

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON TECHO 50 TON.
AUTOSOPORTADO CON UNA LUZ DE 25 m. x 161 m.
DE LONGITUD**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

**LUIS MANUEL SAN MIGUEL SÁNCHEZ
PROMOCIÓN 1985 - II**

LIMA-PERÚ

2013

DEDICATORIA

Con todo cariño y amor a mi esposa María, a mis hijos Helen y Herbert que me han brindado todo su apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería por la formación académica recibida.

Así mismo hago extensivo a los Docentes que aportaron a mi formación académica.

ÍNDICE

	PÁG.
PROLOGO	1
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 ANTECEDENTES.....	07
1.2 OBJETIVO.....	08
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	08
1.4 ALCANCES.....	08
1.5 LIMITACIONES.....	08
CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y PROCESO DE FABRICACIÓN	
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	09
2.2 PROCESO DE FABRICACIÓN.....	10
CAPITULO III: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO	
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3.2 NUEVA PLANTA DE FABRICACIONES.....	15
3.3 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS.....	17
CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO	
4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA COBERTURA.....	20
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS MECÁNICAS DEL PERFIL ACANALADO.....	21
4.3 TIPOS DE CUBIERTA PARA NAVES INDUSTRIALES.....	22
4.4 APLICACIONES.....	23
4.5 MEMORIA DE CÁLCULO.....	24
4.6 REACCIONES.....	36
4.7 RESULTADOS.....	37

CAPITULO V: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

5.1 FABRICACIÓN DEL TECHO AUTO SOPORTADO CON LA MAQUINA SUPER SPAN.....	40
5.2. CALCULO DEL PESO DE LA CUBIERTA.....	44
5.3 ENSAMBLE DE LAS TERCETAS PARA MONTAJE	46
5.4 PROCESO DE MONTAJE DEL TECHO AUTOSOPORTADO.....	49
5.5 FABRICACIÓN DE COMPONENTES.....	52
5.6 MONTAJE DE LOS COMPONENTES SECUNDARIOS.....	57
5.7 LUMINARIAS.....	62
5.8 INSTALACIÓN DEL TRASLUCIDO (FIBRA DE VIDRIO).....	66
5.9 PROPUESTA ECONÓMICA.....	68
5.9.1. Cronograma de fabricación y montaje.....	68
5.9.2. Costo de fabricación y montaje.....	70

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

APÉNDICE

ANEXOS

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1.1 Principales proyectos de desarrollo minero 2011 – 2012	04
TABLA 1.2 Características de la máquina de plegado y curvado Super Span	06
TABLA 2.1 características de la plancha ASTM A653 GR 50 para la obtención de perfiles acanalados	09
TABLA 4.1 Datos técnicos del perfil acanalado ω 203x5.75 kg/m	21
TABLA 4.2 Resultados del nudo 7, obtenido con el SAP 2000	33
TABLA 4.3 Resumen de reacciones y combinaciones de los puntos de apoyo A y B Obtenidos mediante SAP 2000	36
TABLA 4.4 Resultados de las reacciones de los puntos de apoyo A y B obtenido mediante SAP 2000 del perfil acanalado en Kgf.	37
TABLA 4.5 Momento de inercia del perfil acanalado obtenido mediante SAP 2000	39
TABLA 5.1 Factores para para desarrollo de arcos	41
TABLA 5.2 Velocidad de producción de perfiles plegados y curvados	44
TABLA 5.3 Peso (Kg) del soporte de cerramiento obtenido mediante plegado En el taller propio.	52
TABLA 5.4 Resumen – peso de soportes de cerramiento frontal y posterior Obtenido mediante plegado en el taller propio.	53
TABLA 5.5 Peso (Kg) del cerramiento frontal y posterior obtenido con la Máquina de plegado y curvado Super Span entre el eje 1 y 2	54
TABLA 5.6 Resumen - Peso (Kg) del cerramiento frontal y posterior obtenido Por la máquina de plegado y curvado Super Span.	54
TABLA 5.7 Peso (Kg) del cerramiento lateral obtenido con la máquina de plegado y curvado Super Span.	56
TABLA 5.8 Resumen – Peso (Kg) del cerramiento lateral obtenido por la Máquina de plegado y curvado Super Span.	56

LISTADO DE CUADROS

CUADRO 4.1 Resumen – Propiedades de la sección del perfil acanalado	
Obtenido con SAP 2000	39
CUADRO 5.1 Desarrollo del arco – Perfil acanalado, obtenido empleando	
Factor de corrección de la Tabla 5.2 (Pág. 44)	42
CUADRO 5.2 Cronograma de fabricación y montaje, obtenido con el	
Software MS Project 2010	69
CUADRO 5.3 Resumen de evaluación de costos de fabricación y montaje	70
CUADRO 5.4 Resumen de evaluación de costos de materiales	71
CUADRO 5.5 Resumen – Costos de desarrollo del proyecto.	72

SÍMBOLOS

A	Area (m^2)
ASTM	American Society of Testing and Materials
AISC ASD-89	Análisis y Diseño estructural
B	Cuerda interior (m) – Super Span
CNC	Control Numérico Computarizado
D_L	Peso de luminarias (Kg).
D	Carga muerta (Kg/m^2)
E	Modulo de elasticidad (kg/cm^2)
E.P.P.	Equipos de protección o personal
e	Espesor de plancha (m)
F_y	Resistencia a la fluencia (Kg/cm^2)
F_u	Resistencia a la rotura (Kg/cm^2)
F_1 , F_2	Fuerzas (Kgf)
F_v	Fuerza vertical (Kgf)
F_h	Fuerza horizontal (Kgf)
F_x, F_y	Fuerzas orientadas en las coordenadas (Kgf)
f	Flecha (m)
g	Carga repartida (Kg./m)
H	Flecha interior (m) – Super Span
K	Coefficiente de iluminación
L_c	Longitud de arco (m)
L	Carga viva (Kg/m^2)

Mils	Espesor de pintura expresado en miles de milímetro.
PP	Peso propio (Kg).
R	Ratio (Esfuerzo actuante / esfuerzo admisible)
RNE	Registro Nacional de Edificaciones
S	Modulo de Sección (m^3)
Ton.	Tonelada (kg)
τ	Esfuerzo al corte
σ_n	Esfuerzo combinado normal
σ_x	Esfuerzo de tracción
$\delta_{per.}$	Desplazamiento permisible
ω	Perfil acanalado
W	Carga de viento (Kg/m^2)
Wb	Carga de viento – barlovento
Ws	Carga de viento - Sotavento

PROLOGO

El presente informe de suficiencia, tiene como objetivo tratar sobre la FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON TECHO 50 TON. AUTOSOPORTADO CON UNA LUZ DE 25 m. X 161 m. DE LONGITUD., el cual consta de 5 capítulos:

En el **Capítulo I**, Ante el Auge de desarrollo de proyectos de inversión en nuestro país para la industria Metal Mecánica. Oportunidad de ampliar la capacidad de producción mejorando los procesos productivos. Lo cual ya se ha proyectado la construcción de una nueva planta Metal mecánica para recibir proyectos de gran envergadura.

En el **Capítulo II**, se describe el producto y proceso de fabricación para lo cual se cuenta con una máquina exclusiva para la fabricación del perfil acanalado en obra.

En el **Capítulo III**, se Identifica el problema y se plantea la hipótesis del trabajo. Ante la necesidad de disponer mayor espacio para las fabricaciones metálicas de gran tonelaje, se requiere la ampliación de una nueva planta industrial para realizar fabricaciones metálicas de gran tonelaje, protección de personal, maquinarias y equipos de dicha actividad.

La nueva planta está ubicada en la Prov. De CHILCA con un área de 6,800 m^2 proyectada para una producción de 600 Ton. / Mes, de productos metalmecánicos producidos u obtenidos.

En el **Capítulo IV**, se presenta el marco teórico para sustentar la fabricación del techo auto soportado, memoria de cálculo. Según Anexos A, B, C, E y F, modelo de análisis estructural.

En el **Capítulo V**, se detalla el proceso de fabricación con la máquina Super Span del perfil acanalado y cerramientos. Además el montaje del techo auto soportado, cerramientos, cronograma y propuesta económica. Ver anexo D.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Ante el auge de desarrollo de proyectos de inversión en nuestro país en la Minería, Hidrocarburos, Electricidad, Industria, y Otros sectores vinculados en las construcciones metálicas, como se muestra en la Fig. 1.1 [12] y la Tabla 1.1 relativo a proyectos de inversión previstos para los años 2012, al 2013 [15] las que se presentan a continuación.

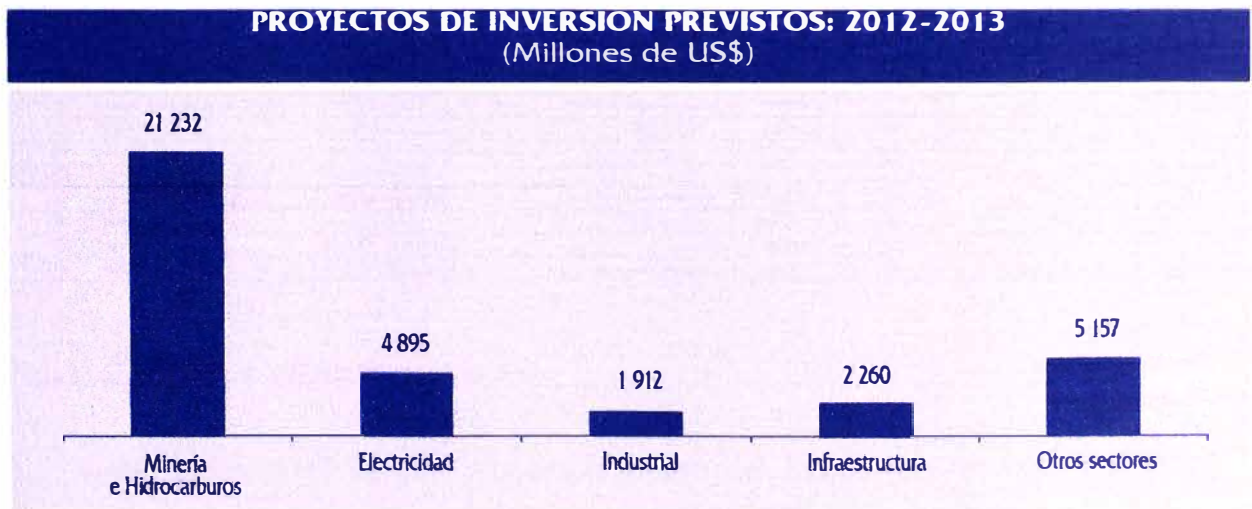


Fig. 1.1 Proyectos de Inversión Previstos: 2012 – 2013

TABLA 1.1 Principales Proyectos de desarrollo minero 2011 – 2022 [15]

ITEM	PROYECTO	EMPRESA	UBICACIÓN	PRODUCTO PRINCIPAL	INVERSION (US\$ LB)	ESTADO ACTUAL	INICIO DE PRODUCCION SEGÚN LA EMPRESA
1	Amp. Cerro Lindo	Milpo	Ica	Zinc	86	Construcción	2011
2	Amp. Antamina	Antamina	Ancash	Cobre	1300	Construcción	4T2011
3	Amp. El Brocal	El Brocal	Pasco	Zinc	239	Construcción	2013
4	Altapacay	Xstrata Copper	Cusco	Cobre	1470	Construcción	2S2012
5	Toromocho	Chinalco	Junin	Cobre	2200	Construcción	3T2013
6	Amp. Shougang	Shougang Hierro Peru	Ica	Hierro	1000	Construcción	2012
7	Amp. Bayobar	Vale	Piura	Fosfatos	300	Evaluación Financiera	2013
8	Marcobre / Justa	Glencore	Ica	Cobre	744	*EIA Aprobado	2013
9	Minas Conga	Minera Yanacocha	Cajamarca	Oro	4000	*EIA Aprobado	2014-15
10	Las Bambas	Xstrata Copper	Apurimac	Cobre	4200	*EIA Aprobado	2014
11	Quellaveco	Anglo American	Moquegua	Cobre	3000	*EIA Aprobado	2016
12	Constancia	Hudbay Minerals	Cusco	Cobre	920	*EIA Aprobado	2015
13	Amp. Cerro verde	Cerro Verde	Arequipa	Cobre	3500	*EIA En Elaboración	2016
14	Agn. Toquepala	Southern Copper Corp.	Tacna	Cobre	600	Factibilidad	2013
15	Chucapaca - Cañahuire	Goldfields / Buenaventura	Moquegua	Oro	750	Factibilidad	2015
16	Pukaqaqa	Milpo	Huancavelica	Cobre	350	Factibilidad	2015
17	Miná Chapi-Sulfuros	Milpo (Minera Pampa de Cobre)	Moquegua	Cobre	320	Factibilidad	2015
18	El Galeno	Lumina Copper	Cajamarca	Cobre	2500	Factibilidad	2014
19	Quechua	Pan Pacific Copper	Cusco	Cobre	850	Factibilidad	2014
20	Amp. Cuajone	Southern Copper Corp.	Moquegua	Cobre	374	Factibilidad	2017
21	Hilarion	Milpo	Ancash	Zinc	300	Pre-factibilidad	2016
22	Los Chancas	Southern Copper Corp.	Apurimac	Cobre	1800	Pre-factibilidad	2015
23	Cañariaco	Candente Resource Corp.	Lambayeque	Cobre	1565	Pre-factibilidad	2015
24	Hierro Apurimac	Apurimac Ferrum	Apurimac	Hierro	2300	Pre-factibilidad	2016
25	La Granja	Riom Tinto	Cajamarca	Cobre	2000	Pre-factibilidad	Indefinido
26	Michikillay	Anglo American	Cajamarca	Cobre	700	Exploración	2017
27	Chaquicocha	Minera Yanacocha	Cajamarca	Oro	400	Exploración	Indefinido
28	Yanacocha Verde	Minera Yanacocha	Cajamarca	Oro	n.d.	Exploración	Indefinido
29	Amp. Refinería de Ilo	Southern Copper Corp.	Moquegua	Cobre		Indefinido	Indefinido
30	Tía María	Southern Copper Corp.	Arequipa	Cobre	1000	Stand-by	2015
31	Río Blanco	Río Blanco Copper (Zijin)	Piura	Cobre	1545	Stand-by/Factibilidad	2018
32	Amp. Cemento Andino	Cemento Andini	Junin	Cemento	160	Construcción	2012
33	Amp. Cementos Lima	Cementos Lima	Lima	Cemento	230	Construcción	2012
34	Amp. Pacasmayo	Pacasmayo	La Libertad	Cemento	300	Estudios	Indefinido
35	Amp. Pisco	Aceros Arequipa	Ica	Acero	250	Factibilidad	Indefinido
36	Nueva Acería Sur	Aceros Arequipa	Moquegua	Acero	250	Factibilidad	Indefinido

*EIA: Estudio de impacto ambiental

Ante el incremento de proyectos como se indica en la Fig. 1.1, hace necesario que las plantas industriales Metal Mecánica que ofrecen servicios se vean en la necesidad de aumentar su capacidad productiva, para lo cual es conveniente ampliar sus instalaciones y mejorar los procesos productivos y al no contar con el área suficiente para fabricar estructuras de gran envergadura, para ello ha considerado oportuno construir la Nueva Planta metal Mecánica.

Para este propósito, se ha adquirido una roladora Super Span ZX-610 [8] que se muestra en la Fig. 1.2 que permite la fabricación de perfiles acanalados a ser utilizados para la obtención del techo Auto Soportado.

A continuación se presenta Fig. 1.2 mostrando la máquina de plegado y curvado Super Span.

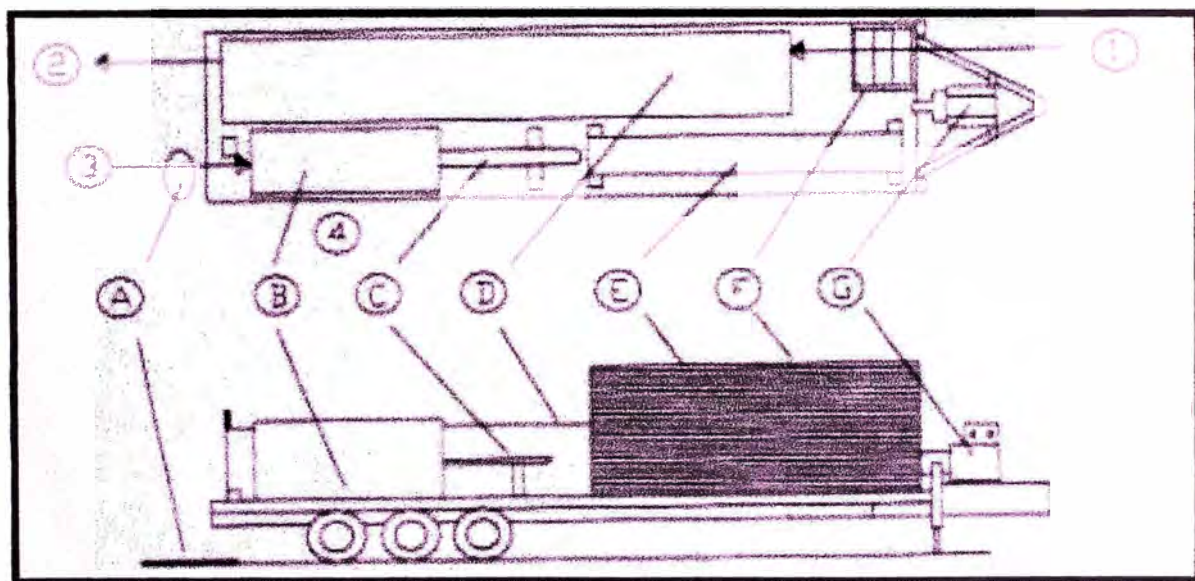


Fig. 1.2 - Esquema de la Máquina de plegado y curvado Super Span

Las partes de la máquina de plegado y curvado Super Span son:

- A) Estación de operación
- B) Curveadora
- C) Mesa de inicio para curveadora
- D) Roladora
- E) Mesas de soporte
- F) Carrete o rodillos guía.
- G) Unidad de Encendido

También, a continuación se muestra la Tabla 1.2, indicando las características de la máquina Super Span. [8]

Tabla 1.2 - Características de la máquina de plegado y curvado Super Span [8], [9]

ÍTEM.	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	Modelo	ZX-610
2	Dimensiones	Long.= 9.3 m, S= 2.27 m, H= 2.4 m.
3	Peso de la máquina	12.5 Ton.
4	Potencia de rolado	7.5 Kw.
5	Potencia de curvado	4.0 Kw.
6	Potencia rolado lateral	1.5 Kw, 1.5 Kw.
7	Material de rodillos	SAE 1045 – Templado-Revenido HRC 58-62
8	Material – eje de rolado	SAE 1045
9	Material – Cuchilla Corte	Acero al Cr-Mo-V (Cr 12%)
10	Tablero de mando	PLC – Siemens
11	Cantidad de rodillos	12 pasos de rodillos
12	Ancho de entrada	917 mm.
13	Ancho efectivo	610 mm.
14	Espesor de rolado	De 0.6 a 1.6 mm.
15	Profundidad del perfil	203 mm.
16	Velocidad de trabajo	15 m/min.
17	Max. Long. de material	38 m.
18	Engrampado de perfiles	Manual. (Uso de alicates)

1.1. **ANTECEDENTES**

La falta de espacio que nos está limitando las Fabricaciones Metal Mecánica en nuestra propia planta, lo cual nos vemos obligados a sacar parte de las fabricaciones hacia otros locales externos que nos incrementa tareas de supervisión, logística y seguridad.

Además, se presentan dificultades con los plazos de entrega de los proyectos hacia nuestros clientes.

¿Cuál es la necesidad encontrada?

Ante la necesidad de incrementar la capacidad productiva, se requiere la construcción de una Nueva Planta Metal Mecánica con un techo metálico auto soportado con una luz de 25 m x 161 m. de longitud para atender la demanda creciente de los clientes.

¿Cuál es el producto requerido?

El producto requerido es la Nave Industrial la cual es fabricada con perfiles acanalados en forma de arco.

Perfiles de acero A653 Gr. 50 ω 203x5.75 Kg/m

¿Cuál es el tipo del perfil acanalado requerido?

Los Arcos de perfiles acanalados ω 203x5.75 $\frac{Kg.}{m}$ que son fabricados de planchas de acero Galvanizado ASTM A653 Gr50 pre pintado de color Blanco

¿Qué cantidad de plancha Acero galvanizado se requiere?

Se requiere en total 61 Ton. de Acero galvanizado tanto para el techo Auto Soportado y los Cerramientos. (Ver Pág. 56)

1.2. OBJETIVO

El objetivo principal del presente Informe de Suficiencia es dar a conocer la Fabricación y Montaje de una Nave Industrial con Techo de 50 Ton. Auto Soportado con una luz de 25 m x 161 m de longitud.

El objetivo secundario es dar a conocer el proceso de montaje del techo auto soportado; el cual debe proteger al personal que trabaja en ella, materiales y máquinas.

1.3. JUSTIFICACIONES

Se justifica la fabricación del techo Auto Soportado por lo siguiente:

- a) Por la necesidad de atender fabricaciones de estructuras metálicas de gran envergadura, según Tabla 1.1. (Pág. 4) a Clientes como ANTAMINA, VOLCAN, CEMENTOS LIMA, CONGA, LAS BAMBAS, OUTOKUMPU, G y M, COSAPI, ETC. además de atender a otros clientes.
- b). Facilidad de participación del cliente para supervisar el proceso productivo.

1.4. ALCANCES

El proyecto contempla: Metrado, Fabricación y Montaje del techo auto soportado de la nueva planta.

1.5. LIMITACIONES

La nueva planta no cuenta con limitaciones para iniciar las operaciones de fabricación. Además Cuenta con energía eléctrica, servicios de agua, desagüe, etc.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y PROCESO DE FABRICACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Se requiere planchas de acero galvanizado con las siguientes características, indicadas en la tabla 2.1, Fuente [10], para la fabricación de perfiles plegados y curvados en la máquina Super Span.

Tabla 2.1. - Características de la plancha de acero ASTM A653 GR 50 [10]

Para la obtención de perfiles acanalados.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
1	Esfuerzo a la fluencia, F_y	3516 Kg/cm^2
2	Esfuerzo de rotura, F_u	4282 Kg/cm^2
3	Elongación mínima en 50 mm.	20%
4	Módulo de elasticidad, E	$2'100,000 \text{ Kg/cm}^2$
5	Espesor de la plancha	0.8 mm.
6	Ancho de la plancha	0.917 m.
7	Densidad del acero	$7,850 \text{ Kg/m}^3$

2.2. PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación del perfil acanalado, se muestra en la Fig. 2.1

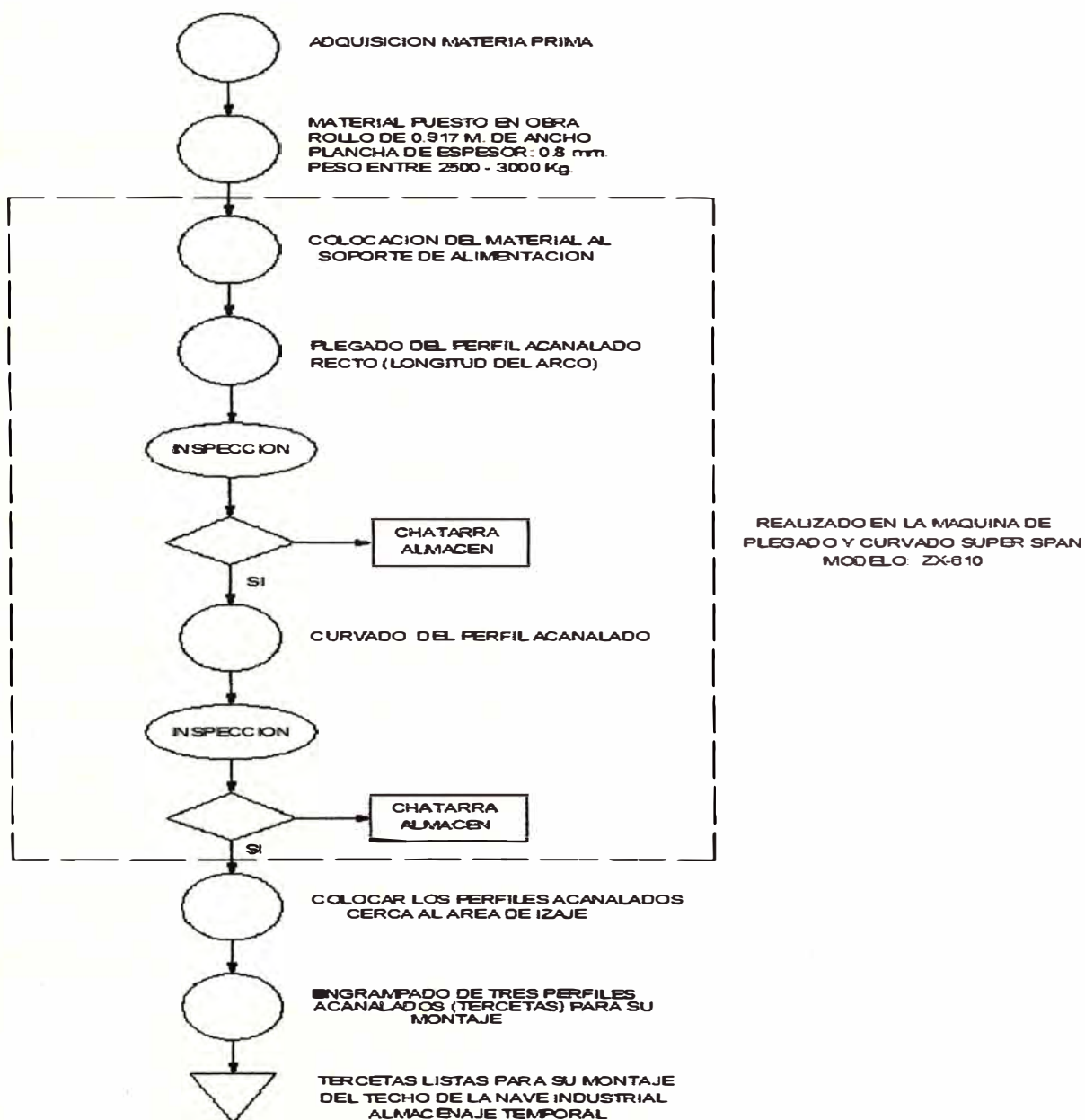


Fig. 2.1 Diagrama de flujo

A continuación se explica las diferentes etapas del proceso de fabricación de los perfiles acanalados.

- Adquisición de Materia prima

La adquisición de las planchas de Acero ASTM A653 Gr. 50, cuyas características se indican en la Tabla 2.1 de la pág. 9

El material será suministrado en forma de rollos de ancho: 0.917 m.

El peso del rollo estará entre 2,500 Kg. y 3,000 Kg.

Descarga en Obra

El rollo debe ser colocado sobre base de madera de embalaje en obra para evitar que sufra cualquier daño durante el almacenaje.

Colocación del rollo al soporte de alimentación

Se coloca el rollo en el soporte de alimentación de la Super Span con ayuda de un Camión Grúa de 17 Ton.

- Perfil Acanalado recto (Longitud del arco)

Para iniciar la Fabricación del perfil acanalado se deben cortar las puntas al rollo para poder introducir la lámina a la roladora para iniciar el plegado del material, obteniendo el perfil acanalado recto.

A continuación se presenta la Fig. 2.2, se muestra el perfil acanalado recto con la longitud del arco.

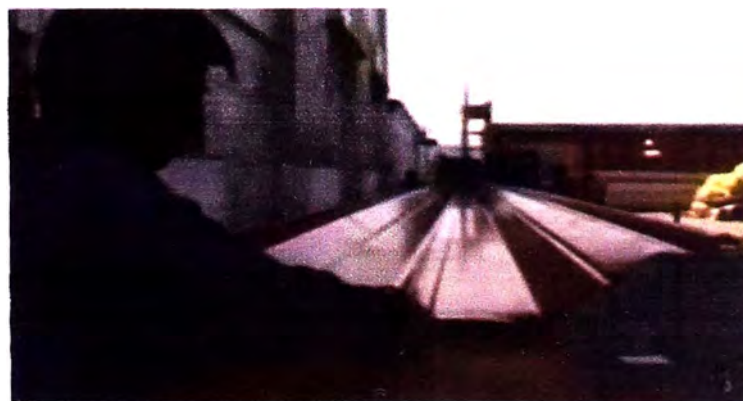


Fig. 2.2 – Perfil acanalado recto con la longitud del arco

- Curvado:

El curvado es realizado por un módulo de curvado y corrugado de la máquina Super Span [8].

A continuación se presenta la Fig. 2.3, se muestra el perfil acanalado curvado



Fig. 2.3 Perfil curvado acanalado

CAPITULO III

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Ante la necesidad de disponer mayor espacio para satisfacer la demanda de Fabricaciones Metálicas de gran envergadura se ha proyectado construir una nueva planta en la prov. De Chilca.

A continuación se presenta la Fig. 3.1 Foto de Ubicación de la Nueva Planta



Instrucciones para llegar a la planta de CO-ME-CO Chilca

De Norte a Sur

1. Subir hacia Chilca en el KM 63.5 aprox.
2. Voltear a la izquierda (hacia el puente) en dirección al cementerio.
3. Doblar a la derecha e inmediatamente doblar a la izquierda entre el cementerio y el estadio municipal.
4. Ir de frente y doblar a la izquierda al final del camino.
5. Enseguida, doblar a la derecha e ir de frente 300 metros aprox.
6. Doblar a la derecha en la avenida principal e ir por esta 3 km. en paralelo a la carretera.
7. Luego, doblar a la izquierda a la altura de las torres y las líneas de transmisión.
8. Ir 300 metros en dirección al NE y se llegará a CO-ME-CO.

De Sur a Norte

1. Doblar a la derecha en el KM. 66.5 aprox. (a la altura del peaje)
2. Ir 300 metros hasta llegar a la avenida principal y doblar a la izquierda.
3. Enseguida, doblar a la derecha e ir 300 metros en dirección al NE y se llegará a CO-ME-CO.

CO-ME-CO
 CONSORCIO MECANICO COMERCIAL S.A.C.

Dirección: Sub-lote "D" de Pampas y Hoyadas de Calanguillo, Chilca, Cañete

Fig. 3.1 Foto ubicación de la Nueva Planta (Fuente Google Earth)

3.2. NUEVA PLANTA DE FABRICACIONES

- **Ubicación:**

Dirección: Sub-Lote "D" de pampas y Hoyadas de Calanguillo

Chilca – Cañete. – Km. 63.5 Panamericana Sur.

- **Características:**

La planta tiene las siguientes dimensiones:

Ancho: 25 m y Longitud: 161 m

Área techada; $4,025 m^2$ y Techo a futuro: $2,415 m^2$

Losa de concreto total: $6,440 m^2$

Planta con Energía eléctrica: 300 Kw.

Planta con agua y desagüe séptico

Planta con oficinas y áreas de estacionamiento

- **Capacidad:**

Se ha proyectado la capacidad de producción de 600Ton/mes.

Operando en dos turnos.

Equipado con máquinas CNC adquiridas para este propósito, equipos y herramientas.

- **Tipo de servicio:**

Fabricaciones de Estructuras Metálicas.

Granallado y Pintura de las estructuras metálicas

A continuación se presenta la Fig. 3.2 mostrando el Layout de la nueva planta

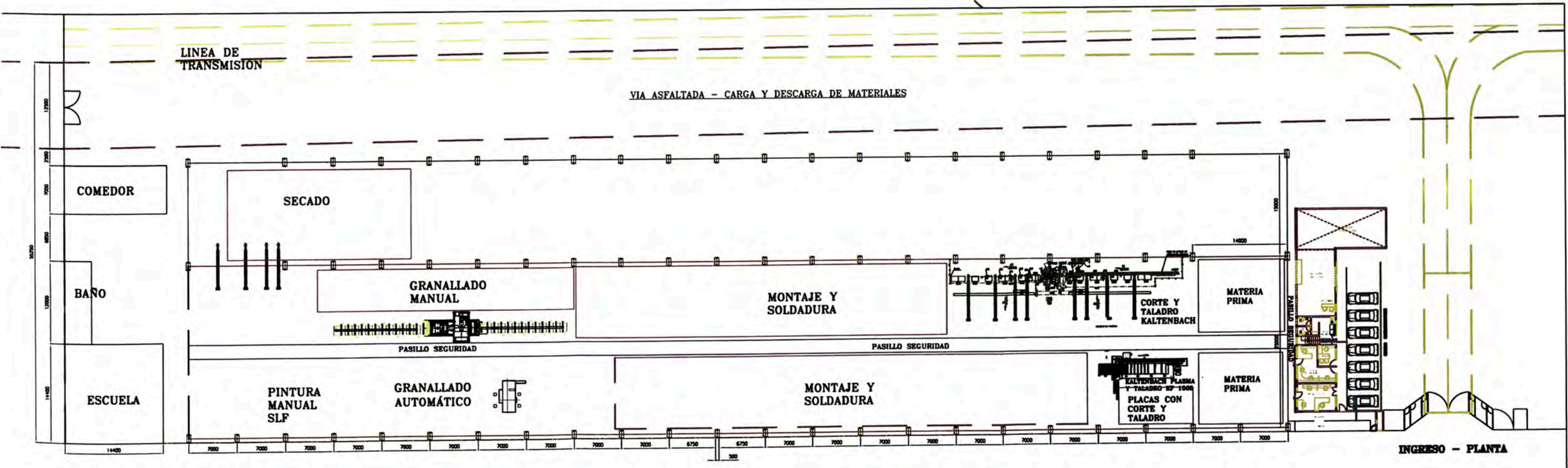


Fig. 3.2 LAYOUT NUEVA PLANTA

3.3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

Para el desarrollo del presente informe de Ingeniería, se puede plantear la siguiente hipótesis:

“Es factible la Fabricación y Montaje de una Nave Industrial con Techo Auto Soportado. Con una luz de 25 m. x 161 m. de longitud, para atender la demanda de proyectos para la fabricación de estructuras metálicas de gran tonelaje e incrementando la demanda de los clientes”.

CAPITULO IV

MARCO TEÓRICO

Teniendo en cuenta que el marco teórico trata del conocimiento básico para comprender el problema, es conveniente presentar algunos conceptos:

Nave industrial

Es un edificio de uso industrial que alberga la producción y/o almacena los bienes industriales, personal operativo, máquinas, transporte interno, entrada y salida de materiales.

Tipo de Cargas

Carga muerta: Son cargas permanentes y que son debido al uso de la estructura, como puede ser: peso propio

Carga Viva: Son cargas gravitacionales que actúan durante la vida útil de la estructura y que no son permanentes.

Carga por viento: El viento es un fluido en movimiento, sin embargo para simplificar el diseño se supone que actúa como una carga estática sobre las estructuras convencionales.

Metrado

Se define al conjunto ordenado de datos obtenidos mediante lecturas acotadas. Los metrados se realizan con el objeto de calcular la cantidad de obra realizada y que al ser multiplicada por el respectivo costo unitario y sumado obtendremos el costo directo.

Programación de actividades

Nos permite incorporar en un solo análisis los factores de tiempo y costo, para definir el tiempo óptimo de cada actividad en función tanto de la disponibilidad de recursos físicos, humano, financieros y tiempo como del mismo costo de ejecución.

Techo Auto soportado

Constituye un cerramiento, techo tipo membrana que distribuye uniformemente las tensiones recibidas.

Fibra neutra

Línea imaginaria en una pieza, miembro que pasa por el centro de gravedad de la sección transversal. Sometida a flexión pero, en la que no se producen esfuerzos de flexión y en la que no se produce ninguna deformación.

Momento de Inercia

Es una propiedad geométrica de la sección transversal de elementos estructurales. Físicamente el segundo momento de inercia está relacionado con las tensiones y deformaciones máximas que aparecen por flexión de un elemento estructural y, por tanto, junto con las propiedades del material determina la resistencia máxima de un elemento estructural bajo flexión.

Eslinga

Cuerda fuerte con ganchos que se usa para levantar grandes pesos.

Una eslinga es un tramo relativamente corto de un material flexible y resistente (Típicamente de cable de acero, cinta o cadena) con sus extremos en forma de ojales debidamente preparado para sujetar una carga y vincularía con el equipo de izaje que ha de levantarla, de modo de constituir una versátil herramienta para el levantamiento de cargas.

Balancín

Herramienta para el izaje de las tercetas, para evitar que el material se dañe.

Ratio

Es la relación entre el esfuerzo actuante y el esfuerzo admisible

$$R = \frac{\sigma_{actuante}}{\sigma_{admible}} < 1$$

Cobertura de techo

Material empleado para la cobertura del techo auto soportado.

Arcos

Los arcos son estructura compuestas por una única pieza, cuya directriz es habitualmente una curva plana que absorben esfuerzos axiales, de flexión y de cortadura.

Pescante

Es un sistema para izar materiales a 5m de altura a un radio de 2 m y una carga de 2 toneladas.

4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA COBERTURA

La cobertura Auto Soportada se fabrica de lámina de Acero galvanizado ASTM A653 Gr50.

Pintado en línea continua a base de resinas sintéticas, pigmentos y aditivos que proporcionan un acabado de alta calidad y gran resistencia al medio ambiente. Espesor de la Capa base – Primer: 0.2 Mils, que le permite tener flexibilidad suficiente para posteriores procesos a los que se aplica la lámina, resistente a la

humedad, químicos y sal del medio ambiente, dándole mayor tiempo de vida a la lámina.

También la plancha tiene un espesor de pintura de acabado – Top: 0.8 Mils tiene muy buena adherencia a la capa de pintura “Primer”, y de apariencia final color blanco en la lámina, la cual se seca en horno de convección.

4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DEL PERFIL ACANALADO

El perfil anteriormente descrito, fabricado de plancha ASTM-A653 Gr.50, tiene las siguientes características:

- Ancho efectivo: 610 mm
- Peralte: 203 mm
- Espesor: 0.8 mm
- Material: Acero galvanizado Pre-pintado.

A continuación se presenta la Tabla 4.1 en la que se muestra los Datos técnicos del perfil Acanalado [11]

Tabla 4.1.- Datos técnicos del perfil acanalado $\omega 203 \times 5.75$ kg/m [11]

ESPEORES		COMPRESIÓN EN LA FIBRA				PESO	
CALIBRE	mm.	SUPERIOR		INFERIOR		PESO Kg/m	PESO Kg/m ²
		INERCIA cm ⁴ /m	MODULO DE SECCION cm ³ /m	INERCIA cm ⁴ /m	MODULO DE SECCION cm ³ /m		
24	0.60	290.745	21.544	217.361	11.426	4.06	6.66
22	0.80	416.055	38.879	325.431	18.753	5.75	9.36
20	0.93	499.362	47.128	383.091	24.441	6.80	11.15
18	1.20	661.068	63.455	535.736	42.419	8.97	14.71

4.3 TIPOS DE CUBIERTA PARA NAVES INDUSTRIALES

Generalmente son de tipo:

- a) Semicircular, con ancho total de 25 m.
- b) Membrana plana, con ancho máximo de 35 m.
 - a) Semicircular: Desplanta desde el nivel de piso o de muros de poca altura. Flecha del 35% al 50%

A continuación se presenta la Fig. 4.1 mostrando la cubierta semicircular.

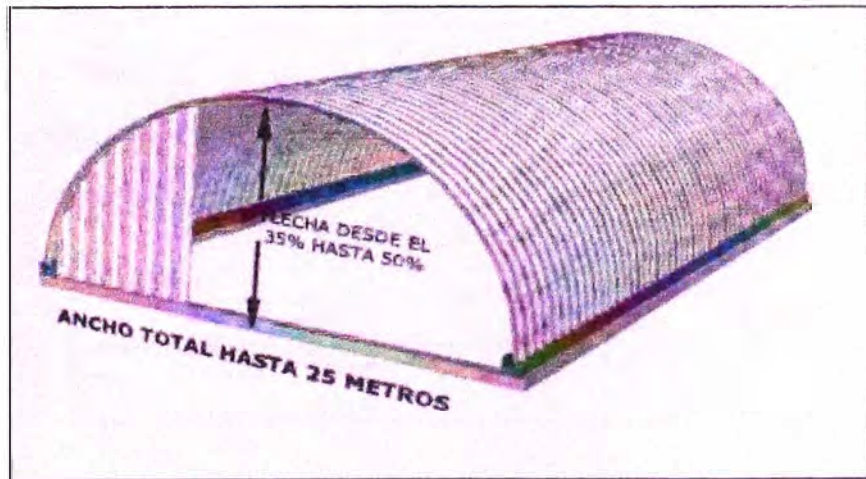
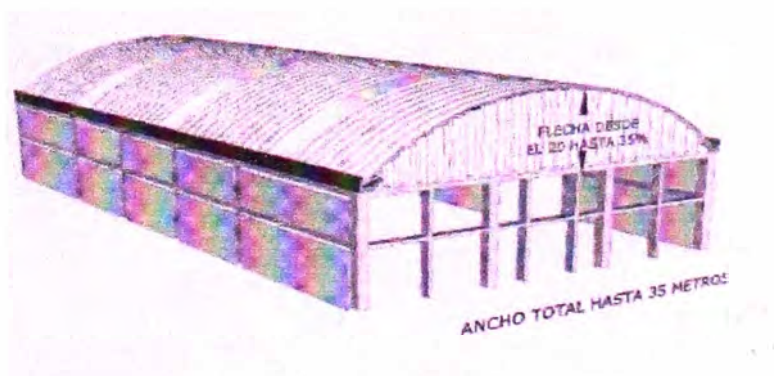


Fig. 4.1 Cubierta Semicircular

- b) Membrana: Desplanta sobre muros y traveses de apoyo.

Flecha del 20% al 35% de Membrana.

A continuación se presenta la Fig. 4.2 mostrando la cubierta de membrana



Se presenta la Fig. 4.2 Cubierta de Membrana

4.4. APLICACIONES

Las naves Industriales se aplican en:

- **Almacenaje de:**
 - Materiales
 - Hangares y
 - Plantas para procesamiento de alimentos.

- **Agrícola:**
 - Gallineros
 - Establos
 - Invernaderos

- **Comerciales e Industriales:**
 - Naves Industriales
 - Talleres
 - Estacionamientos y
 - Centros Comerciales
 - Oficinas

- **Recreacionales:**
 - Canchas de Tenis
 - Gimnasios
 - Piscinas
 - Pistas de Patinaje y
 - Canchas de Básquet Ball.

Ventajas

Las ventajas de utilizar Naves Industriales son;

- Se utilizan arcos completos sin traslapes transversales las uniones laterales entre arcos son ensamblados, característica que lo hace impermeable, por lo que está bien sellado por su tipo de unión.
- En un sistema Auto Soportante, por lo que se elimina la estructura interna de soporte proporcionando espacios interiores libres de obstáculos.
- La geometría de la sección transversal proporciona una gran capacidad de cargas soportando velocidades de viento hasta 200 kph
- Reduce costos en mano de obra, tiempos de ejecución, mantenimiento Mínimo, haciendo de este sistema una alternativa real de economía para su fabricación.
- Es un sistema totalmente arquitectónico, agradable a la vista; esto permite crear cubiertas totalmente limpias de hasta 35 m. de ancho y le permite colocar ventiladores, traslucidos y colgantes.

4.5. MEMORIA DE CÁLCULO

La memoria de cálculo correspondiente a la Fabricación y Montaje de una nave industrial con techo auto soportado con una luz de 25 m. x 161 m de longitud, tipo membrana compuesto de perfiles acanalados $\omega 203 \times 5.75$ Kg/m, el cual se apoya sobre la viga canal quedando cada perfil acanalado empernado en la viga canal correspondiente.

A continuación se presenta la Fig. 4.3 mostrando la elevación del techo auto soportado.

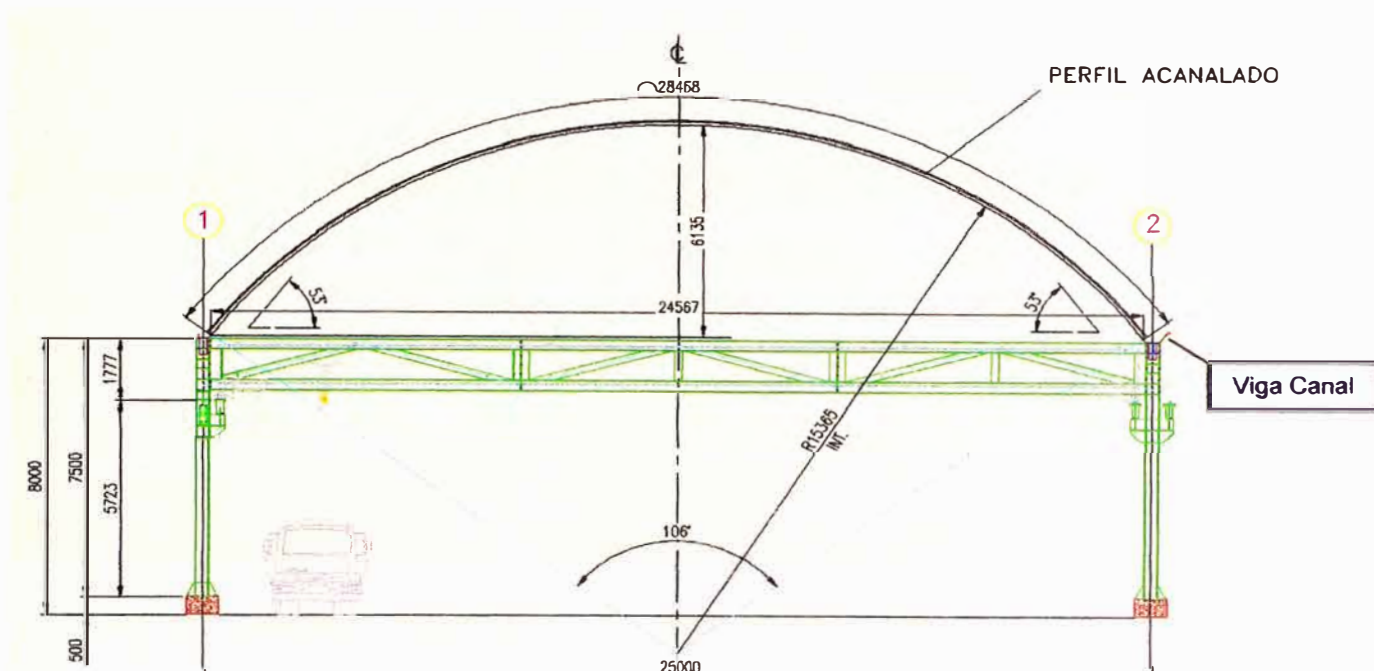


Fig. 4.3 Vista de Elevación del Techo Auto Soportado

En consecuencia se ha evaluado dicha estructura mediante métodos analíticos el cual se presenta en el anexo E (Pág. 90) y por software del método de elementos finitos (MEF)

El MEF consta de los siguientes procesos:

- Pre Proceso
- Proceso
- Pos proceso

a) **PRE PROCESO**

- **Dimensiones Techo Auto Soportado**

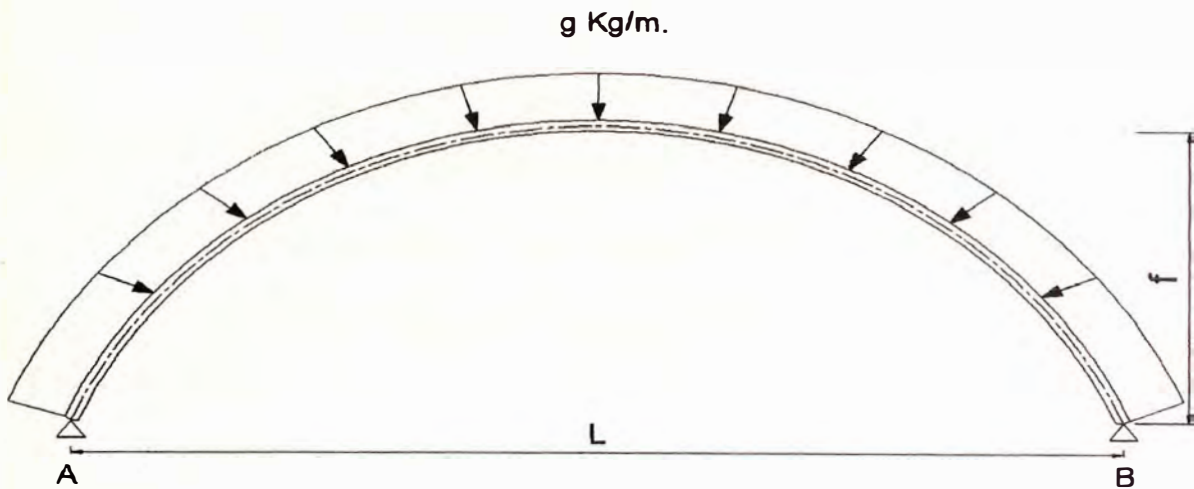


Fig. 4.4 Dimensiones de la sección transversal del techo auto soportado

Ancho interior (L): 24.567 m

Flecha (f): 6.135m

- **Selección de material**

Según la Tabla 2.1 (Pág. 9)

- **Tipo de cargas**

a) **Carga muerta (D)**

Contempla el peso propio de la cobertura: 9.36 Kg/m^2

Además, el peso de luminarias y otros: 5 Kg/m^2

b) **Carga viva (L)**

Contempla una carga viva de 30 Kg/m^2

c) Carga de viento (W)

De acuerdo con el mapa de riesgo eólico de Perú. [16]

Velocidades de Viento 75 km/h y contempla las siguientes cargas

$$W_b = 27 \text{ kg/m}^2 \text{ (Barlovento)}$$

$$W_s = -17 \text{ kg/m}^2 \text{ (Sotavento)}$$

- **Combinaciones de cargas (según RNE [12]) que soporta el techo auto soportado.**

$$\text{Comb. 1} = D$$

$$\text{Comb. 2} = D + L$$

$$\text{Comb. 3} = D + W$$

$$\text{Comb. 4} = 0.75 (D + L + W)$$

$$\text{Comb. 5} = 0.75 (D + L + W_b)$$

- **Restricciones**

El Techo Auto Soportado (Arco Isostático), descansara sobre apoyos articulados "A" y "B"

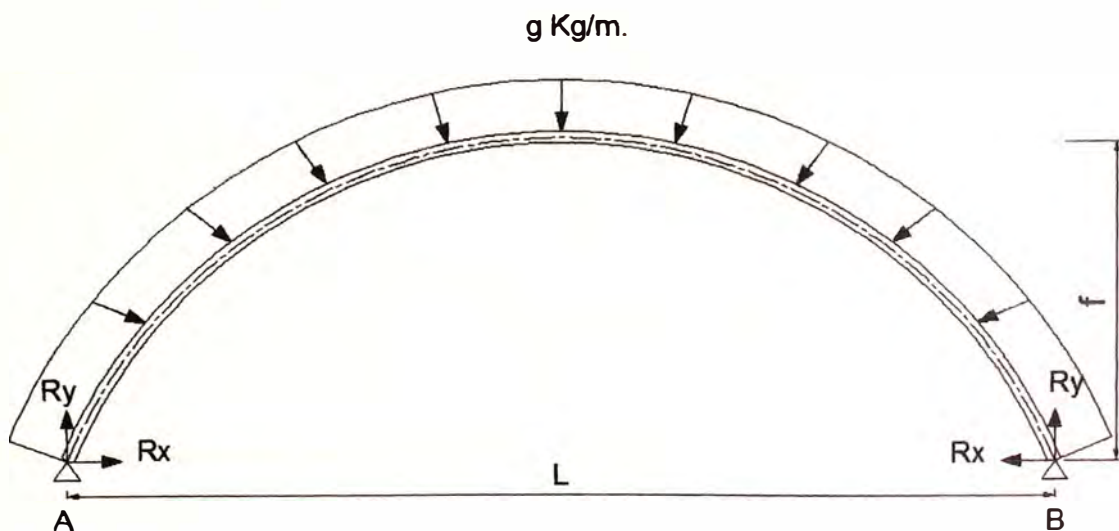


Fig. 4.5 Apoyos articulados "A" y "B"

- **Mallado**

El Mallado en el SAP, permite distribuir las cargas a lo largo de los 24 nudos del perfil acanalado.

Cargas a ingresar al software SAP 2000:

Si el perfil acanalado tiene un ancho de 0.61 m, entonces:

$$PP = 9.36 \text{ Kg/m}^2$$

$$D = 5 \text{ kg/m}^2 \times 0.61 \text{ m} = 3 \text{ kg/m} = 0.03 \text{ kg/cm}$$

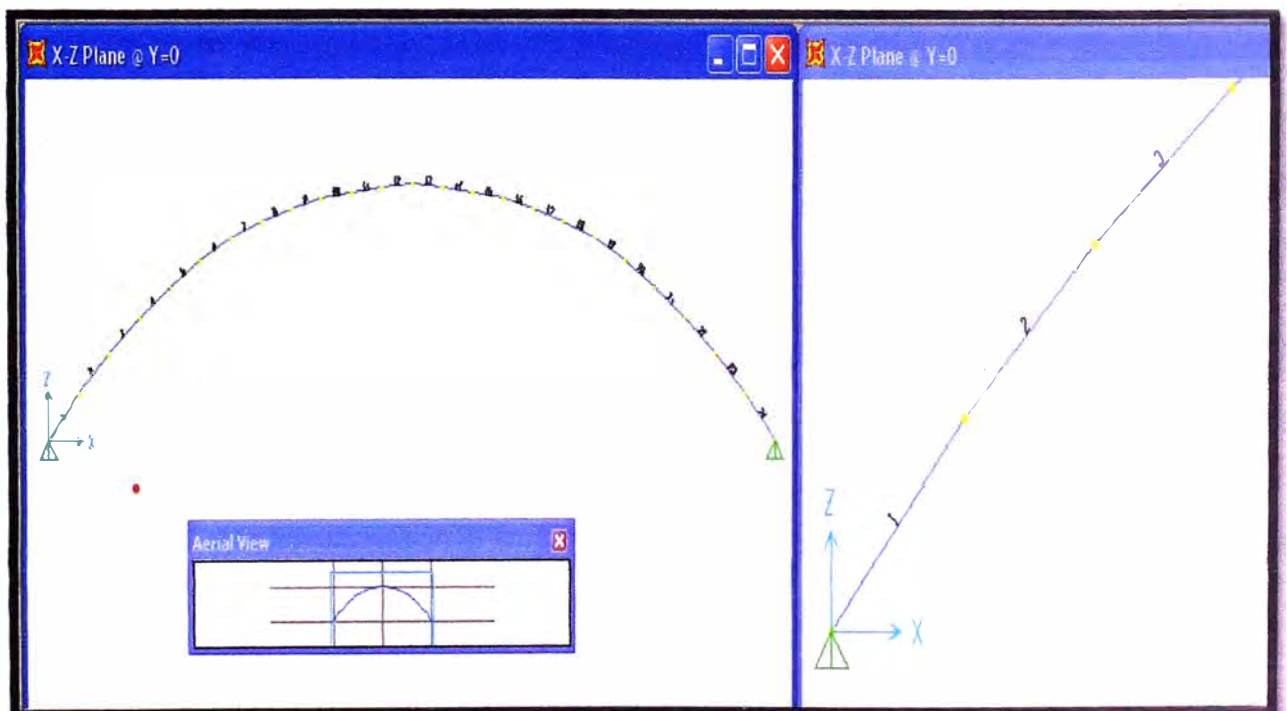
$$L = 30 \text{ Kg/m}^2 \times 0.61 \text{ kg/m} = 18 \text{ Kg/m} = 0.18 \text{ Kg/cm}$$

$$Wb = 0.162 \text{ kg/cm}$$

$$Ws = -0.102 \text{ kg/cm}$$

A continuación se presenta la Fig. 4.6, se muestra el mallado dividido en 24 nudos del perfil acanalado.

Fig. 4.6 Mallado dividido en 24 nudos del perfil acanalado



A continuación se presenta en la Fig. 4.7, se muestra la sección del perfil acanalado

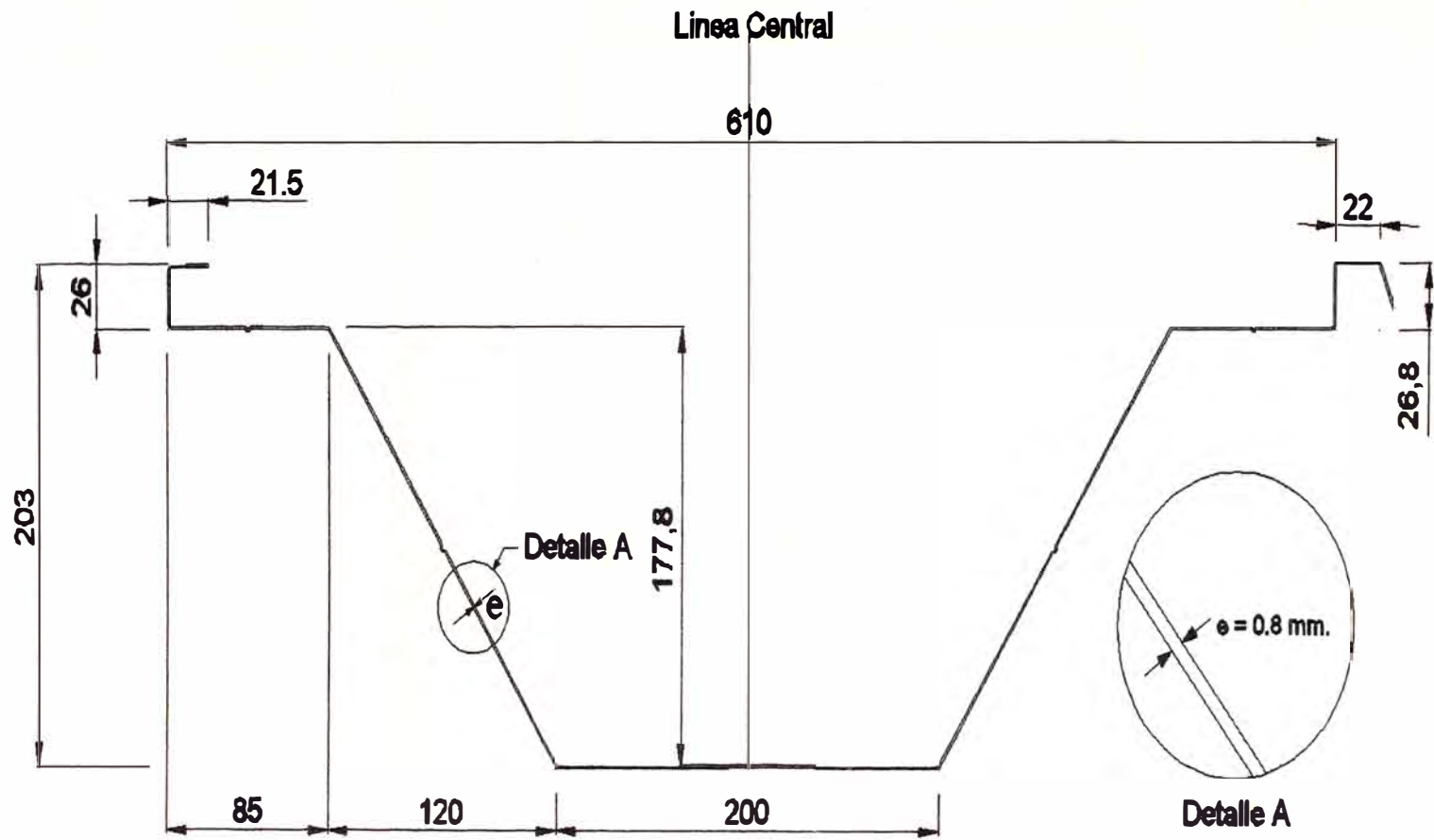


Fig. 4.7 Perfil acanalado

A continuación se presenta la Fig. 4.8, se muestra el mallado – plano XZ

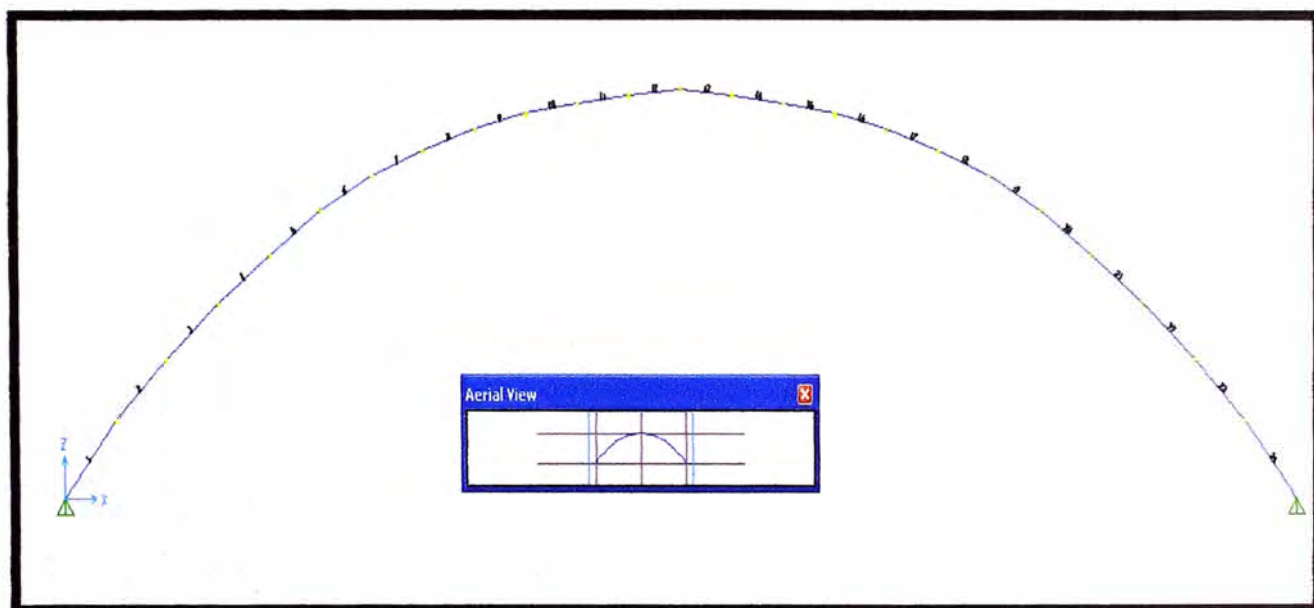


Fig. 4.8 Mallado en el plano XZ

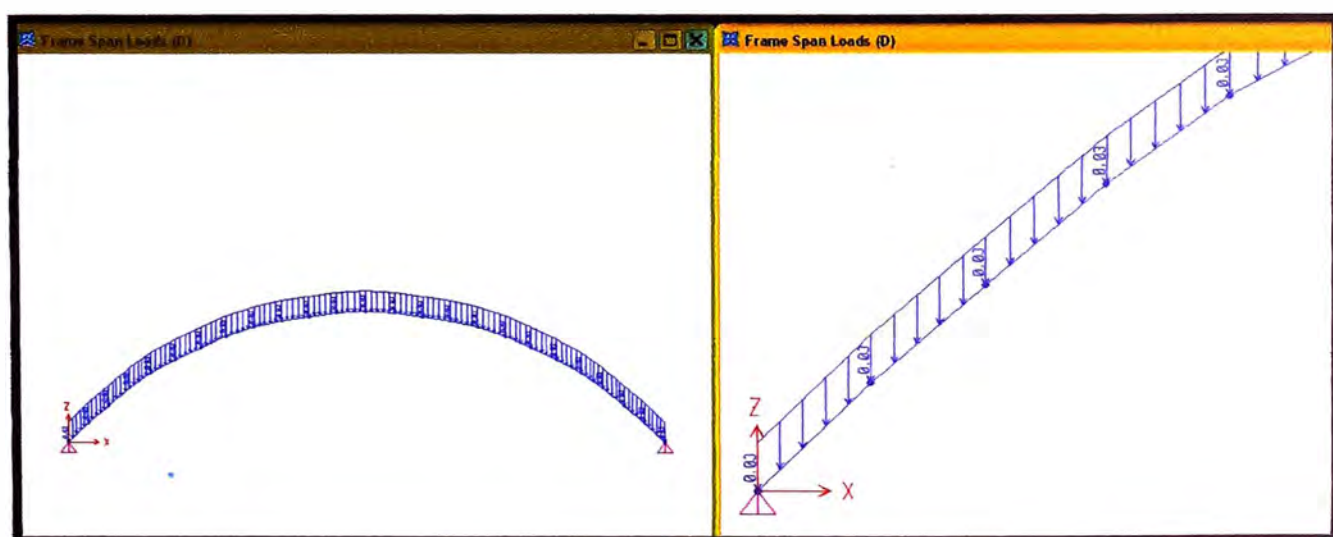


Fig. 4.9 Asignación de carga muerta (0.3 Kg. / Cm.)

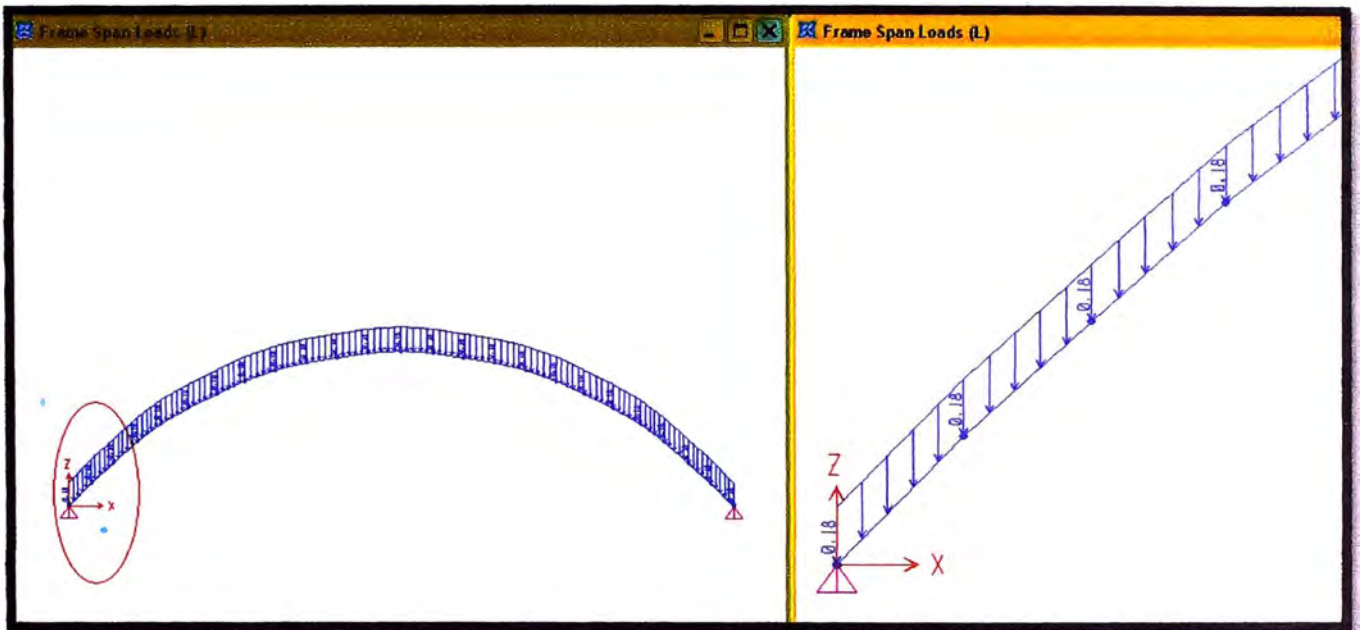


Fig. 4.10 Carga viva de (0.18 Kg/Cm.)

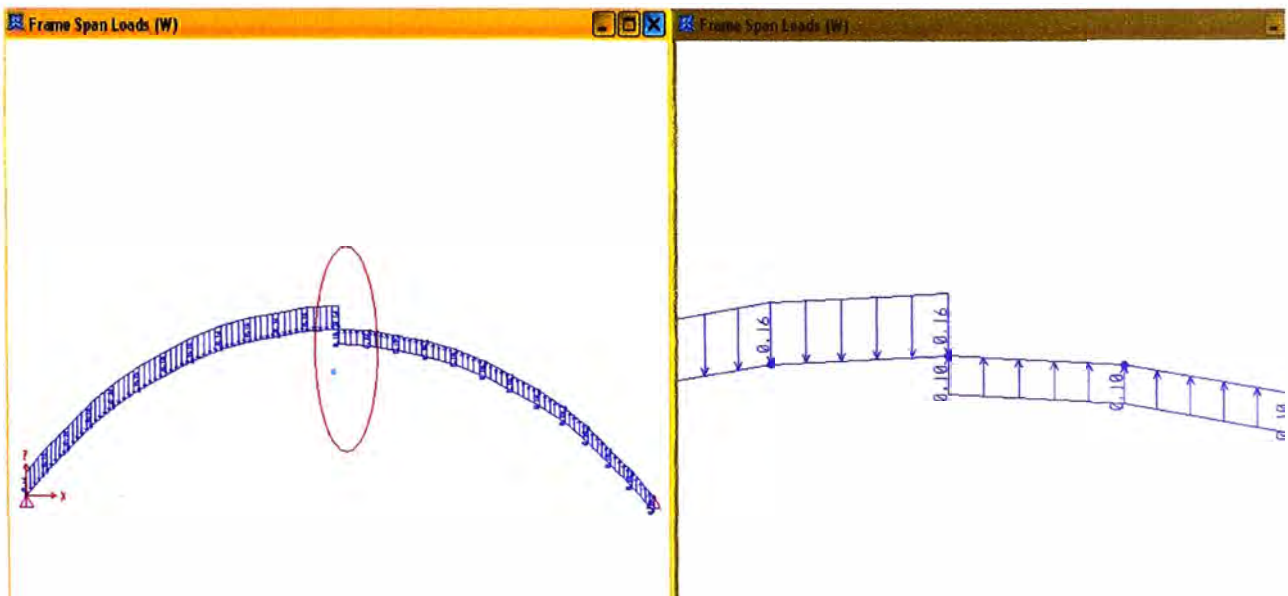


Fig. 4.11 Pre proceso – Representación de cargas de viento: Barlovento (0.162 Kg/Cm) y Sotavento (-0.102 Kg/Cm)

b) PROCESO

Luego de haber efectuado el pre proceso y utilizar el software SAP 2000 [7]

Para resolver el problema.

El Software SAP 2000, basado en el MEF resuelve las ecuaciones de compatibilidad que gobierna el comportamiento mecánico de solidos según [13] las cuales se muestran en la ecuación 4.1

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + f_x = 0$$

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + f_y = 0$$

$$\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + f_z = 0$$



4.1

c) POS PROCESO

Luego de haber sido resuelto las ecuaciones de compatibilidad indicada en la ecuación (4.1) Pag.32, se presenta la Fig. 4.12 Ratio de diseño, la cual es proporcionado por el SAP 2000; en la cual se muestra la zona critica correspondiente al nudo (7) del mallado.

A continuación se presenta la Fig. 4.12, se muestra el punto crítico correspondiente al nudo (7) del mallado.

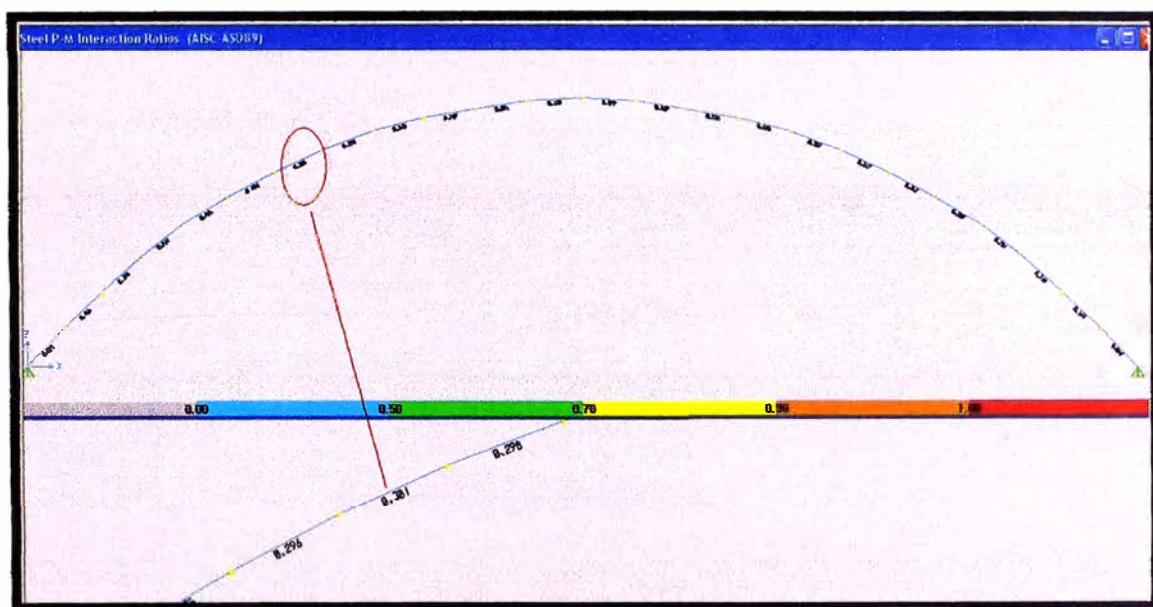


Fig. 4.12 - El SAP 2000 indica la zona crítica - nudo (7) Ratio de diseño máximo 0.301

A continuación se presenta la Tabla 4.2, en la que se muestra los resultados obtenidos del SAP 2000.

Tabla 4.2 - Resultados del nudo 7 obtenido del SAP 2000

Steel Stress Check Information AISC-ASD89									
AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK Units: Kgf-cm									
Frame ID: 7 Station Loc: 59.018 Section ID: C0									
Element Type: Moment Resisting Classification: Non-Compact									
L=118.020									
A=6.369 I22=1911.120 I33=320.881									
S22=62.660 S33=34.786 r22=17.323 r33=7.098									
E=2030901.916 fy=3515.348									
P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0.301 = 0.010 + 0.291 + 0.000									
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS									
Combo	COMB3	P	M33	M22	U2	U3			
		-154.811	28488.137	0.000	-1.945	0.000			
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-3)									
Axial		fa	Fa	Ft					
		Stress	Allowable	Allowable					
		25.879	2013.900	2109.209					
Major Bending		Fb	Fb	Fe	Cm	K	L	Cb	
		Stress	Allowable	Allowable	Factor	Factor	Factor	Factor	
		818.964	2109.209	37979.547	0.850	1.000	1.000	1.000	
Minor Bending		0.000	2109.209	226199.845	0.850	1.000	1.000	1.000	
SHEAR DESIGN									
Major Shear		Fv	Fv	Stress					
		Stress	Allowable	Ratio					
		0.575	1406.139	0.000					
Minor Shear		0.000	1406.139	0.000					

A continuación se presenta los desplazamientos obtenidos por el SAP 2000

Desplazamientos

Se presenta la Fig. 4.13.- Mostrando el desplazamiento de 0.229 cm para combinación 1. (Carga muerta)

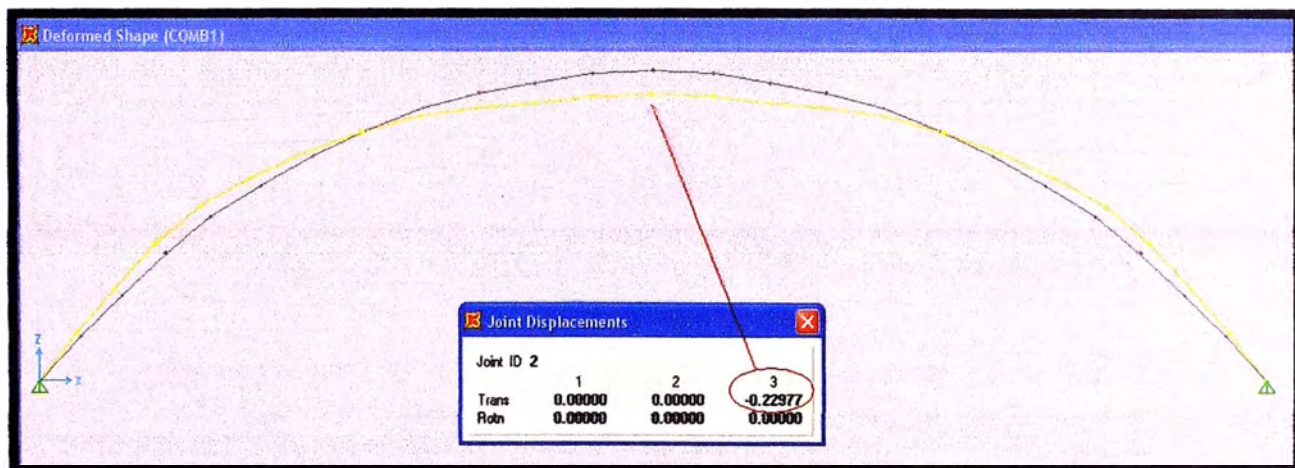


Fig. 4.13.- Desplazamiento de 0.229 cm para combinación 1

Se presenta la Fig. 4.14.- Mostrando el desplazamiento de 0.517 cm por carga viva

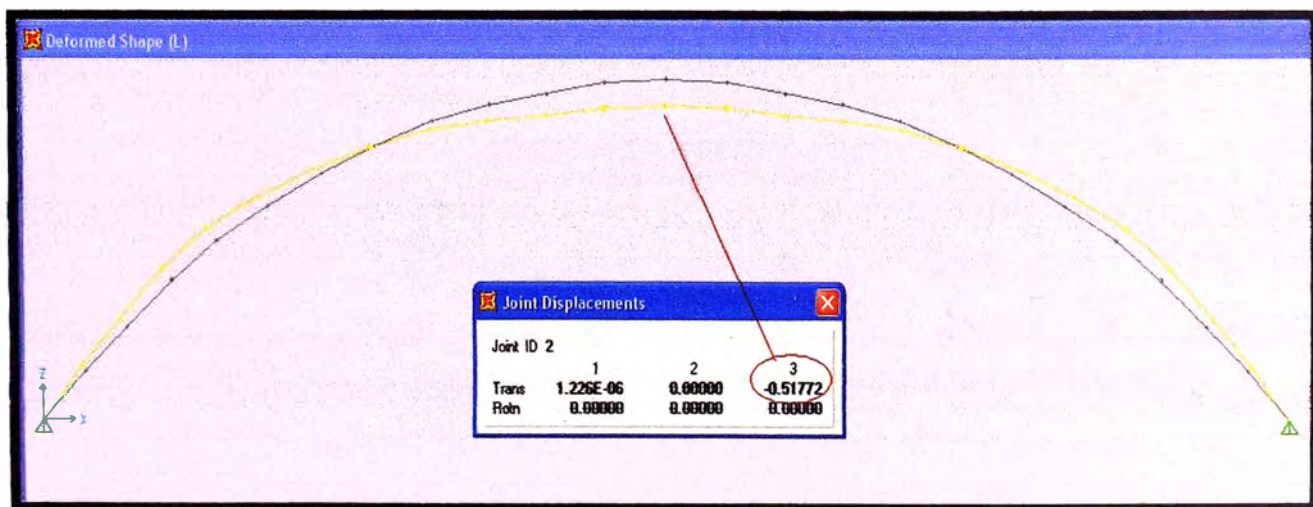


Fig. 4.14.- Desplazamiento de 0.517 cm por carga viva

Se presenta la Fig. 4.15.- Mostrando el desplazamiento de 7.98 cm debido al viento

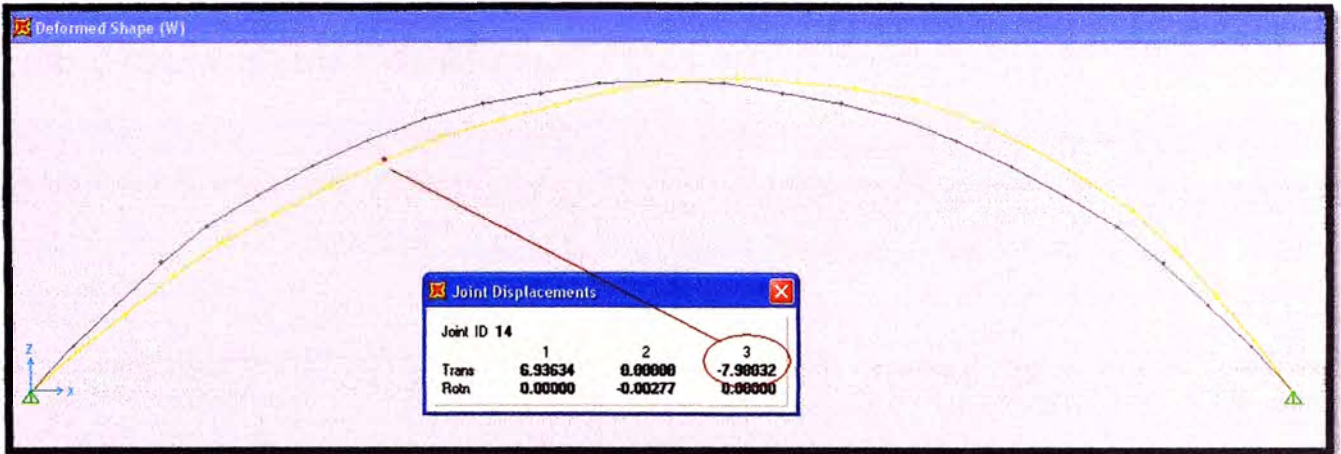


Fig. 4.15.- Desplazamiento de 7.98 cm debido al viento

Se presenta la Fig. 4.16.- Mostrando el desplazamiento de 7.99 cm combinación 3 (Carga muerta + Carga Viento)

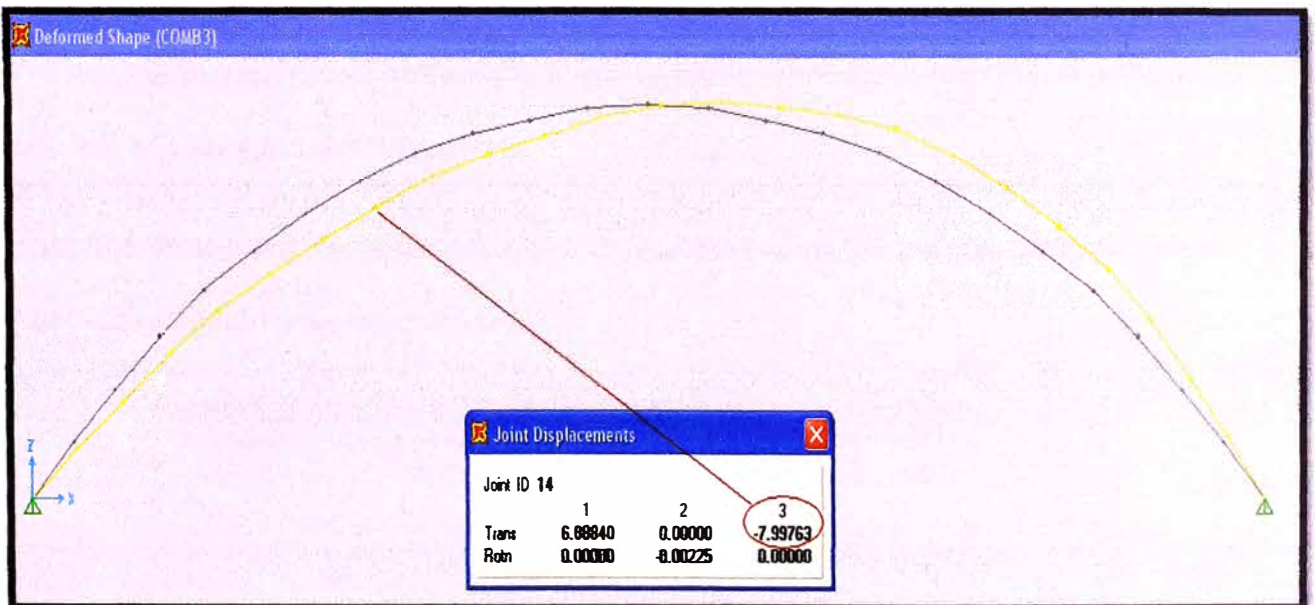


Fig. 4.16.- Desplazamiento de 7.99 cm debido a la combinación 3

4.6. REACCIONES

Se presenta la Fig. 4.17.- mostrando las reacciones en los apoyos para comb. 2 (Carga muerta + Carga viva)

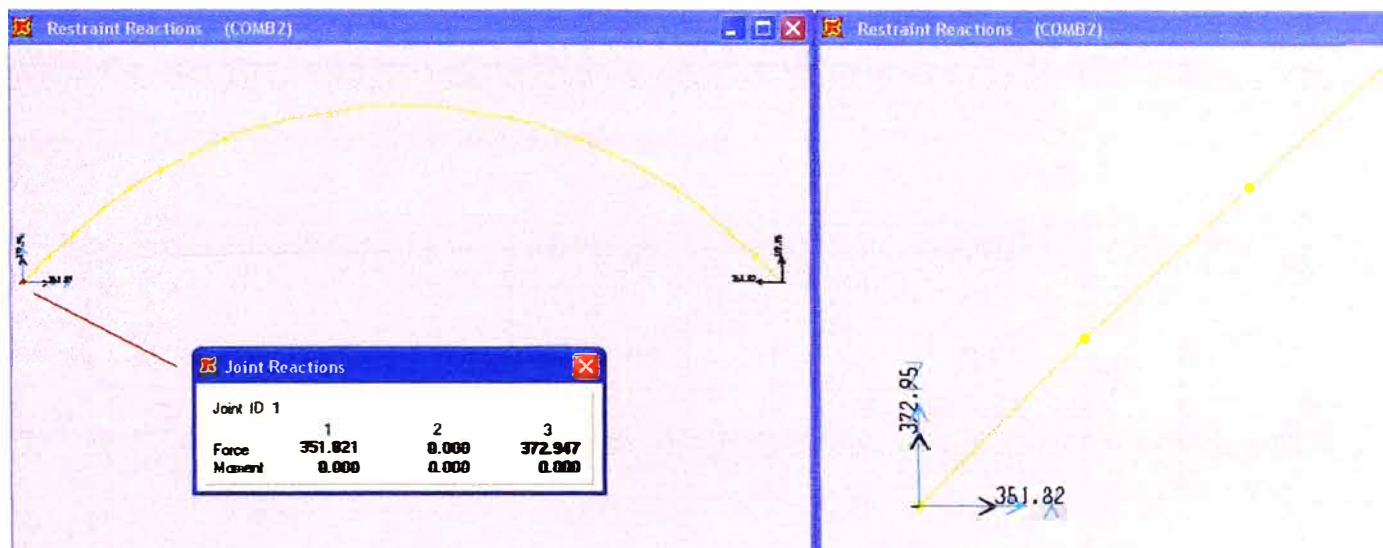


Fig. 4.17 Reacciones en los apoyos para Comb 2

A continuación en la Tabla 4.3, se muestra el resumen de las Reacciones para las siguientes combinaciones

Tabla 4.3 Resumen de reacciones y combinaciones de los puntos de apoyo A y B
Obtenidos mediante el SAP 2000

TABLE: Joint Reactions					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
1	PP	LinStatic	67.53	0	71.59
1	D	LinStatic	40.61	0	43.05
1	L	LinStatic	243.67	0	258.31
1	W	LinStatic	40.61	0	144.34
1	COMB1	Combination	108.15	0	114.64
1	COMB2	Combination	351.82	0	372.95
1	COMB3	Combination	148.76	0	258.98
1	COMB4	Combination	294.33	0	387.96
15	PP	LinStatic	-67.53	0	71.59
15	D	LinStatic	-40.61	0	43.05
15	L	LinStatic	-243.67	0	258.31
15	W	LinStatic	-40.61	0	-58.24
15	COMB1	Combination	-108.15	0	114.64
15	COMB2	Combination	-351.82	0	372.95
15	COMB3	Combination	-148.76	0	56.4
15	COMB4	Combination	-294.33	0	236.03

4.7. RESULTADOS

La Tabla 4.4, nos muestra el resultado de las reacciones Verticales (F_3) y reacciones horizontales (F_1) de las cargas en los apoyos A y B del techo auto soportado.

Tabla 4.4 Resultado de las reacciones de los puntos de apoyo A y B obtenidos mediante SAP 2000 del perfil acanalado en Kgf.

Cargas Verticales: F_3	Apoyo A Kgf.	Sentido	Apoyo B Kgf.	Sentido
Carga muerta (D + PP)	114.64	↑	114.64	↑
Carga viva	258.31	↑	258.31	↑
Carga de viento	114.34	↑	58.24	↓
Total	487.29		314.71	

Cargas Horizontales: F_1	Apoyo A Kgf.	Sentido	Apoyo B Kgf.	Sentido
Carga muerta (D + PP)	108.15	→	108.15	←
Carga viva	243.67	→	243.67	←
Carga de viento	40.61	→	40.61	←
Total	392.43		392.43	

A continuación se presenta las reacciones totales en los apoyos A y B
Según la Tabla 4.4

a) Reacciones en el apoyo A.

Reacción vertical $R_{vA} = 487.29$ Kgf.

Reacción horizontal $R_{hA} = 392.43$ Kgf.

b) Reacciones en el apoyo B

Reacción vertical $R_{vB} = 314.71$ Kgf.

Reacción horizontal $R_{hB} = 392.43$ Kgf.

c) Se tomara el valor de las reacciones del apoyo A, para el cálculo de los pernos de fijación del perfil acanalado a la viga canal. Anexo F (Pag. 100)

Análisis de resultados

Se presenta los valores obtenidos por el SAP 2000

• **Cobertura**

Se observa un ratio máximo de 0.301 (combinación 3), luego $0.301 < 1$...ok!

Siendo el ratio menor que la unidad, la cobertura pasa el diseño.

• **Desplazamiento del arco**

Desplazamiento permisible: $\delta_{per} = \frac{L}{240}$ (4.1)

Longitud de la cubierta: 2884.4 cm. (4.2)

Luego, reemplazando 4.2 en 4.1: $\delta_{per} = \frac{2884.4}{240} = 12.02$ cm.

De la Fig. 4.17, combinación 3 para carga muerta y viento.

El desplazamiento 7.99 cm < 12.02 cm ...ok! (Para la combinación 3)

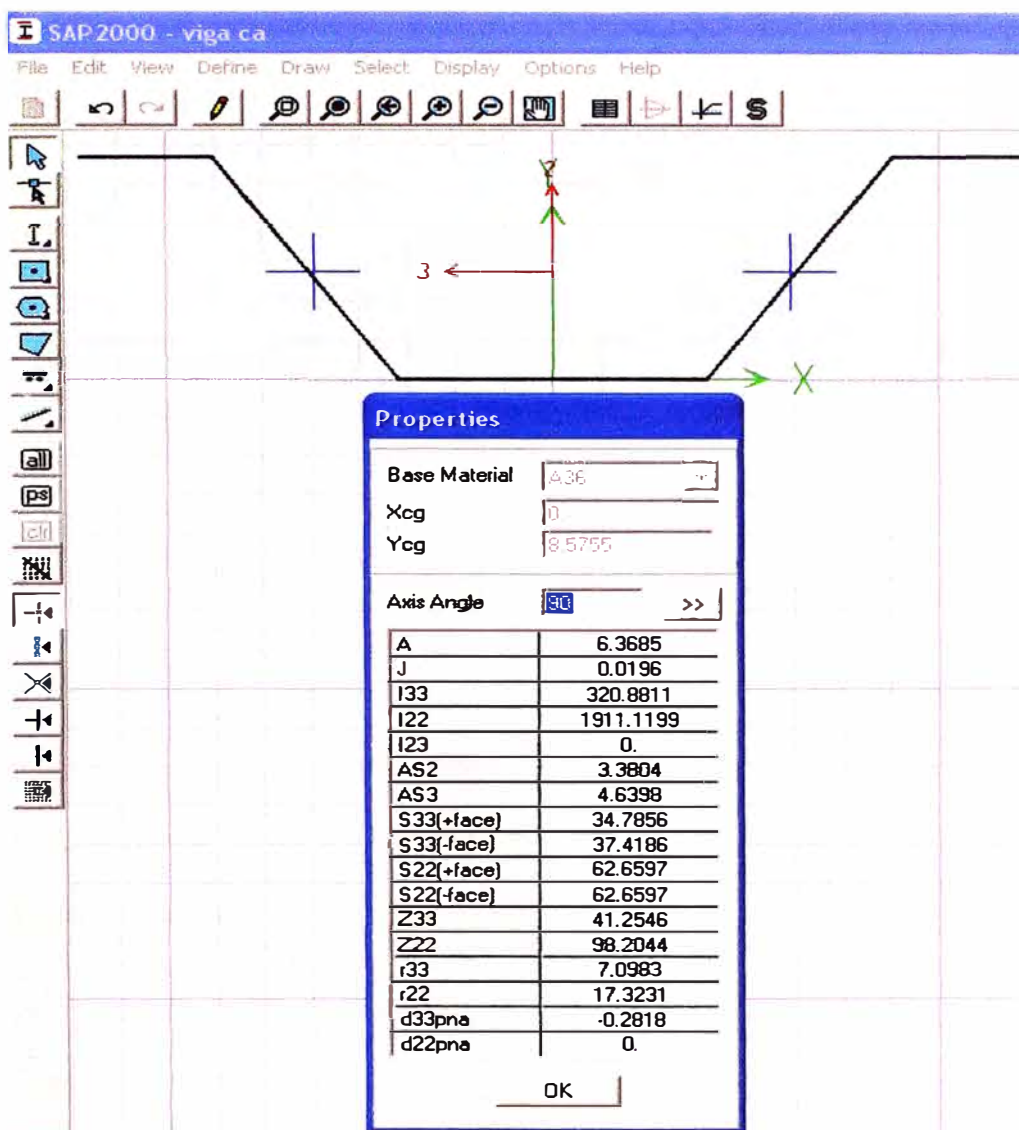
Siendo 7.99 cm menor que 12.02 cm, la estructura pasa el chequeo por desplazamiento

• **Momento de Inercia de la sección del perfil acanalado**

$\omega 203 \times 5.75 \frac{Kg}{m}$ obtenido por el SAP 2000

A continuación se presenta la Tabla 4.5, se muestra el momento de inercia del perfil acanalado.

Tabla 4.5 Momento de inercia del perfil acanalado obtenido por el SAP 2000



A continuación se presenta el cuadro 4.1 mostrando el resumen del momento de inercia de la sección del perfil acanalado obtenido mediante el SAP 2000

Cuadro 4.1 Resumen - Propiedades de la Sección del Perfil Acanalado Obtenido con SAP 2000

Calibre	Peso	Área	Eje x				Eje		
			Ix	rx	Sx top	Sx bot	I	r	S
mm	Kg/m ²	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm	cm ³
0.8	9.57	6.37	321	7.10	34.37	37.28	1911.11	17.32	62.66

Tabla 5.1 Factores para desarrollo de arcos.

ANGULO DE APOYO	RELACION %	FLECHA	RADIO	LONGITUD DE ARCO	CUERDA EXTERIOR (+)
23	10	0.10	1.300	1.026	0.1400
25	11	0.11	1.191	1.032	0.1700
27	12	0.12	1.102	1.038	0.1840
29	13	0.13	1.027	1.044	0.1900
31	14	0.14	0.963	1.051	0.2000
33	15	0.15	0.908	1.059	0.2200
35	16	0.16	0.861	1.067	0.2300
38	17	0.17	0.820	1.075	0.2500
40	18	0.18	0.784	1.084	0.2600
42	19	0.19	0.753	1.094	0.2700
44	20	0.20	0.725	1.103	0.2800
46	21	0.21	0.700	1.114	0.2900
47	22	0.22	0.678	1.124	0.2960
49	23	0.23	0.658	1.136	0.3000
51	24	0.24	0.641	1.147	0.3100
52.5	24.75	0.2475	0.629	1.156	0.3175
53	25	0.25	0.625	1.159	0.3200
55	26	0.26	0.611	1.172	0.3300
57	27	0.27	0.598	1.184	0.3400
58	28	0.28	0.586	1.197	0.3440
60	29	0.29	0.576	1.211	0.3500
62	30	0.3	0.567	1.225	0.3600
64	31	0.31	0.558	1.239	0.3640
65	32	0.32	0.551	1.254	0.3700
67	33	0.33	0.544	1.269	0.3740
68	34	0.34	0.538	1.284	0.3760
70	35	0.5	0.532	1.300	0.3800
72	36	0.6	0.527	1.316	0.3840
73	37	0.37	0.523	1.332	0.3880
74	38	0.38	0.519	1.349	0.3900
76	39	0.39	0.516	1.366	0.3940
77	40	0.4	0.513	1.383	0.3960
78	41	0.41	0.510	1.401	0.3980
80	42	0.42	0.508	1.419	0.4000
81	43	0.43	0.506	1.437	0.4000
83	44	0.44	0.504	1.455	0.4020
84	45	0.45	0.503	1.474	0.4040
85	46	0.46	0.502	1.493	0.4048
86	47	0.47	0.501	1.512	0.4050
88	48	0.48	0.500	1.531	0.4060
89	49	0.49	0.500	1.551	0.4060
90	50	0.50	0.500	1.571	0.4060

- Desarrollo del arco – Perfil Auto Soportado

Con el valor del Angulo de apoyo se toman los factores de la Tablas 5.1 para calcular el radio (R) y el desarrollo del arco (Lc) y proceder con la fabricación del perfil acanalado corrugado.

A continuación se presenta el Cuadro 5.1 para el desarrollo del perfil acanalado.

Cuadro 5.1 Desarrollo del arco – Perfil acanalado obtenido, empleando los factores de corrección de la Tabla 5.1 (Pág. 41)

Item	DESARROLLO DEL ARCO - PERFIL ACANALADO			
1	Dato de entrada a la Tabla 5.1			
	Angulo de apoyo	52.5°		
2	Datos de Tabla 5.1			
	Descripcion	(+) Factores		
	Cuerda exterior	0.32		
	Descripcion	(*) Factores		
	Flecha	0.25		
	Radio	0.63		
	Long. De arco	1.16		
3	Cálculo de la cuerda exterior para el desarrollo del arco.			
	Descripcion	Cuerda Interior m	(+)Factor	Cuerda Exterior m.
	Cuerda exterior (B)	24.567	0.32	24.88
4	Obteniendo el valor de la cuerda exterior, se toma como base para el cálculo de la Flecha, Radio y Desarrollo de arco.			
	Descripcion	Cuerda exterior m.	(*)Factor	Total m.
	Flecha (H)	24.88	0.25	6.16
	Radio (R)	24.88	0.63	15.65
	Desarrollo del arco (Lc)	24.88	1.16	28.77
5	Espesor de Lamina			
	Espesor de Lamina	0.8 mm		

- **CALCULO DEL RADIO (R) PARA PLEGADO Y CURVADO [8]**

De la Tabla 5.1 (Pág. 42) tomamos los siguientes datos:

Cuerda B = 24.88 m.

Flecha H = 6.16 m.

Reemplazando el valor de (B) y (H) en la ecuación (5.1), tenemos:

$$R = \frac{B^2 + 4H^2}{8H} \text{ (m)} \quad 5.1$$

$$R = 15.64 \text{ m}$$

Luego, con el radio calculado se ajusta la aguja radial a la posición R-valor en la estación de operación de la máquina Super Span para lograr el Perfil Acanalado Curvado.

A continuación se presenta la Fig. 5.1 Mostrándoles los perfiles acanalados curvados.



Fig. 5.1 - Perfiles acanalados curvado

A continuación se presenta la Tabla 5.2, se muestra la velocidad de producción de los perfiles plegados curvados en la máquina Super Span.

Tabla 5.2 Velocidad de producción de perfiles plegados y curvados [8]

Perfil Acanalado	pies/min	m/min
Acanalado en recto	50	15
Curveadora de panel	50	15

5.2 CÁLCULO DEL PESO DE LA CUBIERTA

El peso de la cubierta permite determinar la cantidad de plancha que se requiere para el cálculo del peso de la cubierta, para lo cual se procede de la siguiente manera:

a) Cálculo del peso del perfil auto soportado.

$$\diamond \text{ Peso total de la cubierta} = \# \text{ de arcos} * \text{Peso de un arco} \quad (5.1)$$

$$\diamond \text{ Peso de un arco} = 0.917 * L_c * e * 7,850 * 0.001 \quad (5.2)$$

$$\diamond \# \text{ De arcos} = \text{Longitud de la nave} / 0.61 \text{ m} \quad (5.3)$$

b) Cálculo del # de arcos

Reemplazamos la longitud de la nave: 161 m, en la ecuación

(5.3), tenemos:

$$\# \text{ De Arcos} = 161 \text{ m} / 0.61 = 263.9$$

$$\# \text{ De arcos} = 264 \quad (5.4)$$

c) Cálculo del peso de un arco

Del Cuadro 5.1, (Pág. 42), se tiene la longitud del desarrollo del arco (L_c) = 28.77 m

$$e = 0.80 \text{ mm.}$$

Reemplazando: L_c , e en la ecuación (5.2), se tiene:

Peso de un arco = $0.917 \cdot 28.77 \cdot 0.80 \cdot 7,850 \cdot 0.001 = 166.00 \text{ Kg.}$

Peso de un arco = 166.00 Kg. (5.5)

d) Cálculo del peso total de la cubierta

Reemplazando (5.4) y (5.5) en la ecuación (5.1), se tiene:

Peso total de la cubierta = $264 \cdot 166.00 = 43,824.00 \text{ Kg.}$

Luego, el peso total de la cubierta es: 43,824.00 Kg.

e) Cálculo del tiempo de fabricación del perfil acanalado

Para la fabricación del perfil acanalado se tendrá en cuenta lo siguiente:

Horario de trabajo: 8 horas.

Fabricación en la misma obra

Personal operativo: 13 obreros.

Camión Grúa de 17 Ton.

Espacio libre de 10 x 30 m, para almacenar

momentáneamente los perfiles acanalados, hasta el montaje.

Maquina Super Span operativa en obra.

15 Rollos de plancha galv. A653 Gr.50

De la tabla 5.2, tomamos los datos siguientes:

Va = Velocidad de acanalado recto: 15 m/min,

Vc = Velocidad de curvado: 15 m/min.

De la tabla 5.1, tomamos el valor de la longitud del arco (Lc)

Calculando el tiempo del acanalado recto:

$T1 = \text{Longitud del arco} / \text{Velocidad de curvado}$ (5.6)

$T1 = 28.77 / 15 = 1.918 \text{ Min.}$ (5.7)

Terminado el acanalado recto se cambiar de posición para el curvado con el apoyo del personal de maniobra.

Tiempo muerto $T_2 = 4$ Min.

Se inicia el ciclo en la maquina ZX-610, acanalando curvando tomando un tiempo T_3 de:

$$T_3 = 1.918 + 4 = 5.918 \text{ min.}$$

Terminado el acanalado, el perfil se tiene que acomodar en el patio libre de obstáculos para realizar la maniobra en un tiempo T_4 de 4 min. Más, lo cual tendremos un tiempo total de:

$$T_5 = 5.918 + 4 = 9.918 \text{ (Redondeamos a 10 minutos la operación)}$$

Por lo tanto para procesar los 264 arcos, se requiere un tiempo de:

$$\text{Tiempo de fabricación de los arcos} = 264 * 10 = 2,640 \text{ min. (44 hr.)}$$

Que significan 5.5 días de fabricación por turno de 8 horas de trabajo.

Considerando la eficiencia del 50%, el tiempo del proceso seria de 8.25 días.

Por esta razón, es rápida la fabricación y su montaje respectivo.

5.3 ENSAMBLE DE LAS TERCETAS PARA MONTAJE

El montaje se realiza en dos fases: la primera, se ensambla cada uno de los tres paneles que forman una terceta, y se inicia la segunda fase con el izaje de las tercetas que luego se ensamblaran entre ellas.

A continuación se presenta la Fig. 5.2 mostrando el ensamblaje de los perfiles acanalados en tercetas.

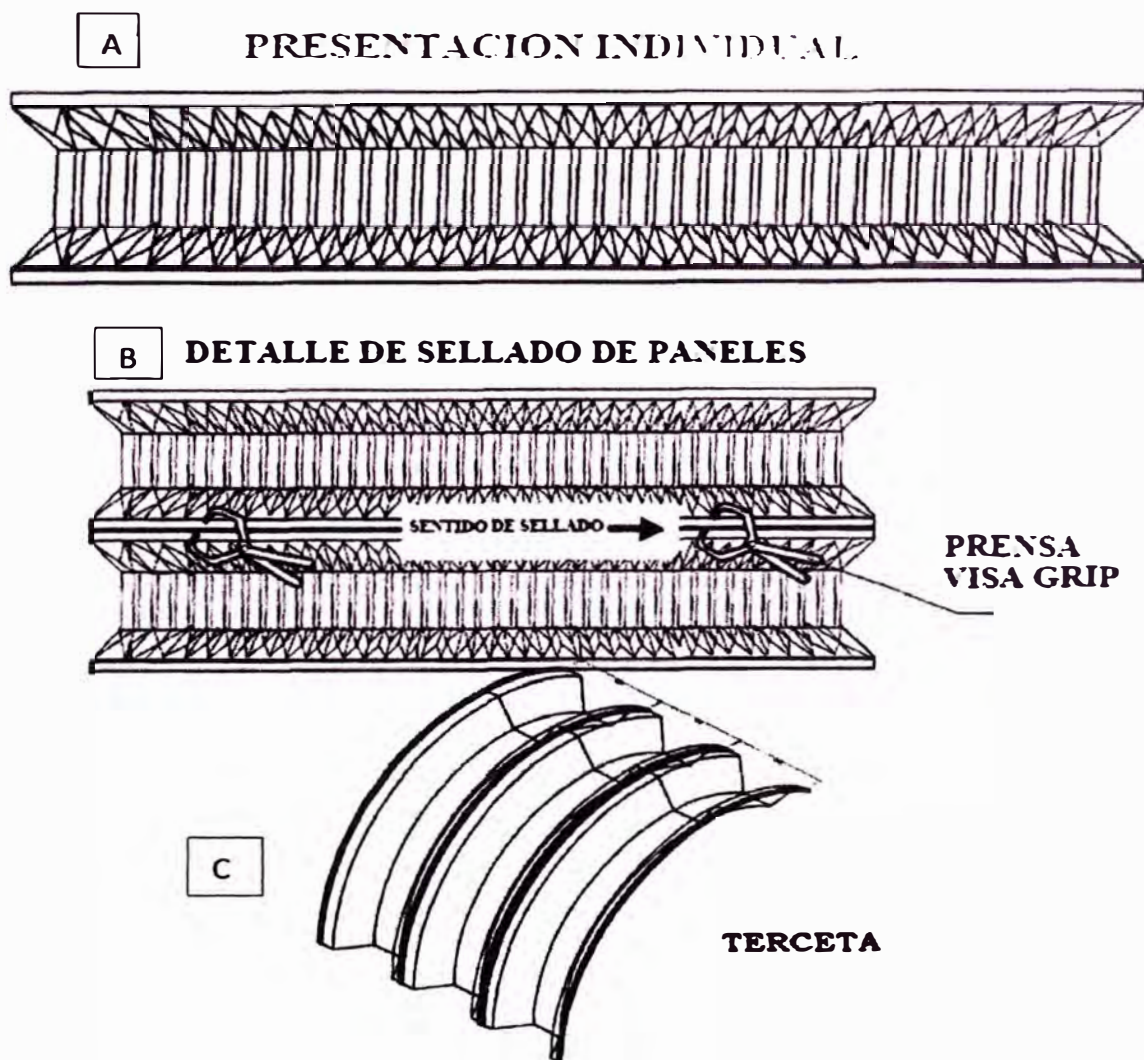


Fig. 5.2 Se muestra el ensamblaje de los perfiles:

A: Perfil acanalado individual.

B: Detalle de sellado de paneles, con el uso de la herramienta: Prensa Visa Grip.

C: Terceta, lista para montaje.

A continuación, se describe el proceso de montaje de las tercetas; para lo cual se requiere:

- ❖ Perfiles acanalados rolados
- ❖ Alicates (Visa Grip) para engrampado manual
- ❖ Personal necesario para el traslado de perfiles acanalados rolados colocarlo uno sobre otro para el engrampado correspondiente.

Cada perfil acanalado pesa: 166.0 Kg.

- ❖ Terminado el engrampado queda listo para el izaje.

A continuación, se presenta la Fig. 5.3 mostrando los perfiles acanalados engrampados de a tres, listo para su montaje.



Fig. 5.3 - Foto del perfiles acanalado, curvado y engrampados de a tres listo para su montaje.

5.4 PROCESO DE MONTAJE DEL TECHO AUTO SOPORTADO

Para el izaje de las tercetas se requiere un balancín de 15 m de longitud.

Fabricado de tubo cuadrado de 6 x 200 x 200 mm., con sus orejas respectivas.

Para fijar las eslingas que se muestra en la Fig. 5.4 Sistema de izaje de la terceta de perfiles acanalados.

Con el sistema de izaje aseguramos:

- Los paneles no sufran deformaciones en el proceso de izaje.
- El sistema garantiza un adecuado manejo de los paneles y Mantenga su curvatura uniforme.

Para el proceso de montaje se requiere:

- ❖ Perfil acanalado engrampado de a tres, listo para el izaje.
Cuyo peso es de: 498.0 Kg.
- ❖ Pernos de 3/8"Ø x 1 ½" de longitud.
- ❖ Planchas galvanizada de 12 x 150 x 150 mm
- ❖ 4 martillos mecánicos
- ❖ 4 llaves de boca de 9/16"
- ❖ 4 engrampadoras manuales
- ❖ 2 Sogas de ¾" Ø para viento
- ❖ 5 eslingas de 6" de ancho x 6 m
- ❖ 8 grilletes de acero de 3"
- ❖ 6 Soportes colgantes para amarrar el paquete de perfiles.
- ❖ Un Balancín de 15 m de largo
- ❖ Una Grúa de 30 Ton. y 30 m de alcance vertical
- ❖ Personal necesario para el izaje montaje en altura.
- ❖ Los E.P.P. para cada trabajador – Seguridad

A continuación se presenta la Fig. 5.4 Mostrando el Sistema de Izaje del Techo Auto Soportado

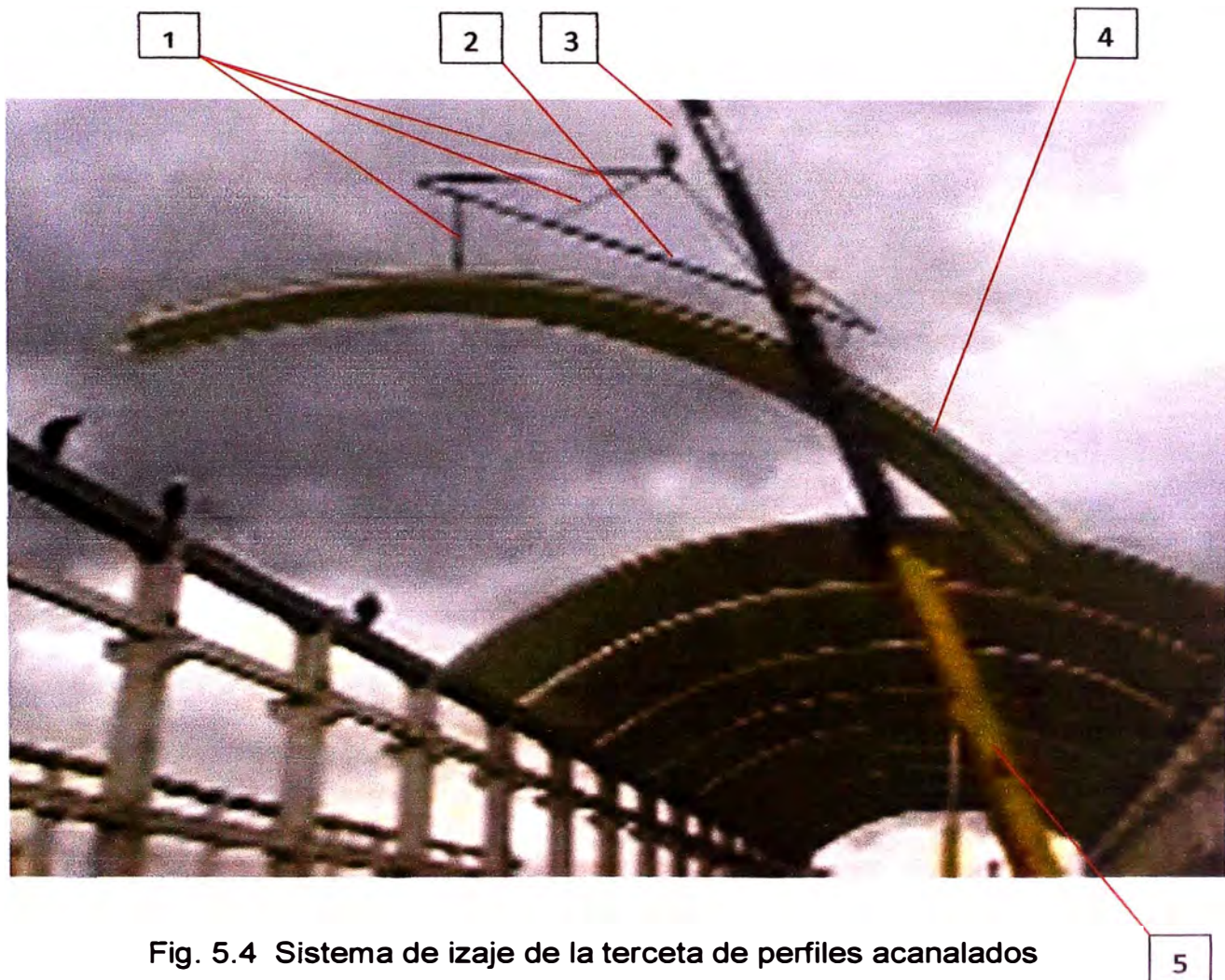
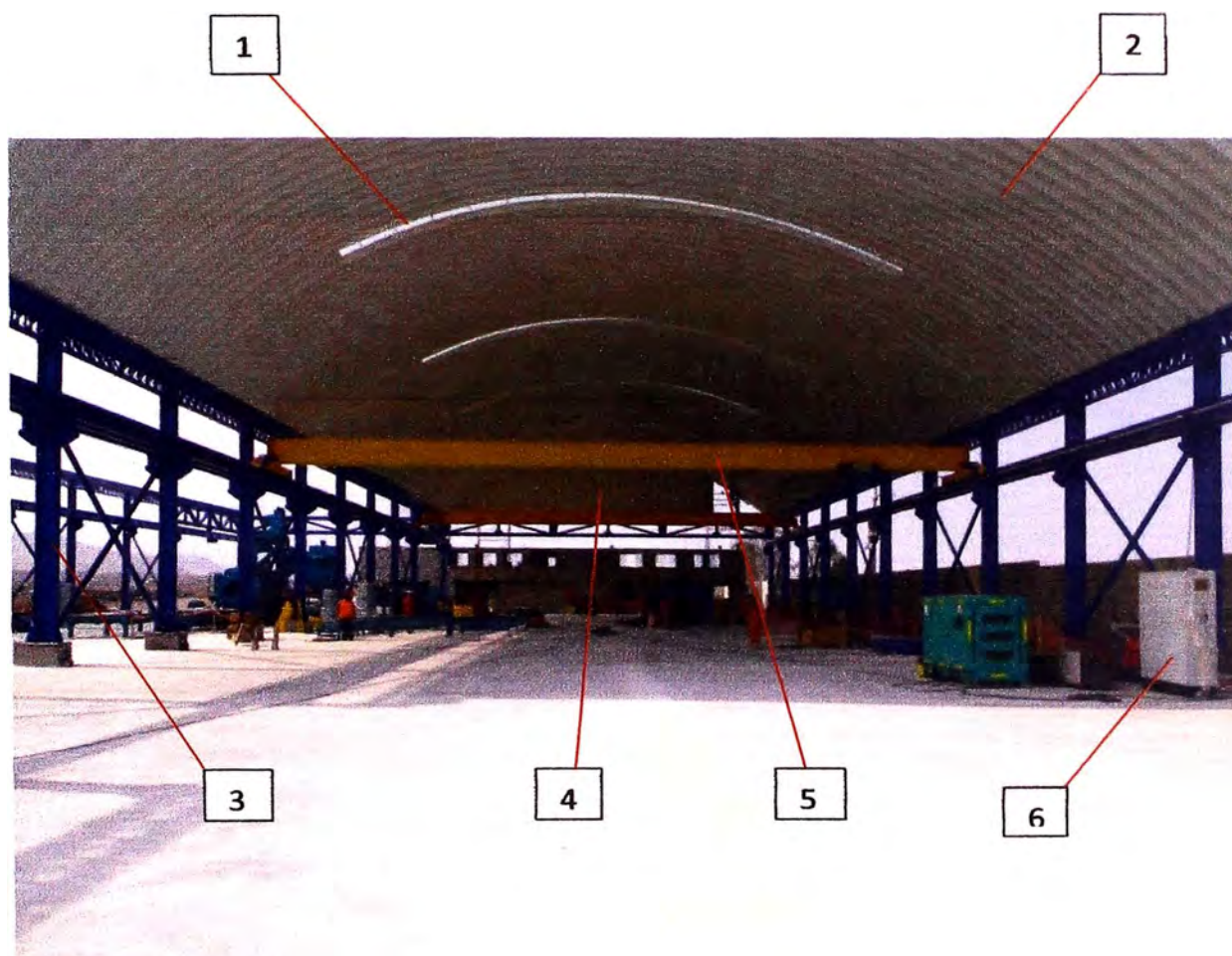


Fig. 5.4 Sistema de izaje de la terceta de perfiles acanalados

- 1 – Eslingas para el izaje.
- 2 – Balancín de Tubo cuadrado de acero A-36 de: 6 x 200 x 200 x 15000 mm.
- 3 – Cable de izaje de la Grúa.
- 4 – Terceta de perfiles acanalados curvados en proceso de montaje.
- 5 - Pluma de la Grúa de 30 Ton., en proceso de izaje.

Entregable

El entregable es el Techo Auto soportado de acuerdo a las características indicadas por la empresa COMECO. Se presenta la Fig. 5.5.- se muestra la vista del Techo ya montado



- 1- Traslucido
- 2- Cobertura
- 3- Columnas
- 4- Cerramiento frontal
- 5- Puente Grúa de 5 Ton.
- 6- Tablero eléctrico

Fig. 5.5 Vista del Techo Auto Soportado Terminado

5.5 FABRICACIÓN DE COMPONENTES

Para la fabricación de los componentes: Cerramientos Frontal, Posterior y lateral se requiere soportes de cerramiento.

Se presenta la Fig. 5.6 Mostrando los esquemas del soporte de cerramiento

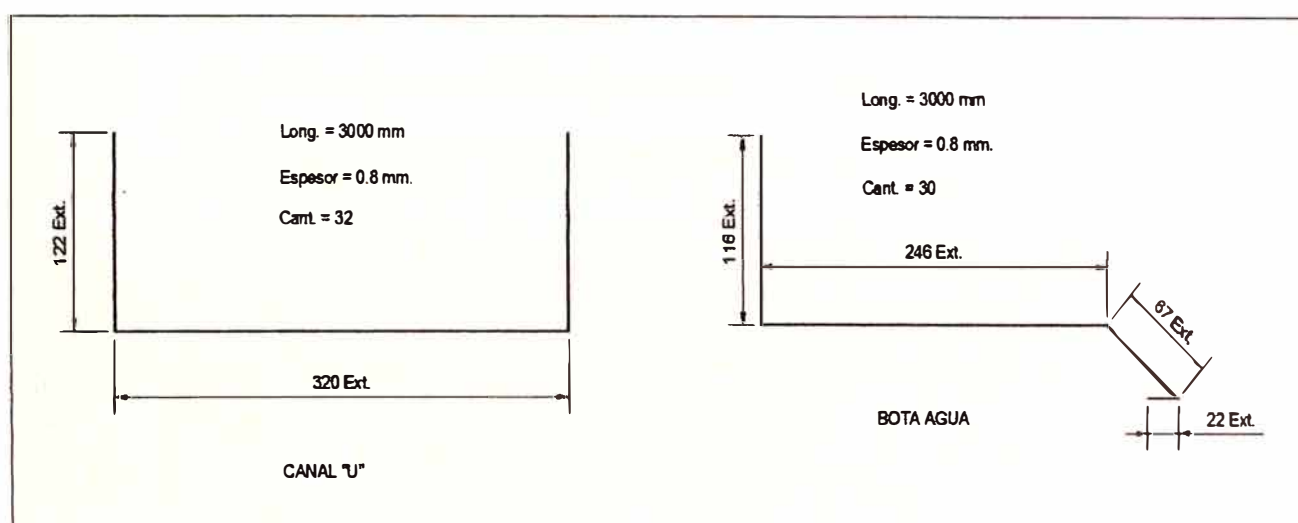


Fig. 5.6 Esquema del Soporte de Cerramiento

A continuación se presenta la Tabla 5.3, mostrando los soportes del cerramiento obtenidos mediante plegado en el taller propio

Tabla 5.3 Peso (Kg) del Soporte de Cerramiento obtenido mediante plegado en el taller propio

Item	Descripcion	Material	Espesor mm.	Ancho m.	Long. m.	Cant.	Peso Kg.
1	Canal "U"	A653-Gr50	0.8	0.532	3.00	32	320.73
2	Bota Agua	A653-Gr50	0.8	0.438	3.00	30	247.56
						Total	568.29

A continuación se presenta la Tabla 5.4, mostrando el resumen de pesos para los soportes de cerramientos frontal y posterior obtenido mediante plegado en el taller propio.

Tabla 5.4 - Resumen - Peso de soportes de cerramientos frontal y posterior obtenido mediante plegado en el taller propio

Descripción	Peso Kg.
Soporte de Cerramiento Frontal	568.29
Soporte de Cerramiento posterior	568.29
Total Kg.	1,136.58

a) Cerramiento Frontal y Posterior

Los cerramientos frontal y posterior se montan individualmente unos con otros, quedando como se muestra en la Fig. 5.7

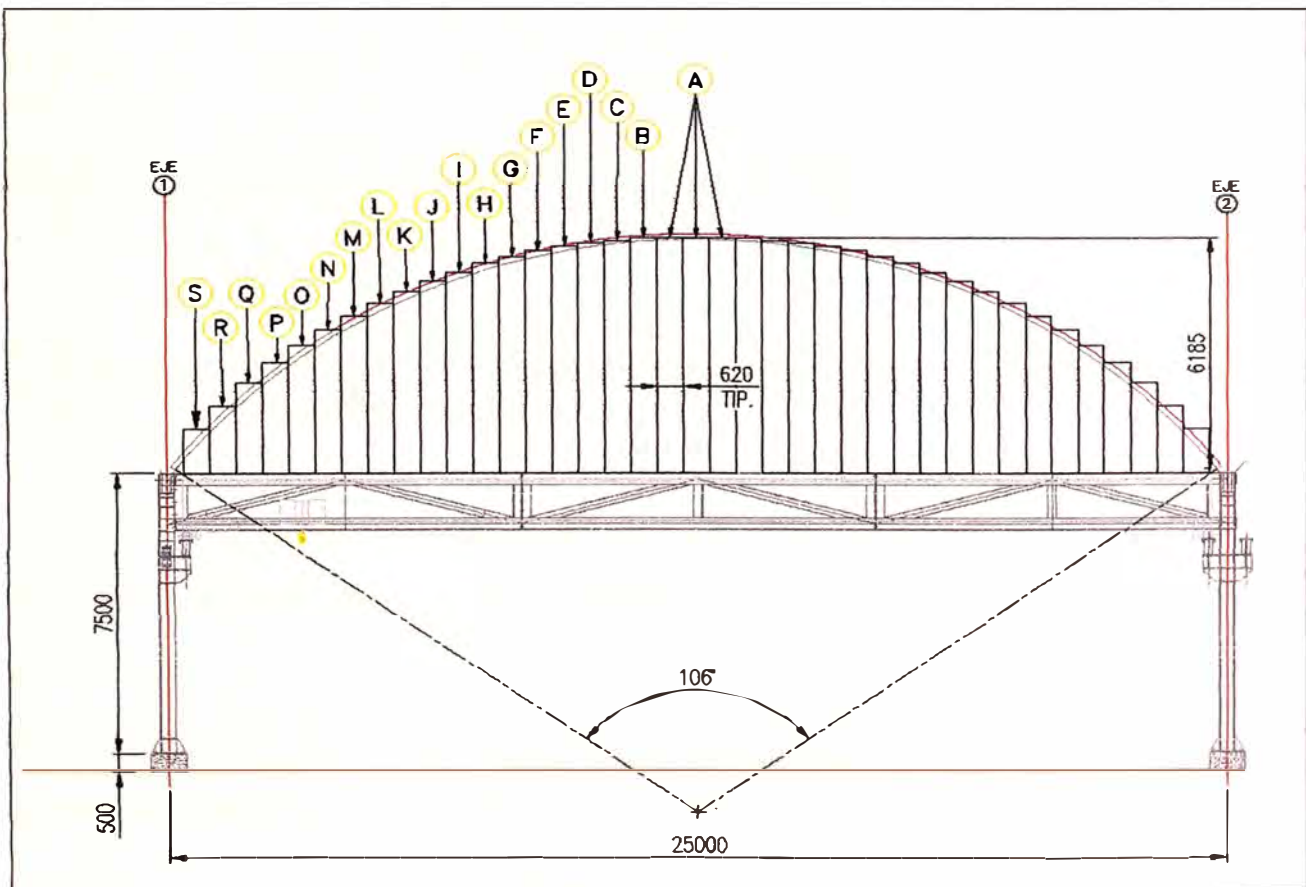


Fig. 5.7 – Esquema del cerramiento Frontal y Posterior

A continuación se presenta la Tabla 5.5 mostrando los pesos del cerramiento frontal y posterior obtenido con la máquina de plegado y curvado Super Span entre ejes 1 y 2.

Tabla 5.5 Peso (Kg) del cerramiento frontal y posterior obtenido con la máquina de plegado y curvado Super Span entre el Ejes1 y 2

Item	Marca	Descripción	Material	Espesor mm.	Desarrollo Perfil Acanalado m.	Long. m.	Cant.	Peso Kg.
1	A	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	6.30	3	108.84
2	B	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	6.30	2	72.56
3	C	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	6.22	2	71.64
4	D	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	6.15	2	70.83
5	E	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	6.06	2	69.80
6	F	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	5.94	2	68.41
7	G	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	5.77	2	66.46
8	H	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	5.60	2	64.50
9	I	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	5.37	2	61.85
10	J	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	5.14	2	59.20
11	K	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	4.85	2	55.86
12	L	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	4.55	2	52.40
13	M	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	4.21	2	48.49
14	N	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	3.83	2	44.11
15	O	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	3.42	2	39.39
16	P	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	2.96	2	34.09
17	R	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	1.83	2	21.08
18	S	Cerramiento	A653 - Gr50	0.8	0.917	1.18	2	13.59
							Total	1,023.10

A continuación se presenta la Tabla 5.6, mostrando el resumen de pesos del cerramientos frontal y posterior obtenido por la máquina de plegado y curvado Super Span.

Tabla 5.6 Resumen – Peso del cerramiento frontal y posterior obtenido por la máquina de plegado y curvado Super Span.

Descripción	Peso Kg.
Cerramiento Frontal	1,023.10
Cerramiento posterior	1,023.10
Total Kg.	2,046.20

b) Cerramiento lateral

A continuación se presenta la Fig. 5.8 mostrando el cerramiento lateral

A continuación se presenta la tabla 5.7 mostrando el peso (Kg) del cerramiento lateral obtenido con la máquina de plegado y curvado Super Span.

Tabla 5.7 Peso (Kg) del Cerramiento lateral obtenido con la máquina de plegado y curvado Super Span.

Item	Descripción	Material	Espesor mm.	Desarrollo Perfil Acanalado m.	Long. m.	Cant.	Peso Kg.
1	Cerramiento lateral	A653 - Gr50	0.8	0.917	8.00	270	12,438.92
						Total	12,438.92

A continuación se presenta la Tabla 5.8, mostrando el resumen de pesos del cerramientos lateral obtenido con la máquina de plegado y curvado Super Span.

Tabla 5.8 Resumen – Peso del cerramiento lateral obtenido por la máquina de Plegado y curvado Super Span

Descripción	Peso Kg.
Cerramiento lateral	12,438.92
Total Kg.	12,438.92

c) Material utilizado para prototipos.

Peso del material utilizado para la prototipos de rolado y curvado de los perfiles acanalados.

Total (Kg.) = 1,554.70

d) Resumen – Peso de Cobertura. (Kg.)

Peso del techo Auto Soportado	43,824.00
Peso del Soporte de Cerramiento	1,136.58
Peso del Cerramiento Frontal y Posterior	2,046.20
Peso de Cerramiento lateral	12,438.92
Peso de material utilizado para pruebas.	1,554.70
Total material utilizado (Kg.)	61,000.00

Total material utilizado = 61,000 Kgs.

5.6 MONTAJE DE LOS COMPONENTES SECUNDARIOS

Para el montaje del cerramiento frontal y posterior, se requiere que primero se realice el montaje de los soportes de cerramiento: Canal en "U" y el Bota agua.

Además, servirá como apoyo de anclaje para los cerramientos frontal y posterior.

a) Montaje de los Soportes de Cerramiento Frontal , Posterior

Materiales para el montaje.

- ❖ Soporte de Cerramiento terminados para el montaje
- ❖ Juegos de 6 Cuerpos de Andamios
- ❖ Sogas de $\frac{3}{4}$ "Ø para el izaje
- ❖ engrampadoras manuales
- ❖ martillos mecánicos
- ❖ Tornillos autorroscantes, # 14, lo suficiente para el soporte de Cerramiento Frontal y Posterior
- ❖ Pernos de $\frac{1}{2}$ "Ø x 1 $\frac{1}{2}$ ", lo suficiente para el soporte de Cerramiento frontal y posterior
- ❖ Juego de llaves de $\frac{3}{4}$ "
- ❖ Taladro Hilti
- ❖ Escuadras de 12"
- ❖ Personal necesario para el montaje
- ❖ Los E.P.P. para cada trabajador – Seguridad

b) Montaje del cerramiento Frontal y Posterior.

- ❖ Cerramiento frontal y posterior terminado para el montaje.
- ❖ Juegos de 6 Cuerpos de Andamios
- ❖ Sogas de $\frac{3}{4}$ "Ø para el izaje

- ❖ engrampadoras manuales
- ❖ martillos mecánicos
- ❖ Tornillos autorroscantes, # 14, lo suficiente para el Cerramiento Frontal y Posterior
- ❖ Pernos de $\frac{1}{2}$ "Ø x 1 $\frac{1}{2}$ ", lo suficiente para el Cerramiento frontal y posterior
- ❖ Juego de llaves de $\frac{3}{4}$ "
- ❖ Taladro Hilti
- ❖ Escuadras de 12"
- ❖ Personal necesario para el montaje
- ❖ Los E.P.P. para cada trabajador – Seguridad

A continuación se presenta la Fig. 5.9 mostrando el soporte de cerramiento y cerramiento frontal en pleno proceso de montaje.



Cerramiento
Frontal

Soporte de
cerramiento

Fig. 5.9.- Montaje del soporte de cerramiento y montaje del cerramiento frontal en pleno proceso.

A continuación se presenta la Fig. 5.10 mostrando el montaje del cerramiento posterior concluido.



Cerramiento
Posterior

Fig. 5.10.- Montaje del cerramiento posterior concluido.

A continuación se presenta la Fig. 5.11 mostrando el montaje del cerramiento lateral concluido.



Cerramiento
Lateral

Fig. 5.11.- Montaje del Cerramiento lateral concluido.

5.7 LUMINARIAS

El cálculo de la cantidad de luminarias se presenta en el anexo D (Pág. 86)

a) Ubicación de Luminarias

Las luminarias se ubicaran a 8 m. de altura del nivel del piso.

En el ancho de 25 m corresponde 5 filas de luminarias A lo largo del techo será de 32 luminarias

En Total se tendría que instalar: 160 luminarias.

Cada luminaria de 400 w.

A continuación se presenta la Fig. 5.12 - Montaje de Luminarias

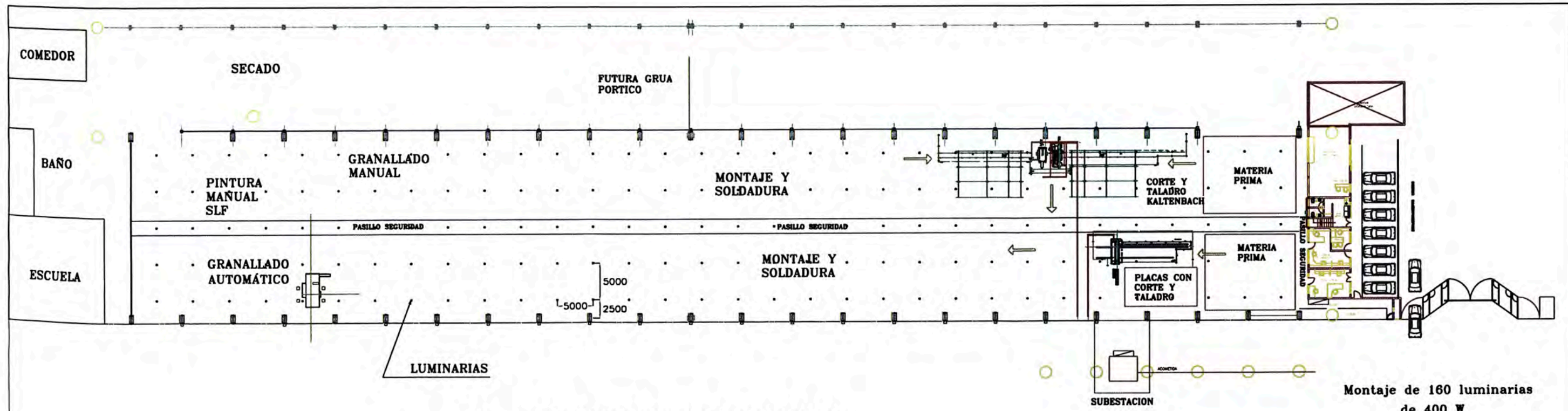


Fig. 5.12 MONTAJE DE LUMINARIAS

Montaje de 160 luminarias de 400 W

b) Fabricación de Soportes para Luminarias.

El Sistema permite el colgante de elementos ligeros como lámparas y cableado siempre cuando en cada punto, el colgante no ejerza una fuerza mayor a 30 Kg. Que en su conjunto el colgante no genere una carga muerta mayor que la supuesta en el análisis diseño de los arcos (9.57 Kg / m²).

Los colgantes se hacen ensamblados en los puntos de suspensión (platinas) de la misma lámina que forma a los arcos con anchos de 10 cm. Por 60 cm. de largo. Es importante definir la modulación de la instalación de los arcos.

A continuación se presenta la Fig. 5.13 Mostrando el Soporte para Luminarias

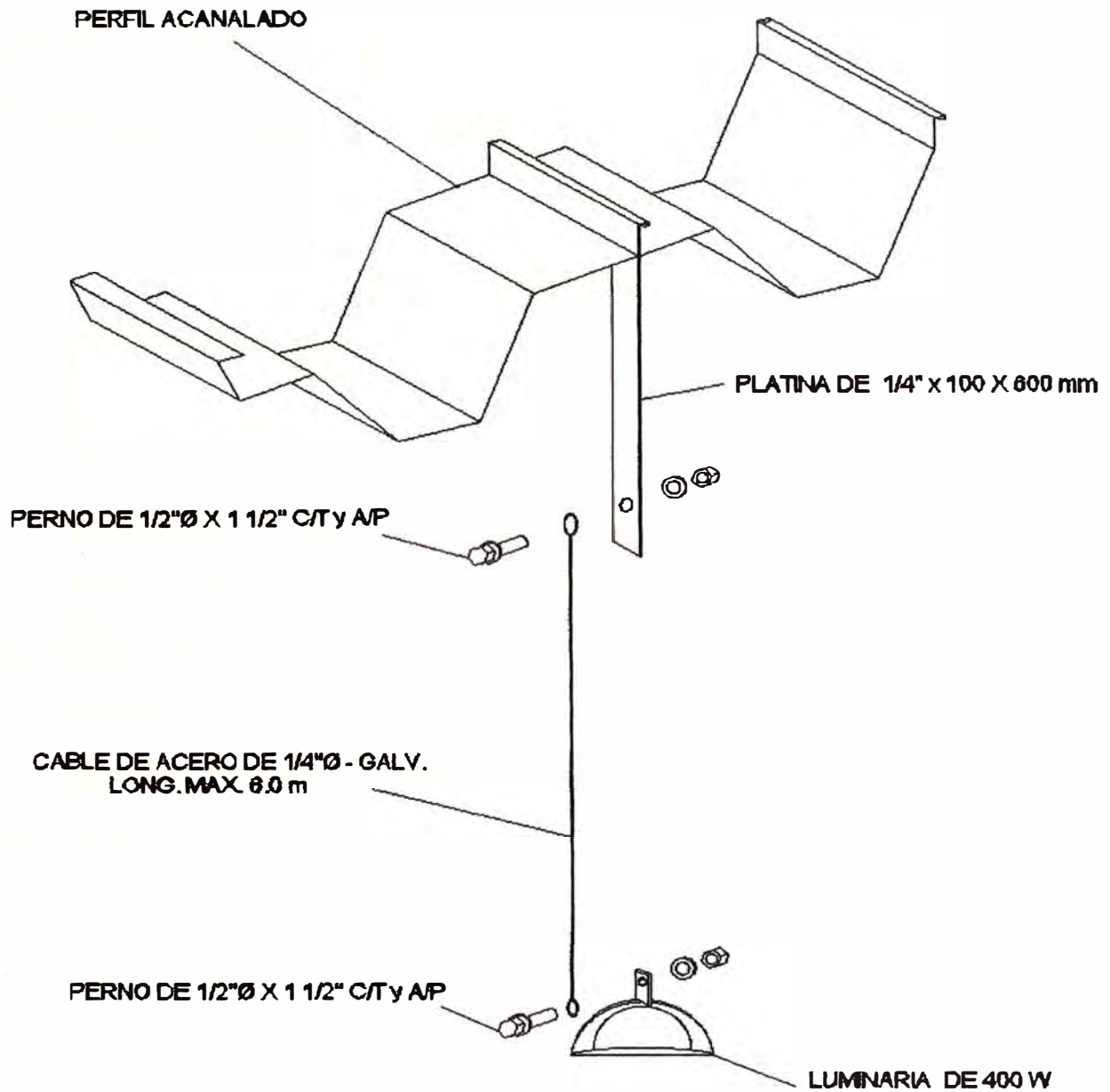


Fig. 5.13 Esquema del soporte para Luminarias

c) Instalación de Luminarias.

Las luminarias se cuelgan del soporte hasta una altura del nivel superior de las columnas de la nave industrial.

Para la Instalación cableado se utilizara un equipo Man lift eléctrico de un alcance de 15 m.

Se deja la nave Industrial con la iluminación adecuada para el desarrollo de los trabajos en segundo turno.

Con un total de 160 Luminarias de 400w distribuidas adecuadamente.

5.8. INSTALACIÓN DEL TRASLUCIDO (FIBRA DE VIDRIO)

Para el montaje del traslucido se tiene que cortar el peralte del perfil acanalado la altura de 177 mm por una longitud de arco de 18.123 m., la cantidad de 10 perfiles acanalados.

Con el objeto de obtener mejor iluminación en la parte central de la planta, se instalara los traslucidos espaciados cada 14 metros.

1- Proceso de instalación del traslucido

Cortar el peralte acanalado (177 mm), ver Fig. 5.14

Longitud de arco 18.123 mm.

Montaje de los ángulos de 1/8" x1" x 1" @ 500 mm

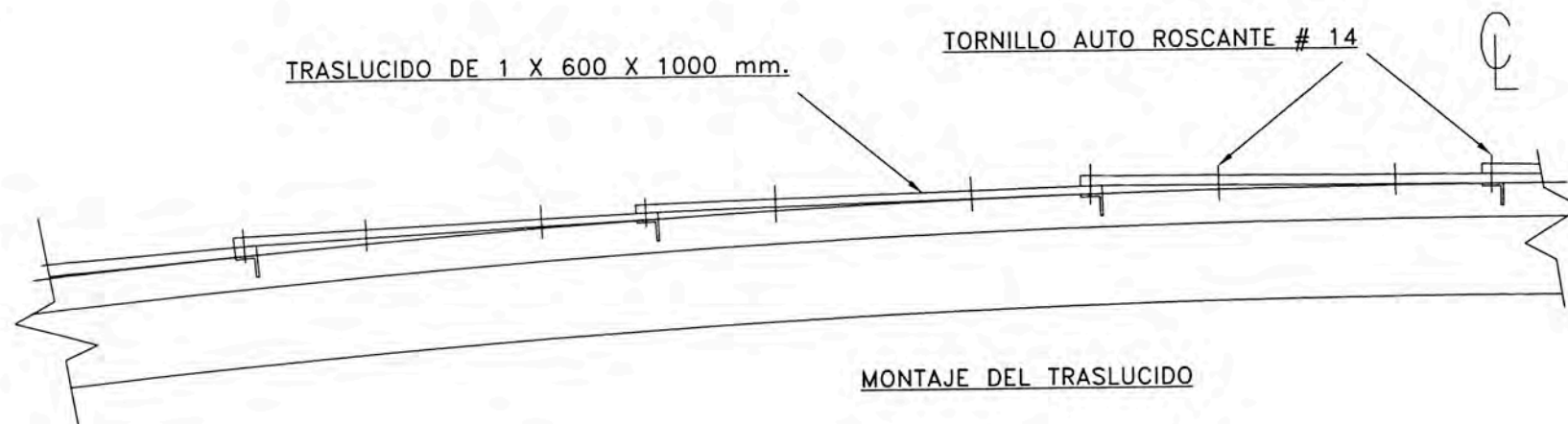
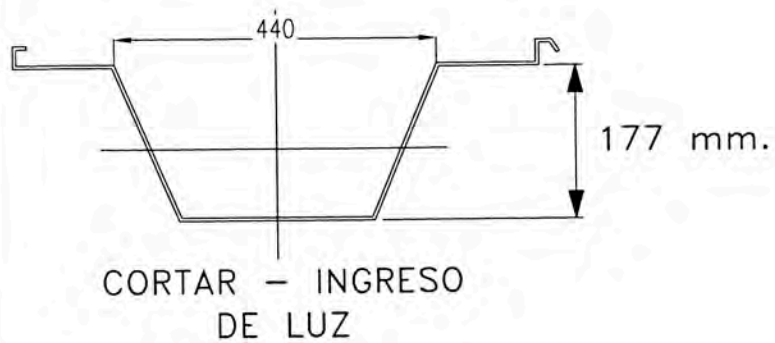
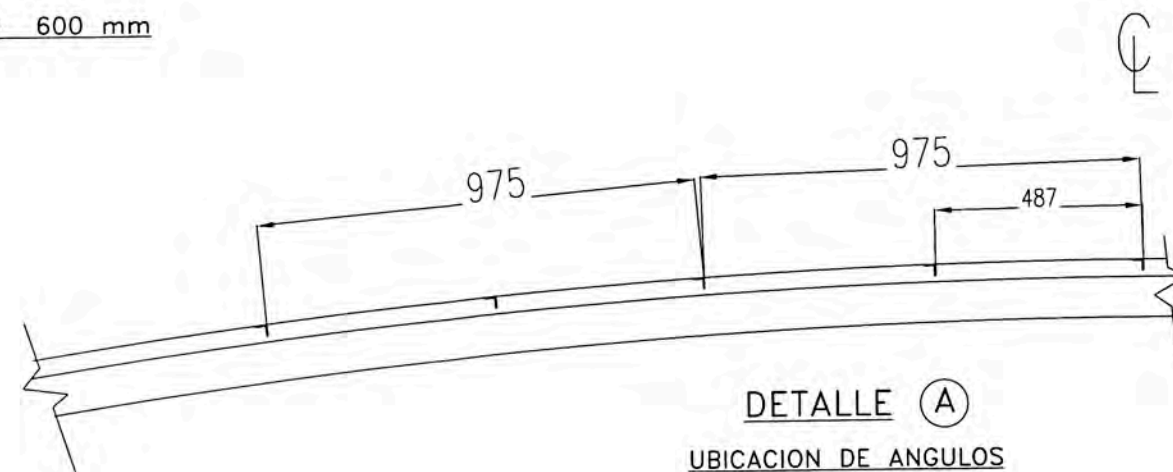
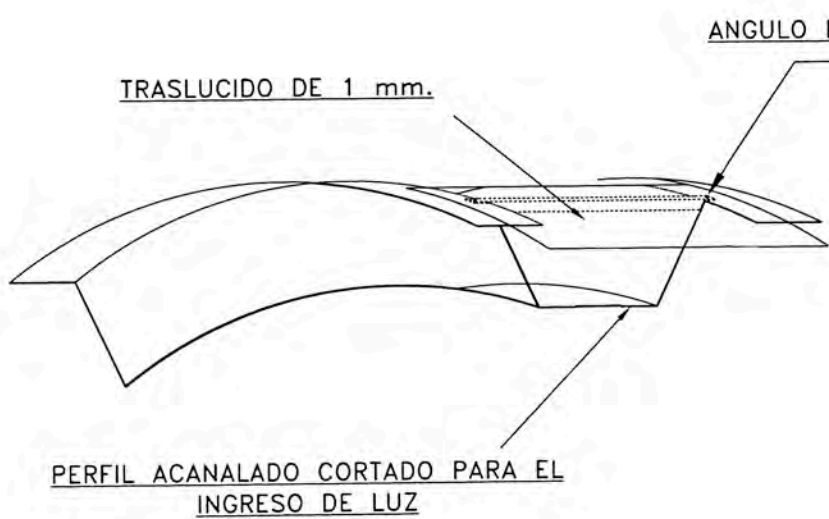
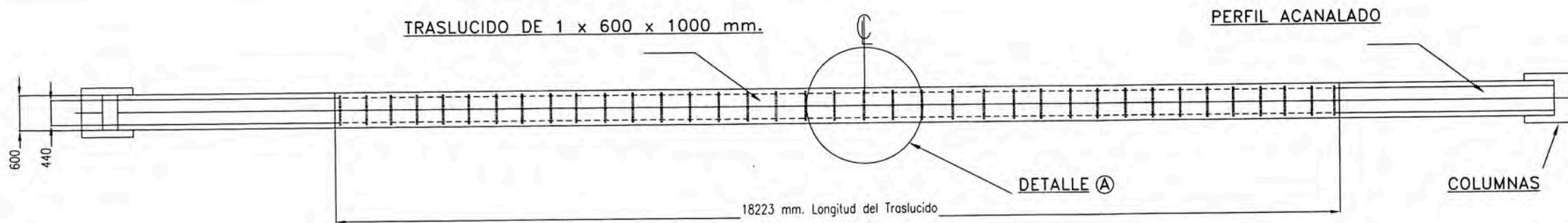
Montaje de las planchas – Traslucido de 600 x 1000 mm.

Traslapados.

Fijar el traslucido con tornillos autorroscantes # 14

Sellar con silicona las juntas del traslucido.

A continuación se presenta la Fig. 5.14 mostrando el esquema de montaje del traslucido



CANTIDAD:
 TRASLUCIDO ESPACIADO 14 M. ENTRE
 COLUMNAS

Fig. 5.14 Esquema de Montaje de Traslucido

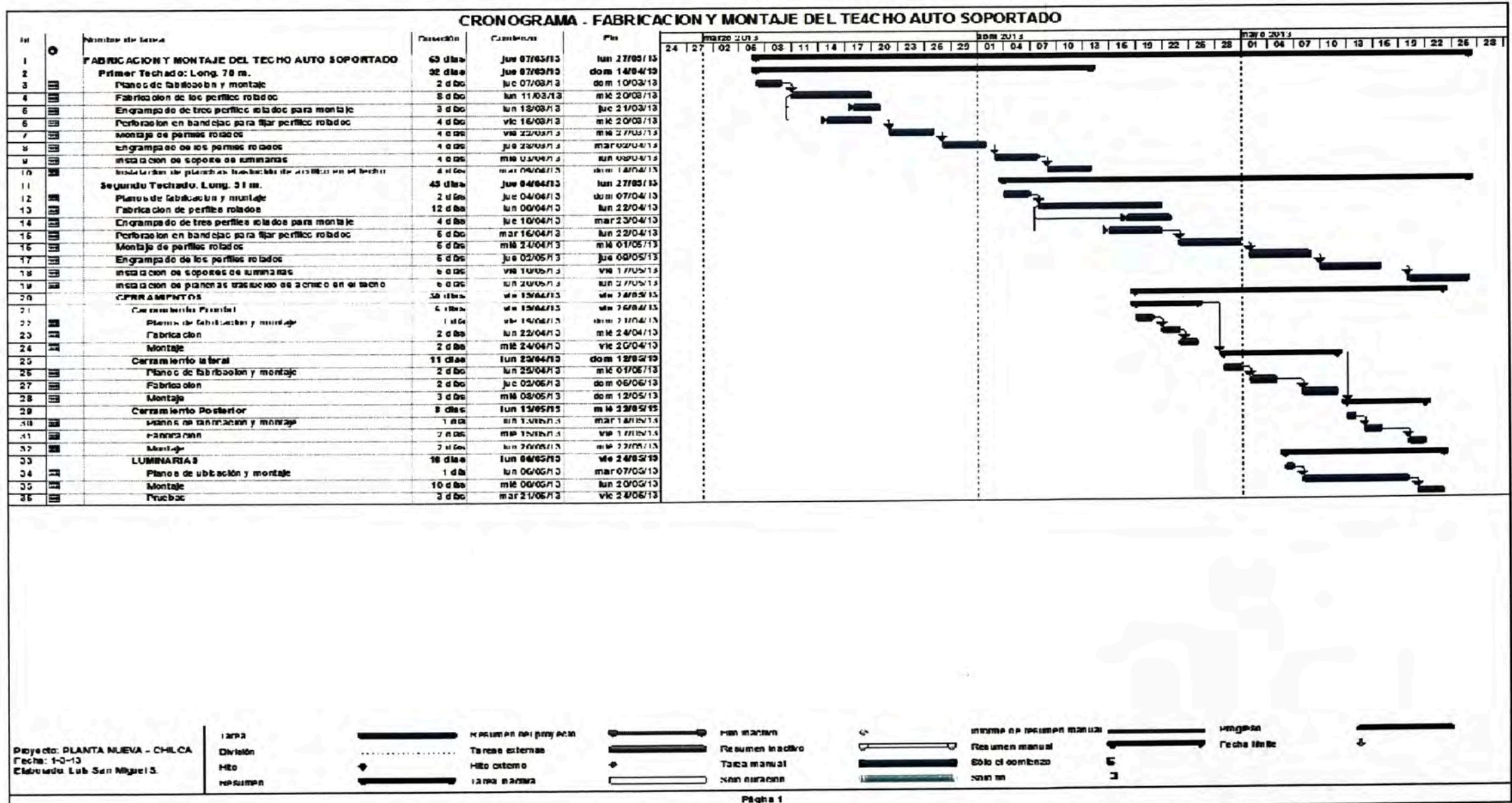
5.9 PROPUESTA ECONÓMICA

5.9.1 Cronograma de Fabricación y Montaje

La programación de fabricación y montaje con el software MS Project, lo cual se muestra en el Cuadro 5.2 (Pág. 69) Cronograma de Fabricación y Montaje.

A continuación se presenta el Cuadro 5.2 mostrando el Cronograma de Fabricación y Montaje realizado con MS Project 2010

Cuadro 5.2 Cronograma de Fabricación y Montaje obtenido con el software MS Project 2010



5.9.2 Costo de Fabricación y Montaje

Los costos incurridos para la fabricación y montaje de la nave industrial propuesta son como se muestra en el Cuadro 5.3

Cuadro 5.3 Resumen de evaluación por Costo de Fabricación y Montaje

a) FABRICACION Y MONTAJE TECHO L= 70 M.

Descripción	Cant.	Dias	Costo	Total \$
Personal de fabricacion y Montaje	10	34	\$/dia 27	9,180.00
Supervisor	1	34	\$/dia 31	1,054.00
Maquina roladora de arcos	1	8	\$/hr 80	5,120.00
Grua "KATO" para montaje - Alquiler	1	5	\$/hr 150	6,000.00
Camion Grua - Alquiler		5	\$/hr 30	600.00
Andamios alquilados 10 cuerpos - Alquiler	10	21	\$/DIA 2	420.00
Combustible		25 Gls.	\$/GI 7.5	187.50
				22,561.50

b) FABRICACION Y MONTAJE TECHO L= 91 M

Descripción	Cant.	Dias	Costo	Total \$
Personal de fabricacion y Montaje	12	46	\$/dia 27	14,904.00
Supervisor	1	46	\$/dia 31	1,426.00
Maquina roladora de arcos	1	12	\$/hr 80	7,680.00
Grua "KATO" para montaje - Alquiler	1	7	\$/hr 150	8,400.00
Camion Grua - Alquiler		6	\$/hr 30	720.00
Andamios alquilados 10 cuerpos - Alquiler	10	21	\$/DIA 2	420.00
Combustible		25 Gls.	\$/GI 7.5	187.50
				33,737.50

c) FABRICACION Y MONTAJE CERRAMIENTO

Descripción	Cant.	Dias	Costo	Total \$
Personal de fabricacion y Montaje	6	30	\$/dia 27	4,860.00
Supervisor	1	30	\$/dia 31	930.00
Maquina roladora de arcos	1	6	\$/hr 80	3,840.00
Andamios alquilados 10 cuerpos - Alquiler	10	21	\$/DIA 2	420.00
Combustible		40 Gls.	\$/GI 7.5	300.00
				10,350.00

d) TRASLUCIDO (FIBRA DE VIDRIO)

Descripción	Cant.	Dias	Costo	Total \$
Personal de fabricacion y Montaje	6	14	\$/dia 27	2,268.00
Supervisor	1	14	\$/dia 31	434.00
Andamios alquilados 10 cuerpos - Alquiler	10	10	\$/DIA 2	200.00
				2,902.00

e) SUPERVISION

Ing. De Seguridad	1	90	\$/dia 35	3,150.00
Ing. Residente	1	90	\$/dia 35	3,150.00
				6,300.00

Total \$	75,851.00
-----------------	------------------

Así mismo los costos de materiales empleados, se muestra en el Cuadro 5.4

Cuadro 5.4 Resumen de evaluación de Costo de Materiales

a) MATERIALES PARA EL TECHO L= 70 M.

Descripción	Cant.	Peso Kgs.	Costo	Total \$
Plancha para la fabricación de arcos		22,000	\$/Kg. 2.4	52,800.00
Soportes de luminarias		100	\$/Kg. 2.4	240.00
Pernos 3/8"Ø x 1 1/2"	1		\$/Millar 15	15.00
Plancha A-36 de 12x150x150 mm. Galv.	220	173.8	\$/Kg. 2	347.60
				53,402.60

b) MATERIAL PARA EL TECHO L= 91 M

Descripción	Cant.	Peso Kgs.	Costo	Total \$
Plancha para la fabricación de arcos		28,000.00	\$/Kg. 2.4	67,200.00
Soportes de luminarias		120.00	\$/Kg. 2.4	288.00
Pernos 3/8"Ø x 1 1/2"	1.2		\$/Millar 15	18.00
Plancha A-36 de 12x150x150 mm. Galv.	286	225.94	\$/Kg. 2	451.88
				67,957.88

c) MATERIAL PARA EL CERRAMIENTO

Descripción	Cant.	Peso Kgs.	Costo	Total \$
Plancha para la fabricación de Cerramiento Frontal		1,100.00	\$/Kg. 2.4	2,640.00
Plancha para la fabricación de Cerramiento Posterior		1,100.00	\$/Kg. 2.4	2,640.00
Plancha para la fabricación de Cerramiento Lateral		13,000.00	\$/Kg. 2.4	31,200.00
Plancha para la fabricación del Timpano		1,200.00	\$/Kg. 2.4	2,880.00
Perno Autorroscante # 14	2		\$/Millar 11	22.00
Pernos de 1/2"Ø x 1 1/2" C/T y A/P	2		\$/Millar 16	32.00
				39,414.00

d) TRASLUCIDO (FIBRA DE VIDRIO)

Descripción	Cant.	Peso Kgs.	Costo	Total \$
Traslucido fibra de vidrio 1x600x1000 mm.	200		\$/ 10.00	2,000.00
Angulo de 1/8"x1"x1"x6000 mm.	30		\$ 10.00	300.00
Perno Autorroscante # 14	2		\$/Millar 11	22.00
Silicona	50		\$ 15.00	750.00
				3,072.00

Total \$	163,846.48
-----------------	-------------------

A continuación se muestra el Cuadro 5.5, mostrando el resumen de costos incurridos durante el desarrollo del proyecto.

Cuadro 5.5 Resumen – Costos de desarrollo del proyecto

DESCRIPCION	TOTAL \$
FABRICACION Y MONTAJE	75,851.00
MATERIALES	163,846.48
OTROS	5,000.00
TOTAL \$	244,697.48

Observaciones

Las observaciones a que da lugar el presente proyecto son:

- Se presentó retrasos de montaje del techo auto soportado, debido a que el equipos de maniobras referente a la Grúa de 30Ton. Llegaron con retraso de 3 días a obra.
- El grupo electrógeno que por fallas internas, tuvo que ser cambiado por otro grupo electrógeno, también llegó con retraso de 6 días.
- Además la preparación de personal nuevo, para los trabajos de fabricación y montaje, no obstante se dio preferencia al personal que residente en la ciudad de Chilca cercano al lugar de desarrollo del proyecto.
- Para la fabricación del perfiles acanalados empezaron preparando prototipos
- Los Costos del proyecto estuvieron financiados por el Empresa COMECO SAC. Autofinanciamiento 100%.
- Todos los materiales para el proyecto fueron adquiridos a tiempo.

CONCLUSIONES

1. Se ha cumplido con el objetivo de dar a conocer el procedimiento de fabricación y montaje de una nave industrial con techo de 50 ton. Auto soportado con una luz de 25 m x 161 m de longitud.
2. las estructuras soportan las condiciones de trabajo la cual concuerda con el ratio máximo de 0.301
3. El objetivo secundario es dar a conocer el proceso de montaje del techo auto soportado; el cual debe proteger al personal que trabaja en ella, materiales y máquinas.
4. La cobertura satisface los condiciones de trabajo, ya que el desplazamiento máximo es 7.99 cm que se encuentra dentro de la deflexión permisible (12.02 cm.), $7.99 < 12.02$ cm.
5. Los trabajos de fabricación y montaje, ejecutado por el personal de la empresa ascendió a: \$ 75,851.00.
6. Con respecto al costo que cobraría el contratista por los trabajos, representaría un costo de \$ 90,000.00, lo cual nos ha permitido un ahorro de \$ 17,051.00, (23.37%)
7. Los Cálculos realizados con el método convencional. Cumplen con las especificaciones indicadas en las normas; las cuales han sido validadas también, con el método de elementos finitos para el cual se ha empleado SAP 2000

RECOMENDACIONES

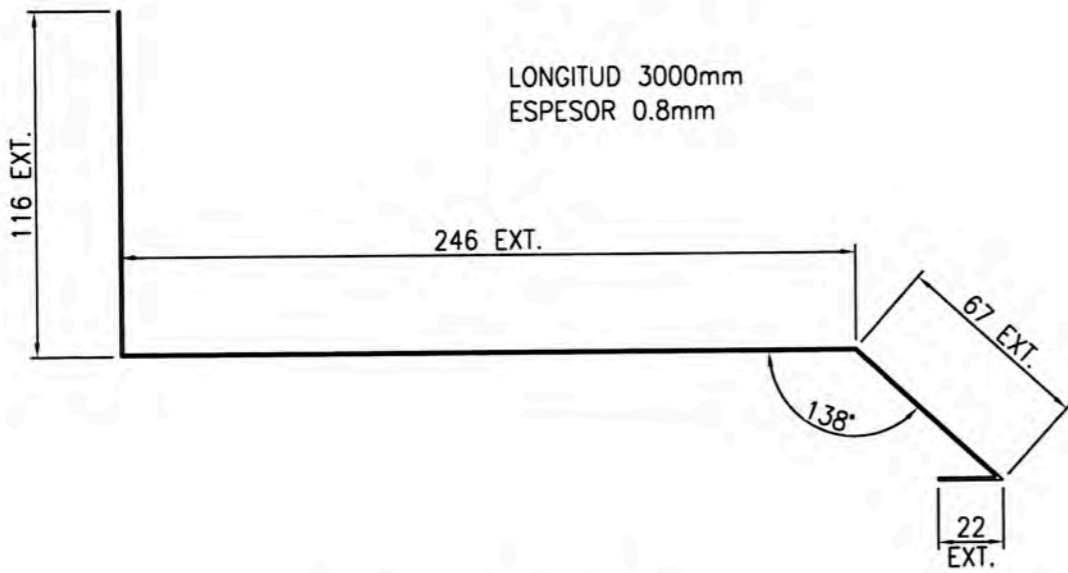
1. Para facilitar el traslado de los materiales en el área de fabricación y montaje queda pendiente la implementación de los pescantes giratorios de Capacidad de 2 Ton., con una luz de 5 m. Instalados en las columnas
2. Para la alimentación de materiales a las máquinas CNC, queda pendiente la implementación de un tercer puente grúa de 5 Ton.

BIBLIOGRAFÍA

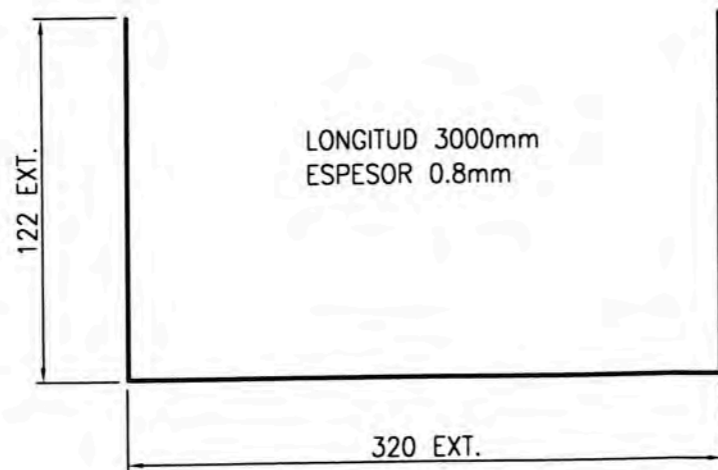
- [1] DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS – McCormac
- [2] DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO – Zapata Baglieto
- [3] AISC, Manual of Steel Construction Allowable Stress Design. American Institute of Steel Construction
- [4] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – Ing. Oscar Vásquez Bustamante
- [5] RESISTENCIA DE MATERIALES – William A. Nash, Editorial McGraw-Hill
- [6] ESFUERZOS EN ELEMENTOS DE MAQUINAS – Fernando V. Tolentino UNI, Lima
- [7] MANUAL SAP 200, análisis del elemento finito diseño de estructuras.
- [8] MANUAL DE LA MAQUINA SUPER SPAN
- [9] DATOS TÉCNICOS DE LA ROLADORA
- [10] ACESCO – PROPIEDADES DEL ACERO GALVANIZADO
- [11] WWW. ARCOS PERU.COM
- [12] BANCO DE RESERVA
- [13] ELEMENTOS FINITOS DE INGENIERÍA - CHANDRUPATLA
Autor: Ttrupathi R. Chandrupatla
Segunda Edición – 1999
- [14] ARCOS – SISTEMAS ESTRUCTURALES
Autor: Jorge O. Medina
- [15] COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL – COES SINAC.

PLANOS

- ❖ **Plano N° TA-01 SOPORTE DE CERRAMIENTO**
- ❖ **PLANO N° TA-02 CERRAMIENTO FRONTAL Y
POSTERIOR**
- ❖ **PLANO N° TA-03 CERRAMIENTO LATERAL**



BOTA AGUA
CANT. 30 UNID.

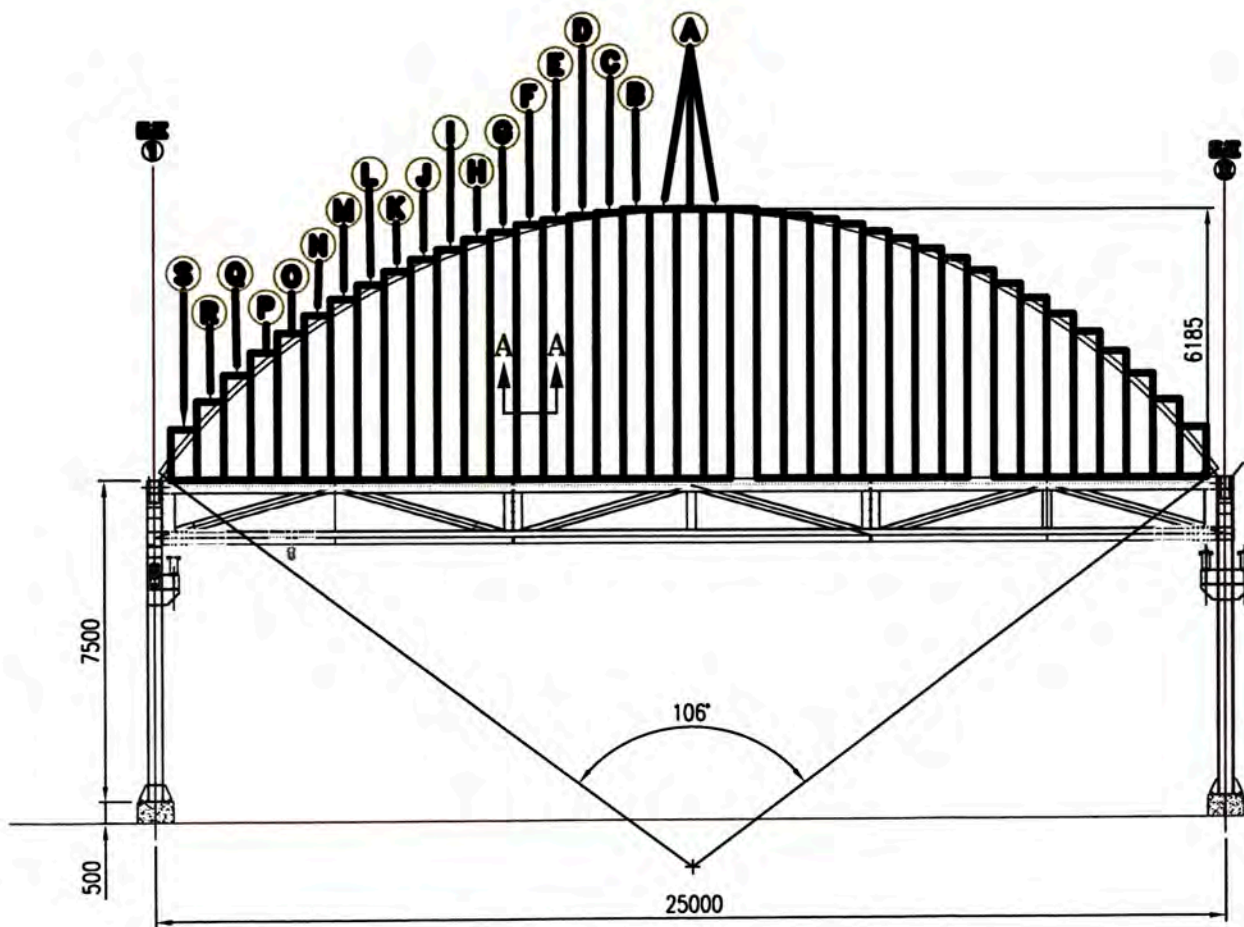


CANAL U
CANT. 32 UNID.

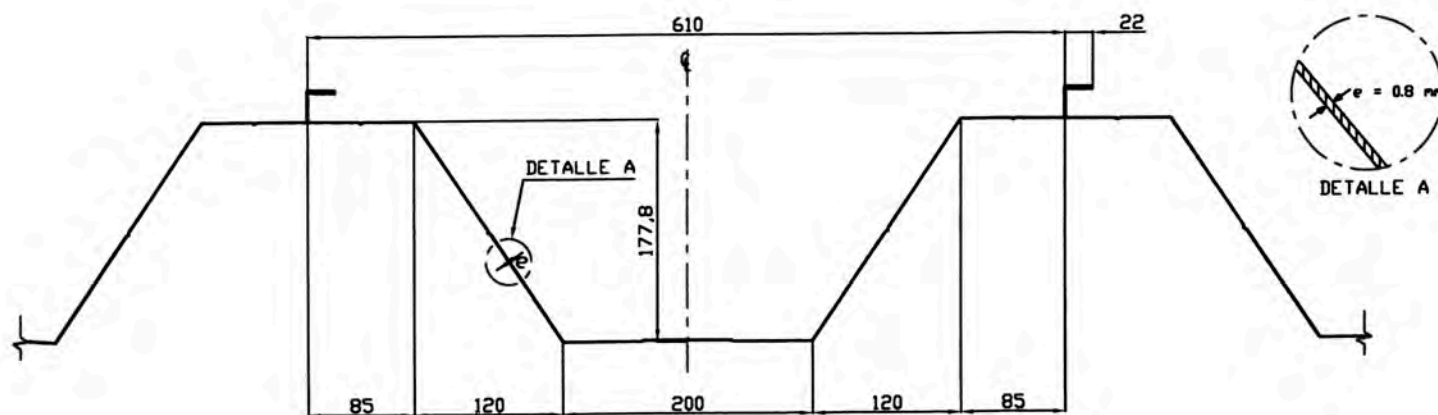
LISTA DE MATERIALES

ITEM	N° PIEZAS		DESCRIPCION	LONG.	PESO (Kg)		MARCAS	MATERIAL
	TOTAL				UNIT.	TOTAL		
1	32		CANAL "U"	3000		320.73		A653-Gr50
2	30		BOTA AGUA	3000		247.56		A653-Gr50
					PESO TOTAL :	568.29 Kg.		

DISEÑO : F. RIVERO	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	TITULO SOPORTE CERRAMIENTO
DIBUJO : J. GARCIA		
REVISO : L. SAN MIGUEL	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PLANO N°: T1-01
ESCALA : INDICADA		
FECHA : 16/05/13		



LISTA DE MATERIALES								
ITEM	N° PIEZAS		DESCRIPCION	LONG.	PESO (Kg)		MARCAS	MATERIAL
	TOTAL				UNIT.	TOTAL		
EJE 1 @ EJE 2								
1	3		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	6300		108.84	A	A653-Gr50
2	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	6300		72.56	B	A653-Gr50
3	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	6220		71.64	C	A653-Gr50
4	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	6150		70.83	D	A653-Gr50
5	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	6060		69.80	E	A653-Gr50
6	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	5940		68.41	F	A653-Gr50
7	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	5770		66.46	G	A653-Gr50
8	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	5600		64.50	H	A653-Gr50
9	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	5370		61.85	I	A653-Gr50
10	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	5140		59.20	J	A653-Gr50
11	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	4850		55.86	K	A653-Gr50
12	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	4550		52.40	L	A653-Gr50
13	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	4210		48.49	M	A653-Gr50
14	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	3830		44.11	N	A653-Gr50
15	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	3420		39.39	O	A653-Gr50
16	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	2960		34.09	P	A653-Gr50
17	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	1830		21.08	R	A653-Gr50
18	2		CERRAMIENTO (W) 203x5.70Kg/m.	1180		13.59	S	A653-Gr50
						PESO TOTAL :	1023.10	

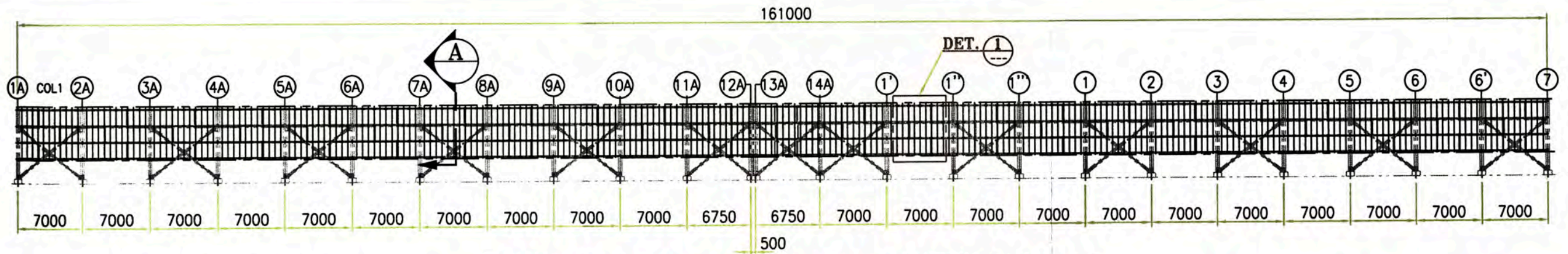


SECCION A-A
PERFIL ACANALADO

DISEÑO : F. RIVERO
 DIBUJO : J. GARCIA
 REVISO : L. SAN MIGUEL
 ESCALA : INDICADA
 FECHA : 13/05/13

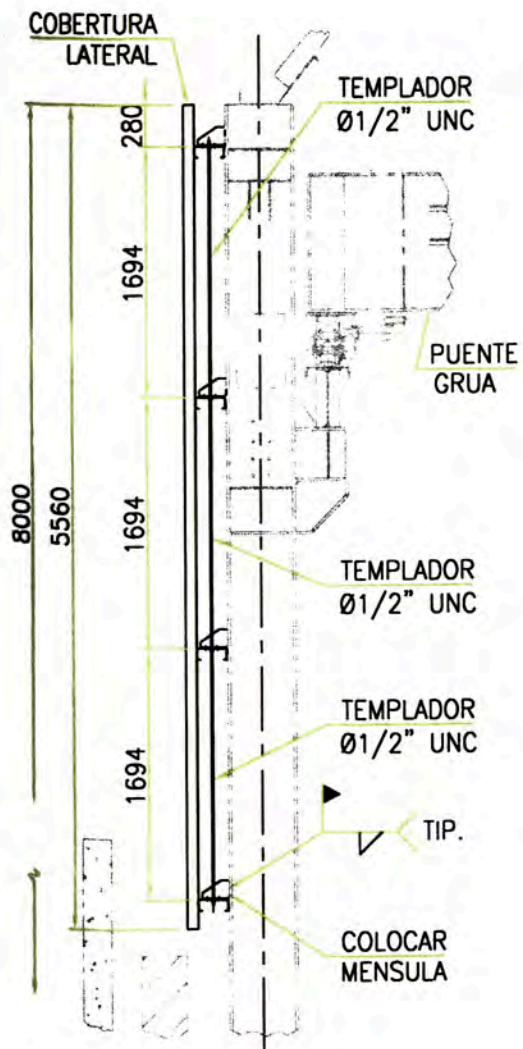
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO
 CERRAMIENTO FRONTAL Y POSTERIOR
 PLANO N°: TA-02

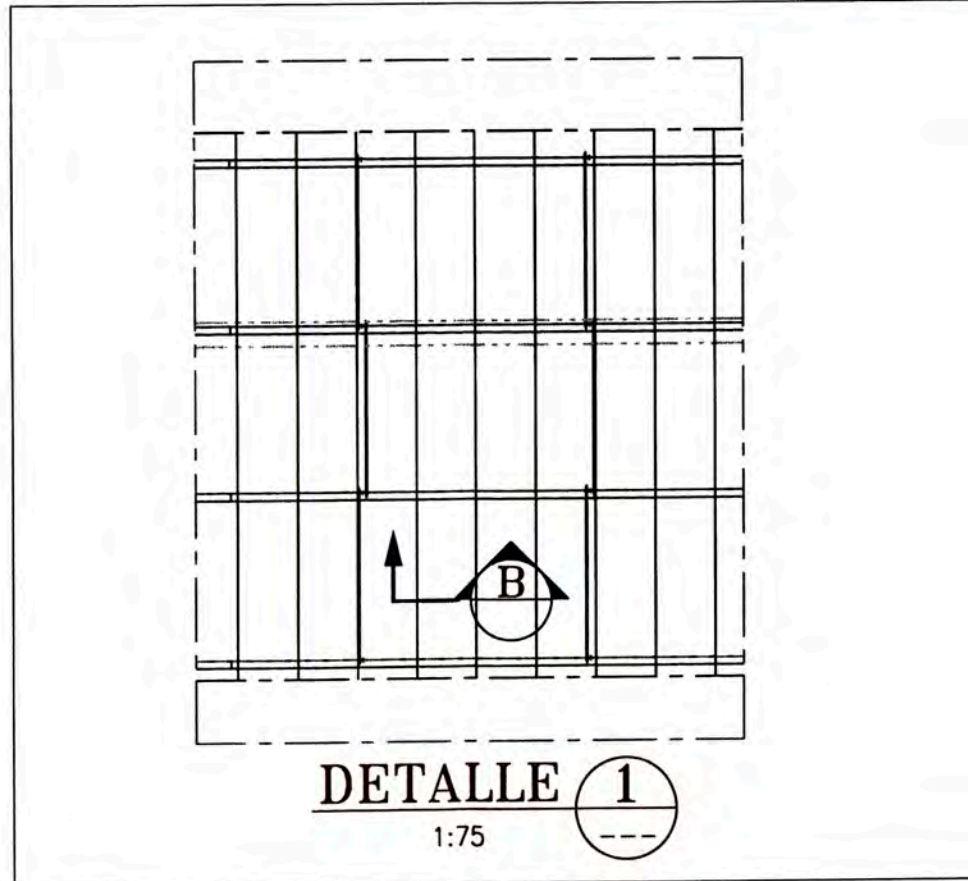


ELEVACION EJE 1 – CERRAMIENTO LATERAL

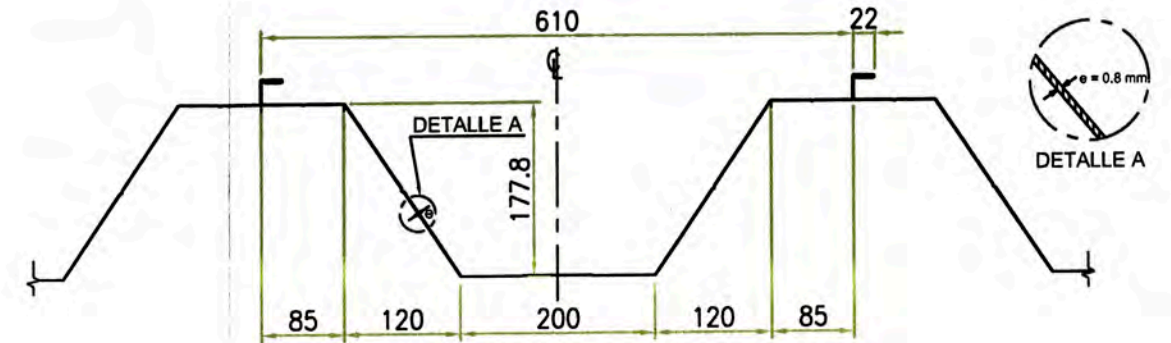
ESC. S/E



SECCION A
1:50



DETALLE 1
1:75



SECCION B-B
PERFIL ACANALADO

1	270	CERRAMIENTO LATERAL	PESO	TOTAL	12438.92 Kg.
			5560	12438.92	A653-Gr50

ITEM	TOTAL N° PIEZAS	DESCRIPCION	LONG.	UNIT. PESO (Kg)	TOTAL	MARCAS	MATERIAL
------	-----------------	-------------	-------	-----------------	-------	--------	----------

LISTA DE MATERIALES

DISEÑO : F. RIVERO	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	TITULO CERRAMIENTO LATERAL
DIBUJO : J. GARCIA		
REVISO : L. SAN MIGUEL		
ESCALA : INDICADA		
FECHA : 16/05/13	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PLANO N°: TA-03

APÉNDICE A

❖ DIAGRAMA MEDIO / FINES

CURSO : ELABORACION DE INFORME DE SUFICIENCIA
 METOLOGIA DE LA INVESTIGACION
 ALUMNO : LUIS SAN MIGUEL SANCHEZ
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 FECHA : 22/ 03 / 2013

DIAGRAMA MEDIOS / FINES
 EXPRESADO EN TERMINOS DE CRITERIO DE EVALUACION

PROPOSITO = OBJETIVO PRINCIPAL
FABRICACION Y MONTAJE DE UNA NAVE INDUSTRIAL
 CON TECHO 50 Ton. AUTOSOPORTADO CON UNA LUZ DE 25 mts. X 161 mts. De longitud

OPERACION	CONSIDERACIONES
PLANTA : AL NIVEL DE MAR.	TEMPERATURA MAXIMA : 26 +/- 1 °C
LUGAR : CHILCA	TEMPERATURA MINIMA : 10 +/- 1 °C
VELOCIDAD DEL VIENTO: 75 KPH	

TABLA DE EVALUACION FINAL	
LONG X ANCHO MTS.	161 x 25 mts
PESO DEL TECHO AUTOSOPORTADO	50 Tons.



EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO DEL COMPONENTE



COMPONENTE N ° 1

Actividad	Entregable
Actividad 1.4 MONTAJE DEL TECHO AUTOSOPORTADO	Techo Autoportado
Actividad 1.3 PROCESO DE MONTAJE DEL TECHO AUTOSOPORTADO	Plano de montaje
Actividad 1.2 PROCESO DE ENGRAMPADO POR SECTORES DE 3 PZAS PARA MONTAJE	Croquis de engrampado
Actividad 1.1 FABRICACION TECHO AUTOSOPORTADO	Plano de fabricacion de techo autosoportado

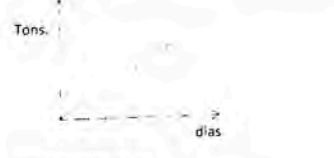
EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO DEL COMPONENTE



COMPONENTE N ° 2

Actividad	Entregable
Actividad 2.4 MONTAJE DEL CERRAMIENTO LATERAL	Cerramiento
Actividad 2.3 FABRICACION DEL CERRAMIENTO LATERAL	Planos de fabricacion
Actividad 2.2 MONTAJE DEL CERRAMIENTO FRONTAL Y POSTERIOR	Plano de Montaje
Actividad 2.1 FABRICACION DEL CERRAMIENTO FRONTAL Y POSTERIOR	Plano de fabricacion

EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO DEL COMPONENTE



COMPONENTE N ° 3

Actividad	Entregable
Actividad 3.4 MONTAJE DE LUMINARIAS	Luminarias
Actividad 3.3 PROCESO DE MONTAJE DE LUMINARIAS	Planos de montaje de luminarias
Actividad 3.2 FABRICACION DE SOPORTES DE LUMINARIAS	Planos de fabricacion de soportes
Actividad 3.1 UBICACION DE LUMINARIAS	Planos de ubicacion de luminarias

EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO DEL COMPONENTE



COMPONENTE N ° 4

Actividad	Entregable
Actividad 4.3 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	Presupuesto y Cronograma
Actividad 4.2 PRESUPUESTO DE FABRICACION Y MONTAJE	Estimacion de costos
Actividad 4.1 CRONOGRAMA DE FABRICACION Y MONTAJE	Diagrama de gant

ANEXO A

1. Propiedades geométricas de la sección del perfil acanalado.

❖ Dimensiones del arco.

Luz Libre: 25 m.

Largo de la nave: 161 m.

Flecha: 6.135 m.

Longitud interior del arco: 28.468 m.

Angulo de inclinación: 52.5 °

Cálculo del momento de inercia, radio de giro y módulo de sección de la figura: A.1

En el eje x-x

• Centro de gravedad

$$Y_c = \frac{\sum Ay}{\sum A} \quad (1)$$

$$Y_c = [(A_1 \times 0.04) + 2(A_2 \times 8.90) + 2(A_3 \times 17.74)] / [(A_1) + 2(A_2) + 2(A_3)] \quad (2)$$

Dónde:

$$A_1 = 19.92 \times 0.08 = 1.59 \text{ cm}^2 \quad (3)$$

$$A_2 = 21.36 \times 0.08 = 1.71 \text{ cm}^2 \quad (4)$$

$$A_3 = 8.5 \times 0.08 = 0.68 \text{ cm}^2 \quad (5)$$

Cálculo de $\sum Ay$:

$$\sum Ay = A_1 \times 0.04 + 2 \times A_2 \times 8.90 + 2 \times A_3 \times 17.74 \quad (6)$$

Reemplazando (3), (4) y (5) en (6), se obtiene:

$$\sum Ay = 54.63 \text{ cm}^3 \quad (7)$$

A continuación calculamos $\sum A$:

$$\sum A = A_1 + 2 \times A_2 + 2 \times A_3 \quad (8)$$

Reemplazando (3), (4) y (5) en (8), resulta:

$$\Sigma A = 6.37 \text{ cm}^2 \quad (9)$$

Luego, reemplazando (7) y (9) en la ecuación (1), tenemos:

$$Y_c = 54.63 \text{ cm}^3 / 6.37 \text{ cm}^2$$

$$Y_c = 8.57 \text{ cm} \quad (10)$$

- **Momento de inercia**

La expresión para calcular el momento de inercia según Steiner, es:

$$I_{x_c} = \Sigma I_{x_i} + \Sigma A d^2 \quad (11)$$

A continuación calculamos ΣI_x :

$$\Sigma I_x = I_{x_1} + I_{x_2} + I_{x_3} + I_{x_4} + I_{x_5} \quad (12)$$

Cálculo de I_{x_1} :

$$I_{x_1} = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (13)$$

$$I_{x_1} = (19.92 \times 0.08^3) / 12 = 8.49 \times 10^{-4}$$

Cálculo de I_{x_2} , I_{x_3} :

$$I_{x_2} = I_{x_3} = \frac{A \cdot y^2}{12} \quad (14)$$

$$I_{x_2} = I_{x_3} = (1.71 \times 17.62^2) / 12 = 45.05$$

Cálculo de I_{x_4} , I_{x_5} :

$$I_{x_4} = I_{x_5} = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (15)$$

$$I_{x_4} = I_{x_5} = (8.5 \times 0.08^3) / 12 = 3.63 \times 10^{-4}$$

Reemplazando los parciales de (13), (14) y (15) en (12), se tiene:

$$\Sigma I_x = 90.104 \text{ cm}^4 \quad (16)$$

A continuación calculamos la distancia "d"

$$d = Y_c - y \quad (17)$$

Dónde:

$$y_1 = 0.04 \text{ cm.} \quad (18)$$

$$y_2 = 8.90 \text{ cm.} \quad (19)$$

$$y_3 = 17.74 \text{ cm.} \quad (20)$$

Reemplazando (9), (18), (19), (20) en (17), se tiene:

$$d_1 = Y_c - y_1 = 8.57 - 0.04 = 8.53 \text{ cm} \quad (21)$$

$$d_2 = d_3 = y_2 - Y_c = 8.90 - 8.61 = 0.29 \text{ cm} \quad (22)$$

$$d_4 = d_5 = y_3 - Y_c = 17.74 - 8.57 = 9.17 \text{ cm} \quad (23)$$

Reemplazando (3), (4), (5), (21), (22) y (23) en la ecuación (24), se tiene:

$$\sum A * d^2 = A_1 * d + 2A_2 * d_2^2 + 2A_3 * d_3^2 \quad (24)$$

$$\sum A * d^2 = 1.59 \times 8.53^2 + 2 \times 1.71 \times 0.29^2 + 2 \times 0.68 \times 9.17^2 = 230.34 \quad (25)$$

$$\sum A * d^2 = 230.34 \text{ cm}^4 \quad (26)$$

Luego, reemplazando (16), (26) en (11), se tiene:

$$I_{xc} = 90.104 + 230.34 = 320.44 \text{ cm}^2$$

$$I_{xc} = 320.44 \text{ cm}^4 \quad (27)$$

- Radio de giro

El radio de giro se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$r_x = \sqrt{I_{xc}/A} \quad (28)$$

Reemplazando (27) y (9) en la ecuación (28), se tiene:

$$r_x = \sqrt{\frac{320.44}{6.37}} = 7.1 \text{ cm}$$

$$r_x = 7.1 \text{ cm.}$$

- **Módulo de sección**

Así mismo se calcula el módulo de sección (S) con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{I_{xc}}{Y_c} \quad (29)$$

Reemplazando (27), (9) en (29), se tiene:

$$S_{min} = 320.44 / 8.57 = 37.39 \text{ cm}^3$$

Además, se tiene S_{max}

$$S_{max} = 320.44 / 9.21 = 34.79 \text{ cm}^3$$

- **Resumen**

A continuación se presenta el Cuadro A.1 mostrando el resumen de la sección

del perfil acanalado por cálculo analítico.

Cuadro A.1.- Resumen de la sección del perfil acanalado por cálculo analítico

Calibre	Peso	Área	Eje x			
			Ix	rx	Sx top	Sx bot
mm	Kg/m ²	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³
0.8	9.57	6.37	320.44	7.10	34.79	37.39

A continuación en la Fig. A.1 se muestra la sección del perfil $\omega 203 \times 5.75$ Kg/m

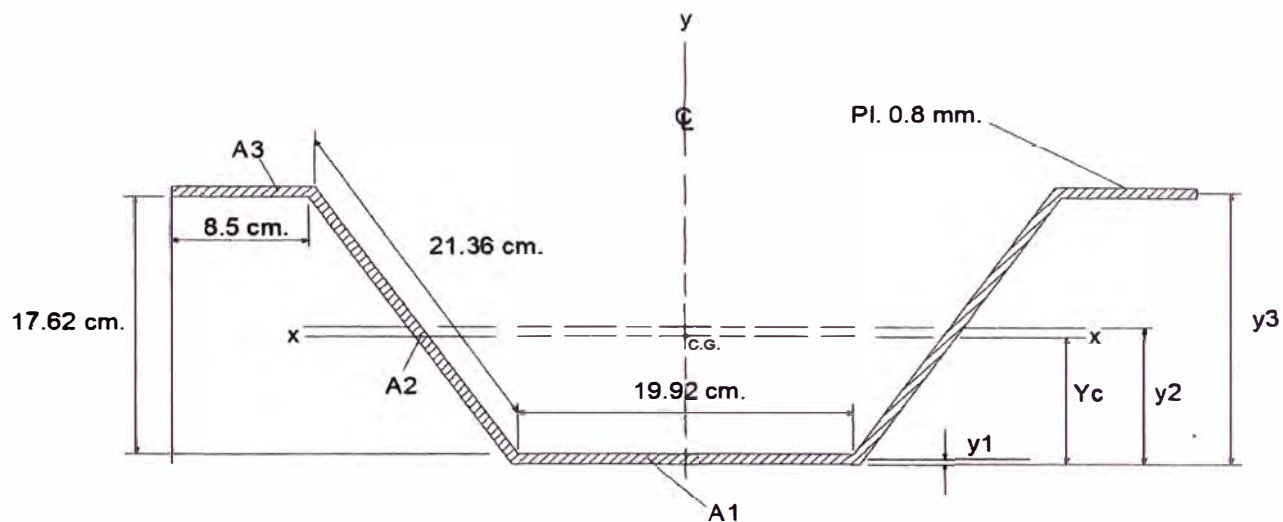


Fig. A.1 Sección del perfil $\omega 203 \times 5.75$ Kg/m

Además se presenta la Fig. A.2 mostrando las dimensiones del perfil acanalado

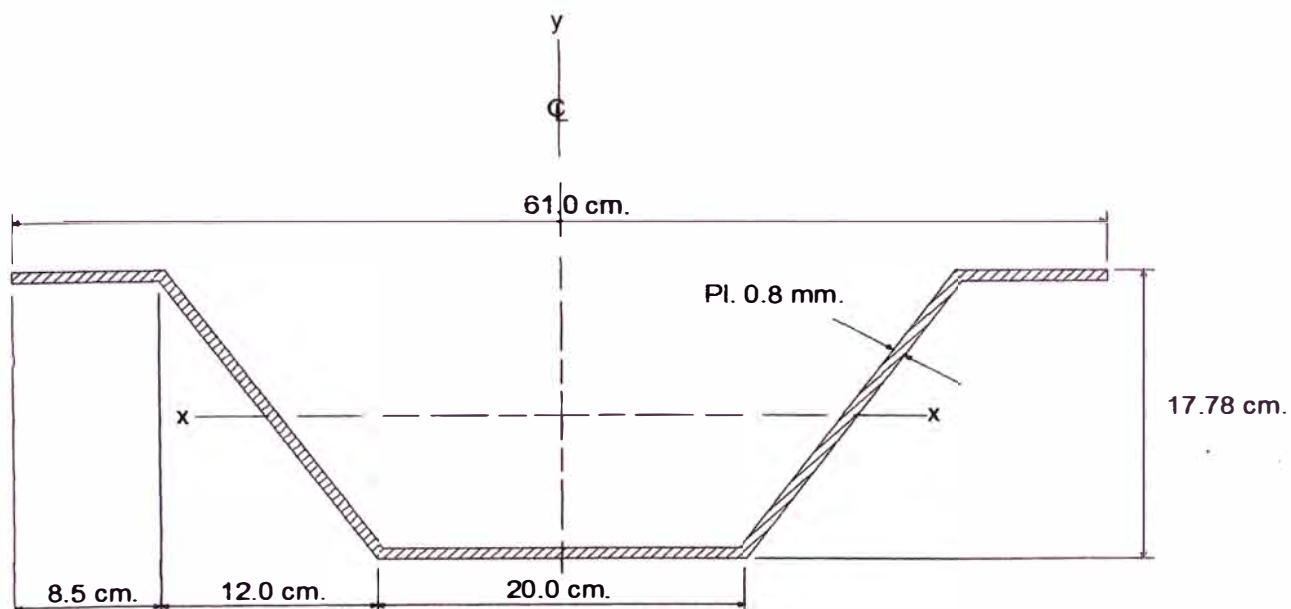
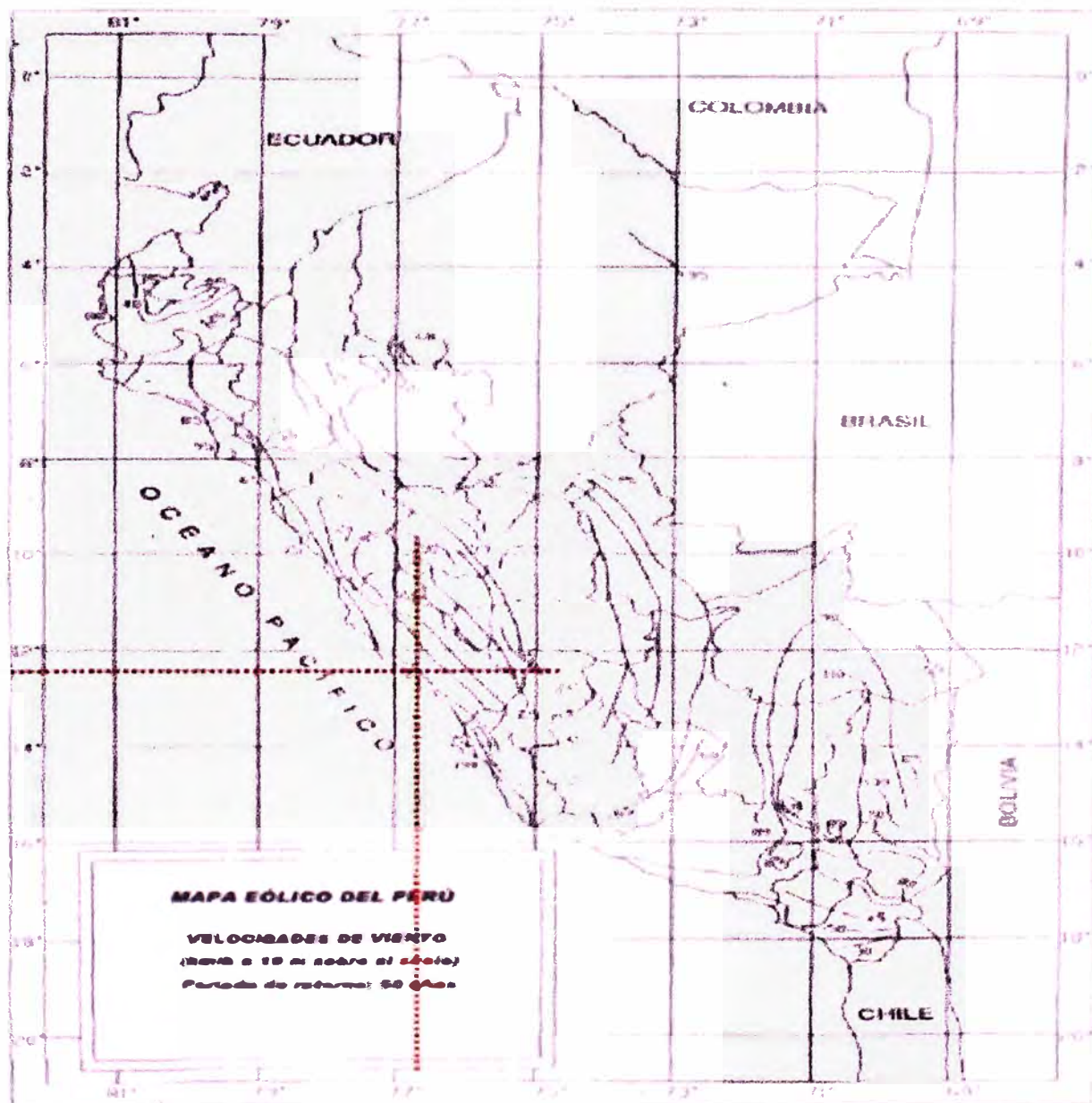


Fig. A.2.- Dimensiones del Perfil Acanalado

ANEXO B

MAPA EÓLICA [4]



MAPA DE RIESGO DE VIENTO. Velocidades básicas de viento
 Coordenadas geográficas: 12.510325,-76.738129

ANEXO C

CARGA DEBIDO AL VIENTO [4]

CARGAS DEBIDA AL VIENTO

Velocidad de diseño

- _ Hasta 10 m de altura la velocidad será $V= 75.00$ km/h
- _ Para cada altura del edificio la velocidad se obtendrá de:

$$V_h = V (h/10)^{0.22}$$

donde:

V_h : velocidad de diseño en la altura h en Km/h

V : velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/ h

h: altura sobre el terreno en metros

82.00
75
15

 m

Cargas del viento

Se calcula mediante la expresión:

- . Presión dinámica (q)

$$q = 0.005 \times V_h^2$$

- . Presión (p)

$$p = C \times q$$

donde:

P: Presión o succión del viento a una altura h en kgf/m²

C: Factor de forma adimensional (ver tabla)

V_h : velocidad de diseño a la altura h, en Km/h

Considerando techo curvo con un ángulo de inclinación que no exceda 45 grados

	BARLOVENTO	SOTAVENTO	
h=	15	15	
q=	33.62	33.62	Kgf/m ²
P=	27	-17	Kgf/m ²
C=	0.8	-0.5	
Vh=	82.00	82.00	km/h

Cuadro C.1.- Cargas debido al viento [4]

ANEXO D

La nueva planta esta proyecta para trabajar en dos turnos, para lo cual se requiere la iluminación en el interior de la planta para desarrollar los trabajos de fabricación de estructuras metálicas.

A continuación se presenta el proceso de cálculo de luminarias que requiere la nueva planta.

1- LUMINARIAS

LUMINARIAS INTERIOR PLANTA

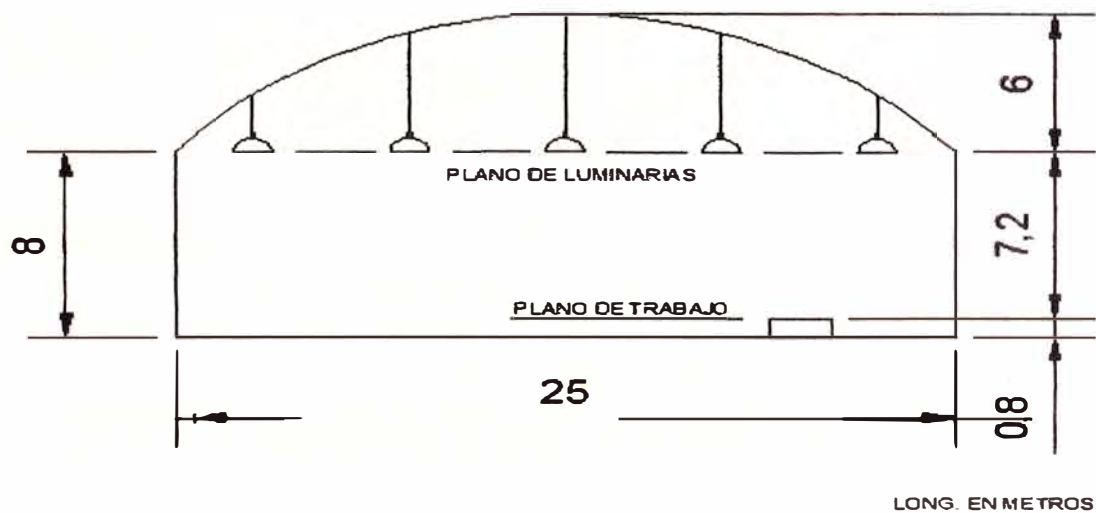


Fig. D.1 Esquema de Luminarias

- SISTEMA DE ALUMBRADO

Para el cálculo se requiere las dimensiones del local y la altura del plano de trabajo

(La altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente es 0.80 m.

(Ver Fig. D.1)

- Determinar el coeficiente de iluminación (K)

$$K = \frac{\text{ancho} \times \text{largo}}{\text{Altura a la mesa de trabajo} \times (\text{ancho} + \text{largo})} \quad (1)$$

Dato:

$$\text{Altura a la mesa de trabajo} = 7.2 \text{ m} \quad (2)$$

$$\text{Ancho} = 25 \text{ m} \quad (3)$$

$$\text{Largo} = 161 \text{ m} \quad (4)$$

Reemplazando (2), (3), (4) en (1) tenemos:

$$K = \frac{25 \text{ m} \times 161 \text{ m}}{7.2 \text{ m} \times (25 + 161 \text{ m})} = 3.47$$

$$\text{Entonces } K = 3 \quad (5)$$

- Factor de mantenimiento.

Las luminarias se limpian frecuentemente y se reemplazan en grupo según las horas utilizadas.

$$F_m = 0.7$$

Corresponde a una luminaria de Sodio de alta presión cuyo

Flujo luminoso es de 55,000 lúmenes para 400w.

- Coeficiente de reflexión.

La planta tiene techo de plancha galvanizada de color blanco y paredes.

Techo: 0.5

Pared: 0.3

Suelo: 0.1

Lo cual se selecciona un factor de utilización

$F_u = 0.65$

- NUMERO DE LUMINARIAS

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{E \times S}{\varnothing L_m \times F_u} \quad (6)$$

E = Iluminación interior de la nave industrial, trabajo medio 1000 lux. (7)

S = Superficie del plano de trabajo (Ancho x Largo) (8)

$\varnothing L$ = Flujo luminoso de una lámpara (9)

F_m = Factor de mantenimiento (10)

F_u = Factor de utilización (11)

Reemplazando (7), (8), (9), (10), (11) en (6), tenemos:

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{100 \times (25 \times 161)}{55000 \times 0.65} = 159 \quad (12)$$

- Emplazamiento de las luminarias en la planta.

$$N^{\circ} \text{ de luminarias a lo ancho de la planta} = \sqrt{\frac{\text{Numero de luminarias}}{\text{Longitud de planta}}} \quad (13)$$

Reemplazando (4) y (12) en (13), tenemos:

$$N^{\circ} \text{ de luminarias a lo ancho de la planta} = \sqrt{\frac{159 \times 25}{161}} = 4.96 \quad (14)$$

$$\text{N}^\circ \text{ de luminarias a lo ancho de la planta} = 5 \text{ luminarias} \quad (15)$$

$$\text{N}^\circ \text{ de luminarias a lo largo de la planta} = \sqrt{\frac{\text{N}^\circ \text{ de luminarias a lo ancho} \times \text{longitud de planta}}{\text{ancho de planta}}} \quad (16)$$

Reemplazando (3), (4), (15) en (16), tenemos:

$$\text{N}^\circ \text{ de luminarias a lo largo de la planta} = \sqrt{\frac{5 \times 161}{25}} = 32.20 \quad (17)$$

$$\text{N}^\circ \text{ de luminarias a lo largo de la planta} = 32 \text{ luminarias} \quad (18)$$

Resumen:

La planta contara con 160 Luminarias distribuidas de la siguiente manera:

A lo ancho de la planta: 5 luminarias

A lo largo de la planta: 32 luminarias.

Se presenta la Foto D.1 Montaje de luminarias

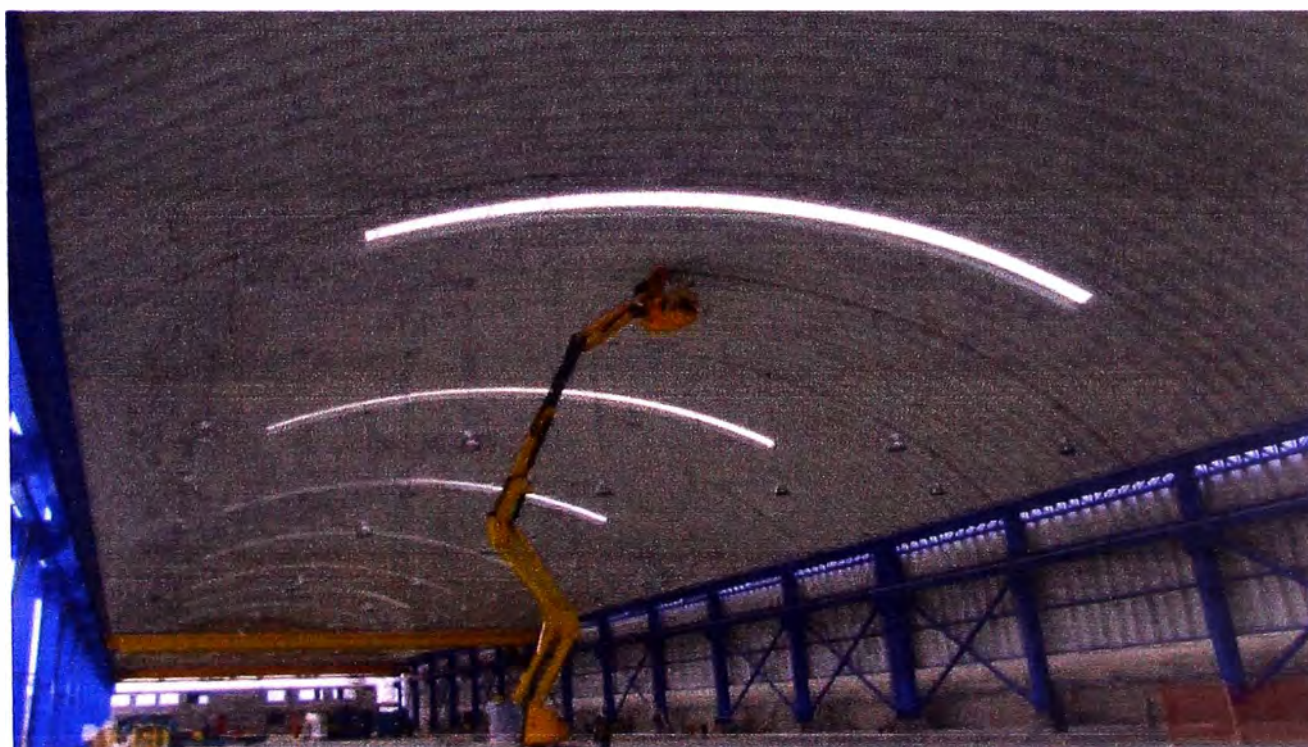


Foto D.1.- Montaje de Luminarias

ANEXO E

- **Cálculo Analítico**

Arcos.

Los arcos son estructuras compuestas por una única pieza, cuya directriz es habitualmente una curva plana que absorben esfuerzos axiales, de flexión y de cortadura.

Como caso general existen también arcos especiales cuya directriz es una curva no plana, en muchas ocasiones los arcos se encuentran integrados a otras estructuras más complejas de tipo pórtico plano o espacial.

Tipos de arcos.

- A- Arcos doblemente empotrados
- B- Arco doblemente articulado
- C- Arco triarticulado

Para el desarrollo de la tesis se analizara el Arco doblemente articulado.

En la Fig. E-1 se muestra el arco doblemente articulado.

ARCO DOBLEMENTE ARTICULADO

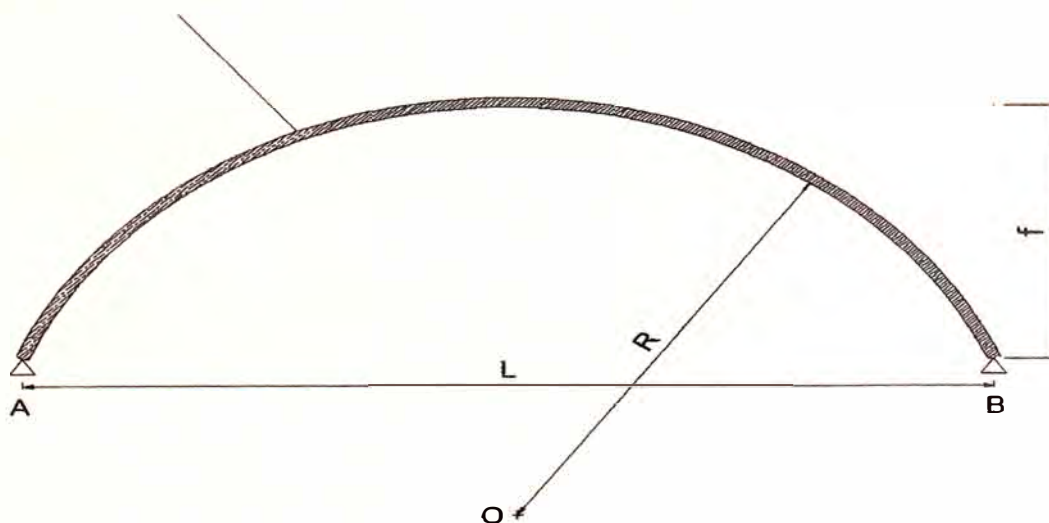


Fig. E-1 Arco doblemente articulado

Cargas [18]

Carga propia - carga muerta

Es la Carga vertical aplicada sobre una estructura, es el peso de la estructura más la de los elementos permanentes. Fig. E-2 (a)

Carga Viva.

Son cargas gravitacionales que actúan durante la vida útil de la estructura, como por ejemplo: peso propio de la estructura y el peso de los elementos

Añadidos a la estructura como los acabados, cualquier otro dispositivo que quede fijo a la estructura Fig. E-2 (b), (d)

Carga de Viento.

El viento es un fluido en movimiento, sin embargo para simplificar el diseño se supone que actúa como una carga estática sobre las estructuras convencionales. Fig. E-2 (c), (e)

Las cargas (g) Kg/m se distribuyen a lo largo de la directriz se muestra en la Fig. E-3 (a)

A continuación se presenta la Fig. E-2 muestra los tipos de cargas

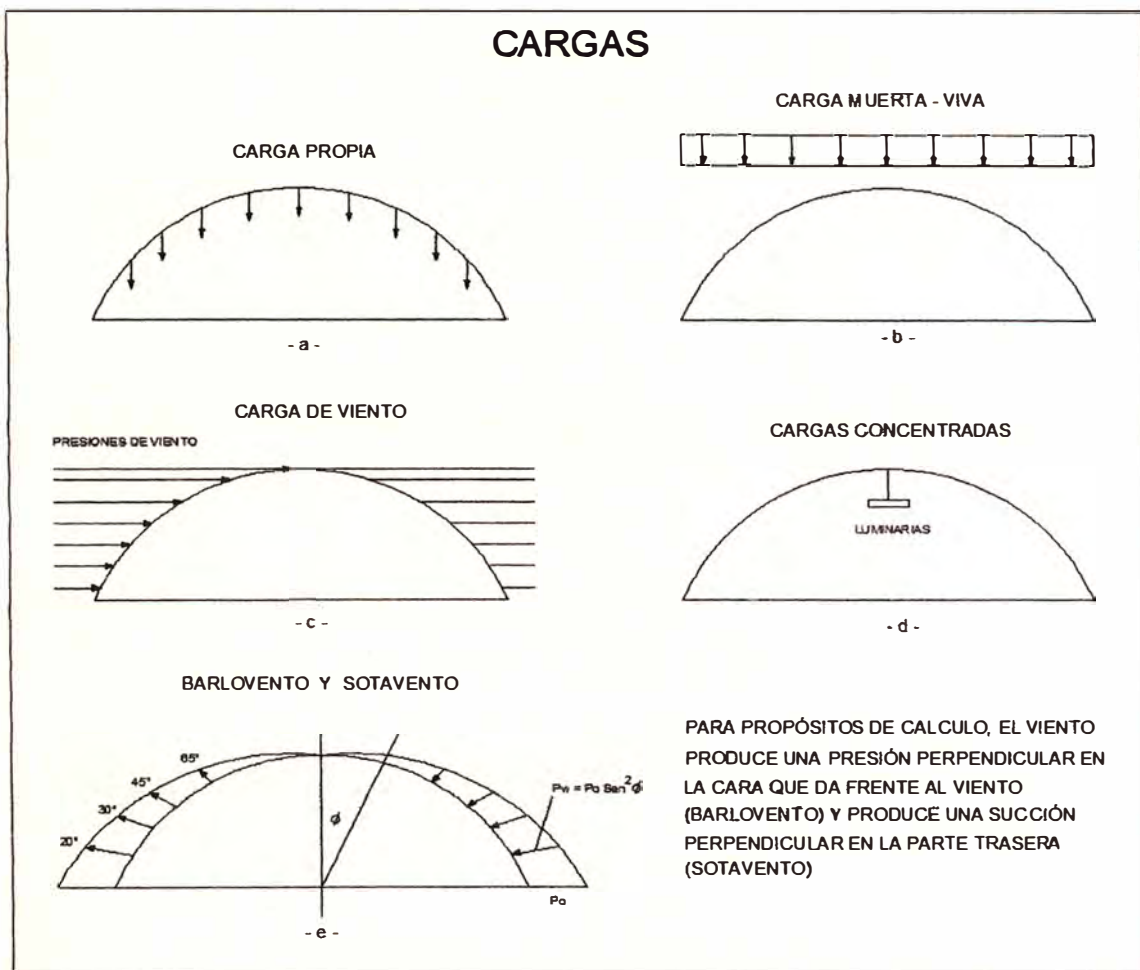


Fig. E-2 muestra los tipos de cargas

Reacciones.

Las reacciones verticales son positivas cuando actúan hacia arriba.

Las reacciones horizontales son positivas cuando actúan hacia el centro de un arco o una estructura.

Se presenta la Fig. E-3 mostrando las reacciones de la carga (g) Kg/m distribuida a lo largo de la directriz.

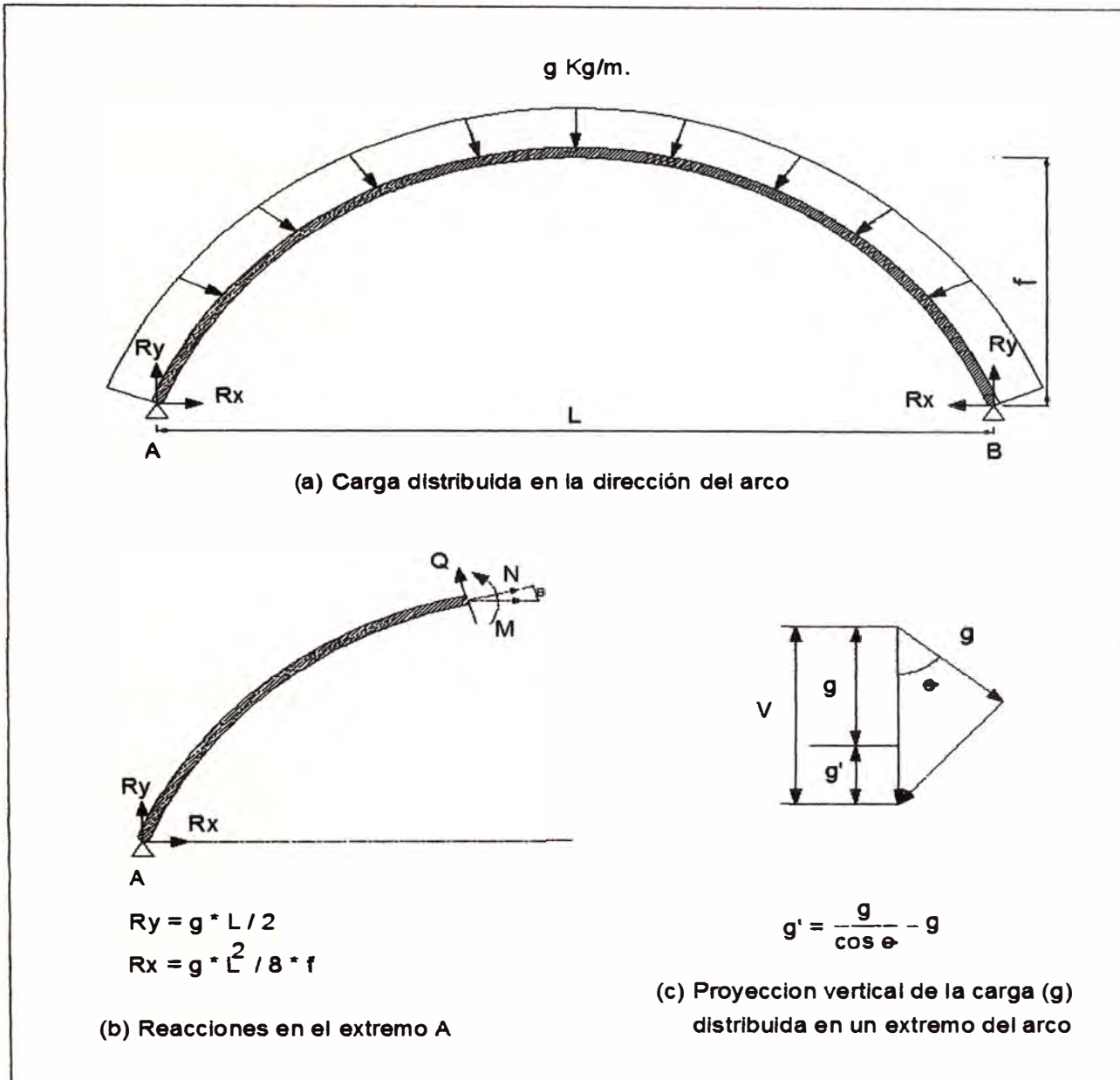


Fig. E-3 Reacciones – Carga distribuidas en el arco [14]

a) Cálculo de las reacciones R_y , R_x de los apoyos A y B de la carga distribuida (g) de la Fig. E-3 (a)

Dónde:

$$R_y = R_Y + R'y$$

$$R_x = R_X + R'x$$

Para lo cual se empezara calculando las reacciones de la Carga Propia.

Datos:

a) Carga propia del techo auto soportado: $9.36 \text{ Kg. } / \text{m}^2$ ($g=5.7 \text{ Kg/m.}$) (1)

b) $L = 24.567 \text{ m}$ (2)

c) $f = 6.135 \text{ m}$ (3)

• **Cálculo de las reacciones: RY, RX, tenemos:**

$$- \quad RY = \frac{g * L}{2} \quad (4)$$

Reemplazando valores (1), (2), en (4), tenemos:

$$RY = \frac{5.7 * 24.567}{2} = 70.015 \text{ Kgf.} \quad (5)$$

$$- \quad RX = \frac{g * L^2}{8 * f} \quad (6)$$

Reemplazando valores (1), (2), y (3) en (6), tenemos:

$$RX = \frac{5.7 * 24.567^2}{8 * 6.135} = 70.09 \text{ Kgf.} \quad (7)$$

Edemas:

Calculo de la proyección vertical (g')

$$\theta = \text{tag}^{-1} * 8 * \left(\frac{f}{L}\right) * C \quad (8)$$

Dónde: $c = 0.5$ (9)

Reemplazando (2), (3), (8) y (9) en la ecuación (8), tenemos:

$$\theta = \text{tag}^{-1} * 8 * \left(\frac{6.135}{24.567}\right) * 0.5 = 45^\circ$$

$$\theta = 45^\circ \quad (10)$$

A continuación de la Fig. E-3 (c), calculamos (g')

$$g' = \frac{g}{\cos \theta} - g \quad (11)$$

Dónde: $g = 5.7 \text{ Kg/m.}$

Reemplazando (10) y el valor de (g), en la ecuación (11), tenemos

$$g' = \frac{5.7}{\cos 45} - 5.7 = 2.36 \text{ Kg/m} \quad (12)$$

- **Calculo de R'y, R'x**

$$R'y = \frac{g' * L}{6} = \frac{2.36 * 24.567^2}{6} = 9.66 \text{ Kgf.} \quad (13)$$

$$R'x = \frac{g' * L^2}{42 * f} = \frac{2.36 * 24.567^2}{42 * 6.135} = 5.52 \text{ Kgf.} \quad (14)$$

En resumen las cargas verticales con (g) y (g') serán:

$$Ry = 70.015 + 9.66 = 79.67 \text{ Kgf.} \quad (15)$$

$$Rx = 70.09 + 5.52 = 75.61 \text{ Kgf.} \quad (16)$$

Las reacciones en el punto de articulación A y B, son iguales, por lo tanto:

$$Ry (A) = Ry (B), \text{ y}$$

$$Rx (A) = Rx (B)$$

El Momento (M) y el cortante (Q) es cero en los puntos A, B.

- **Cálculo de reacciones por viento.**

$$RY = \frac{5 * gv * f}{7} \times fs. \quad (17)$$

$$RX = \frac{2 * gv * f}{7} \times fs. \quad (18)$$

Dónde:

$$gv = 20.54 \text{ Kgf/m.} \quad (19)$$

$$fs = 1.6 \quad (20)$$

Reemplazando (3), (19) y (20) en (17) y (18), tenemos:

$$RY = \frac{5 * 20.54 * 6.135}{7} \times 1.6 = 144.01 \text{ Kgf.} \quad (21)$$

$$RX = \frac{2 * 20.54 * 6.135}{7} \times 1.6 = 57.60 \text{ Kgf.} \quad (22)$$

- **Resumen de las Reacciones en la articulación (A) de la Carga Muerta, Viva y Viento.**

Cuadro N° E-1 Resumen de Reacciones

Reacciones cargas	Carga distribuida (g) Kg / m		Carga distribuida (g') Kg / m		Resumen (g) + (g')	
	RY Kgf.	RX Kgf.	R'y Kgf.	R'x Kgf.	Ry Kgf.	Rx Kgf.
Carga P.P.	70.015	70.09	9.66	5.52	79.67	75.61
Carga Muerta	36.85	36.89	5.07	2.902	41.92	39.80
Carga Viva	225.61	226.68	30.97	17.71	256.58	244.40
Carga Viento	144.01	57.60	0.0	0.0	144.01	57.60

b) Calculo de Momento en el Nudo (7).

Momentos por carga propia.

De la Fig. E-3 (b), tenemos:

$$M = \frac{g \cdot L}{2} * x - \frac{g \cdot L^2}{8 \cdot f} * y - \frac{g \cdot x^2}{2} \quad (23)$$

Dónde: (Barra 7)

$$x = 5.38 \text{ m.}$$

(24)

$$y = 7.132 \text{ m.}$$

(25)

$$g = 5.7 \text{ Kgf/m.}$$

(26)

Reemplazando (2), (3), (24), (25) y (26) en (23), tenemos:

$$M = \frac{5.7 \cdot 24.567}{2} * 7.132 - \frac{5.7 \cdot 24.567^2}{8 \cdot 6.135} * 5.38 - \frac{5.7 \cdot 5.38^2}{2} = 16.49$$

A continuación se presenta el cuadro N° E-2, mostrando los resultados de los momentos por las cargas: P.P., Muerta, Viva y Viento en el nudo (7)

Cuadro N° E-2 Resumen de Momentos

Momentos Por:	$\frac{g*L}{2} * x$	$-\frac{g * L^2}{8 * f} * y$	$-\frac{g * x^2}{2}$	Momento Total Kgf-m.
Carga P.P.	568.20	- 406.78	- 144.96	+16.49
Carga Muerta	298.97	- 214.12	- 76.29	+ 8.56
Carga Viva	1829.92	-1314.87	- 462.87	+ 52.18
Carga Viento	1027.07	- 309.88	- 522.38	+194.81
			Total (M)	+ 272.08

Momento total. - Nudo (7)

Por combinación (3), Pág. 35, tenemos:

$$M = 219.86 \text{ Kgf.-m. (21,986 Kgf-cm.)}$$

$$\text{Esfuerzo a la flexión: } \sigma_f = \frac{M}{S_x} \quad (27)$$

Dónde:

$S_x\text{-top} = 34.6 \text{ cm}^3$ (Cuadro A-1, pag. 82), tenemos:

$$\sigma_x = \frac{21,986 \text{ Kgf.cm}}{34.79 \text{ cm}^3} = 631.96 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_x = 631.96 \text{ Kgf/cm}^2 \quad (\text{SAP} = 818 \text{ Kgf/cm}^2) \quad (28)$$

c) Cálculo de la Fuerza de corte.

Fuerza de corte por carga propia.

De la Fig. E-3 (b), tenemos:

$$Q = g * x * \cos\alpha + \frac{g*L^2}{8*f} \text{ sen}\alpha - \frac{g*L}{2} \cos\alpha \quad (29)$$

$$\alpha = 20^\circ \quad (30)$$

Reemplazando (2), (3), (24), (25), (25) y (26) en la ecuación (29), tenemos:

$$Q = 5.70 * 7.132 * \cos 20^\circ + \frac{5.7 * 24.567^2}{8 * \square} \text{ Sen } 20^\circ - \frac{5.7 * 24.567}{2} \text{ con } 20^\circ$$

$$Q = -3.62 \text{ Kgf.}$$

A continuación se presenta el cuadro E-3, mostrando los resultados de la fuerza de corte por las cargas: P.P., Muerta, Viva y Viento en el nudo (7)

Cuadro E-3 Resumen de la Fuerza de corte.

Fuerza de corte	$g * x * \cos\alpha$	$\frac{g*L^2}{8*f} \text{sen}\alpha$	$\frac{g * L}{2} \cos\alpha$	Fuerza de Corte Kgf.
Carga P.P.	38.20	23.97	-65.79	-3.62
Carga Muerta	20.105	12.61	-34.62	-1.90
Carga Viva	121.97	76.54	-210.07	-11.55
Carga de Viento	134.90	84.66	-232.35	-12.78
			Total (Q)	-29.86

Fuerza de corte. - Nudo (7).

Por combinación (3), Pág. 35, tenemos:

$$Q = 18.3 \text{ Kgf.} \quad (31)$$

$$A = \text{Sección del perfil acanalado} = 6.37 \text{ cm}^2 \text{ (Cuadro A-1, Pág. 82)} \quad (32)$$

$$\text{Esfuerzo cortante} = \frac{Q}{A} \quad (33)$$

Reemplazando (31), (32) en (33) tenemos:

$$\sigma_Q = 18.3 \text{ Kgf}/6.37 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_Q = 2.87 \text{ Kgf}/\text{cm}^2 \quad (34)$$

d) Cálculo de la Fuerza Axial

Fuerza axial por carga propia.

De la Fig. E-3 (b), tenemos:

$$N = g*x*\text{sen}\alpha - \frac{g*L}{2} \text{sen}\alpha - \frac{g*L^2}{8*f} \cos\alpha \quad (35)$$

$$N = 5.7*7.132*\text{sen } 20^\circ - \frac{5.7*24.567}{2} \text{sen } 20^\circ - \frac{5.7*24.567^2}{8*6.135} \cos 20^\circ$$

$$N = 13.90 - 23.946 - 23.973$$

$$N = - 34.019 \text{ Kgf.}$$

A continuación se presenta el cuadro E-4, mostrando los resultados de la fuerza axial por las cargas: P.P., Muerta, Viva y Viento en el nudo (7)

Cuadro E-4 Resumen de la Fuerza axial

Carga Axial	$g \cdot x \cdot \text{sen} \alpha$	$\frac{g \cdot L}{2} \text{sen} \alpha$	$\frac{g \cdot L^2}{8 \cdot f} \text{cos} \alpha$	Fuerza Axial Total Kgf.
Carga P.P.	13.90	-23.946	-23.973	-34.019
Carga Muerta	7.317	-12.603	-12.638	-17.92
Carga Viva	44.39	-76.46	-76.54	-108.62
Carga de Viento	49.10	-84.57	-84.66	-120.13
			Total (N)	-280.689

Fuerza Axial. – Nudo (7).

Por combinación (3), Pág. 35, tenemos:

$$N = 172.06 \text{ Kgf.} \quad (35)$$

A= Área de la sección del perfil acanalado

$$A = 6.37 \text{ cm}^2 \text{ (cuadro A-1, pág. 82)} \quad (36)$$

$$\text{Esfuerzo axial: } \sigma_n = \frac{N}{A} \quad (37)$$

Reemplazando (35), (36) en (37), tenemos:

$$\sigma_N = 172.06 \text{ Kgf}/6.37 \text{ cm}^2 = 27.012 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_N = 27.012 \text{ Kgf/cm}^2 \quad (38)$$

ANEXO F

Cálculo de los pernos de fijación del perfil acanalado.

La cobertura acanalada se fijara mediante 4 Pernos de grado 2, con doble tuerca y doble arandela plana (Una para fijar el Perno al canalón y la otra para fijar la Cobertura acanalada a la viga canal) con diámetro de 3/8" por 1½" de longitud. (Ver Fig. F-1)

a) Diagrama del cuerpo libre

Se presenta la Fig. F-1.- Diagrama de Cuerpo libre de fijación del perfil acanalado

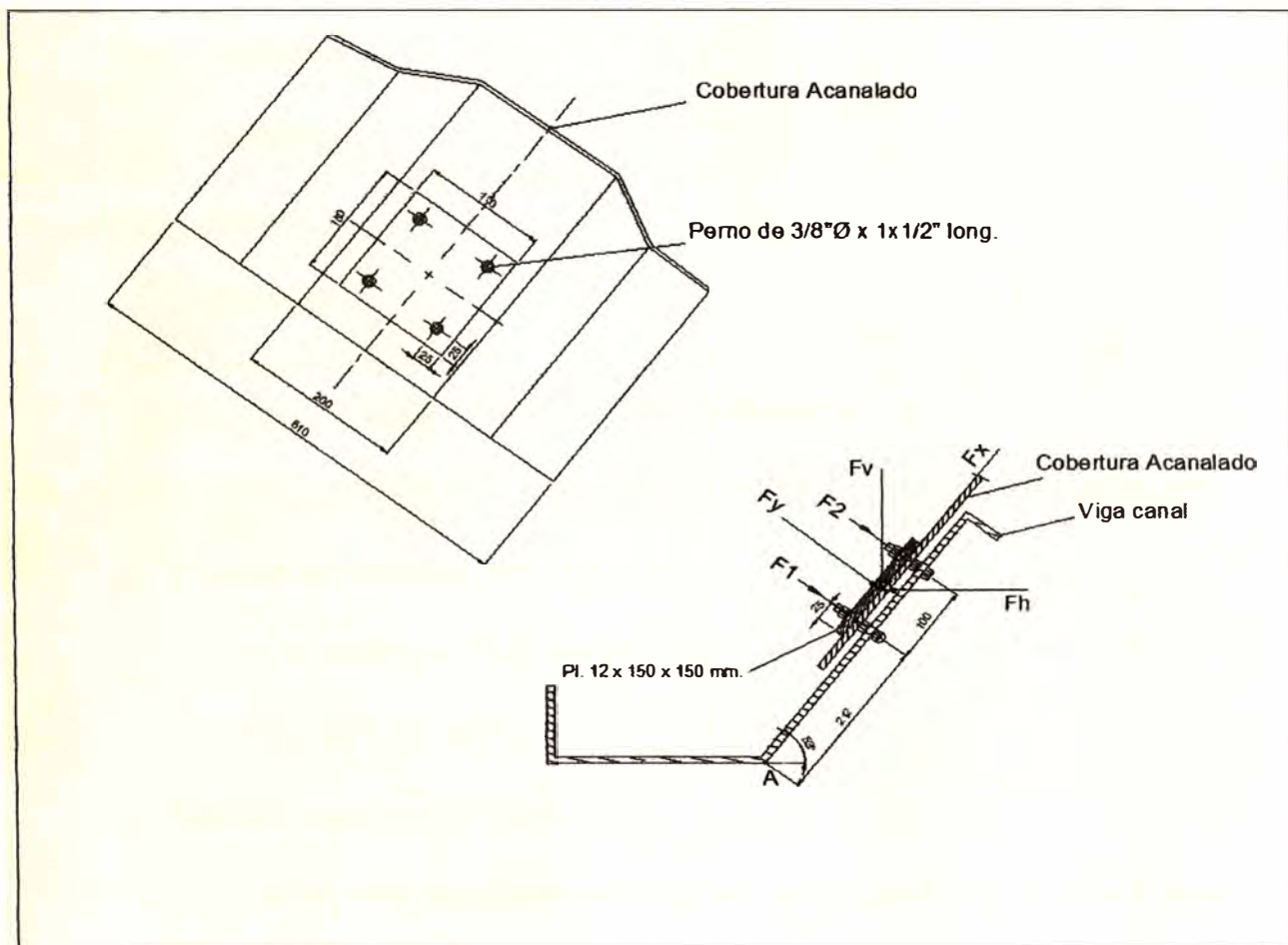


Fig. F-1.- Diagrama de Cuerpo libre de fijación del perfil acanalado

A continuación de la Tabla 4.4 de la Pag.37 del resultado de las cargas verticales y horizontales tenemos:

$$F_v = 487.29 \text{ Kgf.}$$

$$F_h = 392.43 \text{ Kgf.}$$

Trabajando con las componentes de las fuerzas F_v y F_h , se obtiene las fuerzas. Fig. F-1 Diagrama de cuerpo libre del perfil acanalado.

$$F_x = 633.52 \text{ Kgf. y } F_y = 175.95 \text{ Kgf.}$$

Por consiguiente dichas fuerzas, serán afectadas por un $f_s = 2$, entonces Tenemos:

$$F_x = 1,267.04 \text{ Kgf.}$$

$$F_y = 351.9 \text{ Kgf.}$$

Los pernos están sometidos a:

- a) Corte puro
- b) Tracción
- c) Pernos a utilizar: Grado 2 – UNC – Cincado.

Cálculo del diámetro de los pernos para fijar el perfil acanalado a la viga canal

b) Pernos sometidos a corte puro.

$$F_c = 1,267.04 / 4 = 316.76 \text{ Kgf.}$$

$$F_c = 316.76 \text{ Kgf.} \quad (7)$$

c) Pernos sometidos a tracción.

La F_v , está actuando en el centro de gravedad de la plancha de anclaje, lo cual

$$2F_1 + 2F_2 = 351.9 \text{ Kgf.}$$

$$F_1 + F_2 = 175.95 \text{ Kgf.}$$

Además: