

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Arquitectura.



**ANALISIS DE CONEXIONES APERNADAS PARA CUBIERTAS DE
TECHO CON ESTRUCTURA METALICA EN CLIMA TROPICAL**
Casos de estudio: a) Campus UCV Caicara de Maturin, Edo. Monagas
b) Proyecto Auditorio UCV, Edo. Amazonas

Autor: Prof. Ana Gabriela Tovar.

Fecha: 16 de Diciembre de 2010.

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Arquitectura.



**ANALISIS DE CONEXIONES APERNADAS PARA CUBIERTAS DE
TECHO CON ESTRUCTURA METALICA EN CLIMA TROPICAL**
Casos de estudio: a) Campus UCV Caicara de Maturin, Edo. Monagas
b) Proyecto Auditorio UCV, Edo. Amazonas

Trabajo de ascenso para optar al escalafón de Asistente

Autor: Prof. Ana Gabriela Tovar.

Tutor académico: Prof. Nancy Dembo. Dr

Fecha: 16 de Diciembre de 2010.

Resumen

El sistema constructivo SIEMA se ha utilizado exitosamente en la construcción de edificaciones educacionales, públicas y privadas, constituyendo cada aplicación una oportunidad para realizar innovaciones en el sistema. La incorporación de espacios destinados para auditorios y espacios de usos múltiples ha conllevado el análisis de nuevas configuraciones que permitan cubrir mayores luces a las alcanzadas conservando la modulación original del sistema. Este trabajo está orientado al estudio integral del sistema de techo y al desarrollo de una herramienta de cálculo amigable para los profesionales de la Arquitectura que les permita generar geometrías apropiadas para las conexiones apernadas sometidas a corte.

Palabras claves: Estructura metálica, Conexiones Apernadas, Pernos, Corte-tracción, Cubiertas, Techo.

ÍNDICE	Pág.
Introducción.....	8
1. Capítulo I. Estado del Arte.....	13
1.1. Descripción del sistema VEN-UNO.....	14
1.2. Descripción del SIEMA (Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada).....	18
2. Capítulo II. Pautas para el diseño de techos con pendientes caso de estudio Proyecto UCV-Amazonas.....	27
2.1. Descripción del Proyecto UCV-Amazonas.....	28
2.2. Evaluación térmica.....	36
2.3. Aspectos estructurales.....	46
2.3.1. Descripción del modelo matemático.....	46
2.3.2. Verificación de esfuerzos en la estructura.....	64
2.4. Aspectos Constructivos.....	72
3. Capítulo III. Método simplificado conexiones apernadas.....	81
3.1. Parámetros teóricos conexiones apernadas.....	81
3.2. Parámetros funcionales conexiones apernadas.....	84
3.3. Hoja de cálculo simplificada conexiones apernadas.....	87
3.4. Verificación de conexión caso de estudio.....	93
Conclusiones y Recomendaciones.....	97
Bibliografía.....	101

Apéndices

A.- Tablas de resultados, programa Sap2000

B.- Memoria Eólica.

Anexos

A.- Catalogo de Componentes Campus UCV-Caicara de Maturín

B.- Confort Acústico Auditorio Caicara de Maturín.

INTRODUCCIÓN

Las conexiones apernadas presentan ciertas características que las hacen apropiadas dependiendo de la aplicación. Las principales ventajas de las conexiones apernadas están en la rapidez de ejecución, el bajo nivel de calificación en obra requerido para construirlas, la facilidad de inspección y reemplazo de partes dañadas y la mayor calidad que se obtiene al hacerlas en obra comparadas con conexiones soldadas, que requieren mano de obra especializada, los pernos son ideales para estructuras que luego serán desmontadas ofreciendo ventajas para su verificación.

La mayor ventaja de las conexiones apernadas es que es un proceso en el que se unen partes metálicas mediante un proceso mecánico en estado natural (sin calentamiento del perfil, ni de la conexión), permitiendo que las partes se unan sin alterarlas. En el caso de las conexiones soldadas se unen partes metálicas mediante el calentamiento de sus superficies a un estado plástico, permitiendo que las partes se unan con o sin la adición de otro metal fundido.

Partiendo de la idea de crear una edificación para la extensión universitaria que reúna en una sola edificación toda la infraestructura para la UCV en el estado Amazonas, la cual debe ser flexible en su organización espacial, teniendo como eje conector de las actividades, el centro de información,

documentación, aula digital, el auditorio y el comedor. Se propone para el diseño del proyecto UCV en el estado Amazonas, el uso del Sistema IDEC de Estructura Metálica Apornada (SIEMA).

El sistema IDEC de estructura Metálica apornada-SIEMA, fue desarrollado por el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEC, para la construcción de edificios institucionales y a lo largo de su historia ha sido empleado en varias oportunidades para realizar edificaciones educacionales.

La primera versión de este sistema se encuentra en el sistema denominado VEN-UNO y ella es producto de una experiencia de transferencia tecnológica iniciada en 1978, a través de un convenio suscrito entre el IDEC y el grupo CLASP, del Consorcio de Autoridades Locales del Reino Unido, con el apoyo del CONICIT, para el diseño y la construcción de edificaciones educacionales.

Esta experiencia contó, además, con la participación de otras instituciones gubernamentales como el Ministerio del Desarrollo Urbano-MINDUR, el Instituto Nacional de la Vivienda-INAVI, el Ministerio de Educación y la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas-FEDE

El sistema constructivo SIEMA se ha utilizado exitosamente en la construcción de edificaciones educacionales, públicas y privadas, constituyendo cada aplicación una oportunidad para realizar innovaciones en el sistema. La incorporación de espacios destinados a auditorios y espacios de usos múltiples ha conllevado el análisis de nuevas configuraciones que permitan cubrir mayores luces a las alcanzadas conservando la modulación original del sistema.

Este trabajo está orientado al estudio integral del sistema de techo y al desarrollo de una herramienta de cálculo amigable para los profesionales de la Arquitectura que les permita generar geometrías apropiadas para las conexiones apernadas sometidas a corte.

SIEMA, es un sistema aporticado diseñado sobre la base de columnas y cerchas metálicas que responde a una modulación de 1,20m x 1,20m, pudiendo cubrir luces hasta 7,20 m. (Maggi, 1992.)

Los componentes del sistema fueron pensados para cubrir luces de hasta 7.20m de luz, de esta forma era posible satisfacer dentro de las diversas configuraciones los espacios destinados a aulas, sanitarios y oficinas administrativas. Sin embargo de acuerdo a los usos de las edificaciones donde se ha aplicado el sistema se ha presentado la posibilidad de incluir

dentro de sus configuraciones los auditorios, gimnasios y espacios de usos múltiples entre otros, para lograr estas nuevas configuraciones se deben estudiar las geometrías de las conexiones necesarias de los nuevos componentes, cumpliendo con las condiciones de apoyos iniciales del sistema cuyo principio es evitar la transmisión de momentos en la estructura.

El presente trabajo consta de tres partes. Un primer capítulo orientado a revisar los antecedentes del SIEMA desde la experiencia de la transferencia tecnológica del sistema CLASP, pasando por el sistema VEN-UNO como resultado de dicha experiencia hasta alcanzar el desarrollo del sistema SIEMA.

Un segundo capítulo donde se analizara el comportamiento del sistema SIEMA desarrollado para las nuevas configuraciones, con el programa SAP2000 que arrojará las solicitaciones a las cuales estará sometido cada elemento como consecuencia de la acción de las fuerzas externas.

Un tercer capítulo referido al desarrollo de una hoja de cálculo que permita de una forma amigable la verificación de la configuración para conexiones apernadas a corte, garantizando que la propuesta de techo satisfaga de manera integral los requerimientos de esta nueva configuración, la cual será

aplicada con las nuevas modificaciones al auditorio del Proyecto Campus UCV-Caicara de Maturín.

El proyecto UCV-Amazonas se pensó que sería el primero en construirse, por lo que todos los análisis teóricos sobre techos con pendiente, evaluación térmica, y los aspectos estructurales están referidos a este caso de estudio.

Sin embargo, el proyecto Campus UCV-Caicara de Maturín inicio primero su construcción, considerando que los auditorios son similares salvo algunas diferencias modificadas en obra para facilitar el proceso constructivo; fue de suma importancia analizar el auditorio que se encontraba en ejecución, coincidiendo con los aspectos constructivos del capítulo dos y el capítulo tres de este trabajo.

Por lo que para la aplicación de la hoja de cálculo, objetivo de este trabajo, se tomo como caso de estudio el auditorio del proyecto campus UCV-Caicara de Maturín, cuyos resultados podrán ser extrapolados al proyecto UCV-Amazonas cuando se inicie su construcción.

CAPITULO I. Estado del Arte

En la Europa de la Postguerra se había dado prioridad a los procesos industrializados de construcción con la esperanza de agilizar la producción de edificaciones, la puesta en marcha de esta iniciativa se vio acompañada de la creación de consorcios.

El pionero de este enfoque fue el Programa Especial del Consorcio de Autoridades Locales (CLASP, es sus siglas inglesas) que inicio sus actividades en 1957. La iniciativa partió de un sistema prefabricado diseñado por el arquitecto Donald Gibson con el que se habían construido nuevas escuelas, basado en una estructura metálica ligera prefabricada y paneles de cerramiento también prefabricados.

El grupo CLASP iniciaría así un importante y satisfactorio programa constructivo basado en generar nuevas versiones de sistemas prefabricados en función de la innovación tecnológica, sin que el concepto del sistema pierda vigencia, con la incorporación de grandes reservas de piezas disponibles e intercambiables que permitía a los proyectistas tener la flexibilidad para dar respuesta a necesidades específicas y adaptarse a las características regionales y acabados particulares de cada cliente. (DEMBO, . 2010)

1.1.- Descripción del sistema VEN-UNO

El Sistema VEN-UNO surge como resultado de la transferencia tecnológica en Venezuela del sistema de origen inglés CLASP. Fue concebido, más que como un sistema constructivo industrializado convencional, como un sistema de producción de edificaciones que permitió involucrar al máximo la capacidad y productividad de las empresas nacionales. Constituido por un esqueleto o estructura apórticada articulada, cuyas vigas y columnas eran fabricadas a partir de perfiles tubulares de acero estructural.

Esta versión nacional de un sistema constructivo para escuelas y edificaciones de usos múltiples en general, fue diseñado sobre la base de un módulo de 120cms para la retícula estructural y un módulo de 60cms para la retícula de diseño. Todas las dimensiones estaban relacionadas con un módulo base de 10 cms como se puede ver en la figura 1.5.

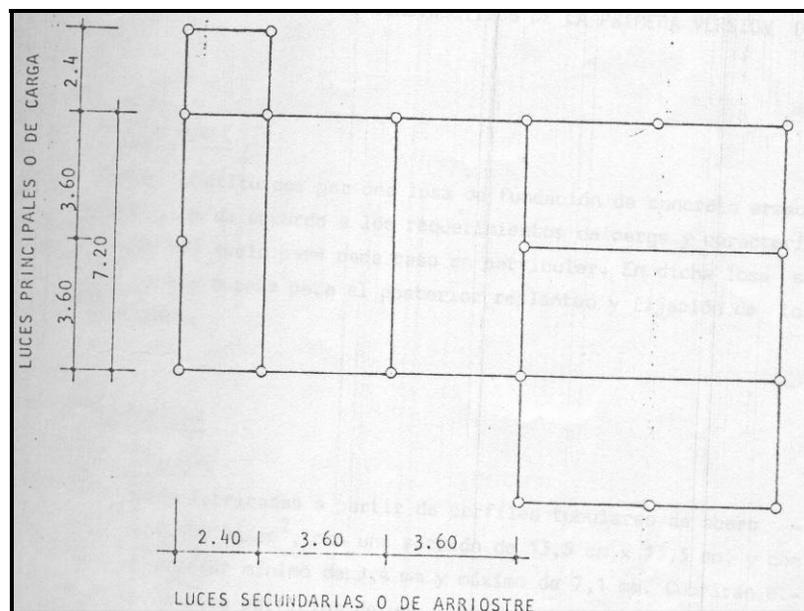


Fuente: FEDE 1980

Figura 1.1.- Esquema modulo base

En sus inicios el sistema estaba formado por luces principales o de carga para entrepisos y techos de 240cms, 360cms y 720cms, siempre pensando en poder cubrir luces de hasta 1440cms.

Para el diseño de las columnas perimetrales o de fachadas se tomó una luz de 240cms o de 360cms de acuerdo a las necesidades de la edificación, las luces secundarias o de arriostre para entrepisos y techos eran de 240cms y 360cms, como se puede apreciar en la figura 1.6.



Fuente: FEDE 1980

Figura 1.2.- Distribución de luces principales y secundarias

Con estas configuraciones el sistema permitiría obtener edificaciones de 1 y 2 pisos, con alturas de piso terminado que iban de 3142cms a 6284cms.

CAPITULO I. Estado del Arte

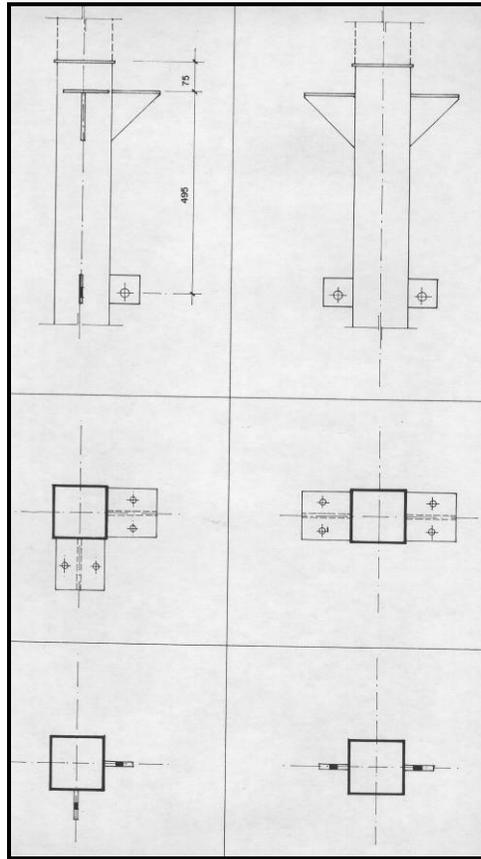
Los componentes del sistema VEN-UNO son los siguientes, las cerchas, cuyas luces varían entre 240, 360, 720 y 1080cms manteniendo una altura constante de 60cm.

Los entresijos, compuestos por una semi-losa maciza prefabricada de 4cms de espesor y un post-vaciado de concreto de 8cms de espesor y los techos, conformados también por una semi-losa prefabricada de 4cms de espesor, pero con un post-vaciado de concreto de 4cms de espesor.

Las escaleras, formadas por componentes metálicos prefabricados, fijados mediante pernos a la estructura. Los escalones, formados por un encofrado resistente de lámina metálica doblada y un vaciado posterior de concreto.

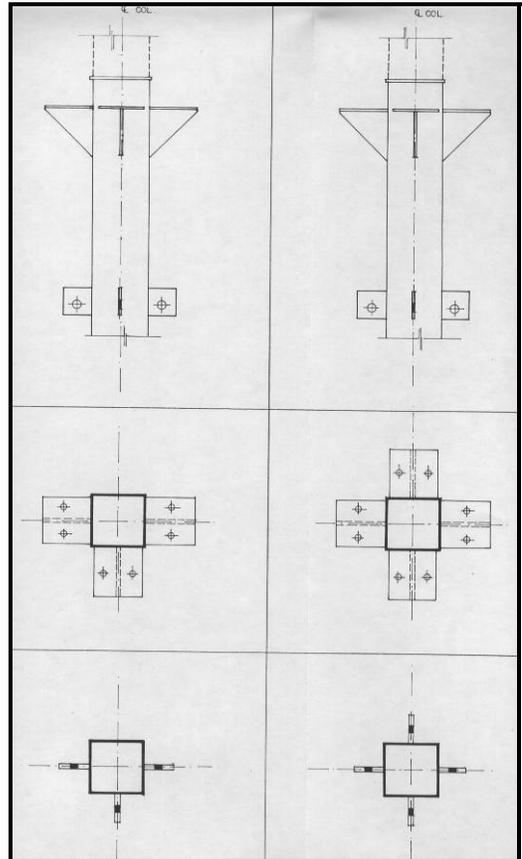
La estructura se arriostra con cruces de San Andrés a partir de tirantes diagonales de cabillas lisas fijada mediante pernos.

Las conexiones utilizadas por el sistema son todas apernadas como se muestra en las figuras 1.3 y 1.4



Fuente: FEDE 1980

Figura 1.3.- Detalle conexión



Fuente: FEDE 1980

Figura 1.4.- Detalle conexión

Para el diseño y construcción del sistema VEN-UNO se usaron calidades de materiales que cumplían con la normativa de la época. Se usó un concreto con resistencia a los 28 días de $f_c' = 210 \text{Kgf/cm}^2$, perfiles metálicos tipo ángulo con $F_y = 2520 \text{Kgf/cm}^2$, perfiles metálicos tipo tubulares con $F_y = 2100 \text{Kgf/cm}^2$, cabillas o barras con $F_y = 5000 \text{Kgf/cm}^2$ y pernos A-307.

Este sistema fue utilizado para la construcción de la Escuela Básica Experimental de Guarenas, ver figura 1.5.



Fuente: Proyecto UCV-Amazonas

Figura 1.5.- Escuela experimental de Guarenas

El sistema VEN-UNO evoluciono y dio origen al sistema SIEMA.

1.2- Descripción del Sistema IDEC de Estructura Metálica Apernada.

El SIEMA mantuvo muchas de las características del sistema VEN-UNO siendo un sistema estructural conformado por componentes estandarizados, con uniones apernadas que se coordina dimensionalmente mediante una retícula estructural de 120cm x 120cm.

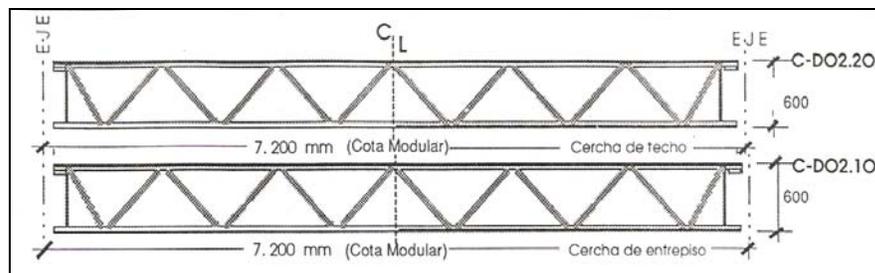
CAPITULO I. Estado del Arte

Está concebido para luces longitudinales de 7.20, 3.60 y 2.40 m. y luces transversales de 3.60 m y 2.40 m. La combinación de estas luces conduce a una mayor flexibilidad en el uso internos de los espacios de la edificación.

El SIEMA permite a diferencia del VEN-UNO (hasta 2 pisos) construir edificaciones de hasta tres pisos. La altura de los elementos horizontales (cerchas) es constante, con el objeto de uniformizar la altura libre de la edificación y así facilitar la colocación del plafond, de la tabiquería interior, y de las instalaciones eléctricas, sanitarias y/o mecánicas.

Componentes del SIEMA

- Las cerchas principales varían para luces entre 240, 360, 480, 600 y 720 cm y las secundarias para luces de 240 y 360 cm y tienen una altura constante de 60cm.



Fuente. Catalogo Componentes SIEMA

Figura 1.6.- Cerchas SIEMA

CAPITULO I. Estado del Arte

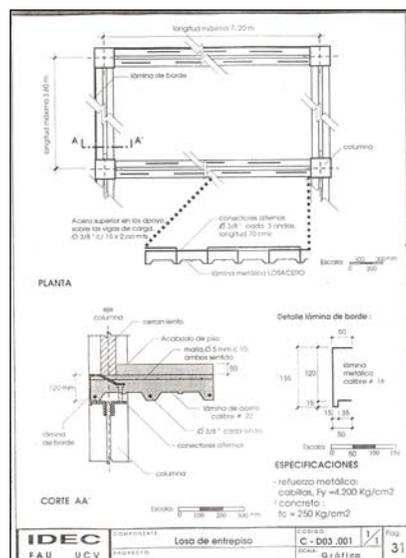
.....



Fuente. Arq. Velquis Velandria

Figura 1.7.- Banco del Libro, Cerchas SIEMA

- Los entrepisos generalmente de 12 cm, están constituidos por losas de concreto vaciado en sitio sobre una lámina metálica utilizada como encofrado colaborante, del tipo sofito metálico o similar, eliminando encofrados provisionales onerosos. El techo puede conformarse con una losa de concreto similar a la diseñada para el entrepiso, generalmente de 8 cm, o utilizar cualquier otra solución de cubierta.



Fuente. Catalogo de componentes SIEMA

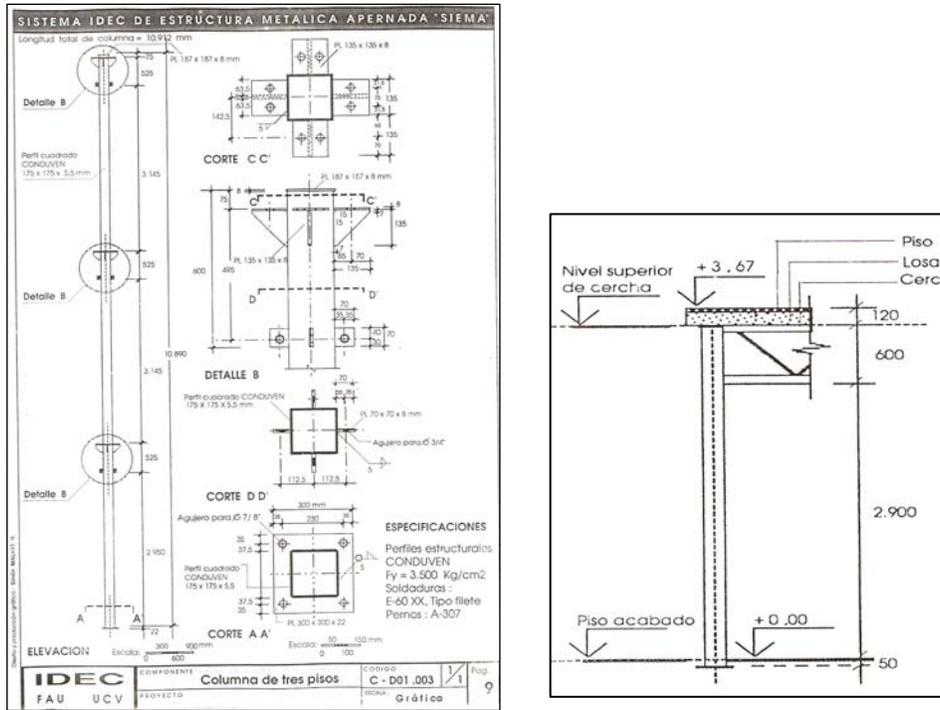
Figura 1.8.- Losas SIEMA



Fuente. Arq. Velquis Velandria

Figura 1.9.- Instituto de Ingeniería, Losas SIEMA

- Las losas de concreto vaciadas en sitio para entresijos y techo que pueden ser de 180, 240, 360cm
- Las columnas se ubican en las intersecciones de la retícula estructural. La configuración en planta del edificio puede cambiar de dirección en cualquier posición de la retícula estructural que sea compatible con los espacios entre ejes de las columnas perimetrales de 240 y 360 cm ya que las columnas se ubican en todas las esquinas internas y externas. Los elementos verticales (columnas) se unen a las cerchas a través de pernos



Fuente. Catalogo Componentes SIEMA

Figura 1.10.- Columnas SIEMA



Fuente. Arq. Velquis Velandria

Figura 1.11.- Nodo Columnas SIEMA

CAPITULO I. Estado del Arte

- Las escaleras están formadas por componentes metálicos prefabricados, fijados mediante pernos a la estructura. Los escalones están formados por un encofrado resistente de lámina metálica doblada y un vaciado posterior de concreto natural coloreado, martillado o granito.
- Los arriostres diagonales (cruces de San Andrés) están conformados por cabillas tipo SIDOR. Estos arriostres se ubican entre columnas y las luces establecidas para ellos son de 3.60 y 2.40 m.



Fuente. Arq. Velquis Velandria

Figura 1.12.- Arriostramientos SIEMA

Proceso de producción y ensamblaje del SIEMA

La elaboración de los componentes estandarizados del SIEMA se realiza industrialmente en talleres metal mecánicos poco especializados, los cuales

son seleccionados en función a los requerimientos de precio y calidad establecidos.

El proceso de ensamblaje en obra del sistema estructural SIEMA se realiza con equipos mecánicos cuyas bondades y/o limitaciones dependerán de la ubicación y características de cada edificación. Las uniones entre los componentes estructurales son apernadas, no requiriéndose de mano de obra especializada en el sitio de la obra.

El Sistema SIEMA no incorpora elementos de cerramiento propios; no obstante él permite utilizar diferentes soluciones de cerramientos utilizando los materiales y componentes existentes en el mercado, de acuerdo a los requerimientos funcionales y técnicos de cada edificación. (MAGGI, G. 1994)

Materiales

Resistencia del concreto a los 28 días $f_c = 250\text{kg/cm}^2$

Perfiles Sidor PS-25 $f_y = 2520\text{kg/cm}^2$

Perfiles Conduven $f_y = 3500\text{kg/cm}^2$

Cabillas lisas de Sidor $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$

Pernos A-307

CAPITULO I. Estado del Arte

El Sistema constructivo IDEC SIEMA (Sistema de Estructura Metálica Apernada), se ha utilizado exitosamente en la construcción de edificaciones educacionales, públicas y privadas, entre las edificaciones construidas con el sistema se encuentran: El Banco del Libro en Altamira (1988) figura 1.6, el Instituto de Ingeniería de Sartenejas (1991) figura 1.7, la Sede de Corimón en Valencia (1991) figura 1.8 y los Laboratorios Procter and Gamble de Venezuela (1993), constituyendo cada aplicación una oportunidad para realizar innovaciones incrementales en el sistema.



Fuente: Proyecto UCV-Amazonas

Figura 1.13.- Banco del libro Altamira

CAPITULO I. Estado del Arte



Fuente: Proyecto UCV-Amazonas

Figura 1.14- Instituto de Ingeniería de Sartenejas



Fuente: Proyecto UCV-Amazonas

Figura 1.15.- Sede Corimon Valencia

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

Todo techo está conformado por una cubierta y su estructura resistente a solicitaciones que dependerán de si el techo será habitable o no. La cubierta es el cierre superior de la edificación cuya función es proteger la edificación de la inclemencia del clima, así como favorecer el confort térmico y acústico. Cuando se habla de una cubierta es necesario tener una protección adecuada contra el agua y contra el viento, además de una buena aislación térmica y garantizar la estanqueidad.

Una protección adecuada contra el agua, se logra con una pendiente mayor al 10%, para que se escurran las aguas de lluvia. A mayor pendiente se incrementa la velocidad del agua y menor es su tiempo de permanencia en la superficie de la cubierta. Para evitar que el agua se cole en la cubierta se usa un material impermeable, sin embargo, esto depende mucho del acabado final de la cubierta. Otra manera de garantizar la protección contra el agua de la cubierta es inspeccionar el solape adecuado entre el material que conformara la cubierta, bien sea laminas o paneles durante su montaje, y la colocación del gotero que asegura que el material no presente corrosión.

A continuación se analizaran los criterios de diseño estructurales, de confort térmico y aspectos constructivos, de cubiertas en pendiente, tomando como

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

caso de estudio en Auditorio del proyecto UCV-Amazonas caso estudio crítico dentro de la zona climática.

2.1.- Descripción del Proyecto UCV-Amazonas.

Para el diseño del campus universitario se parte de una retícula de 1.20 x 1.20 mts, que permite definir módulos estructurales en múltiplos de dos, tres, cuatro, cinco y seis, con la finalidad de cubrir una luz de hasta 14.40mts la cual generó la producción de nuevos componentes para el sistema SIEMA.

Los edificios han sido distribuidos en forma tal que los distintos ambientes se organicen en torno a jardines internos, los cuales actuaran como reguladores de la luz natural en las ventanas.

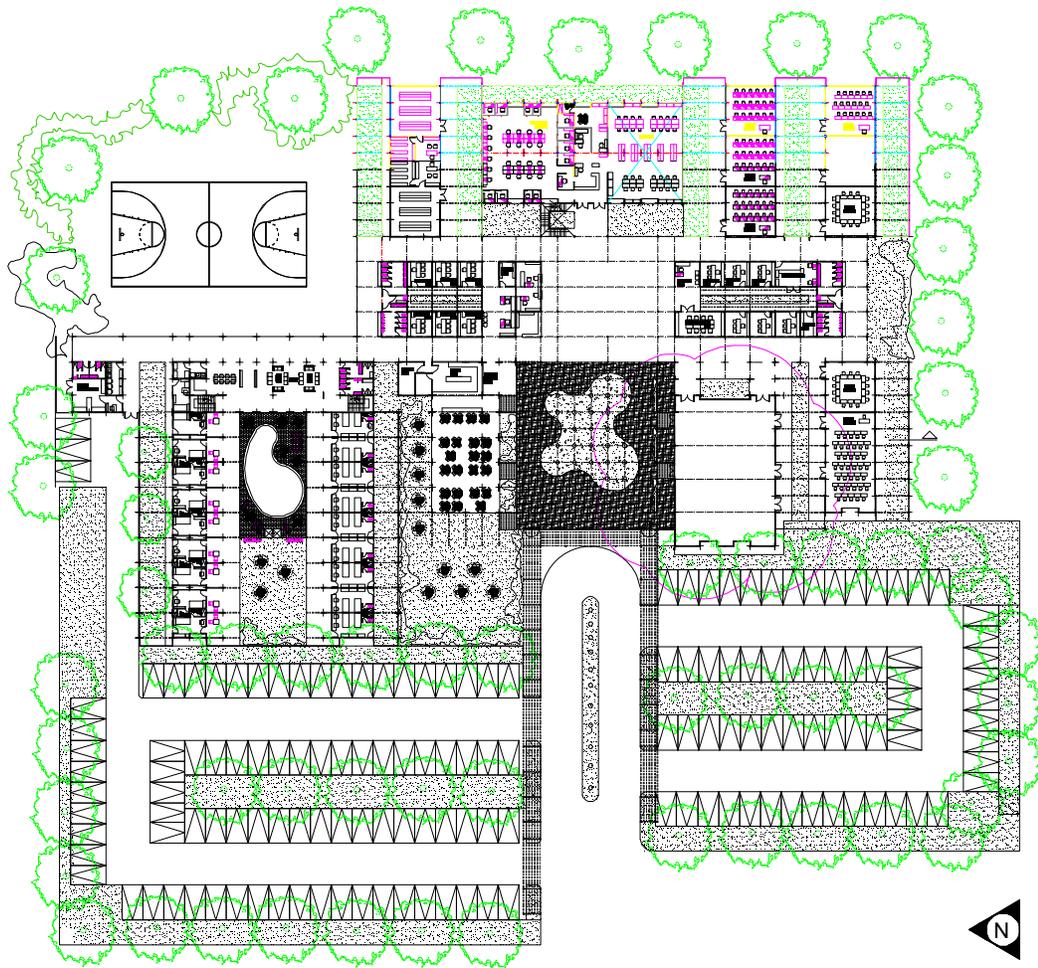
La planta parte de un cuerpo central que conecta los diferentes edificios funcionales, al cual se accede a través de una plaza. A este núcleo central se conectan ocho aéreas, las aulas, los laboratorios, la biblioteca, el cafetín, el auditorio y las dependencias administrativas. Las oficinas están organizadas alrededor de un patio de luz y ventilación natural. Ver figura 2.1.

El auditorio consta de tres módulos de 4.80m x 6 módulos de 3.6m, con aberturas altas a cada lado para garantizar una buena ventilación del espacio. Ver figuras 2.2, 2.3 y 2.4.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

La fachada norte, que dá hacia la plaza de acceso, cuenta con dos puertas y la fachada sur, aquella que dá hacia el edificio de aulas tradicional cuenta con tres puertas. La fachada este que da hacia el edificio administrativo 2 cuenta con dos puertas, las cuales podrán abrirse completamente para garantizar una ventilación cruzada amplia cuando haya viento y una buena renovación del aire cuando haya poco viento.

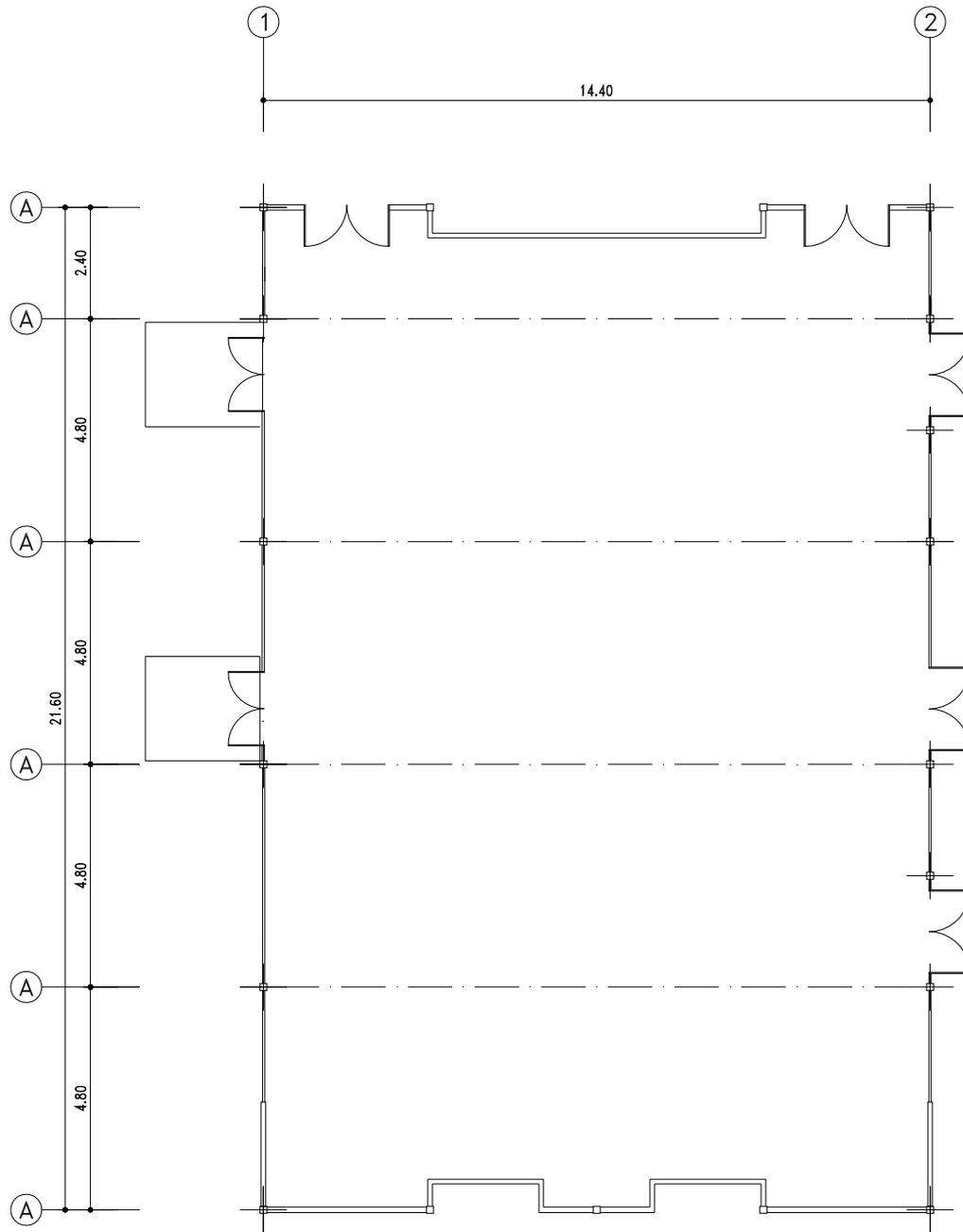
Con el fin de favorecer la evacuación del aire caliente y reducir el efecto de la radiación emitida por el techo, se prevé una altura libre importante de 4.50m en el punto más bajo. (RODRIGUEZ, N. 2006)



Fuente: Proyecto UCV-Amazonas

**Figura 2.1.- Plano ubicación del auditorio dentro del campus
universitario extensión UCV- Amazonas**

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



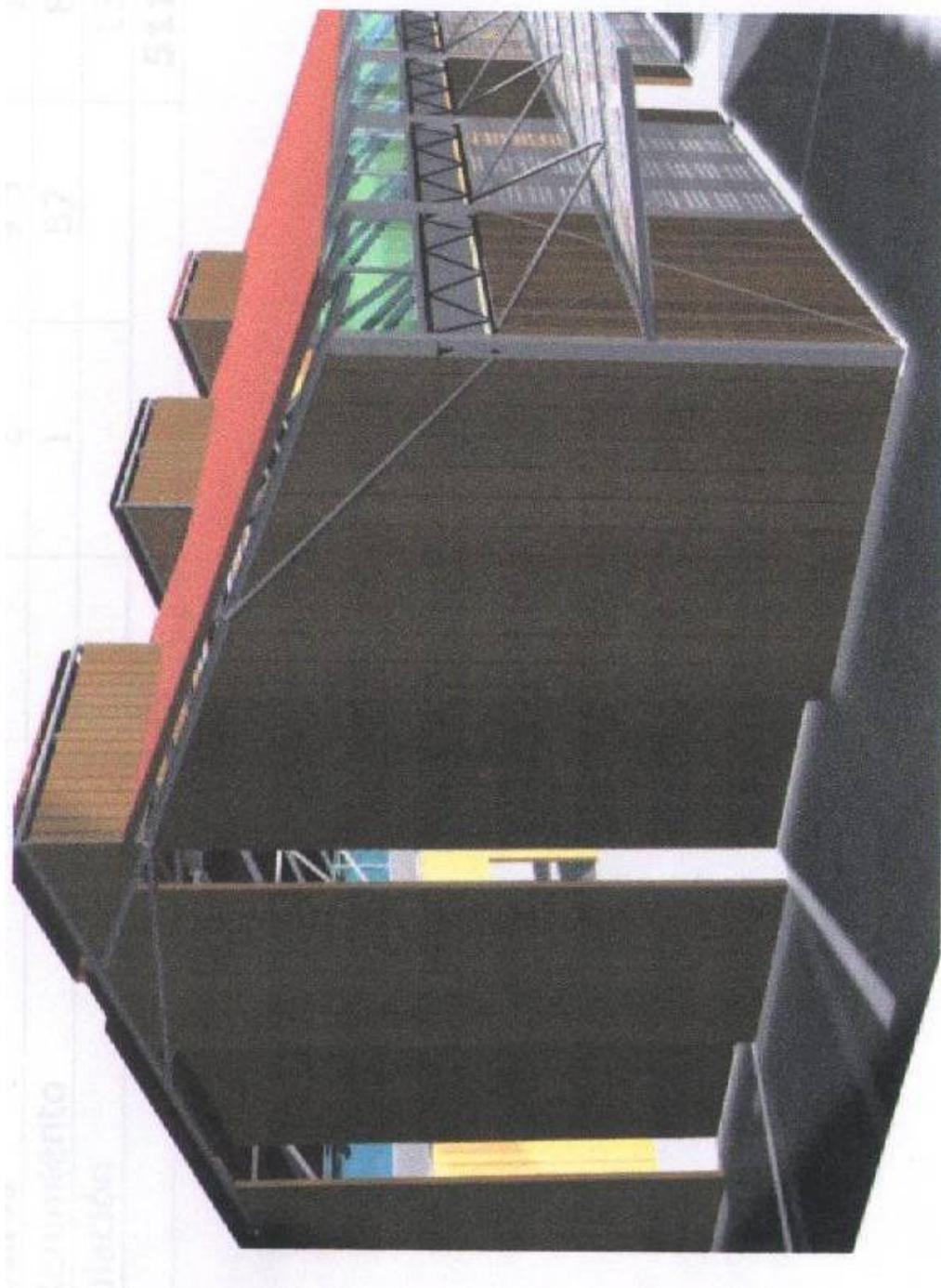
Fuente: Proyecto UCV-Amazonas

Figura 2.2.- Plano Planta Auditorio UCV – Amazonas



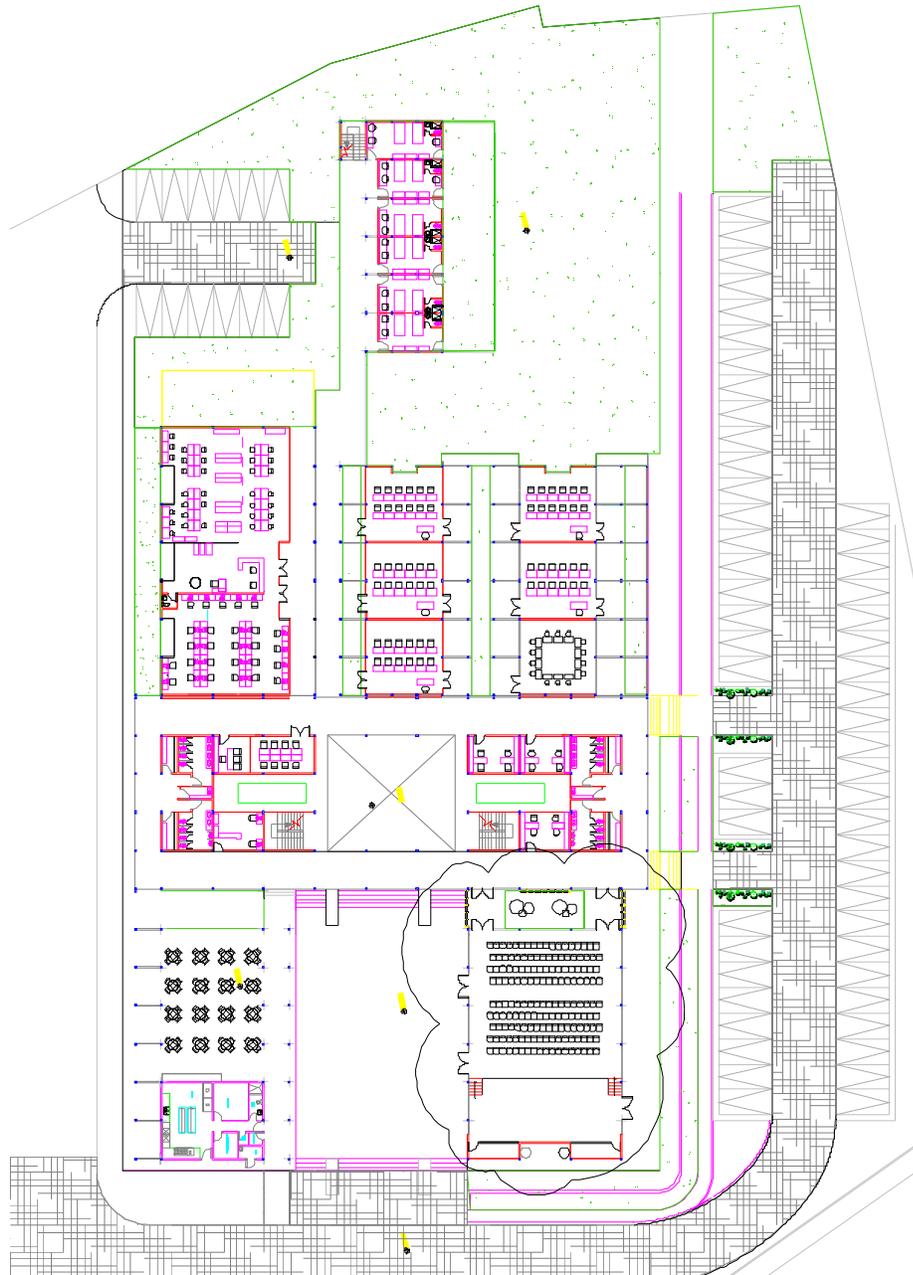
Fuente: Proyecto UCV-Amazonas

Figura 2.3.- Imagen 3D interior auditorio



Fuente: Proyecto UCV-Amazonas

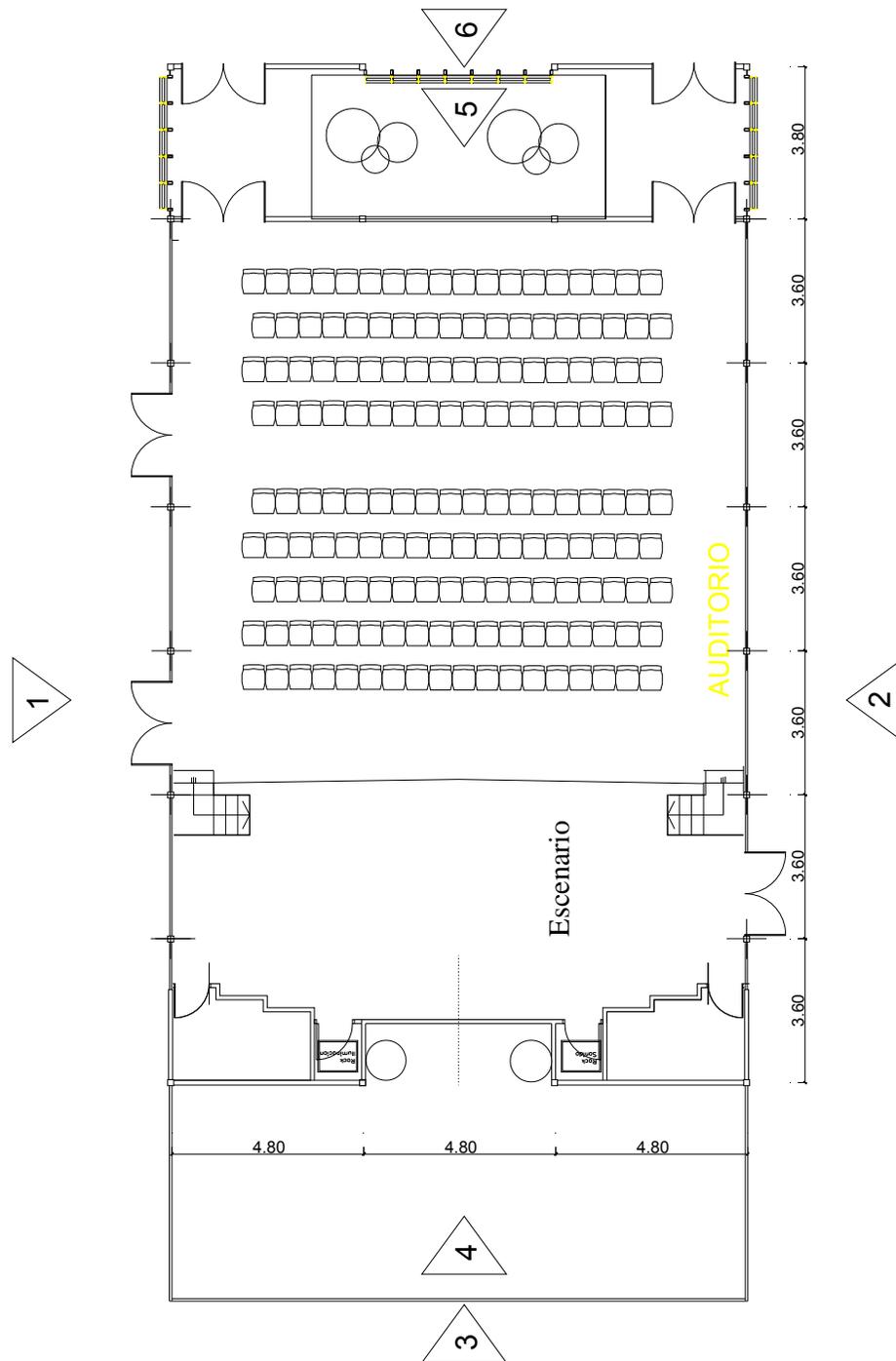
Figura 2.4.- Imagen 3D fachada posterior auditorio



Fuente: Proyecto UCV-Caicara de Maturín

Figura 2.5.- Plano de ubicación auditorio UCV Caicara de Maturín

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



Fuente: Proyecto UCV-Caicara de Maturín

Figura 2.6.- Plano de planta auditorio UCV Caicara de Maturín

2.2.- Evaluación Térmica

En el diseño de edificaciones con estructura metálica, las condiciones climáticas de la zona de implantación juegan un papel importante.

La capacidad de resistencia del acero al deterioro en la intemperie o medio ambiente agresivo, define la durabilidad y la resistencia a la corrosión. La presencia de oxígeno, vapor de agua, sulfatos y otros agentes corrosivos en la atmosfera, disminuye la resistencia a la fatiga de los elementos.

Los cambios de temperaturas también pueden producir efectos en los elementos de acero, el descenso de la temperatura favorece la rotura frágil del acero sobre todo en elementos formados en frío. El acero no es un material inflamable sin embargo su resistencia se ve afectada por las altas temperaturas, reduciendo su resistencia a la tracción.

Clima tropical

Las temperaturas medias mensuales son elevadas y bastante uniformes a lo largo del año, siendo la media anual superior a los 20 °C. Las precipitaciones oscilan entre los 400 y los 1.000 mm anuales. Alternan las estaciones secas y lluviosas. En función de la distribución estacional de las precipitaciones y de la cantidad se distinguen las variedades siguientes: sudanés

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

(precipitaciones entre 750 y 1.100 mm y tres estaciones, una seca y fresca, otra seca y calurosa, y otra lluviosa), subecuatorial (dos estaciones lluviosas y dos secas), saheliense (precipitaciones entre 400 y 750 mm, con una larga estación seca) y monzónico (estación lluviosa de gran intensidad que alterna con otra seca).

El Clima En Venezuela

Por su posición latitudinal, al norte de Sudamérica, Venezuela está bajo la influencia de la hondonada intertropical de bajas presiones ecuatoriales, donde convergen los vientos alisios del noreste y del sureste. Como consecuencia de la circulación general de la atmósfera, de Diciembre hasta Abril la mayor parte del país está afectada por la temporada seca. La región norte del país se ve afectada con relativa frecuencia por frentes fríos, entre enero y abril, que provocan precipitaciones dentro de la temporada seca.

Desde mediados de abril hasta noviembre el país está casi en su totalidad bajo la formación de nubes que determina la temporada lluviosa. La zona sur del país nunca se presenta un período seco.

En el país se presentan muy diferentes situaciones climáticas; la precipitación varía de menos de 400 mm anuales en parte de la franja costera a más de 4000 mm anuales en el sur del país, y las temperaturas

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

medias diarias oscilan de más de 28°C a menos de 0°C en los páramos andinos. En Venezuela existen estos tipos climáticos:

Tropical Desértico (árido), ubicación hacia la franja costera de Falcón y de Sucre, en el golfo de Cariaco, en las islas de Coche y Cubagua, y en la zona de Restinga, de la isla de Margarita.

Tropical Estepario (semiárido), ubicado hacia la parte norte de los estados Zulia y Falcón, la depresión Lara-Falcón, la zona costera central, las zonas costeras de la depresión de Unare y parte del estado Sucre, hacia el golfo de Cariaco, y gran parte de la isla de Margarita.

Tropical de Sabana, ubicado en toda la zona de los llanos, en los pie de montes de las serranías de la Costa y de los Andes, en gran parte de los estados Zulia y Lara, en todo el norte del estado Bolívar, incluyendo la zona de la Gran Sabana, en parte de la costa de los estados Falcón y Yaracuy, y en parte de la costa hacia el golfo de Paria.

Tropical Monzónico, ubicado como una franja transicional entre los climas tropical de sabana y tropical de selva, hacia el piedemonte de Perijá, al sur y parte de la costa oriental y suroriental del lago de Maracaibo, en parte de las costas del estado Sucre y el piedemonte de turimiquire, en parte de los estados Delta Amacuro, Bolívar y Amazonas, en el piedemonte de las

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

serranías de San Luis (estado Falcón) y de la costa (estados Yaracuy, Carabobo, Aragua y Miranda).

Tropical de Selva, ubicado hacia las sierras de Perijá y San Luis, el sur del lago de Maracaibo, Barlovento, en la parte oriental de los estados Delta Amacuro y Bolívar, en la parte sur del estado Bolívar y en todo el estado Amazonas.

Templado de altura siempre lluvioso, ubicado hacia las zonas más elevadas de los estados Bolívar y Amazonas, en las partes más altas de las serranías de turimiquire y de Perijá, en ambas vertientes de la cordillera de los andes y en la zona de El Nula, estado Táchira.

Templado de altura, ubicado en gran parte de la cordillera de los Andes.

Páramo de altura, ubicado en las zonas localizadas a más de 3000 msnm en la cordillera de los Andes.

Glacial de altura, ubicado en los picos nevados de la cordillera de los Andes.

Además de estas diferencias en los climas del país, dentro de cada gran región climática se presentan diferencias espaciales y temporales en el comportamiento de los parámetros climáticos.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

Así, por ejemplo, en los llanos, a pesar de formar parte de la zona con clima tropical de sabana, y de su gran uniformidad fisiográfica, existe un gradiente general este-oeste de precipitación, que va de un inicio de la temporada lluviosa en junio, con una duración de 5 meses y 900 mm anuales en los llanos orientales, hasta un inicio de la temporada lluviosa en abril, con una duración de 9 meses y 1800 mm anuales en los llanos altos occidentales. Esta variabilidad espacio-temporal es aún mayor en las zonas montañosas.

En general, los meses más fríos del año son diciembre y enero, y los más cálidos marzo y abril, excepto en la zona de los llanos, donde a menudo los meses más fríos son julio a septiembre, por efecto de las elevadas precipitaciones.

En Venezuela, las direcciones prevalecientes del viento (es decir, desde donde sopla), son la Norte (N), Nornoroeste (NNE) y Noreste (EN). En las zonas costeras, la dirección prevaleciente es la Este franco (E), excepto cuando algún accidente de la costa modifica la entrada, como en Barcelona. En las zonas montañosas el patrón planetario del alisio está profundamente modificado, y la dirección prevaleciente del viento depende de la topografía, como se observa en el caso de Mérida. Estas direcciones prevalecientes, y así, en la temporada lluviosa, aumenta la frecuencia de vientos con componente sur, especialmente del Sur-Oeste.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

La velocidad media del viento (correspondiente a la dirección prevaleciente) varía, en la zona costera, de unos 2.5 m/s al este a unos 5 m/s al oeste; en el centro del país, las velocidades son del orden de unos 3 m/s en promedio.

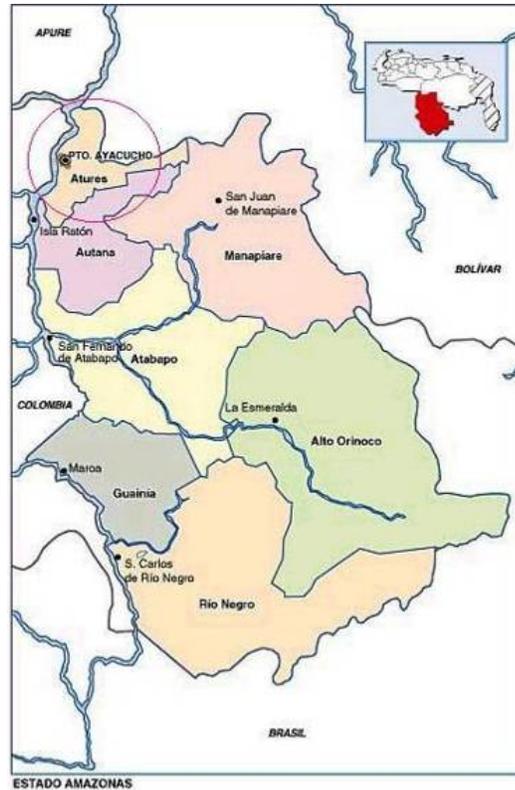
Zona climática caso de estudio Amazonas

Amazonas se ubica al sur de Venezuela, limitada por el norte con el Estado Bolívar y por el oeste con Colombia, entre las latitudes 00°38'53",06°17'00" y longitudes 63°17'00",67°53'00" al oeste del meridiano de Greenwich, a 110 m sobre el nivel del mar. Su geografía constituye una parte apreciable del Escudo Guayanés, su relieve es bajo y plano, cubierto por sabanas y selvas interrumpidas por macizos conocidos como tepuyes.

La temperatura varía de acuerdo con la altura, pero en las zonas bajas, que son las más extensas, como es el caso de Puerto Ayacucho, la media es de 28°C, y en San Carlos de Río Negro es de 26,5°C promedios anuales. También varía según las estaciones de sequía o de lluvias, notándose durante los meses de junio y julio temperaturas relativamente bajas, en la temporada de fuertes lluvias.

Su clima, debido a su posición latitudinal es tropical; en esta zona meridional no existen las estaciones secas, y las precipitaciones son superiores a los 1.200 mm, en el extremo septentrional.

Datos climáticos de Puerto Ayacucho



Fuente: www.a-venezuela.com

Figura 2.7.- Mapa Amazonas

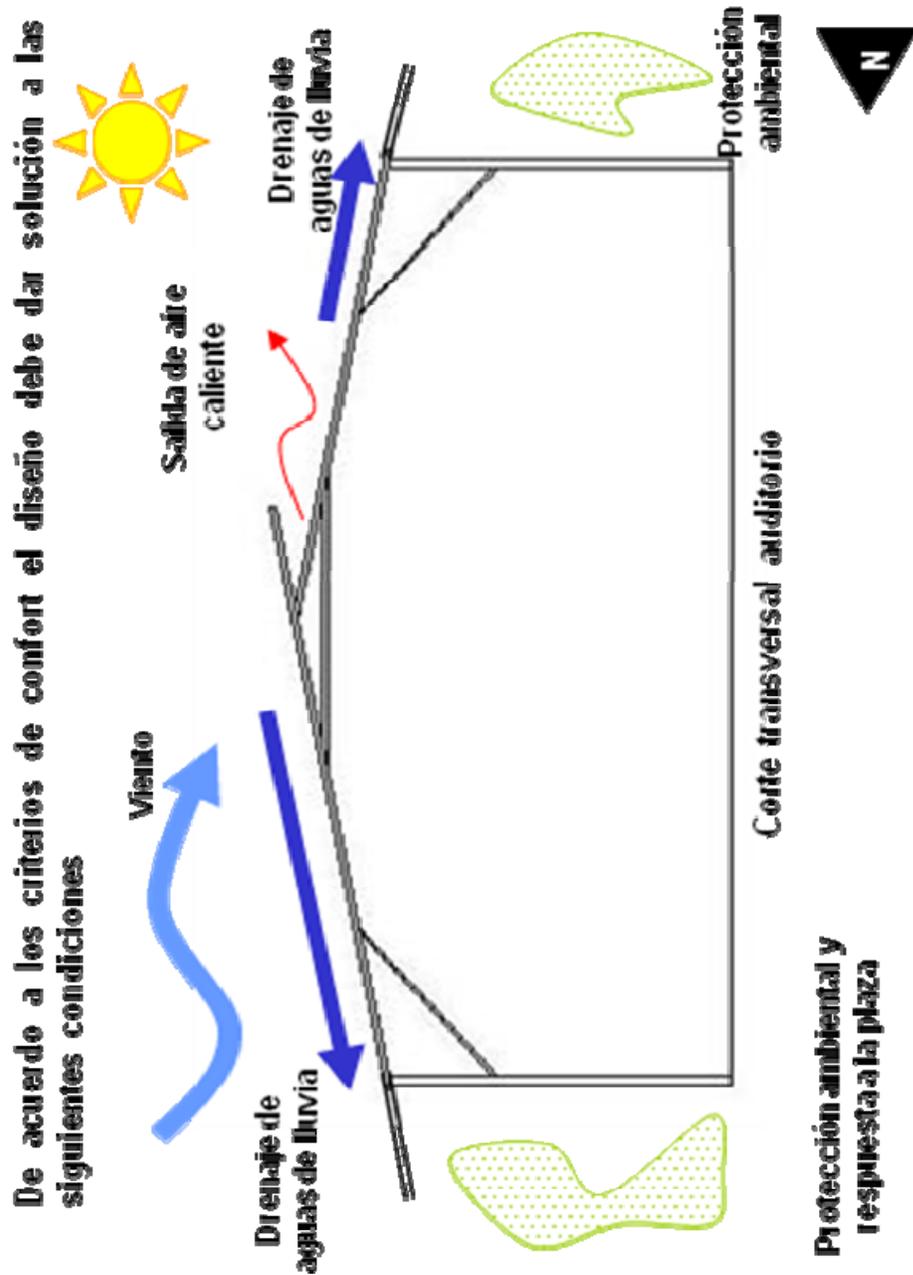
Entre el medio día y las 5 de la tarde el aire sobrepasa todo el año la temperatura promedio de la piel (33°C) dificultando la obtención de confort por medio de ventilación natural.

La humedad es alta, por lo que pudiera haber un beneficio parcial al aprovechar la masa térmica, sobre todo en horas de poco viento y en los meses más secos, que a su vez son los más calientes.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

Los vientos son bastante moderados, con frecuencia muy baja no superando los 3m/s, y cambian de noreste a sureste según la época del año.

El cielo en el trópico es el más brillante, por lo que lograr las condiciones de confort visual será menos problemático. Se deben tomar en cuenta los niveles de iluminación, la repartición de la iluminación y luminancias y el deslumbramiento.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.8.- Criterios de confort

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

El comportamiento térmico de un techo, desde el punto de vista de la radiación solar y la ventilación, depende mucho de su forma y orientación. Su orientación debe ser la que genere la mejor ventilación captando los vientos de manera tal que se reduzca el impacto de la radiación solar.

Para una orientación óptima en Puerto Ayacucho, el lado más ancho del volumen debe mirar hacia el norte, de preferencia las ventanas bajas también deben mirar al norte. Las ventanas al sur deben contar necesariamente con aleros. Debe tenerse en cuenta la ventilación cruzada.

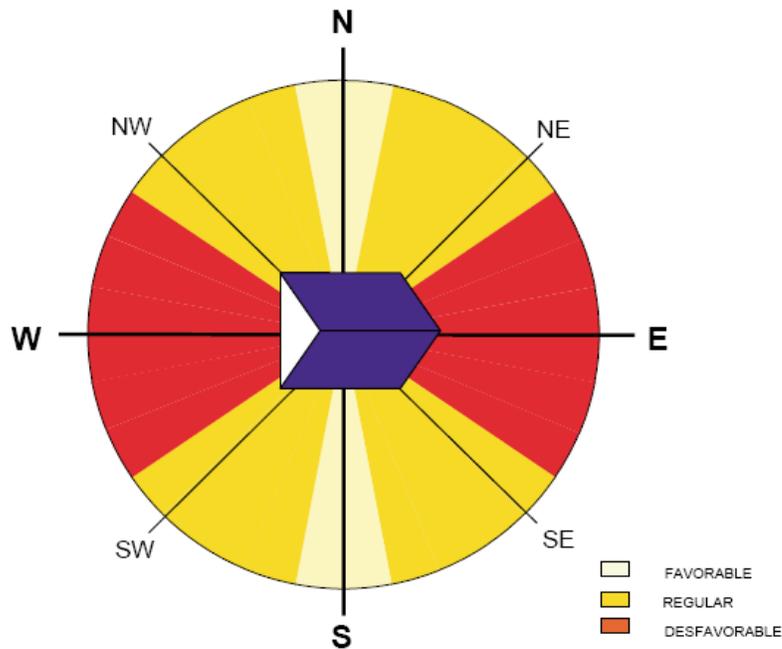


Figura 2.9.- Orientación óptima para techos inclinados de dos planos

Fuente: Recomendaciones para mejorar la calidad térmica de las edificaciones

2.3.- Aspectos Estructurales Proyecto UCV-Amazonas.

Los resultados aquí expresados están en concordancia con los criterios de las Normas: COVENIN 2002-88, COVENIN 1756-01, COVENIN 1618-98. El sistema de techo ha sido analizado y diseñado de forma tal que bajo las acciones de diseño establecidas en las Normas exista una muy baja posibilidad de alcanzar un estado límite de agotamiento resistente y que bajo acciones especialmente severas, en exceso de las especificadas en las Normas, se reduzca la probabilidad de colapso.

2.3.1. Descripción del Modelo Matemático

Para el análisis y diseño de las estructuras se utilizó el Programa para el Cálculo Estructural SAP2000 Non Linear v11.0.4.

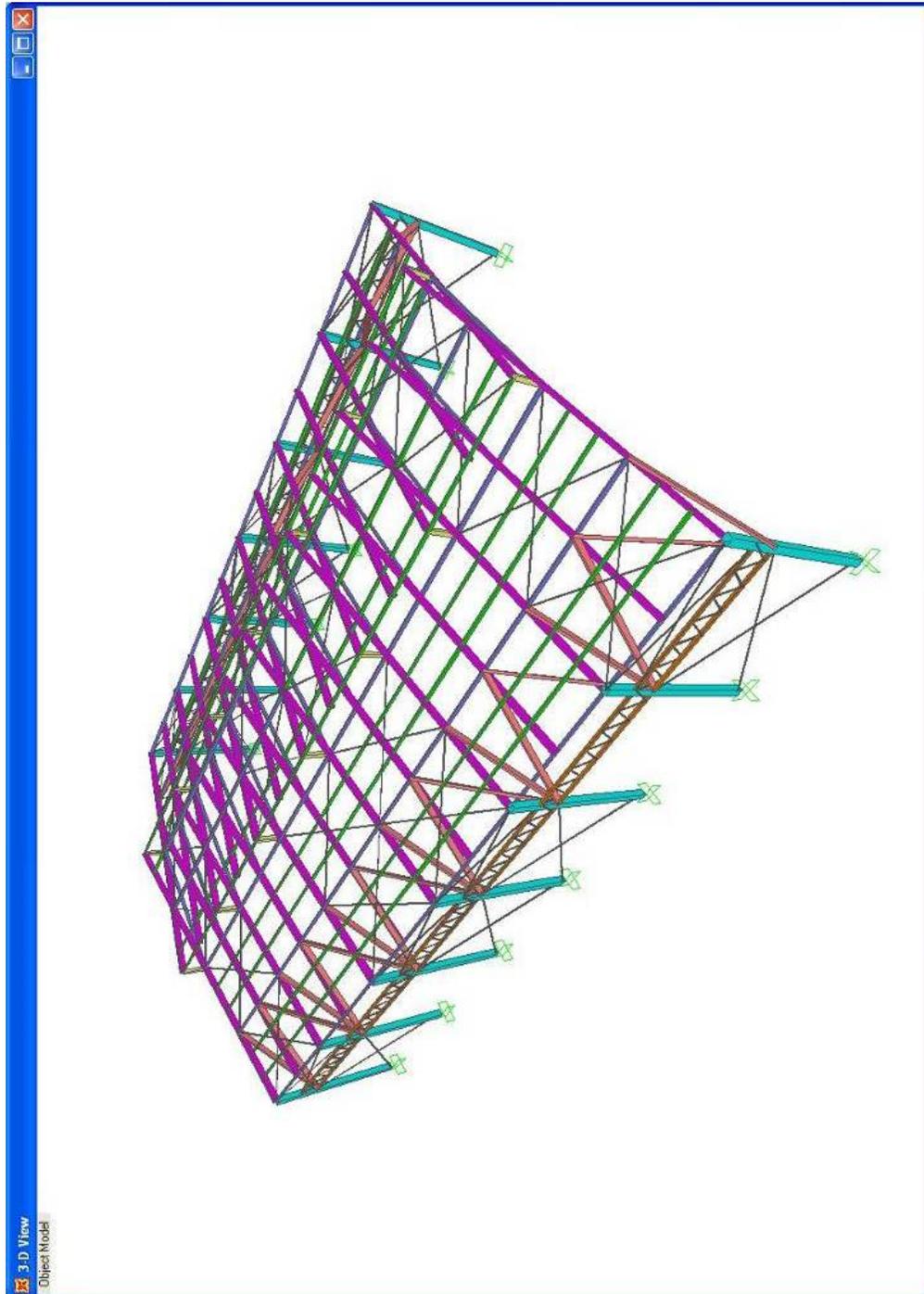
El programa SAP2000 permitirá cumplir con los criterios de diseño de la normativa COVENIN vigente (1618–1998) *Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites y Edificaciones Sísmorresistentes* (1756–2001).

El método de los estados límites, es un método de diseño más racional, donde los elementos constructivos son diseñados con los esfuerzos máximos admisibles del acero antes de llegar a la fractura (estado límite de los materiales), permitiendo así una reducción en los espesores de los

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

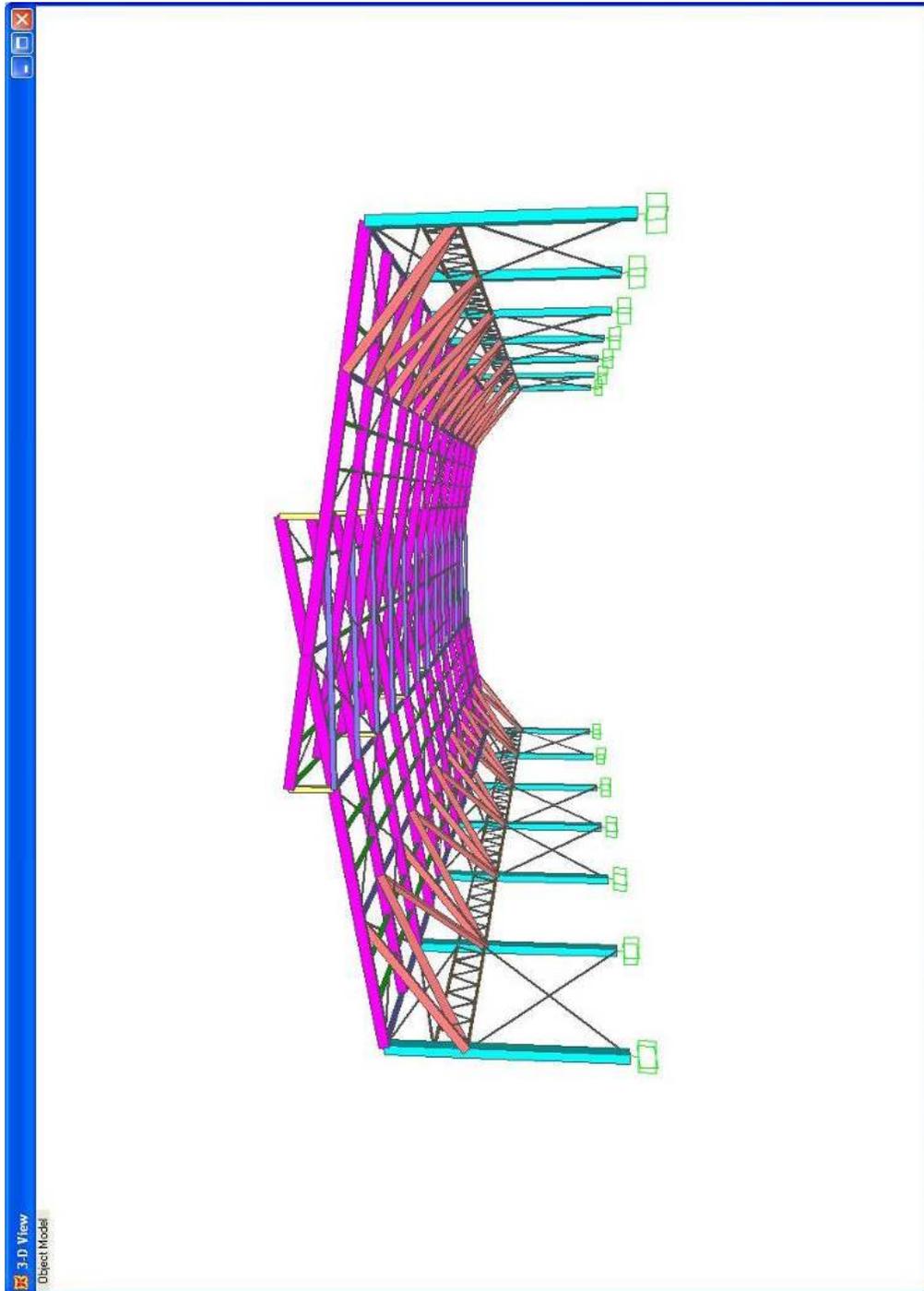
elementos lo cual genera un menor peso del sistema estructural, lo cual puede tener repercusiones dentro de la estructura de costos.

La simulación estructural consistió en la elaboración del Modelo Físico-Matemático que representa, con la mayor fidelidad posible, el comportamiento de la estructura. El mismo ha sido construido mediante elementos finitos representados por Vigas, Columnas y Correas. (Ver figuras 2.7, 2.8, 2.9)



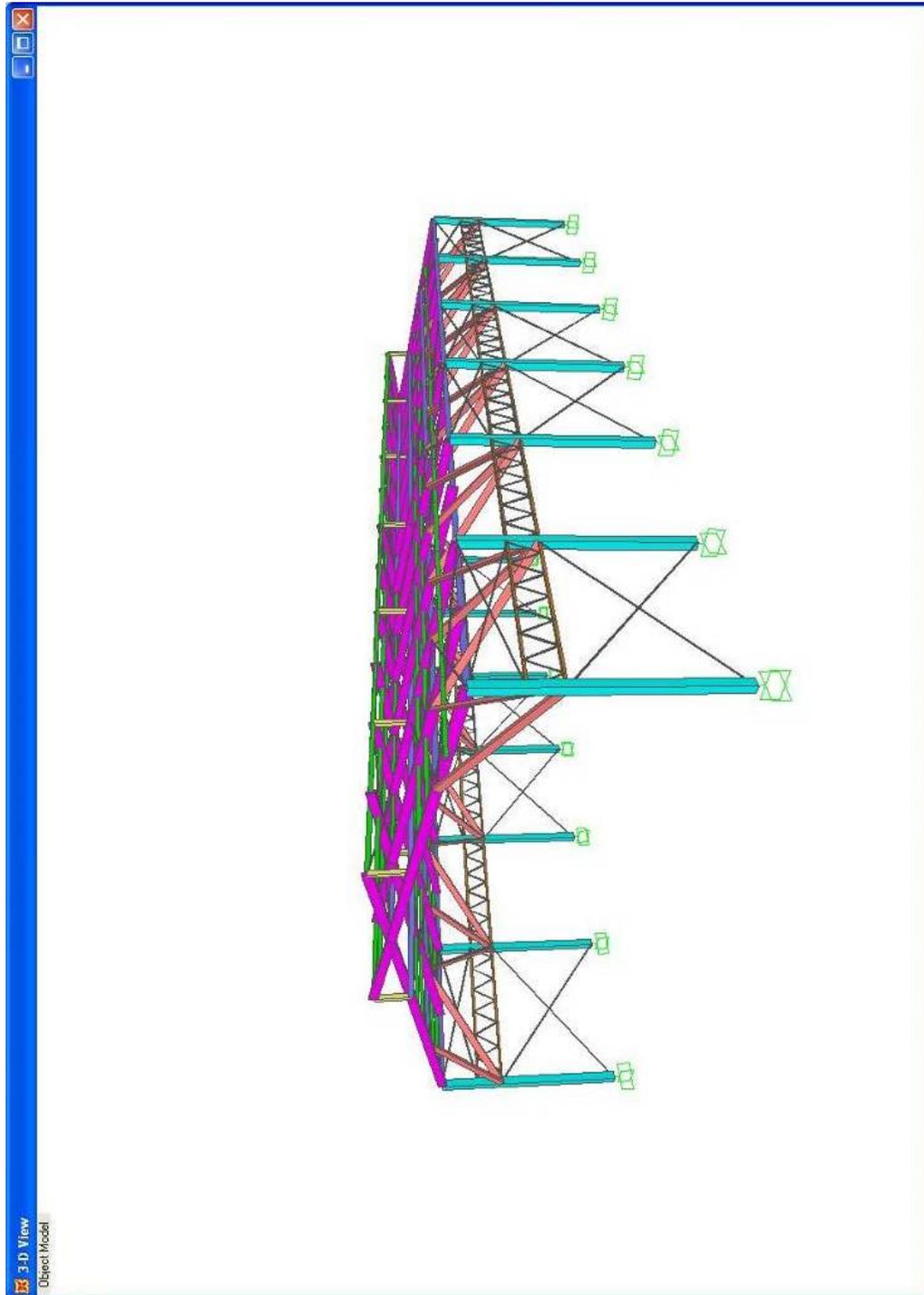
Fuente: Elaboración propia. SAP2000

Figura 2.10.- Imagen modelo matemático 3D



Fuente: Elaboración propia. SAP2000

Figura 2.11.- Imagen modelo matemático 3D



Fuente: Elaboración propia. SAP2000

Figura 2.12.- Imagen modelo matemático 3D

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

Posteriormente a cada uno de los elementos, una vez definida la geometría, se le asignaron las secciones y las conexiones existentes entre ellos con los perfiles obtenidos a través del predimensionado (Ver figuras 2.10, 2.11, 2.12 y 2.13), luego se le asignó al programa las características de los materiales de cada uno de los elementos para nuestro caso de estudio que se definen a continuación.

Perfiles:

Tensión cedente mínima especificada para perfiles conduven, $F_y = 3500 \text{ kgf/cm}^2$. Tensión cedente mínima especificada para perfiles laminados, $F_y = 2520 \text{ kgf/cm}^2$

Láminas de acero:

Calidad del acero ASTM A36, Tensión cedente mínima especificada, $F_y = 2530 \text{ kgf/cm}^2$

Barras de Acero:

Tensión cedente mínima especificada, $F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

Pernos de anclaje:

Designación ASTM A325

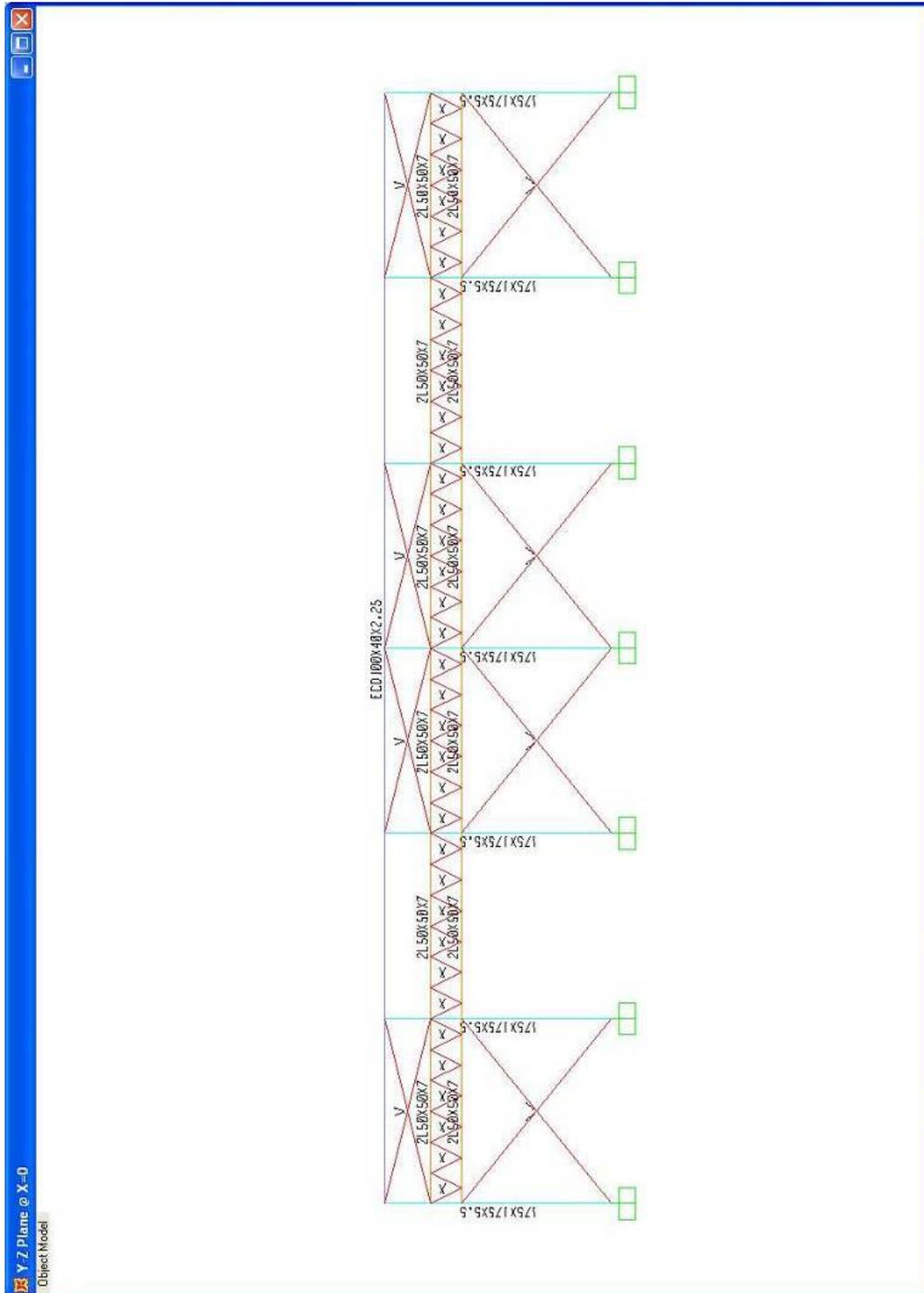
Soldadura:

Electrodos E70XX, Resistencia cedente mínima especificada = 4200 kgf/cm^2

Concreto:

Resistencia especificada en compresión a los 28 días, para relleno de perfiles conduven, $F'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$

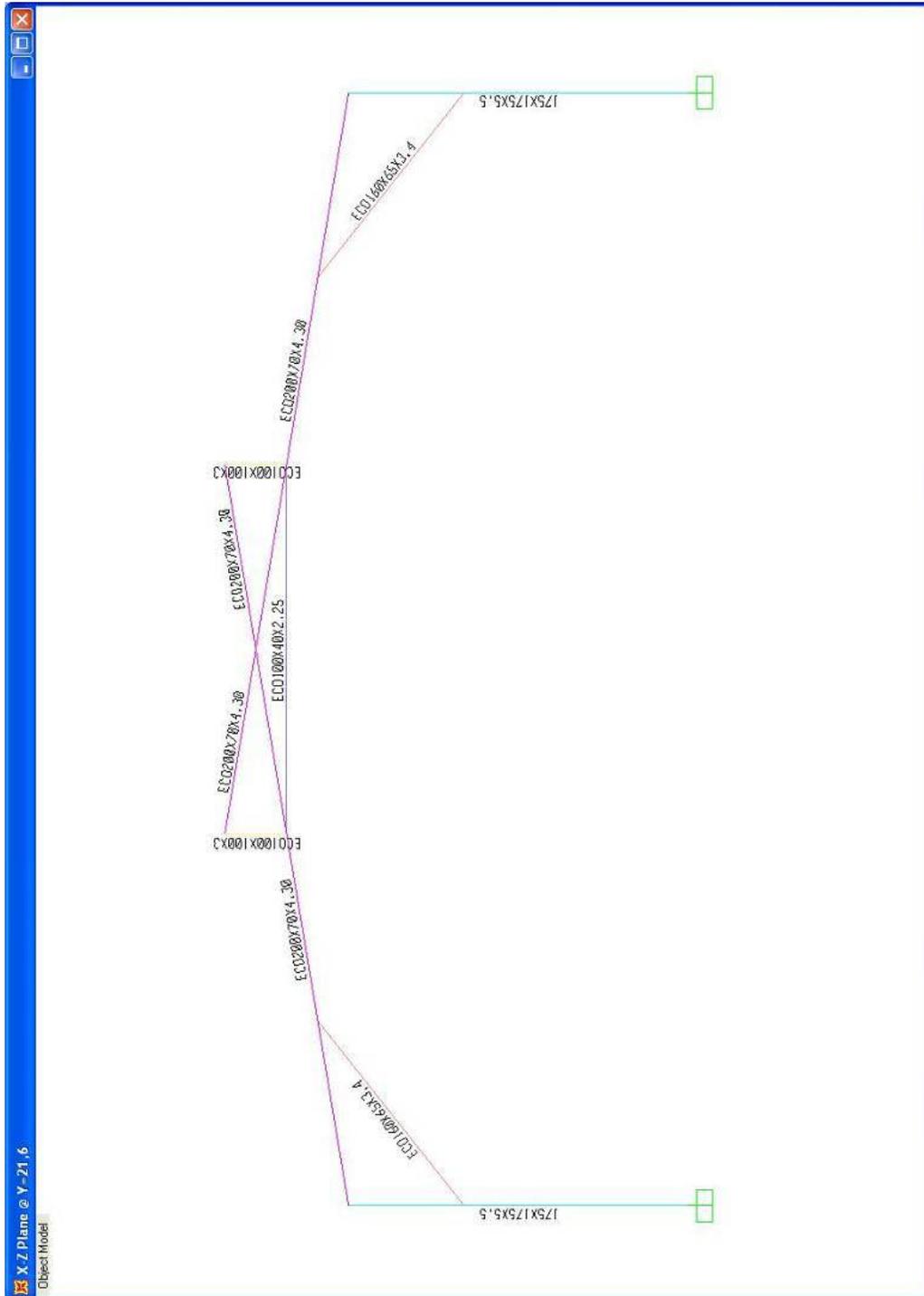
CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



Fuente: Elaboración propia. SAP2000

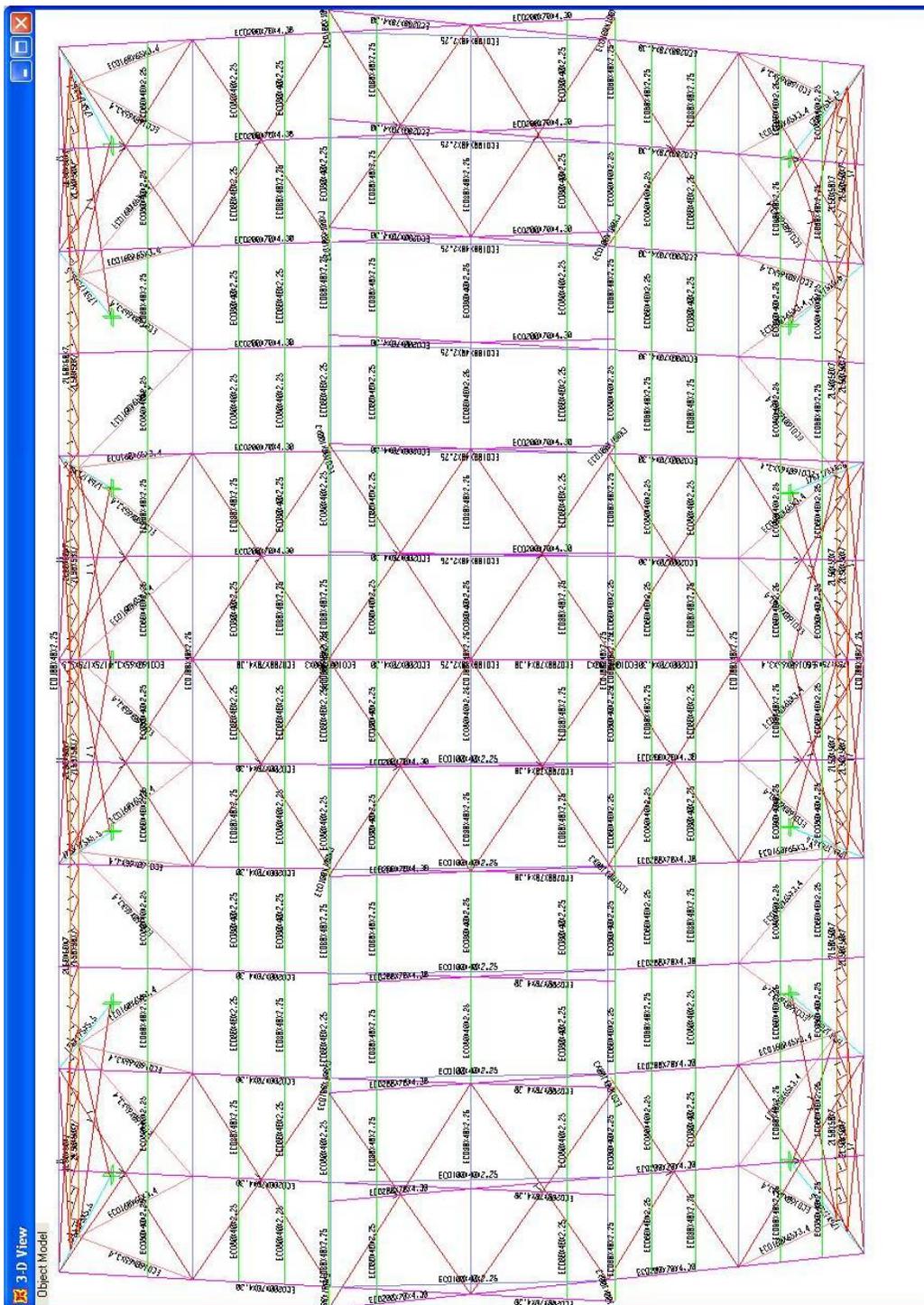
Figura 2.13.- Imagen pórtico longitudinal

Análisis de conexiones apernadas para cubiertas de techo con estructura metálica en clima tropical 52



Fuente: Elaboración propia. SAP2000

Figura 2.14.- Imagen pórtico transversal

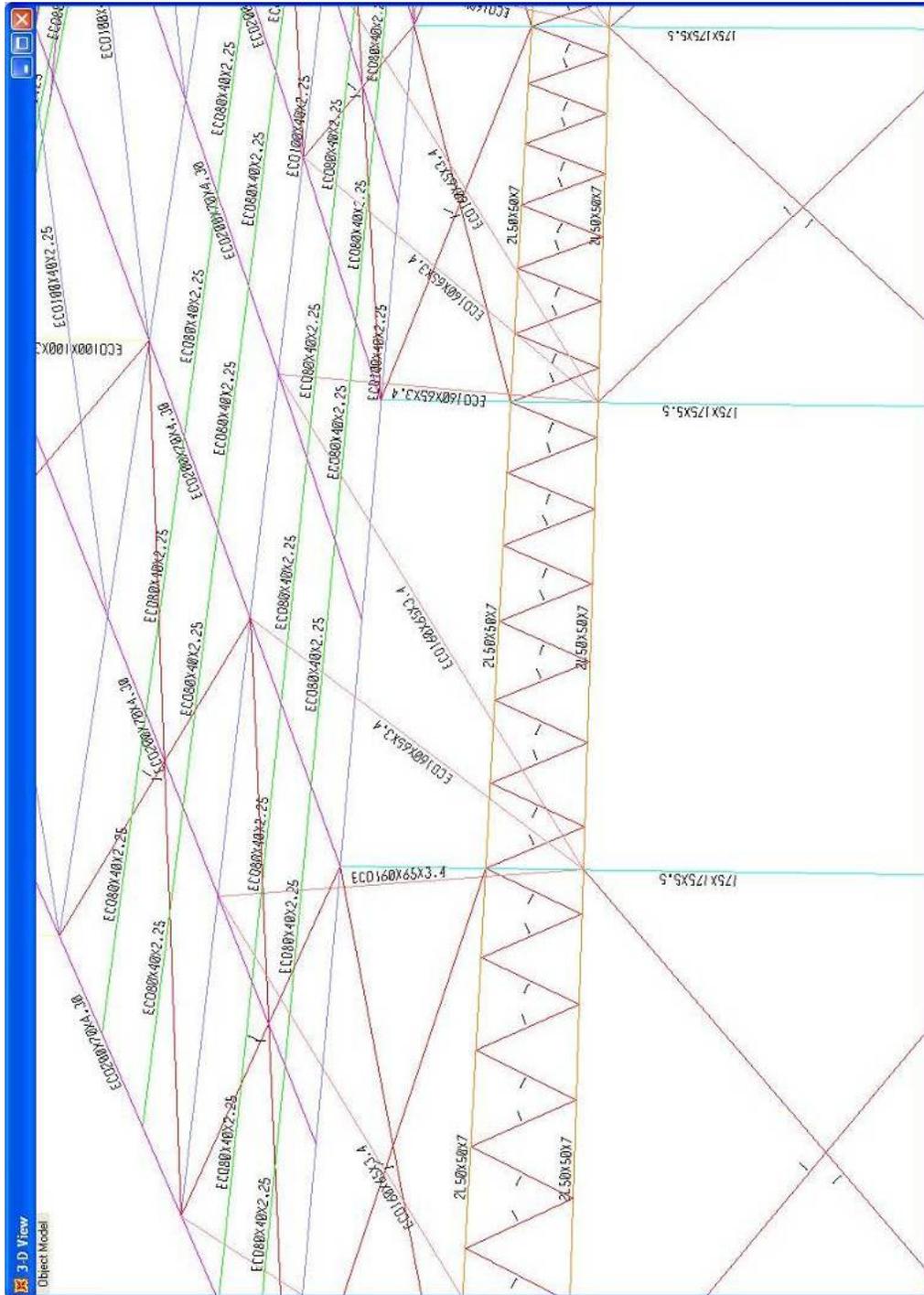


Fuente: Elaboración propia. SAP2000

Figura 2.15.- Imagen vista planta techo

Análisis de conexiones apernadas para cubiertas de techo con estructura metálica en clima tropical 54

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



Fuente: Elaboración propia. SAP2000

Figura 2.16.- Imagen arriostramientos

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

Una vez definidas las calidades de materiales y asignadas las secciones, se procedió a definir los casos de análisis, los cuales se describen a continuación.

Casos de Análisis

Carga Permanente (CP). Del tipo Lineal Estático

Carga Variable (CV) Del tipo Lineal Estático

Sismo (S) Del tipo Modal

Los factores de mayoración utilizados para el Cálculo de los elementos de Acero Estructural son 1.20 para la Carga Permanente y 1.60 para la Sobrecarga.

Para el diseño se utilizaron las normas COVENIN 2002-88, COVENIN 1756-01, COVENIN 1618-98. En el análisis y diseño se incluye la acción sísmica.

Definidos los casos de análisis se definen las combinaciones de cargas de acuerdo a la normativa según el tipo de material, estas combinaciones pueden ser apreciadas en la tabla a continuación.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

Combinaciones de Carga

Para los elementos de Acero

COMBO	CP	CV	CVt	Sx	Sy	W
SERVICIO	1.00	1.00	1.00			
1	1.40					
2	1.20	1.60	0.50			
3	1.20		1.60			0.80
4	1.20	0.50	0.50			1.30
5	0.90					1.30
6	0.90					-1.30
7	1.20	0.25		1.00	0.30	
8	1.20	0.25		-1.00	0.30	
9	1.20	0.25		1.00	-0.30	
10	1.20	0.25		-1.00	-0.30	
11	1.20	0.25		0.30	1.00	
12	1.20	0.25		-0.30	1.00	
13	1.20	0.25		0.30	-1.00	
14	1.20	0.25		-0.30	-1.00	
15	0.90			1.00	0.30	
16	0.90			-1.00	0.30	
17	0.90			1.00	-0.30	
18	0.90			-1.00	-0.30	
19	0.90			0.30	1.00	
20	0.90			-0.30	1.00	
21	0.90			0.30	-1.00	
22	0.90			-0.30	-1.00	

Fuente: Elaboración propia

Se simuló la cubierta para observar cómo se deforma la estructura por la acción del peso propio y carga viva por uso de la edificación, así como también determinar cuáles son los perfiles más adecuados para resistir dichas solicitaciones.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

Análisis de Cargas Gravitacionales

De acuerdo a la Norma Covenin Mindur (PROVISIONAL) 2002-88 “Criterios y Acciones Mínimas para el proyecto de Edificaciones”

Techo

1.- Lamina tipo Sándwich Q1	40 kg/m ²
2.- Impermeabilización Q2	10 kg/m ²
3.- Tuberías y ductos Q3	40 kg/m ²
<hr/>	
Carga Permanente Total CP → Q1+Q2+Q3	90 kg/m ²
Carga Viva o sobrecarga de uso CV	100 kg/m ²
<hr/>	
Carga de servicio CP+CV	190 kg/m ²

Análisis Sísmico

En combinación con las cargas gravitacionales se incluyó la acción sísmica de acuerdo a la zona y tipología del terreno de fundación para el caso de estudio (ver figura 2.14 y 2.15), a través de un espectro de diseño, el cual es una aproximación suavizada de la variación entre la aceleración sísmica de diseño versus el periodo de la edificación, generado por parámetros definidos en la norma sísmica covenin 1756-01 (ver figura 2.16), a continuación se presentan todos los parámetros necesarios para obtener un espectro de respuesta de acuerdo a las características del caso de estudio ubicado en Amazonas.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

PROYECTO UCV AMAZONAS
TESIS ESPECIALIZACIÓN DESARROLLO TECNOLOGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

NORMA 1756-REV 2001 "EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES"

Factor de importancia (uso)

GRUPO =

Ver Norma pags. 23 y 25

$\alpha =$

TABLA 6.1

GRUPO	α
A	1.30
B1	1.15
B2	1.00

Aceleración de zona (COEFICIENTE DE ACCELERACION HORIZONTAL)

Zona =

Ao=

Para ZONA ver la Norma
Pags. 15 a 20

TABLA 4.1

ZONAS SISMICAS	A _o	Peligro Sismico
7	0.40	Elevado
6	0.35	
5	0.30	
4	0.25	Intermedio
3	0.20	
2	0.15	Bajo
1	0.10	

CORRELACION APROXIMADA ENTRE LAS VELOCIDADES DE ONDAS DE CORTE, VS, LA COMPACIDAD, LA RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL ENSAYO SPT Y LA RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO DE ARCILLAS, Su.

TABLA C - 5.1, Pag. C-22

Descripción del Material	N1 (60)	Velocidad Promedio de Ondas de Corte, Vs (m/s)	Resistencia al Corte No Drenada Su	
			(kgf/cm ²)	(kPa)
Roca Dura	--	V _s > 700	--	--
Roca Blanda	--	V _s > 400	--	--
Suelos Muy Duros o Muy Densos (Rígidos)	N1(60) > 50	V _s > 400	>1.00	>100
Suelos Duros o Densos (Medianamente Rígidos)	20 ≤ N1(60) ≤ 50	250 ≤ V _s ≤ 400	0.70 - 1.00	70 - 100
Suelos Firmes o Medianamente Densos (Baja Rigidez)	10 ≤ N1(60) ≤ 20	170 ≤ V _s ≤ 250	0.40 - 0.70	40 - 70
Suelos Blandos o Suelos (Muy Baja Rigidez)	N1(60) < 10	V _s < 170	< 0.40	< 40

Fuente: Elaboración propia. EXCEL

Figura 2.17.- Análisis sísmico

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

FORMA ESPECTRAL Y FACTOR DE CORRECCION ϕ

TABLA 5.1, Pag. 21

F. Esp.	Material	V_{sp} (m/s)	H (m)	Zona sísmica 1 y 4		Zona sísmica 5 y 7	
				Forma espectral	ϕ	Forma espectral	ϕ
S1							
$\phi =$	0.85						
	Roca sana / fracturada	> 500	-	S1	0.85	S1	1.00
	Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	> 400	< 30	S1	0.85	S1	1.00
			30 - 50	S2	0.80	S2	0.90
			> 50	S3	0.70	S2	0.90
	Suelo duros o densos	250 - 400	< 15	S1	0.80	S1	1.00
			15 - 50	S2	0.80	S2	0.90
			> 50	S3	0.75	S2	0.90
	Suelos firmes / medios densos	170 - 250	≤ 50	S3	0.70	S2	0.95
			> 50	S3 ^(a)	0.70	S3	0.75
			< 170	≤ 15	S3	0.70	S2
	Suelos blandos / sueltos	< 170	> 15	S3 ^(a)	0.70	S3	0.80
	Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados con suelos mas rigidos	-	H ₁	S2 ^(c)	0.65	S2	0.70

(a) Si $A_o \leq 0.15$, úsese S4

(b) El espesor de los estratos blandos o sueltos ($V_s < 170$ m/s) debe ser mayor que 0,1 H.

(c) Si $H_1 \geq 0,25 H$ y $A_o \leq 0,20$ úsese S3

NIVELES DE DISEÑO (ND)

TABLA 6.2

GRUPO =	Zona =	ND =	GRUPO	ZONA SISMICA			
				1Y2	3Y4	5,6Y7	
B2	1	ND2	A; B1	ND2 ND3	ND3	ND3	(*) Valido para edificios de hasta 10 pisos ó 30 m de
			B2	ND1 (*) ND2 ND3	ND2 (*) ND3	ND3 ND2 (**)	

FACTORES DE REDUCCION R

TABLA 6.4

Tipo Est.	NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO				
		TIPO DE ESTRUCTURAS (SECCION 6.3.1)				
		I	II	III	IIIa	IV
IIIa						
Ver Norma pag. 29						
ND2	ND3	6.0	5.0	4.5	5.0	2.0
Ver Norma pag. 29						
R = 2.00	ND2	4.0	3.5	3.0	3.5	1.5
	ND1	2.0	1.75	1.5	2.0	1.25

Fuente: Elaboración propia. EXCEL

Figura 2.18.- Análisis sísmico

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

CRITERIO DEL REVISOR

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE ACERO				
	TIPO DE ESTRUCTURAS (SECCION 6.3.1)				
	I ⁽¹⁾	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0 ⁽²⁾	5.0	4.0	6.0 ⁽³⁾	2.0
ND2	4.5	4.0	-	-	1.5
ND1	2.5	2.25	2.0	-	1.25

(1) Para sistemas con columnas articuladas en base el valor de R será multiplicado por 0,75

(2) En pórticos con vigas de celosía se usará 5.0 limitado a edificios de no mas de 30 metros de altura

(3) En aquellos casos donde la conexión viga colector-columna sea del tipo PR, según la Norma COVENIN 1618-98,

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS MIXTA ACERO-CONCRETO				
	TIPO DE ESTRUCTURAS (SECCION 6.3.1)				
	I	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0	5.0	4.0	6.0 ⁽¹⁾	2.0
ND2	4.0	4.0	-	-	1.5
ND1	2.25	2.5	2.25	-	1.0

(1) Para muros estructurales reforzados con plancha de acero y miembro de bordes de sección mixta (Acero - Concreto).

VALORES DE β , T_0 y T^*

TABLA 7.1 Pag. 35

F. Esp.	S1	Forma Espectral	T^* (seg)	β	p	β = Factor de magnificación prom T_0 = Valor del periodo a partir del cual los espectros tienen un valor
$T^* =$	0.4	S1	0.4	2.4	1.0	T^* = Valor maximo del periodo en el intervalo donde los espectros normalizados tienen un valor
$\beta =$	2.4	S2	0.7	2.6	1.0	
$p =$	1.0	S3	1.0	2.8	1.0	
		S4	1.3	3.0	0.8	

$$T_0 = T^* / 4 = \boxed{0.1000}$$

VALORES DE T^* ⁽¹⁾ $(T^*/4) \leq T^* \leq T^*$ (Condición)

TABLA 7.2 Pag. 35

R =	2.00	CASO	T^* (seg)
		$R < 5$	0.1 (R - 1)
$T^* =$	0.10	$R \geq 5$	0.4
		(1) $T_0 \leq T^*$	

T^* = Periodo característico de variación de respuesta dúctil

$$c = \sqrt[4]{R / \beta} = 0.96$$

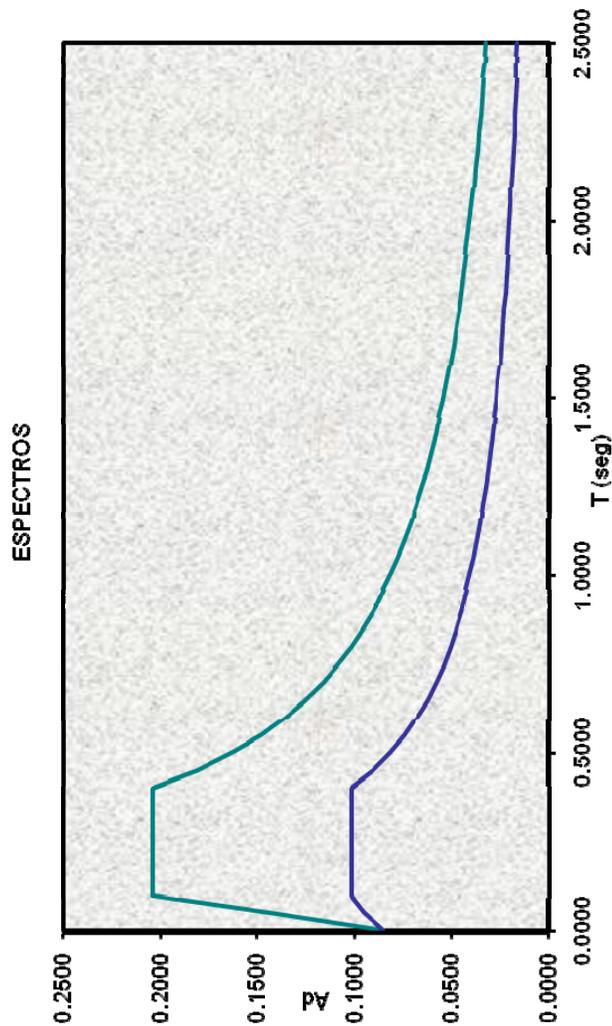
Fuente: Elaboración propia. EXCEL

Figura 2.19.- Análisis sísmico

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

Con estos parámetros se obtienen una serie de valores con los que se obtiene el espectro de respuesta que es la grafica en color azul el cual se compara con el espectro de diseño que corresponde a la línea verde, que representa el comportamiento ideal de una estructura ante un evento sísmico.



Fuente: Elaboración propia. EXCEL

Figura 2.20.- Espectro de diseño vs Espectro de respuesta

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

PROYECTO: Cubierta de techo sobre estructura metálica
apernada

UBICACIÓN: Pto. Ayacucho. Edo. Amazonas

Uso: Auditorio

La información sísmica utilizada para el análisis sísmico corresponde a la definida por la Norma Venezolana COVENIN 1756:2001 “*Edificaciones Sismorresistentes*”, los datos necesarios para su realización se muestran a continuación:

Zona sísmica	1
Coefficiente de Aceleración Horizontal, A_0	0.10
Forma espectral	S1
Factor de corrección, ϕ	0.85
Grupo	A
Factor de importancia, α	1.30
Nivel de diseño	ND2
Material	Acero Estructural
Tipo de sistema estructural resistente	TIPO III
Factor de reducción de respuesta, R	-
Factor de magnificación promedio, β	2.4
T_0	0.1 s
T^*	0.4 s
T^+	0.1 s
T_a	0.34 s

2.3.2. Verificación de esfuerzos en la estructura.

La verificación de resistencia no es más que la relación entre la demanda y la capacidad del perfil; es decir la demanda es esfuerzo que va soportar como consecuencia de las solicitaciones y la capacidad es la resistencia máxima del material y su sección transversal antes de llegar a la falla.

El programa clasifica esta relación en colores, tomando como valor máximo la relación igual a 1, que ocurre cuando la demanda del perfil es igual a su capacidad.

Color cian  relación de 0 – 0.50

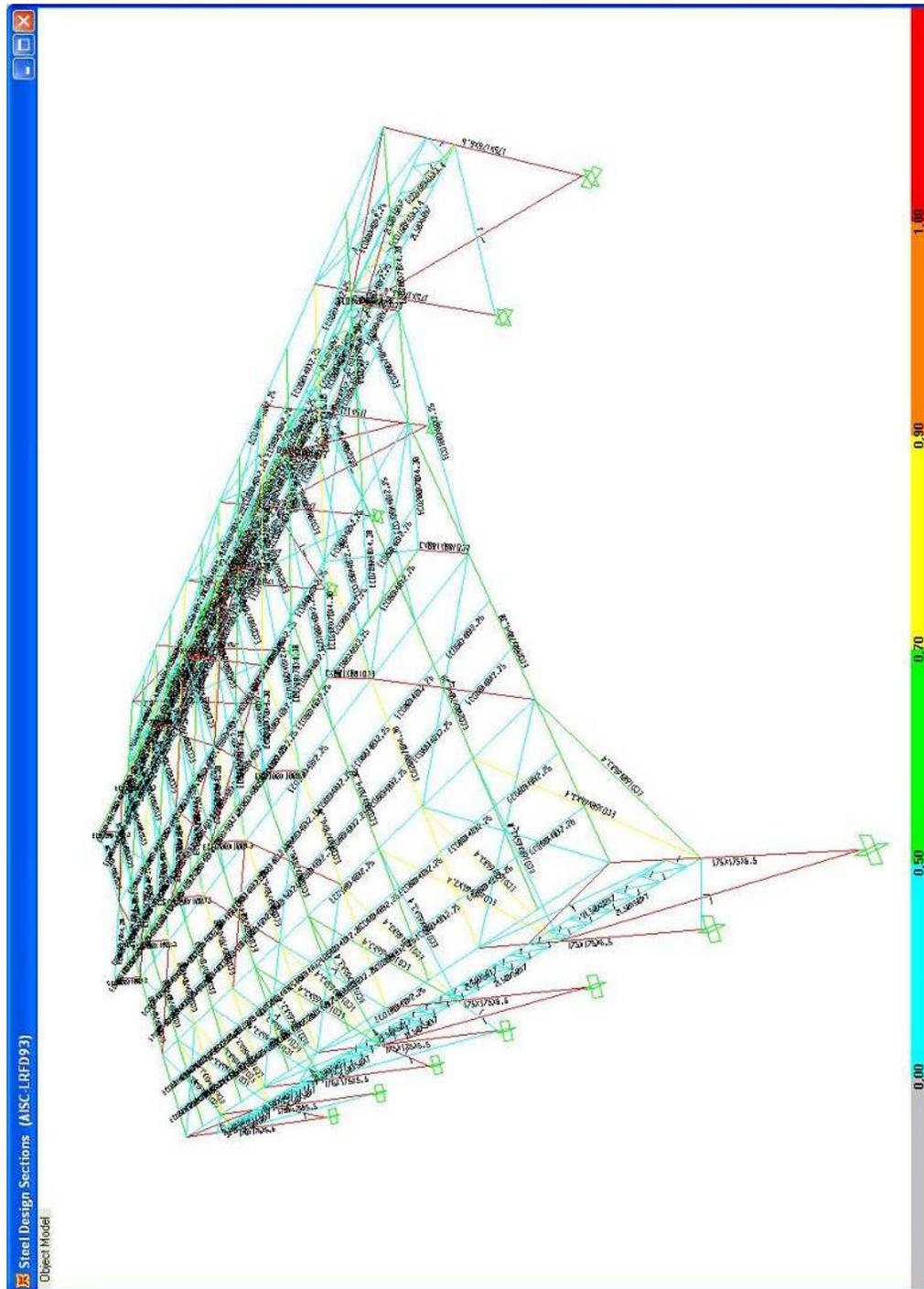
Color verde  relación de 0.51 - 0.70

Color amarillo  relación de 0.71 – 0.90

Color naranja  relación de 0.91 – 1.00

Color rojo  relación valores mayores que 1.00

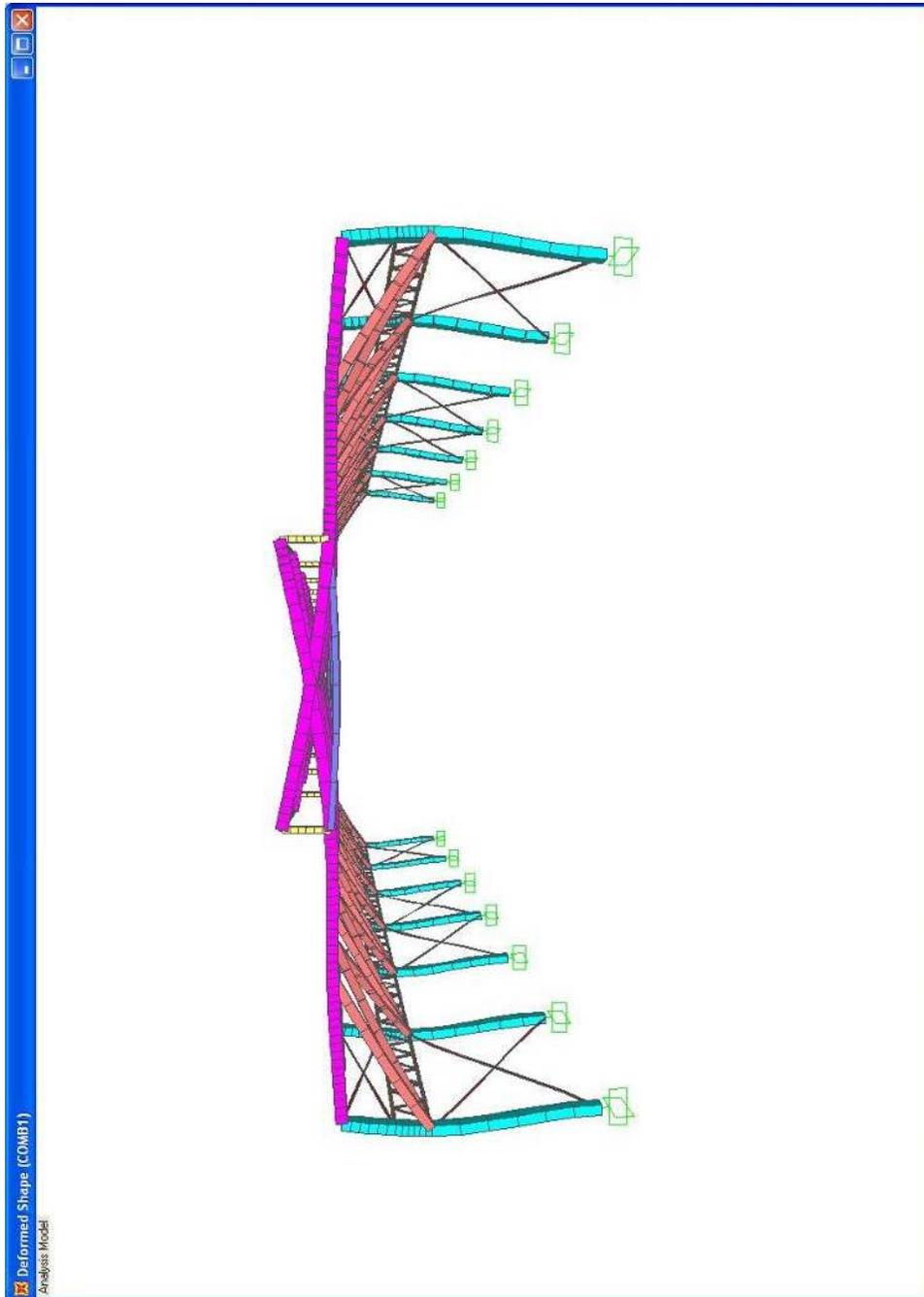
De acuerdo a criterios de diseño y pruebas realizadas en trabajos de investigación, se toma como valor máximo de relación demanda capacidad 0.95, esto quiere decir que cuando se realiza la verificación de la estructura todos aquellos elementos que se encuentren de color rojo deben ser cambiados por un perfil de mayor calibre y los de color naranja deben ser verificados para garantizar que no superen el valor máximo de 0.95.



Fuente: Elaboración propia. SAP2000

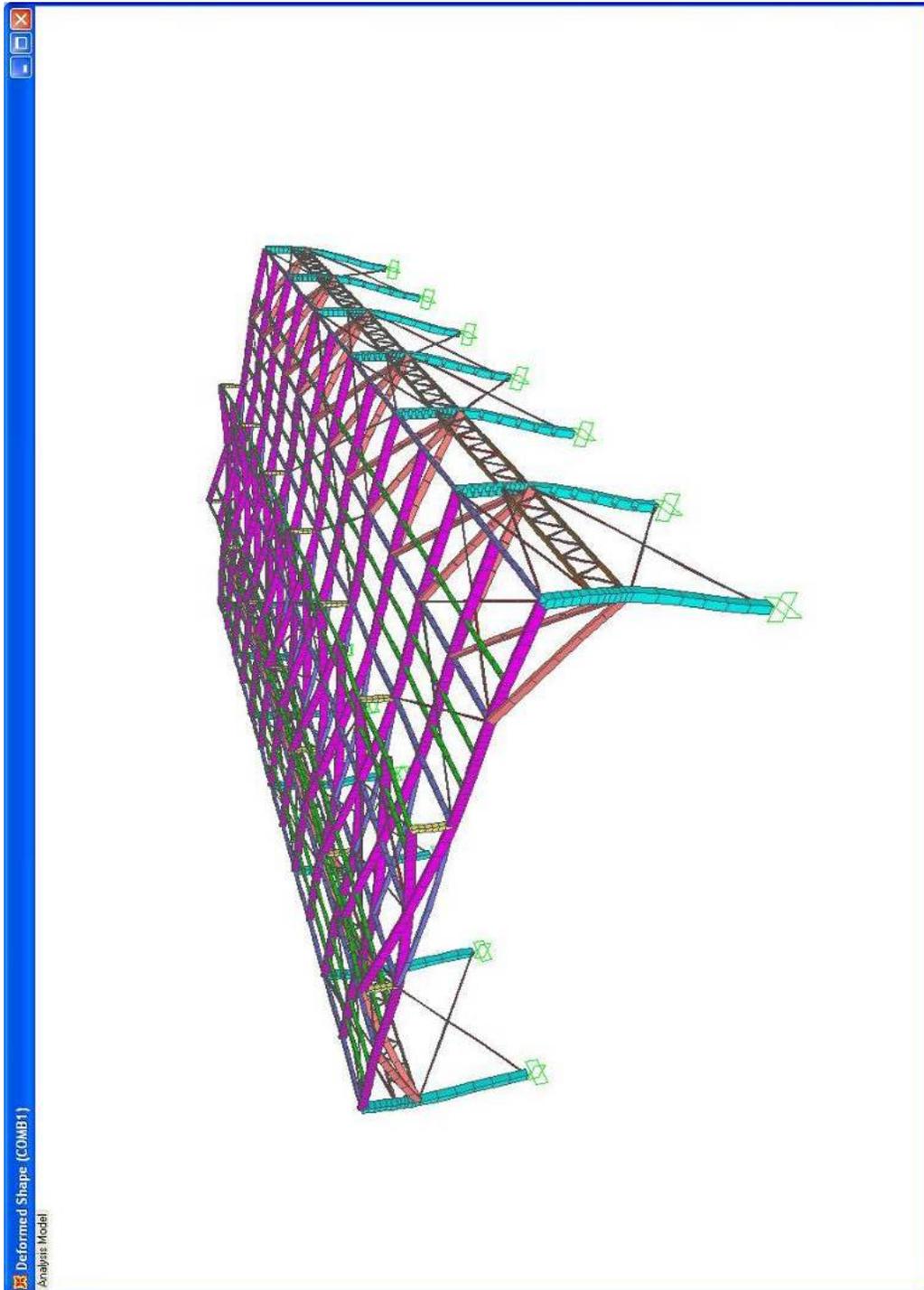
Figura 2.21.- Verificación de resistencia

Verificación de rigidez



Fuente: Elaboración propia. SAP2000

Figura 2.22.- Verificación de rigidez

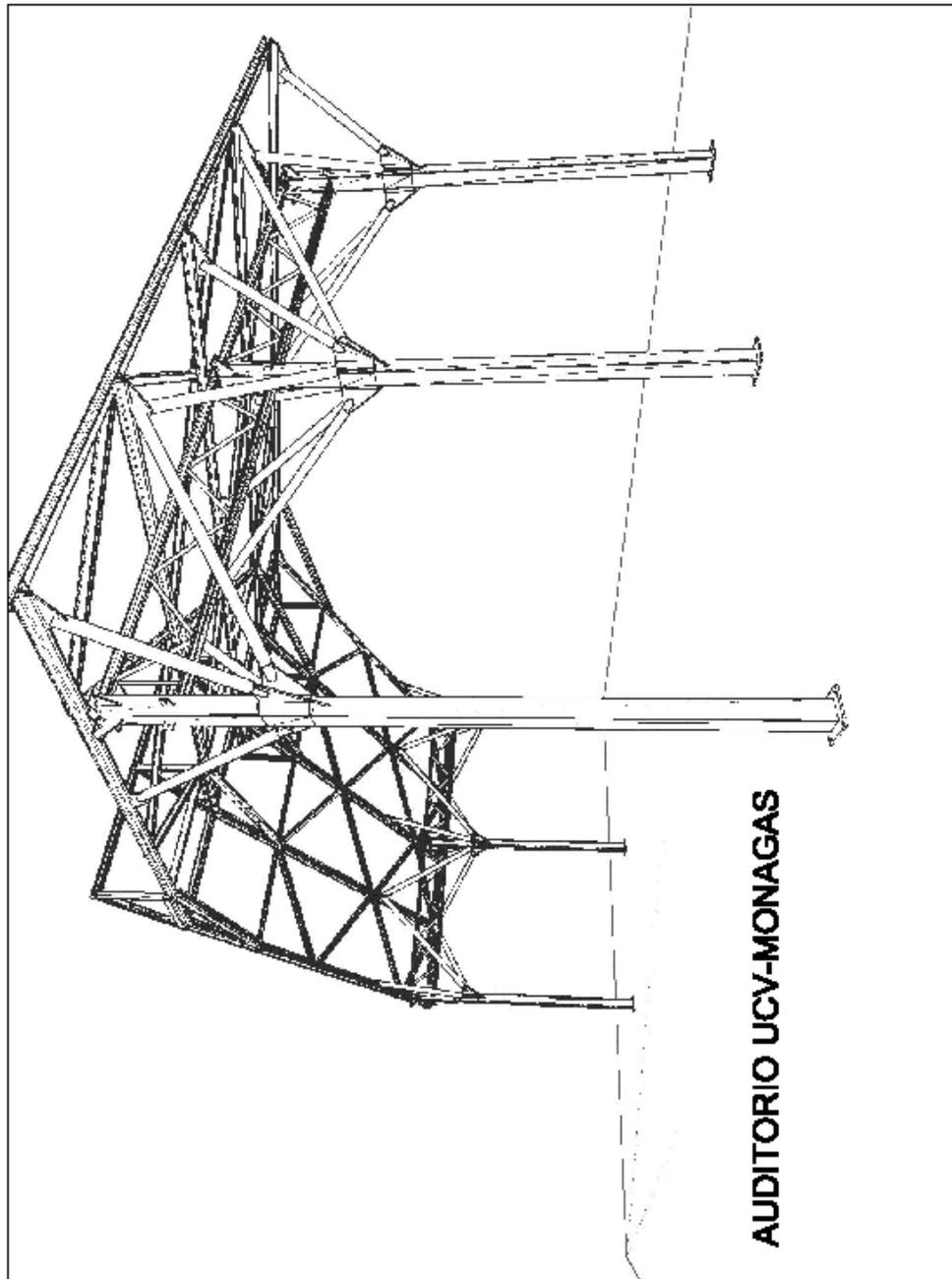


Fuente: Elaboración propia. SAP2000

Figura 2.23.- Verificación de rigidez

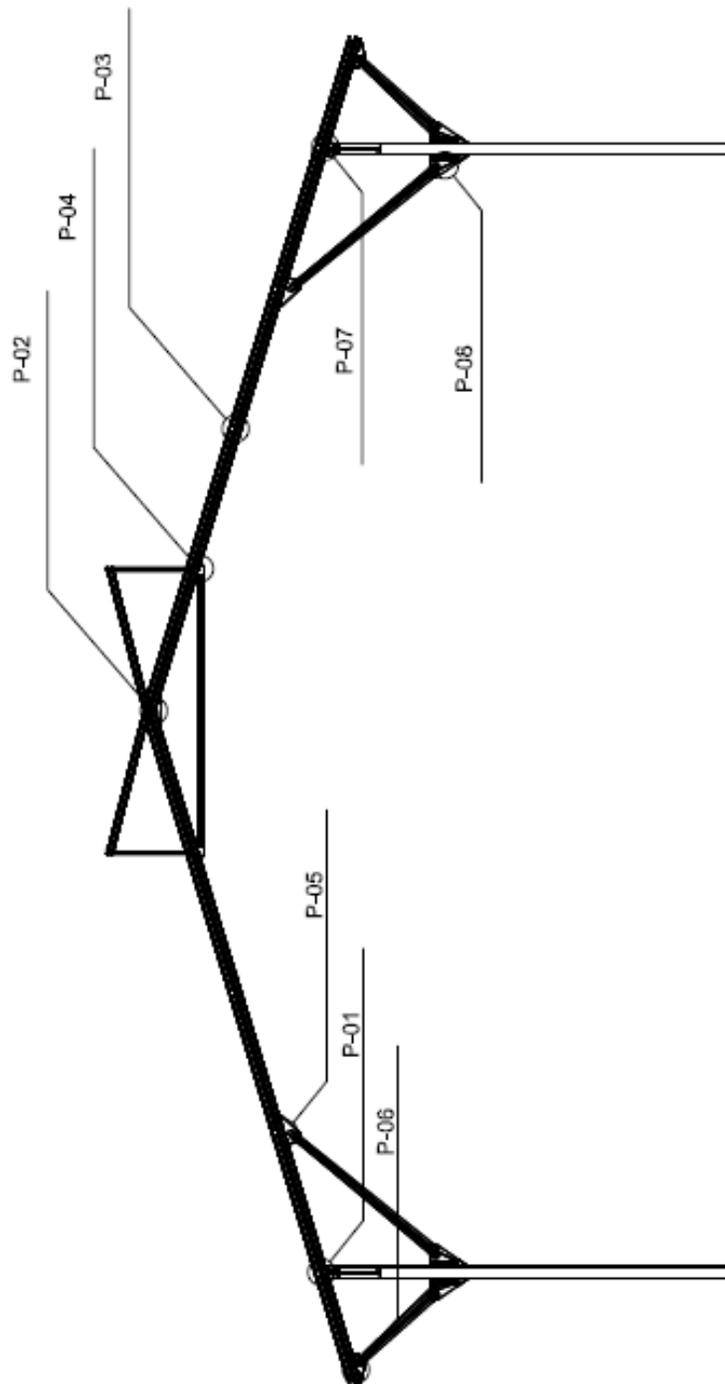
Análisis de conexiones apernadas para cubiertas de techo con estructura metálica en
clima tropical

Esquemas estructurales de la propuesta.



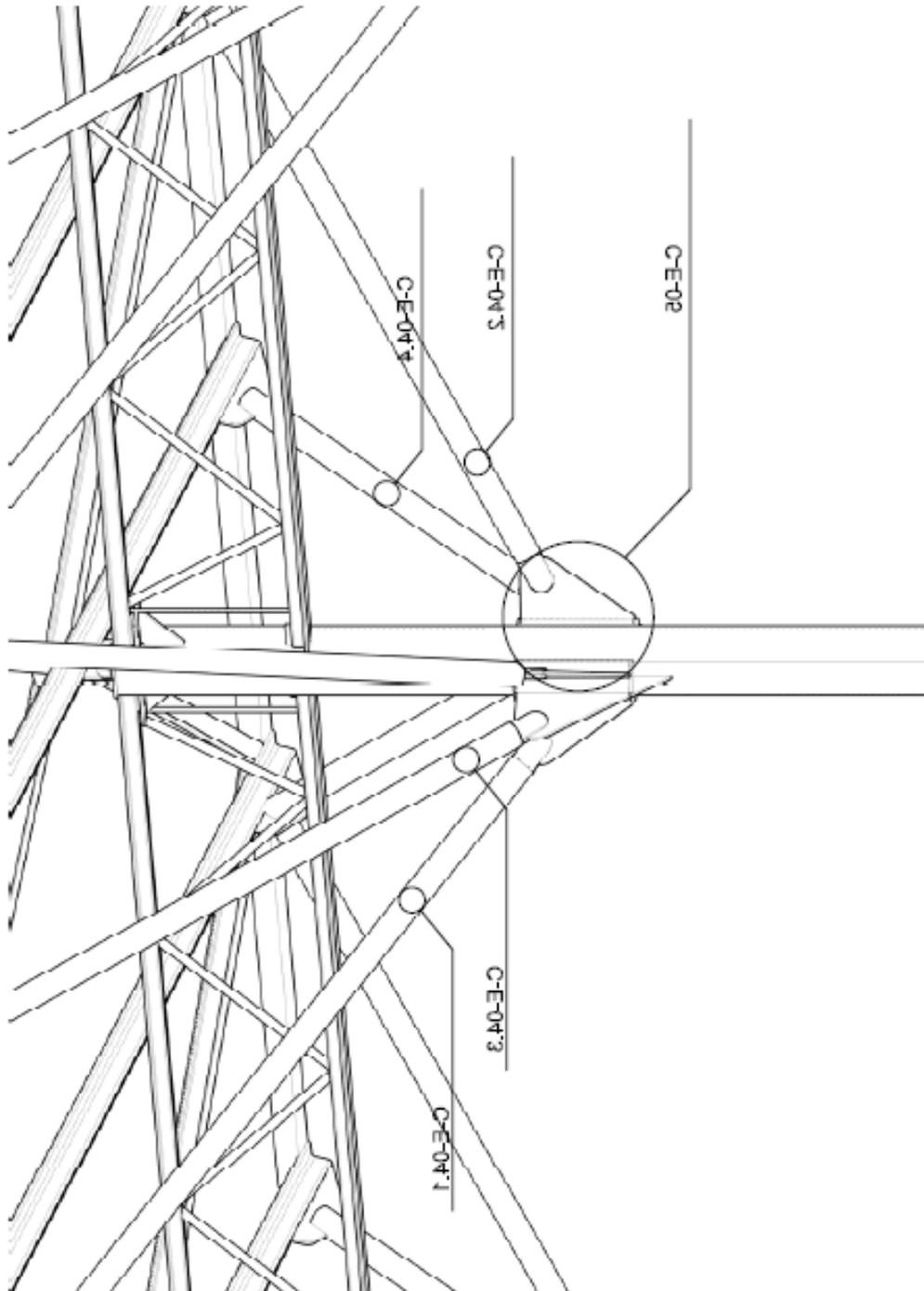
Fuente: Proyecto UCV-Caicara de Maturin

Figura 2.24.- Imagen 3D estructura auditorio



Fuente: Proyecto UCV-Caicara de Maturin

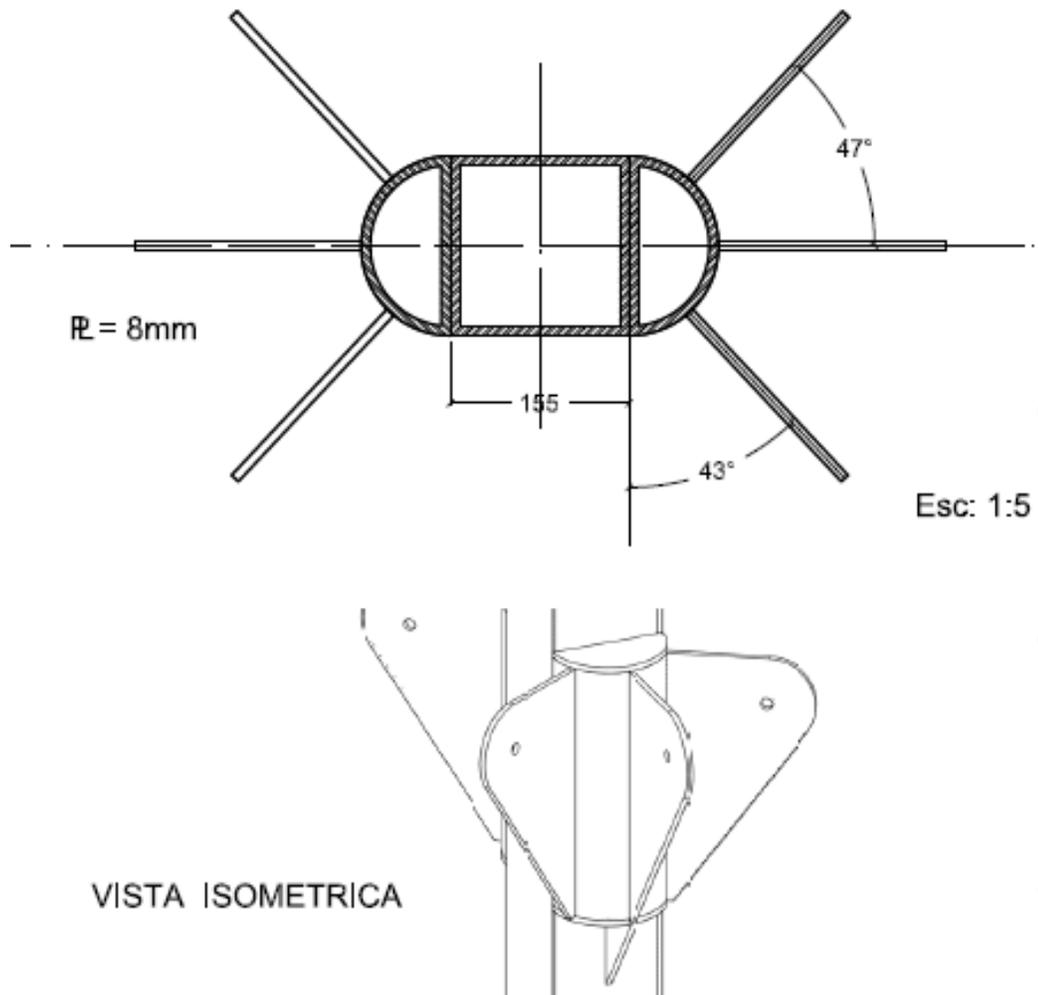
Figura 2.25.- Imagen Pórtico transversal auditorio



Fuente: Proyecto UCV-Caicara de Maturin

Figura 2.26.- Imagen 3D nodo auditorio

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



Fuente: Proyecto UCV-Caicara de Maturin

Figura 2.27.- Imagen planta e isometría nodo auditorio

2.4. Aspectos constructivos.

Actividades constructivas.

1. Excavación para fundaciones y vigas de riostra.
2. Colocación de armadura para fundaciones y vigas de riostra.
3. Corte y colocación de planchas de anclaje para columnas.
4. Vaciado de concreto para fundaciones y vigas de riostra.
5. Ensamblaje de cerchas SIEMA en taller.
6. Corte, perforado y ensamblaje de uniones SIEMA en taller.
7. Corte, perforado y ensamblaje de planchas de unión para estructura de techo en taller.
8. Corte y perforado de perfiles angulares en taller para garantizar el acoplamiento en la cumbrera de la estructura de techo.
9. Corte, perforado y ensamblaje de unión tridimensional en taller.
10. Soldado de uniones SIEMA a columnas en obra.
11. Soldado de planchas de unión para estructura de techo en la parte superior de las columnas SIEMA en obra.
12. Izado y soldado de columnas en planchas de anclaje.
 - Con andamio: se irán izando una a una las columnas.

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Se reducen los costos.	Se necesita más tiempo para el armado de la estructura.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

- Con grúa: se armaran los pórticos longitudinales en horizontal y luego serán izados con grúas.

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Se reducen los tiempos de ejecución.	Se aumentan los costos por el alquiler de la grua.

13. Izado y apenado de cerchas SIEMA cada 2.40m en el sentido longitudinal del auditorio.

14. Colocación y soldado de planchas de conexión perfiles techo.

15. Apenado de perfiles con las planchas de unión.

16. Soldado de unión tridimensional a estructura principal de techo.

17. Soldado de unión tridimensional a columna SIEMA.

18. Izado y apenado de estructura principal de techo.

- Con andamio: se ensamblara la estructura principal de techo en horizontal y luego será izada con una señorita.

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Se reducen los costos.	Se necesita más tiempo para el armado de la estructura.

- Con grúa: se ensamblara la estructura principal de techo en horizontal y luego será izada con la grúa.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente

.....

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Se reducen los tiempos de ejecución.	Se aumentan los costos por el alquiler de la grua.

19. Soldado de planchas de unión en los extremos de los perfiles tubulares rectangulares en obra.

20. Izado y apernado de perfiles tubulares rectangulares a unión tridimensional de la columna SIEMA y de la estructura principal de techo.

21. Izado y soldado de perfiles tubulares como correas de techo cada 1.20m en sentido longitudinal.

En el Campus Universitario de Caicara de Maturín se tomaron algunas fotografías durante el proceso constructivo del auditorium, ver imágenes desde 2.28 hasta la 2.33.

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.28.- Montaje cerchas estructura techo



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.29.- Vigas principales estructura techo

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.30.- Montaje vigas principales estructura techo



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.31.- Montaje vigas principales estructura techo

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.32.- Montaje nodos tensores volado techo



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.33.- Montaje nodos tensores volado techo



Figura 2.34.- Nodo tensores correas y vigas transversales techo

Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.35.- Nodo tensores correas y vigas transversales de techo

Análisis de conexiones apernadas para cubiertas de techo con estructura metálica en clima tropical 78

CAPITULO II. Pautas para el diseño de techos con pendiente



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.36.- Correas y arriostamientos de techo



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.37.- Montaje lucernario techo



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.38.- Estructura techo con lámina



Fuente: Arq. Nelson Rodríguez. Dr.

Figura 2.39.- Arriostramientos auditorio

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

3.1.- Parámetros teóricos conexiones apernadas

Los pernos son conectores mecánicos, de cabeza cuadrada o hexagonal con vástago cilíndrico con roscado exterior en su extremo libre, los cuales se ajustan con tuercas y arandelas para lograr la conexión.

En las estructuras se usan pernos de cabeza hexagonal ya que necesitan menor espacio para girar con las llaves de apriete.

Existen dos tipos de pernos, los pernos A307 conocidos como comunes o estándar, fabricados con acero de bajo contenido de carbono, sus diámetros van desde 1/4" hasta 1 1/2", son diseñados a tracción y corte por aplastamiento, se pueden producir desplazamientos entre los elementos que conecta ya que su apriete no es muy ajustado.

Los pernos de alta resistencia cuyo uso es estrictamente estructural son conocidos como A325 y A490, fabricados en acero con alto contenido de carbono, por lo general se necesita una arandela bajo la cabeza y otra bajo la tuerca del perno.

El tamaño de los agujeros depende del diámetro de los pernos, podemos encontrar cuatro tipos de agujeros, los estándares o normales, los agrandados usados para las bases de columnas y los de ranura corta o larga

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

para lograr apoyos deslizantes, en la tabla a continuación se indica el tamaño de los agujeros para cada tipo de acuerdo al diámetro del perno.

**TABLA 3.5.-
Dimensiones nominales de agujeros**

Diámetro nominal del perno d_b mm plg.	Dimensiones nominales de los agujeros d_h (mm)			
	Normales (diámetro)	Agrandados (diámetro)	Ranura corta (ancho x largo)	Ranura larga (ancho por largo)
13 (1/2)	14,3	15,9	14,3 x 17,5	14,3 x 31,8
16 (5/8)	17,5	20,6	17,5 x 22,2	17,5 x 39,7
19 (3/4)	20,6	23,8	20,6 x 25,4	20,6 x 47,6
22 (7/8)	23,8	27,0	23,8 x 28,6	23,8 x 55,6
25 (1)	27,0	31,8	27,0 x 33,3	27,0 x 63,5
29 ($\geq 1 \frac{1}{8}$)	$d_b + 2 \text{ mm}$	$d_b + 8 \text{ mm}$	$(d_b+2\text{mm}) \times (d_b+9,5\text{mm})$	$(d_b+2 \text{ mm}) \times (2,5 d_b)$

Fuente: Fratelli 2003

Figura 3.1.- Diámetros de pernos y dimensiones agujeros

Ahora bien, la longitud del perno depende de los espesores de las planchas a conectar, la longitud de la rosca dependerá de si la tuerca está incluida o no en los planos de corte, si está incluida la resistencia al corte por aplastamiento disminuye.

- d_b diámetro nominal
- L longitud total
- c longitud del cuerpo
- a longitud de apriete
- b longitud de rosca
- T agarre
- e espesor de la arandela

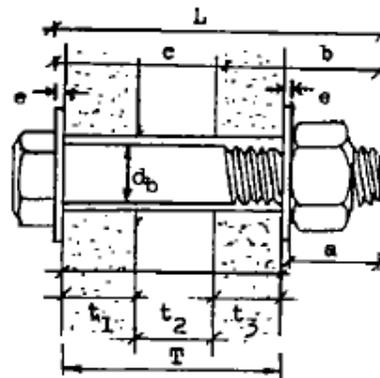


Figura 3.8.-Longitud de los pernos

Fuente: Fratelli 2003

Figura 3.2.- Esquema longitud pernos

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

También es importante señalar las separaciones que se deben dejar entre los baricentros de los pernos y del baricentro del perno al borde del elemento a conectar, un espaciamiento muy cercano trae dificultades para la instalación de los pernos ya que la cabeza de la llave requiere un espacio mínimo de trabajo, además que esta proximidad favorece la falla por tracción en el área neta de los elementos y puede ocasionar el desgarramiento en los bordes de las planchas, cuando el espaciamiento es muy grande se corre el riesgo de producir pandeo local de las planchas entre los pernos y levantamiento de los bordes. Para uniformizar el diseño se suele tomar una separación entre pernos de 3 veces su diámetro, la separación al borde está indicada en la siguiente tabla. (Fratelli 2003, McCormac 1991))

ϕ pulg.	d_b mm.	L_e Dist. al Borde		$3 d_b$ mm.
		Ciz mm.	Sopl. mm.	
1/2	13	22	19	39
5/8	16	29	22	48
3/4	19	32	25	57
7/8	22	38	29	66
1	25	44	32	75
1 1/8	29	51	38	87
1 1/4	32	57	41	96
> 1 1/4	$2,5 \phi$	$1,75 d_b$	$1,25 d_b$	

Fuente: Fratelli 2003

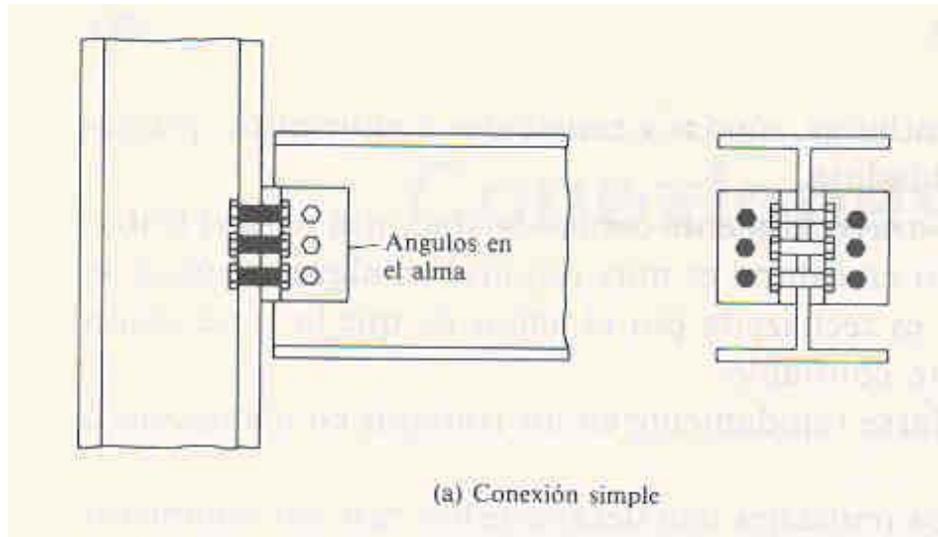
Figura 3.3.- Distancia al borde de la plancha y separación entre pernos

3.2.- Parámetros funcionales conexiones apernadas

Existen dos tipos de conexiones, las totalmente restringidas conocidas como FR las cuales garantizan que los ángulos originales entre los miembros permanezcan virtualmente sin cambios bajo cargas y las parcialmente restringidas conocidas como PR o como conexiones simples, es decir sin capacidad resistente a momentos.

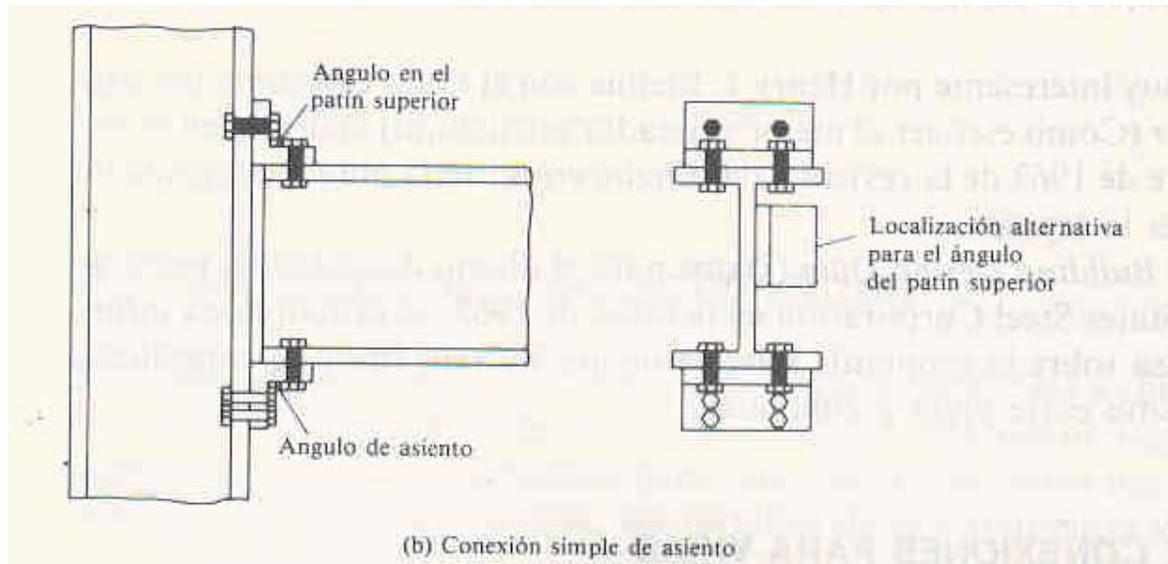
Dentro de los parámetros funcionales de las conexiones se encuentran los que definen la selección del conector o el tipo de sujetador, bien sea con soldadura o apernado, como por ejemplo los códigos locales de construcción, la economía, las preferencias del proyectista, la disponibilidad de mano de obra y del equipo disponible.

Para seleccionar el conector adecuado o más eficiente también hay que tomar en cuenta que los pernos estándar A307 resultan económicos para la conexión de correas, arriostramientos y miembros secundarios de la estructura, la soldadura requiere mano de obra especializada, el apernado es muy rápido y requiere mano de obra poco especializada, los pernos son ideales para estructuras que luego serán desmontadas, para juntas continuas, rígidas y resistentes a momentos lo ideal es la soldadura, los pernos estructurales A325 y A490 suelen ser costosos. (McCormac 1991)



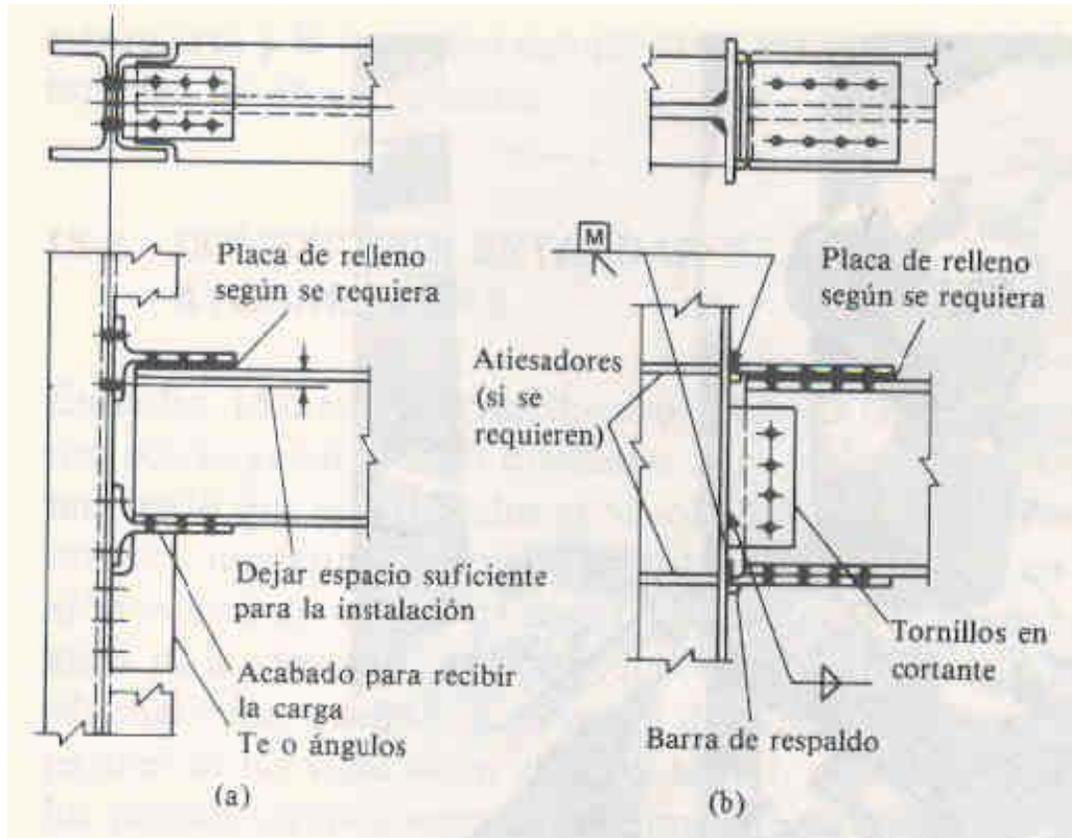
Fuente: McCormac 1991

Figura 3.4.- Imagen conexión simple



Fuente: McCormac 1991

Figura 3.5.- Imagen conexión simple de asiento



Fuente: McCormac 1991

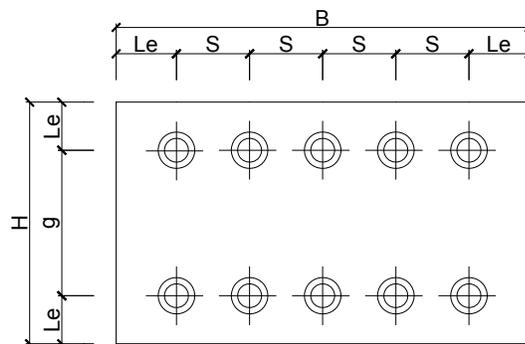
Figura 3.6.- Imagen conexión a momento

3.3.- Hoja de cálculo simplificada conexiones apernadas

El diseño de conexiones apernadas puede resultar un proceso muy tedioso sino se tienen los conocimientos teóricos y funcionales del diseño de pernos, es por ello que se pensó en hacer una herramienta con todo el proceso para el cálculo de una conexión apernada a corte-tracción simplificado, es decir una hoja de cálculo amigable, donde solo se necesite conocer las propiedades geométricas de los perfiles a conectar y la fuerza resultante que generen las solicitaciones a las cuales este sometido el sistema.

La hoja de cálculo arrojará el número y diámetro de pernos necesarios, el espesor de la plancha de conexión y el ancho efectivo de la misma.

La configuración geométrica de una plancha de conexión está directamente relacionada con el número y diámetro de pernos necesarios, a continuación se presenta un esquema general para obtener las dimensiones de la plancha.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.7.- Esquema general plancha conexión

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

.....

Donde “Le” es la distancia del centro geométrico del perno al borde de la lámina, “S” es la separación entre pernos, la separación mínima de acuerdo a la normativa venezolana es tres veces el diámetro nominal del perno $3d_b$ y “g” es el gramil que corresponde a la distancia entre perno y perno de acuerdo al elemento que estará conectado a la plancha.

Ahora bien para diseñar un nodo apernado lo primero que se debe hacer es suponer un diámetro de perno y predimensionar para calcular el número de pernos necesarios.

A través de la formula de la capacidad resistente de los conectores a corte por deslizamiento critico,

$$\phi \cdot P_{iv} \cdot \eta \cdot n \geq P_u$$

Se obtiene el número de pernos preliminar,

$$\eta = \frac{P_u}{\phi \cdot P_{iv} \cdot n}$$

P_{iv} = Resistencia minorada por corte del perno, resulta de la multiplicación del esfuerzo admisible de corte bajo régimen de servicio F_v y el área de la sección transversal del perno A_b

Donde;

η = número de pernos.

P_u = carga de servicio actuante en la conexión.

ϕ = factor de minoración de resistencia 0.75

$$P_{iv} = F_v \cdot A_b$$

F_v = capacidad teórica de corte.

A_b = área nominal del perno.

n = planos de corte

Una vez definida la geometría preliminar de la plancha de conexión, con la fórmula del esfuerzo de corte en los conectores como consecuencia de las cargas mayoradas para conexiones tipo aplastamiento combinando tracción y corte,

$$f_v = \frac{V_u}{\eta \cdot A_b} \leq \phi \cdot F_v$$

Se obtiene el área necesaria del perno,

$$A_b = \frac{V_u}{\eta \cdot \phi \cdot F_v}$$

Donde;

V_u = fuerza total de corte que afecta el nodo.

f_v = esfuerzo de corte por cargas mayoradas.

Se selecciona el diámetro del perfil que tenga un área mayor o igual al área de cálculo y se realiza la verificación para garantizar que el esfuerzo de corte por cargas sea menor que el corte teórico

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

Definido el diámetro del perno necesario se realiza la verificación por aplastamiento de los pernos para el cual primero se debe obtener el esfuerzo a tracción para conectores tipo aplastamiento.

Esfuerzos límites a tracción F_t para los conectores en conexiones tipo aplastamiento

Tipo de conector	(CR) Rosca incluida en los planos de corte	(SR) Rosca excluida de los planos de corte
	F_t (Kg/cm ²)	
Pernos A 307	4.150 - 1,9 $f_u \leq$ 3.160	
Pernos A 325	8.230 - 1,9 $f_u \leq$ 6.330	8.230 - 1,5 $f_u \leq$ 6.330
Pernos A 490	10.200 - 1,9 $f_u \leq$ 7.940	10.200 - 1,5 $f_u \leq$ 7.940
Partes roscadas y pernos A 449 de diámetro superior a 38 mm (1,5")	0,98 $F_u - 1,9 f_u \leq$ 0,75 F_u	0,98 $F_u - 1,5 f_u \leq$ 0,75 F_u

Fuente: CONENIN. 1998

Figura 3.8.- Esfuerzos limites a tracción para conectores en conexiones tipo aplastamiento.

Para luego verificar que los pernos como consecuencia de la carga total que soporta la conexión no se aplasten,

$$\phi_t \cdot F_t \cdot A_b \cdot \eta \cdot n \geq P_u$$

Verificado el aplastamiento de los pernos o conectores se debe comprobar el aplastamiento de los agujeros del elemento a conectar (perfil),

$$\phi \cdot R_n \geq V_u$$

Donde,

$$R_n = 2.4 \cdot d_b \cdot t \cdot F_u \cdot \eta \cdot n = \text{capacidad resistente al aplastamiento.}$$

d_b = diámetro nominal del perno.

t = espesor del elemento a conectar (perfil).

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

F_u = esfuerzo último de agotamiento del acero del elemento a conectar, según tabla.

Tensiones cedentes y de agotamiento de los aceros

DESIGNACIÓN	TIPO	F_y (Kg/cm ²)	F_u (Kg/cm ²)
SIDETUR	AE 25	2.500	3.700
	AE 35	3.500	5.500
ASTM	A 36	2.500	4.100
	A 242	2.750	4.150
	A 440	2.900	4.350
	A 441	3.150	4.600
	A 514	7.030	8.100
	A 572 grado 42	2.900	4.150
	A 572 grado 45	3.100	4.150
	A 572 grado 50	3.450	4.500
	A 572 grado 60	3.800	4.850
	A 572 grado 65	4.150	5.200
	A 588 grado 42	2.900	4.350
	A 588 grado 46	3.150	4.600
A 588 grado 50	3.450	4.850	
DIN	ST 37	2.400	3.700
	ST 42	2.600	4.200
	ST 52	3.600	5.200

Fuente: CONENIN. 1998

Figura 3.9.- Tensiones cedentes y de agotamiento de los aceros.

Ahora se debe verificar por aplastamiento el elemento de conexión, para ello se supone un espesor t para la plancha de conexión y se usan las formulas anteriores.

Por último se comprueba que el espesor de la plancha de conexión supuesta verifique por número de pernos y por longitud efectiva, y se toma la de mayor espesor.

Verificación por número de pernos,

$$t \geq \frac{P_u}{\phi \cdot d_b \cdot \eta \cdot 1,8 \cdot F_y}$$

Verificación por longitud efectiva,

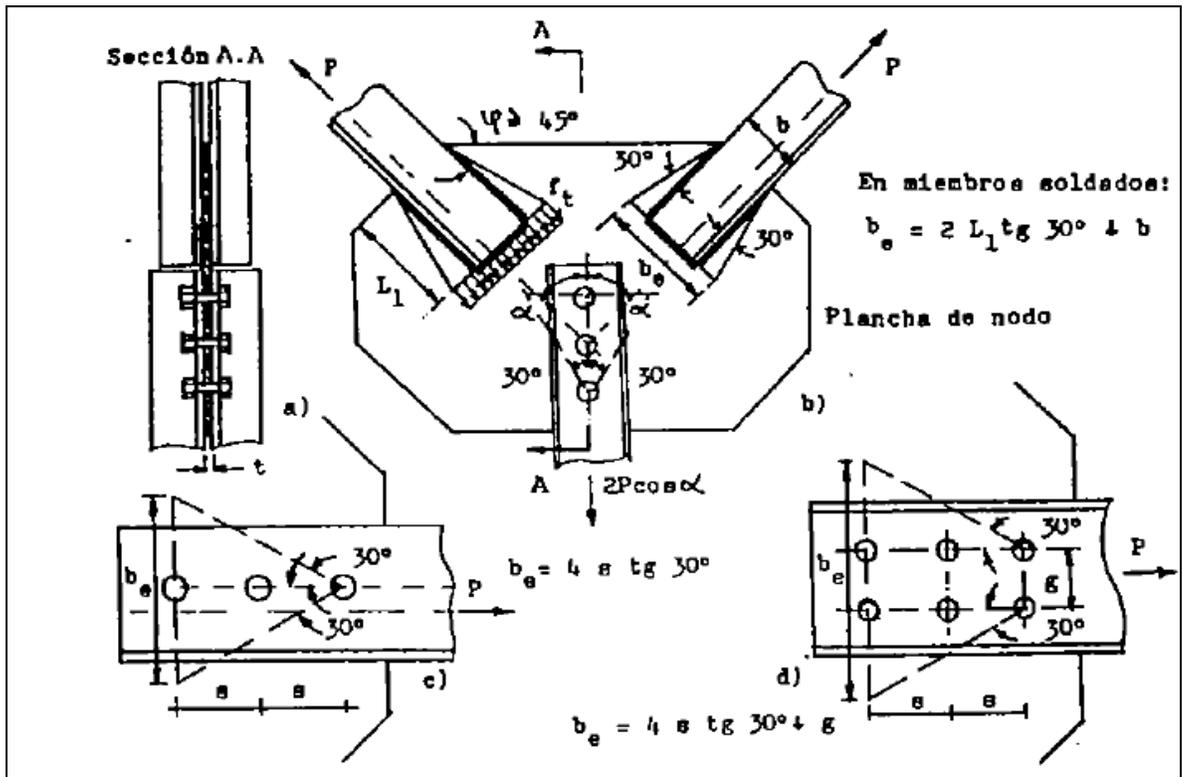
$$t \geq \frac{P_u}{\phi \cdot F_y \cdot b_e}$$

Donde,

F_y = esfuerzo de cedencia del acero.

b_e = ancho efectivo de la plancha.

El ancho efectivo de la plancha se obtiene mediante el trazado de rectas a 30° desde el perno más alejado del extremo del elemento.

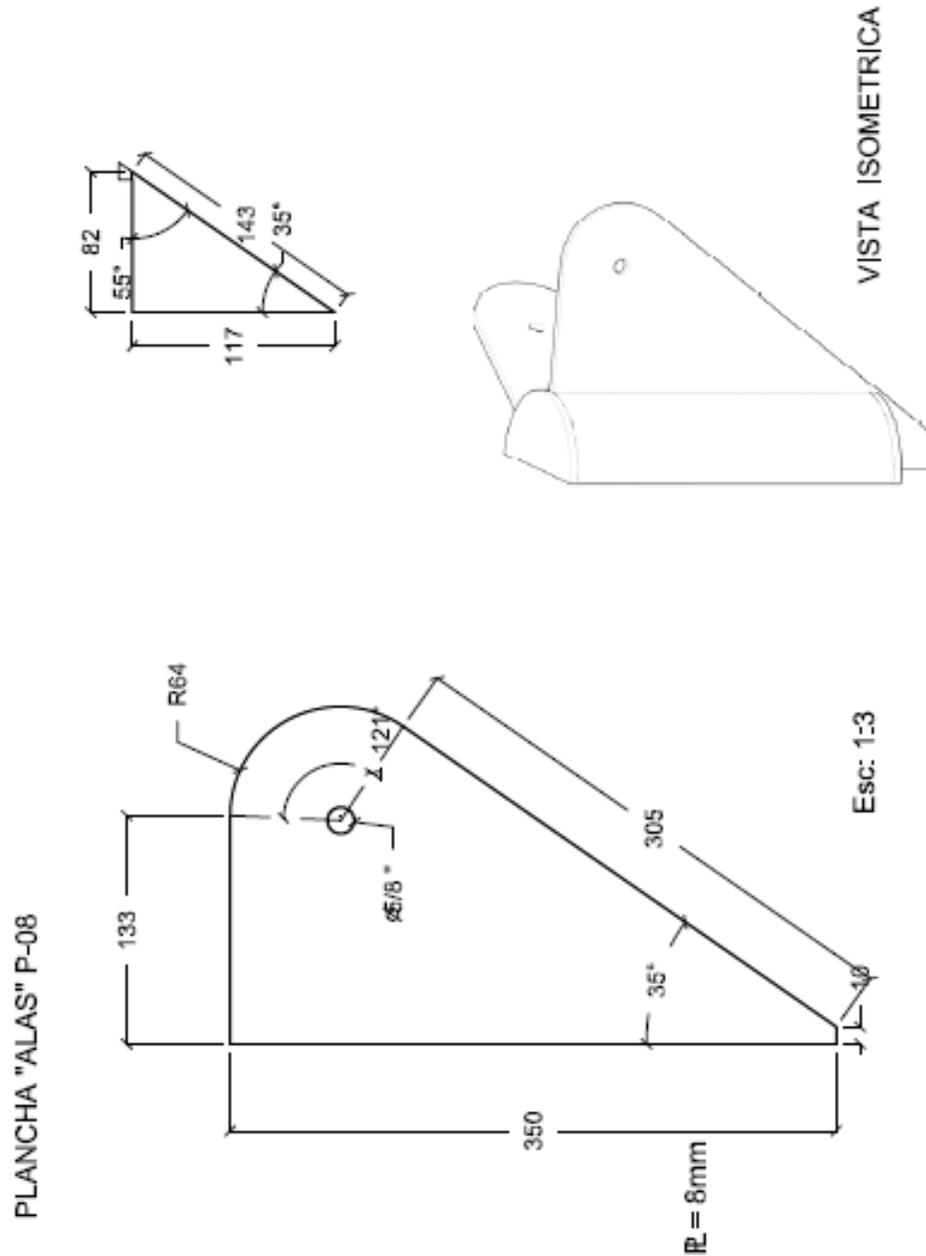


Fuente: Fratelli. 2003

Figura 3.10.- Ancho efectivo planchas de conexión.

A continuación se presenta la hoja de cálculo que contiene todo este proceso de cálculo ya programado en una hoja de Excel.

3.4.- Verificación hoja de cálculo simplificada conexiones apornadas



Fuente: Catalogo Componentes Auditorio Campus UCV Caicara de Maturín

Figura 3.11.- Ancho efectivo planchas de conexión.

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

proyectos estructurales

Proyecto:	Tesis Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción	Nº Hoja:	1
Ubicación:	Caicara de Maturin, Edo. Monagas	Nº de Hoja:	3

Diseño conexión apernada combinada de corte y tracción

Datos:

Elementos a conectar

Perfil:	TUBO 2"		
bf:	5.08	cm	
d:	5.08	cm	
tf:	0.40	cm	
tw:	0.40	cm	
A:	11.70	cm ²	

Carga axial resultante,	Pu= 10000.00 Kg	Angulo inclinación =	53.13 °
Calidad del acero del perfil,	Fy= 2530.00 Kg/cm ²		
Tipo de perno	A325		

Diseño de los Pernos:

Predimensionado

Pernos:	A325		
7/8	22.20	mm	Tabla 22.1 (Solapa tablas)
Piv=	13072.00	Kg	Tabla 3.10 (Solapa tablas)
n:	1.020	≈	2.00
Ab:	3.88	cm ²	Tabla 22.1 (Solapa tablas)

Se debe cumplir:

$$f_v = \frac{V_u}{\eta \cdot A_b} \leq \phi \cdot F_v$$

Donde Vu= 7999.99 Kg

Fv Se obtiene de la tabla 22.6 Norma COVENIN 1618-1998 (Solapa tablas)

$\phi = 0.75$

Fv= 3370 Kg/cm²

$\phi \cdot F_v = 2527.5$ Kg/cm²

$$A_b = \frac{V_u}{\eta \cdot \phi \cdot F_v} \geq 1.58 \text{ cm}^2$$

Perno $\phi = 5/8$

Ab=	1.98	cm ²	
db=	1.59	cm	

Verificar

$f_v = 2020.199$ Kg/cm² ≤ 2527.50 Kg/cm² VERDADERO

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

proyectos estructurales

Proyecto:	Tesis Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción	Nº Hoja:	2
Ubicación:	Caicara de Maturín, Edo. Monagas	Nº de Hoja:	3

Diseño conexión apernada combinada de corte y tracción

Chequeo por aplastamiento pernos

$A307 F_t =$	311.62	≤	3160	Kg/cm ²	φ _t · F _t · A _b · η =	1813.64	Kg	≥ 6000.01	Kg	FALSO
$A325 F_t =$	4391.62	≤	6330	Kg/cm ²	φ _t · F _t · A _b · η =	25559.24	Kg	≥ 6000.01	Kg	VERDADERO
$A490 F_t =$	6361.62	≤	7940	Kg/cm ²	φ _t · F _t · A _b · η =	37024.64	Kg	≥ 6000.01	Kg	VERDADERO

Chequeo por aplastamiento huecos elemento a conectar

$φ · R_n ≥ V_u$

$F_u =$ 5500 Kg/cm² Tabla 1.2 (Solapa tablas)

$R_n = 2.4 · d_b · t · F_u · η · n =$ 16790 Kg

$φ · R_n =$ 12593 Kg ≥ 8000 Kg VERDADERO

Chequeo por aplastamiento huecos elemento conector

$φ · R_n ≥ V_u$

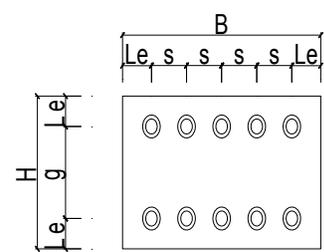
Suponer espesor de plancha

$t =$ 6 mm

$F_u =$ 4100 Kg/cm² Tabla 1.2 (Solapa tablas)

$R_n = 2.4 · d_b · t · F_u · η · n =$ 251856 Kg

$φ · R_n =$ 188892 Kg ≥ 8000 Kg VERDADERO



Verificación espesor de plancha nodo

Por número de pernos

$t ≥ \frac{P_u}{φ · d_b · η · 1.8 · F_y} =$ 0.9207 cm ≈ 10 mm VERDADERO

Por longitud efectiva de la plancha

Separación entre baricentros de los pernos s = 66 mm

Separación del baricentro del perno al borde de la plancha Le = 38 mm

Longitud efectiva $b_e =$ 15.242 cm

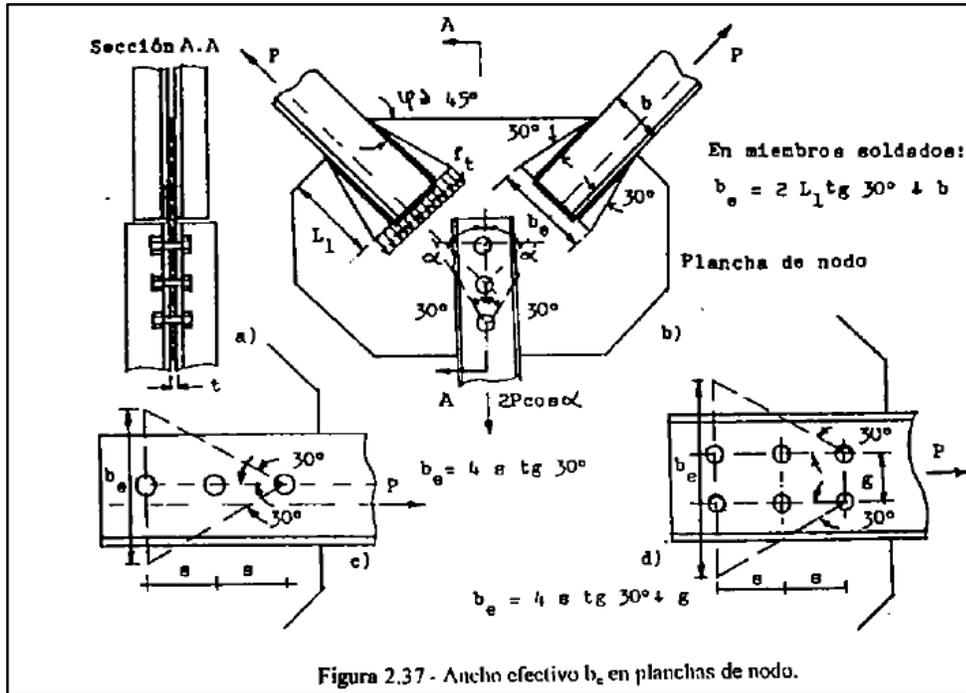
$t ≥ \frac{P_u}{φ · F_y · b_e} =$ 0.3458 cm ≈ 4 mm FALSO

CAPITULO III. Método Simplificado Conexiones Apernadas

proyectos estructurales

Proyecto:	Tesis Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción	Nº Hoja:	3
Ubicación:	Caicara de Maturin, Edo. Monagas	Nº de Hoja:	3

Diseño conexión apernada combinada de corte y tracción



CONCLUSIONES

.....

Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo tuvo como finalidad estudiar el sistema de techo del auditorio del proyecto campus universitario UCV, con el uso del SIEMA, adaptándolo a las nuevas configuraciones, haciendo referencias en el confort térmico, en el análisis estructural y en la geometría de las conexiones apernadas a través de una herramienta de cálculo.

Se tomo como referencia una zona climática donde se incluyo el clima de la zona de Delta Amacuro, Monagas, Bolívar y Amazonas, a partir de la cual se tomo el estado con la zona climática más desfavorable desde el punto de vista de confort térmico, la cual resultó estar ubicada en Amazonas; si se diseñaba para la condición extrema se podría aprovechar de una forma más eficiente en los demás estados con condiciones favorables.

Se logró adaptar el SIEMA para cubrir mayores luces y satisfacer las necesidades espaciales, térmicas, acústicas y habitacionales, diseñando una estructura tridimensional liviana como sistema de techo que le aporte seguridad y belleza a la edificación, conformada por perfiles tubulares.

Para lograr una conexión eficiente se adicionó medio perfil circular a la columna SIEMA el cual que garantiza la llegada de los elementos diagonales

CONCLUSIONES

.....

(tensores), a través de planchas nodo, las uniones se diseñaron articuladas cumpliendo con la armonía del sistema.

Con la finalidad de garantizar la rigidez de la edificación y evitar deformaciones que podrían ocasionar la acción de fuerza laterales, se colocaron cruces de San Andrés de forma simétrica en los tramos más desfavorables de la estructura, continuando el arriostamiento de los pórticos hasta el techo, con lo que se logra una adecuada disipación de energía.

La forma de la estructura del techo aprovecha la dirección de las ráfagas de viento para lograr una ventilación cruzada y así disminuir el uso de la ventilación mecánica generada por los aires acondicionados, aportando así un ahorro energético.

Debido al calibre que poseen los perfiles tubulares, se recomienda no soldarlos directamente, valerse de planchas o camisas para evitar la perforación del elemento ocasionado por los electrodos, es conveniente el vaciado con concreto pobre $f_c' = 210 \text{ Kgf/cm}^2$, para garantizar la evacuación de las personas a la hora de un incendio.

CONCLUSIONES

.....

Para obtener la geometría de una plancha de conexión primero se debe modelar el sistema estructural para obtener las reacciones axiales de cada elemento a conectar.

Esta geometría va depender del número de pernos necesarios, de su diámetro y de las dimensiones del elemento a conectar, sin embargo no hay algún criterio fijo para definir la forma de una plancha de conexión a parte de la lógica estructural, los parámetros que se pueden fijar a través de una hoja de cálculo son, el número de pernos, el diámetro del perno y las separaciones al borde de la plancha desde el baricentro del perno y el espesor de la plancha.

Es decir, una hoja de cálculo arrojará los lineamientos bases para obtener la geometría de la plancha, pero la forma dependerá del espacio disponible para la conexión, además que debe ser una geometría que garantice un fácil montaje en obra.

Se tomo como referencia el nodo de conexión usado para la construcción de la estructura del auditorio del campus universitario de Caicara de Maturín, específicamente el nodo de los tensores de techo, comprobándose que los resultados obtenidos con la hoja de cálculo sino son exactos son aproximados a las características reales del nodo, ya que de acuerdo a las

CONCLUSIONES

.....

condiciones sísmicas y velocidad del viento de Monagas se colocaron las correas en forma de rombo para adicionar rigidez y disminuir el peso de la estructura, por lo que los esfuerzos transmitidos en los tensores resultaron ser un poco menores comparados con los correspondientes al modelo matemático usado para la comprobación de la hoja de cálculo.

Esta hoja de cálculo, le permitirá a los profesionales de la arquitectura obtener los parámetros límites necesarios para determinar la configuración de una plancha nodo apernada que no transmita momento a la estructura, sin embargo es importante recalcar que el usuario debe tener conocimientos básicos de estructuras en acero para poder entender y aplicar los resultados obtenidos de la hoja de cálculo a los proyectos.

La hoja de cálculo aporta la profundización en los proyectos, no solo manejando las variables geométricas, sino los esfuerzos que en ella suceden y su relación con la geometría.

BIBLIOGRAFIA

.....

Bibliografía

- COMISION PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD TERMICA DE LAS EDIFICACIONES Y EL ESPACIO URBANO (1998) “Recomendaciones para mejorar la calidad térmica de las edificaciones”. Maracaibo. Edo. Zulia.
- COVENIN (1988). COVENIN 2002-88 “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- COVENIN (1998). COVENIN 1618–1998 “Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites”. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- COVENIN (2001). COVENIN 1756–2001 “Edificaciones Sismorresistentes”. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- DEMBO, N. (2010) “Industrializar en la abundancia. Tecnología y construcción en la Venezuela del “boom” petrolero de los setenta”. Caracas, Venezuela..
- El Clima disponible en <http://www.monografias.com/trabajos4/elclima/elclima.shtml> consultada el 20/07/2010.
- FEDE. (1980) “El Sistema Constructivo para Edificaciones Educativas “VEN-UNO” Generalidades”. Caracas.
- FEDE. (1985) “Normas y Especificaciones para Edificaciones y Dotaciones Educativas”. Caracas.

BIBLIOGRAFIA

.....

- FRATELLI, M. (2003) "Diseño de Estructuras Metálicas Estados Limites LRFD". Caracas, Venezuela.
- MAGGI, G. (1992) "Sistema IDEC de Estructura Metálica Apenada SIEMA, Catalogo de Componentes". FAU-UCV. Caracas.
- MAGGI, G. (1993) "Sistema de Edificaciones para Módulos de Servicios en Parques Industriales de Corpoindustria". IDEC – UCV. Venezuela..
- MAGGI, G. (1994) "Sistema de Estructura Metálica Apenada SIEMA, concepción, aplicación y perspectiva. Trabajo de Ascenso. IDEC-UCV. Venezuela..
- MAGGI, G. (1994) "Versatilidad en el Uso del Acero la Experiencia con el SIEMA". Notas Docentes. IDEC – UCV. Venezuela.
- MCCORMAC, J. (1991) "Estructuras, Análisis y Diseño. Estructuras de acero Método LRFD". Tomo II. Editorial Alfaomega.
- RODRIGUEZ, N. (2005) "Evaluación y Actualización del Sistema Constructivo SIEMA (Sistema IDEC de Estructura Metálica Apenada) para su Aplicación en Edificaciones de Nuevos Usos, Energéticamente Eficientes, Sustentables y con Pertinencia Social". Proyecto UCV-Sociedad. Venezuela.
- RODRIGUEZ, N. ROSALES, L. HERNÁNDEZ, H. (2006) "Edificio Campus Universitario Extensión UCV-Pto. Ayacucho. Edo. Amazonas. Venezuela". IDEC-FAU-UCV.

BIBLIOGRAFIA

- ROSALES, L. (2005) "Diseño Bioclimatico" Guía del Tema 6. Escuela de Arquitectura FAU/UCV. Asignatura: Clima y Diseño.
- ROSALES, L. (2006) "Confort Térmico" Guía del Tema 1. Escuela de Arquitectura FAU/UCV . Asignatura: Clima y Diseño.
- SOSA, M. SIEM. G. (2004) "Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes". IDEC-FAU-UCV. Caracas, Venezuela.

APENDICES

A.- Tablas de resultados programa SAP2000

Reacciones en las bases de la estructura

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
6	SERVICIO	Combination	3633.27	857.15	5665.76	-157.44	5118.14	9.89
8	SERVICIO	Combination	-3610.89	860.21	5572.66	-157.23	-5169.12	-0.66
28	SERVICIO	Combination	4163.9	547.24	5567.84	-94.93	5827.53	-20.96
33	SERVICIO	Combination	-4142.69	579.29	5060.41	-97.54	-5898	23.33
40	SERVICIO	Combination	4423.36	315	6650.72	-51.93	6211.77	-11.8
45	SERVICIO	Combination	-4433.78	289.82	6292.18	-53.04	-6317.33	12.44
52	SERVICIO	Combination	4539.63	14.19	6468.02	-1.17	6372.29	-0.57
57	SERVICIO	Combination	-4549.25	-9.57	6079.69	0.56	-6477.37	0.22
64	SERVICIO	Combination	4448.08	-301.52	6651.72	49.75	6249.58	8.37
67	SERVICIO	Combination	-4453.12	-302.36	6331.98	54.51	-6345.41	-10.97
76	SERVICIO	Combination	4200.43	-541.48	5600.83	93.81	5890.63	18.82
81	SERVICIO	Combination	-4203.83	-582.75	5125.48	98.46	-5973.17	-23.26
88	SERVICIO	Combination	3683.72	-851.83	5696.88	157.37	5204.88	-11.78
91	SERVICIO	Combination	-3698.81	-873.39	5696.82	157.98	-5283.23	2.46

APENDICES

Reacciones axial en los tensores

TABLE: Element Forces - Frames								
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
20	0	COMB1	-6846.28	-282.49	13.17	-17.81	9.93	-806.66
20	1.53052	COMB1	-6833	-265.72	13.17	-17.81	-10.24	-387.13
20	3.06105	COMB1	-6819.73	-248.95	13.17	-17.81	-30.4	6.73
21	0	COMB1	-6635.55	230.92	-11	16.56	-25.47	-21.83
21	1.53052	COMB1	-6648.83	247.69	-11	16.56	-8.63	-388.09
21	3.06105	COMB1	-6662.1	264.46	-11	16.56	8.21	-780.02
27	0	COMB1	-9037.26	-294.29	-0.34	-4.86	-0.35	-869.19
27	1.53052	COMB1	-9023.98	-277.52	-0.34	-4.86	0.17	-431.6
27	3.06105	COMB1	-9010.71	-260.75	-0.34	-4.86	0.69	-19.68
28	0	COMB1	-9208.9	-252.33	0.91	5.13	1.12	-818.35
28	1.53052	COMB1	-9195.63	-235.56	0.91	5.13	-0.27	-444.98
28	3.06105	COMB1	-9182.35	-218.79	0.91	5.13	-1.66	-97.28
33	0	COMB1	-9827.8	-286.61	0.17	-3.22	-0.58	-894.91
33	1.53052	COMB1	-9814.52	-269.84	0.17	-3.22	-0.85	-469.08
33	3.06105	COMB1	-9801.24	-253.07	0.17	-3.22	-1.11	-68.93
34	0	COMB1	-9916.19	-254.79	-0.43	3.61	0.29	-860.17
34	1.53052	COMB1	-9902.92	-238.02	-0.43	3.61	0.95	-483.04
34	3.06105	COMB1	-9889.64	-221.25	-0.43	3.61	1.61	-131.58
41	0	COMB1	-9837.64	-304.22	0.23	-0.19	0.11	-928.69
41	1.53052	COMB1	-9824.36	-287.45	0.23	-0.19	-0.24	-475.91
41	3.06105	COMB1	-9811.08	-270.68	0.23	-0.19	-0.6	-48.79
42	0	COMB1	-9960.93	-271.23	-0.23	0.23	-0.12	-892.49
42	1.53052	COMB1	-9947.65	-254.46	-0.23	0.23	0.23	-490.2
42	3.06105	COMB1	-9934.37	-237.69	-0.23	0.23	0.58	-113.58
48	0	COMB1	-9928.47	-284.27	-0.44	3.59	0.3	-895.91
48	1.53052	COMB1	-9915.19	-267.5	-0.44	3.59	0.97	-473.66
48	3.06105	COMB1	-9901.91	-250.73	-0.44	3.59	1.64	-77.07
49	0	COMB1	-10043.18	-251.37	0.31	-3.44	-0.25	-859.41
49	1.53052	COMB1	-10029.9	-234.6	0.31	-3.44	-0.72	-487.52
49	3.06105	COMB1	-10016.63	-217.83	0.31	-3.44	-1.19	-141.29
55	0	COMB1	-9144.04	-292.12	0.16	4.9	-0.07928	-871.54
55	1.53052	COMB1	-9130.76	-275.35	0.16	4.9	-0.33	-437.28
55	3.06105	COMB1	-9117.48	-258.58	0.16	4.9	-0.58	-28.68
56	0	COMB1	-9220.92	-261.96	-1.41	-4.43	-1.26	-837.74
56	1.53052	COMB1	-9207.65	-245.19	-1.41	-4.43	0.9	-449.63
56	3.06105	COMB1	-9194.37	-228.42	-1.41	-4.43	3.06	-87.19
62	0	COMB1	-6955.29	-280.14	-13.64	18.35	-10.57	-810.42
62	1.53052	COMB1	-6942.01	-263.37	-13.64	18.35	10.31	-394.49
62	3.06105	COMB1	-6928.74	-246.6	-13.64	18.35	31.19	-4.23

APENDICES

63	0 COMB1	-7065.66	-262.05	10.32	-15.72	7.71	-792.34
63	1.53052 COMB1	-7052.38	-245.28	10.32	-15.72	-8.09	-404.09
63	3.06105 COMB1	-7039.11	-228.51	10.32	-15.72	-23.88	-41.51
68	0 COMB1	-6776.11	-163.56	-6.01	-42.89	-39.18	-569.36
68	1.77553 COMB1	-6762.83	-142.6	-6.01	-42.89	-28.5	-297.56
68	3.55106 COMB1	-6749.55	-121.64	-6.01	-42.89	-17.83	-62.98
70	0 COMB1	-163.26	151.19	18.48	46.67	5.9	16.68
70	1.77553 COMB1	-176.53	172.15	18.48	46.67	-26.92	-270.37
70	3.55106 COMB1	-189.81	193.11	18.48	46.67	-59.73	-594.64
71	0 COMB1	-5466.52	-172.24	-10.57	-44.89	-51.23	-608.58
71	1.77553 COMB1	-5453.25	-151.27	-10.57	-44.89	-32.45	-321.38
71	3.55106 COMB1	-5439.97	-130.31	-10.57	-44.89	-13.68	-71.4
72	0 COMB1	-1704.81	153.53	18.21	49.52	1.31	-17.58
72	1.77553 COMB1	-1718.08	174.5	18.21	49.52	-31.03	-308.79
72	3.55106 COMB1	-1731.36	195.46	18.21	49.52	-63.36	-637.23
73	0 COMB1	-4232.12	-186.01	-13.14	-49.49	-56.71	-645.99
73	1.77553 COMB1	-4218.84	-165.05	-13.14	-49.49	-33.38	-334.33
73	3.55106 COMB1	-4205.56	-144.09	-13.14	-49.49	-10.05	-59.89
74	0 COMB1	-3159.93	150.95	15.75	50.66	-5.07	-41.94
74	1.77553 COMB1	-3173.2	171.92	15.75	50.66	-33.04	-328.57
74	3.55106 COMB1	-3186.48	192.88	15.75	50.66	-61.01	-652.42
75	0 COMB1	-3166.76	-196.89	-16.14	-50.69	-61.53	-660.15
75	1.77553 COMB1	-3153.48	-175.93	-16.14	-50.69	-32.88	-329.18
75	3.55106 COMB1	-3140.21	-154.97	-16.14	-50.69	-4.23	-35.42
80	0 COMB1	-4145.61	149.82	13.69	49.59	-9.24	-49.5
80	1.77553 COMB1	-4158.89	170.79	13.69	49.59	-33.54	-334.12
80	3.55106 COMB1	-4172.17	191.75	13.69	49.59	-57.84	-655.97
81	0 COMB1	-1722.8	-192.12	-18.44	-49.72	-64.03	-638.89
81	1.77553 COMB1	-1709.53	-171.16	-18.44	-49.72	-31.28	-316.38
81	3.55106 COMB1	-1696.25	-150.2	-18.44	-49.72	1.46	-31.1
82	0 COMB1	-5567.75	128.68	9.93	45.75	-15.4	-74.48
82	1.77553 COMB1	-5581.03	149.64	9.93	45.75	-33.02	-321.57
82	3.55106 COMB1	-5594.31	170.61	9.93	45.75	-50.65	-605.87
84	0 COMB1	-308.18	-197.42	-18.71	-47.35	-60.38	-607.85
84	1.77553 COMB1	-294.91	-176.46	-18.71	-47.35	-27.16	-275.94
84	3.55106 COMB1	-281.63	-155.49	-18.71	-47.35	6.07	18.76
85	0 COMB1	-6667.44	128.9	6.76	43.8	-17.13	-54.44
85	1.77553 COMB1	-6680.72	149.86	6.76	43.8	-29.13	-301.91
85	3.55106 COMB1	-6693.99	170.82	6.76	43.8	-41.13	-586.6
86	0 COMB1	-6690.06	-207.56	10.69	41.08	45.46	-634.04
86	1.77553 COMB1	-6676.78	-186.59	10.69	41.08	26.49	-284.13
86	3.55106 COMB1	-6663.5	-165.63	10.69	41.08	7.51	28.56
87	0 COMB1	-332.12	191.64	-21.34	-44.14	-12.49	107.58
87	1.77553 COMB1	-345.39	212.6	-21.34	-44.14	25.39	-251.29
87	3.55106 COMB1	-358.67	233.56	-21.34	-44.14	63.27	-647.37

APENDICES

88	0 COMB1	-5574.41	-212.07	14.02	42.83	55.42	-657.27
88	1.77553 COMB1	-5561.13	-191.11	14.02	42.83	30.53	-299.35
88	3.55106 COMB1	-5547.85	-170.14	14.02	42.83	5.63	21.36
89	0 COMB1	-1676.53	191.33	-22.25	-46.27	-10.23	64.46
89	1.77553 COMB1	-1689.81	212.3	-22.25	-46.27	29.27	-293.86
89	3.55106 COMB1	-1703.09	233.26	-22.25	-46.27	68.77	-689.41
258	0 COMB1	-4301.35	-222.77	16.75	46.7	61.18	-692.69
258	1.77553 COMB1	-4288.07	-201.8	16.75	46.7	31.43	-315.78
258	3.55106 COMB1	-4274.79	-180.84	16.75	46.7	1.68	23.92
259	0 COMB1	-3175.46	188.12	-19.21	-47.92	-2.88	43.16
259	1.77553 COMB1	-3188.74	209.08	-19.21	-47.92	31.23	-309.47
259	3.55106 COMB1	-3202.01	230.05	-19.21	-47.92	65.34	-699.31
260	0 COMB1	-3238.4	-233.81	19.56	47.94	65.75	-706.76
260	1.77553 COMB1	-3225.12	-212.85	19.56	47.94	31.01	-310.24
260	3.55106 COMB1	-3211.84	-191.88	19.56	47.94	-3.72	49.07
261	0 COMB1	-4161.11	187.29	-17.2	-46.96	1.05	35.23
261	1.77553 COMB1	-4174.39	208.25	-17.2	-46.96	31.59	-315.92
261	3.55106 COMB1	-4187.67	229.21	-17.2	-46.96	62.13	-704.28
262	0 COMB1	-1798.91	-228.44	21.51	47.05	67.84	-684.02
262	1.77553 COMB1	-1785.63	-207.47	21.51	47.05	29.65	-297.03
262	3.55106 COMB1	-1772.35	-186.51	21.51	47.05	-8.53	52.73
263	0 COMB1	-5577.7	166.08	-13.94	-43.37	6.4	7.86
263	1.77553 COMB1	-5590.98	187.05	-13.94	-43.37	31.15	-305.64
263	3.55106 COMB1	-5604.26	208.01	-13.94	-43.37	55.89	-656.36
264	0 COMB1	-342	-232.47	21.24	44.88	63.44	-650.54
264	1.77553 COMB1	-328.73	-211.51	21.24	44.88	25.74	-256.39
264	3.55106 COMB1	-315.45	-190.54	21.24	44.88	-11.96	100.54
265	0 COMB1	-6730.84	166.07	-10.75	-41.92	8.11	23.91
265	1.77553 COMB1	-6744.12	187.03	-10.75	-41.92	27.2	-289.57
265	3.55106 COMB1	-6757.39	208	-10.75	-41.92	46.29	-640.26

APENDICES

B.- Memoria Eólica

Información Eólica Básica Establecida en la
Norma venezolana COVENIN 2003-1986:
“ACCIONES DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES”

A continuación se presentan los aspectos prácticos del cálculo eólico de estructuras según la vigente normativa venezolana de acciones del viento COVENIN 2003:1986.

Los puntos a considerar son los siguientes:

- Clasificación según uso.
- Factor de importancia eólica, I .
- Clasificación según las características de respuesta.
- Tipo de exposición
- Velocidad básica del viento.

APENDICES

.....

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL USO; GRUPO A

Las acciones consideradas en estas Normas son función del grado de seguridad aconsejable para las construcciones, el cual está implícito en la clasificación que de acuerdo al uso se hace a continuación:

GRUPO A

Son aquellas construcciones cuya falla pueda ocasionar cuantiosas pérdidas humanas o económicas, o que contienen instalaciones esenciales cuyo funcionamiento es vital en condiciones de emergencia, tales como, aunque no limitadas a:

- Hospitales, puestos de emergencia o centros de salud en general.
- Estaciones de bomberos o de policía e instalaciones militares.
- Centrales eléctricas y de telecomunicaciones.
- Torres de transmisión y antenas.
- Estaciones de bombeo y depósitos de agua.
- Tanques elevados y chimeneas.
- Redes de distribución de agua, gas, electricidad, etc.
- Edificaciones gubernamentales o municipales de importancia.
- Institutos educacionales en general.
- Depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radioactivos.

- Edificaciones que contienen objetos de valor excepcional, tales como museos y bibliotecas.
- Monumentos y templos de valor histórico.

APENDICES

.....

También se incluyen en este Grupo las construcciones cuyo uso principal implique aglomeraciones de más de 300 personas con cierta frecuencia, tales como: auditorios, cines, teatros, estadios, etc...

GRUPO B

Pertenece a este Grupo las construcciones de uso público o privado tales como, aunque no limitadas a:

- Viviendas unifamiliares y bifamiliares en general.
- Edificios destinados a viviendas, oficinas, comercios y actividades similares
- Plantas e instalaciones industriales.
- Almacenes y depósitos en general.

También abarca este Grupo toda construcción cuyo colapso pueda poner en peligro las de este Grupo o las del Grupo A.

GRUPO C

Este Grupo comprende las construcciones no clasificables en los Grupos anteriores, no destinadas a uso como habitación o al uso público, y cuyo colapso no pueda causar daños a las construcciones de los dos primeros Grupos.

USOS MIXTOS

Las construcciones que contengan áreas de uso correspondientes a Grupos diferentes de acuerdo a la clasificación anterior, se ubicarán en el Grupo más desfavorable.

FACTOR DE IMPORTANCIA EÓLICA, $\alpha = 1.15$

De acuerdo a la anterior clasificación se establece para cada Grupo un factor de importancia eólica a conforme a la Tabla 4.1.2

APENDICES

.....

TABLA 4.1.2 FACTOR DE IMPORTANCIA EOLICA.

GRUPO	α
A	1.15
B	1.00
C	0.90

CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA, TIPO I

Atendiendo a la naturaleza de los principales efectos que el viento puede ocasionar en las construcciones, éstas se clasifican según las características de la geometría expuesta a la acción del viento en los siguientes Tipos:

TIPO I

Este Tipo comprende las construcciones cerradas poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, y aquellas cerradas en general cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o cuyo período natural de vibración sea menor o igual a 1 segundo.

Están comprendidas en este Tipo las construcciones con cubiertas de láminas, con una o más fachadas abiertas destinadas a naves industriales, teatros, auditorios, depósitos, etc, y otras construcciones cerradas destinadas a usos similares. También se incluyen las cubiertas estructurales rígidas, o sea aquellas capaces de resistir las acciones debidas al viento sin variar sustancialmente su geometría.

APENDICES

.....

TIPO II

Se incluyen dentro de este Tipo las construcciones abiertas cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o que tengan un período natural de vibración menor o igual a 1 segundo, tales como las torres o antenas atirantadas y en voladizo, los tanques elevados, los parapetos y las vallas.

TIPO III

Pertencen a este Tipo aquellas construcciones especialmente sensibles a las ráfagas de corta duración las cuales favorecen la ocurrencia de oscilaciones importantes. Comprende las construcciones definidas como Tipos I y II cuya relación de esbeltez sea mayor de 5 o cuyo período natural de vibración sea mayor de 1 segundo, o las que por su geometría sean propensas a fuertes vibraciones.

TIPO IV

Se tipifican en este grupo las construcciones que presentan problemas aerodinámicos particulares, tales como las cubiertas colgantes excluidas del Tipo I, las formas aerodinámicas inestables, las construcciones flexibles con varios períodos de vibración próximos entre sí, etc.

SELECCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA, $V = 103 \text{ KM/H}$

La "velocidad básica" del viento v , que en estas Normas se define como la velocidad correspondiente al tiempo patrón de recorrido del viento medida a 10 metros sobre un terreno Tipo de Exposición C y asociada a un período de retorno de 50 años, se seleccionará de acuerdo con la región utilizando la Tabla 5.1 o el mapa de 1a Figura 5.1, con las excepciones indicadas en las Secciones 5.1.1 y 5.1.2. En ningún caso la velocidad básica será menor de 70 km/h ya que por las características del proyecto no se conoce una

APENDICES

ubicación en específico se tomara la velocidad más desfavorable de las indicadas en la tabla 5.1.

REGIONES CON CONDICIONES ESPECIALES DE VIENTO

Se dará una consideración especial a aquellas regiones donde las mediciones indican que las velocidades del viento son superiores a las mostradas en el mapa de la Figura 5.1. Todos los terrenos montañosos, los desfiladeros, los promontorios oceánicos, etc., se estudiarán adecuadamente para detectar posibles condiciones especiales del viento y cuando la autoridad competente lo juzgue necesario, se deberá ajustar los valores de la Figura 5.1 o de la Tabla 5.1 para considerar velocidades locales del viento más elevado. En estos casos la velocidad básica se obtendrá a partir de una información meteorológica apropiada de acuerdo con los requisitos de 1a Sección 5.1.2.

En las zonas costeras o en las localidades que a juicio de la autoridad competente sean asimilables a las condiciones de estas zonas, el factor de importancia eólica α , dado en la Tabla 4.1.2, se incrementará en un 10%.

SELECCIÓN DEL TIPO DE EXPOSICIÓN, TIPO B

E1 Tipo de Exposición para el sitio donde se edificará 1a construcción se seleccionará tomando en cuenta las características de las irregularidades en la superficie del terreno.

TIPO DE EXPOSICIÓN A

Este Tipo corresponde a grandes centros urbanos donde al menos un 50% de las construcciones tiene alturas superiores a 20 metros. Se atribuye este Tipo a las áreas las cuales prevalecen esas características en la dirección desde donde sopla el viento, por lo menos en una distancia que sea el mayor

APENDICES

.....

valor entre 800 metros o 10 veces la altura de la construcción en estudio. Se tomarán en cuenta los posibles efectos de canalización o incrementos en la presión dinámica cuando la construcción en estudio esté ubicada detrás de construcciones adyacentes.

TIPO DE EXPOSICIÓN B

Este Tipo incluye a las áreas urbanas, suburbanas, boscosas u otros terrenos con numerosas obstrucciones que tengan las dimensiones usuales de viviendas unifamiliares con altura promedio no superior a 10 m. Se clasifican en este Tipo las áreas en las cuales se presentan esas características en la dirección desde donde sopla el viento, por lo menos en una distancia que sea el mayor valor entre 500 metros y 10 veces la altura de la construcción en estudio.

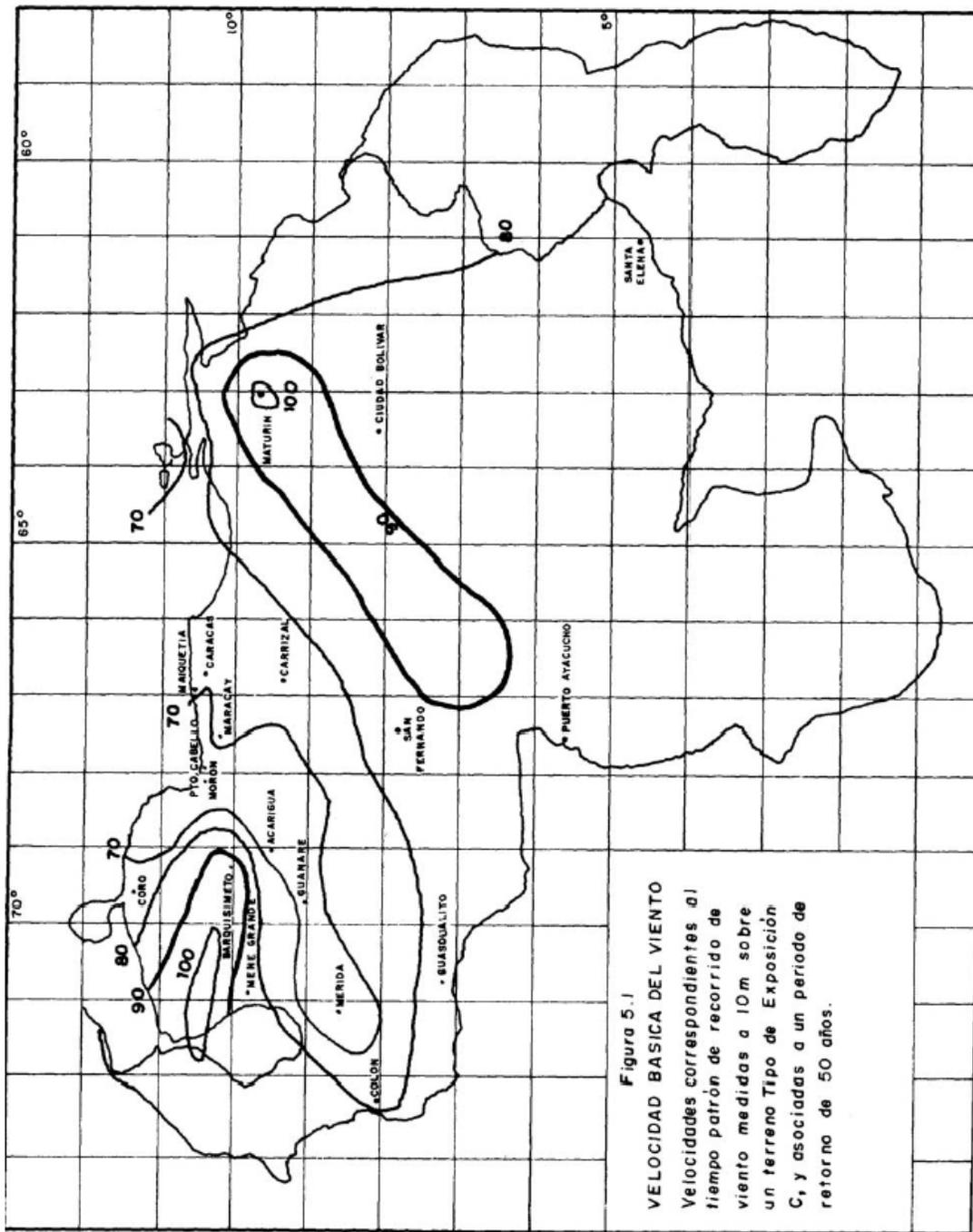
TIPO DE EXPOSICIÓN C

Este tipo corresponde a las planicies, los campos abiertos, las sabanas y terrenos abiertos con obstrucciones dispersas cuya altura en general no sobrepasa de 10 metros.

TIPO DE EXPOSICIÓN D

Se clasifican en este Tipo las áreas planas del litoral que no tengan obstrucciones y que estén expuestas a vientos que soplan sobre grandes masas de agua. Comprende este Tipo las áreas con las características descritas y ubicadas con relación a la costa a una distancia que sea el mayor valor entre 500 metros y 10 veces la altura de la construcción en estudio.

APENDICES



APENDICES

.....

PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS PRESIÓN DINÁMICA

La presión dinámica q , en kgf/m^2 , será evaluada en forma diferente para fachadas a barlovento y a sotavento.

Los valores de z_g y β se dan en la Tabla 6.2.3. En la Tabla 6.2.3.1 se suministran los valores K_Z y K_h para las alturas más usuales.

El factor de importancia eólica a se ha establecido en la Tabla 4.1.2 y V es la velocidad básica del viento en km/h seleccionada de acuerdo a los requisitos del Artículo 5.1.

TABLA 6.2.3
CONSTANTES PARA EL CALCULO DE K_Z y K_h

TIPO DE EXPOSICIÓN	FACTOR β	ALTURA * z_g metros
A	3.0	460
B	4.5	370
C	7.0	270
D	10.0	200

*Véase la Figura C-5.3 en el Comentario

APENDICES

.....

TABLA 6.2.3.1 COEFICIENTES DE EXPOSICIÓN A LA PRESIÓN DINÁMICA $K_z \delta K_h$

ALTURA SOBRE EL TERRENO <i>z ó h</i>	TIPO DE EXPOSICIÓN			
	A	B	C	D
0 a 4.50	0.118	0.363	0.800	1.207
5	0.126	0.380	0.825	1.233
6	0.142	0.413	0.869	1.279
7	0.158	0.442	0.908	1.319
8	0.173	0.469	0.943	1.355
9	0.187	0.494	0.976	1.387
10	0.200	0.518	1.006	1.417
11	0.214	0.540	1.033	1.444
12	0.226	0.562	1.059	1.469
13	0.239	0.582	1.084	1.493
14	0.251	0.601	1.107	1.515
15	0.263	0.620	1.129	1.536

FACTORES DE RESPUESTA ANTE RÁFAGAS

Se definen dos factores de respuesta ante ráfagas, G_h para los sistemas resistentes al viento y G_Z para los componentes y cerramientos. Los factores de respuesta ante ráfagas definidos en esta Sección no serán menores de 1.0

K = Coeficiente de arrastre sobre una superficie, dado en la Tabla 6.2.4.1

En las Tablas 6.2.4 (a) y 6.2.4 (b) se dan los valores de G . para las alturas h más usuales.

APENDICES

Para los sistemas resistentes al viento de las construcciones clasificadas en el Tipo III, el factor de respuesta ante ráfagas G_h se calculará mediante un análisis que incorpore las propiedades dinámicas del sistema resistente. Alternativamente al procedimiento que se describe en el Comentario C-6.2.4, se pueden utilizar los valores dados en las Tablas 6.2.4 (b) o C-6.2.4 (b1) y (b2).

TABLA 6.2.4.1
COEFICIENTES DE ARRASTRE K SOBRE UNA SUPERFICIE

TIPO DE EXPOSICIÓN	COEFICIENTE K
A	0.025
B	0.010
C	0.005
D	0.003

APENDICES

.....

TABLA 6.2.4 (a)
 FACTOR DE RESPUESTA ANTE RÁFAGAS
 G_h para los sistemas resistentes al viento de las construcciones Tipo I y II
 G_z para los componentes y cerramientos de las construcciones Tipo II Y III abiertas *

ALTURA h o z SOBRE EL TERRENO	TIPO DE EXPOSICIÓN			
	A	B	C	D
0 a 4.50	2.359	1.651	1.320	1.154
5	2.299	1.627	1.309	1.148
6	2.202	1.588	1.292	1.139
7	2.124	1.557	1.278	1.131
8	2.060	1.530	1.266	1.125
9	2.006	1.507	1.256	1.119
10	1.959	1.487	1.247	1.114
11	1.918	1.470	1.239	1.110
12	1.882	1.454	1.232	1.106
13	1.849	1.440	1.225	1.102
14	1.820	1.427	1.219	1.099
15	1.793	1.415	1.213	1.096

* Para las construcciones Tipo II y III cerradas, véase las Tablas 6.2.5.2. (a), (b), (c), (d) y la Subsección 6.2.5.3

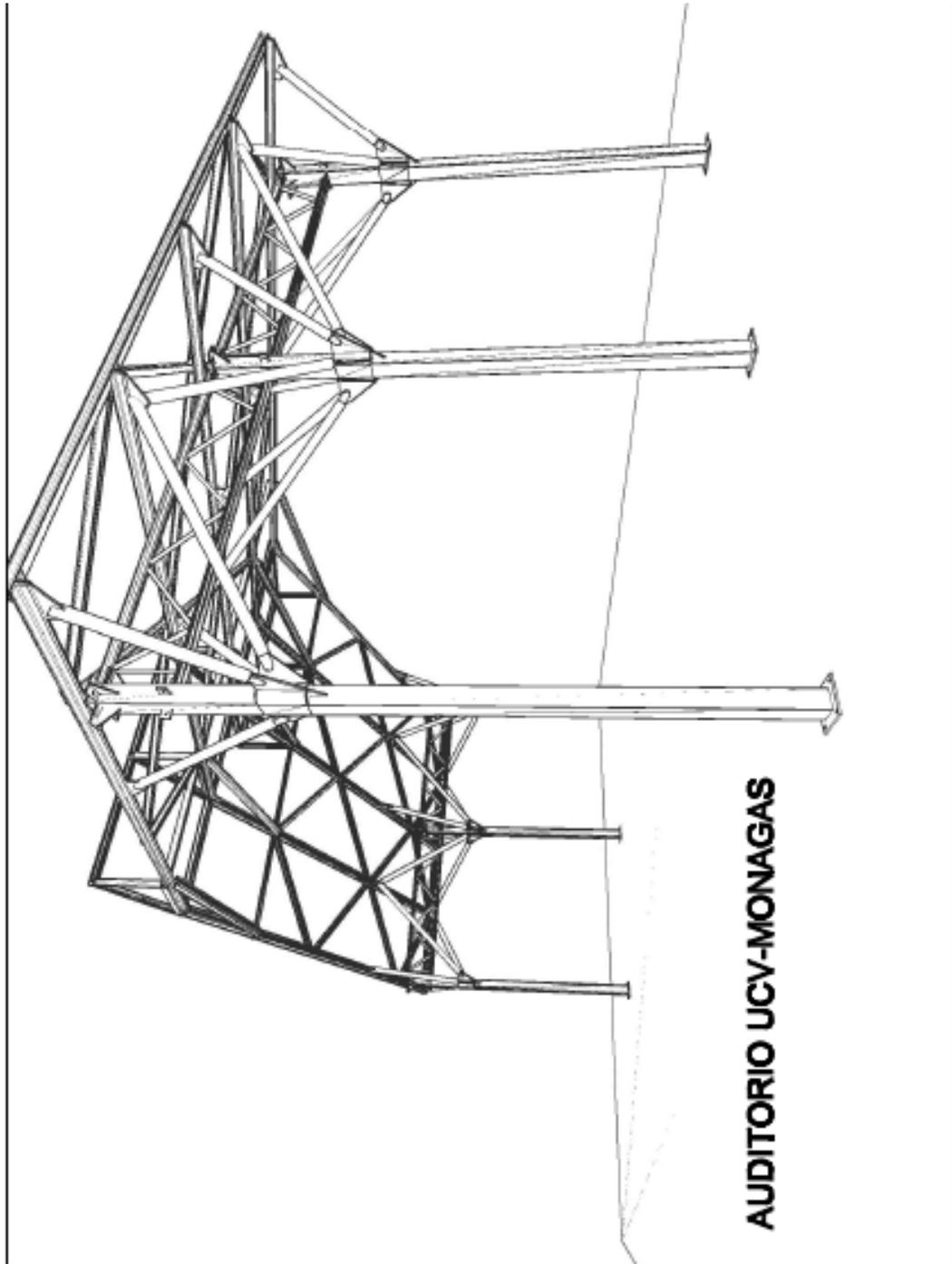
APENDICES

Análisis Eólico

Según los datos anteriormente proporcionados, la información eólica utilizada para el análisis eólico corresponde a la definida por la Norma Venezolana COVENIN 2003-1986 “*Acciones del Viento sobre las Construcciones*”, los datos necesarios para su realización se muestran a continuación:

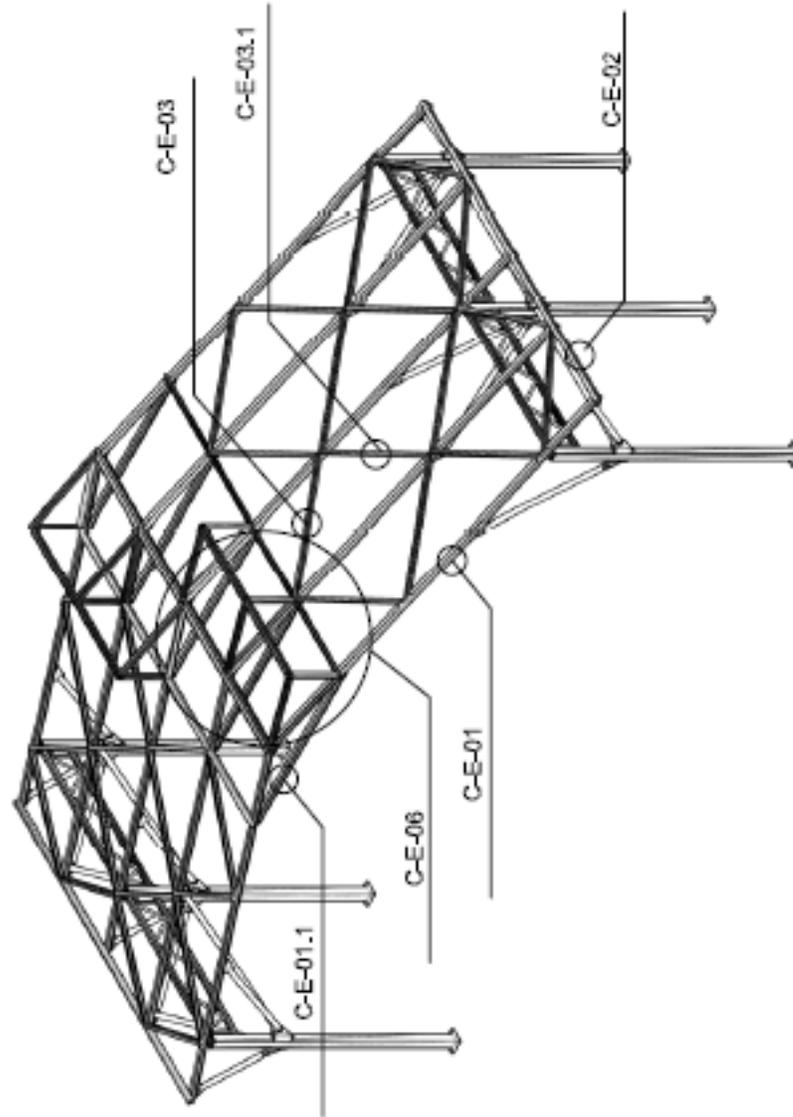
Clasificación según uso	Grupo A
Factor de importancia eólica, α	1.15
Característica de respuesta	TIPO I
Velocidad básica, V	103
Tipo de Exposición	B
Factor β	4.50
Altura Z_g	370
Coefficiente de exposición K_h	0.363
Coefficiente de arrastre K	0.010
Factor de respuesta ante ráfagas G_h	1.651

A.- Catalogo Componentes Auditorio Campus Universitario Caicara de Maturín



ANEXOS

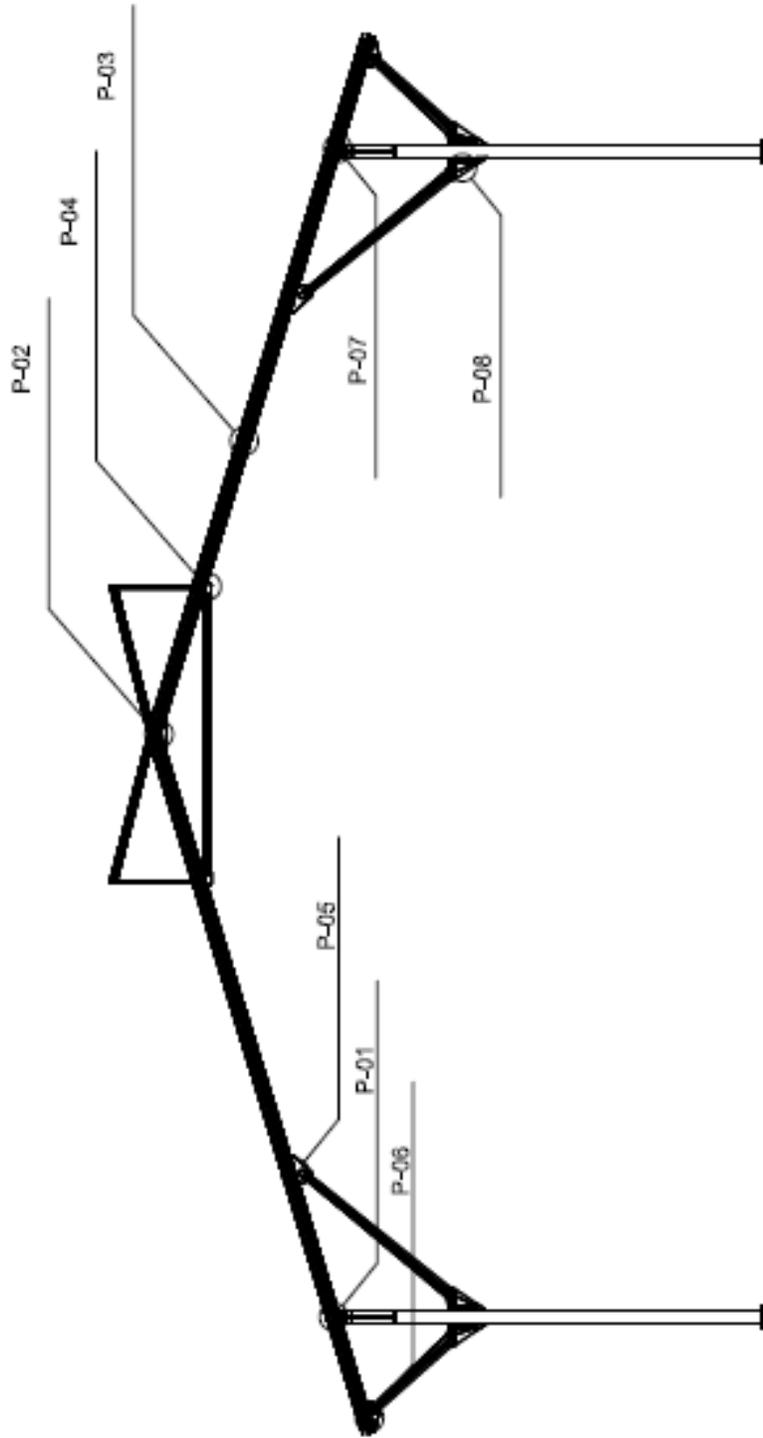
VISTA GENERAL Z-E-01



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Disiñido MR/GR	VISTA GENERAL Z-E-01	ESC Varfas 1 SEP/16/2010/006/1
-----------	--------------	--------------------	-------------------	----------------------	-----------------------------------

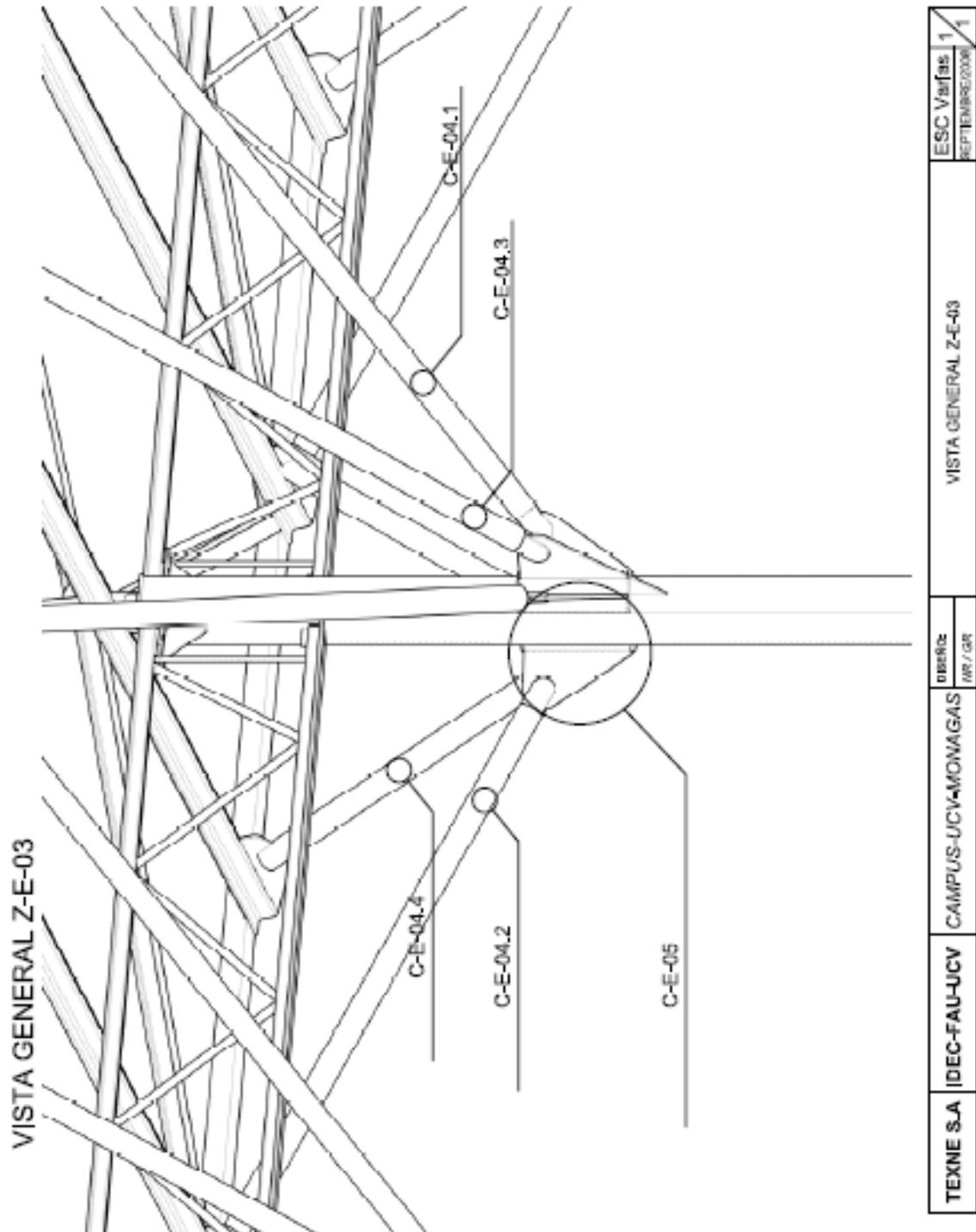
ANEXOS

VISTA GENERAL Z-E-02

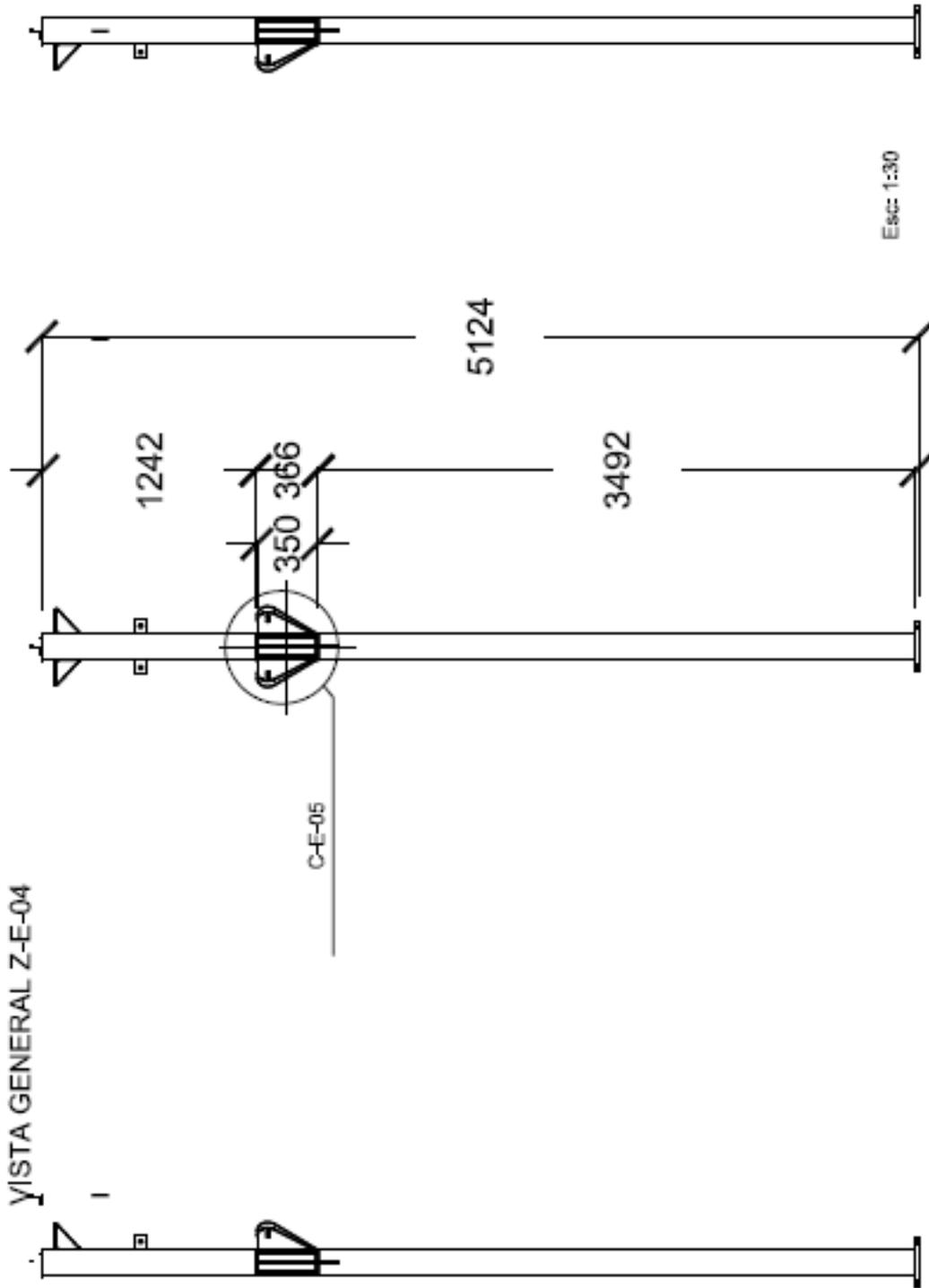


TEXNE S.A	IDEC-FALI-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Identific NR / GR	VISTA GENERAL Z-E-02	ESC. Varfas 1 REP/TEMP/2008 1
-----------	---------------	--------------------	----------------------	----------------------	----------------------------------

ANEXOS

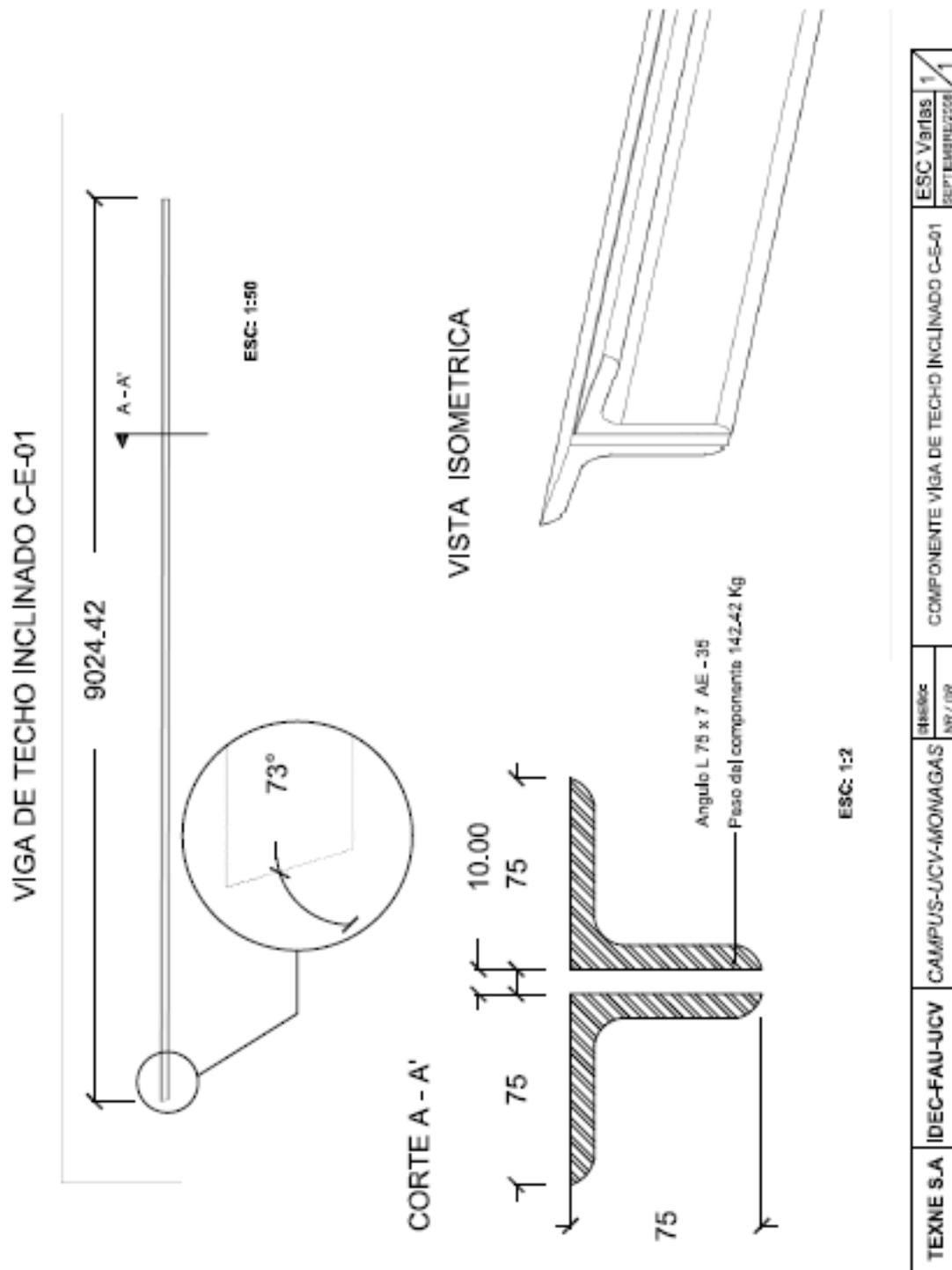


ANEXOS



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Escala		ESC Varlas REF: 1/1/1/1/1/1/1/1/1/1
			NO / GR	1	
VISTA GENERAL Z-E-04					

ANEXOS

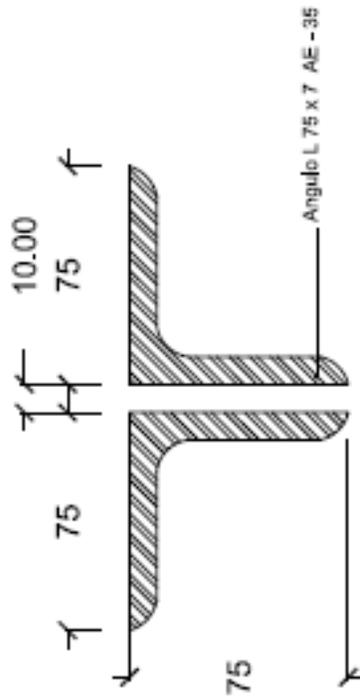


ANEXOS

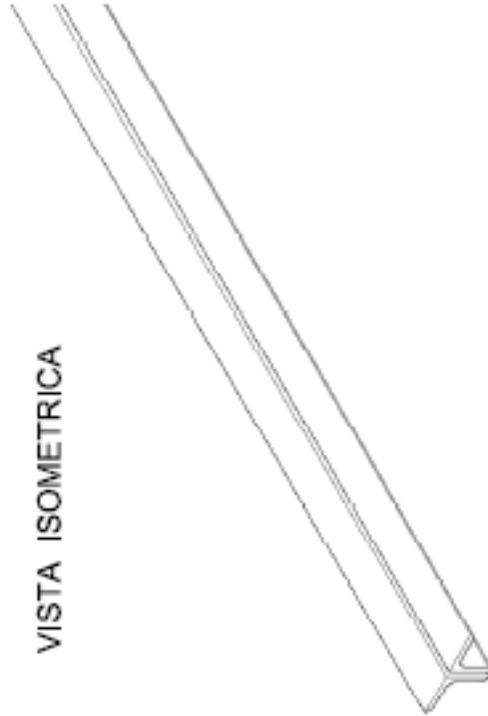
VIGA RECTA TENSOR DE TECHO INCLINADO C-E-01.1



CORTE A - A'



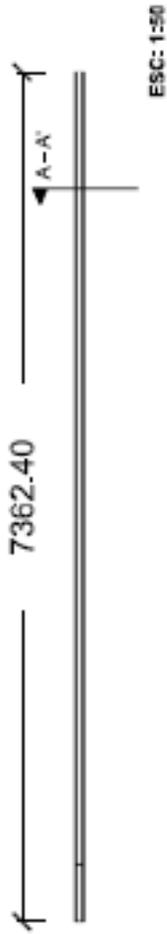
VISTA ISOMETRICA



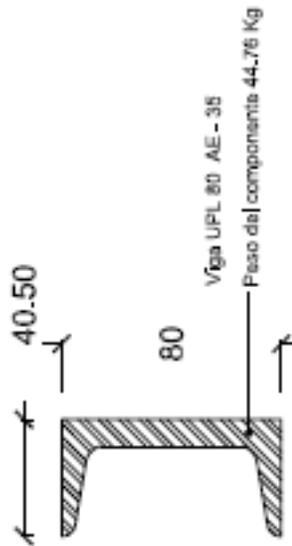
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Estadoc NF / DR	VIGA RECTA TENSOR DE TECHO INCLINADO C-E-01.	ESC. Varlas REPT. FABRICACION
-----------	--------------	--------------------	--------------------	--	----------------------------------

ANEXOS

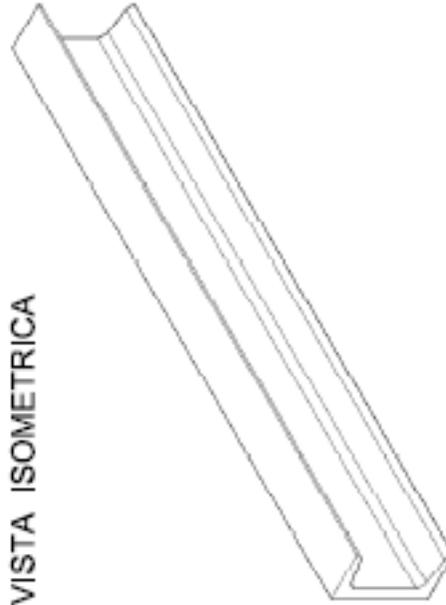
VIGA PERIMETRAL DE TECHO INCLINADO C-E-02



CORTE A - A'



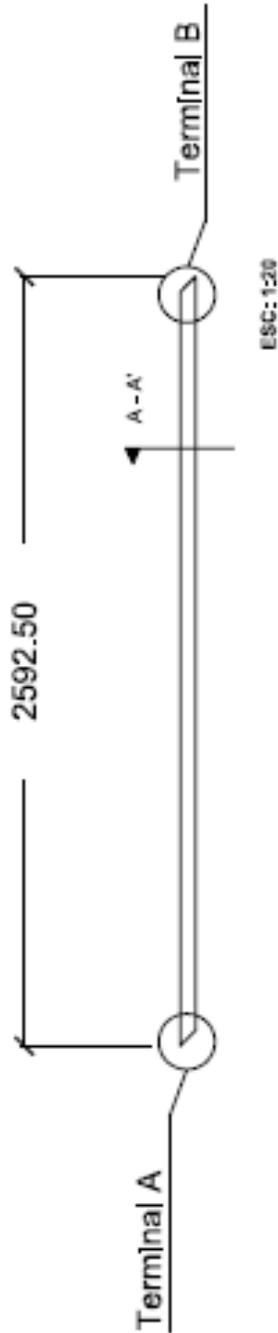
VISTA ISOMETRICA



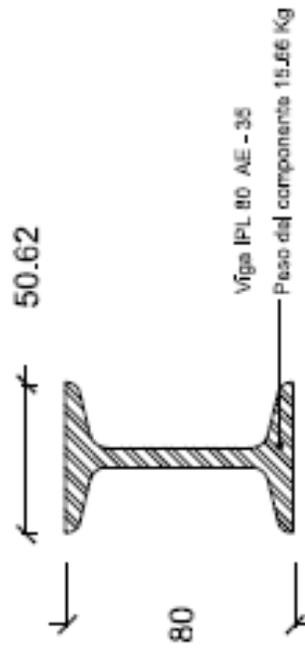
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	IN/DIR	C/COMPONENTE VIGA DE TECHO INCLINADO C-E-02	ESC VBT/BS	1
					SEPTIEMBRE/2008	1

ANEXOS

CORREAS EN ROMBO DE TECHO INCLINADO C-E-03.1



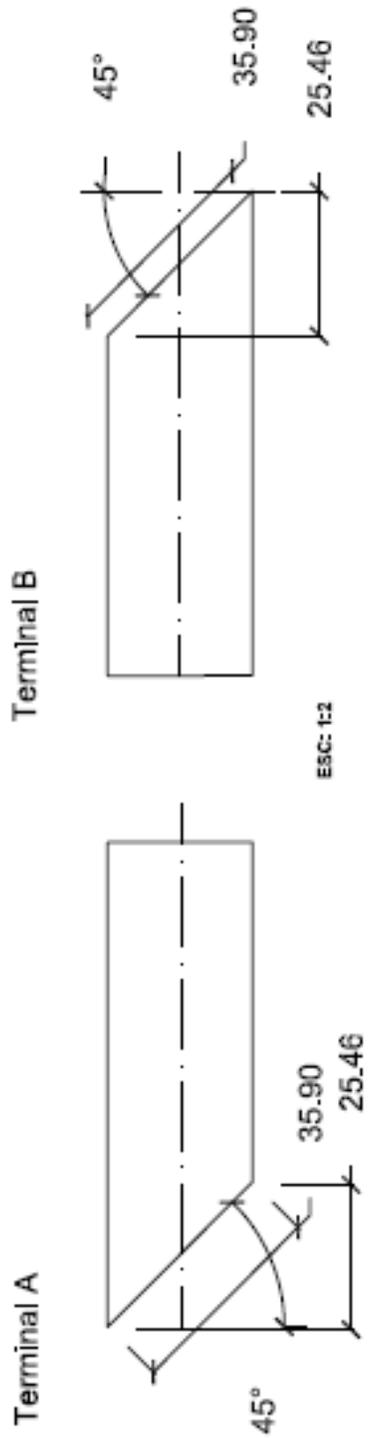
CORTE A - A'



ESC: 1:2

TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Revisión AVR / DR	CORREAS EN ROMBO DE TECHO INCLINADO C-E-03.1	Esc. Vistas SEPTIEMBRE/2008	1 / 2
-----------	--------------	--------------------	----------------------	--	--------------------------------	-------

ANEXOS



VISTA ISOMETRICA



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	UBS/UCV MR / GR	CORREAS EN ROMBO DE TECHO INCLINADO C-E-03.1	Esc. VBT/BS SEPTIEMBRE 2006	2 / 2
-----------	--------------	--------------------	--------------------	--	--------------------------------	-------

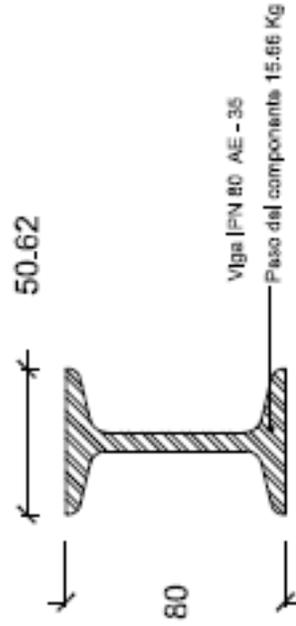
ANEXOS

CORREAS DE ROMBO DE TECHO INCLINADO C-E-03



ESC: 1:20

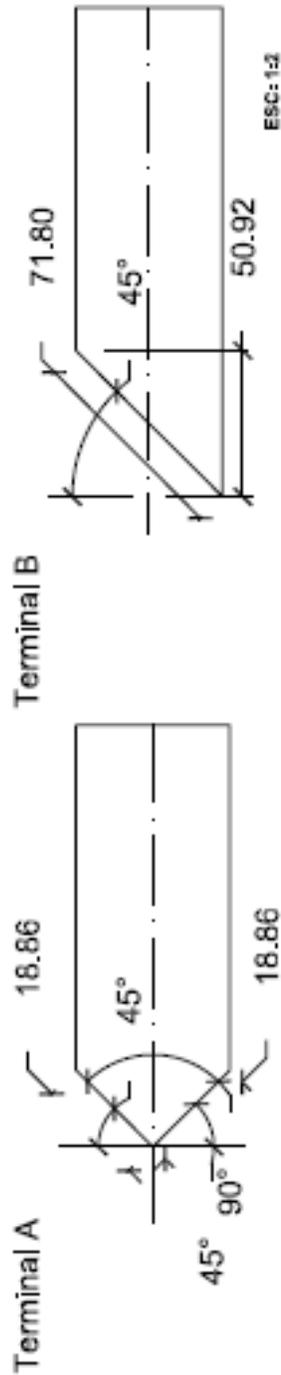
CORTE A - A'



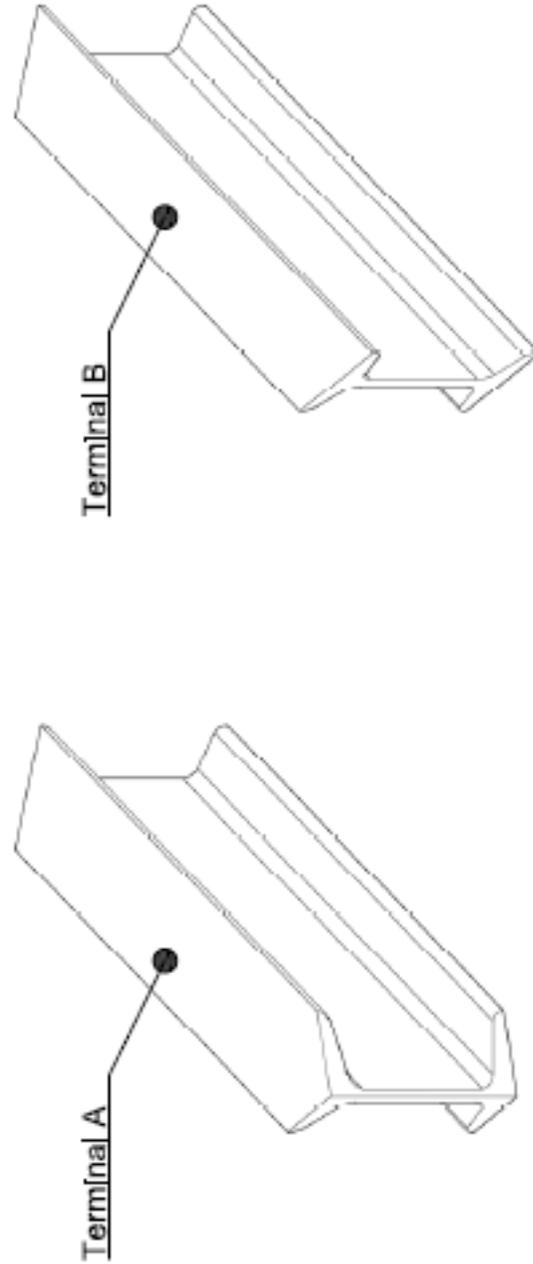
ESC: 1:2

TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Nº/DR	CORREAS DE ROMBO DE TECHO INCLINADO C-E-03	ESC: VBIAS	1
					SEPTIEMBRE/2010	2

ANEXOS

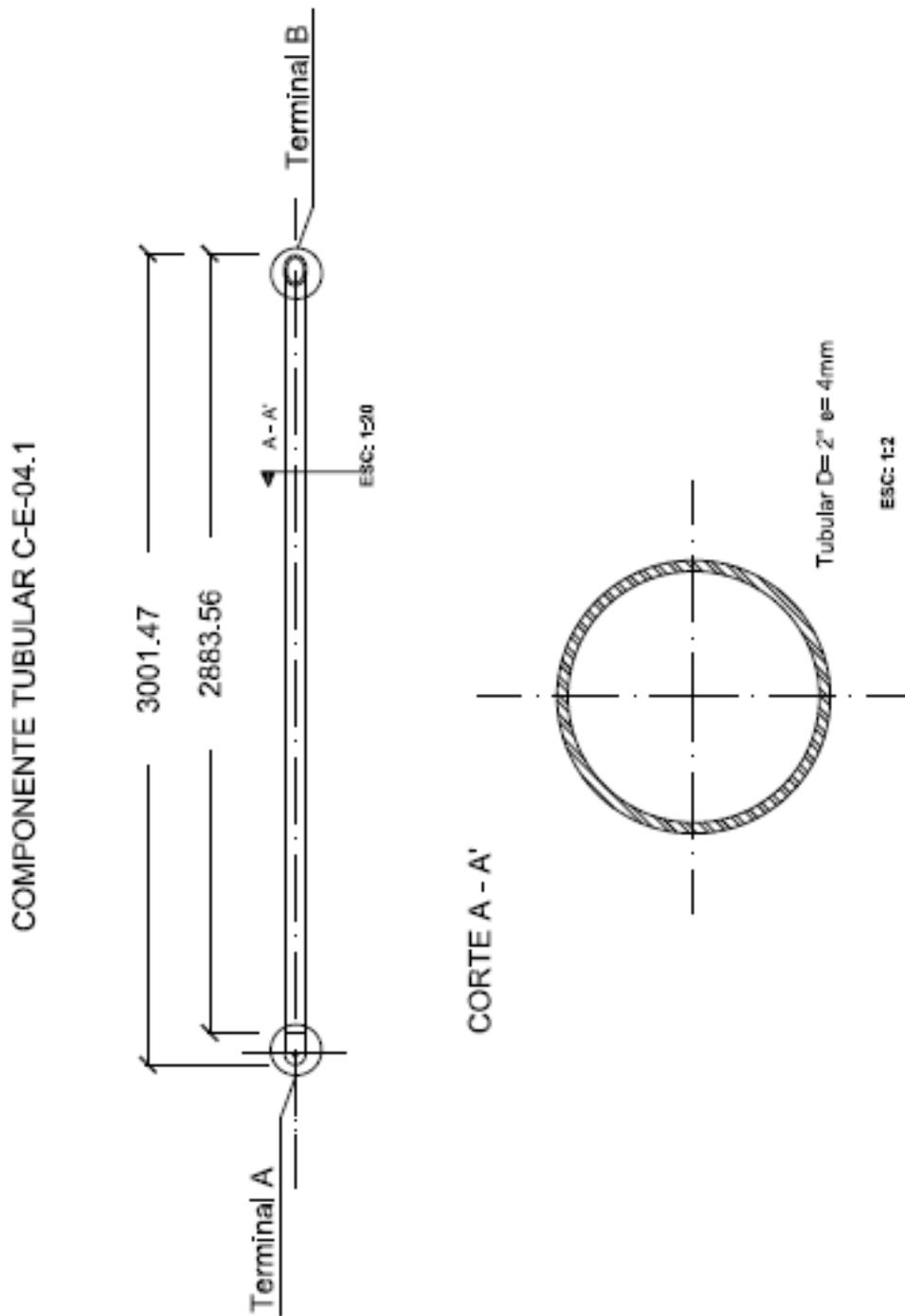


VISTA ISOMETRICA



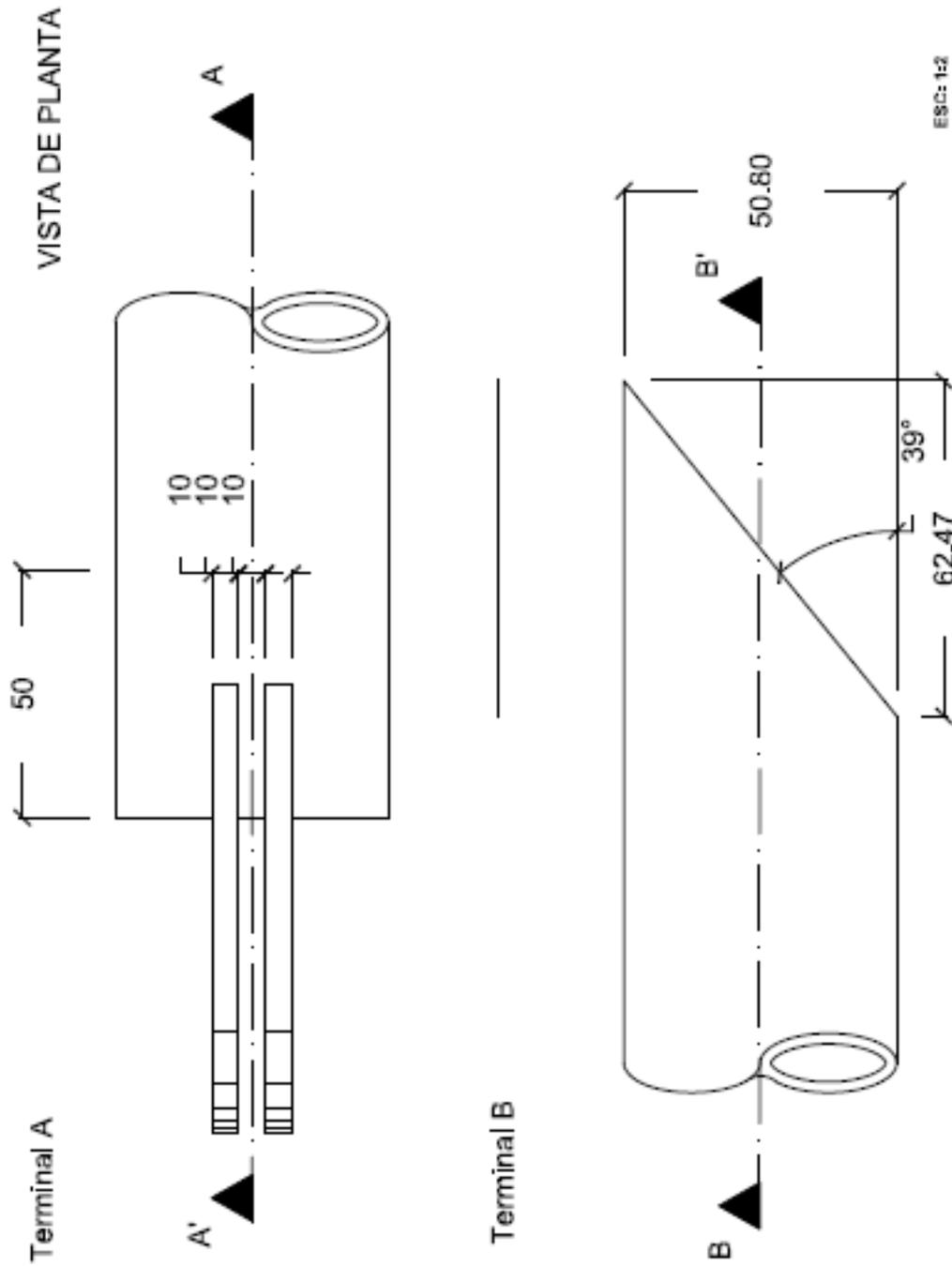
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	INSTRUMENTOS MR / OR	ESC. VBTAS SEPTIEMBRE 2008	2 / 2
-----------	--------------	--------------------	-------------------------	-------------------------------	-------

ANEXOS



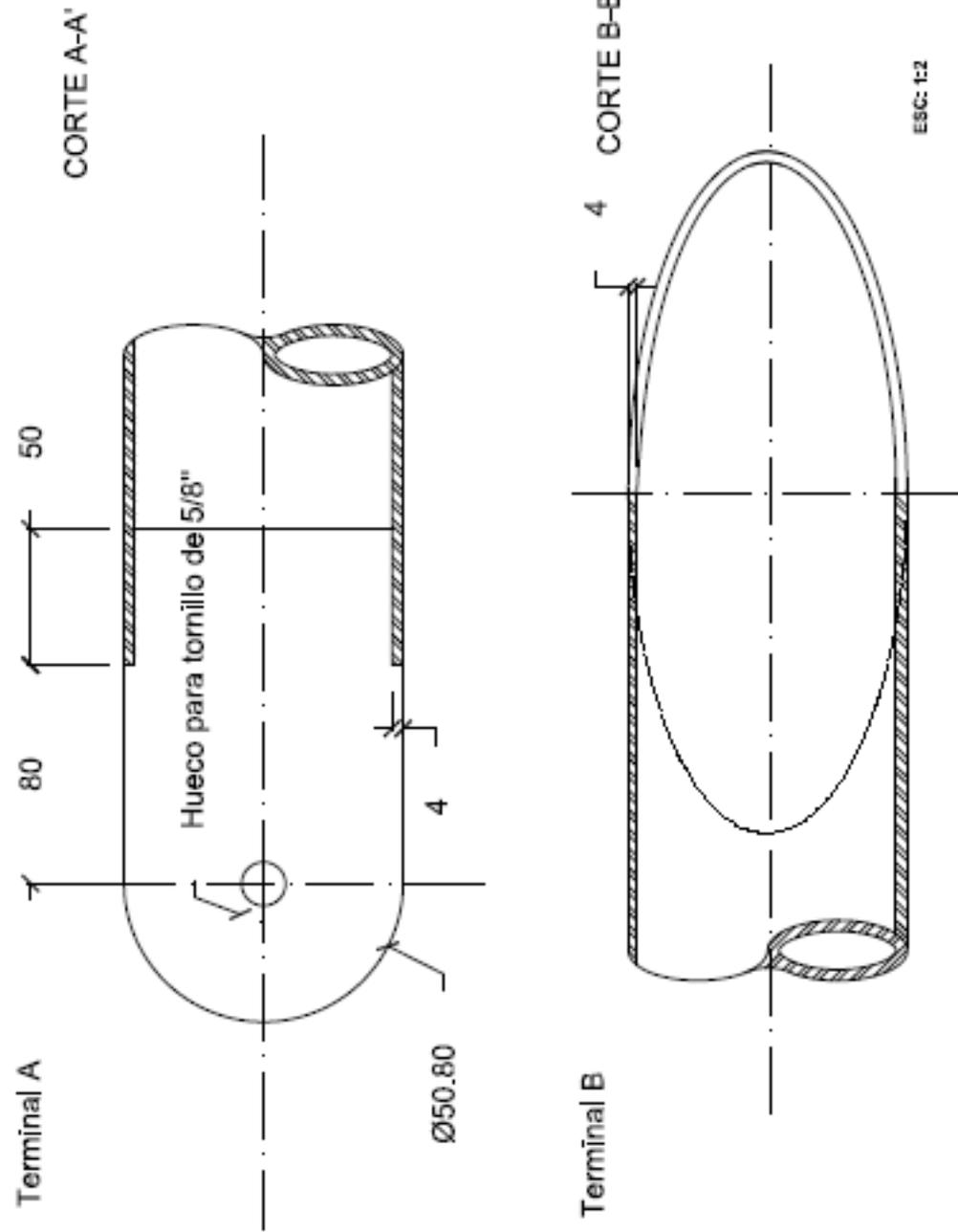
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	INSTRUCION Nº 7. DR	COMPONENTE TUBULAR C-E-04.1	1 E.S.C. VBIÑAS SEPTIEMBRE/2008
-----------	--------------	--------------------	------------------------	-----------------------------	---------------------------------------

ANEXOS



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MOMAGAS	Elaboró: NR/GR	COMPONENTE TUBULAR C-E-04.1	ESC VSI/BS SEPTIEMBRE 2020	2/4
-----------	--------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	-------------------------------	-----

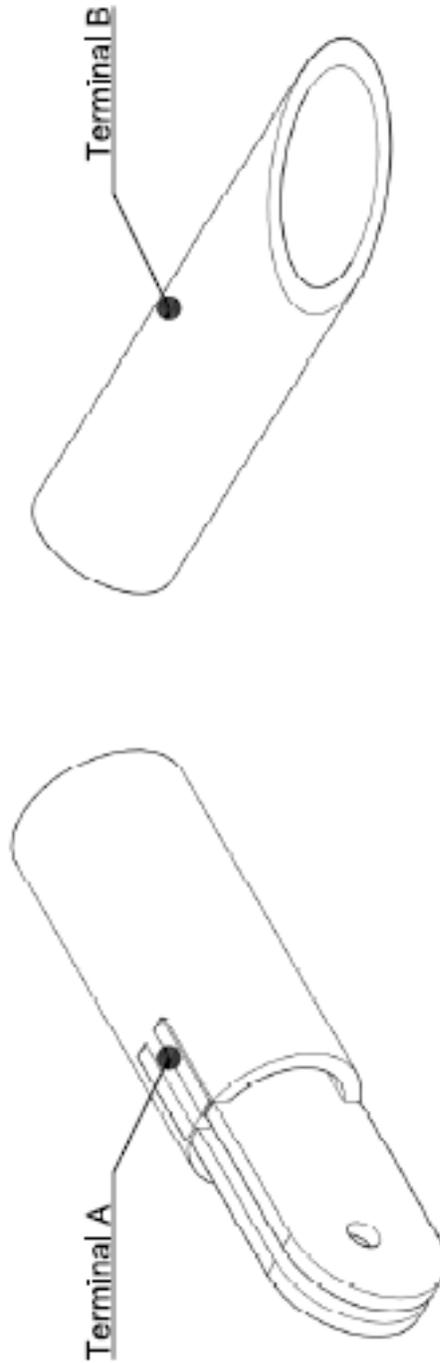
ANEXOS



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	DISEÑO MR/SR	COMPONENTE TUBULAR C-E-04.1	ESC. VBTBS SEPTIEMBRE/2008	3/4
-----------	--------------	--------------------	-----------------	-----------------------------	-------------------------------	-----

ANEXOS

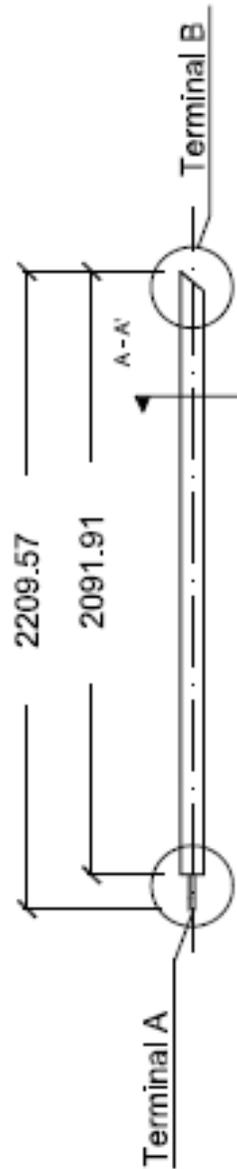
VISTA ISOMETRICA



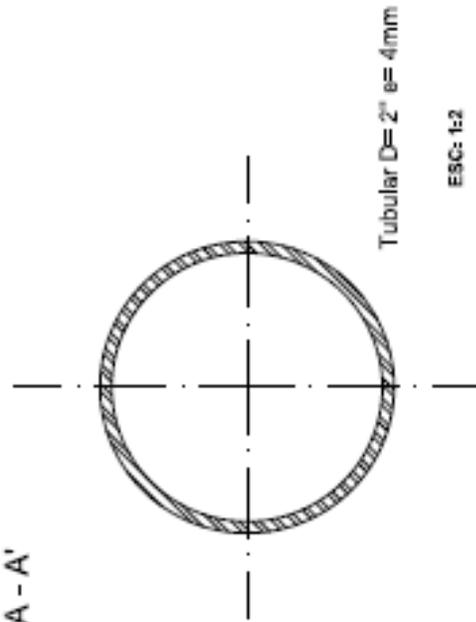
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	DIBESIC		E-5C V8I/8s	4
			IMP / GR	REPTIEMBRE 2008		
COMPONENTE TUBULAR C-E-04.1						

ANEXOS

COMPONENTE TUBULAR C-E-04.2



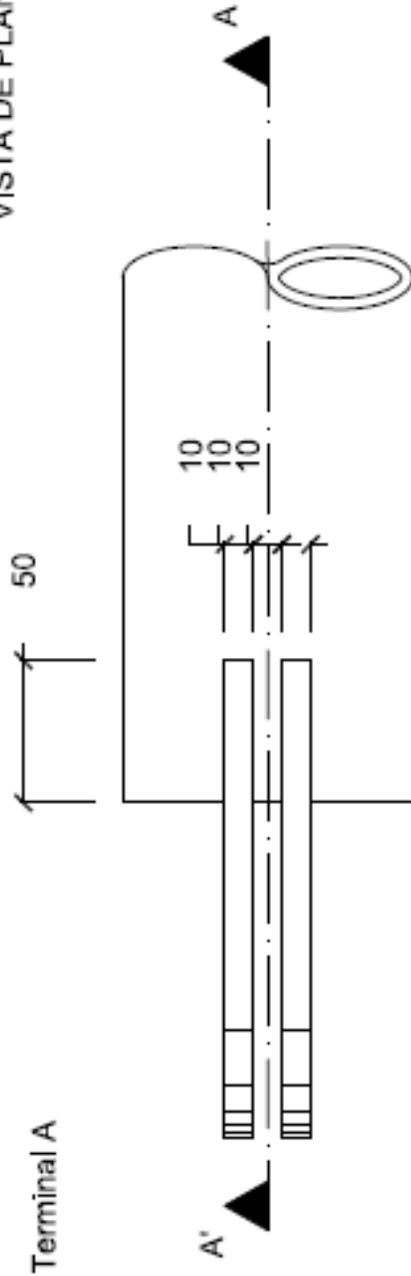
CORTE A - A'



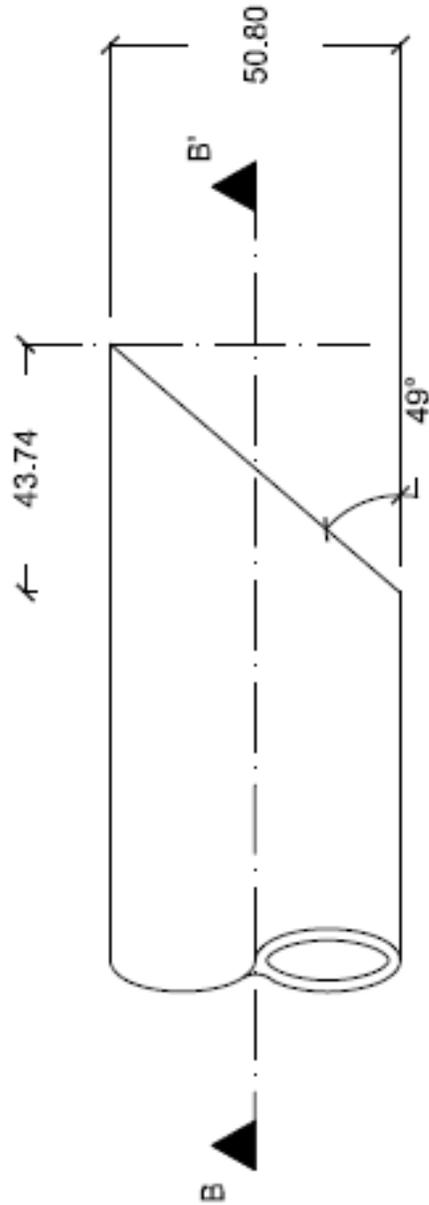
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	E.SISC NR / DR	COMPONENTE TUBULAR C-E-04.2		ESC. V8736	1
						SEPTIEMBRE/2008	4

ANEXOS

VISTA DE PLANTA



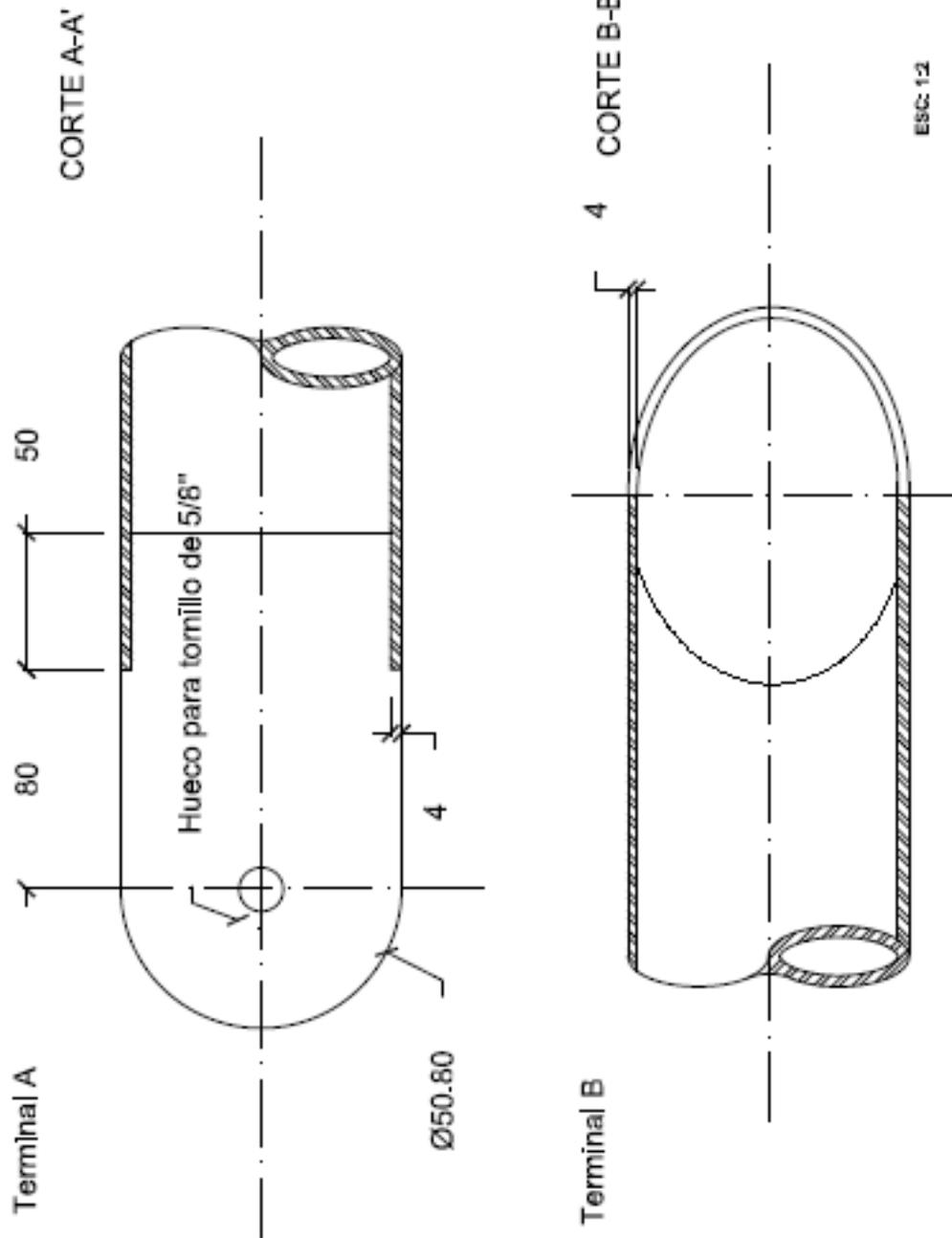
Terminal B



ESQ: 1:2

TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Escala: 1/10 / 1/20	COMPONENTE TUBULAR C-E-04.2		Esc. Vistas DEFINIDAS	2

ANEXOS



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Escala:	3
			Nº / ON	4
COMPONENTE TUBULAR C-E-04.2			Escala:	4
			Escala:	3
			Escala:	4

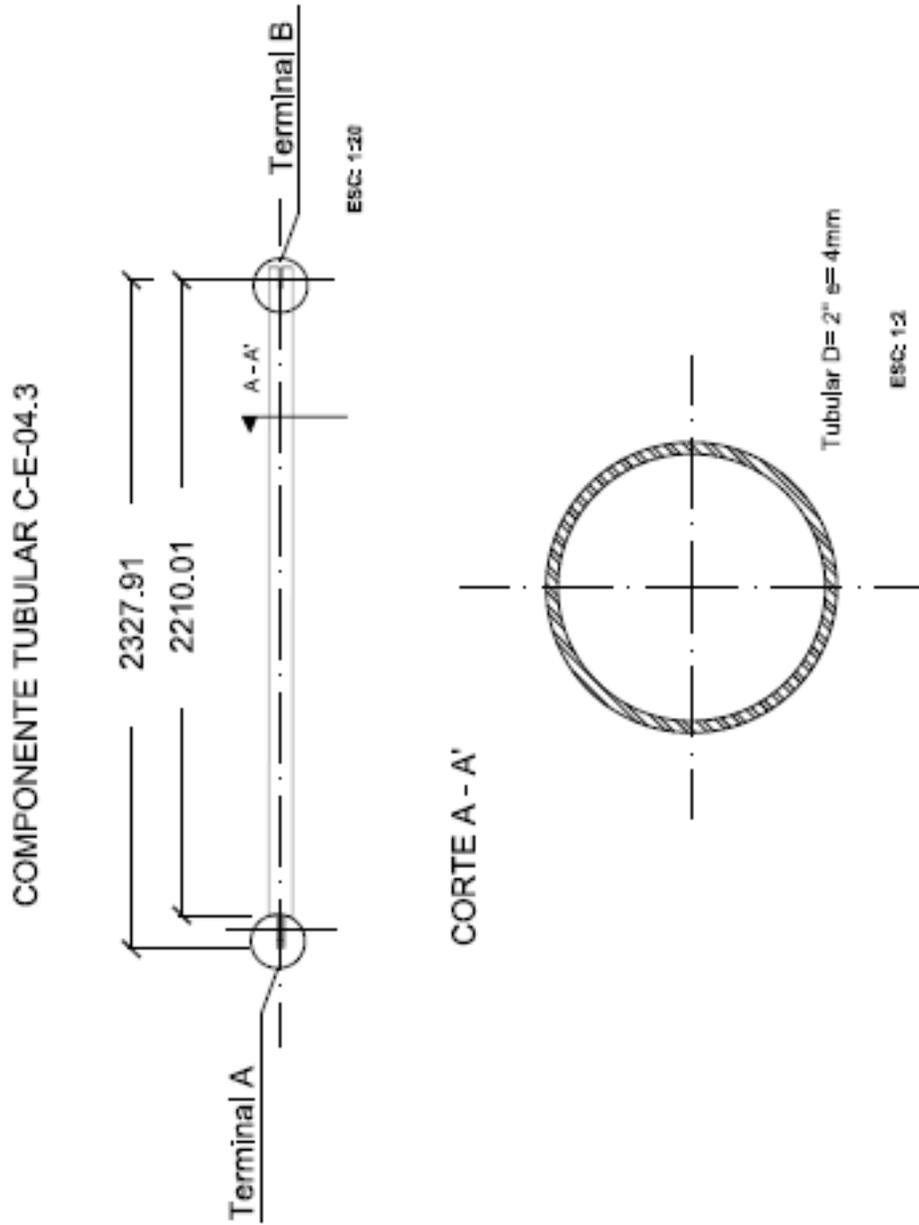
ANEXOS

VISTA ISOMETRICA



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	DISEÑO NR. / GR	Ejec. varias	
				SEPTIEMBRE 2008	4
COMPONENTE TUBULAR C-E-04.2				4	

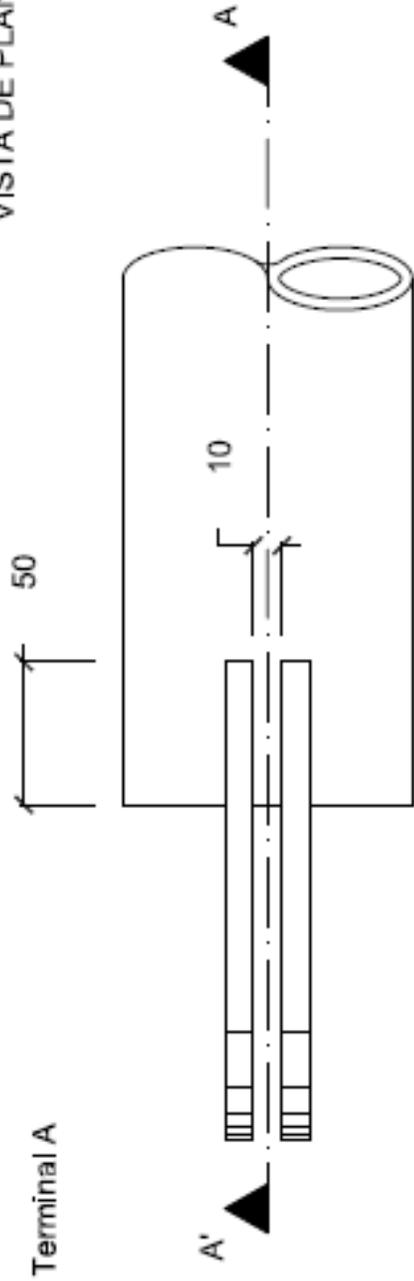
ANEXOS



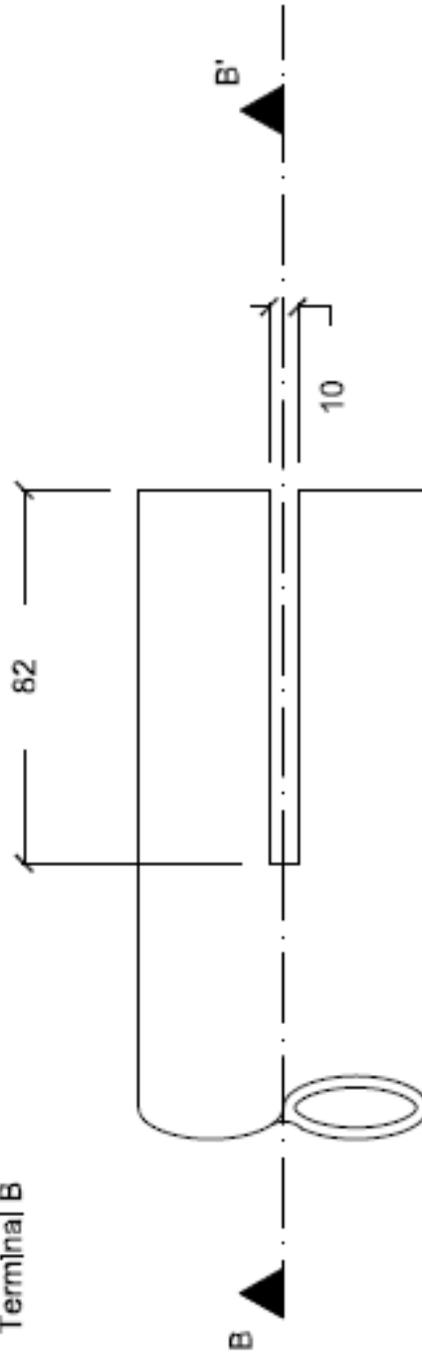
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Escala	1
			NR. / DR	4
COMPONENTE TUBULAR C-E-04.3			ESC. VBT/BS	SEPTIEMBRE/2008

ANEXOS

VISTA DE PLANTA



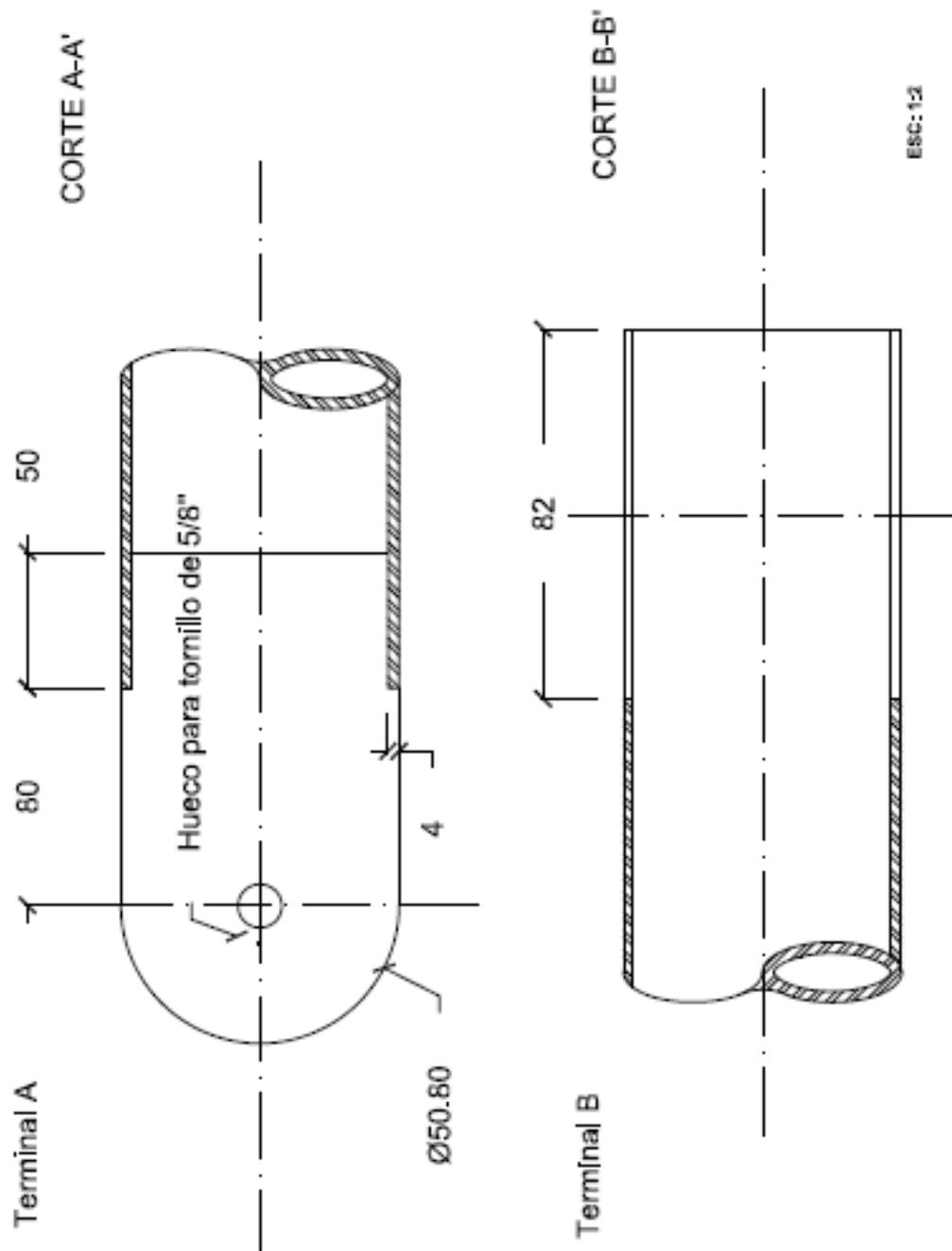
Terminal B



ESC: 1:2

TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Dibujos PAR./GR.	COMPONENTE TUBULAR C-E-04-3		Esc 1/8	2
						REP/IMPRES/2008	4

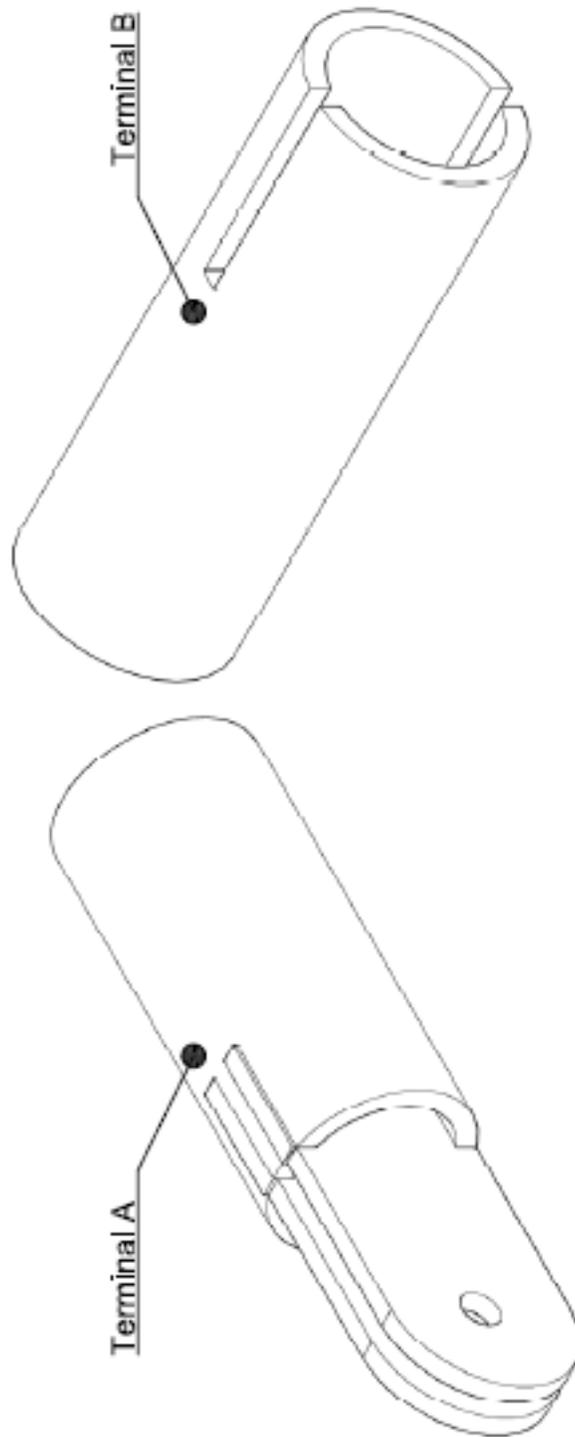
ANEXOS



TEXNE S.A	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Escala: NR/GR	COMPONENTE TUBULAR C-E-04.3	Esc. Vistas Repetidas	3 4
-----------	--------------------	------------------	-----------------------------	--------------------------	--------

ANEXOS

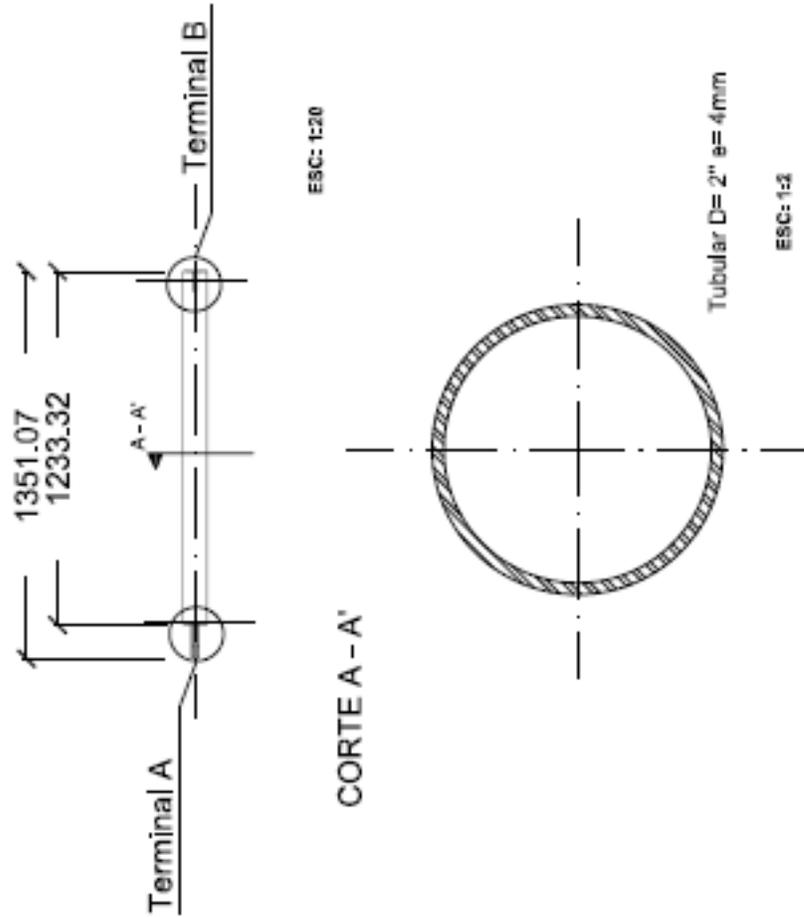
VISTA ISOMETRICA



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	DISEÑO MR / GR	ESC VARIAS	
				COMPONENTE TUBULAR C-E-04.3	4
				SEPTIEMBRE 2010	4

ANEXOS

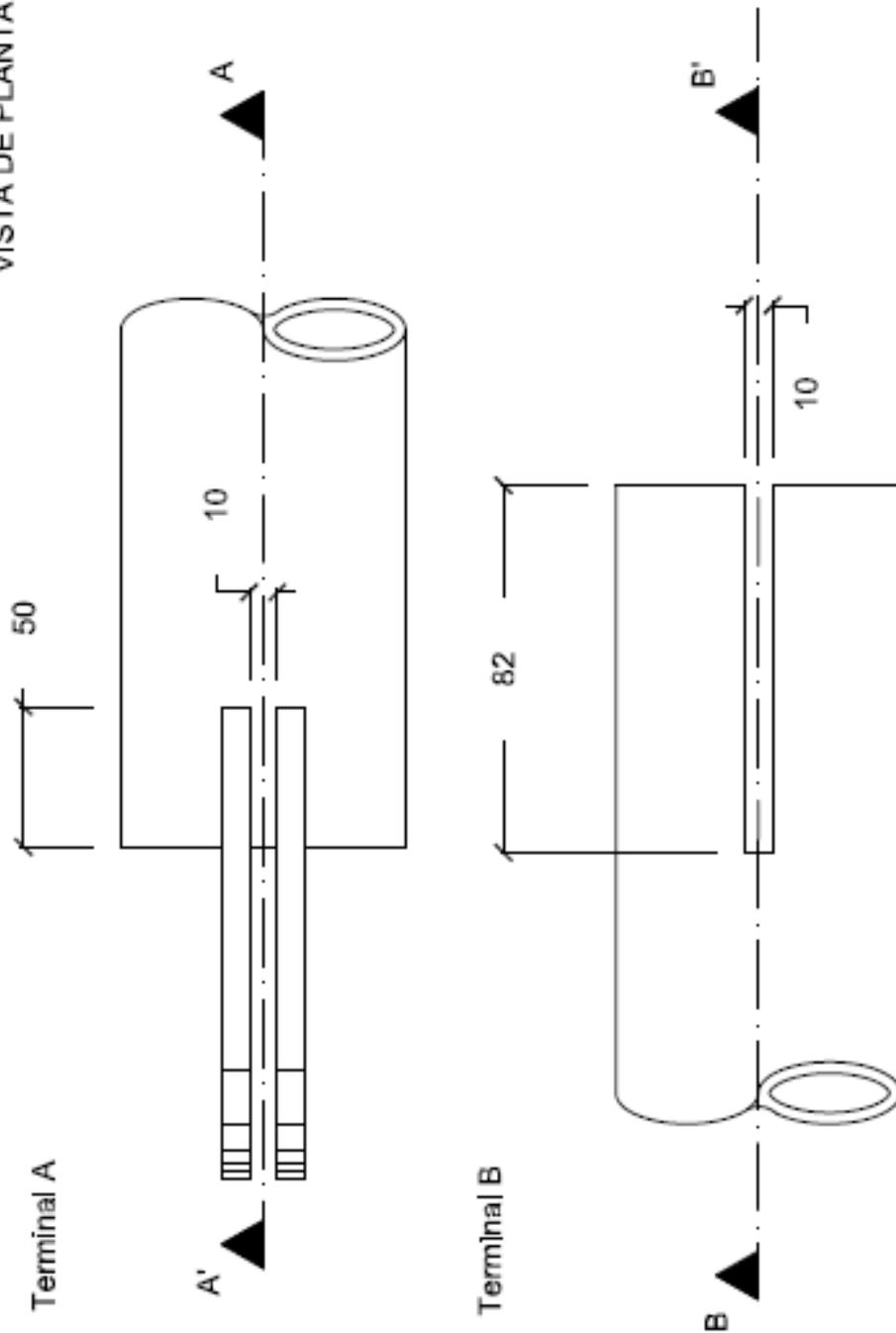
COMPONENTE TUBULAR C-E-04.4



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	INSTRUCION INSTRUCION	COMPONENTE TUBULAR C-E-04.4		ESC. VBIÑAS
				INSTRUCION	SEPTEMBER/2008	1/2

ANEXOS

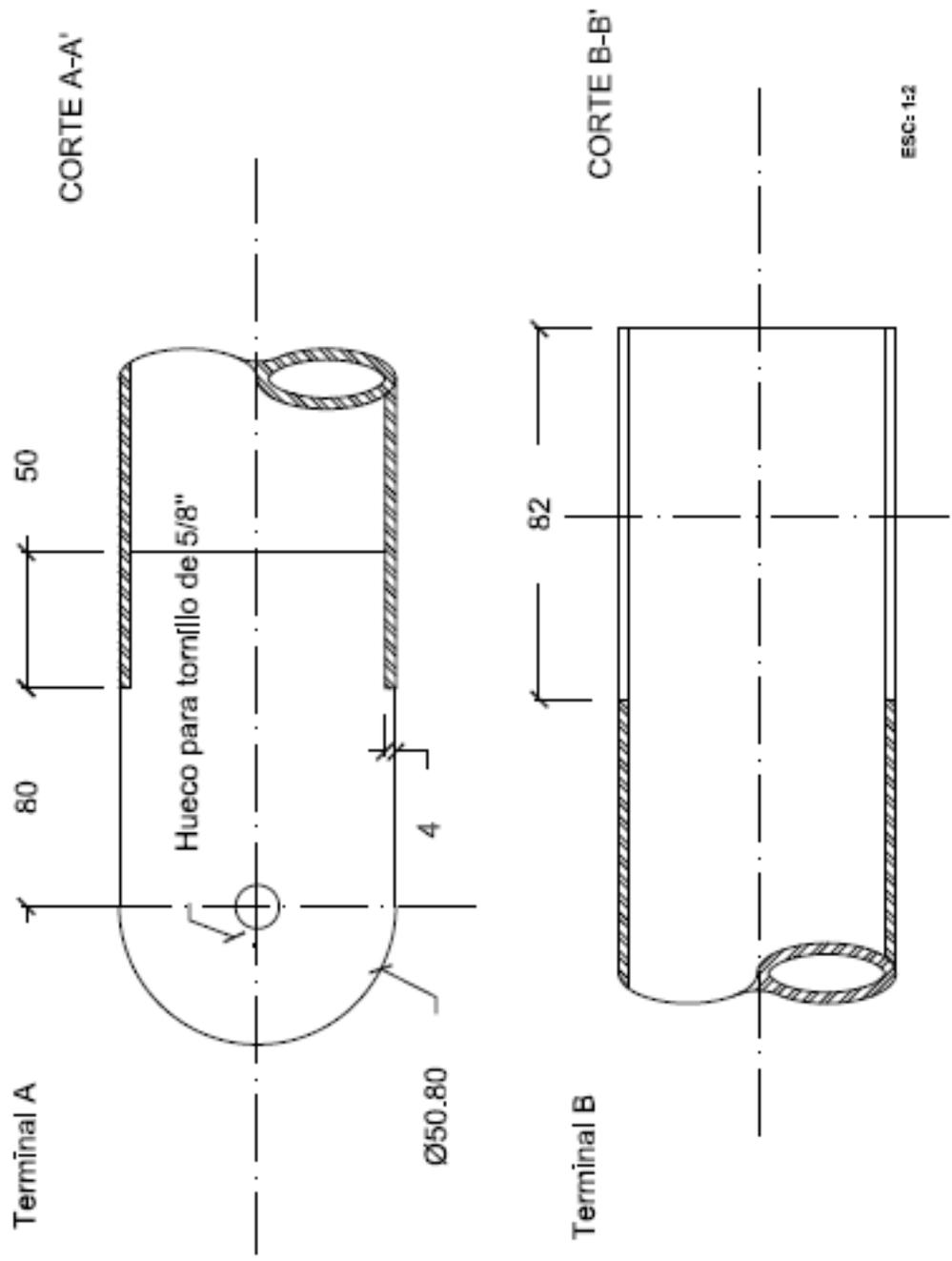
VISTA DE PLANTA



ESC: 1:2

TEXNE S.A	IDEC-FAU-JCV	CAMPUS-JCV-MONAGAS	Nº/GR	Nº/GR	COMPONENTE TUBULAR C-E-04.4	ESC: V81/95	2
						SEPTIEMBRE/2006	4

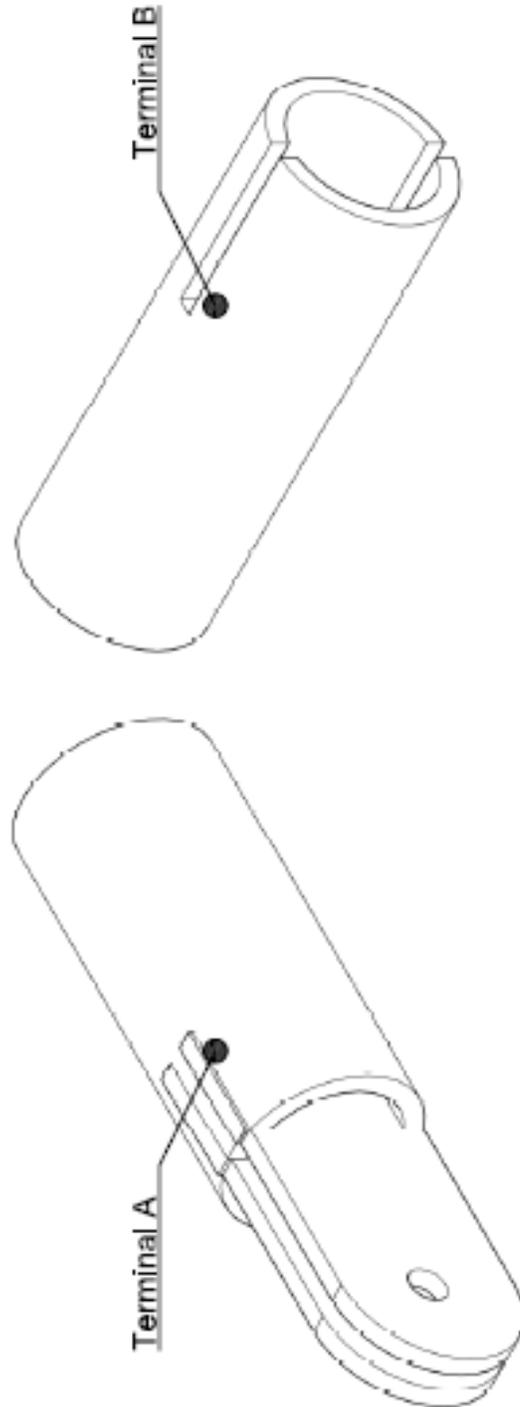
ANEXOS



TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	DISEÑO	3
			REV / GR	4
COMPONENTE TUBULAR C-E-04.4			ESC	V8/18S
			REV	SEPTIEMBRE 2006

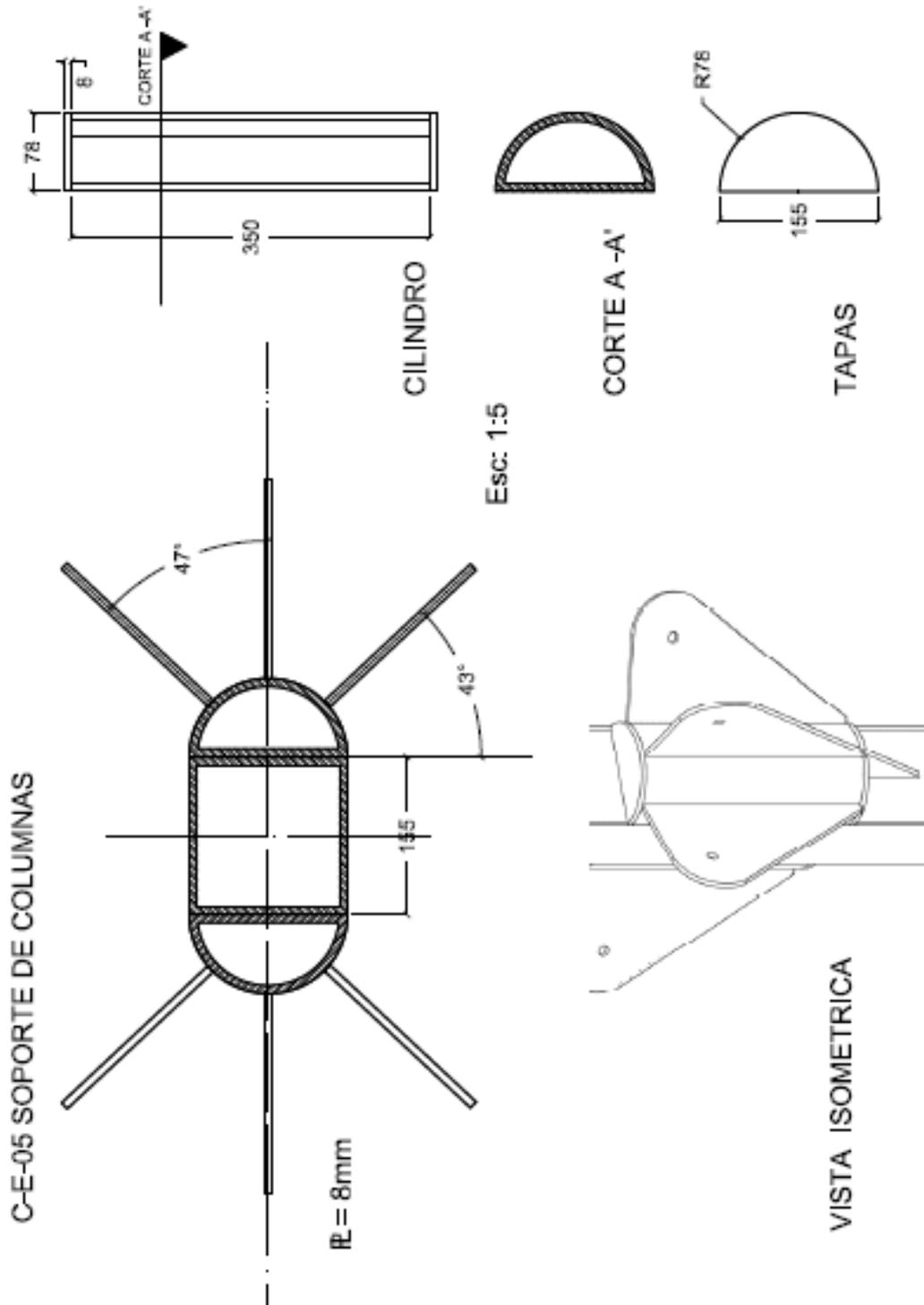
ANEXOS

VISTA ISOMETRICA



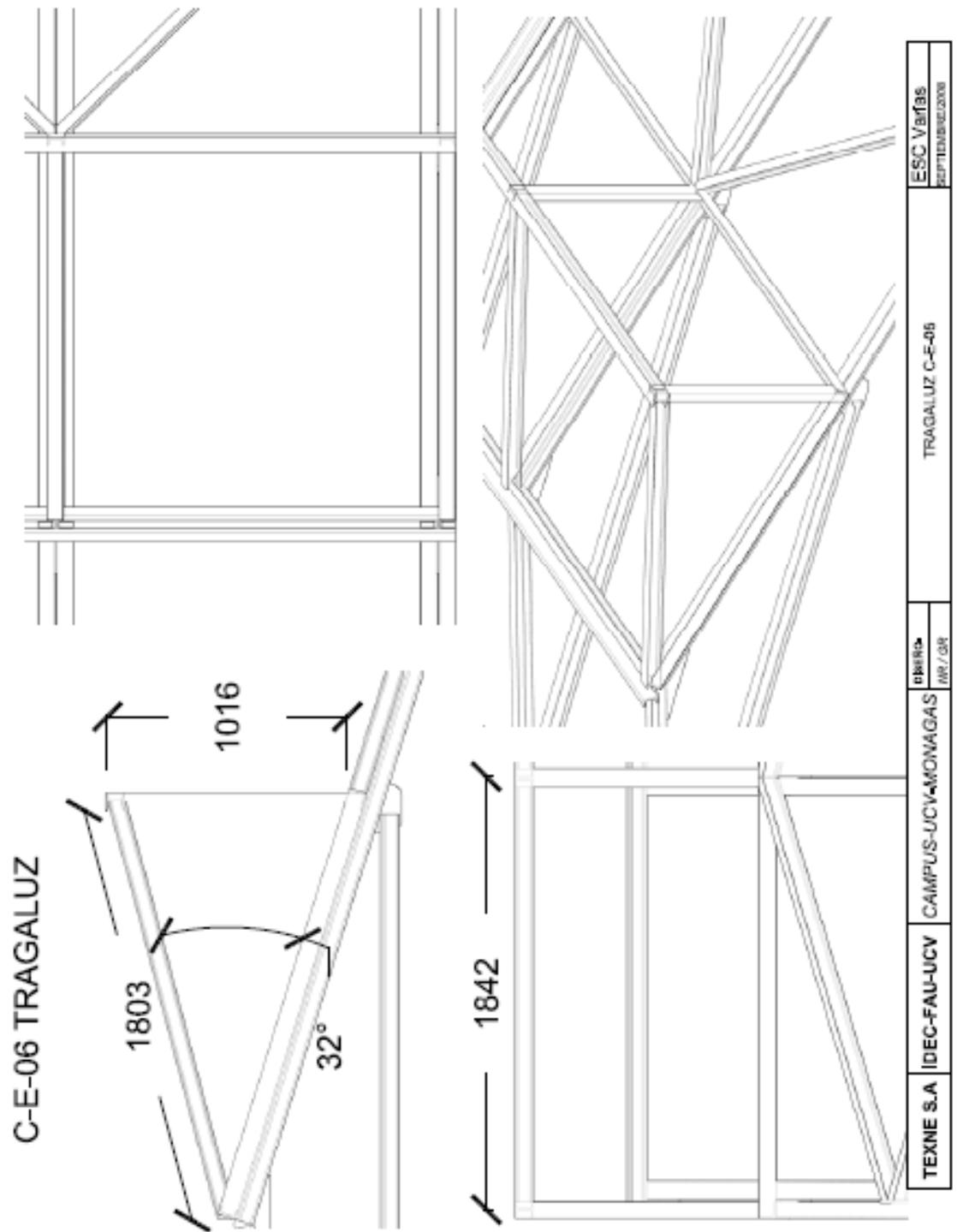
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-JCV-MONAGAS	Sistema: NF / DR	COMPONENTE TUBULAR C-E-044	Esc. Verifas	4
					SEPTIEMBRE/2008	4

ANEXOS



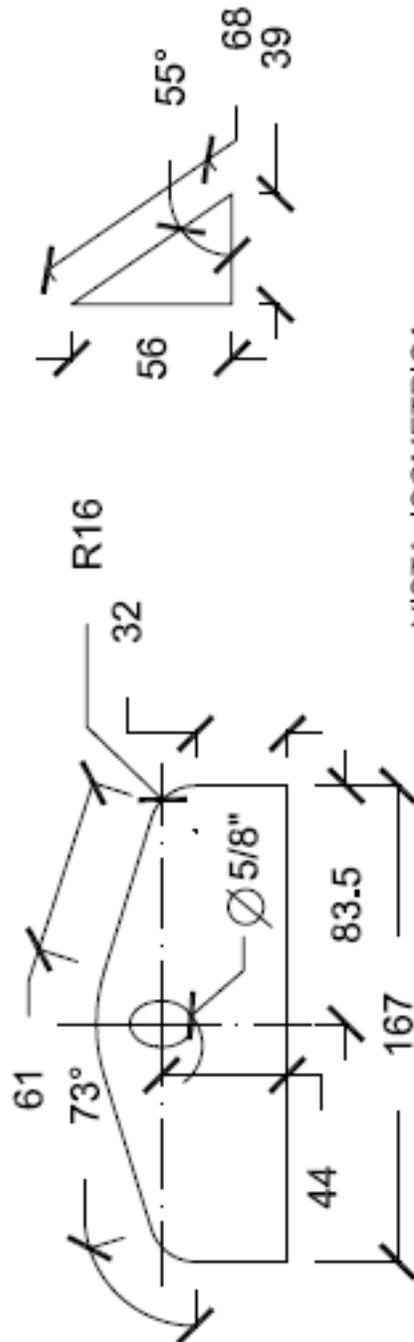
TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	IBIRICA MR 7 GR	C-E-05 SOPORTE DE COLUMNAS	ESC Varfas SEPTIEMBRE 2006
-----------	--------------	--------------------	--------------------	----------------------------	-------------------------------

ANEXOS

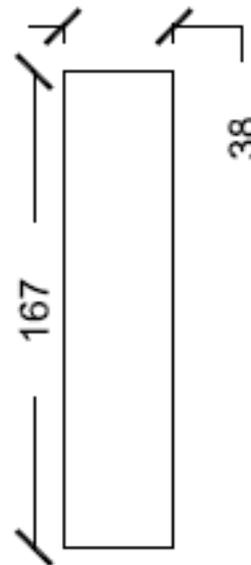


ANEXOS

PIEZA DE SOPORTE DE LA COLUMNA P-01



VISTA ISOMETRICA

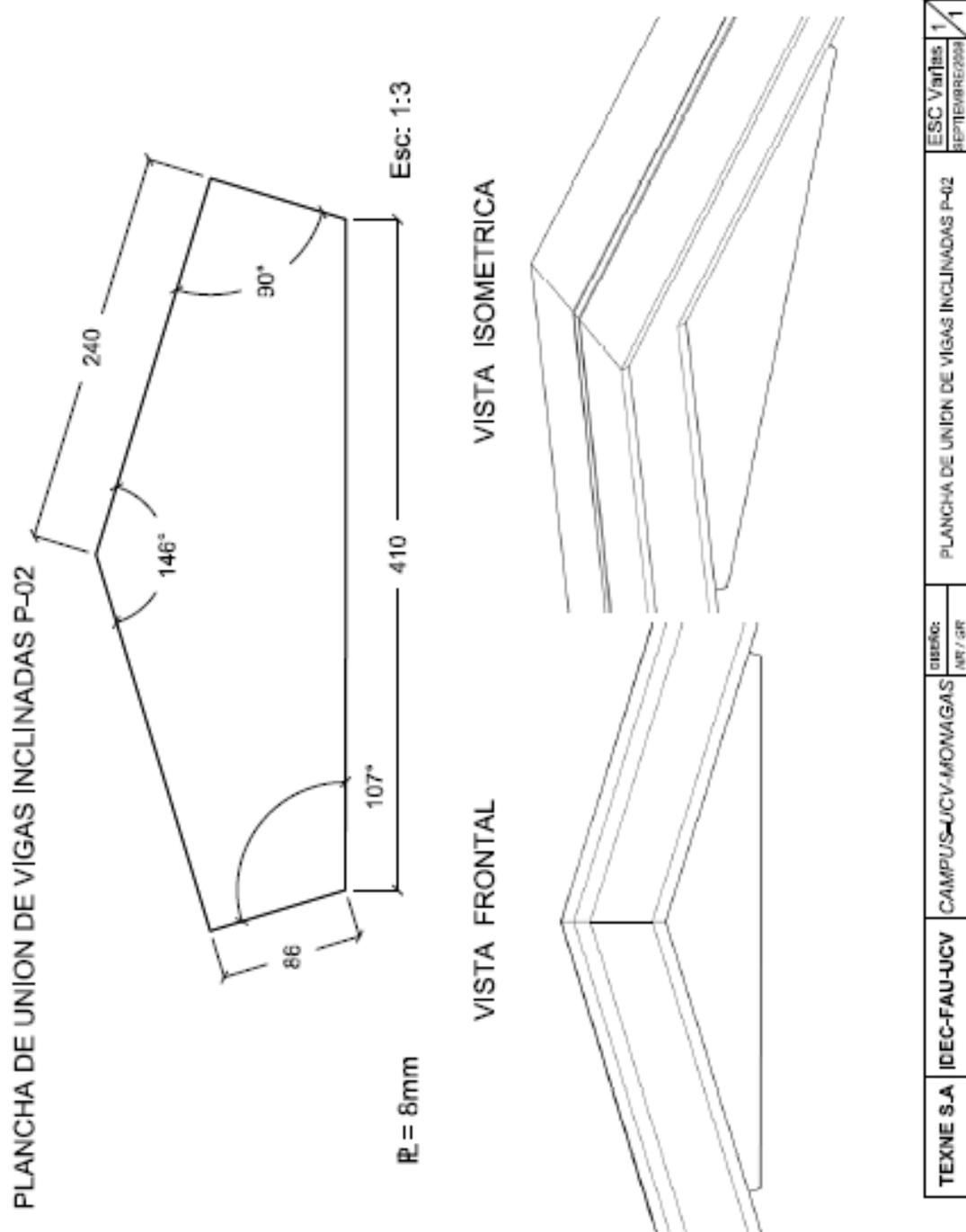


R = 8mm

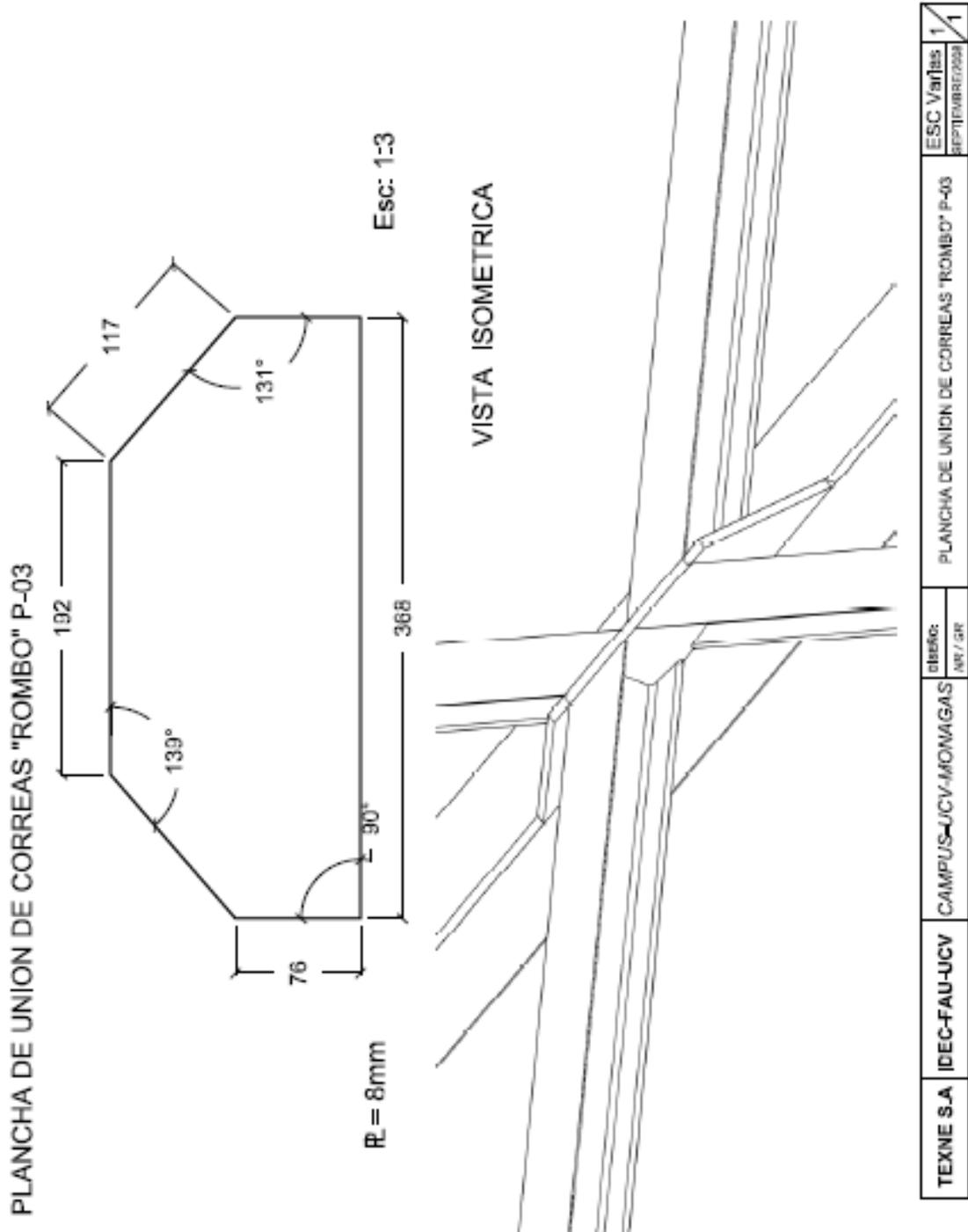
Esc: 1:2

TEXNE S.A	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	Unidad	ESC Varfas 1
			IMP / GR	SEPTIEMBRE 2008 1

ANEXOS

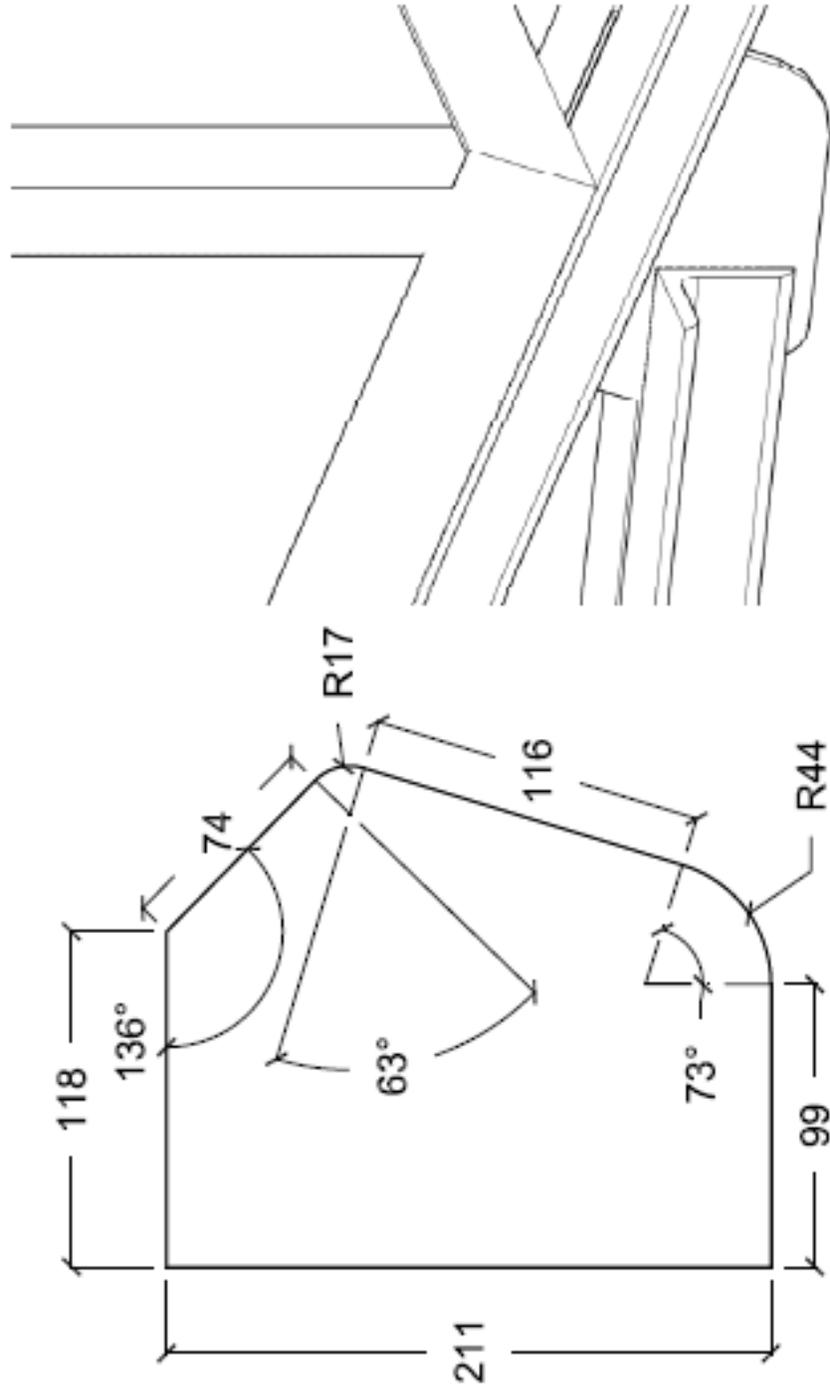


ANEXOS



ANEXOS

PLANCHA DE UNION TRAGALUZ P-04



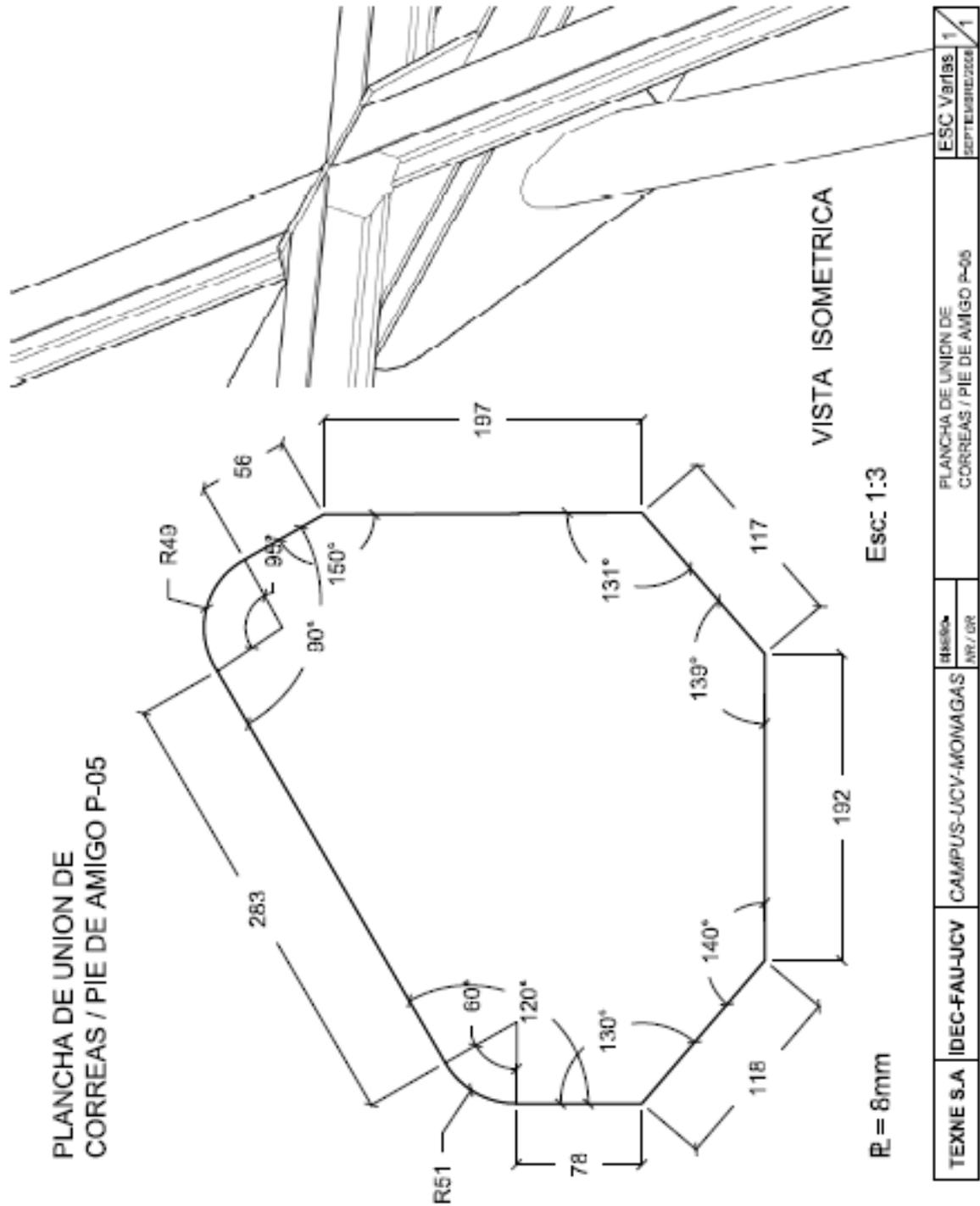
R = 8mm

Esc: 1:2

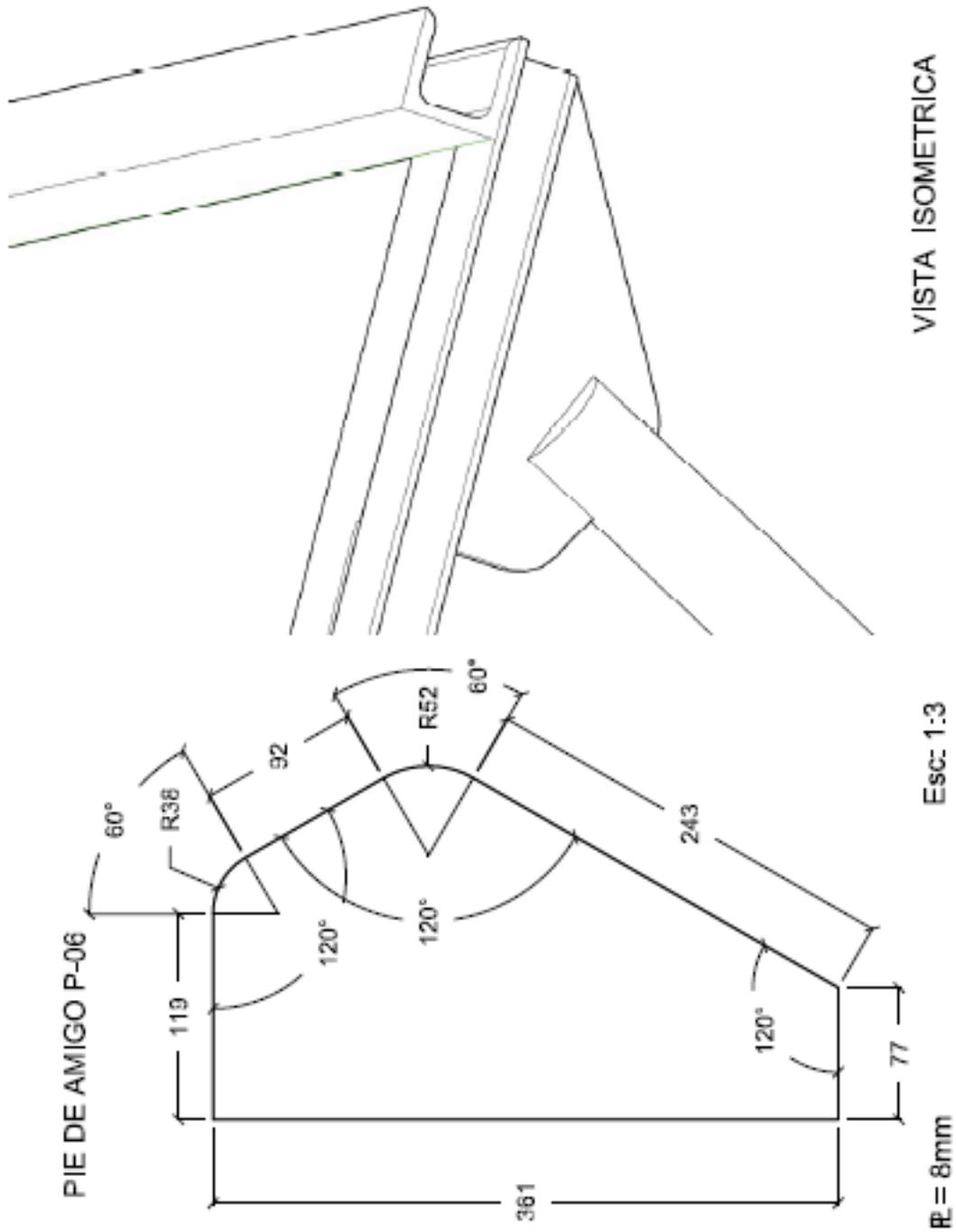
VISTA ISOMETRICA

TEXNE S.A	IDEC-FAU-UJV	CAMPUS-UICV-MONAGAS	01/01/06	1
			MR / GR	
PLANCHA DE UNION TRAGALUZ P-04			ESC Varfas	1
			SEPTIEMBRE 2006	1

ANEXOS

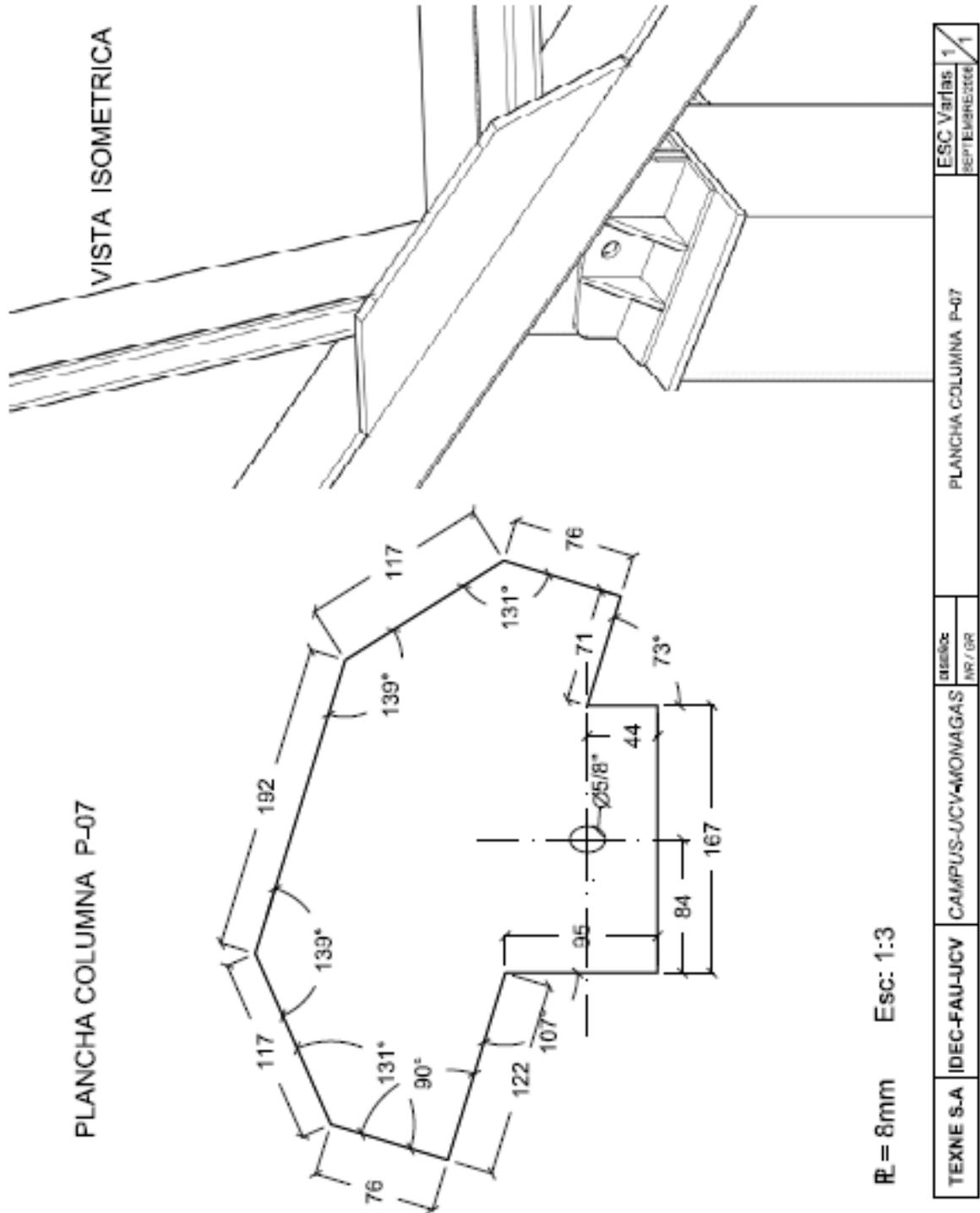


ANEXOS

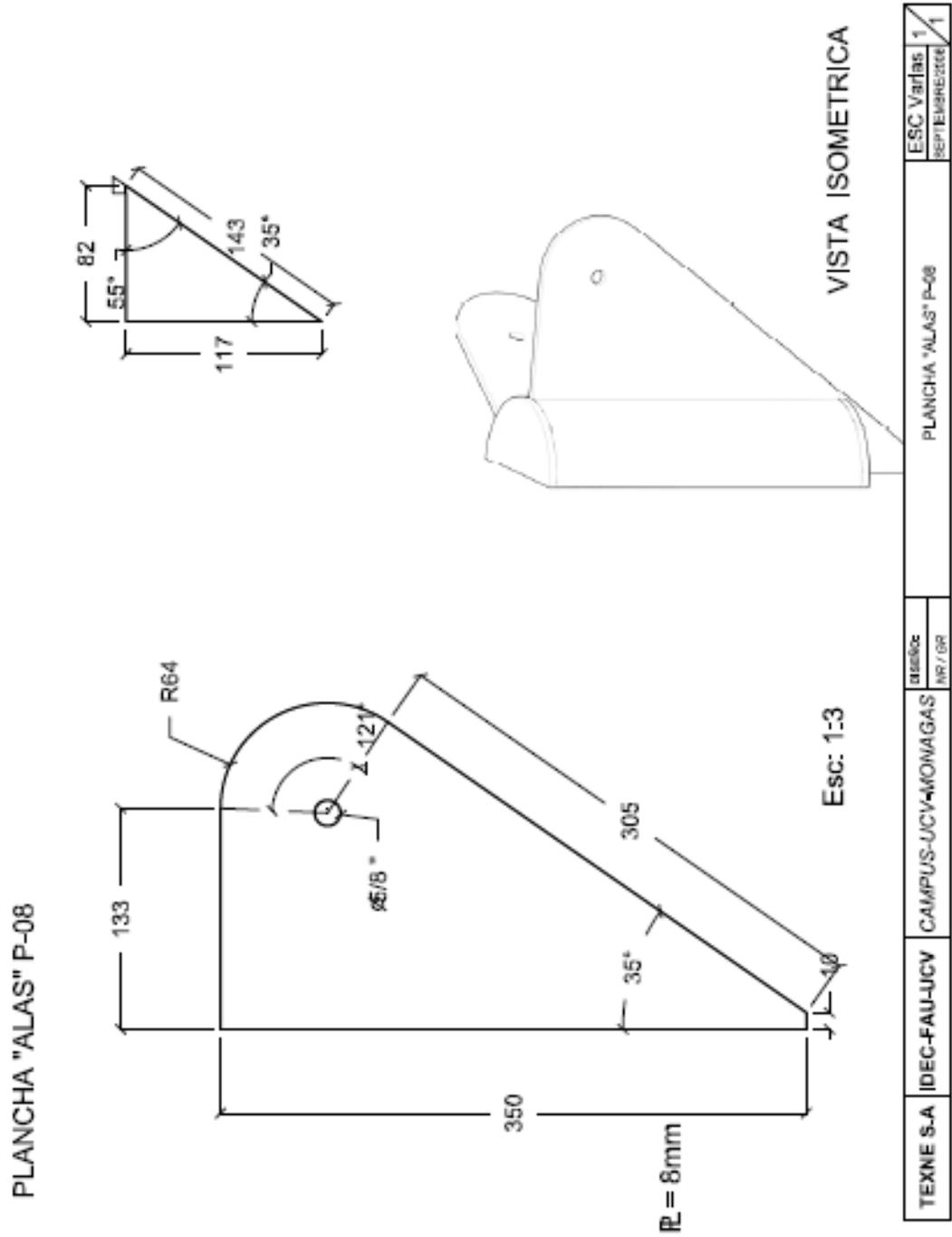


TEXNE S.A.	IDEC-FAU-UCV	CAMPUS-UCV-MONAGAS	PROYECTO	PIE DE AMIGO P-06	ESC. Varías	1
			IMP. / GR.			1

ANEXOS



ANEXOS



ANEXOS

.....

B.- Confort acústico Auditorio Campus Universitario Caicara de Maturín

Los estudios de confort acústico tienen por objeto evaluar los niveles de exposición a ruido en relación con las actividades desarrolladas en un edificio atendiendo a criterios de confort y deben ser realizados por profesionales especializados en el área.

Para realizar el diagnóstico acústico de un salón se deben realizar visitas de inspección y mediciones acústicas de parámetros como ruido de fondo y tiempo de reverberación, con la ayuda de equipos especializados.

Una vez estudiada la acústica del recinto se procede a seleccionar el material más adecuado y su localización para lograr la acústica necesaria, tan importante en una sala de auditorio, con la finalidad de evitar la reverberación y el eco, permitiendo la llegada del sonido con la intensidad y claridad requerida por el receptor, garantizando que lo reciba hasta el último oyente sin necesidad de esfuerzos.

El Auditorio del proyecto UCV-Amazonas es el lugar donde tendrá lugar los acontecimientos de encuentro, adiestramiento, entretenimiento, congresos, conferencias en vivo del que hacer de las múltiples actividades que se desarrollan dentro y fuera del Núcleo universitario.

ANEXOS

.....

Con capacidad de 186 butacas, se concibe preferiblemente como un recinto de audición con posibilidades de grabar y reproducir de voz, música acústica y video proyección, todo acorde con sus dimensiones y volumen.

El tratamiento acústico tiene como función lograr una distribución uniforme del sonido dentro de un recinto. La distribución uniforme se refiere tanto a la intensidad como al rango de frecuencias de los sonidos. También es importante mencionar que es necesario tomar medidas de aislamiento en función del uso que tenga el recinto, los niveles de ruido de fondo, por lo general provenientes de los sistemas electromecánicos como el aire acondicionado, hidroneumáticos, balastro, sub estaciones eléctricas, entre otras.

Los recintos para la voz tienden a ser espaciosos y altos que permitan el desarrollo de la onda sonora, considerando los requerimientos acústicos. Las características acústicas son importantes en los espacios para conferencias, de manera que las presentaciones puedan ser escuchadas de manera clara. Los estándares internacionales para el tiempo de reverberación pueden variar entre de 0,8 segundo hasta 1,0 segundos.

ANEXOS

.....

Los sonidos emitidos dentro del recinto no deben salir al exterior, perturbando las actividades en los espacios adyacentes. Ni las actividades de los espacios adyacentes perturbar las actividades del recinto. Lo más recomendado para lograr un buena perdida de transmisión es la doble pared de mampostería separadas una de la otra, sin vínculos comunicantes, ya que esto permitiría la transmisión de vibraciones.

Las superficies interiores del Auditorio están especificadas en cuatro áreas básicamente que son: el escenario o fuente de sonido (SE); la de fondo (SF); lateral izquierdo (SI) y lateral derecho (SD). La superficie de piso (SP) y techo (ST).

La superficie de pared del escenario es de material poco absorbente, de modo que está superficie no absorba energía acústica y todos los sonido desde aquí emitidos sean proyectados hacia la audiencia. Todo lo contrario es la pared de fondo, enfrentada a la fuente sonora, debe ser muy absorbente evitando las segundas reflexiones causantes de los posibles ecos. Las superficies laterales por lo general son de absorción intermedia.

La superficie del techo es poco absorbente, reflejando el sonido por encima de la cabeza del espectador logrando por difracción una mejor direccionalidad del sonido, mejorando la inteligibilidad sonora. El piso debe

ANEXOS

ser absorbente por ser una superficie enfrentada a otra de poca absorción. Por lo general es un área recubierta por butacas tapizadas con capacidad de absorber energía sonora.

En la parte superior esta el ducto del aire acondicionado el cual será ocultado por una madera laminada de 6mm de espesor y con diseños triangulares similares al de los difusores acústicos suspendidos del techo con espesor de 3mm.

En el techo, debido a la cubierta liviana los sonidos pueden traspasar este material con poca pérdida de transmisión. Se diseño una segunda cubierta por el lado interno del recinto, consiste en una cámara de aire de 5 cm de espesor (recomendado), una capa de fibra de vidrio de baja densidad de 2 pulgadas de espesor sobre una lámina de cartón yeso tipo drywall grueso finalmente pintado de color negro por todo lo largo y ancho de la cubierta techo. (TROCCONI, B. 2008)