



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“TECHOS AUTOSOPORTADOS COMO NUEVA
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS NO TRADICIONALES”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JOSÉ ANTONIO PACHECO ÁLVAREZ

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

LIMA – PERÚ

2018



DEDICATORIA

A mis padres, por nutrirme de valores y enseñarme que cualquier meta es alcanzable si uno se lo propone y es perseverante, responsable y aplicado.



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Alas Peruanas, mi Alma Máter, y a todos mis docentes, ingenieros altamente capacitados, que me instruyeron en este mundo maravilloso que comprende la profesión de Ingeniero Civil.



RESUMEN

El presente sistema constructivo no tradicional tratado en la presente tesis tiene por finalidad brindar una solución rápida y económica en cubiertas de grandes luces como son: piscinas, almacenes o centros industriales etc.

El sistema de Techos Autoportados, constituye una alternativa dentro del mundo de la construcción y le ofrece muchas ventajas sobre otros sistemas constructivos tradicionales: Basado en el principio de que el elemento de cubierta ha de funcionar a la vez como elemento resistente, los arcos realizan la doble función de actuar por un lado como viga y como cubierta a la vez.

Se adaptan a cualquier tipo de construcción convencional, no requiere de apoyos intermedios, lo que se traduce en mejor aprovechamiento de espacio, poca mano de obra, rapidez de colocación y menor costo de operación. El transporte no es una limitación para su longitud, ya que el material es fabricado en obra.



Este sistema es único en el Perú ya que estas coberturas no requieren de ningún tipo de apoyo intermedio, la materia prima más incidente son las bobinas de acero galvanizado (Zintro Aluminizada y Zintro Prepintado) cuya procedencia es mexicana.

PALABRAS CLAVE: TECHOS AUTOSOPORTADOS

ABSTRACT

The present non-traditional constructive system dealt with in this thesis aims to provide a quick and economical solution in large decks such as: swimming pools, warehouses or industrial centers, etc.



The system of Self-supporting Ceilings is an alternative in the world of construction and offers many advantages over other traditional construction systems; Based on the principle that the cover element has to function at the same time as a resistant element, the arcs perform the double function of acting on one side as a beam and as a cover at the same time. S

And adapt to any type of conventional construction, does not require intermediate supports, which translates into better space utilization, less labor, quicker placement and lower operation cost. Transport is not a limitation for its length, since the material is manufactured on site.

This system is unique in Peru since these coverings do not require any intermediate support, the most incident raw material is the galvanized steel coils (Zintro Aluminizada and Zintro Prepainted) whose origin is Mexican.

KEYWORDS: AUTOSOPORTED ROOFS

INTRODUCCIÓN



La presente tesis muestra un tema sumamente interesante, con propuestas innovadoras en sistemas constructivos no tradicionales.

Es sumamente importante conocer cómo se producen los Techos Autosoportados. El proceso de producción de acero galvanizado, se inicia con las etapas de limpieza, precalentado y recocido. La lámina es recubierta en el baño de zinc, aluminio y silicio, utilizando un sistema computarizado de navajas de aire a alta presión, único en su género.

De esta manera, se controla el espesor del recubrimiento requerido por el cliente de acuerdo con los estándares internacionales. Posteriormente, la lámina es sometida a un enfriamiento acelerado para solidificar el recubrimiento y asegurar su adherencia permanente. La lámina recibe un tratamiento químico o pasivado, o bien, se le aplica aceite antioxidante que la protege durante su transporte y almacenaje y es ideal para la aplicación posterior de cualquier acabado.

Estas Láminas reciben un tratamiento químico que les da la capacidad de adquirir una alta resistencia anticorrosivo, así como catódica en los bordes expuestos por perforaciones y corte. Posteriormente las láminas de acero galvanizadas ZINTRO, son pre-pintadas en línea continua a base de resinas sintéticas, pigmentos y aditivos que proporcionan un acabado de alta calidad y gran resistencia al medio ambiente.



ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	V
ÍNDICE	VI

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

Conceptos Generales y Definiciones	1
------------------------------------	---

CAPÍTULO II: PROBLEMA E HIPÓTESIS

1. Definición y Formulación del Problema	
8	

CAPÍTULO III: JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1. Justificación e Importancia	
9	



CAPÍTULO IV: OBJETIVOS

1.	Objetivos Generales	11
2.	Objetivos Específicos	11

CAPÍTULO V: LIMITACIONES 12

CAPÍTULO VI: METODOLOGÍA

1.	Descripción Técnica de la Cobertura	13
----	-------------------------------------	----

CAPÍTULO VII: DESCRIPCIÓN DE UN PROYECTO CON COBERTURA AUTOSOPORTADA

1.	Criterios para el Diseño	31
2.	Datos para el Diseño	31
3.	Dimensiones de la edificación con Cobertura Autosoportada	37
4.	Metrado de cargas y Modelamiento de la estructura	38
5.	Resultados	43



CAPÍTULO VIII: PROCESO CONSTRUCTIVO **47**

CAPÍTULO IX: COBERTURA CON ESTRUCTURA METÁLICA

1.	Vista en Planta de Cobertura Metálica	66
2.	Vistas de Coberturas Metálicas y sus componentes	67
3.	Tiempo de ejecución	74
4.	Proceso constructivo	75

CAPÍTULO X: COMPARACIÓN DE COBERTURA AUTOSOPORTADA & COBERTURA CON ARCOS METÁLICOS

1.	Tiempo de ejecución	83
2.	Presupuestos	83
3.	Acabados	84

CONCLUSIONES **90**

RECOMENDACIONES **92**

BIBLIOGRAFÍA **93**

ANEXOS **94**



CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

En los años 1000 a. C. Se cree que el primer acero se fabricó por accidente al calentar hierro con carbón vegetal siendo este último absorbido por la capa exterior de hierro que al ser martillado produjo una capa endurecida de acero. De esta forma se llevó a cabo la fabricación de armas, pero en 1848 William Kelly fabrica acero con el proceso Bessenor en E.U.A. en 1884 se terminan las primeras vigas IE (I estándar) de acero en E.U.A. La primera estructura reticular el edificio de la Home Insurance Company de Chicago, Ill. Es montada.

William Le Baron Jerry diseña el primer "rascacielos" (10 niveles) con columnas de acero recubiertas de ladrillo. Las vigas de los seis pisos inferiores se fabrican en hierro forjado, mientras que las de los pisos restantes se fabrican en acero.

Una de las primeras empresas productoras del acero nace alrededor de los 40's una empresa Mexicana IMSA.

1. En 1962 se pone en marcha la primera línea de galvanizado en continuo, dando origen a Zintro. Asimismo, se instala la primera línea de acanalado en continuo.
2. En 1967 se instaló la primera línea de pintado en continuo en Latinoamérica, que permitió la elaboración de un nuevo producto: Pintor: Lámina Galvanizada y Pintada.
3. En 1968 se pone en operación la segunda línea de Acanalados de hojas, misma que incrementa su producción a 48 mil toneladas por año.



4. En 1969 se inicia la operación de la Planta Zintro II, alcanzando una producción de 140 mil toneladas anuales de acero galvanizado.
5. En 1982 se pone en marcha Zintro III, la tercera línea de galvanizado en continuo elevando la capacidad de producción a 400 mil toneladas por año.



1.Entrada	2.Limpieza	3.Horno	4. Baño de Zinc
1a.Soldadura de costura Mini-Lap	2a.Limpieza electrolítica	3a.Horno vertical con Brida caliente	4a.Baño de Zinc 240 Tons.
5.Enfriamiento	6.Pasivado	7.Salida	
5a.Mínima Flor	6a.Tratamiento químico	7a.Aceitadora electrostática	
5b.Acondicionamiento de superficie	6b.Tensionivelador	7b.Equipo detector de defectos	
	6c.Secado		

1. En 1985, mediante un convenio de transferencia tecnológica, IMSA adquiere de Bethlehem International Engineering Corporation la más avanzada tecnología mundial y el equipo más moderno para producir el recubrimiento metálico Galvalume®, a base de una aleación de 55% Aluminio-Zinc, la cual triplica la



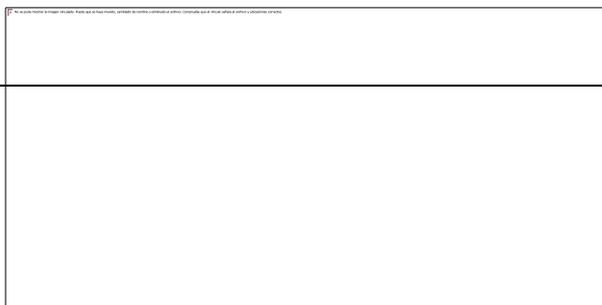
durabilidad y la resistencia del acero a los agentes corrosivos. A partir de ello, se introduce por primera vez y en exclusiva para el mercado mexicano la marca Zintro Alum. En el mismo año se lanza al mercado el Perfil Zintro, primer perfil galvanizado en México.

Lámina de acero galvanizado

Zintro alum®

2. En 1987 IMSA arranca la primera línea en América latina para producir ZintroAlum (Galvalume)

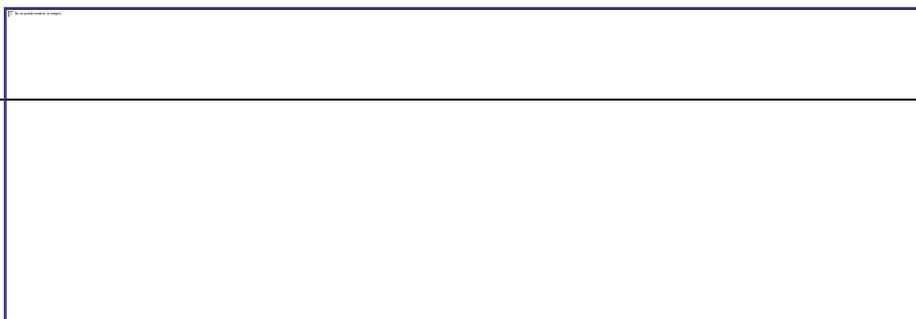
3. En los 2000 IMSA Acero adquiere en un 100% de las empresas ahora conocidas como: Imsa Building Products con sede en Sacramento California E.U.A., la cual fabrica paneles corrugados de lámina galvanizada galvalume y pintada para la industria de la construcción. Steelscape con sede en Kalama, Washington E.U.A. fábrica lámina galvanizada, galvalume y pintada en rollos. En mayo de este mismo año reciben la Re-certificación ISO 9000.





*Lámina de acero galvanizado
Zintro®*

1. En el 2004 nace la empresa ARCOTECHO PERU S.A.C. quienes se dedican a la fabricación y montaje de coberturas autosoportadas en acero zintro, zintroalum y pintro (prepintado), la tecnología adquirida por esta empresa es la misma usada en México. Ya que cuentan con socios mexicanos cuya representante es ARCOTECHO MEXICO S.A. quienes actualmente lideran el mercado mexicano y poseen varios años en este rubro de la construcción.





Bobinas de láminas de acero galvanizado

1.1.- CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

1. ACERO GALVANIZADO



Galvanizar es recubrir con zinc fundido la superficie del acero para protegerlo de la corrosión. El zinc es el recubrimiento metálico más utilizado por su capacidad de sacrificio para proteger el acero base.

Existen dos métodos básicos para obtener el acero galvanizado: galvanización por inmersión en caliente (hot dip) y electrodeposición o galvanizado electrolítico. De allí se derivan toda una gama de productos que hacen del acero galvanizado un producto de múltiples posibilidades.

- **Inmersión en caliente (Hot dip):** el proceso consiste básicamente sumergir el acero a recubrir, en una cuba donde se encuentra el zinc fundido. Se utilizan diferentes tipos de aleaciones de zinc con otros metales.

- **Electrodeposición:** A diferencia del sistema por inmersión en caliente, aquí el proceso para aplicar el zinc utiliza la corriente eléctrica en un sistema electroquímico.

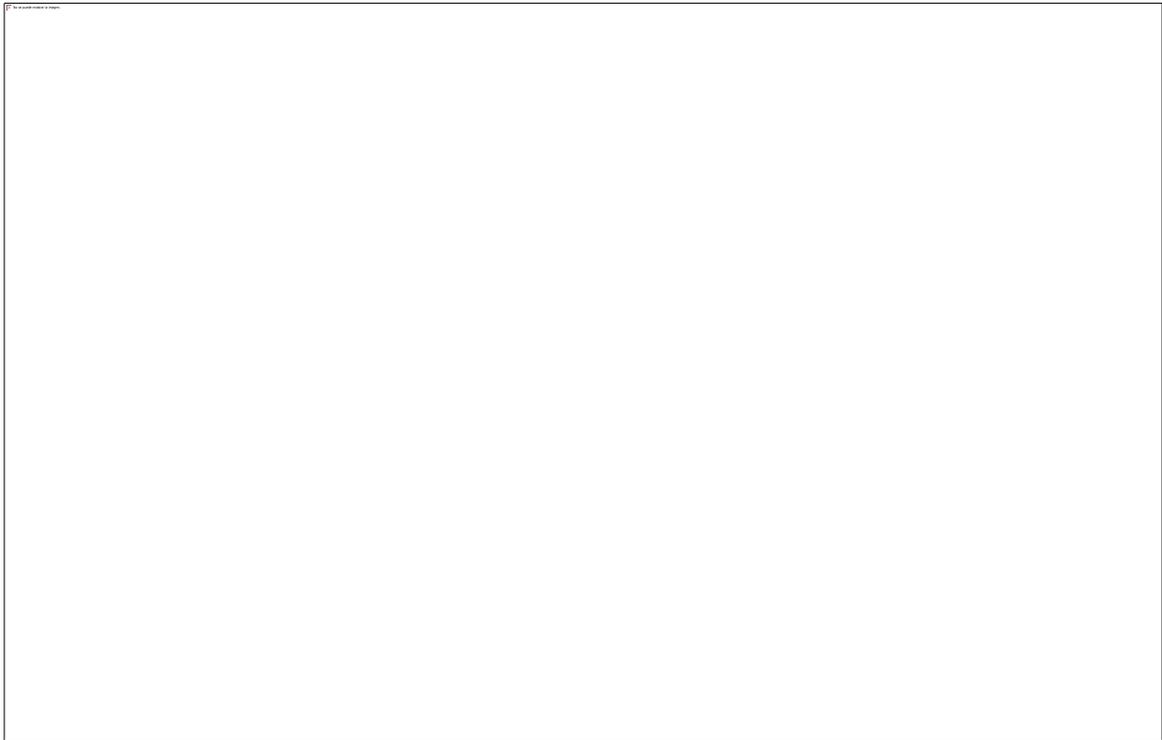
- **Galvanizado electrolítico:** La lámina se transporta en forma continua a través del tanque de galvanización y electroquímicamente se le aplica un recubrimiento de zinc. En el tanque de galvanización se recubre por medio de corriente eléctrica. La electro galvanización se lleva a cabo a temperatura normal y alta velocidad, por lo que aún después de galvanizar, los productos retienen virtualmente todas las propiedades básicas del metal base, conservando así excelentes características mecánicas para trabajarla. Sin embargo, debido a su recubrimiento de zinc relativamente bajo (3 a 40 g/m² por cada lado), es menos resistente a la corrosión que la galvanizada por inmersión en caliente.

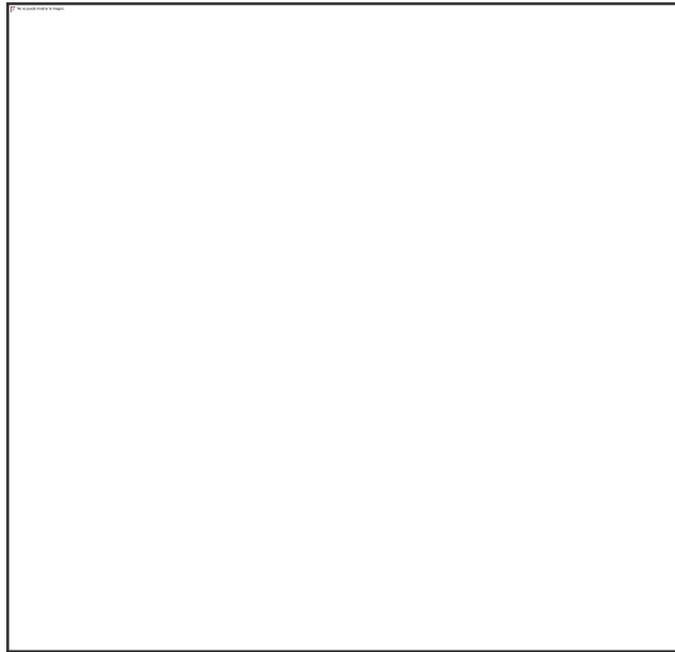
- **Aleaciones de zinc y otros metales:** Últimamente se han desarrollado otros tipos de lámina recubierta con aleaciones como (Zn-Ni), (Zn-Ni-Co), (Zn-Co-Cr), (Zn-Co-Mo). También se utiliza la llamada recubierta con aleación doble capa que consiste en una aleación de Zn-Ni en la capa inferior para resistencia mejorada a la corrosión y la capa superior es una aleación de Zn-Fe para mejorar la soldabilidad.



Debido a la expansión, diversificación y sofisticación de usos, la producción del acero galvanizado ha venido en constante incremento; por estas razones exige y se hace necesaria la modernización tecnológica en los procesos de producción que garanticen al cliente un producto de alta calidad para los diferentes propósitos, desde el producto galvanizado estándar hasta los productos con propiedades especiales o con diseños estéticos.

La gran amplitud de productos galvanizados, permite su aplicación en una gran variedad de procesos. Cada tipo de acero galvanizado tiene aplicaciones muy específicas, que dependiendo del uso final le permiten una mayor protección a la corrosión. Veamos los principales usos de los diferentes tipos de acero galvanizado.





2. ACERO ZINTRO-ALUM

Las láminas de acero Zintro-Alum (Galvalum) son de acero recubierta mediante una aleación compuesta por aluminio (55%), zinc (43.5%) y silicio (1.5%), mediante un proceso continuo de inmersión en caliente. La aleación de aluminio-zinc que forma el recubrimiento combina las propiedades de ambos metales: el aluminio proporciona la resistencia a la corrosión tanto atmosférica como por altas temperaturas, y una muy buena reflectividad térmica; el zinc aporta la formabilidad y la protección galvánica (catódica) que protege las áreas perforadas o cortadas de la lámina.

El acero es de calidad estructural Grado 37 de acuerdo a la Norma Internacional ASTM A792, Capa AZ-50.



Espesores de la lámina de acero:	0.60, 0.80, 0.90, 1.00, 1.20 mm.
----------------------------------	----------------------------------

3. ACERO GALVANIZADO PINTRO

Lámina Prepintada de acero galvanizado en rollos de acuerdo a la Norma Internacional ASTM A-653, calidad estructural (SS) Grado 40, Capa G-60.

Espesor de la lámina de acero: 0.60, 0.80, 0.90 mm.

Pintura:

Cara superior: 0.2 mils (+/-0.05 mils) de primer + 0.8 mils (+/-0.05 mils)

poliéster std. para exteriores.

Cara posterior: 0.2 mils (+/-0.05 mils) de primer + 0.3 mils (+/-0.05 mils) backer.

Densidad del Acero: 7,850 kg/m³

Módulo de elasticidad del acero: 2'100,000 kg/cm²

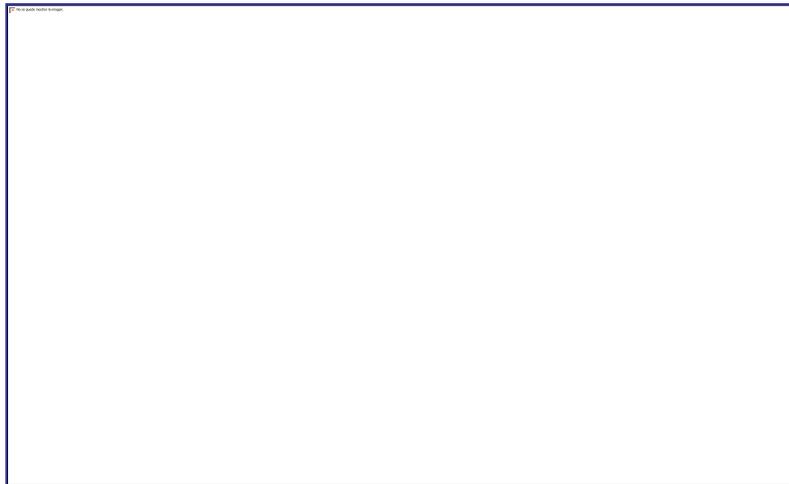
CAPÍTULO II

PROBLEMA E HIPOTESIS

2.1 DEFINICIÓN Y FORMULACION DEL PROBLEMAS



Existe la necesidad de cubrir grandes luces en un plazo de construcción muy corto, en estas circunstancias surge la posibilidad de optar por un sistema de construcción no convencional que son la utilización de cubiertas autosoportantes las cuales pueden ser muy útiles para obras de almacenes o centros industriales el aprovechamiento máximo de los espacios es un requerimiento vital. Para una buena operación industrial es necesario contar con espacios amplios e iluminados, lo que determina la necesidad de disponer de grandes áreas sin obstáculos y de alturas libres importantes. Las estructuras tradicionales de edificaciones en concreto armado son incapaces de satisfacer estos requerimientos (al menos a bajo costo) ,por lo que es menester utilizar alternativas tecnológicas apropiadas ,lo usual es recurrir a estructuras de acero convencionales lo cual si nos soluciona el problema, pero no se aprovecha el espacio al máximo por todos los refuerzos que este sistema cuenta, es donde surge esta alternativa, como innovación tecnológica "sistemas de techos autosoportados", capaces de cubrir grandes luces y a un menor costo de operación.



Cubiertas autosoportadas, capaces de cubrir grandes luces y brindar mayor áreas sin obstáculos.



CAPÍTULO III

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

3.1 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El sistema de Cubiertas o Techos Auto soportados se define como una innovación tecnológica, utilizados ya en diferentes países como EEUU, JAPON MEXICO ESPAÑA...ETC., constituye una alternativa dentro del mundo de la construcción y ofrece muchas ventajas sobre otros sistemas constructivos.

Basado en el principio de que el elemento de cubierta ha de funcionar a la vez como elemento resistente, los arcos realizan la doble función de actuar por un lado como viga y como cubierta a la vez.

Se adaptan a cualquier tipo de construcción convencional, no requiere de apoyos intermedios, lo que se traduce en mejor aprovechamiento de espacio, poca mano de obra, rapidez de colocación y menor costo.

El transporte no es una limitación para su longitud, ya que la maquinaria de fabricación puede transportarse fácilmente a la obra y conformar ahí el acero del largo deseado.



Este elemento aporta entre otras ventajas como:

2. Diseños innovadores
3. Sencillez y economía de estructura
4. Rapidez de montaje
5. Ausencia de mantenimiento.

Además permite la utilización de:

1. Translucido
2. Estructuras soporte de cubiertas en acero, hormigón, madera etc.

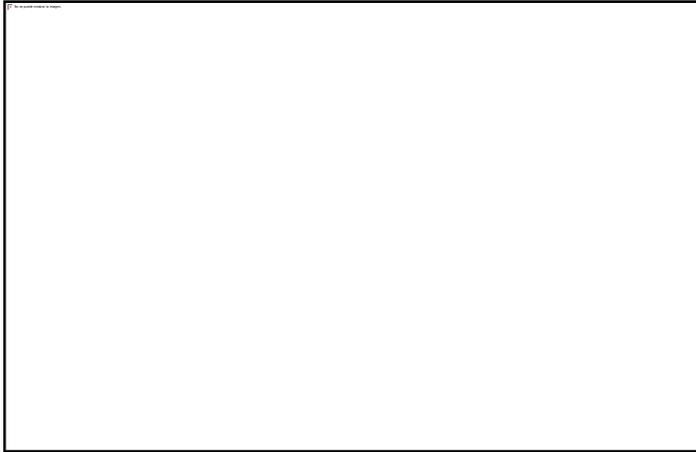
El sistema autoportante permite realizar cubiertas:

Curvas mediante arcos que puede alcanzar hasta 25mt de longitud.

Rectas mediante placas rectas que pueden alcanzar hasta 15mt de longitud.

En ambos casos la ausencia de arriostres, vigas o cualquier otro elemento resistente intermedio es total.

Por todo esto constituye una alternativa técnica económica para la construcción de techos de grandes luces permitiendo la viabilidad de proyectos de esta naturaleza no considerante como una ruta crítica en el proceso constructivo.



*La sencillez del izado no
obstaculiza el normal
desarrollo de las otras
partidas programadas.*

CAPÍTULO IV

OBJETIVOS



4.1.- OBJETIVO GENERAL

1. Dar a conocer de este sistema constructivo no tradicional a base de Acero laminado galvanizado, como alternativa tecnológica para cubiertas de grandes luces.

4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2. Disminución del tiempo de ejecución
3. Disminución del costo de operación
4. Diseños innovadores

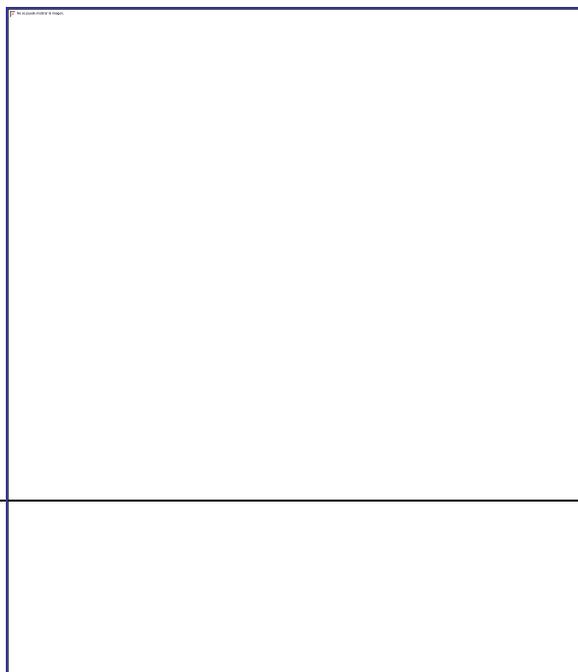


CAPÍTULO V

LIMITACIONES

Por ser un producto nuevo no hay actualmente en el Perú una planta procesadora de este material, por lo que el grado de acero es de G-40 con un mayor grado de fluencia, SIDER tiene pero de un grado menor de 30-37, que no garantiza el comportamiento deseado del elemento, por lo que se tiene que traer de otros países como México, con días de anticipación.

Su longitud máxima es hasta 25mt para arcos al 20% de flecha.





**BOBINAS DE ACERO LAMINADO
GALVANIZADO**

**CAPÍTULO VI
METODOLOGIA**

6.1.- DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA COBERTURA

6.1.1 MATERIAL

1. Las láminas serán de acero Zintro-Alum (Galvalum) con una aleación compuesta por aluminio (55%), zinc (43.5%) y silicio (1.5%).



2. Acero estructural Grado 37 de acuerdo a la Norma Internacional ASTM A792, Capa AZ-50.

3. Espesor de la lámina de acero: 0.60mm

Espesores de la lámina de acero:	0.60, 0.80, 0.90, 1.00, 1.20 mm.
----------------------------------	----------------------------------

1. Densidad del Acero: 7,850 kg/m³

2. Módulo de elasticidad del acero: 2'100,000 kg/cm².

6.1.2 CARGAS ADMISIBLES

1. Cobertura: Membrana tipo Arco al 20%.

2. Velocidad de Viento: 75 km/h

3. Exposición del terreno: Zona Urbana.

4. Categoría de la Edificación: Esencial

5. Flecha: 20% de la separación entre apoyos. (Sin apoyos intermedios)



1. Peso por ml para coberturas autoportantes:



2. Pesos por metro cuadrado de la cobertura Autoportante



6.1.3 DATOS TECNICOS DE DISEÑO.





Sección típica de cobertura Auto soportada

CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL

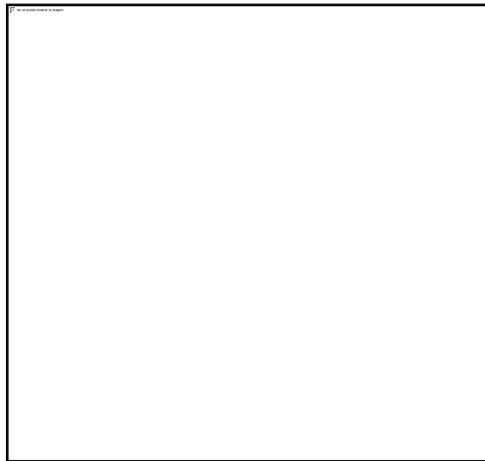
La característica de los techos auto soportados es que las cargas que actúan sobre ellas son resistidas en su mayor parte por fuerzas dentro del plano, o fuerzas de membrana, en vez de por la flexión común, típicas de las losas y vigas.

En el diseño de estos techos con una sola curvatura, se utilizan frecuentemente las láminas de acero corrugado, porque:

3. La flexibilidad de las corrugaciones permiten que las láminas se adapten a la forma curva de nuestras coberturas.
4. Las corrugaciones proporcionan rigidez a la lámina para impedir el pandeo en conjunto.

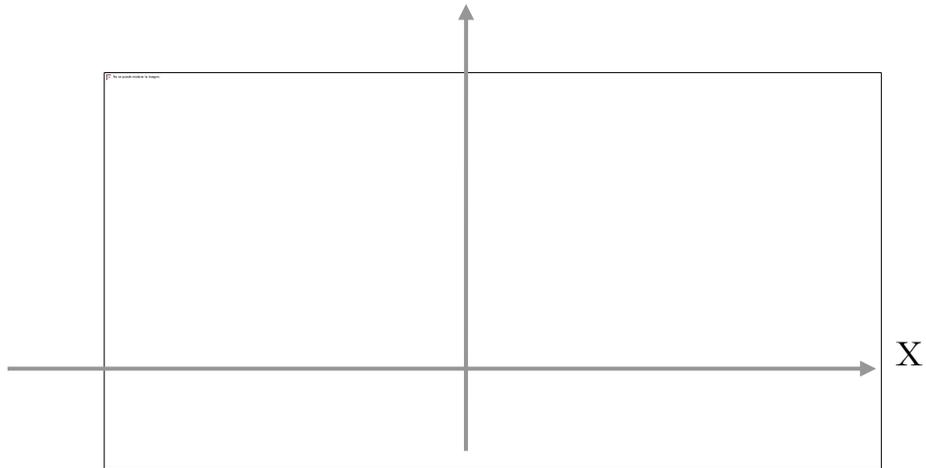


5. La curvatura de la corrugación, o la corta separación de las líneas de doblez de la corrugación, pueden evitar un pandeo local prematuro.



Vista de la curvatura y el corrugado de la estructura utilizada para las cubiertas.

DETALLE DEL PERFIL



DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO



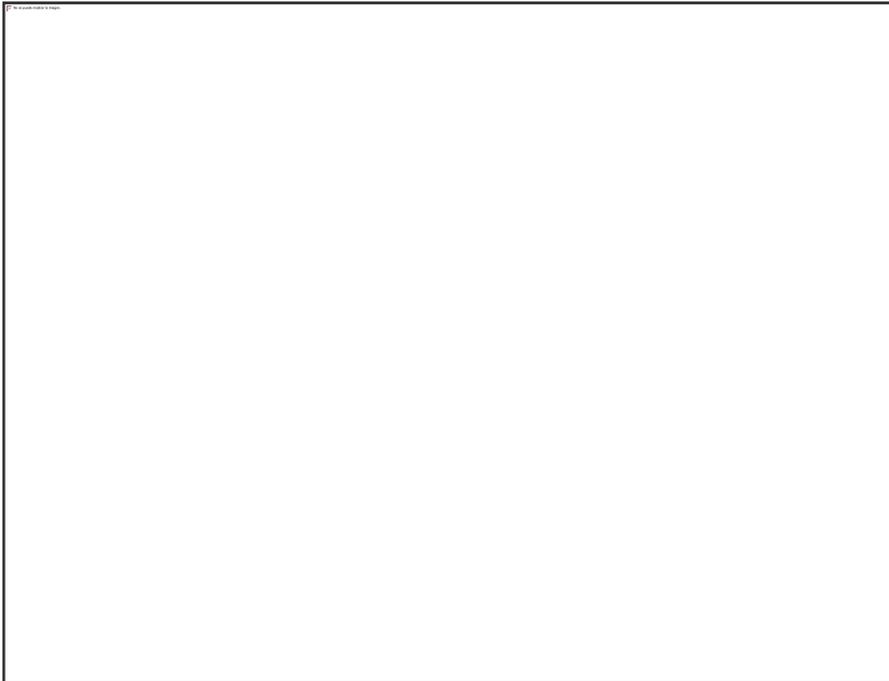
1. FIJADO DE LA COBERTURA

FIJADO EN VIGA CANALÓN DE CONCRETO



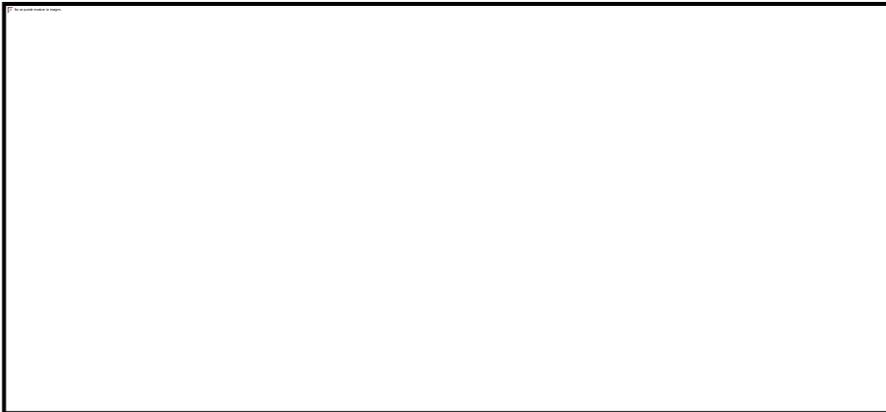
Componentes:

1. Placas de fijación de acero galvanizado de 1/8" de espesor (3 mm) las dimensiones de esta deberán ser de 150x150mm.
2. Pernos de expansión de 3/8"x3." (Galvanizados.)





Detalle de viga tipo canalón de concreto armado la cual también cumple la función de canal para drenaje.



Canalón metálico para vigas centrales soldadas a las vigas de concreto armado a través de pernos, este canalón sirve de apoyo para las coberturas autosoportantes.

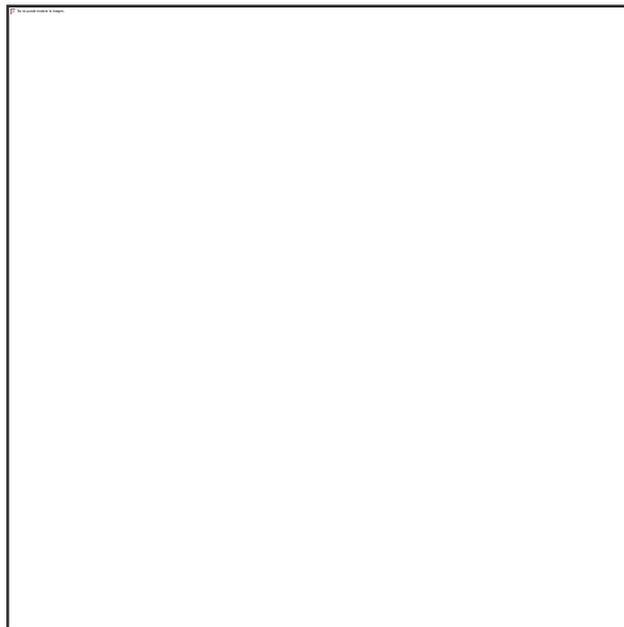


FIJADO DE LA COBERTURA EN VIGA CANALÓN DE ACERO

Componentes:

3. Placas de fijación de acero galvanizado de 1/8" de espesor (3mm) las dimensiones de esta deberán ser de 150x150mm.
4. Tornillos de fijación de 3/8 x1 1/2" (galvanizados) con 2 arandelas, huachas, tuerca.

VIGA CANALÓN DE ACERO ESTRUCTURAL





El canalón de acero es fijado por medio de soldadura a la viga de concreto armado esta debe ser picada para luego soldar unas barras de acero verticales de $\frac{1}{2}$ " de diámetro cada 80cm que unirán el canalón y el refuerzo de la viga de concreto armado.



PINTURA: El canalón de acero deberá estar pintado con algún anticorrosivo retardante a la corrosión (pintura epoxica) previo arenado.





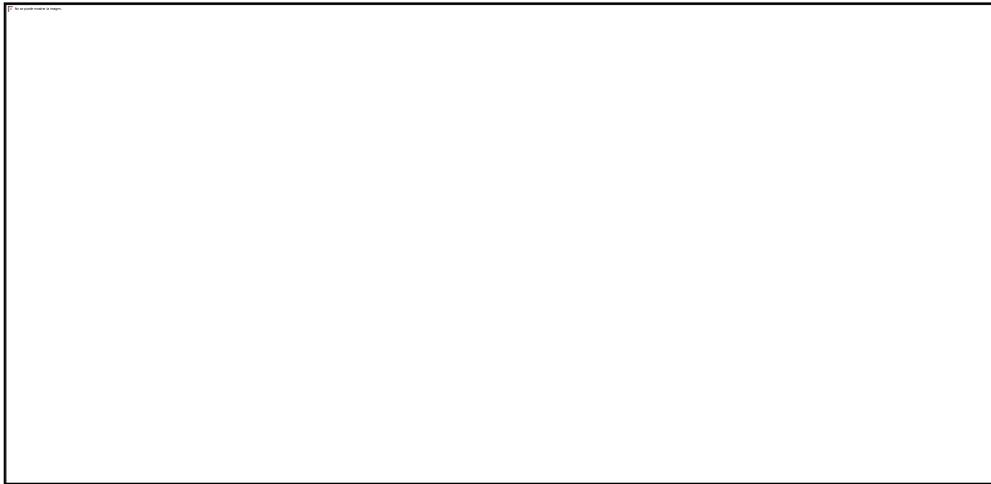
1. SELLADO DE LOS ARCOS EN TERCETAS

1. Unir las pestañas de los arcos de manera que todos queden a nivel, para que no dificulte la tarea de montaje.
2. Con ayuda de las prensas "C" realizar la operación de sellado.

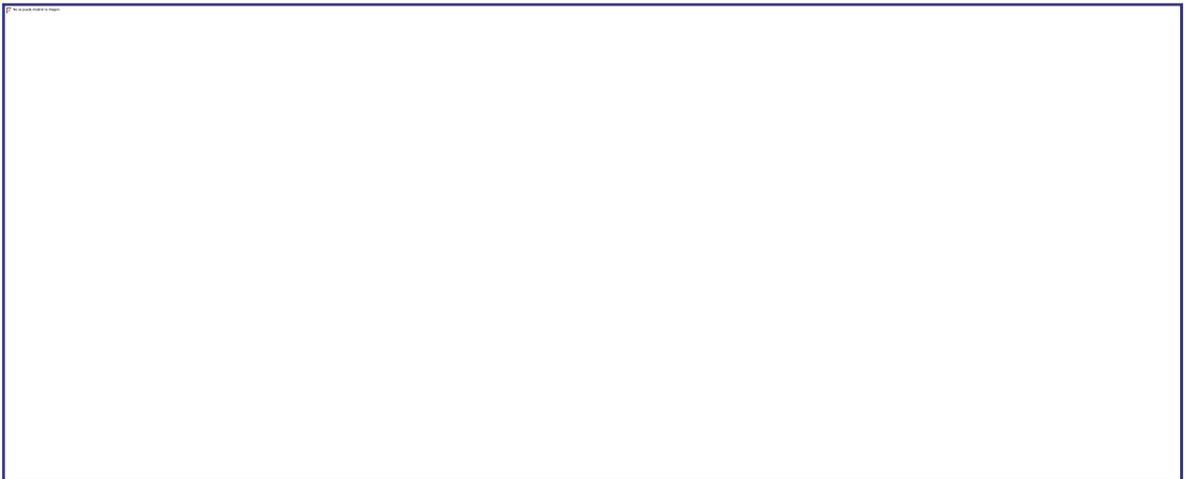


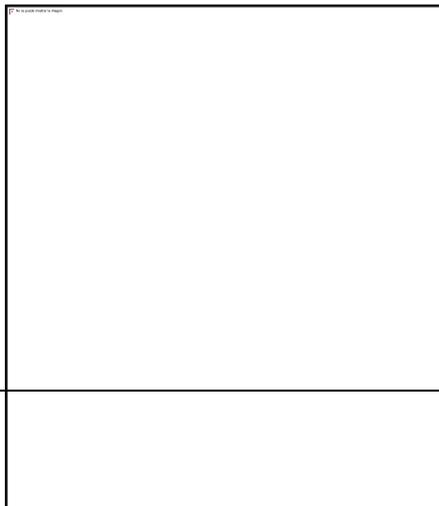
3. Con ayuda de la prensa de palanca, ir marcando el camino que va a recorrer la Selladora, al inicio del sellado de los paneles curvados.

4. Terminar de agrupar todos los arcos en tercetas antes de proceder al izado de las tercetas, para un proceso de montaje del techo más rápido y ordenado.



Elementos de la cobertura autoportada, cortadas a medida requerida de obra, se forman tercetas para que facilite el izado.





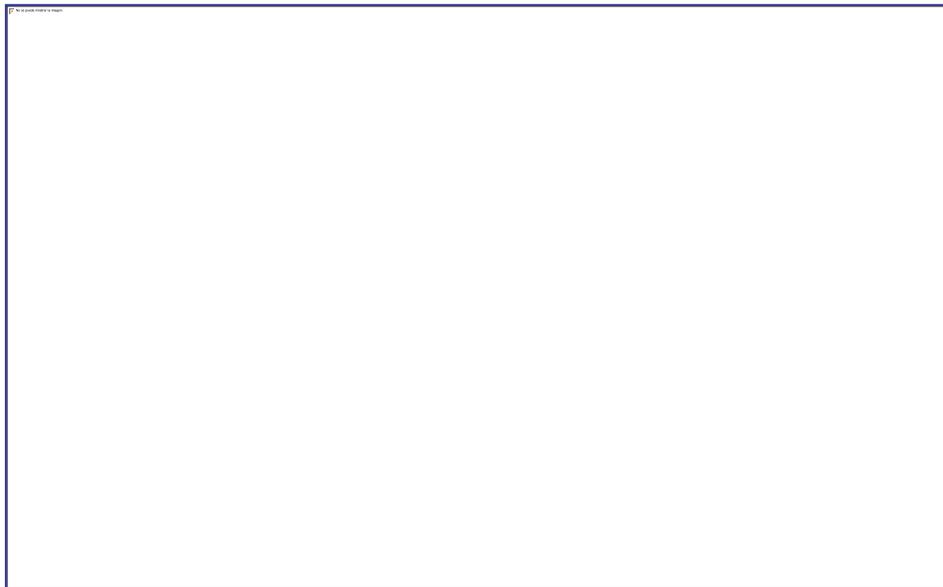
Prensa de palanca, va marcando el camino que va a recorrer la

Selladora, al inicio del sellado de los paneles curvados



6.1.6 IZAJE DE LAS COBERTURAS AUTOSOPORTADAS

1. Una vez selladas las coberturas en tercetas se procederá al izado de estas. Para lo que se deberán marcar en 3 partes iguales la longitud del arco de las tercetas, en donde se colocaran las unas de izaje. Luego se procederá al levantamiento con la grúa.





2. Una vez colocado la cobertura en su posición esta deberá ser fijada a la viga de apoyos antes indicada.

6.1.7 SELLADO VERTICAL DE COBERTURA.

3. Una vez colocado y fijado las tercetas estas deben ser selladas entre si
Tal como se indica en la figura.





6.1.8 COLOCACIÓN DE COBERTURA TRASLÚCIDA

4. La cantidad de cobertura traslúcida que se recomienda es aproximadamente el 10% del área techada.

COMPONENTES:

5. **Plancha de Fibra de vidrio.**- La plancha de fibra de vidrio utilizada deberá ser de 0.70 mm de espesor y tendrá un ancho estándar de 0.60, 0.80 o 0.90.

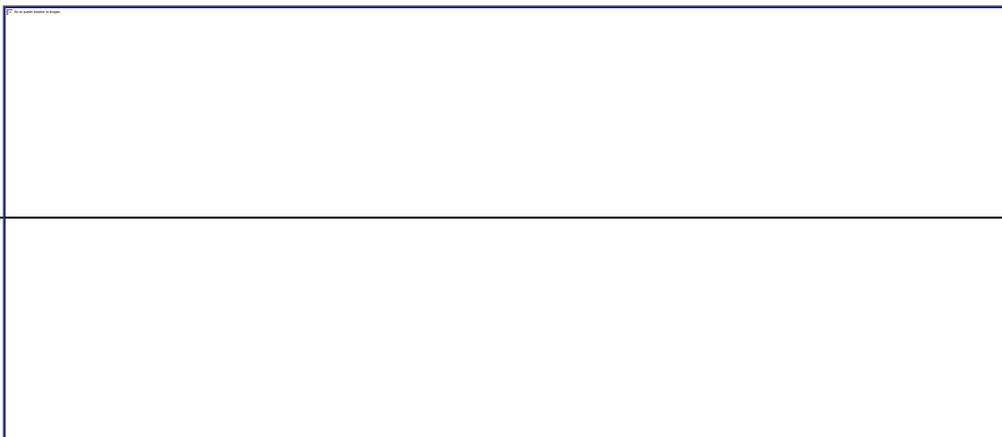


6. **Ángulos de Acero galvanizados.-** Se usara ángulos de acero galvanizados de 1"x1"x1/8" la longitud de esta depende de ancho de la abertura de iluminación.

7. **Tornillos galvanizados.-** Se usaran tornillos galvanizados de 1"x 1/4".

PROPIEDADES MECANICAS DE LA FIBRA DE VIDRIO:

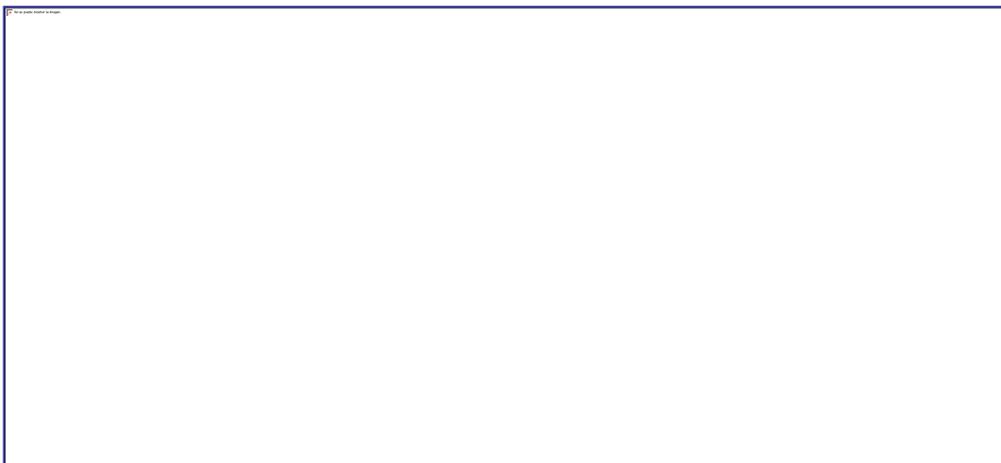
1. Peso específico: 1.4 gr/cm³ UNE 53020
2. Contenido de vidrio: 25-45% UNE 53269
3. Resistencia a la flexión: 1,500 – 1,800 kg/cm² UNE 53189 PIV
4. Resistencia a la compresión: 2,400 – 2,600 kg/cm² UNE 53189 PIV
5. Módulo de elasticidad: 0.8 – 1.0 x 10 km/cm² UNE 53228
6. Resistencia al impacto: 95 – 100 kg/cm/cm² UNE 53292
7. Resistencia al desgarre: 45 – 50 kg UNE 53301
8. Dureza Barcol: 45 mínimo UNE 53210
9. Estabilidad térmica: -40, +130 Oc





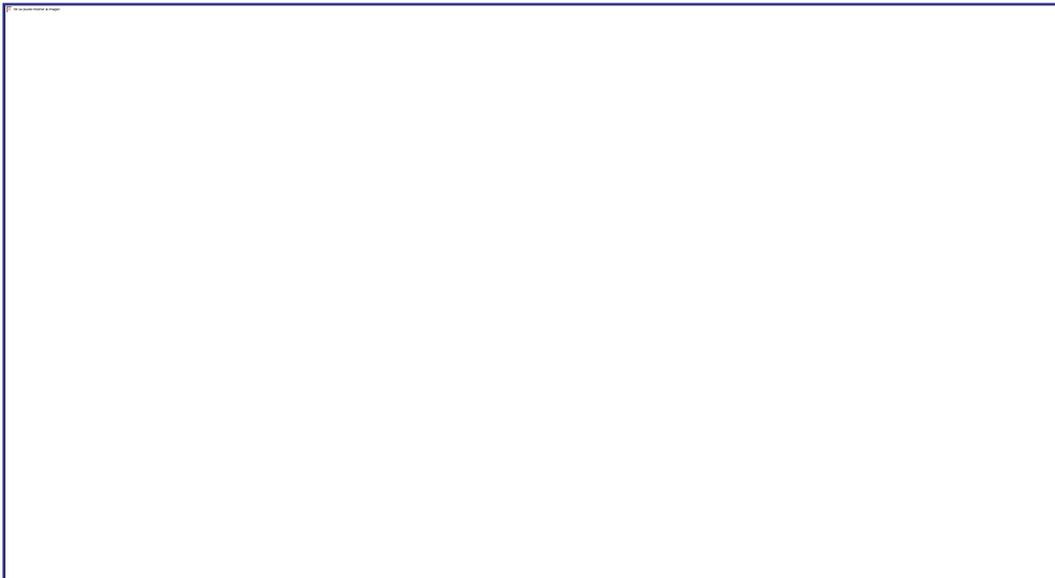
ESQUEMA DE COLOCACIÓN

1. Se deberán colocar los traslucidos apoyados en los ángulos de 1"x 1/8" luego son fijados por medio de tornillos auto perforantes de 1/4" "x 1" estando estas separadas cada 20 cm tal como indica la figura siguiente.





2. Los traslapes laterales de la fibra de vidrio será de 5cm como mínimo y los traslapes longitudinales (entre fibras de vidrio) serán de 15 cm.



ESQUEMA DE COLOCACIÓN



6.1.9 INSTALACIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL REDES DE DESAGÜE

3. Tubería PVC SAL para desagüe 2"
4. La partida comprende el suministro e instalación de las tuberías de desagüe en PVC-SEL de 2", como parte de las redes de desagüe.
5. Las tuberías de PVC para desagüe serán de PVC rígido, para fluidos sin Presión, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en la NTN ITINTEC399.003.
6. Los accesorios de PVC para desagüe serán de PVC rígido, unión a simple presión, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en la NTN ITINTEC 399.021.
7. Pegamento para PVC según NTN ITINTEC 399.090

DETALLE DE DRENAJE PLUVIAL



Esta figura muestra la ubicación de los tubos de drenaje pluvial





La ubicación del tubo de drenaje será colocado en lo posible al lado de las columnas, tal como indica la figura.

6.1.10 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

COMPONENTES:

1. Tubo PVC de Φ 3/8". Tubería de PVC SAP de 1/2"

Lainas de acero. Los ganchos son de acero galvanizado de 0.60mm de espesor, las dimensiones son indicadas en el gráfico adjunto.





LAINA PARA FIJACION

Medidas aproximadas

2. La colocación de las laines se realizará en el momento del engargolado de las coberturas.



DETALLE DE FIJADO DE LUMINARIAS



CAPÍTULO VII

DESCRIPCIÓN DE UN PROYECTO CON COBERTURA AUTOSOPORTADA

7.1.- CRITERIOS PARA EL DISEÑO:

Que es necesario para diseñar una cubierta.

3. Tipo de cubierta.
4. Dimensiones
5. Ubicación física y Localización de la construcción.

7.2.- DATOS PARA EL DISEÑO:



1. Tipo de cubierta : acero galvanizado de espesor 0.60mm
2. Claro : 20mt
3. Longitud de arco : 22.07mt.
4. Ubicación : Lima
5. Región Eólica : 75km/h
6. Ubicación física : distrito de Independencia

Pesos por metro cuadrado de la cobertura Autoportante = 7.2 kg/m²

S/C según norma E-020 : 30kg/m²

1. Se recomienda flecha del 20% por ser más económica

Flecha.= (claro del área a cubrir) X (% de flecha)

.= 20 mts X 0.20

.= 4 mts de flecha (altura)

2. Longitud del arco

Para obtener la longitud del arco se consulta en la tabla N°1

Correspondiente Longitud de arco para sistemas autoportantes

claro 20 mts = 20% mts

Largo del arco = 22.07 mts



3. **Calculo de la cantidad de arcos.**

Para obtener la cantidad de arco que cubrirán la edificación

Se divide la longitud total del edificio entre lo ancho del perfil

$$30 \text{ mts} / 0.406 \text{ mts} = 73.80$$

Total de arcos: 74 piezas

4. **Calculo de peso por arco**

Para obtener el peso del arco se multiplica el peso por metro

Lineal del calibre obtenido, por la longitud total de arco

$$\text{Peso calibre } 2.87\text{kg/ml} \times 22.07\text{ml} = 63.34\text{kg c/u}$$

5. **Calculo peso total de la cubierta**

Para obtener el peso total de la cubierta se multiplica el peso

del arco X el total de arco necesarios

$$63.34 \text{ kg} \times 74 \text{ piezas} = 4,687.16 \text{ Kg.}$$



LONGITUD DE ARCO PARA SISTEMAS AUTOSOPORTANTES (tabla N°1)



No se puede mostrar la imagen.

46



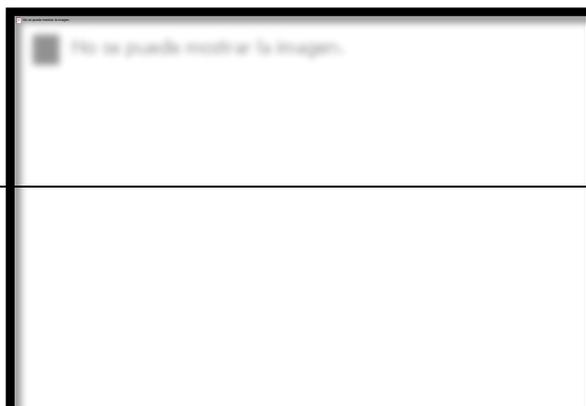
Dimensiones de una cubierta

Tipo Membrana al 20%

Luz (m)	Altura (m)	Longitud arco (m)	Radio (m)
---------	------------	-------------------	-----------



9	1.80	9.93	6.53
10	2.00	11.03	7.25
11	2.20	12.13	7.98
12	2.40	13.24	8.70
13	2.60	14.34	9.43
14	2.80	15.45	10.15
15	3.00	16.55	10.88
16	3.20	17.65	11.60
17	3.40	18.76	12.33
18	3.60	19.86	13.05
19	3.80	20.96	13.78
20	4.00	22.07	14.50



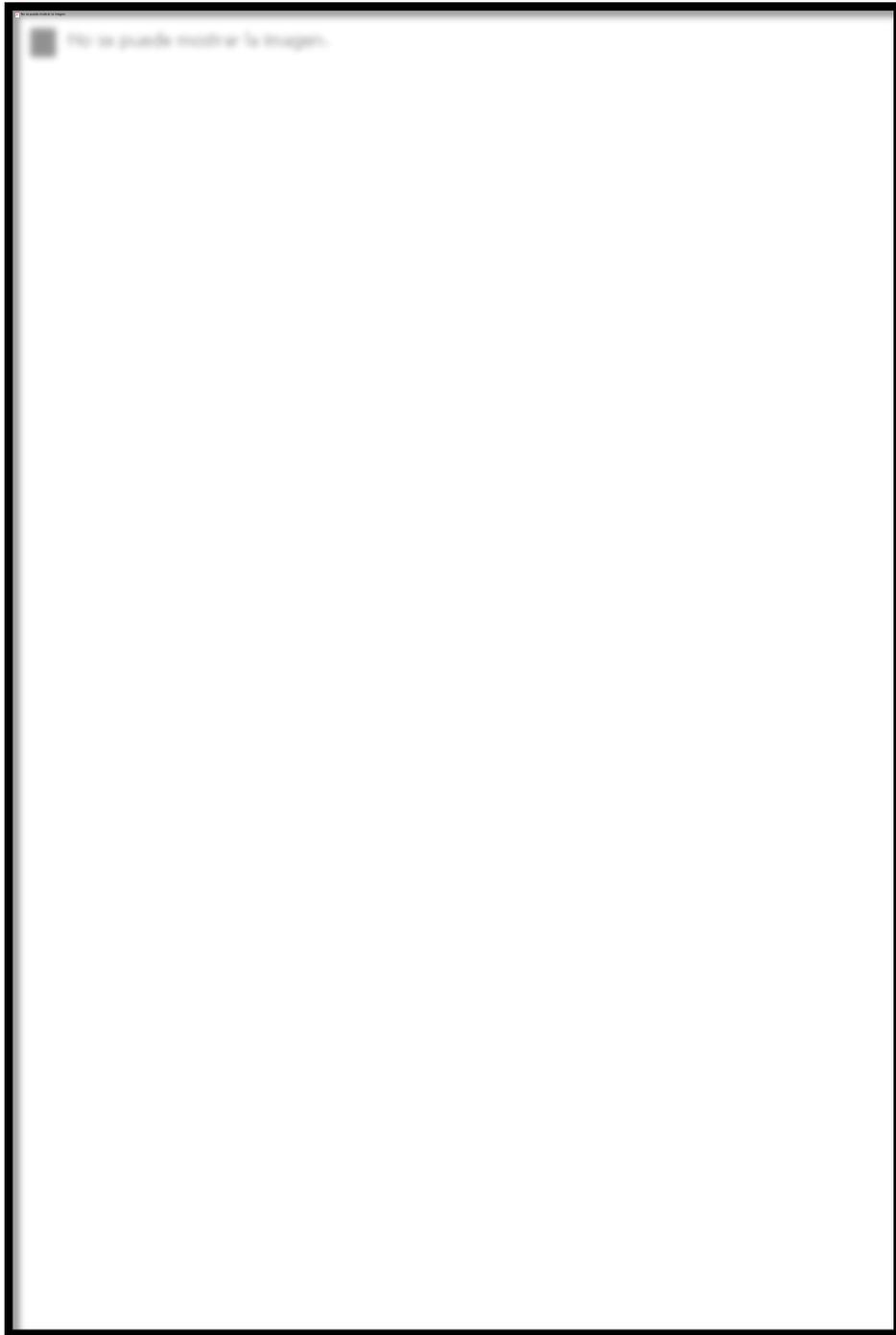




6. Para el diseño de cubiertas ligeras es fundamental el análisis de las fuerzas de viento.

7. A partir del Mapa Eólico del Perú, se obtiene la Velocidad máxima de viento según la ubicación de la obra.

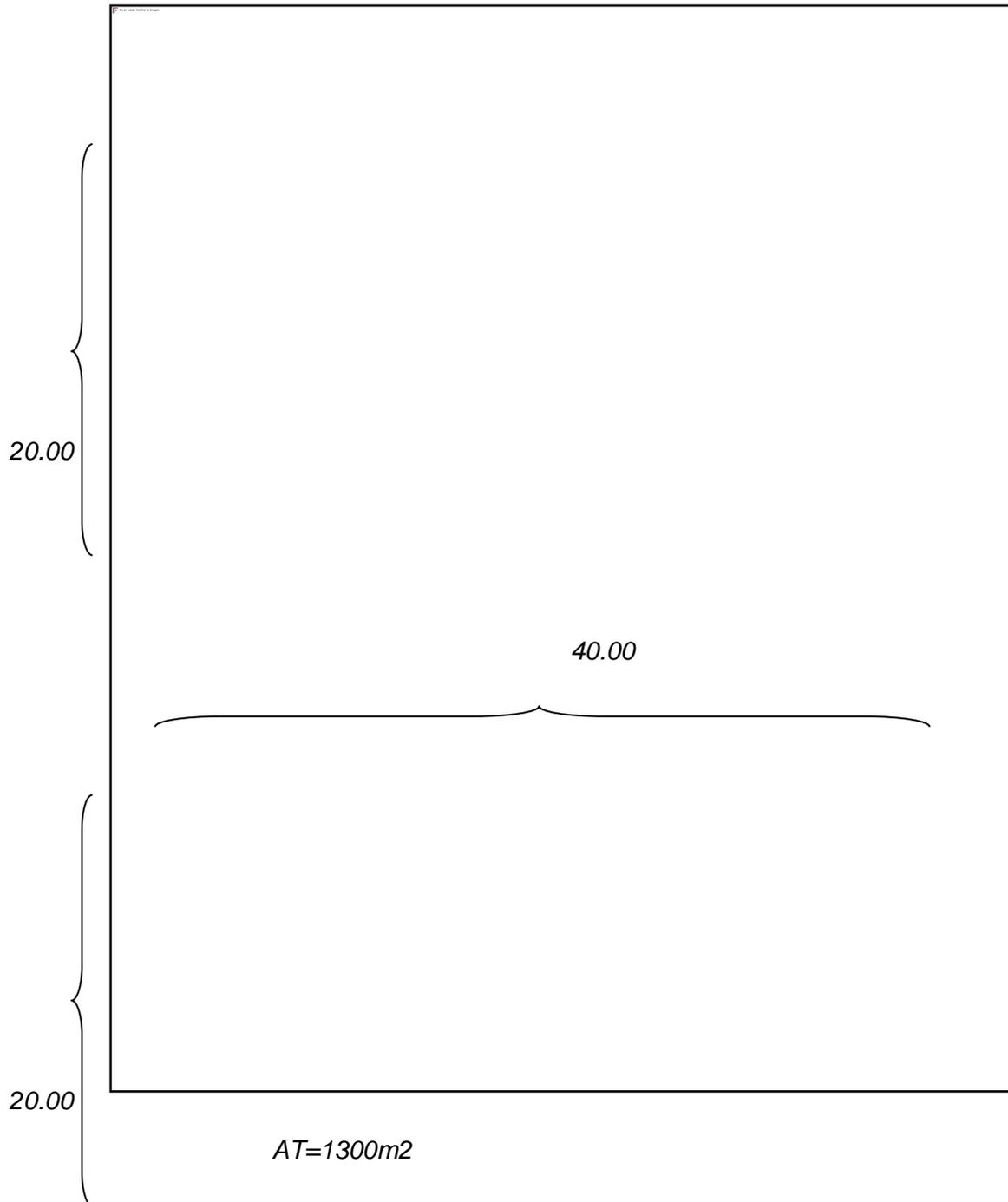
MAPA EÓLICO DEL PERÚ



FUENTE: LUIS ZAPATA BAGLIETTO



7.3.- DIMENSIONES DE LA EDIFICACIÓN CON CUBIERTAS AUTOSOPORTADAS





25.00

Techos de centro de distribución con coberturas auto soportadas





Elevación de cobertura.

7.4.- METRADO DE CARGAS:

Considerando:

- Peso de cobertura : 2.87 kg/ml

- Carga viva en el techo:

$$\text{(Norma E - 0.20)} \quad 30 \text{ Kg/m}^2 = 30.0 \times 0.406 = 12.18 \text{ kg/ml}$$

- Carga de luminarias:

$$2 \text{ Kg/m}^2 = 2.00 \times 0.406 = 0.812 \text{ kg/ml}$$

- Carga de nieve: Cuando la obra se encuentra a una altitud de más de 3000 m.s.n.m.

- Carga de viento:(RNC: E - 0.20 CARGAS)



Velocidad de diseño:

La velocidad de diseño del viento hasta 10m. De altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión:

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

Dónde:

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

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

h : altura sobre el terreno en metros.

$h=8.15$

$$V_h = 75 * (8.15)^{0.22} = 71.70 \text{ Km/h}$$

Carga exterior de viento:



La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calcula de la expresión:

$$Ph = 0.005 C Vh^2$$

Dónde:

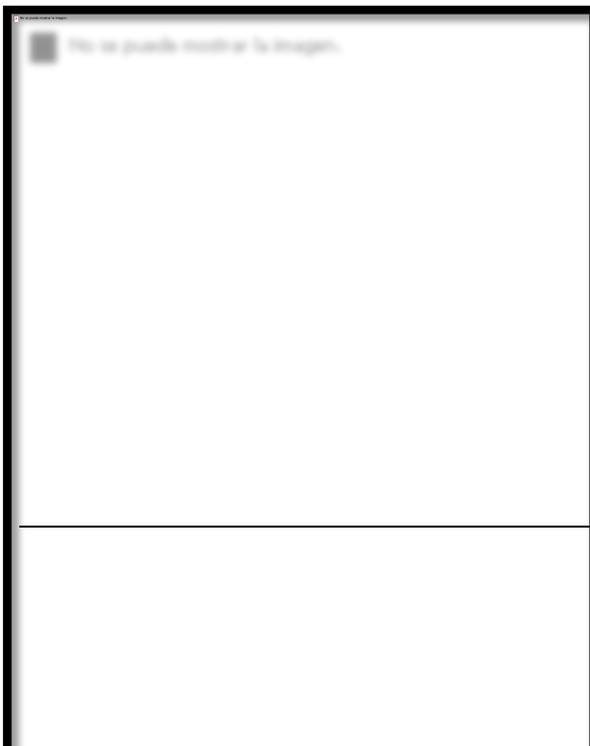
Ph: presión o succión del viento a una altura h en Kg/m².

C: factor de forma adimensional en la siguiente tabla.

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios.	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento.	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica.	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular.	+2.0	



Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda de 45°.	±0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos.	+0.3 -0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°.	+0.7 -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical.	+0.8	-0.6
* El signo positivo indica presión y el negativo succión.		





Para cada flecha de la cobertura en arco, se tiene un ángulo con el cual el comportamiento de la cubierta será el adecuado.



Tensor

Modelo para el diseño



Barlovento:

Considerando presión y succión en el barlovento, la presión y la carga en su área tributaria, son:

$$Ph = 0,005 \times 0.8 \times 75^2 = 22.5 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ph = 22.5 \times 0.406 = 9.14 \text{ kg/ml}$$

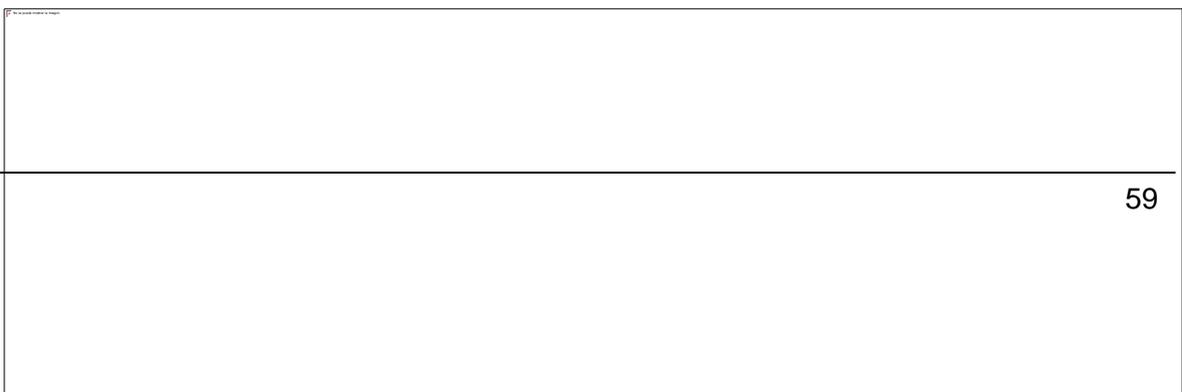
Sotavento:

En el sotavento es succión. La succión y la carga en su área tributaria, son:

$$Ph = 0.005 \times 0.5 \times 75^2 = 14.06 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ph = 14.06 \times 0.406 = 5.71 \text{ kg/ml}$$

MODELO EN SAP CON ELEMENTO MEMBRANA





Distribución de momentos y esfuerzos en cubierta.





Esfuerzos en el tensor

7.5.- RESULTADOS





Análisis de los Techos Autoportados

h = Espesor de la lámina

L = Longitud del claro (dimensión corta del área a cubrir)

u = Deflexión lateral inicial en el centro del claro (antes de aplicar las cargas)

e = Deflexión longitudinal (movimiento de un borde hacia otro)

q = Carga por unidad de área

E = Módulo de elasticidad del acero

ν = Relación de Poisson

1. Cálculo de D:





2. Cálculo de deflexión en el centro del claro:



3. α se obtiene de la siguiente ecuación:



4. Cálculo de p :



5. Tensión de membrana:



6. Momento flexionante en el centro del claro:





7. Esfuerzo axial unitario:



8. Esfuerzo de flexión unitario máximo:



9. Esfuerzo combinado unitario máximo:



Obs: Los datos mencionados líneas arriba son los admisibles, comparar los resultados obtenidos con el sap para los diferentes casos más críticos.





Techo parabólico con una flecha al 20% de su longitud

TIPOS DE APOYO

CANALON DE CONCRETO



Detalle del refuerzo de vigas canalón central y lateral



CAPÍTULO VIII

PROCESO CONSTRUCTIVO

CENTRO DE DISTRIBUCION TAIHENG = 1300 m2





Encofrado de vigas canalón de concreto armado, se debe tener listo las vigas antes de empezar con la fabricación

 No se puede mostrar la imagen.



Detalle de colocación de cubierta en viga de concreto armado, fijado con pernos de expansión.





PRIMERA ETAPA, COMFORMADO DEL CURVADO.





Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Se adquiere el material por bobinas, la fabricación de la estructura de acero laminado es realizada en obra con un rendimiento de 800m² por día.

No se puede mostrar la imagen.



SEGUNDA ETAPA, COMFORMADO DEL CORRUGADO

El proceso de fabricación del material es a través de una maquinaria especialmente diseñada para dar forma al acero galvanizado, y el corte es de acuerdo al requerimiento del cliente.



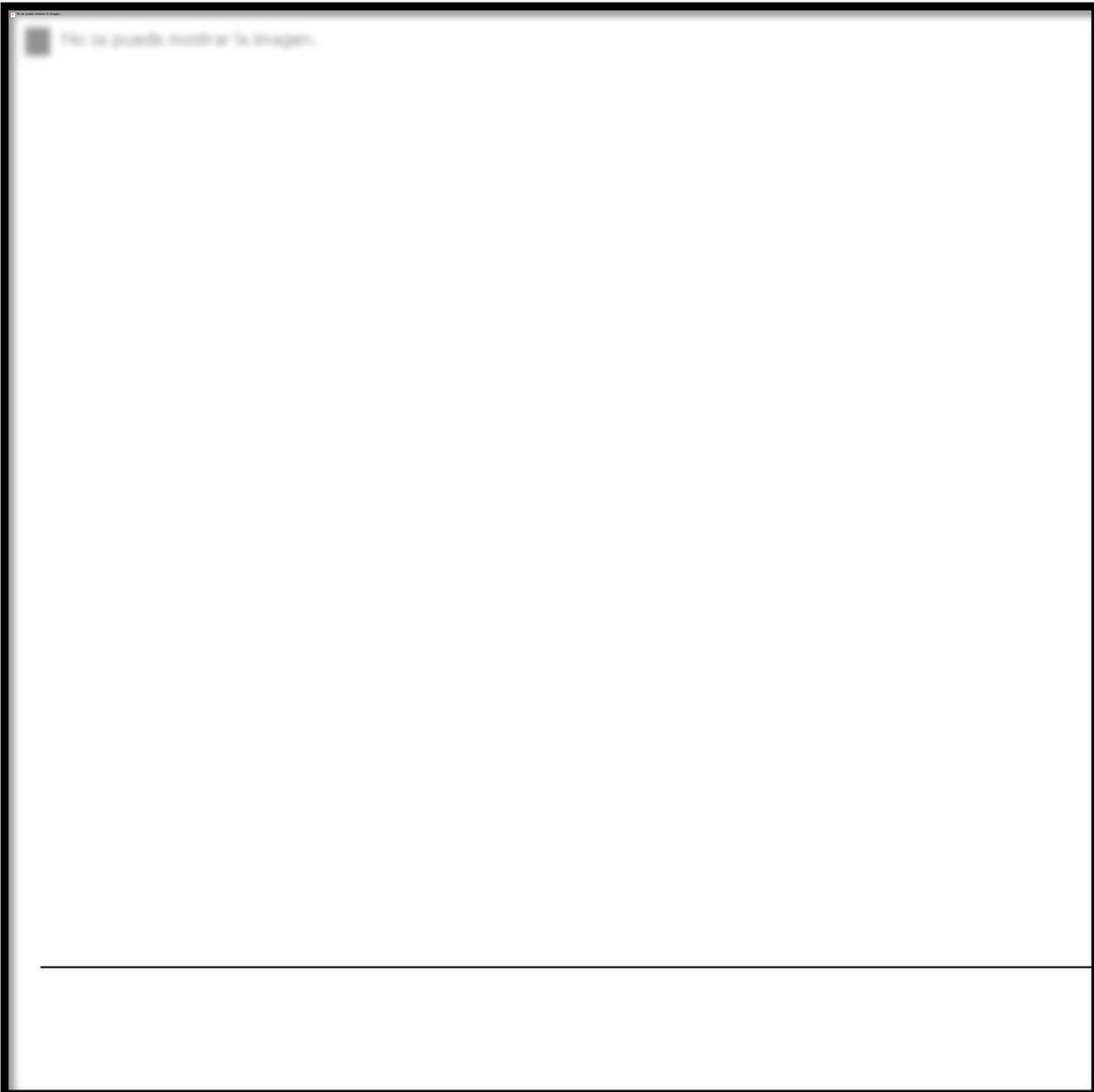


PRENSADO MANUAL DE LOS ELEMENTOS

El prensado manual es necesario para prefijar los elementos de la cubierta en tercetos o cuartetos, después de esto se pasa la selladora.

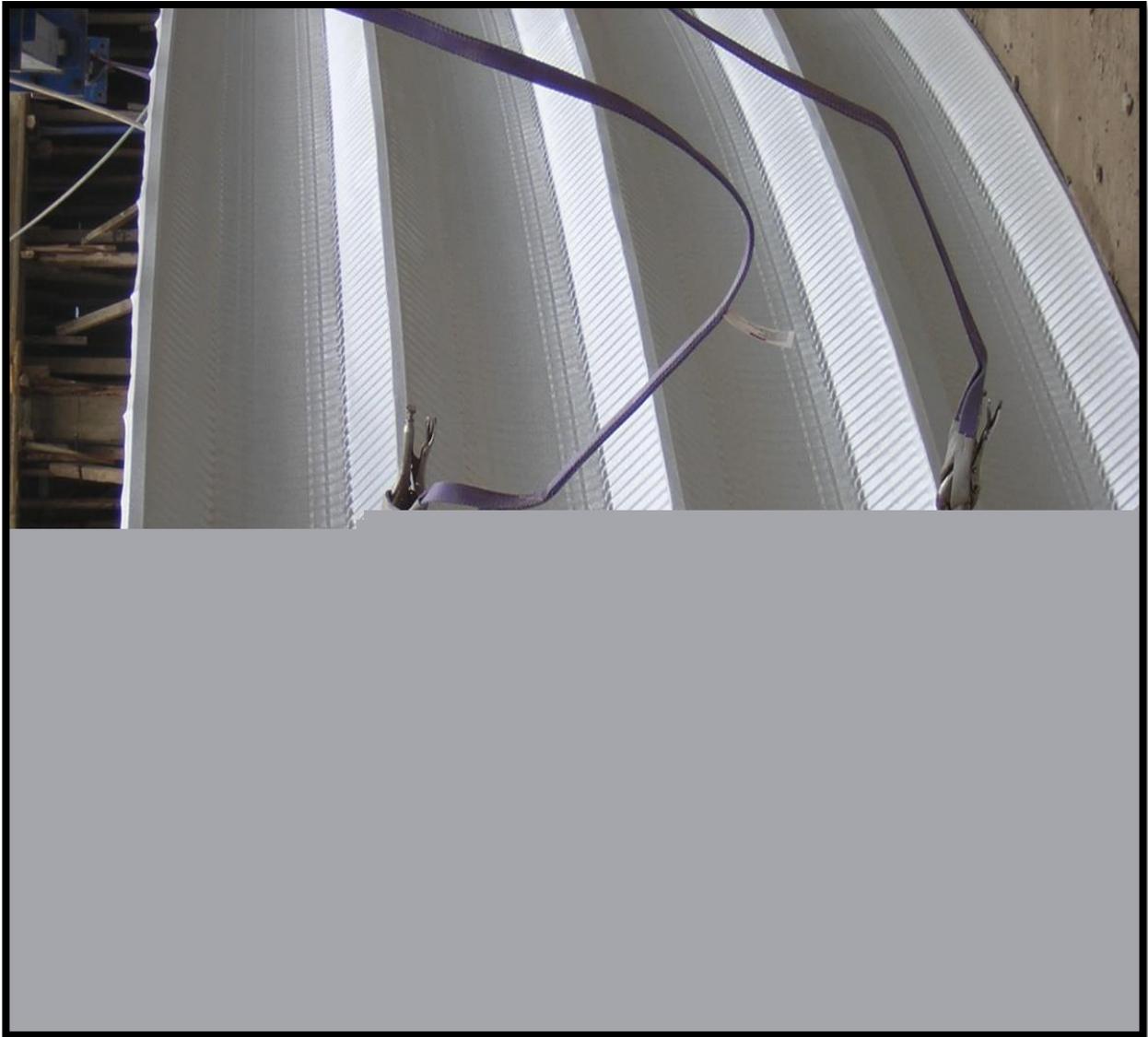
ENGARGOLADO O SELLADO







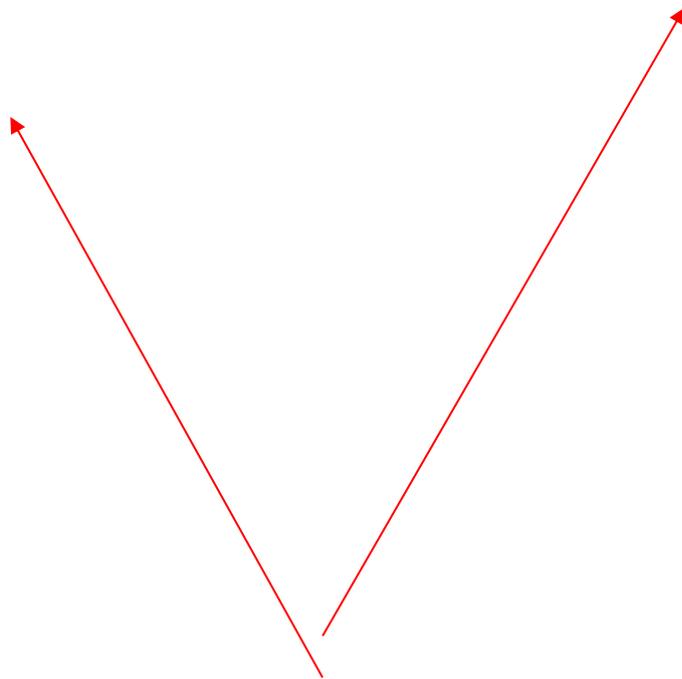
La lámina cuenta con una configuración especial en sus extremos laterales que permite ser engargolada (SSR-GRIP) según sea el tipo seleccionado. La longitud de cada lámina es predefinida y fabricada en una acanaladora estacionaria, asegurando un estricto control de calidad, la acanalada producida cuenta con un sellador en los extremos engargolables.





IZADO DE LA COBERTURA EN CUARTETOS.



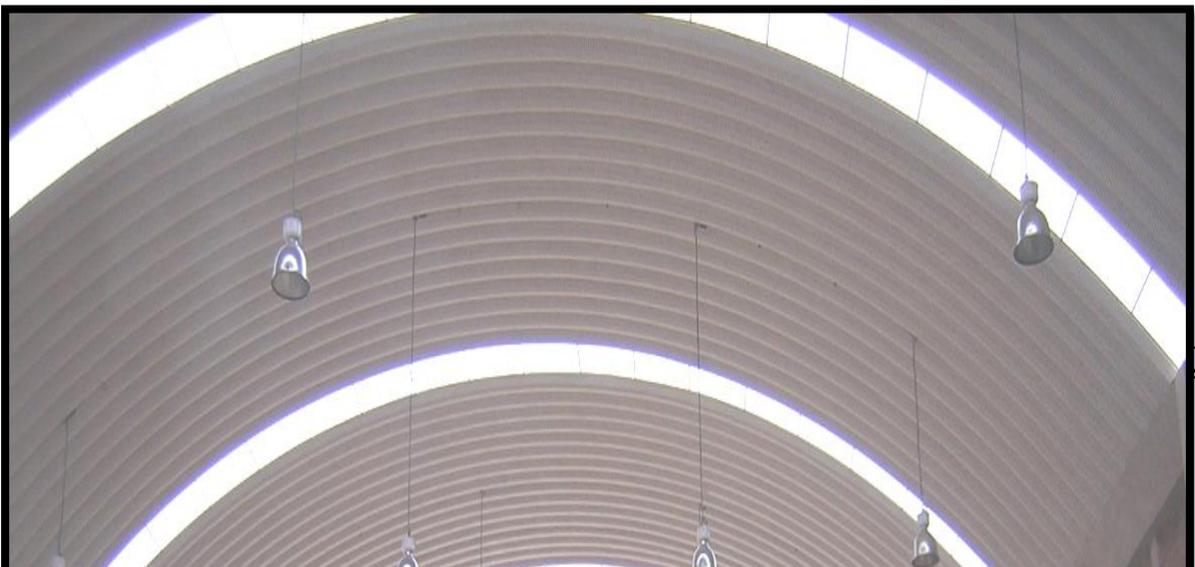


Se puede observar dos tipos de vigas la metálica y la de concreto.





Se colocan las coberturas dejando los espacios para los translucidos



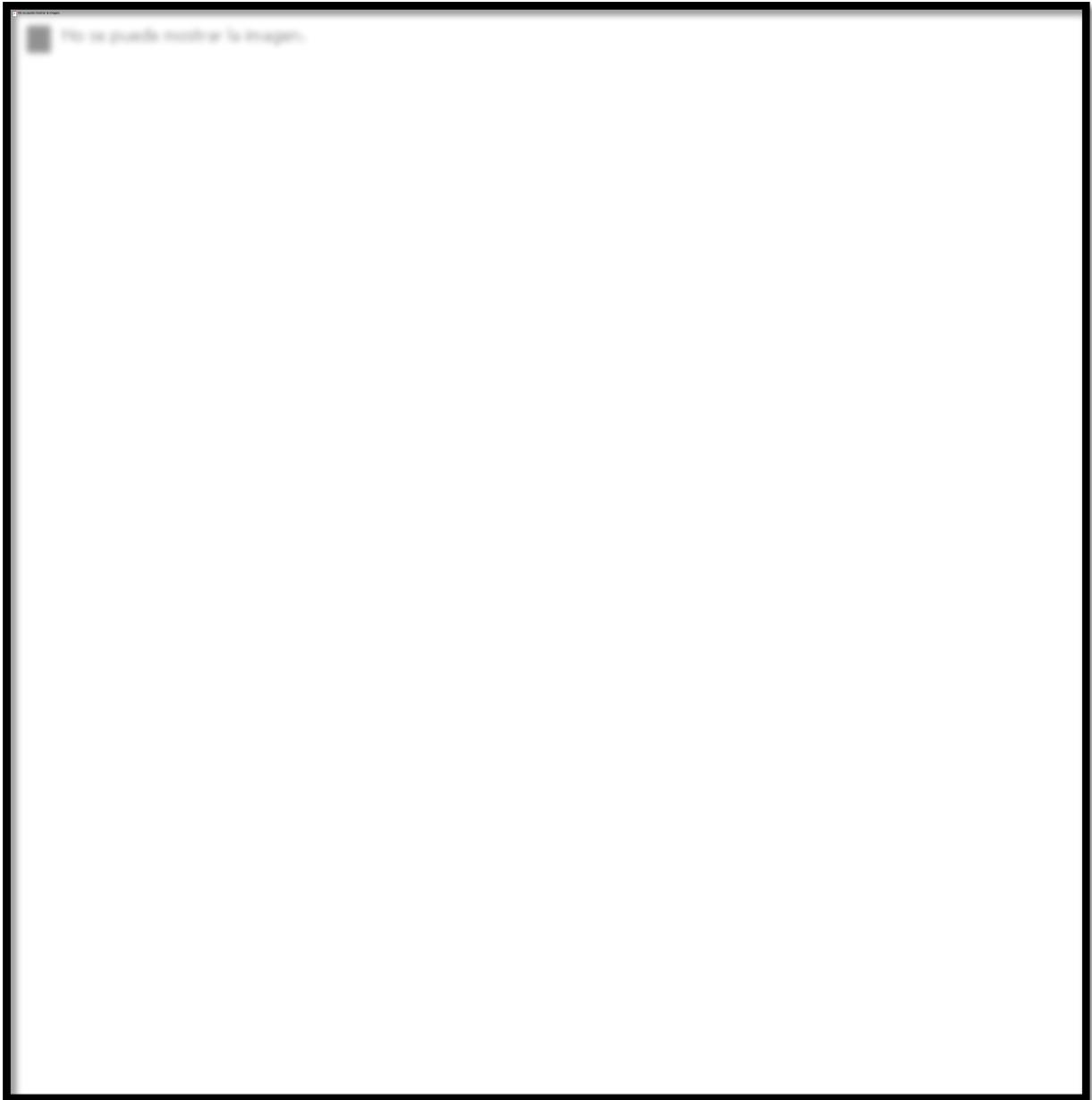


Vista de las luminarias y translucidos





El canalón de acero que sirve como apoyo a la cobertura, a la vez es utilizado como canalón de drenaje.





Cobertura instalada, la diferencia es muy clara con respecto al ahorro de espacios libres





Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

CERRAMIENTO LATERAL,

Se usa el mismo acero pero acanalado



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez



CAPÍTULO IX

COBERTURA CON ESTRUCTURA METÁLICA:

MÉTODO CONVENCIONAL.

Si se hubiese optado por la cobertura convencional, tendríamos el siguiente modelo estructural:

La estructura posee arcos parabólicos, ubicados cada uno de 4.00-5.00 m aproximadamente, según la ubicación de las columnas; con luces de 20m apoyadas sobre columnas, Cada arco posee una flecha de 4m y además posee tensores en la parte inferior del arco para disminuir un poco las secciones ,cuando se utiliza arcos de luces considerables como son de 30-40mt q es el máximo para este sistema, es preferible usar los elementos estructurales en forma de triángulos con los cuales se conforma una estructura estable. Debido al cambio de dirección de los elementos estructurales y por procesos constructivos se opta por secciones angulares y aceros corrugados.



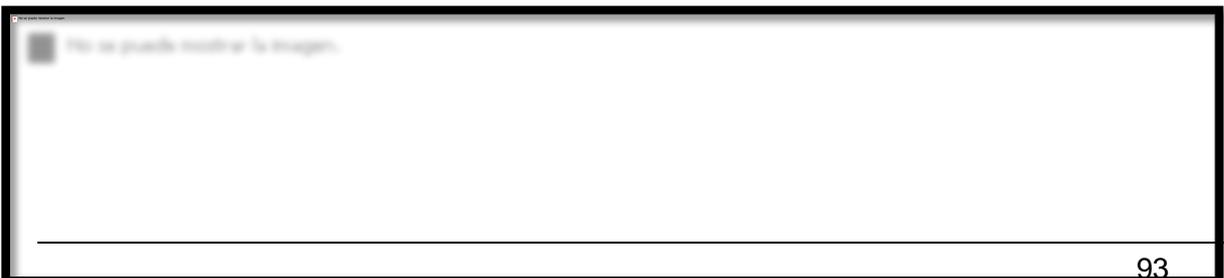


Modelo con arcos convencionales

CARGA MUERTA Y VIVA

Para lograr un comportamiento de armadura toda la carga muerta se concentra en los nudos por ello todas las viguetas que transmiten cargas son espaciadas en forma constante y se apoyan exactamente en los nudos, sin embargo el peso propio de las barras de las armaduras están distribuidas, pero se opta por concentrarlas en los nudos extremos. Por otro lado la carga viva también trabaja en forma semejante a la carga muerta, sin embargo sólo tiene carga viva por montaje y esta es mínima.

MODELO ESTRUCTURAL





VELOCIDAD DEL VIENTO

Donde:

V: Velocidad de diseño del viento sobre la estructura hasta 10.00m de altura.

V_h: Velocidad de diseño del viento sobre la estructura a una altura superior a 10.00m.

H : Altura donde se desea conocer la velocidad del viento en m. (h>10.00m).

$$V_h = V \left(\frac{H}{10} \right)^{0.22}$$

10

Se deben considerar diversos aspectos en la selección de una velocidad de viento, sobre la cual se basan las cargas de diseño de la armadura.



En ellos influyen la climatología del área geográfica, la rugosidad del terreno en general, el aspecto de la topografía local, la altura de la estructura y el nivel aceptable del riesgo de exceder la carga de diseño.

CARGA DE VIENTO

Debido al poco peso que tiene la estructura y puesto que se tiene una superficie geométrica grande comparada con su peso propio, la estructura es ligera, en consecuencia es muy crítico el efecto del viento que las cargas inducidas por el sismo.

La fuerza inducida por el viento es igual a:

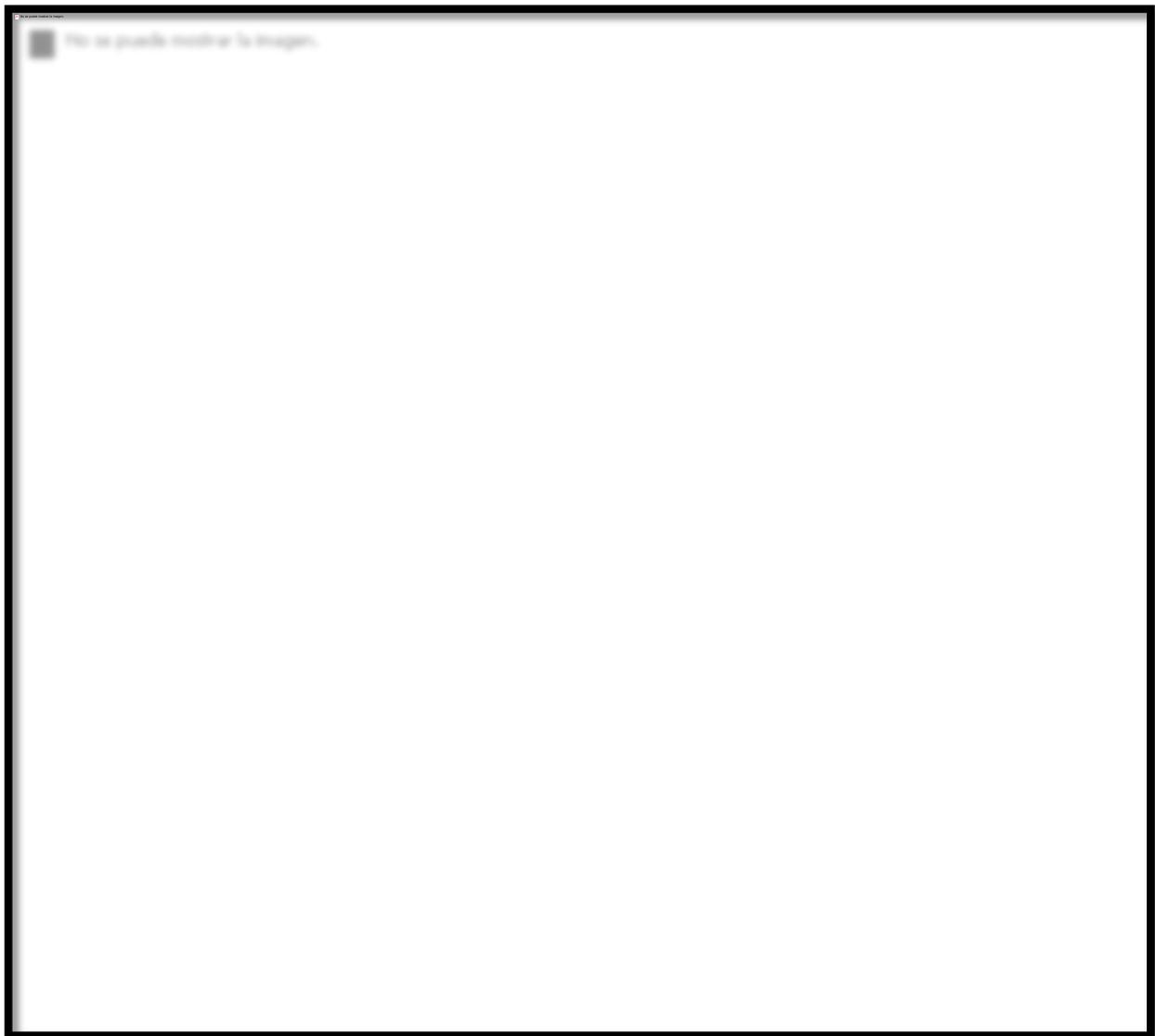
$$q = 0.005 * C * V_h^2$$

Diseño: para el diseño se toma el mismo criterio que el caso anterior, con la diferencia del modelo que en este caso será reticulado.



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

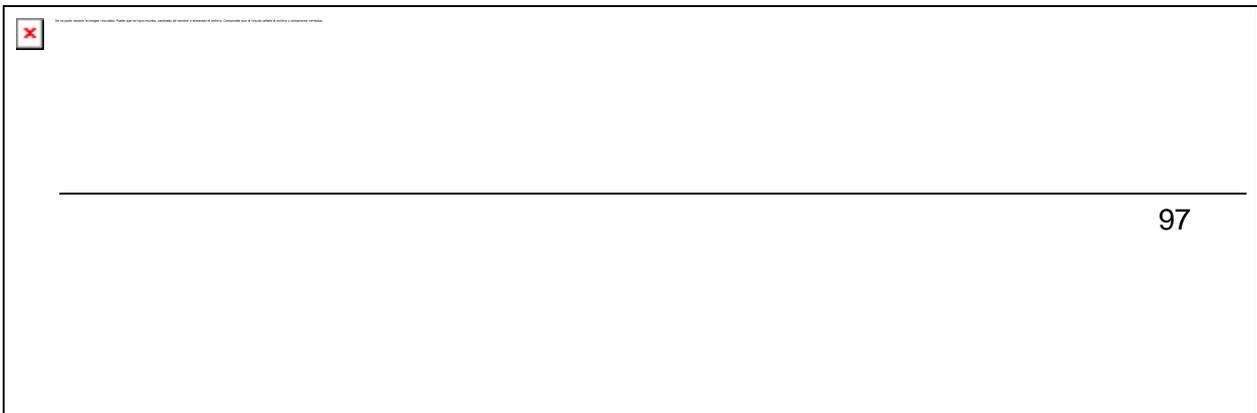
Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

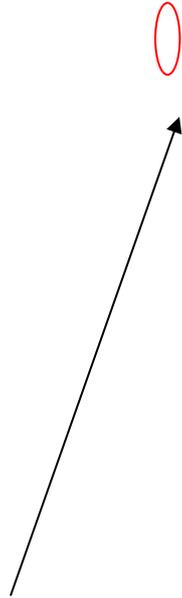




Edificación típica con estructura metálica.
Elementos necesarios para rigidizar la estructura.

9.1.- Vista en planta de la cobertura metálica:





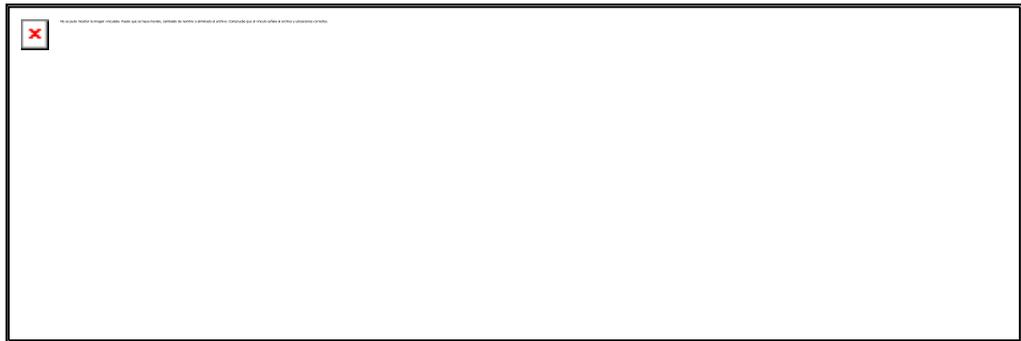
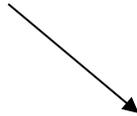
1. Como elementos tenemos:

1. Vigas principales en arco



2. Viguetas transversales
3. Cruz de san Andrés para arriostre
4. Tensores
5. Arriostre diagonal

Vigas en arco metálicas



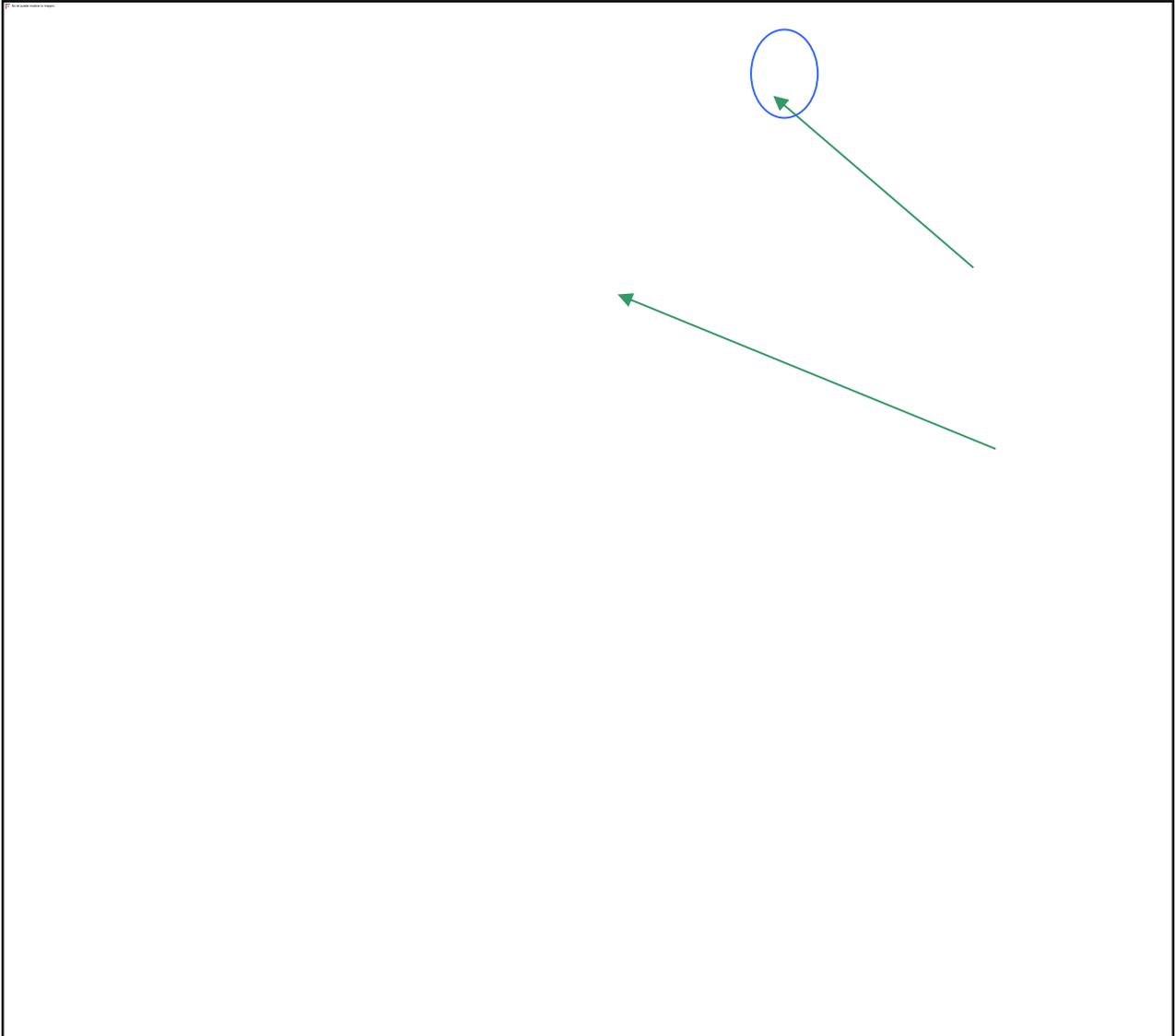
9.2.- VISTAS DE LA COBERTURA RETICULADA Y SUS COMPONENTES:



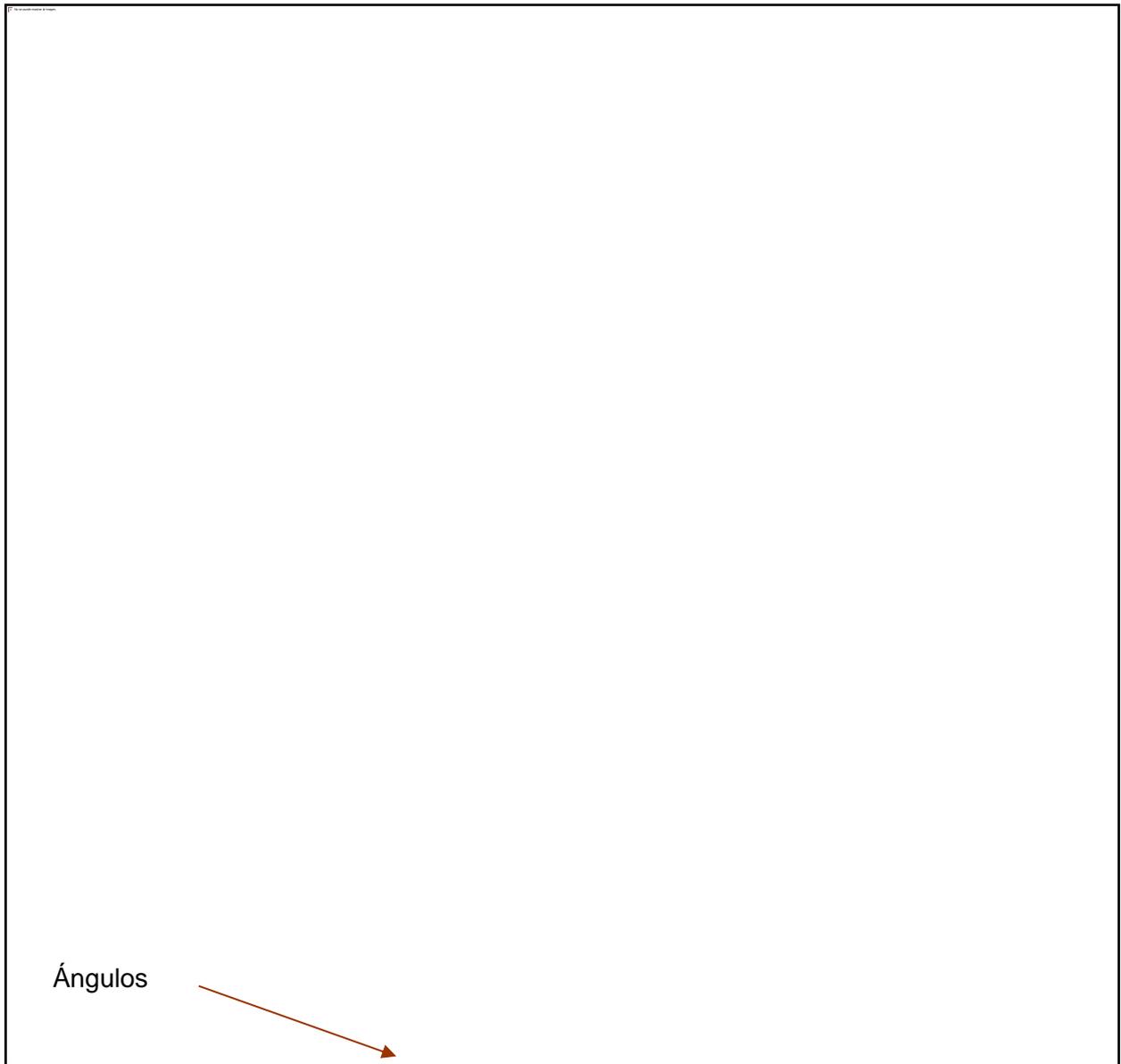
Componentes de una cubierta con estructura metálica



ESTRUCTURA METÁLICA



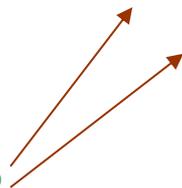
Componentes de un arco metálico usado como elemento en cubiertas convencionales



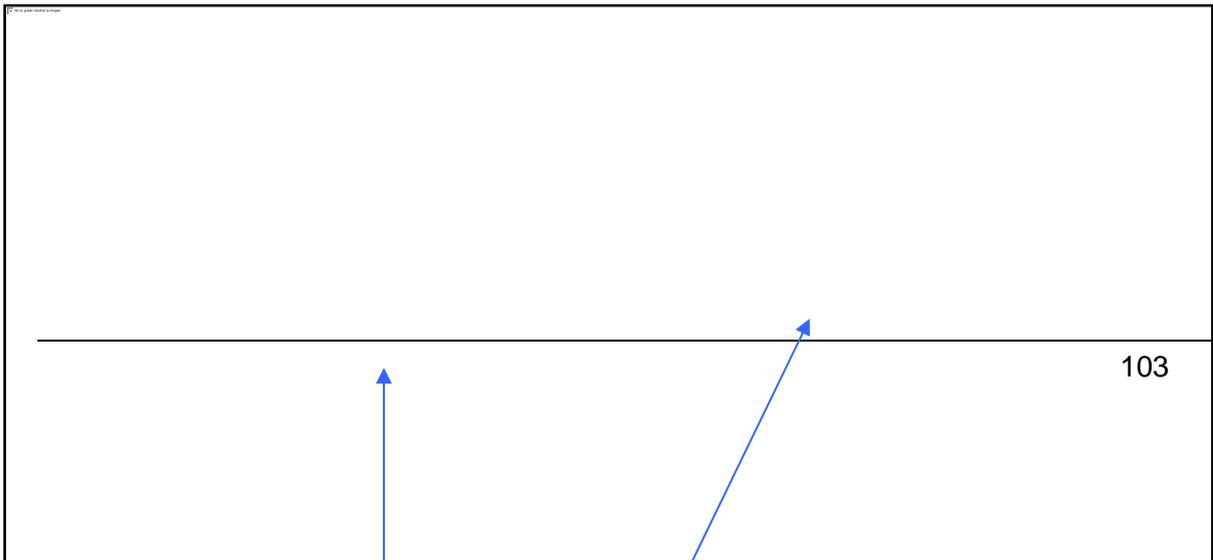
Ángulos





Acero corrugado 

Vigas transversales





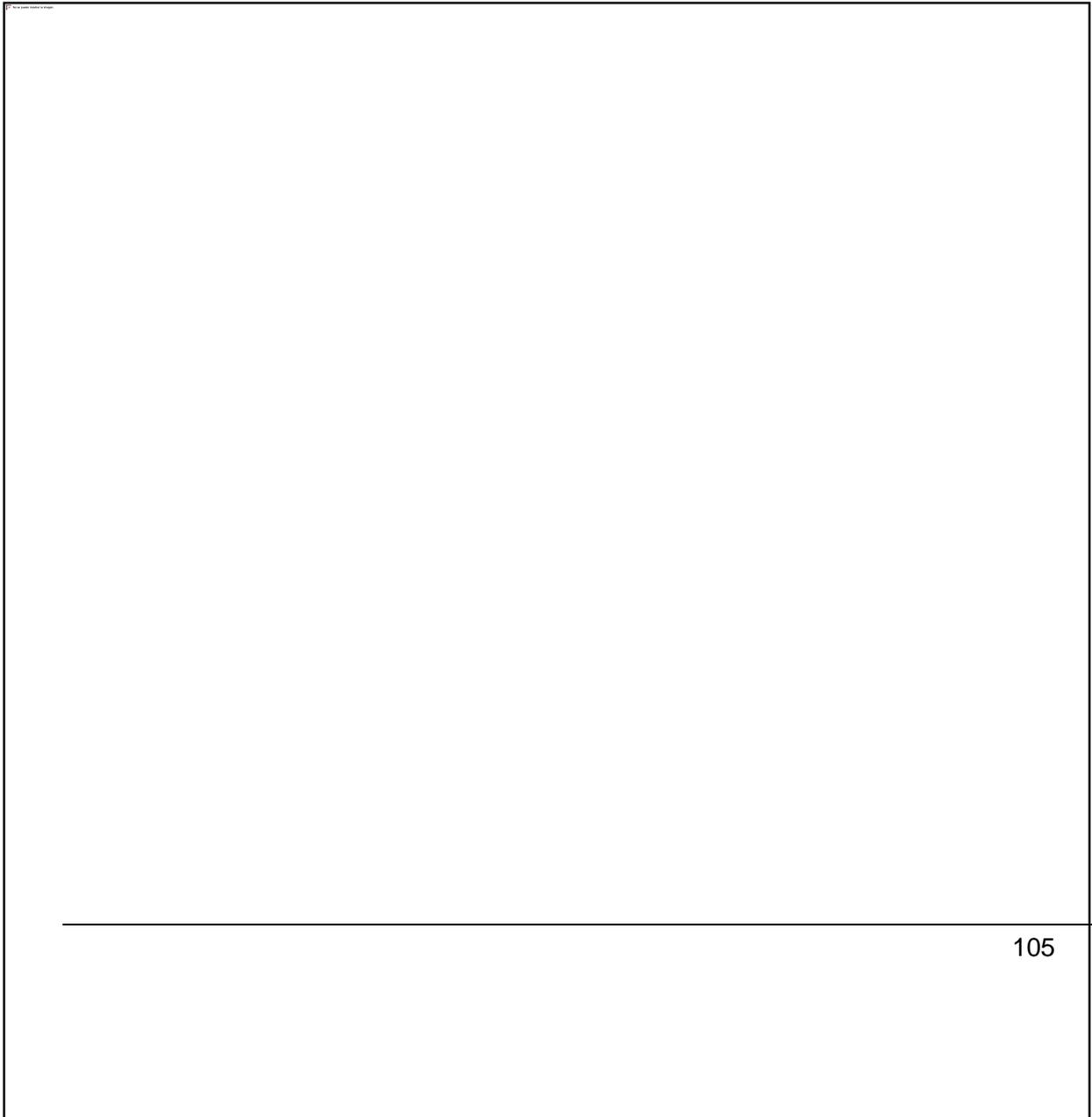
Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Soldaduras



Para el armado se tiene que realizar las uniones de varios elementos lo cual determina un mayor tiempo en operación.

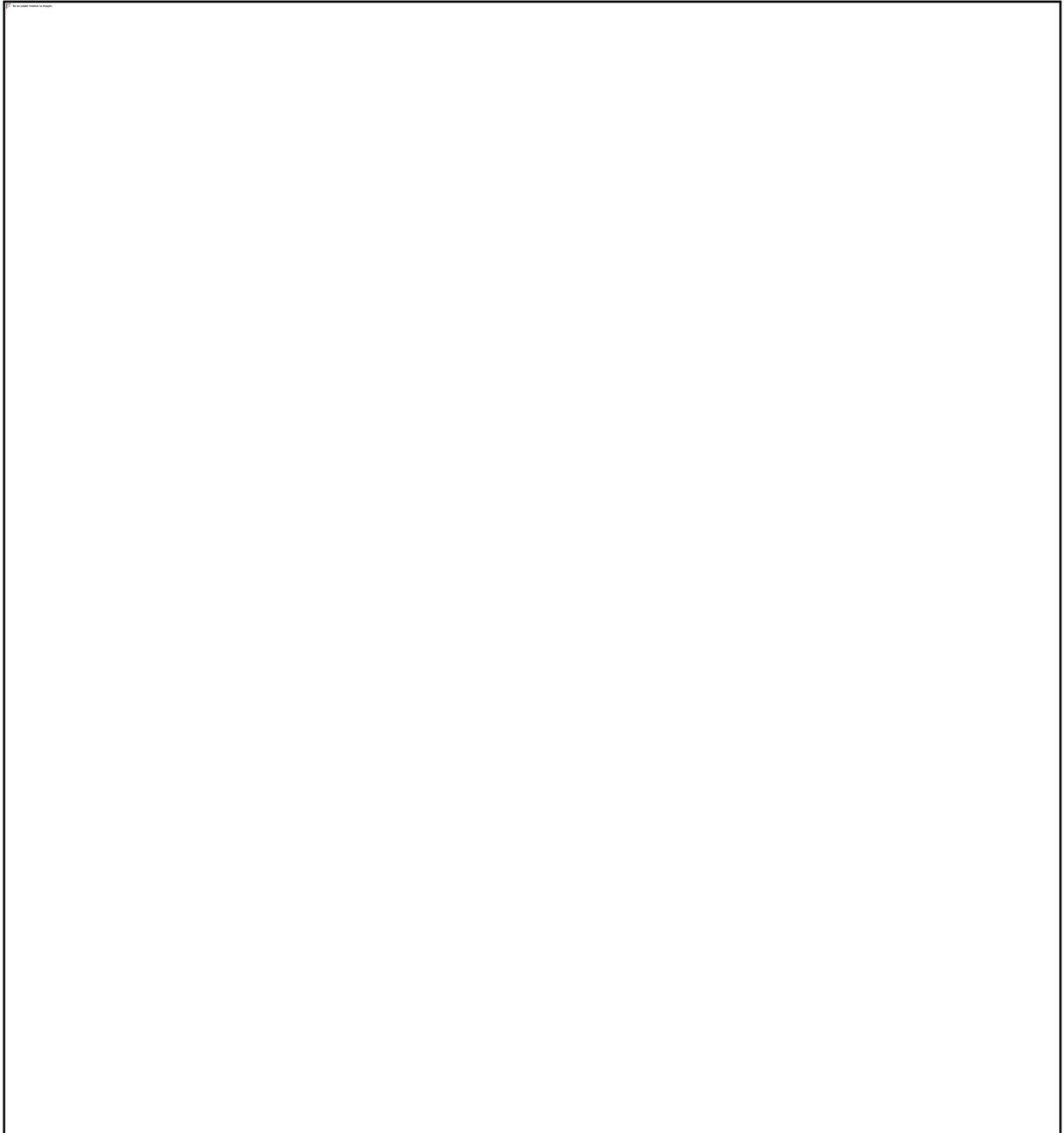




Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

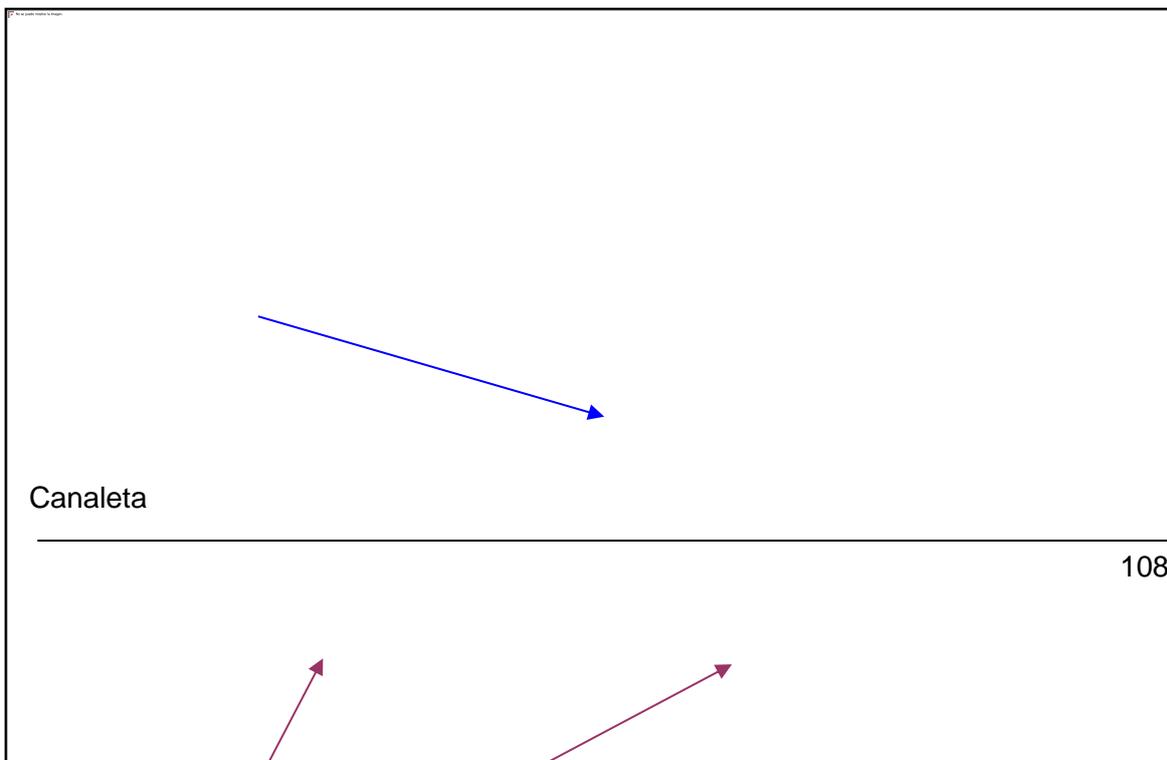
Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

El proceso constructivo para este sistema requiere de mano de obra calificada para las soldaduras.





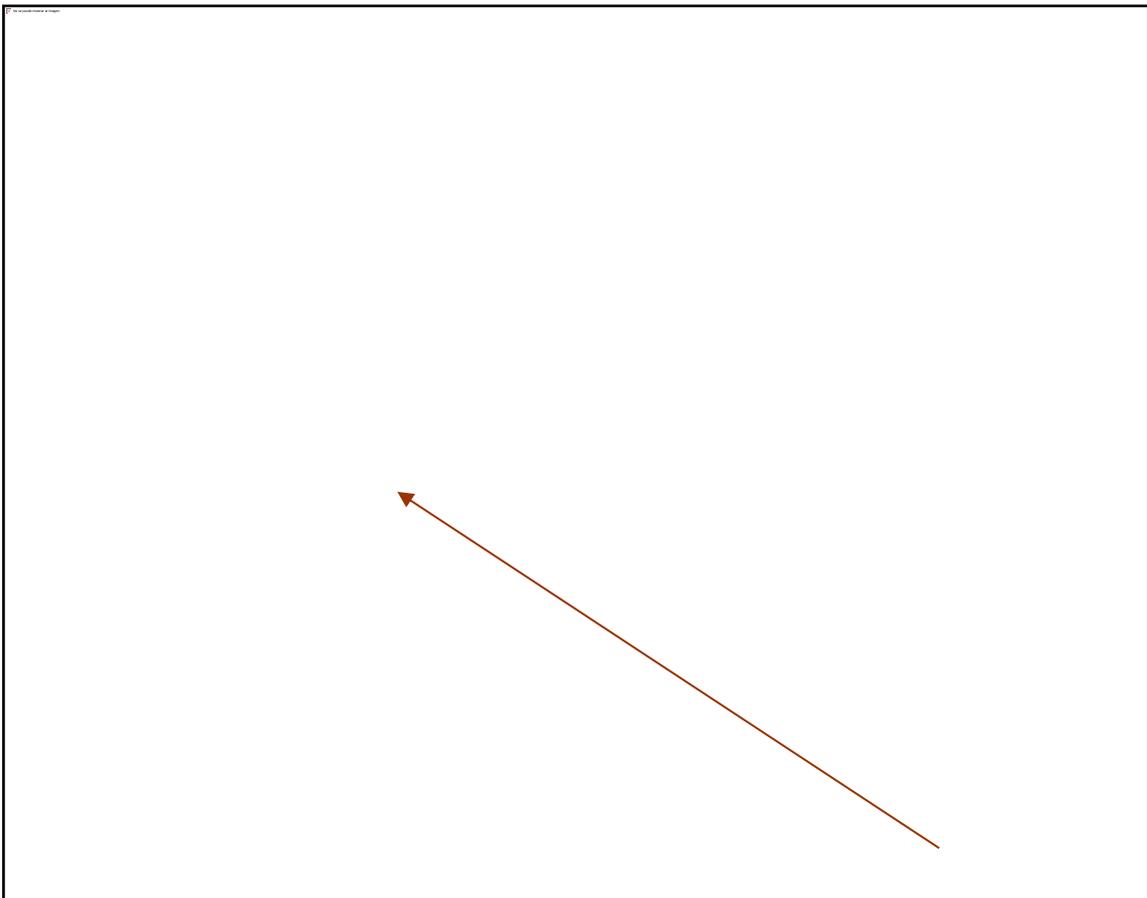
Estos arriostres son importantes en este sistema, pues ayudan a rigidizar la cobertura y evitar el pandeo.





Tensores

Se colocan los tensores y posteriormente las canaletas para drenaje, vista de columna central.





Se colocan los tensores y posteriormente las canaletas para drenaje, vista de columna lateral.

9.3.- Tiempo de ejecución

Para un área de 1300m²:

Sistema constructivo	Rendimiento	duración
Techo parabólico metálico	22 m ² x día	1300 m ² /22m ² /día =59dias

9.4.- PROCESO CONSTRUCTIVO





Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez



Construir columnas y vigas capaces de soportar la estructura metálica.

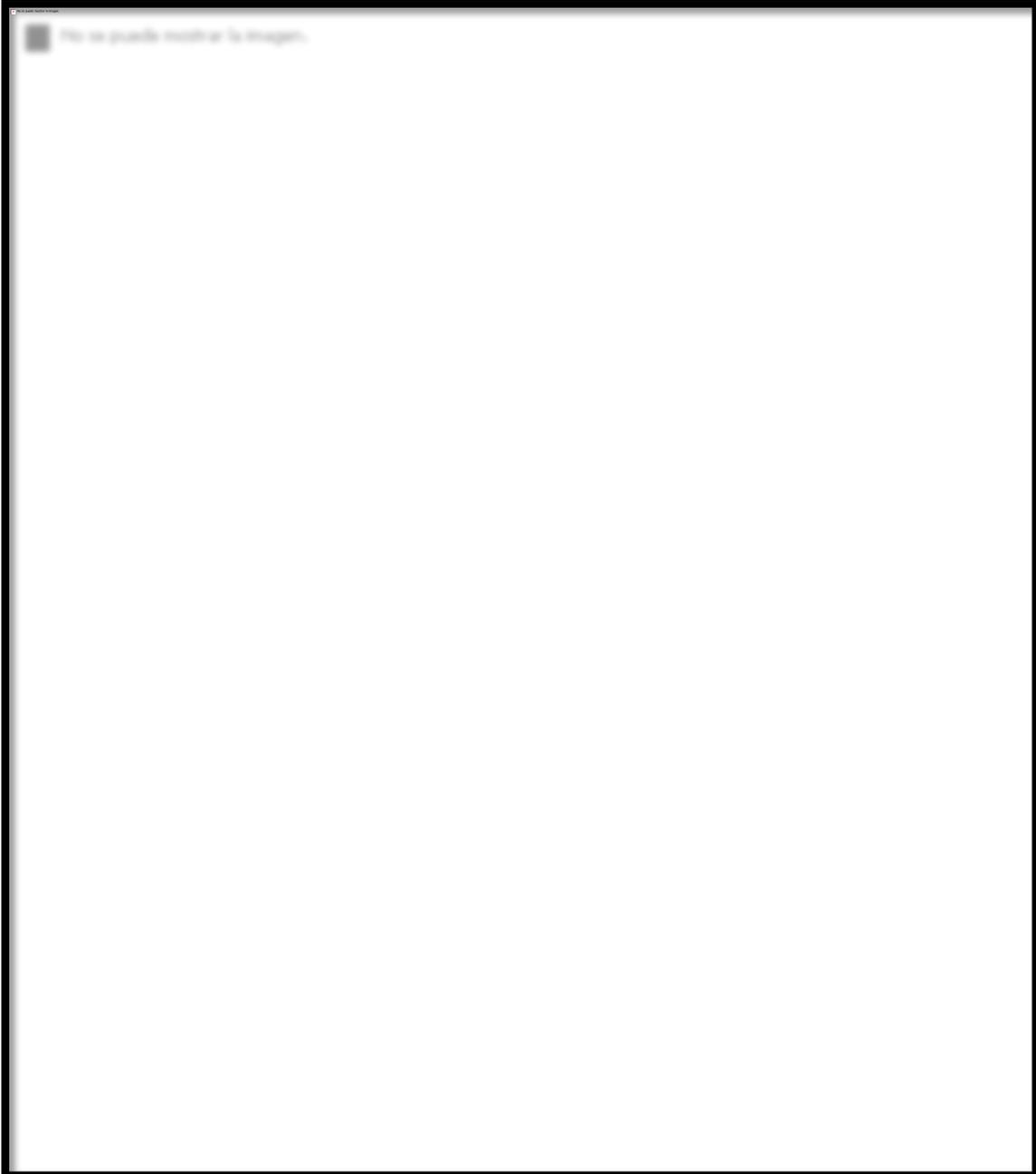




Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Fabricación de arcos en obra, recubrimiento con pintura epóxica.





Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

**Izaje de estructura
metálica**

No se puede mostrar la imagen.



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Se aprecian las vigas viguetas y tensores.



Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

 No se puede mostrar la imagen.



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

**Se puede apreciar la estructura metálica
terminada con sus coberturas de tecnotecho**





Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Cobertura Tecnotecho TR-4, lleva un promedio de 4 pernos de fijación por m2

No se pueden mostrar las imágenes.

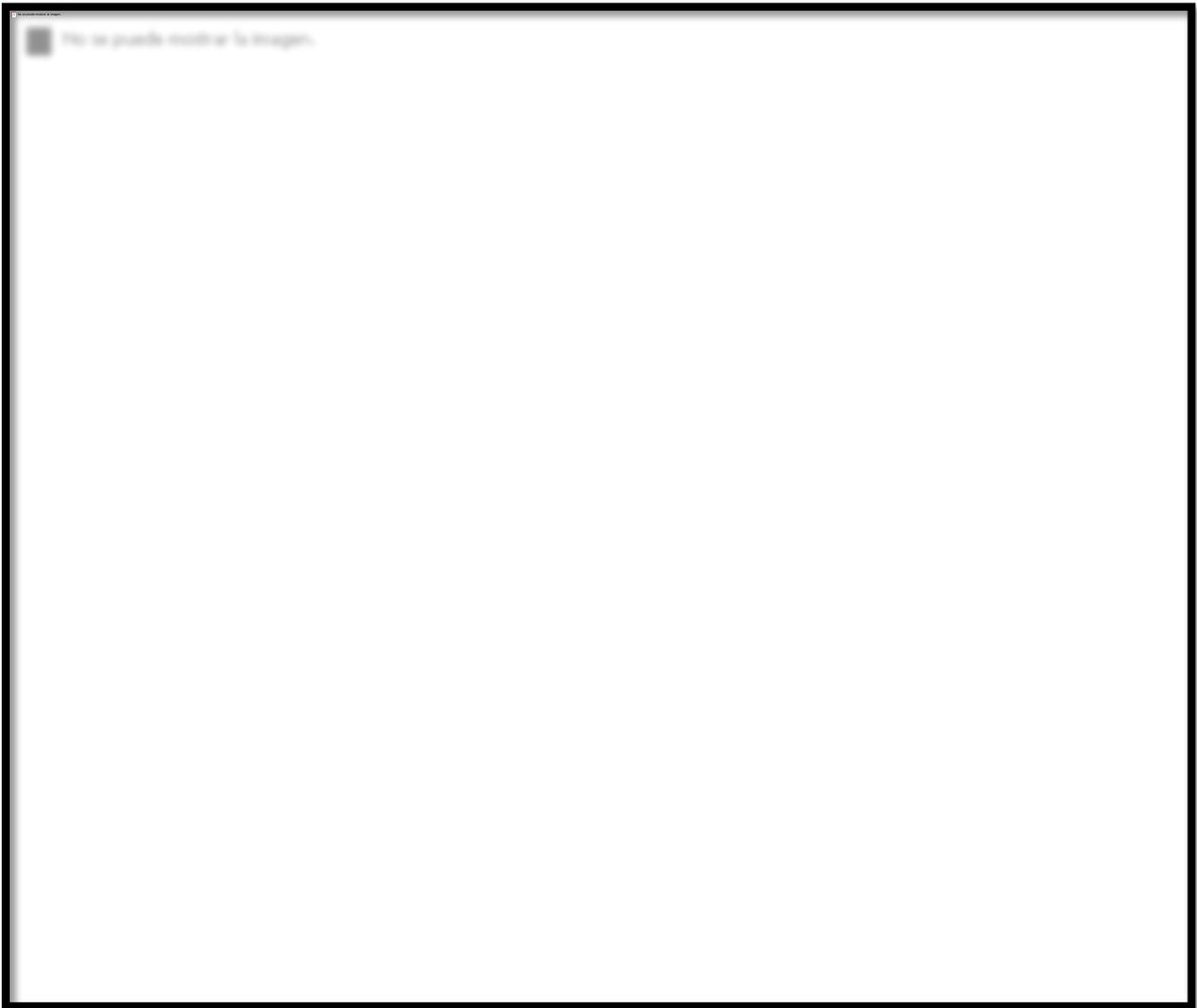


El cerramiento lateral se realizó con el mismo material de perfil TR-4, con el fin de uniformizar el acabado.



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez





Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Vista de la cobertura terminada.

CAPÍTULO X

COMPARACIÓN DE COBERTURA AUTOSOPORTANTE & MÉTODO CONVENCIONAL



10.1.- TIEMPO DE EJECUCIÓN

(Área a construir=1,300m²)

Sistema constructivo	rendimiento	duración	%
Cobertura auto soportada	109 m ² xdia	12 días	500
Techo parabólico metálico	22m ² xdia	60días	100

10.2.- PRESUPUESTOS

Sistema Constructivo	costo \$ xm ²	%
cobertura autoportante	64.26	115
cobertura convencional	74.30	100



10.3.- ACABADOS

Sistema de cubierta con estructura autoportada.

6. El sistema de sellado automático brinda una hermeticidad del 100% evitando la entrada de agua, inconveniente que tienen otros sistemas al perforar la lámina de acero de sus techos.

7. Son cubiertas totalmente limpias, agradables a la vista, lo que permite al diseñador lograr formas innovadoras, poniendo como límite su creatividad.

8. Al no contar con estructuras de apoyo, usted cuenta con el 100% del área libre, logrando un mejor aprovechamiento en volumen y espacio libre.



9. "Residuos = 0", este sistema no genera residuos dado que se realiza totalmente a la medida, sin restos de recortes, sobrantes, etc., lo que nos da un valor agregado más.
10. Es posible proporcionar iluminación natural a través de traslúcidos en fibra de vidrio o policarbonato, así como colgar cualquier tipo de lámpara eléctrica.
11. Permite la instalación de ventiladores de gravedad, así como extracción forzada.

Sistema de cubierta con estructura metálica.

12. El sellado no es tan preciso pues se realiza por medio de pernos de fijación para los perfiles fibraforte o eternit, con frecuencia se tiene problemas de filtración.
13. Requiere un mantenimiento de por lo menos 2 veces al año, su apariencia no es tan agradable.



14. Por ser estructura reticulada conformada por un conjunto de arcos, requiere de arriostres adicionales para su buen funcionamiento estructural, quitando así espacios libres para su circulación.

15. La fabricación de los elementos deja desperdicios, por su complicidad en sus uniones.

16. La iluminación natural por medio de planchas translucidas no es muy eficiente por la cantidad de arriostres que cuenta la cobertura.

17. Su uso es limitado pues por su estructura pesada no es posible crear diseños novedosos.



Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Cubierta metálica



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez





Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Cubierta autoportada



Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

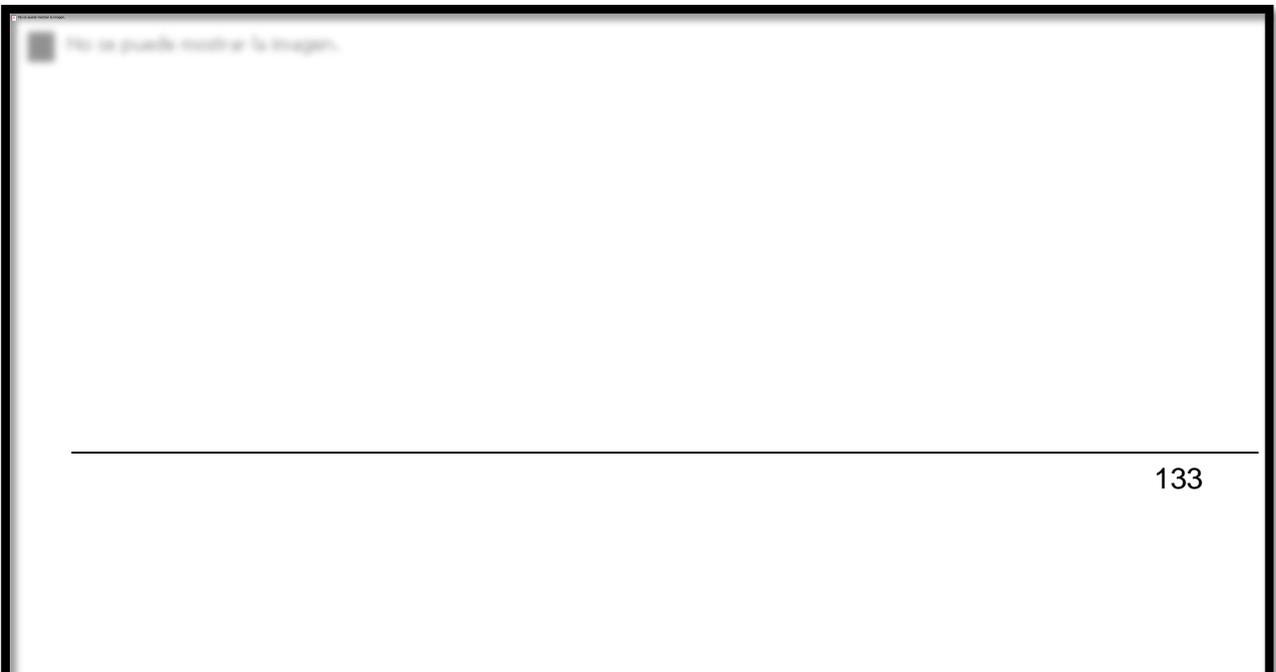




Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Cubierta metálica





Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

Cubierta autoportada



CONCLUSIONES

1. La estructura autosoportada es una alternativa como elemento estructural para cubiertas de grandes luces, ya que se puede modelar y verificar sus deformaciones y esfuerzos frente a sus respectivas cargas y sobrecargas las mismas que son usadas para el diseño de los demás elementos estructurales, como son ;vigas columnas, zapatas..

2. Estas cubiertas frente al sistema convencional nos muestran las ventajas de ser elementos livianos, disminuyendo así las sobrecargas en las columnas y demás elementos estructurales de la edificación, al mismo tiempo la fuerza sísmica será menor.



3. Como proceso constructivo, la cubierta autosoportada no obstaculiza la ejecución de partidas paralelas por lo que no es considerada como partida crítica.

4. Por la rapidez de su fabricación y la sencillez de su colocación se disminuye considerablemente el tiempo de ejecución como partida establecida para el techado de la edificación, en relación al techo convencional en un 400%.

5. El costo por m² disminuye en un 15%, solo en material, sin contar los beneficios que conlleva la realización de la obra en el plazo establecido, incluso antes de lo previsto., ya que no cuenta con elementos adicionales como arriostres u otros con respecto al convencional.

6. Por ser de acero galvanizado, garantiza su duración, por los componentes anticorrosivos del material, disminuyendo así el costo de mantenimiento a un costo despreciable, en comparación con el sistema convencional que requiere, un mantenimiento periódico, para evitar filtraciones u otro inconveniente.



7. el sistema de acero galvanizado es un material atractivo por su color y acabado lo cual le da a la estructura un acabado muy distinto al sistema convencional. Este aspecto arquitectónico ayuda a la viabilidad de proyectos utilizando este sistema.

8. La utilización del sistema es variada con aplicaciones en coberturas de edificaciones como: piscinas, mercados, hasta viviendas, en otros países, Este producto es intensamente usado por su rapidez y sencillez de instalación.

RECOMENDACIONES

1. Área para la entrada de un tráiler que transportara la maquina



BIBLIOGRAFÍA

1. Zapata baglietto luis,1997, Diseño Estructural en acero,Edit.I UNI,Lima-Perú.
2. McCormac, Jack C.2002, Diseño de estructuras de acero (Método LRFD), Edit. Alfaomega, 2da edición-México.
3. Jhon E. Lothers, desing in structural steel, 3era edicion, 1975, Farmington Hill – EEUU.
4. Manual of steel construction, AISC-LRFD, 1986.
5. American Concrete Institute, 2005, Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318S-05), Farmington Hills,MI 48331-U.S.A.
6. Editorial ICG ,Norma de estructuras(E-030,E-090), 2da edición 2004



7. www.arcotechoperu.com, página en Internet ,revisada octubre 2007

8. www.idealhome.com.mx, página en Internet ,revisada octubre 2007

ANEXOS

A1.- PANEL FOTOGRÁFICO DEL SISTEMA DE CUBIERTAS AUTOSOPORTADAS.

No se puede mostrar la imagen vinculada. Puede que se haya movido, cambiado de nombre o eliminado el archivo. Compruebe que el vínculo señala al archivo y ubicación correctos.



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

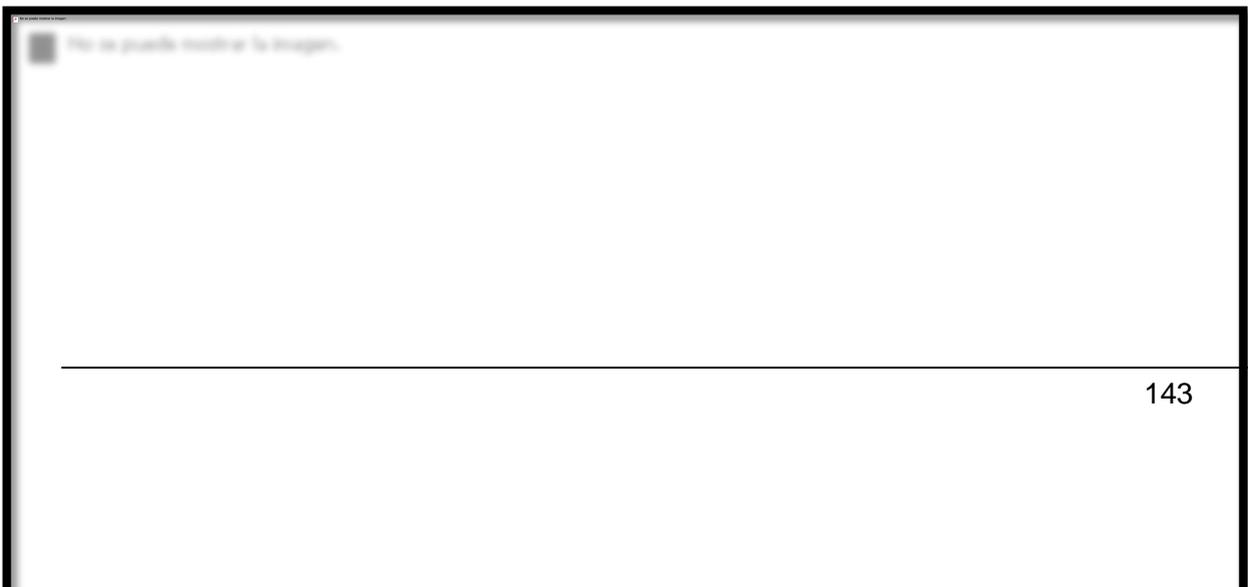
Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez





Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez





Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez





Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

 No se puede mostrar la imagen.



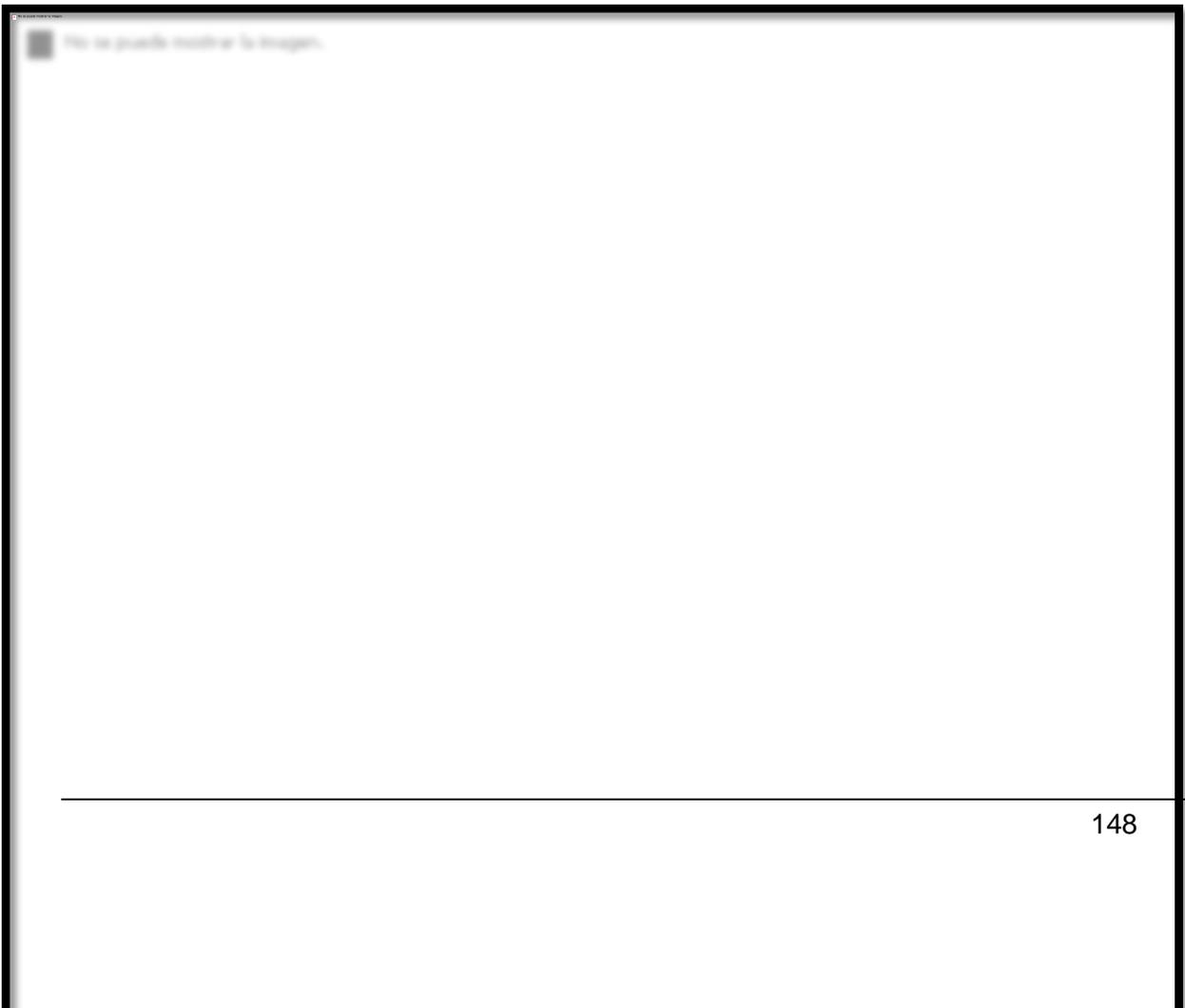
Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez



Tesis: "Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez





Tesis: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales"

Autor: Bach. José Antonio Pacheco Álvarez

"La férrea voluntad del hombre le ha llevado a la construcción del progreso,
exhortándolo a trazarse siempre metas más altas"