1:20

SOPORTE B 1  
CALIBRACION PANEL 4



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA





SOPORTES A4 Y B1  
DEL PANEL 4  
Perspectiva

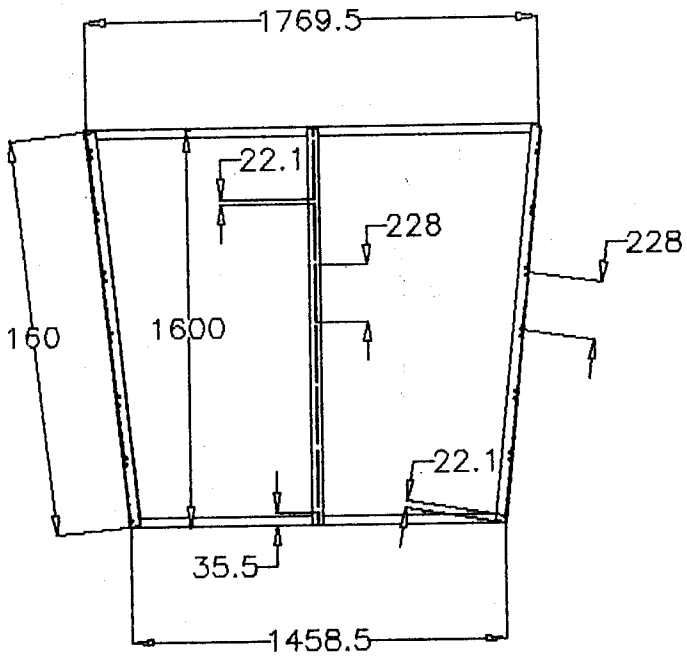


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 4.6

Escala: 1:20

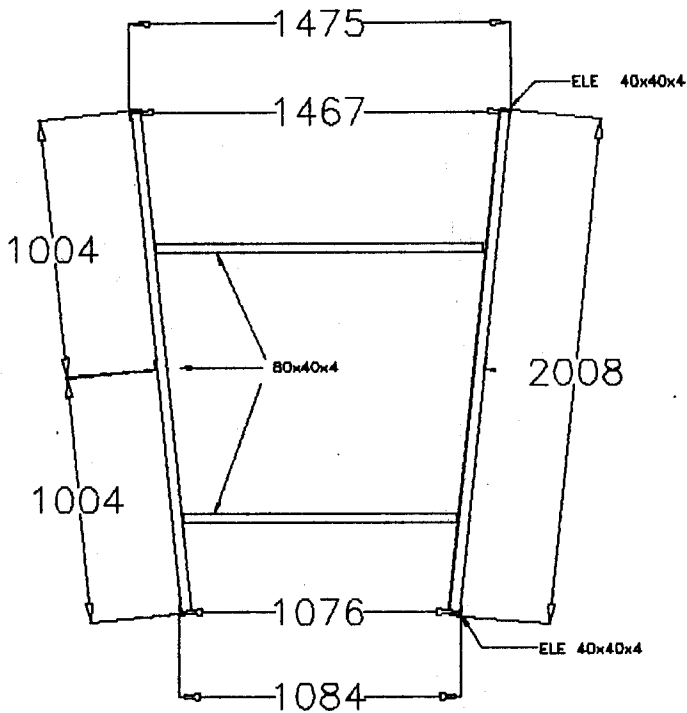


SOPORTE C 4  
DEL PANEL 4



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS	PLANO 4.7	Escala: 1:20
----------------	-----------	--------------



SOPORTE DE ARMADO A 5  
DEL PANEL 5  
Vista Superior

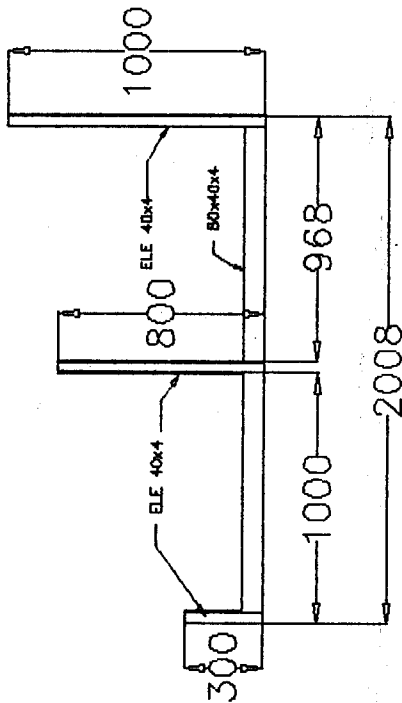


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 5.1

Escala: 1:20



SOPORTE A5  
Vista Lateral



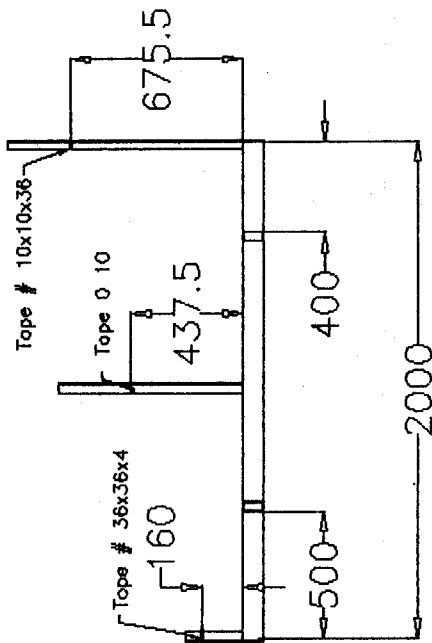
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 5.2

Escala: 1:20





SOPORTE A5  
Corte Lateral

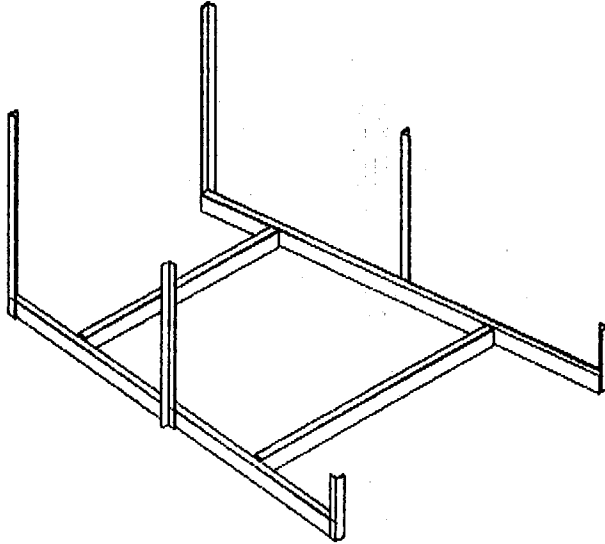


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 5.3

Escala: 1:20



SOPORTE DE ARMADO A5  
DEL PANEL 5  
Perspectiva



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 5.4

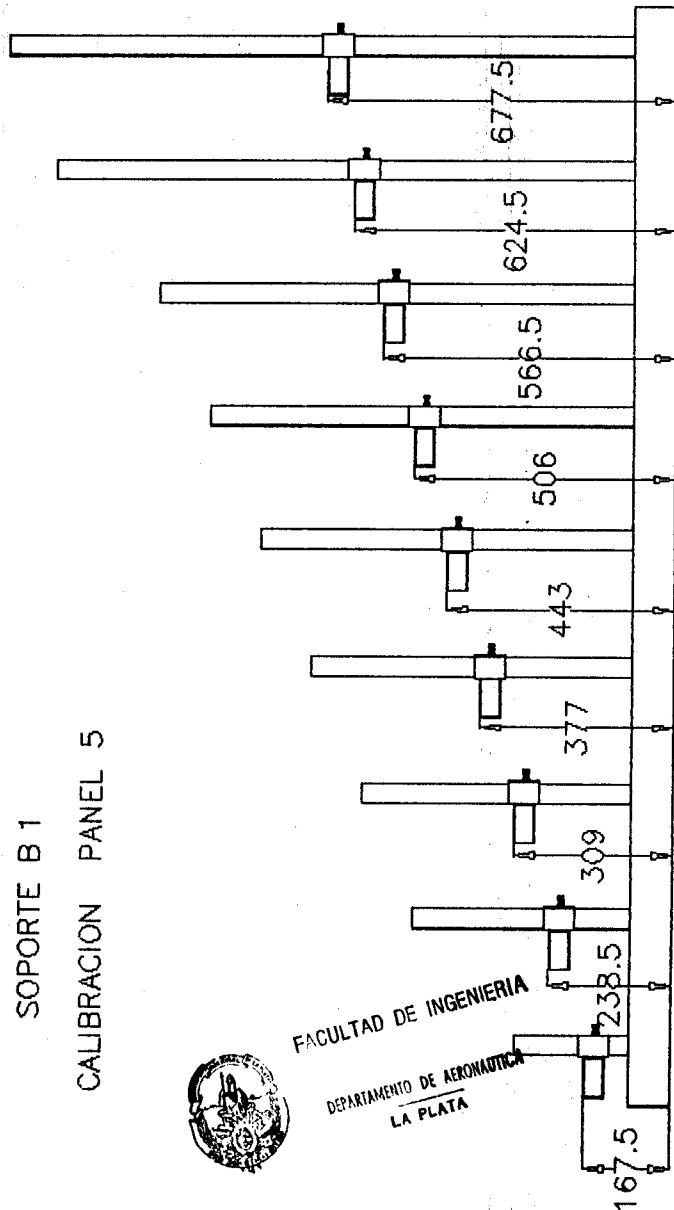
Escala: 1:20

SOPORTE B 1

CALIBRACION PANEL 5



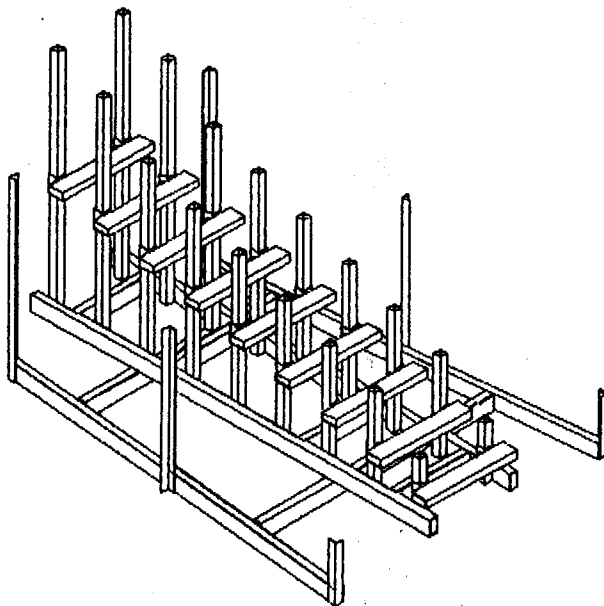
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA



G. ESTRUCTURAS

PLANO 5.5

Escala: 1:10



SOPORTES A5 Y B1  
DEL PANEL 5  
Perspectiva

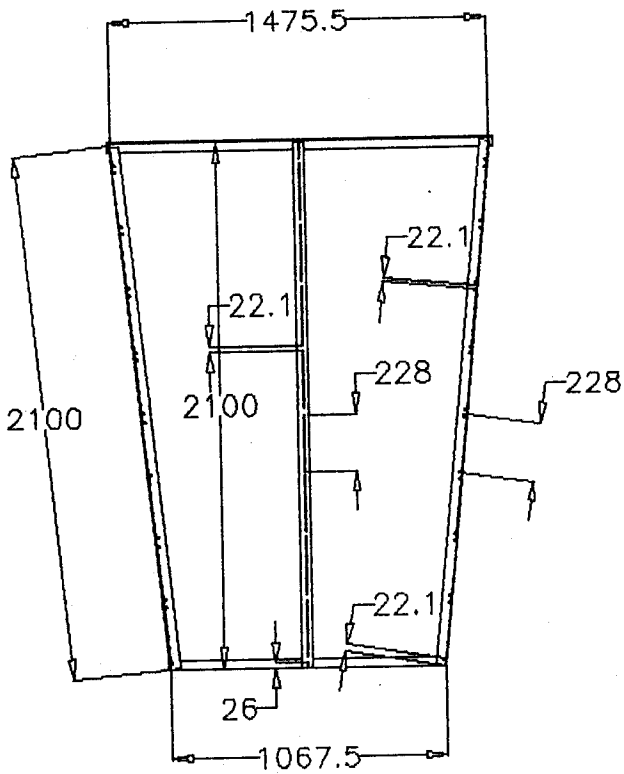


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 5.6

Escala: 1:20



SOPORTE C 5  
PANEL 5

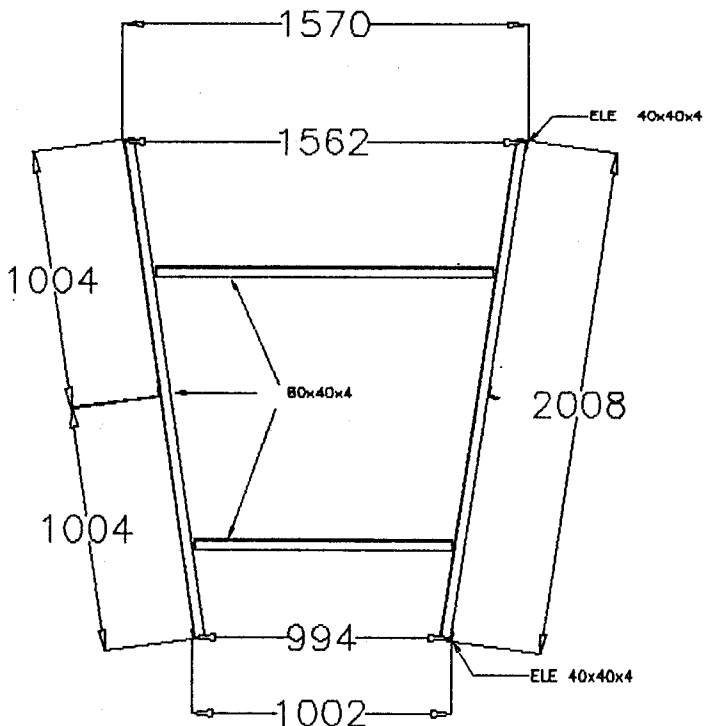
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA



G. ESTRUCTURAS

PLANO 5.7

Escala: 1:20

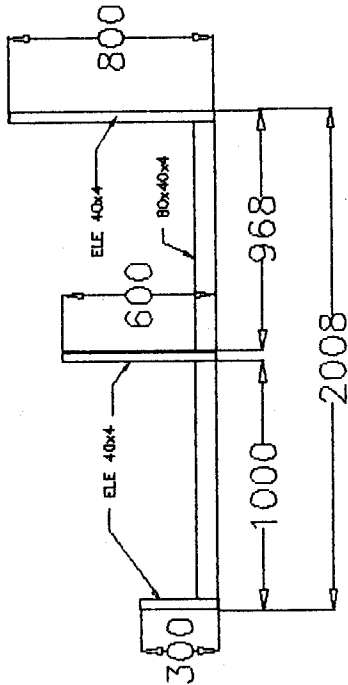


SOPORTE DE ARMADO A 6  
 DEL PANEL 6  
 Vista Superior

FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
 LA PLATA



G. ESTRUCTURAS	PLANO 6.1	Escala: 1:20
----------------	-----------	--------------



SOPORTE A6  
Vista Lateral

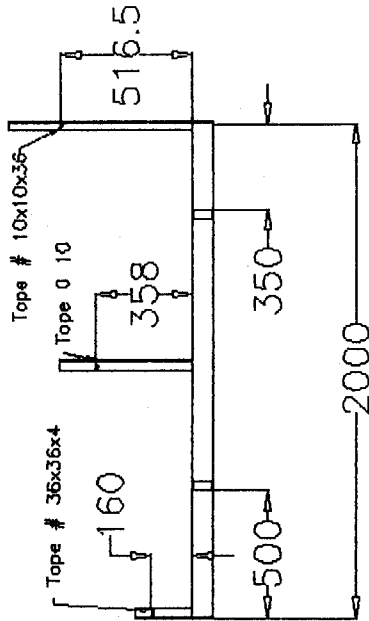


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE MECANICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 6.2

Escala: 1:20



SOPORTE A6  
Corte Lateral



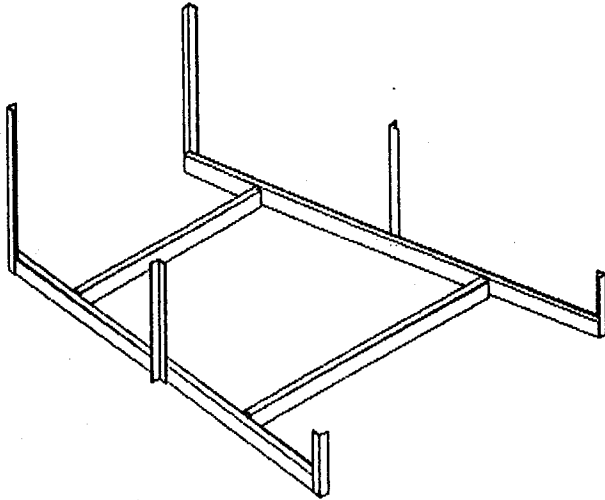
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE APROXIMATA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 6.3

Escala: 1:20





SOPORTE DE ARMADO A6  
DEL PANEL 6  
Perspectiva



FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

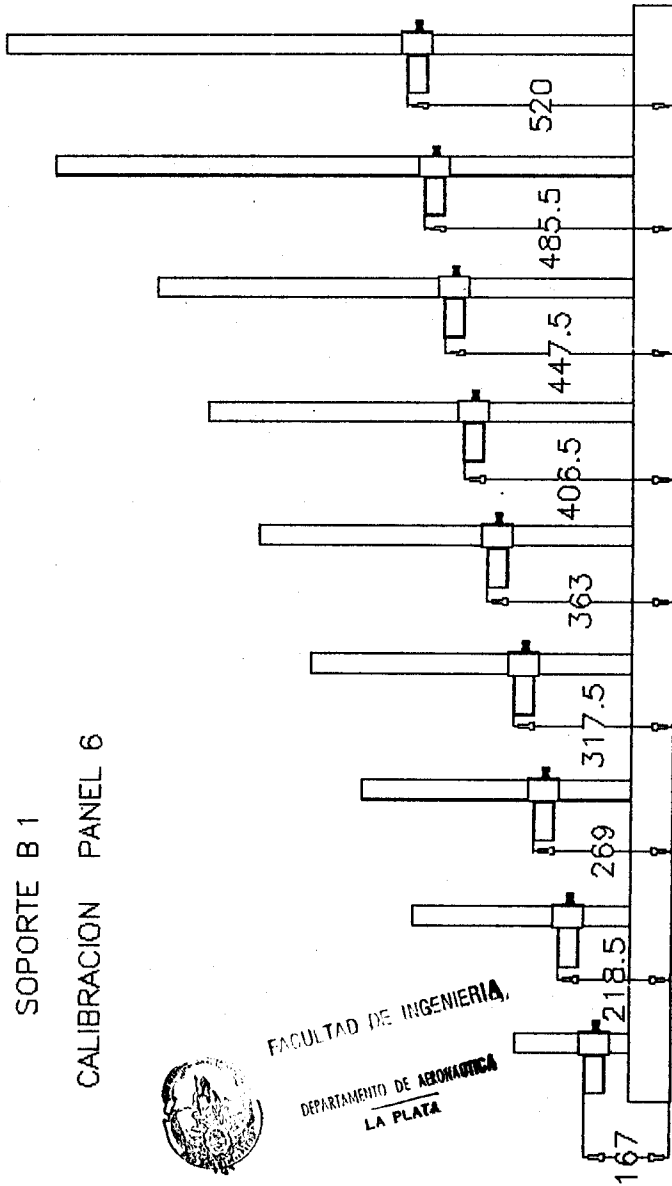
PLANO 6.4

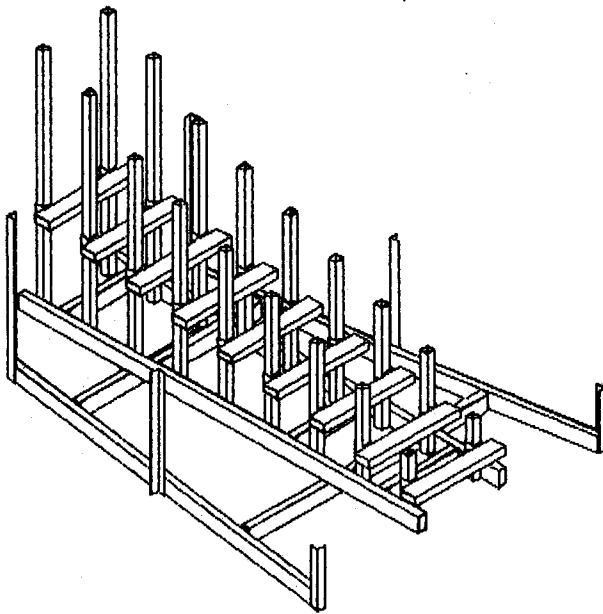
Escala: 1:20

SOPORTE B 1  
CALIBRACION PANEL 6



FACULTAD DE INGENIERIA,  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA





SOPORTES A6 Y B1  
DEL PANEL 6  
Perspectiva



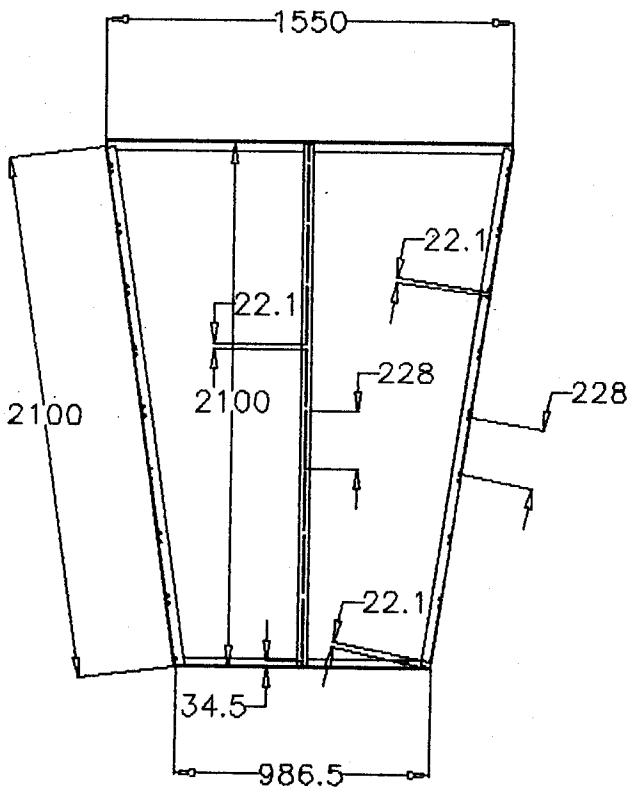
FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 6.6

Escala: 1:20

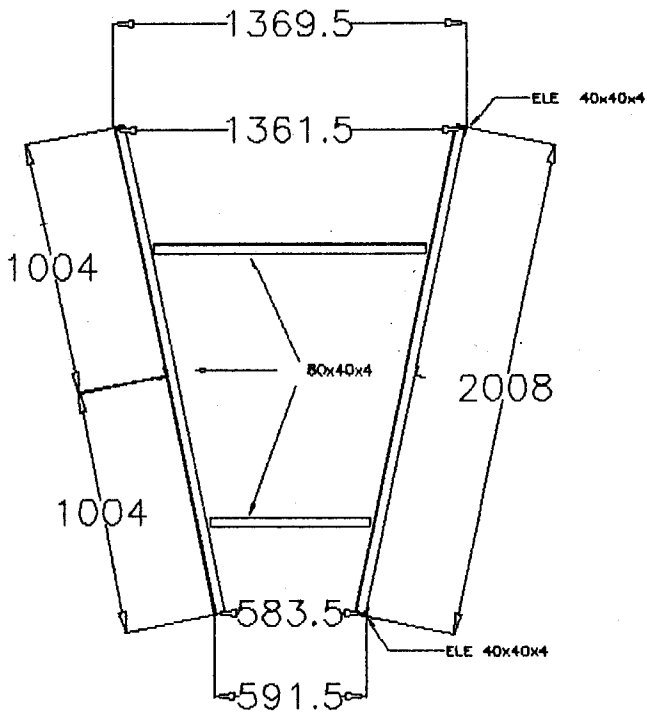


SOPORTE C 6  
PANEL 6



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS	PLANO 6.7	Escala: 1:20
----------------	-----------	--------------

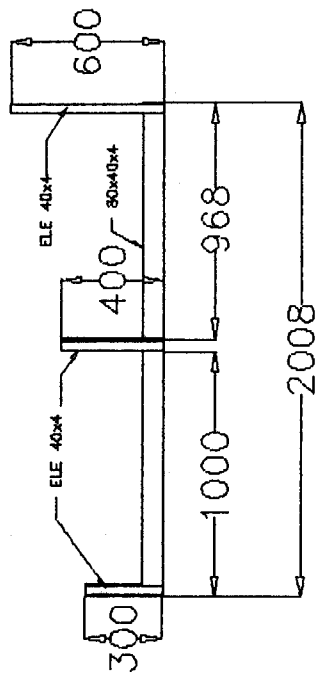


SOPORTE DE ARMADO A 7  
 DEL PANEL 7  
 Vista Superior

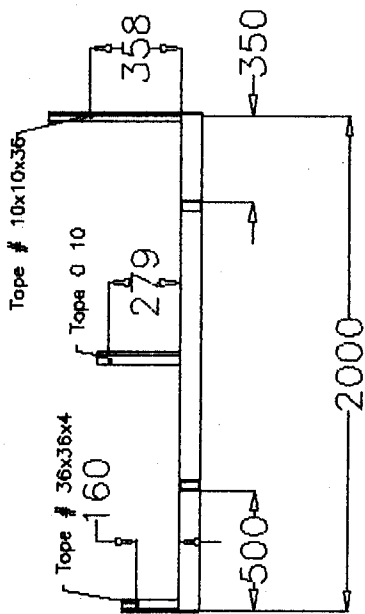


FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
 LA PLATA

G. ESTRUCTURAS	PLANO 7.1	Escala: 1:20
----------------	-----------	--------------



SOPORTE A7  
Vista Lateral



SOPORTE A7  
Corte Lateral

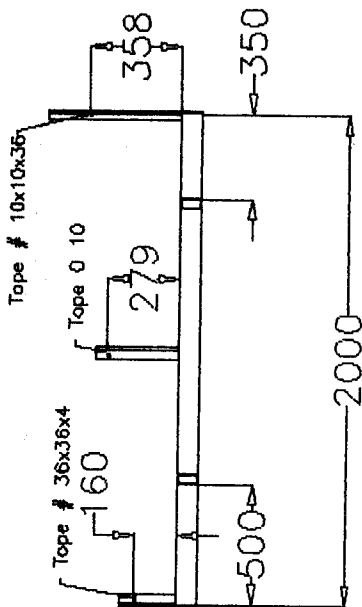


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 7.3

Escala: 1:20



SOPORTE A7  
Corte Lateral



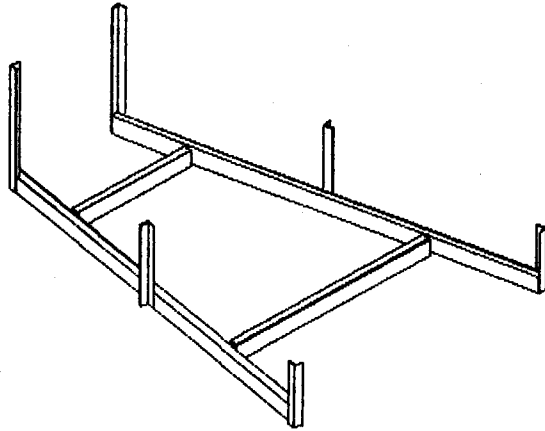
FACU TAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 7.3

Escala: 1:20





SOPORTE DE ARMADO A7  
DEL PANEL 7  
Perspectiva



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

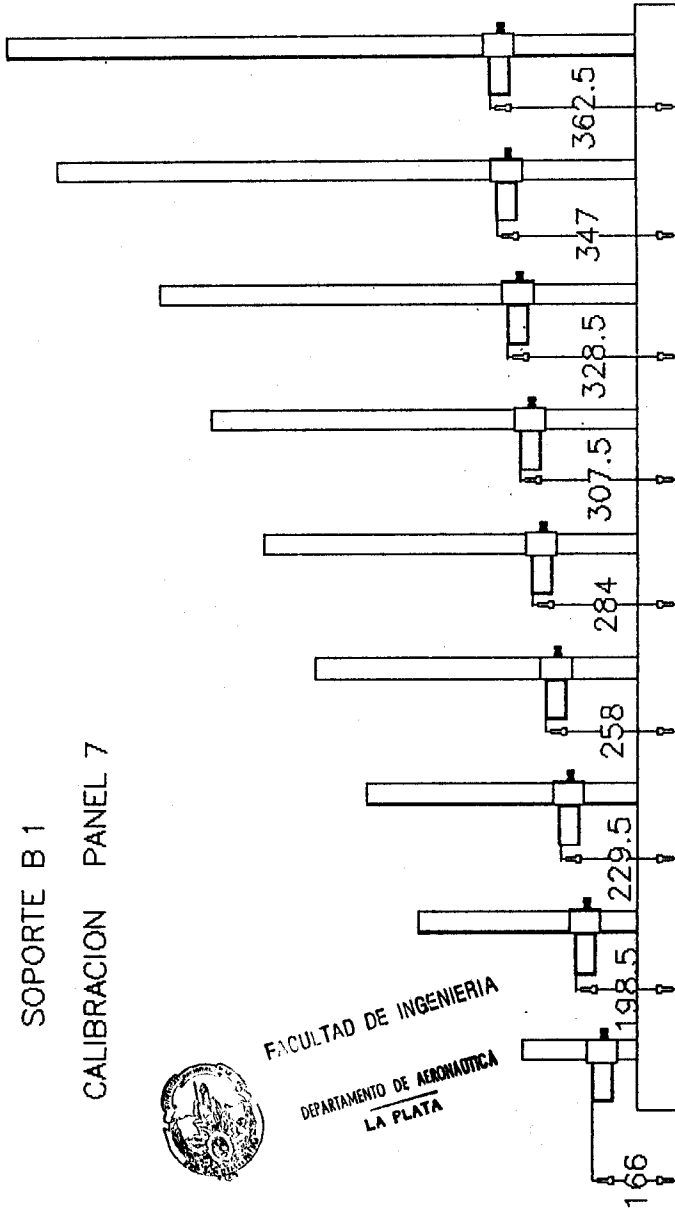
PLANO 7.4

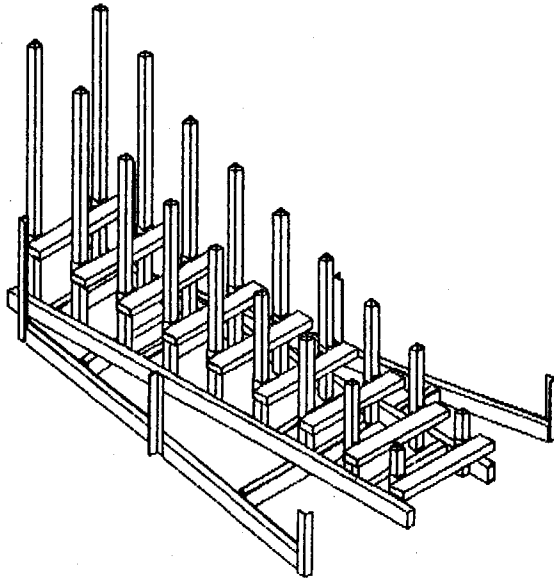
Escala: 1:20

SOPORTE B 1  
CALIBRACION PANEL 7



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA





SOPORTES A7 Y B1  
DEL PANEL 7  
Perspectiva

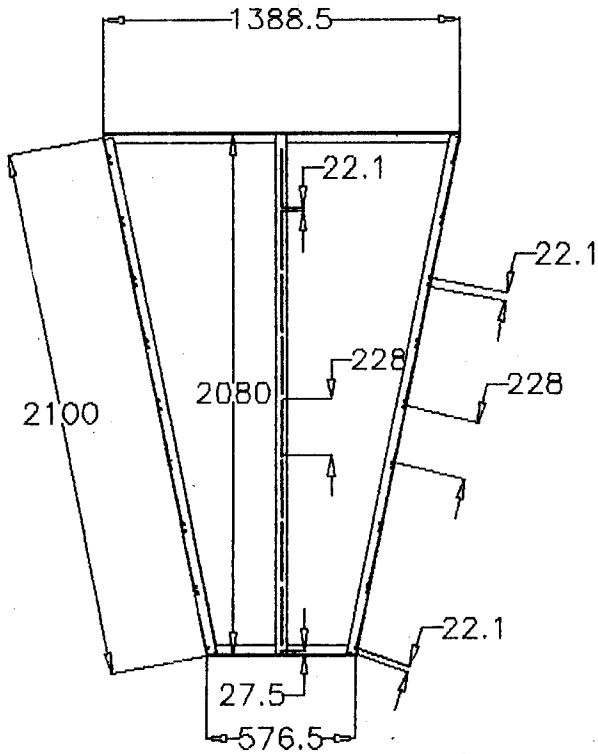


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 7.6

Escala: 1:20



SOPORTE C7  
PANEL 7

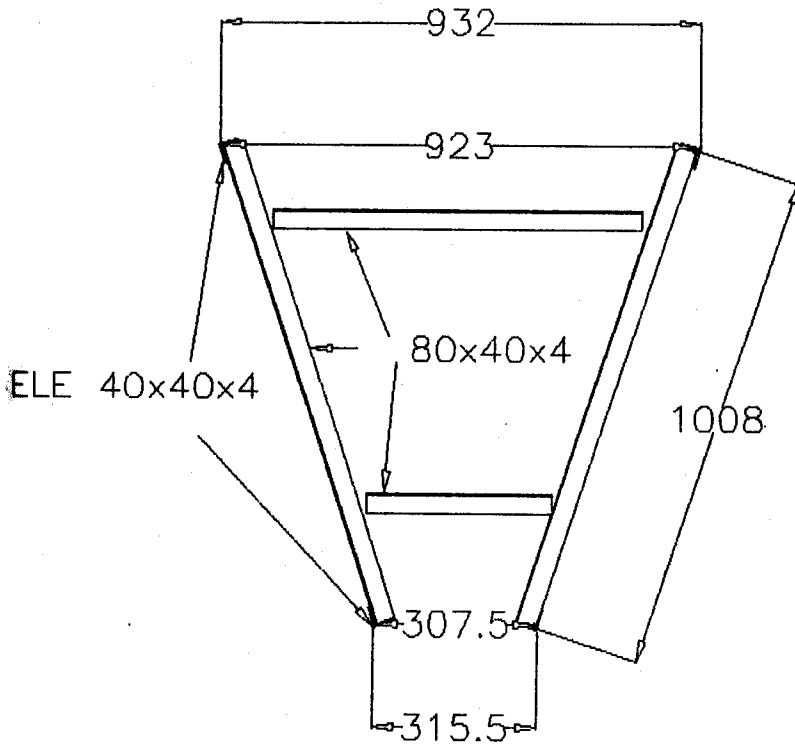
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA



G. ESTRUCTURAS

PLANO 7.7

Escala: 1:20



SOPORTE DE ARMADO A 8  
DEL PANEL 8  
Vista Superior

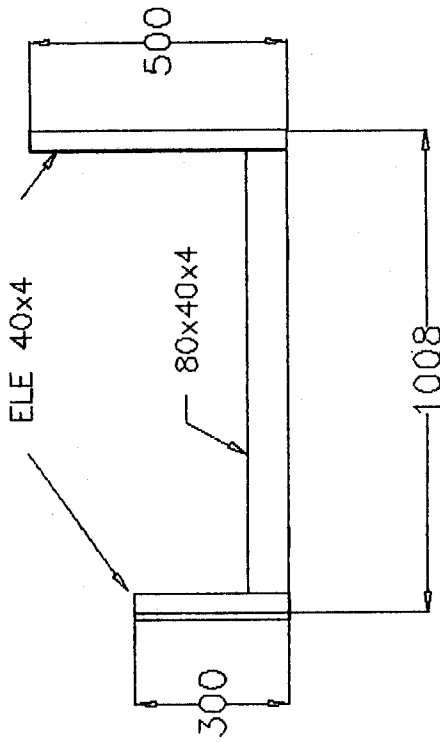
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA



G. ESTRUCTURAS

PLANO 8.1

Escala: 1:10

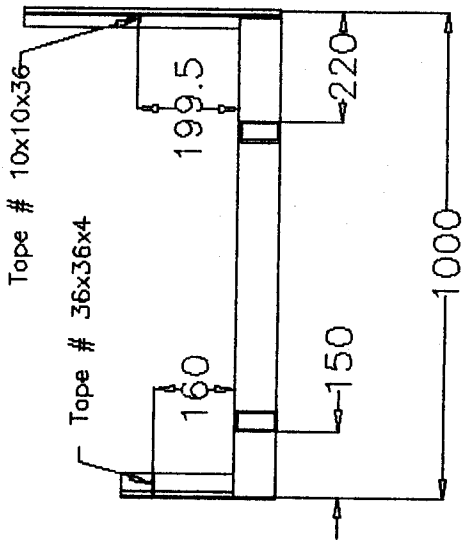


SOPORTE A8  
Vista lateral



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS	PLANO 8.2	Escala: 1:20
----------------	-----------	--------------

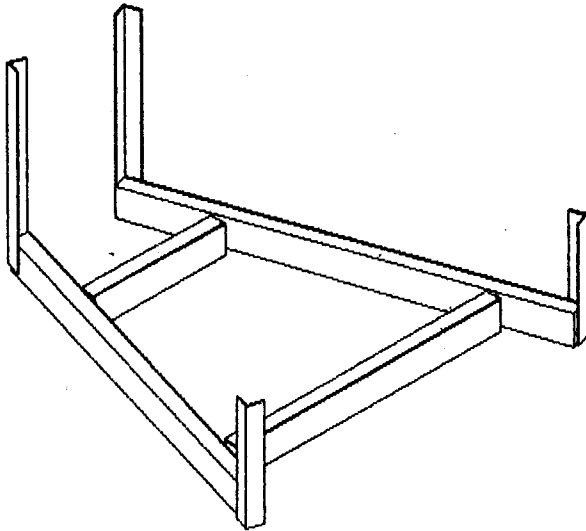


SOPORTE A8  
Corte Lateral



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS	PLANO 8.3	Escala: 1:20
----------------	-----------	--------------



SOPORTE DE ARMADO A8  
DEL PANEL 8  
Perspectiva



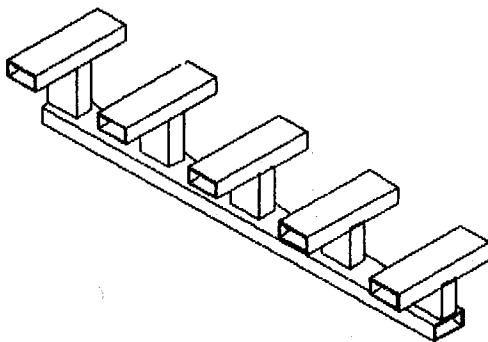
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 8.4

Escala: 1:10





SOPORTE DE ARMADO B2  
PARA PANEL 8  
Perspectiva



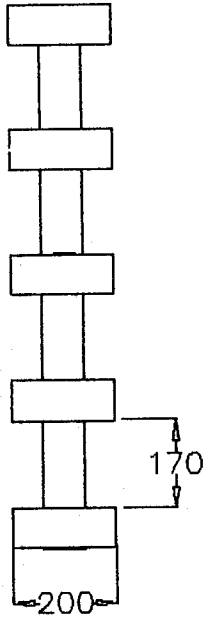
FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 8.5

Escala: 1:10



SOPORTE B2  
Vista Superior

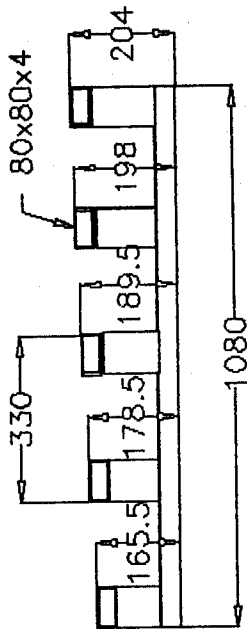


ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 8.6

Escala: 1:10



SOPORTE B2  
Vista Lateral

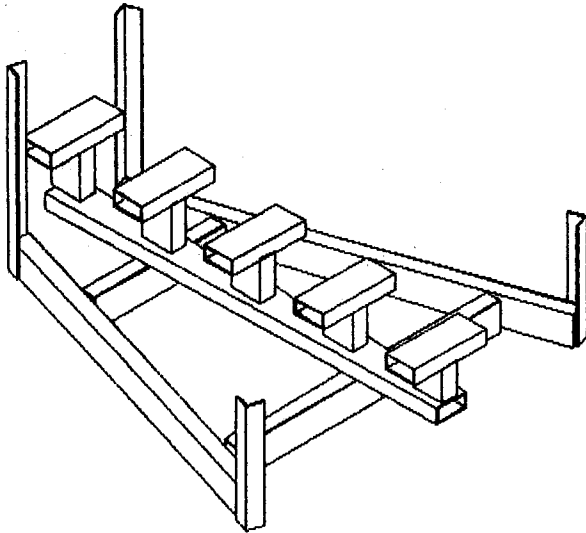


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 8.7

Escala: 1:10



SOPORTES A8 Y B2  
DEL PANEL 8  
Perspectiva

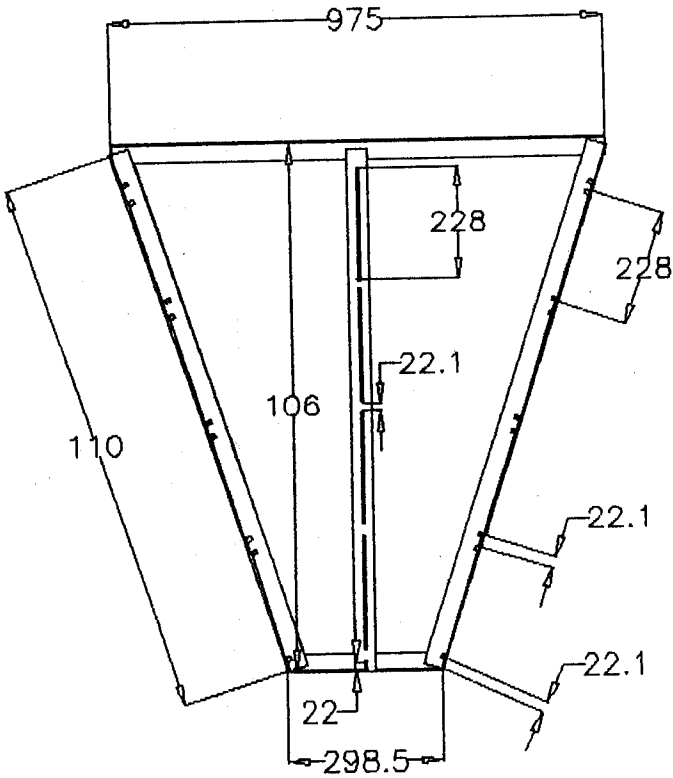


ESCUELA DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 8.8

Escala: 1:10



SOPORTE C 8

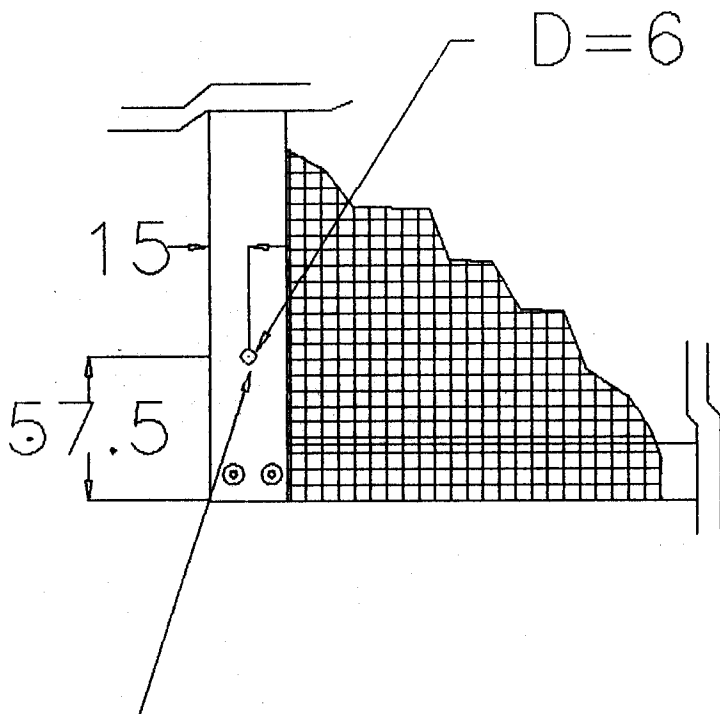
PANEL 8



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
 LA PLATA

G. ESTRUCTURAS	PLANO 8.9	Escala: 1:20
----------------	-----------	--------------





AGUJERO DE FIJACION  
DEL PANEL PARA  
CADA ESQUINA

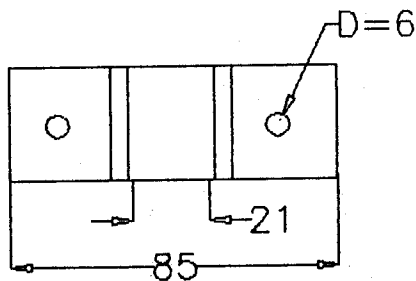
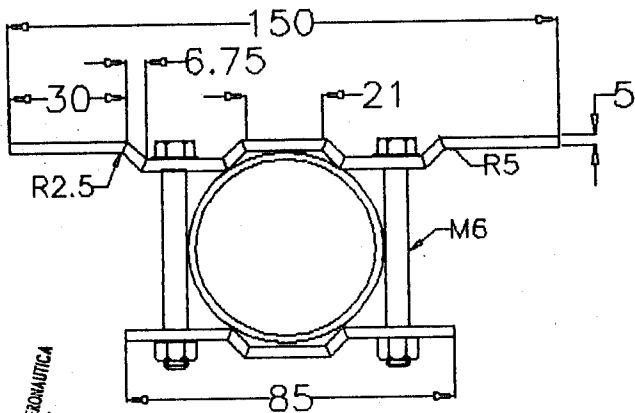
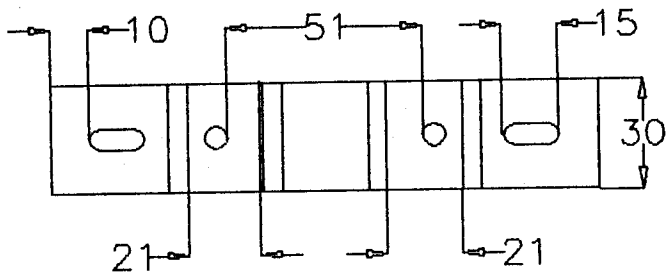


FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
LA PLATA

G. ESTRUCTURAS

PLANO 9.2

Escala: 1:2



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA  
 LA PLATA



Material: Aluminio  
 Forma constructiva por plegado

G. ESTRUCTURAS

PLANO 10.1

Escala: 1:0.75





Colon: Calle 47 y 110  
(1900) La Plata  
Republica Argentina

FAX: (021)-26-0804

TE: (021)-21-4148 | INT: 117  
(021)-26-5911 | INT: 108