PROCESO DE GESTIÓN CONTRACTUAL

ETAPA CONTRACTUAL

FORMATO
INFOME DE SUPERVISIÓN

INFORME DE SUPERVISIÓN No. 01 del 19/12/2023	
DIRECCIÓN, ÁREA, REGIONAL O CENTRO ORDENADORA DE GASTO:	CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA
SUPERVISOR DEL CONTRATO:	CARLOS MARIO FRANCO RENDON
APOYO A LA SUPERVISIÓN:	N/A
CONTRATO No:	CO1.PCCNTR.5631543 del 05/12/2023
TIPO DE CONTRATO:	MINIMA CUANTIA
OBJETO:	CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.
VALOR:	$30.939.300
CONTRATISTA:	MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA
NIT:	93.297.048
LUGAR DE EJECUCIÓN:	Instalaciones del el Complejo Sur Itagüí, del SENA, Regional Antioquia, ubicado en la Calle 63 No. 58B-03 en el Barrio Calatrava del Municipio de Itagüí, Antioquia
FECHA DE SUSCRIPCIÓN:	05/12/2023
FECHA DE INICIO:	07/12/2023
PLAZO INICIAL DEL CONTRATO:	20 DIAS
VALOR INICIAL DEL CONTRATO:	$30.939.300
VALOR ACTUAL DEL CONTRATO:	$30.939.300
PRÓRROGA No x:	N/A
ADICIÓN No. x:	N/A
SUSPENSIÓN No. x:	N/A
FORMA DE PAGO:	**Único pago**

OBLIGACIONES (Incluya todas las obligaciones contractuales)	ACTIVIDADES REALIZADAS	PRODUCTO
Ejecutar el objeto del Contrato en las condiciones de calidad, oportunidad, y obligaciones definidas en los Documentos del Proceso de contratación	Se ejecutaron las actividades pactadas en la reunión de socialización del grupo de trabajo y en las condiciones acordadas en el contrato.	Ejecución contrato e informe definitivo
Cumplir con las especificaciones técnicas del objeto presentadas en la oferta.	Se presenta el informe referenciando las normas técnicas a las cuales les aplica la consultoría y las normas técnicas establecidas para un contrato de diseños de cubiertas.	Informe técnico de vista, informe definitivo que contiene relación de las normas consultadas y cálculos estructurales
Dar a conocer al SENA cualquier reclamación, petición, orden o similar de terceros que indirecta o directamente pueda tener algún efecto sobre la ejecución del Contrato o sobre sus obligaciones.	No se presentó reclamación o petición alguna	NA
Obrar con lealtad y buena fe en el desarrollo del contrato.	Se actuó de buenas fé por las partes que intervinieron en el presente contrato.	NA
Reemplazar, sin costo adicional, los bienes que resulten defectuosos, de mala calidad o con especificaciones diferentes o inferiores a los requeridos por la entidad y ofertados por el proponente.	No se presentó algún bien defectuoso en la ejecución del contrato.	NA
El contratista se compromete a presentar en su factura o cuenta de cobro, el detalle de los elementos y/o servicios entregados, donde se	La factura se presentó con las especificaciones solicitados tanto para la plataforma Olimpia como para el Sena.	Factura en la plataforma Olimpia

identifique todos aquellos elementos que individualicen el bien y/o servicio y sus cantidades.		
Las demás que se estimen de acuerdo con la naturaleza de la contratación.	Se cumplió con la visita previa para conocer el diagnóstico de los techos y de la estructura actual del centro.	Informe de visita técnica
Presentar la garantía exigida dentro del término pactado.	Se presentaron las garantías/pólizas establecidas según la normatividad	Pólizas
El CONSULTOR deberá contar con los profesionales o técnicos que se requieran para cumplir cabalmente el contrato, tanto en plazo como en calidad	Se presento la documentación: soporte de estudios universitarios y tarjetas profesionales de los técnicos que estuvieron a cargo de la ejecución del contrato y de la elaboración de los cálculos y diseños	Soportes entregados de estudios universitarios y tarjetas profesionales
Hacer las recomendaciones que contribuyan al mejor desempeño para la materialización de los estudios y diseños.	Los contratistas aceptaron las recomendaciones de seguridad y uso de equipos dentro de las instalaciones de la entidad	NA
Asumir bajo su costo y riesgo todos los costos en que incurra para la ejecución del contrato.	Los contratistas aceptaron que, en caso de surgir alguna eventualidad en la ejecución del contrato, este seria asumido por ellos.	NA
Ejercer control sobre la calidad del personal técnico, operativo y administrativo que prestará los servicios al centro.	Se realizo control previo y a lo largo de la ejecución del contrato.	NA
Contar con todos los permisos, habilitaciones o licencias emitidas por la autoridad competente para la correcta ejecución del contrato	Se presentaron los soportes de la idoneidad de los profesionales que participaron a los cuales les aplica estudio de consultoría.	Soportes de estudios universitarios y tarjetas profesionales.

Contar con las fichas técnicas requeridas para el uso de ensayos.	NA	NA
Acatar las instrucciones que para el desarrollo del contrato le imparta el SENA por conducto del Supervisor.	Se acogieron las recomendaciones generales para estar dentro de las instalaciones del Sena	NA
No acceder a peticiones o amenazas de quienes actúen por fuera de la ley con el fin de obligarlos a Hacer u omitir algún acto o hecho, debiendo informar inmediatamente al SENA a través del Supervisor acerca de la ocurrencia de tales peticiones o amenazas y a las demás autoridades Competentes para que se adopten las medidas y correctivos que fueren necesarios.	No se presento novedad alguna sobre o hecho que ameritara informar al supervisor	NA
Reportar de manera inmediata cualquier novedad o anomalía, al Supervisor del contrato.	No se presentó anomalía alguna	NA
Colaborar con el SENA en lo que sea necesario para el cumplimiento del objeto contractual.	Hubo articulación favorable entre las partes para la ejecución del contrato en los tiempos previstos.	NA
Guardar total reserva de la información que por razón del servicio que presta en desarrollo de sus Actividades, ya que es de propiedad del SENA, salvo requerimiento de autoridad competente	Se acoge favorablemente esta recomendación.	NA
Cumplir con las condiciones técnicas, jurídicas, económicas, financieras y	Se cumplieron con lo previsto en la reunión de apertura y en los requisitos normativos y lo contenido en el contrato.	NA

comerciales presentadas en la propuesta.		
El contratista, deberá constituir las garantías exigidas dentro de los dos días hábiles siguientes a la firma del contrato – aceptación de la oferta.	Se cumplió con este requisito	Póliza y aceptación de oferta.
Mantener los precios presentados en la propuesta, salvo cambios de fuerza mayor, o que sea requerido el cambio de precio o variación en las especificaciones técnicas de los elementos o productos finales para suministrar, previa solicitud y autorización por parte del SENA, lo anterior por necesidades del servicio.	No se presentaron novedades o ajustes al respecto.	NA
Cumplir con las obligaciones frente al Sistema de Seguridad Social Integral y Parafiscales (Caja de Compensación Familiar, SENA e ICBF), de acuerdo con el artículo 50 de la Ley 789 de 2002 y el artículo 1 de la Ley 828 de 2003, cuando ello hubiere lugar y a la normatividad legal vigente.	Se cumplió a cabalidad con estos requisitos por parte del contratista.	Entrega de soportes de pagos
Se deberá entregar una memoria USB con los productos a entregar o Carta de responsabilidad de Propuesta de Diseño Estructural de la cubierta, de ser una persona natural que anexe su Tarjeta Profesional; en caso de ser una persona	Se hace entrega de documentos en medio magnético de visita técnica, estudio de patología, cálculos y diseños, conclusiones y recomendaciones. Se entrega documento físico	Diseño y memorias de cálculo, fotos enviadas por correo electrónico al supervisor y entrega de informe final en físico.

jurídica, el representante legal debe anexar su tarjeta profesional. ○ Debe entregar Memoria USB que contenga: ▪ Informes de estudios patológicos sobre la cubierta de manera detallada, dando las recomendaciones en PDF. ▪ Propuesta de Diseño estructural de la cubierta (Memoria de cálculos, planos en PDF, y Modelo detallada, dando las recomendaciones en PDF.		

FECHA (Con corte al periodo a informar)	**No. DE FACTURA**	**VALOR A CANCELAR**	**VALOR EJECUTADO**	**SALDO DEL CONTRATO**	**PORCENTAJE DE EJECUCIÓN FINANCIERA**	**PORCENTAJE DE EJECUCIÓN FÍSICA** (Aplica para contratos de obras y adecuaciones)	
						No. de días ejecutados	**%**
19/12/2023	**FE-6**	**30.939.300**	**30.939.300**	$0	**100%**		

OBSERVACIONES

No se presentaron observaciones durante la ejecución del contrato.

Se anexa: Informe de visita, informe patología estructural, Resistencia INSITU, Informe de diseño estructural cubiertas, planos, fichas técnicas, presupuesto

Elaboró: Carlos Mario Franco Rendón

VISITA TECNICA DE CAMPO CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA

EL PROYECTO DENOMINADO:

"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

TITULO DEL INFORME:

"INFORME VISITA TECNICA DE CAMPO CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

DEPARTAMENTO DE ANTIOQQUIA
MUNICIPIO DE ITAGUI
DICIEMBRE - 2023

CONTRATO CO1.PCCNTR.5631543

"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

CONSULTOR:

MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA
CC. 93297048 LIBANO TOLIMA

PRESENTADO A:

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA
CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA

COORDINACIÓN ACADÉMICA ÁREA DE CONFECCIÓN
CARLOS MARIO FRANCO RENDON
SUPERVISOR DEL CONTRATO

DEPARTAMENTO DE ANTIOQQUIA
MUNICIPIO DE ITAGUI
DICIEMBRE - 2023

CUADRO CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN No.	ELABORADO POR	FECHA	DESCRIPCION DE CAMBIOS	APROBADO POR
0.0	Diego Aaron Rodríguez Cumplido Ingeniero Civil	11/12/2023	Documento Preliminar	Director Consultoría
0.1	Diego Aaron Rodríguez Cumplido Ingeniero Civil	13/12/2023	Documento Final	Director Consultoría

☐ **[COPIA CONTROLADA]**
☒ **[COPIA NO CONTROLADA]**

[COPIA NO CONTROLADA]

NOVIEMBRE 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS 7
2.1. OBJETIVO GENERAL 7
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 7
3. MARCO LEGAL Y NORMATIVO 7
4. MARCO TÉCNICO 8
4.1. MARCO TEÓRICO 8
4.2. SISTEMA DE REFERENCIA 8
4.3. ENSAYOS DE PATOLOGÍA EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO 10
5. ASPECTOS GENERALES 12
5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO 12
5.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA 12
5.3. DATOS CLIMATOLÓGICOS 13
5.3.1. Temperatura mínima y máxima 13
5.3.2. Nubosidad 14
5.3.3. Precipitacion 15
5.3.4. Sol 16
5.3.5. Viento 16
6. MATERIALES Y EQUIPOS 18
6.1. EQUIPOS 18
6.1.1. Esclerómetro Digital Silver Schmidt Pc Modelo N Proceq 18
7. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION EN CAMPO 19
7.1. VISITA DE CAMPO Y RECONOCIMIENTO PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACION 19
7.2. TOMA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS 23
8. CONCLUSIONES 27
9. RECOMENDACIONES 28
10. BIBLIOGRAFIA 29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados obtenidos en campo con Esclerómetro 25

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Datos Geodésicos municipio de Itagüí – Antioquia 10
Ilustración 2. Localización general del municipio de Itagüí – Antioquia. 12
Ilustración 3. Panorámica Alcaldía Itagüí Antioquia 13
Ilustración 4. Gráfica de temperatura mínima y máxima del municipio 14
Ilustración 5. Gráfica de nubosidad del municipio 15
Ilustración 6. Gráfica lluvia promedio del municipio 16
Ilustración 7. Gráfica de sol promedio del municipio 16
Ilustración 8. Gráfica viento promedio del municipio 17
Ilustración 9. Esclerómetro Digital Silver Schmidt Pc Modelo N Proceq 18
Ilustración 10. Evidencia de Interferencia de Redes Eléctricas 20
Ilustración 11. Evidencia de Interferencia de Red Aires Acondicionados 21
Ilustración 12. Evidencia de Interferencia de Redes Hidrosanitarias 21
Ilustración 13. Procedimiento de Delimitación, Marcado de zona para ensayo 23
Ilustración 14. Fijación de Valor Obtenido en El Ensayo 24
Ilustración 15. Resultado In Situ Esclerómetro 13 Muestras 25

1. INTRODUCCIÓN

MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA, mediante **CONTRATO CO1.PCCNTR.5631543** se comprometido con él con el SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA a realizar la consultoría cuyo objeto es CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.

Dentro de esta consultoría tiene contempladas actividades de campo como insumo para fundamentar los diseños, actividades tales como*: Ensayos destructivos y no Destructivos, Estudio Patológico Riguroso, Análisis de Afectación de redes hidrosanitarias, redes eléctricas, red de aguas lluvias, redes de aires acondicionados del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia.*

El Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia, cuenta con dos sistemas de cubiertas una en asbesto cemento de aproximadamente 40 años de longevidad y una cubierta metálica color verde instalada hace aproximadamente 12 años.

En la información que se recopila en campo y de los elementos que componen esta proyección, se pretende en el presente informe presentar las actividades desarrolladas (Ensayos destructivos y no Destructivos, Estudio Patológico Riguroso, Análisis de Afectación de redes hidrosanitarias, redes eléctricas, red de aguas lluvias, redes de aires acondicionados del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia.)

De igual manera se presentará un registro fotográfico como complemento a las actividades realizadas.

Estas actividades son requeridas para soportar técnicamente con la mensura y el conocimiento de las condiciones reales del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia, además de ser necesario para la producción de diseños generales y de detalle para el cambio de cubiertas del centro de formación. ALCANCE

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar actividades de trabajo de campo tales como Ensayos destructivos y no Destructivos, Estudio Patológico Riguroso, Análisis de Afectación de redes hidrosanitarias, redes eléctricas, red de aguas lluvias, redes de aires acondicionados del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia, según lo establece el contrato cuyo objeto es **"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.**

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar La Ubicación Y Descripción Del Proyecto.
- Realizar Ensayos Destructivos Y No Destructivos.
- Realizar Un Estudio Patológico Riguroso.
- Realizar el Análisis De Afectación De Redes Hidrosanitarias, Redes Eléctricas, Red De Aguas Lluvias, Redes De Aires Acondicionados
- Obtener La Mensura De Los Elementos Que Componen la Cubeirta del Centro de Formación.

3. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Los procedimientos realizados y entregables se rigen según las siguientes normas:

- **Resolución 1468 de 2021** del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, donde se definen los parámetros de orden y calidad de los datos recolectados en campo para su posterior uso.

- **Resolución 799 de 2021 artículo 3,** del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, en la cual se modifican varios artículos, incluidos los correspondientes al componente de topografía, de la Resolución 0330 de 2017 – Resolución 799 de 2021.

- **Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente - NSR-10**

- **NTC 1500** Esta norma establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de abastecimiento de agua potable; sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias; sistemas de ventilación; y aparatos y equipos necesarios para el funcionamiento y uso de estos sistemas.

- **Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).** La certificación es una atestación de tercera parte emitida por un Organismo acreditado que declara la conformidad de un producto respecto a un referente normativo específico, en este caso con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

- **Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP.** El objeto fundamental del reglamento es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

- **Esclerómetro (NTC 3692)** Es una prueba que establece la resistencia a la compresión mediante la determinación de la dureza u homogeneidad de la superficie del concreto, y aunque no existe una relación directa entre la dureza y la resistencia del concreto, pueden definirse relaciones empíricas.

4. MARCO TÉCNICO

4.1. MARCO TEÓRICO

En Colombia, el sistema de referencia geocéntrico adoptado desde el año 2004 se denomina MAGNA-SIRGAS - Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, como densificación nacional del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, el cual a su vez es la densificación continental del marco de referencia global (ITRF International Terrestrial Reference Frame). El Datum MAGNA-SIRGAS, está asociado al elipsoide GRS80 (Global Reference System 1980), equivalente al WGS84 (World Geodetic System 1984). La principal ventaja es que las coordenadas están en el mismo sistema de referencia que los satélites GNSS, lo cual garantiza alta precisión de las posiciones que se determinen en campo. El Datum vertical de referencia para ajustar las alturas sobre el nivel medio del mar, se denomina Datum BUENAVENTURA; el cual se basa de los ajustes del año 1960 a partir de mediciones desde los mareógrafos de Buenaventura, Tumaco, Cartagena y Riohacha. El Sistema Gravimétrico Nacional de Referencia, está referido al sistema IGSN71 (International Gravity Standardization Net-1971) y ligada al sistema RELANG (Red Latinoamericana de Normalización de la Gravedad); las anomalías gravimétricas están referidas al elipsoide GRS80, cuyas características geométricas son las que mejor se ajustan a América de Sur.

4.2. SISTEMA DE REFERENCIA

Un sistema de referencia se define como el conjunto de convenciones y conceptos teóricos adecuadamente modelados que permiten definir, en cualquier momento, la orientación, ubicación y escala de tres coordenadas [X, Y, Z]. El sistema de referencia global utilizado en Geodesia es el definido por su acrónimo ITRS (International Terrestrial Reference System). Este es un sistema geocéntrico (su origen de coordenadas [X, Y, Z] coincide con el centro de masas terrestre, incluyendo atmosfera y océanos), su tiempo corresponde con el tiempo geocéntrico coordinado (TCG: Geocentric Coordinate Time) y no presenta residuales en la rotación con respecto a los movimientos horizontales de la corteza terrestre. Su eje Z coincide con el eje medio de rotación terrestre, el eje X esta sobre el plano medio ecuatorial y su dirección apunta al meridiano de Greenwich, el eje Y también está sobre el plano ecuatorial y forma un sistema de mano derecha. En Colombia, el sistema global ITRS es materializado por MAGNA-SIRGAS, mientras que el sistema local de referencia está dado por el Datum Bogotá, cuyo desplazamiento con respecto al geo centro alcanza, aproximadamente, 500 m.

MARCO DE REFERENCIA: Un marco de referencia es la red de precisión máxima que materializa un sistema de referencia. Está conformado por un conjunto de puntos, cuyas coordenadas han sido definidas sobre el sistema de referencia que materializa. En este sentido, red y marco de referencia son sinónimos. La realización del ITRS está conformado por las coordenadas cartesianas geocéntricas [X, Y, Z] y las velocidades [VX, VY, VZ] de un conjunto de estaciones observadas con técnicas geodésicas espaciales. SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) es la densificación del ITRF en América y MAGNA (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia) es la densificación de SIRGAS y por tanto del ITRF, en

Colombia. En el caso de la Antigua Red Nacional (ARENA), ésta es la materialización del sistema geodésico local colombiano: el Datum Bogotá.

GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS: GNSS es un término genérico para los sistemas de posicionamiento y navegación apoyados en técnicas satelitales. GNSS no hace referencia solo a GPS (Global Positioning System), también incluye GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System), el planeado Galileo y los sistemas locales de aumentación (p. ej. EGNOS, WAAS, etc.).

DATUM GEODÉSICO: Un datum geodésico define al orientación y ubicación del elipsoide asociado a un sistema coordenado [X, Y, Z]; si este es geocéntrico se tendrá un Datum Geodésico Geocéntrico o Global; si es local se tendrá un Datum Geodésico Local. Estos últimos también se conocen como Datum Horizontales, dado que la determinación de la altura (H) de los puntos es independiente de sus coordenadas horizontales (ϕ, λ). La tercera coordenada se conoce como altura geodésica o elipsoide (h). En Colombia, el datum geodésico geocéntrico o global está dado por Elipsoide GRS80 (Geodetic Reference System 1980) definido y adoptado por la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG) en 1980 (a=6 378 137 m, f= 1/298,257 222 101). Este es el elipsoide asociado al ITRS y, por tanto, a SIRGAS y a MAGNA-SIRGAS. En el caso del datum local, corresponde con el Datum BOGOTÁ, cuyo el elipsoide asociado es el Internacional o de Hayford (a=6 378 388m, f= 1 /297).

MAGNA-SIRGAS: (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) El Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, promueve la adopción de MAGNA-SIRGAS como sistema de referencia oficial del país, en reemplazo del Datum BOGOTÁ, definido en 1941. MAGNA-SIRGAS garantiza la compatibilidad de las coordenadas colombianas con las técnicas espaciales de posicionamiento, por ejemplo, los sistemas GNSS, y con conjuntos internacionales de datos georreferenciados. En la práctica, la consecuencia más relevante de la introducción de MAGNA-SIRGAS consiste en el cambio de las coordenadas geográficas de un mismo punto.

SISTEMAS DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: Para escalas pequeñas (1:10 000… 1:3 000 000) se utiliza el sistema de proyección Gauss-Krüger, también conocido como Proyección Transversa de Mercator. Esta es una proyección conforme del elipsoide sobre un plano. La esfera terrestre es proyectada sobre un cilindro transverso tangente a un meridiano de proyección (o de tangencia), sobre el cual la deformación es nula. Las zonas de proyección se definen cada 3° de longitud. En Colombia, el meridiano principal de proyección es el Observatorio Astronómico de Bogotá, donde se definió el origen N=1 000 000m y E= 1 000 000m. Sus coordenadas geodésicas en Datum BOGOTÁ son: Latitud: 4° 35’ 46,3215” N, Longitud: 74° 04’ 39,0285” W. Para las escalas grandes (1:500… 1:2 000) se utiliza es sistema de proyección cartesiana, la cual también corresponde con una proyección conforme del elipsoide sobre un plano paralelo al plano tangente al elipsoide en el punto origen. La principal diferencia entre las proyecciones Gauss-Krüger y la Cartesiana es que el plano de proyección Gauss-Krüger es tangente al elipsoide y, por tanto, la distancia entre dos puntos calculada con las coordenadas de proyección es menor que la medida en terreno, mientras que con las coordenadas cartesianas esta es muy similar.

Ilustración 1. Datos Geodésicos municipio de Itagüí – Antioquia

ESPECIFICACION GLOBAL Y PROYECCION Proyeccion Transversa de Mercator MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogota zone		
Unidades:	Metros	
Longitud Origen:	W 74°04' 39.0285"	Grados Oeste
Latitud Origen:	N 4° 35' 46.3215"	Grados Norte
Factor de Escala en el Origen:	1.000	
Este en el Origen:	+1'000.000	Metros
Norte en el Origen:	+1'000.000	Metros
Semieje Mayor:	6'378.388.oo	Metros
Achatamiento (1/f):	1/297.0	

Fuente: Consultoría; MAGNA-SIRGAS PRO

4.3. ENSAYOS DE PATOLOGÍA EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO

La aplicación principal de las pruebas in situ, es estimar la resistencia del concreto, la homogeneidad, la dureza, la permeabilidad, la degradación de sus características como por ejemplo, pérdida de pH, cambio de color, manchas, hinchamientos, fisuras, permeabilidad, entre otros; en lugares seleccionados de la estructura, para analizarlas y tomar decisiones al respecto, mediante el análisis sistemático de la información que se recolecte.

Con los ensayos se puede determinar el estado de las estructuras desde su concepción o construcción, las afectaciones que pudo haber contraído durante alguna etapa de su vida útil y las debidas por consecuencia de accidentes.
En la actualidad, los ensayos de patología son utilizados con mucha frecuencia para:

1. Evaluar situaciones que se presentan durante la construcción de las estructuras, porque los concretos no cumplen desde su momento de fundida con la resistencia u otras características especificadas desde el diseño.

2. Evaluar estructuras existentes y determinar el cumplimiento de normativas vigentes y si sus condiciones actuales garantizan la seguridad de la estructura y de las personas.

Estas dos aplicaciones requieren estudios levemente diversos, de ahí, la importancia de conocer los diferentes ensayos existentes con el objeto de escoger el o los apropiados para evaluar la característica requerida. Considerando lo anterior a continuación se describen algunos de los ensayos de patología más usados:

Esclerómetro (NTC 3692)

Es una prueba que establece la resistencia a la compresión mediante la determinación de la

dureza u homogeneidad de la superficie del concreto, y aunque no existe una relación directa entre la dureza y la resistencia del concreto, pueden definirse relaciones empíricas.

Ultrasonido (NTC 4325)

La prueba de velocidad del pulso ultrasónica, según lo prescrito en la norma referente, determina la velocidad de propagación de un pulso a través de un elemento de concreto y se aplica para:

1. La determinación de la uniformidad del concreto.

2. La detección de grietas y la evaluación aproximada de su tamaño.

3. La existencia de vacíos y otros defectos.

4. La medición de los cambios en las propiedades del concreto a través del tiempo, y

La correlación de la velocidad del pulso con la resistencia mecánica del concreto como una medida de la calidad del mismo.

Extracción de núcleos (NTC3658)

Es considerada una de las pruebas más concluyentes para determinar la resistencia a compresión de un concreto en una estructura. ¿Será esto cierto y de qué depende? La pregunta se hace porque los resultados de este ensayo dependen en gran medida de diferentes factores: el diámetro del núcleo, su estado de humedad (seco o húmedo) en el momento de fallar, la esbeltez, el sentido de extracción del núcleo y si tiene o no refuerzo.

En todos los ensayos es de suma importancia conocer los factores que inciden en los resultados de la prueba y de esta manera poder analizar y evaluar, teniendo claro que no solo se mide la calidad del concreto que fue comprado o fabricado en obra, sino también la calidad del proceso constructivo que sin lugar a dudas, tiene una incidencia muy alta en los resultados que se obtienen. Por lo tanto, la realidad o lo más cercano a ella, solamente se conocerá si se realizan los ensayos con conocimiento y criterio de lo que hace.

5. ASPECTOS GENERALES

5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO

Itagüí es un municipio colombiano ubicado en el sur del Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia. Este forma parte de la denominada Área metropolitana del Valle de Aburrá y está conurbado con la ciudad de Medellín. Limita por el este con los municipios de Medellín y Envigado, por el sur con los municipios de Envigado, Sabaneta y La Estrella, y por el oeste con los municipios de La Estrella y Medellín.

Itagüí cuenta con una extensión territorial de 21.09 km2, correspondiendo 12.17 km2 a la zona urbana y 8.91 km2 a la zona rural lo cual lo hace uno de los municipios más pequeños del país, gran parte del territorio está destinado al uso urbano. El nuevo suelo de expansión urbana comprende 130 hectáreas.

Su topografía es variable y es caracterizada, principalmente, por la presencia de pendientes y de riachuelos y quebradas que la atraviesan, se presentan terrenos semiplanos y ondulados hasta terrenos con altas inclinaciones, los terrenos planos del municipio están mayormente urbanizados.

Ilustración 2. Localización general del municipio de Itagüí – Antioquia.



Fuente: Consultoría.

5.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA

Límites del municipio: El Municipio de Itagüí está situado al sur de la ciudad de Medellín, en el Valle de Aburra, una de las nueve regiones en las que se divide cultural y geográficamente el Departamento de Antioquia. Colinda con Medellín, Envigado, Sabaneta y La Estrella.

Ilustración 3. Panorámica Alcaldía Itagüí Antioquia



Fuente: Google Earth

5.3. DATOS CLIMATOLÓGICOS

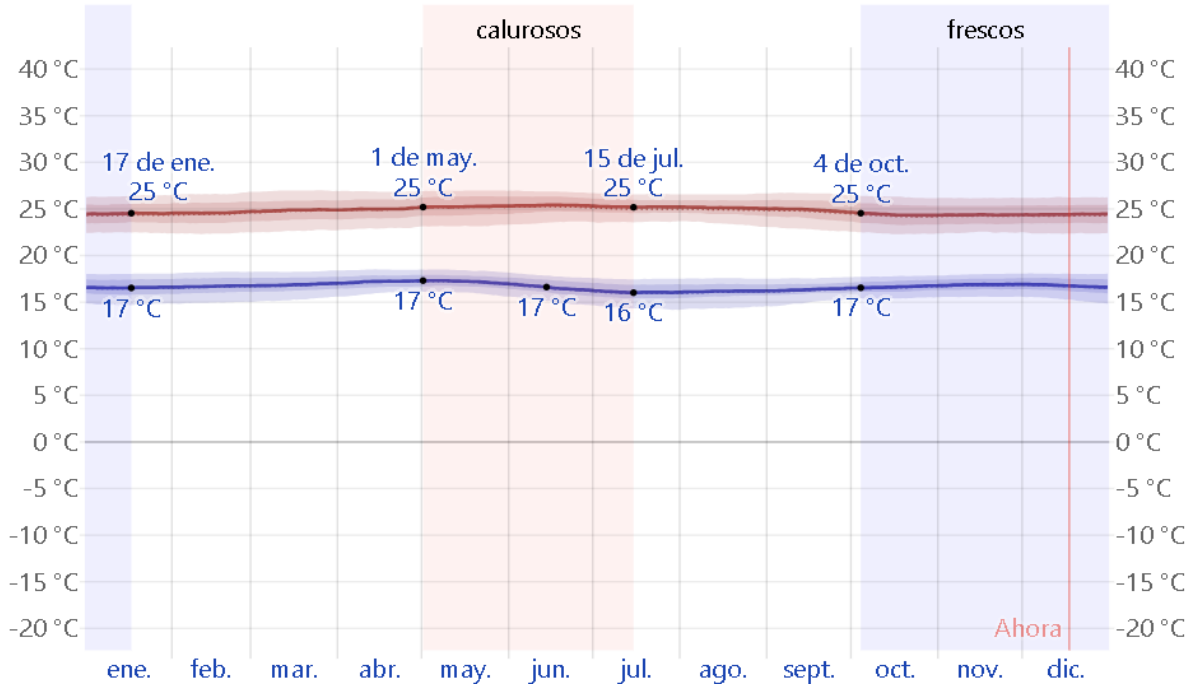
En Itagüí, los veranos son cortos y calurosos, los inviernos son cómodos y está mojado y nublado todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 14 °C o sube a más de 27 °C.

5.3.1. Temperatura mínima y máxima

La temporada templada dura 2,5 meses, del 1 de mayo al 15 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 25 °C. El mes más cálido del año en Itagüí es mayo, con una temperatura máxima promedio de 25 °C y mínima de 17 °C.

La temporada fresca dura 3,4 meses, del 4 de octubre al 17 de enero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 25 °C. El mes más frío del año en Itagüí es octubre, con una temperatura mínima promedio de 17 °C y máxima de 24 °C.

Ilustración 4. Gráfica de temperatura mínima y máxima del municipio



Fuente: © WeatherSpark.com

5.3.2. Nubosidad

En Itagüí, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía poco en el transcurso del año.

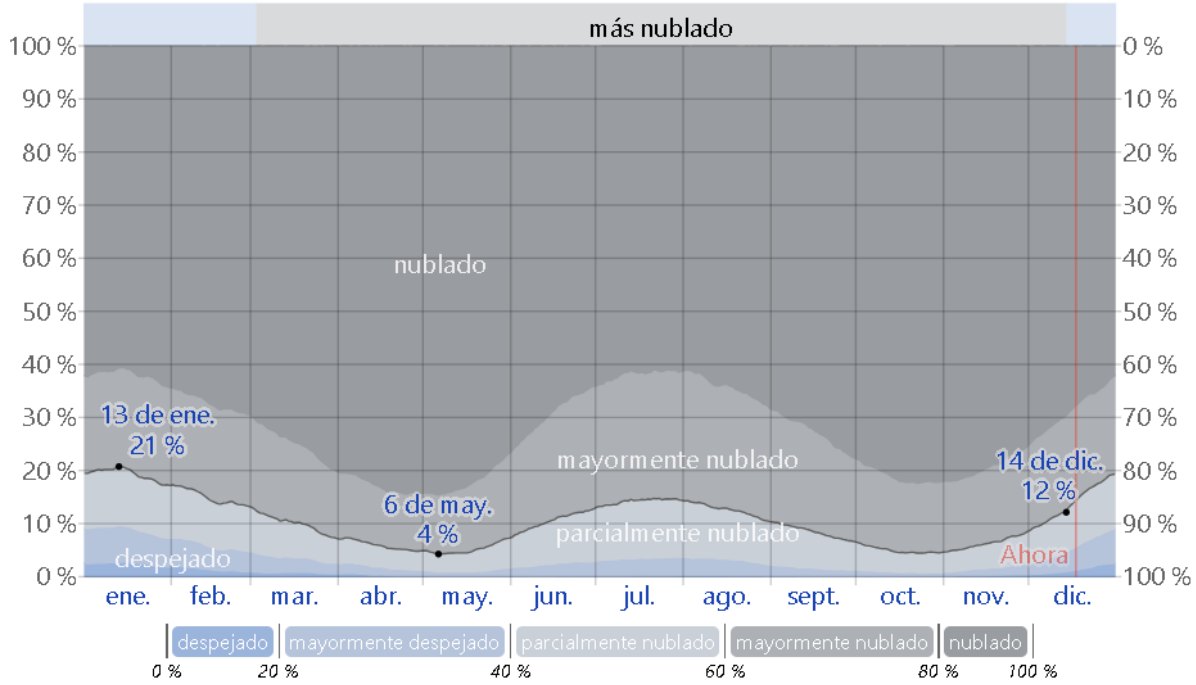
La parte más despejada del año en Itagüí comienza aproximadamente el 14 de diciembre; dura 2,6 meses y se termina aproximadamente el 2 de marzo.

El mes más despejado del año en Itagüí es enero, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 19 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 2 de marzo; dura 9,4 meses y se termina aproximadamente el 14 de diciembre.

El mes más nublado del año en Itagüí es octubre, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 95 % del tiempo

Ilustración 5. Gráfica de nubosidad del municipio



Fuente: © WeatherSpark.com

5.3.3. Precipitacion

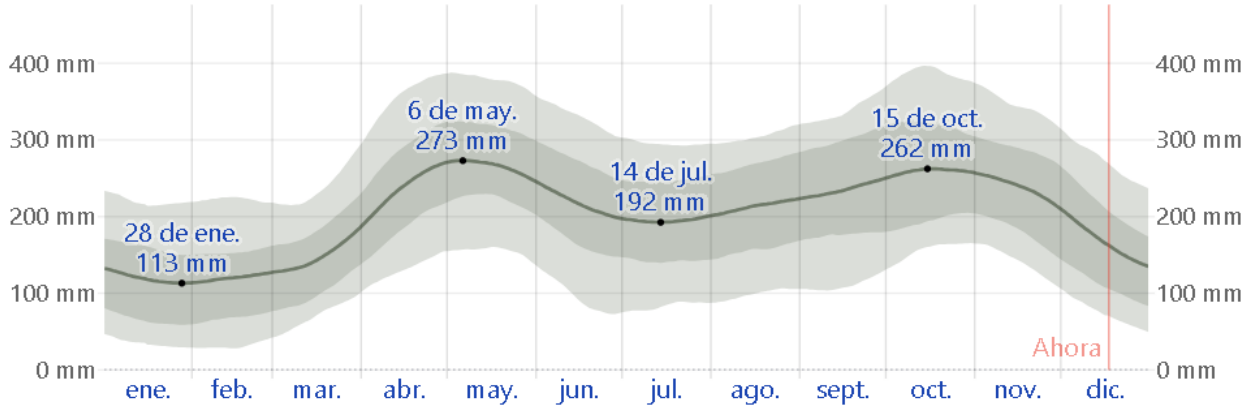
Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Itagüí varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 8,5 meses, de 26 de marzo a 9 de diciembre, con una probabilidad de más del 70 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Itagüí es octubre, con un promedio de 26,4 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 3,5 meses, del 9 de diciembre al 26 de marzo. El mes con menos días mojados en Itagüí es enero, con un promedio de 17,4 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Itagüí es octubre, con un promedio de 26,4 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 87 % el 8 de noviembre.

Ilustración 6. Gráfica lluvia promedio del municipio

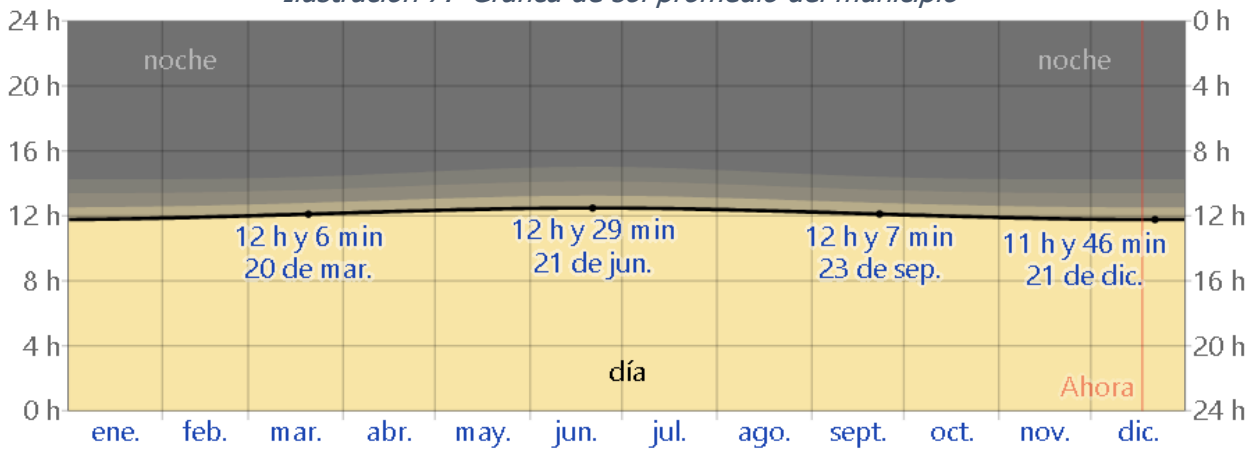


Fuente: © WeatherSpark.com

5.3.4. Sol

La duración del día en Itagüí no varía considerablemente durante el año, solamente varía 28 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2023, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 46 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 12 horas y 29 minutos de luz natural.

Ilustración 7. Gráfica de sol promedio del municipio



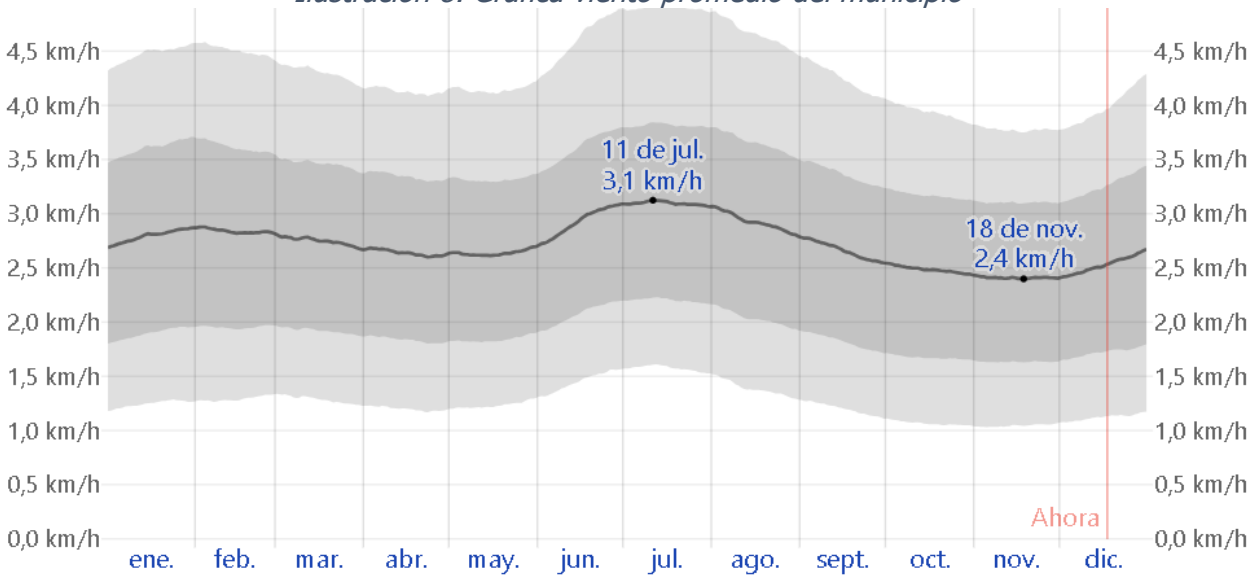
Fuente: *© WeatherSpark.com*

5.3.5. Viento

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Itagüí no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de más o menos 0,4 kilómetros por hora de 2,8 kilómetros por hora.

Ilustración 8. Gráfica viento promedio del municipio



Fuente: *© WeatherSpark.com*

6. MATERIALES Y EQUIPOS

Durante el desarrollo del proyecto se emplearon los siguientes equipos y herramientas

- Un (1) GPS GRS-1 Topcon Doble frecuencia L1 y L2 con Antena receptora G5AP.
- Esclerómetro Digital Silver Schmidt Pc Modelo N Proceq
- Computador Portátil
- Cámara Digital

6.1. EQUIPOS

6.1.1. Esclerómetro Digital Silver Schmidt Pc Modelo N Proceq

El Esclerómetro es el Instrumento que mide la dureza de los materiales, según la presión que debe ejercerse sobre una punta de diamante para que los raye.

Para realizar la Esclerometría se utilizó un Esclerómetro Digital Silver Schmidt Pc Modelo N Proceq

Ilustración 9. Esclerómetro Digital Silver Schmidt Pc Modelo N Proceq



Fuente: Consultor

7. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION EN CAMPO

7.1. VISITA DE CAMPO Y RECONOCIMIENTO PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACION

Durante la visita técnica de campo realizada en el Centro De Formación En Diseño, Confección Y Moda, Sena Regional Antioquia los días 11 y 12 de diciembre del 2023, se llevó a cabo un exhaustivo reconocimiento del lugar con el objetivo de evaluar la situación actual de la estructura y llevar a cabo un análisis de patología estructural, de manera que se resalta la importancia de realizar un diagnóstico preciso del sistema, con el fin de proponer las adecuaciones necesarias que garanticen la seguridad y durabilidad de la infraestructura.

La presente visita técnica tuvo como finalidad realizar el reconocimiento del lugar en el SENA Itagüí, con el propósito de conocer la situación actual de la estructura para llevar a cabo el análisis de patología estructural y, consecuentemente, realizar el diagnóstico del sistema.

La edificación objeto de la visita data aproximadamente de 45 años desde su construccion, lo cual nos indica que es una estructura que no cumple con los requerimientos actuales de la normativa NSR-10, y demás normativas vigentes, entendiendo que al ser una infraestructura de uso institucional – Educativo tiene consideraciones especiales a tener en cuenta.

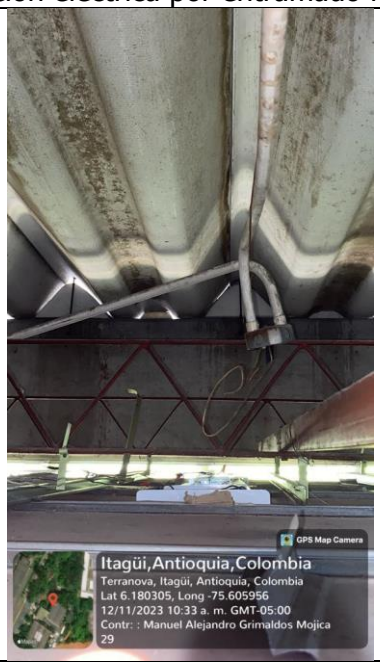
Entre los Aspectos Destacados de la visita técnica tenemos la Edad de la Estructura la cual tiene una antigüedad de alrededor de 45 años. Este factor puede tener implicaciones directas en la integridad estructural y la necesidad de actualización de los sistemas.

El Material de Cubierta, se constató que las tejas utilizadas en la cubierta son de asbesto cemento. Es crucial señalar que este material no cumple con las normativas actuales de seguridad y salud ocupacional, lo que plantea una preocupación significativa para la salud de los ocupantes y para el mantenimiento a largo plazo.

Durante la inspección, se observaron diversos aspectos que requieren especial atención como lo es la interacción entre la Cubierta con las redes hidrosanitarias, redes eléctricas, red de aguas lluvias, redes de aires acondicionados, puesto que, como se presentara a continuación todas las redes tienen intersecciones sobre la cubierta o debajo de esta.

Toda vez que, las redes eléctricas se encuentran instaladas debajo de la cubierta, específicamente, bajo el entramado metálico y soportes donde está instalada la cubierta, y que al cambiar la cubierta presentará interferencia y por consiguiente también deberá ser removida para poder instalar la nueva cubierta, además es necesario señalar que las instalaciones eléctricas actuales no cumplen con el reglamento RETIE y RETILAP, por lo que, las nuevas instalaciones deben cumplir con dicha normativa.

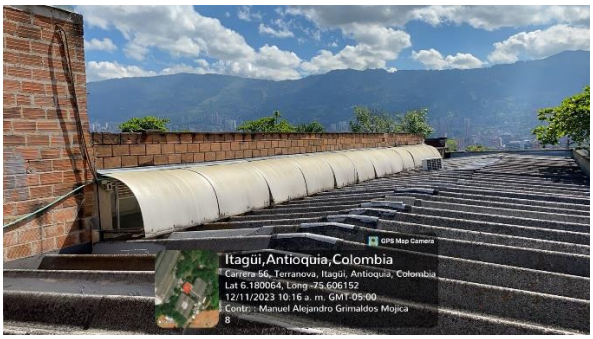
Ilustración 10. Evidencia de Interferencia de Redes Eléctricas

	
Instalación eléctrica por entramado metálico	Instalación eléctrica por entramado metálico
	
Instalación eléctrica por entramado metálico	Instalación eléctrica sin recubrimiento

Fuente: Consultor

Se evidencia que la red de aires acondicionados se encuentra una parte instalada sobre la cubierta, lo cual debe corregirse y mover dicho sistema al muro mas cercano con soporte metálico, puesto que la cubierta no esta hecha para soportar dichos aparatos, además de lo anterior, se tiene proyectado la instalación a futuro de paneles solares, entonces son y serán una interferencia si se dejan en el lugar de instalación actual.

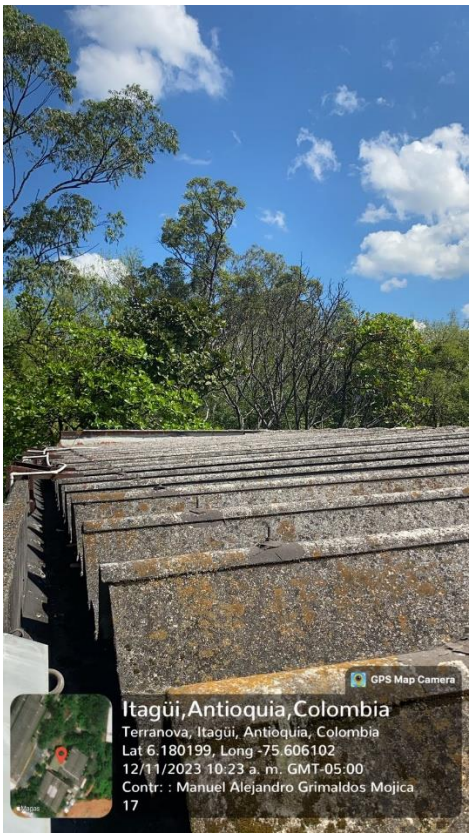
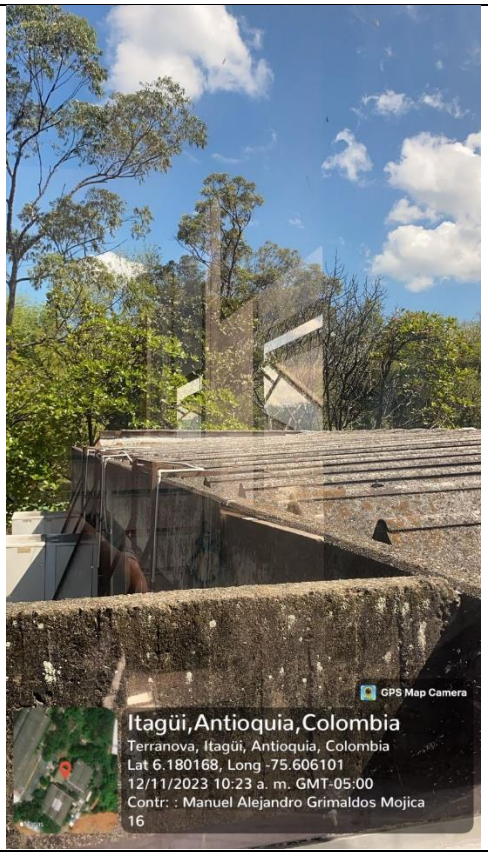
Ilustración 11. Evidencia de Interferencia de Red Aires Acondicionados

	
Instalación Aires Acondicionados sobre cubierta	Instalación Aires Acondicionados sobre cubierta

Fuente: Consultor

Con respecto a las redes hidrosanitarias se evidencia la instalación de redes de agua potable sobre la cubierta, para las cuales deben reubicarse para optimizar el trazado y a su vez cumplir con la normativa NTC 1500.

Ilustración 12. Evidencia de Interferencia de Redes Hidrosanitarias

	
Instalación Red Potable sobre cubierta	Instalación Red Potable sobre cubierta

Fuente: Consultor

Con base a la visita técnica de campo se recomienda:

Sustitución de Tejas de Asbesto: Dada la presencia de tejas de asbesto cemento, se recomienda la sustitución inmediata de estas por materiales que cumplan con las normativas actuales de seguridad y medio ambiente.

Actualización de Normativas: Se sugiere llevar a cabo una revisión exhaustiva de las normativas locales y nacionales para garantizar que la estructura cumpla con los estándares actuales.

Mantenimiento Preventivo: Implementar un programa de mantenimiento preventivo para asegurar la durabilidad y funcionalidad continua de la edificación.

Este informe se emite con el propósito de proporcionar una evaluación preliminar de la estructura y no excluye la necesidad de estudios más detallados para un diagnóstico preciso.

7.2. TOMA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

El esclerómetro es el ensayo no destructivo más usado y, probablemente, el más abusado sobre las estructuras de hormigón debido a su sencillez y bajo coste.

El ensayo puede realizarse en probetas moldeadas, como en una planta de prefabricado o en obras in situ, y en evaluaciones estructurales sobre elementos existentes, tanto en probetas testigo como directamente sobre los elementos.

El martillo de resorte fue desarrollado y patentado por Ernst Schmidt en 1948, por lo cual lleva su nombre, Schmidt Hammer. Los esclerómetros actuales no son muy diferentes de los originales, constando generalmente de los siguientes elementos:

La aplicación práctica consta de las siguientes fases:

- Primero se limpia y pule la superficie seleccionada para ensayar en la columna, o elemento estructural usando la piedra negra del equipo.

- Elaboramos La cuadrícula desde el centro del ancho de la columna, con espacios de una pulgada (1”), siendo en total una cuadrícula de 3 columnas y 3 fílas, para obtener cuadrados de 2.5 cm de lado.

- El área total generada es un cuadrado de dimensiones 15 cm x 15cm.

Ilustración 13. Procedimiento de Delimitación, Marcado de zona para ensayo



Fuente: Consultor

- Anotamos en el registro, el nombre del proyecto, Localización, descripción del elemento, edad del concreto, resistencia de diseño del concreto (f´c), número de ensayo, altura del ensayo, ángulo de inclinación respecto al plano, fecha, hora de inicio, coordenadas, temperatura ambiental y la fotografía.

- Procedemos a elegir dentro de la cuadrícula puntos de forma arbitraria.

- Colocamos el punzón del esclerómetro perpendicularmente sobre la superficie de un cuadradito de la cuadrícula marcada.

- Presionamos la base de la caja del esclerómetro sobre el plano de la columna a una velocidad constante.

- Cuando el resorte interior del esclerómetro llega a su máxima compresión se escucha el golpe del rebote producido sobre el concreto de la columna.

- Inmediatamente presionamos el botón de fijación de lectura para definir y Leer el valor indicado en la pantalla del equipo.

- Anotamos el valor obtenido del equipo en el registro de campo.

Ilustración 14. Fijación de Valor Obtenido en El Ensayo



Fuente: Consultor

En el sitio se realizaron 13 ensayos en las columnas mas representativas del centro de formación, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1 Resultados obtenidos en campo con Esclerómetro

Muestra	Columnas	Resistencia in Situ (PSI)	Resistencia in Situ (Mpa)
TALLER			
1	D7	1050	7.24
2	E3	1650	11.38
3	C3	2150	14.83
4	B7	1300	8.97
5	B5	1400	9.66
6	E5	1200	8.28
7	A3	1650	11.38
OFICINAS			
8	H5	1300	8.97
9	I6	1250	8.62
10	G2	1400	9.66
11	I2	2450	16.90
TERCER PISO - BLOQUE NUEVO			
12	H2	3650	25.17
13	D'1'	3150	21.72

Fuente: Consultor

Ilustración 15. Resultado In Situ Esclerómetro 13 Muestras



Resultado In Situ Columna D7



Resultado In Situ Columna E3



Resultado In Situ Columna C3



Resultado In Situ Columna B7

	
Resultado In Situ Columna B5	Resultado In Situ Columna E5
	
Resultado In Situ Columna A3	Resultado In Situ Columna H5
	
Resultado In Situ Columna D'1'	Resultado In Situ Columna G2
	
Resultado In Situ Columna I2	Resultado In Situ Columna H2

Fuente: Consultor

8. CONCLUSIONES

La visita técnica de campo fue realizada os días 11 y 12 de diciembre del 2023, en la cual se llevó a cabo un exhaustivo reconocimiento del lugar con el objetivo de evaluar la situación actual de la estructura y llevar a cabo un análisis de patología estructural, de manera que se resalta la importancia de realizar un diagnóstico preciso del sistema, con el fin de proponer las adecuaciones necesarias que garanticen la seguridad y durabilidad de la infraestructura.

La edificación objeto de la visita data aproximadamente de 45 años desde su construccion, lo cual nos indica que es una estructura que no cumple con los requerimientos actuales de la normativa NSR-10, y demás normativas vigentes, entendiendo que al ser una infraestructura de uso institucional – Educativo tiene consideraciones especiales a tener en cuenta.

El Material de Cubierta, se constató que las tejas utilizadas en la cubierta son de asbesto cemento.

Las redes eléctricas se encuentran instaladas debajo de la cubierta, específicamente, bajo el entramado metálico y soportes donde está instalada la cubierta.

Se evidencia que la red de aires acondicionados se encuentra una parte instalada sobre la cubierta.

Con respecto a las redes hidrosanitarias se evidencia la instalación de redes de agua potable sobre la cubierta.

9. RECOMENDACIONES

Con base a la visita técnica de campo se recomienda:

Sustitución de Tejas de Asbesto: Dada la presencia de tejas de asbesto cemento, se recomienda la sustitución inmediata de estas por materiales que cumplan con las normativas actuales de seguridad y medio ambiente.

Actualización de Normativas: Se sugiere llevar a cabo una revisión exhaustiva de las normativas locales y nacionales para garantizar que la estructura cumpla con los estándares actuales.

Mantenimiento Preventivo: Implementar un programa de mantenimiento preventivo para asegurar la durabilidad y funcionalidad continua de la edificación.

10. BIBLIOGRAFIA

Asocreto. (2022, 11 agosto). ¿QUÉ ENSAYOS UTILIZAR PARA EVALUAR PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO? 360 EN CONCRETO. https://360enconcreto.com/blog/detalle/evaluar-patologias-en-estructuras-de-concreto/

Caloryfrio, I. A. (2013, 5 septiembre). Normativa para instalación de aire acondicionado. caloryfrio.com. https://www.caloryfrio.com/noticias/normativas/normativa-y-reglamentos-para-instalaciones-de-climatizacion.html

Código Colombiano de Fontanería. NTC 1500. (1977).

Correa, S. A., & Romero, J. C. A. (2013). Inspección del sistema de iluminación del quinto piso del bloque H según los reglamentos Retilap y RetiE.

De Ingeniería Sísmica, A. C., & Del Medio Ambiente Vivienda Y Desarrollo Territorial, C. M. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP. (s. f.). https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/#:~:text=Reglamento%20T%C3%A9cnico%20de%20Iluminaci%C3%B3n%20y%20Alumbrado%20P%C3%BAblico%20%2D%20RETILAP

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. (s. f.). https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

Director de la Consultoría

Manuel Alejandro Grimaldos Mojica
Ingeniero Civil
MP. 17202-107325
Magister En Ingeniería Civil Con Énfasis En Hidráulica, Hidrología Y Medio Ambiente.

Profesional de Apoyo Técnico

Diego Aaron Rodríguez Cumplido
Ingeniero Civil
MP. 081037-0586302 COR
Profesional de Apoyo Técnico

INFORME ESTUDIO DE PATOLOGIA ESTRUCTURA METALICA, INCLUYENDO ENSAYOS (DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS) CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA

EL PROYECTO DENOMINADO:

"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

TITULO DEL INFORME:

"INFORME ESTUDIO DE PATOLOGIA ESTRUCTURA METALICA, INCLUYENDO ENSAYOS (DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS) CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

DEPARTAMENTO DE ANTIOQQUIA
MUNICIPIO DE ITAGUI
DICIEMBRE - 2023

CONTRATO CO1.PCCNTR.5631543

"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

CONSULTOR:

MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA
CC. 93297048 LIBANO TOLIMA

PRESENTADO A:

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA
CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA

COORDINACIÓN ACADÉMICA ÁREA DE CONFECCIÓN
CARLOS MARIO FRANCO RENDON
SUPERVISOR DEL CONTRATO

DEPARTAMENTO DE ANTIOQQUIA
MUNICIPIO DE ITAGUI
DICIEMBRE - 2023

CUADRO CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN No.	ELABORADO POR	FECHA	DESCRIPCION DE CAMBIOS	APROBADO POR
0.0	Diego Aaron Rodríguez Cumplido Ingeniero Civil	11/12/2023	Documento Preliminar	Director Consultoría
0.1	Gloria Esther Urrea Ceferino Ingeniera Civil	13/12/2023	Documento Final	Director Consultoría

☐ **[COPIA CONTROLADA]**
☒ **[COPIA NO CONTROLADA]**

[COPIA NO CONTROLADA]

NOVIEMBRE 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS 7
2.1. OBJETIVO GENERAL 7
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 7
3. MARCO LEGAL Y NORMATIVO 8
4. ASPECTOS GENERALES 9
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO 9
4.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA 9
4.3. DATOS CLIMATOLÓGICOS 10
4.3.1. Temperatura mínima y máxima 10
4.3.2. Nubosidad 11
4.3.3. Precipitacion 12
4.3.4. Sol 13
4.3.5. Viento 13
5. HISTORIA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO 15
6. PATOLOGIA DE LA CUBIERTA 18
6.1. TEJADO TIPO CANALETA (SEGUNDO PISO) 18
6.2. TEJADO (TERCER PISO) 24
7. PATOLOGIA DE LA FACHADA Y MUROS 26
8. PATALOGIA ESTRCUTURAL 28
8.1. MATERIALES Y METODOS 29
8.2. CALCULO 30
9. REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS RETIE. 32
10. MATRIZ DE RIESGOS 33
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34
12. BIBLIOGRAFIA 35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados tomados en el lugar en unidades de PSI y MPa de cada columna en los diferentes andares. 30
Tabla 2 Verificación de los principales elementos estructurales. 33

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del municipio de Itagüí – Antioquia. 9
Ilustración 2. Panorámica Alcaldía Itagüí Antioquia 10
Ilustración 3. Gráfica de temperatura mínima y máxima del municipio 11
Ilustración 4. Gráfica de nubosidad del municipio 12
Ilustración 5. Gráfica lluvia promedio del municipio 13
Ilustración 6. Gráfica de sol promedio del municipio 13
Ilustración 7. Gráfica viento promedio del municipio 14
Ilustración 8. Panorámica del edificio en estudio, Sede del SENA en Itagüí, Colombia. 15
Ilustración 9. Evidencia de la incorporación de sistema de enfriamiento en fachadas y cubiertas del edificio. 16
Ilustración 10. Evidencia de adaptaciones posiblemente del sistema eléctrico por fuera del edificio en la cubierta 17
Ilustración 11. a. superficie superior de la teja, b. superficie inferior de la teja. 18
Ilustración 12. Unidades de enfriamiento en la cubierta 19
Ilustración 13. El esquema del sistema propuesto. comprende la fuente de energía, el almacenamiento de energía y el VCC (Sulaiman,2023). 21
Ilustración 14. Posición del sol durante el día 17 de diciembre de 2023. 21
Ilustración 15. Ejemplo de teja con poliuretano, b. ejemplo de diseño de ventilación, c. combinación de techo con panel solar. 23
Ilustración 16. Las vigas de acero de alma abierta Las vigas estructurales Joist, Los elementos que lo componen son 1. Un cordón superior (ASTM A-572), 2. Celosía (ASTM A-36), 3. Cordón inferior (ASTM A-572) y 4. la soldadura. 24
Ilustración 17. Corresponde al interior de la cubierta del tercer piso. 25
Ilustración 18. Diagnostico visual de los muros, columnas y vigas externas. 26
Ilustración 19. Identificación de unidades de enfriamiento individuales colocadas en la fachada del edificio. 27
Ilustración 20. Estado de la estructura 28
Ilustración 21. Estado de la estructura 29
Ilustración 22. Esclerómetro utilizado en el ensayo y b. Preparación de la superficie para el ensayo. 30
Ilustración 23. Irregularidades en sistema eléctrico debajo de la cubierta tipo canaleta y la cubierta de aleación de aluminio. 32

1. INTRODUCCIÓN

MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA, mediante **CONTRATO CO1.PCCNTR.5631543** se comprometido con él con el SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA a realizar la consultoría cuyo objeto es CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.

Dentro de esta consultoría tiene contempladas actividades tales como*: Realizar la consultoría apropiada, validando el comportamiento físico (un estudio patológico riguroso) de toda el área de la cubierta del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia, entregando un diagnóstico lo más detallado (reporte y ensayos destructivos, reporte y ensayos no destructivos.*

El Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia, cuenta con dos sistemas de cubiertas una en asbesto cemento de aproximadamente 40 años de longevidad y una cubierta metálica color verde instalada hace aproximadamente 12 años.

En la información que se recopila en campo y de los elementos que componen esta proyección, se pretende en el presente informe presentar las actividades desarrolladas (Ensayos destructivos y no Destructivos, Estudio Patológico Riguroso del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia.)

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el Estudio Patológico Riguroso del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Regional Antioquia, según lo establece el contrato cuyo objeto es **"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.**

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar La Ubicación Y Descripción Del Proyecto.
- Presentar los Resultados de los Ensayos Destructivos Y No Destructivos.
- Realizar Un Estudio Patológico Riguroso.
- Realizar el Análisis De Afectación De Redes Hidrosanitarias, Redes Eléctricas, Red De Aguas Lluvias, Redes De Aires Acondicionados

3. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Los procedimientos realizados y entregables se rigen según las siguientes normas:

- **Resolución 1468 de 2021** del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, donde se definen los parámetros de orden y calidad de los datos recolectados en campo para su posterior uso.

- **Resolución 799 de 2021 artículo 3,** del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, en la cual se modifican varios artículos, incluidos los correspondientes al componente de topografía, de la Resolución 0330 de 2017 – Resolución 799 de 2021.

- **Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente - NSR-10**

- **NTC 1500** Esta norma establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de abastecimiento de agua potable; sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias; sistemas de ventilación; y aparatos y equipos necesarios para el funcionamiento y uso de estos sistemas.

- **Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).** La certificación es una atestación de tercera parte emitida por un Organismo acreditado que declara la conformidad de un producto respecto a un referente normativo específico, en este caso con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

- **Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP.** El objeto fundamental del reglamento es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

- **Esclerómetro (NTC 3692)** Es una prueba que establece la resistencia a la compresión mediante la determinación de la dureza u homogeneidad de la superficie del concreto, y aunque no existe una relación directa entre la dureza y la resistencia del concreto, pueden definirse relaciones empíricas.

4. ASPECTOS GENERALES

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO

Itagüí es un municipio colombiano ubicado en el sur del Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia. Este forma parte de la denominada Área metropolitana del Valle de Aburrá y está conurbado con la ciudad de Medellín. Limita por el este con los municipios de Medellín y Envigado, por el sur con los municipios de Envigado, Sabaneta y La Estrella, y por el oeste con los municipios de La Estrella y Medellín.

Itagüí cuenta con una extensión territorial de 21.09 km2, correspondiendo 12.17 km2 a la zona urbana y 8.91 km2 a la zona rural lo cual lo hace uno de los municipios más pequeños del país, gran parte del territorio está destinado al uso urbano. El nuevo suelo de expansión urbana comprende 130 hectáreas.

Su topografía es variable y es caracterizada, principalmente, por la presencia de pendientes y de riachuelos y quebradas que la atraviesan, se presentan terrenos semiplanos y ondulados hasta terrenos con altas inclinaciones, los terrenos planos del municipio están mayormente urbanizados.

Ilustración 1. Localización general del municipio de Itagüí – Antioquia.



Fuente: Consultoría.

4.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA

Límites del municipio: El Municipio de Itagüí está situado al sur de la ciudad de Medellín, en el Valle de Aburra, una de las nueve regiones en las que se divide cultural y geográficamente el Departamento de Antioquia. Colinda con Medellín, Envigado, Sabaneta y La Estrella.

Ilustración 2. Panorámica Alcaldía Itagüí Antioquia



Fuente: Google Earth

4.3. DATOS CLIMATOLÓGICOS

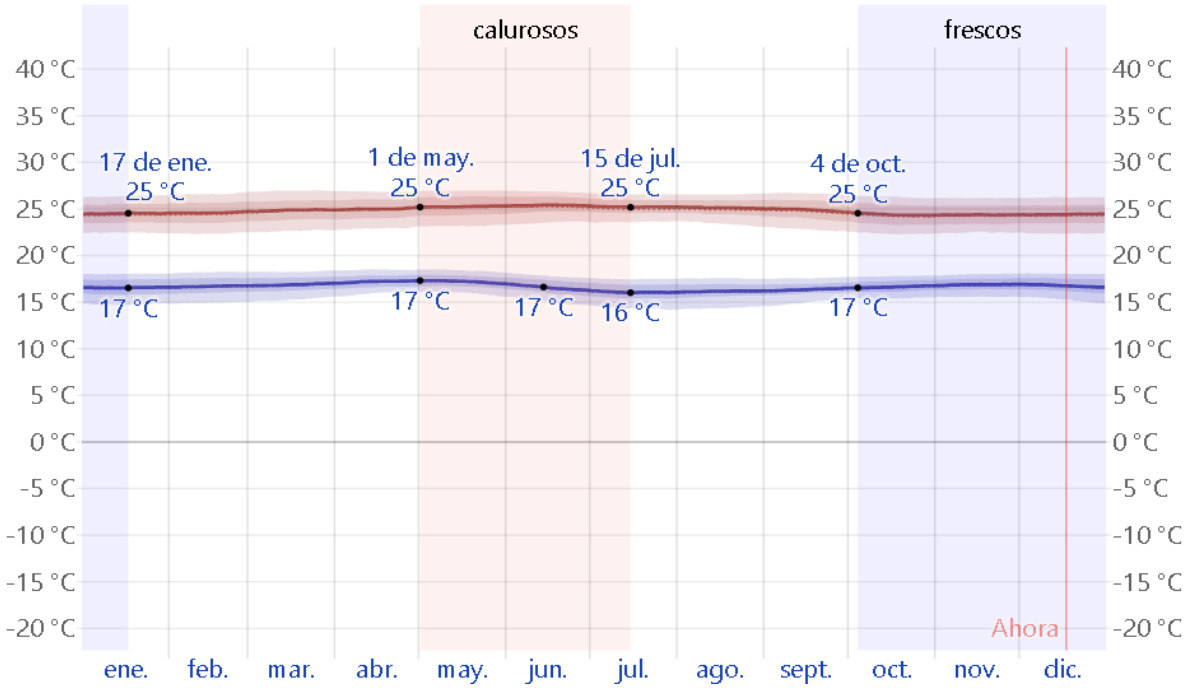
En Itagüí, los veranos son cortos y calurosos, los inviernos son cómodos y está mojado y nublado todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 14 °C o sube a más de 27 °C.

4.3.1. Temperatura mínima y máxima

La temporada templada dura 2,5 meses, del 1 de mayo al 15 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 25 °C. El mes más cálido del año en Itagüí es mayo, con una temperatura máxima promedio de 25 °C y mínima de 17 °C.

La temporada fresca dura 3,4 meses, del 4 de octubre al 17 de enero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 25 °C. El mes más frío del año en Itagüí es octubre, con una temperatura mínima promedio de 17 °C y máxima de 24 °C.

Ilustración 3. Gráfica de temperatura mínima y máxima del municipio



Fuente: © WeatherSpark.com

4.3.2. Nubosidad

En Itagüí, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía poco en el transcurso del año.

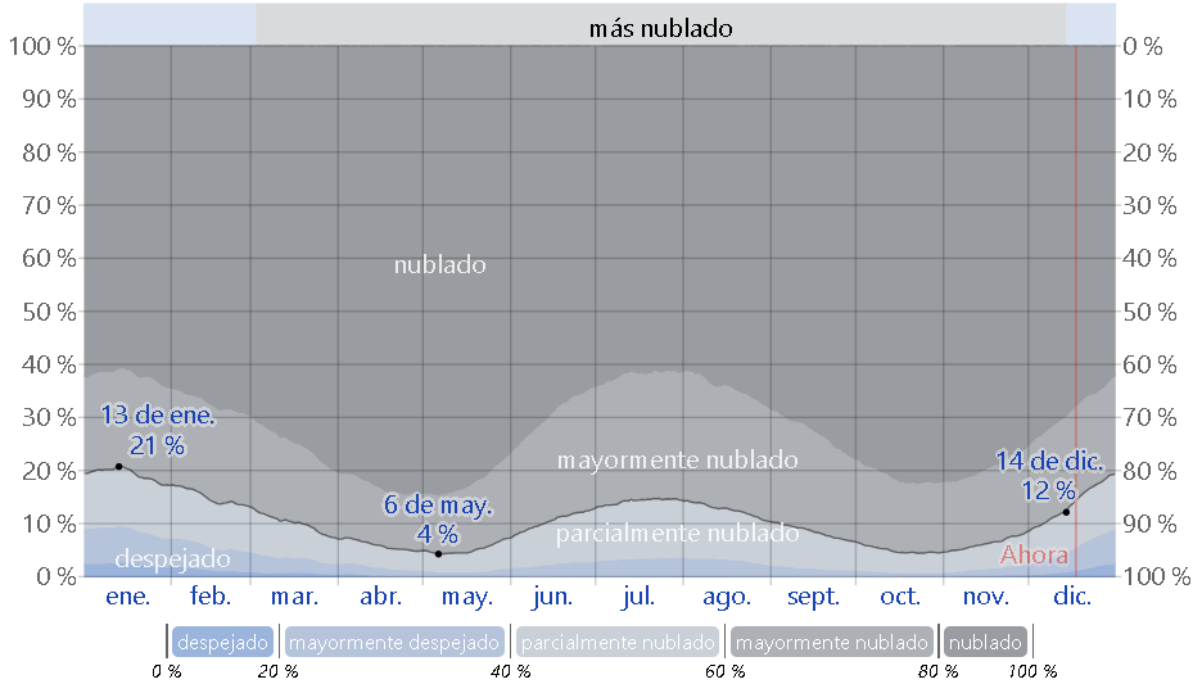
La parte más despejada del año en Itagüí comienza aproximadamente el 14 de diciembre; dura 2,6 meses y se termina aproximadamente el 2 de marzo.

El mes más despejado del año en Itagüí es enero, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 19 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 2 de marzo; dura 9,4 meses y se termina aproximadamente el 14 de diciembre.

El mes más nublado del año en Itagüí es octubre, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 95 % del tiempo

Ilustración 4. Gráfica de nubosidad del municipio



Fuente: © WeatherSpark.com

4.3.3. Precipitacion

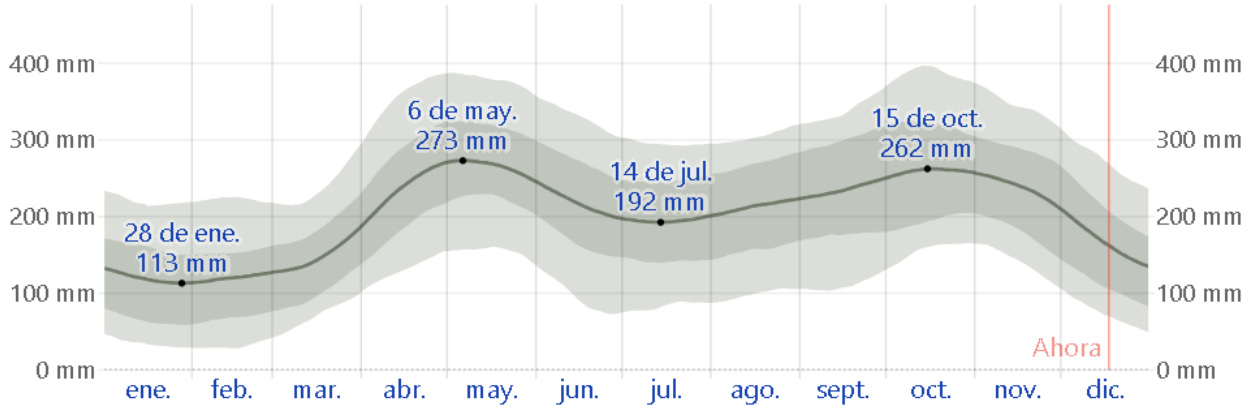
Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Itagüí varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 8,5 meses, de 26 de marzo a 9 de diciembre, con una probabilidad de más del 70 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Itagüí es octubre, con un promedio de 26,4 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 3,5 meses, del 9 de diciembre al 26 de marzo. El mes con menos días mojados en Itagüí es enero, con un promedio de 17,4 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Itagüí es octubre, con un promedio de 26,4 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 87 % el 8 de noviembre.

Ilustración 5. Gráfica lluvia promedio del municipio

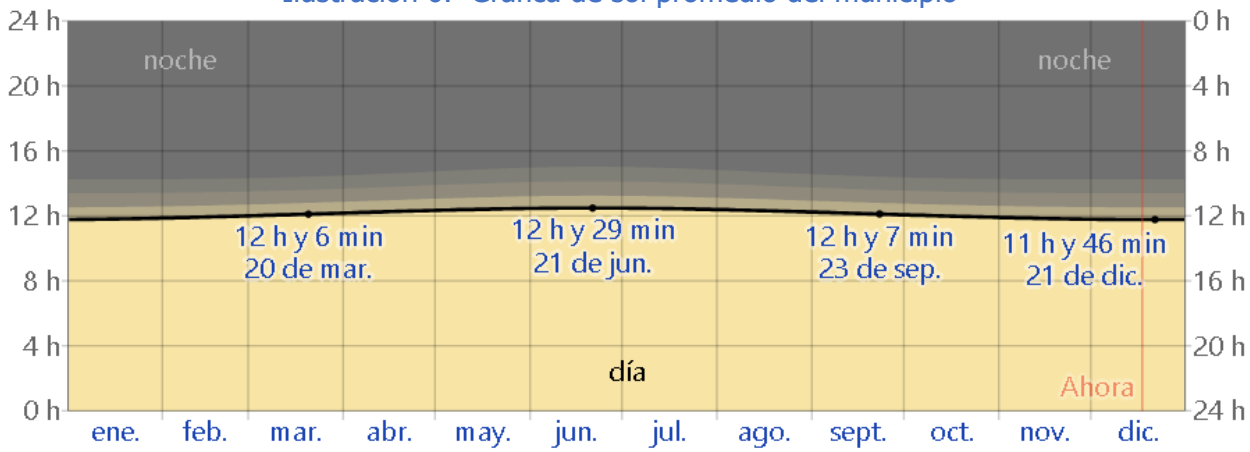


Fuente: © WeatherSpark.com

4.3.4. Sol

La duración del día en Itagüí no varía considerablemente durante el año, solamente varía 28 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2023, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 46 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 12 horas y 29 minutos de luz natural.

Ilustración 6. Gráfica de sol promedio del municipio



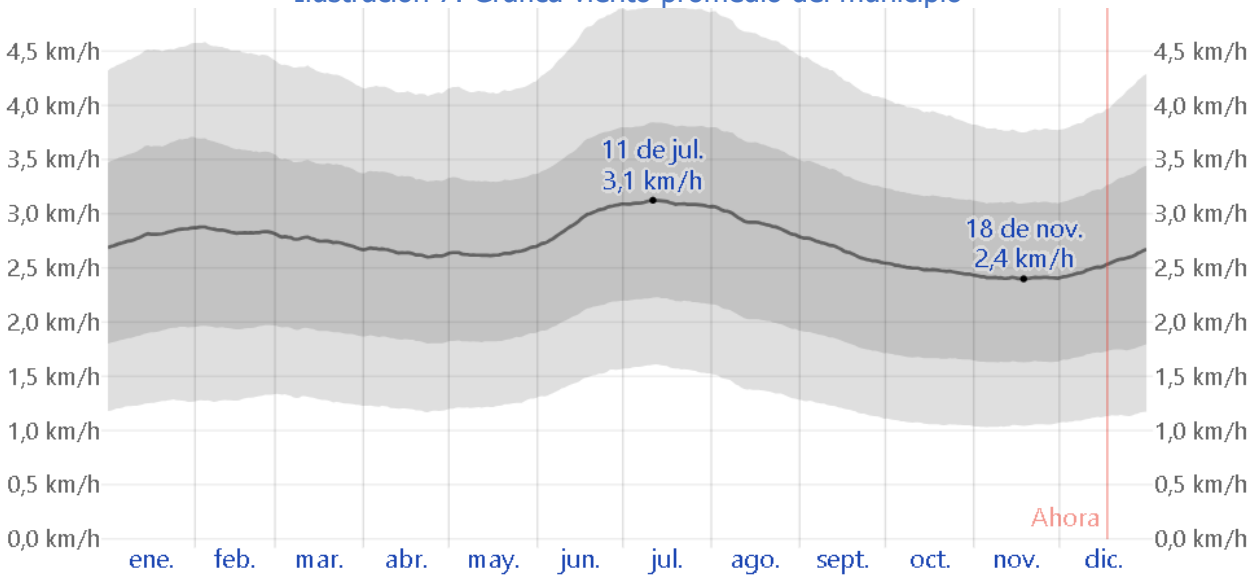
Fuente: *© WeatherSpark.com*

4.3.5. Viento

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Itagüí no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de más o menos 0,4 kilómetros por hora de 2,8 kilómetros por hora.

Ilustración 7. Gráfica viento promedio del municipio



Fuente: *© WeatherSpark.com*

5. HISTORIA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO

En la década de 1970, un convenio entre INDERENA y el gobierno de Canadá resultó en la creación de cursos de formación en varias etapas productivas de la madera, inicialmente ofrecidos por el Centro Forestal. Ante la demanda de la industria, surgió la necesidad de establecer el Centro Nacional del Mueble y Manufactura de la Madera en 1980. Este centro tenía como objetivo capacitar a personal en todos los niveles para la fabricación de muebles, ebanistería industrial y tapicería mediante cursos impartidos por instructores de Canadá. Las instalaciones del Centro Colombo-Canadiense de la Madera, ubicado en el complejo de Calatrava en Itagüí, no solo albergan este centro, sino también los centros de la Confección y el Cuero, contribuyendo al desarrollo tecnológico en áreas industriales que atienden las necesidades no solo de Antioquia, sino de todo el país.

Ilustración 8. Panorámica del edificio en estudio, Sede del SENA en Itagüí, Colombia.



Fuente: Consultor

Los constructores colombianos de finales de los años 70 y principios de los 80 se regían por Código de Normas de Construcción de California (California Building Standards Code), en 1978, la legislación estatal del Estado de California en Estados Unidos (SB 331, Robbins) ordenó que las normas de construcción fueran unificadas en un único código dentro del Código de Regulaciones de California y designadas como el Título 24, el Código de Normas de Construcción de California. La adaptación de esta norma en el país fue llevada a cabo por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), tras estudiar la necesidad de contar con regulaciones sísmicas para el país, creó la Norma AIS 100-81 'Requisitos sísmicos para edificios'. La ocurrencia de un sismo en Popayán en 1983 evidenció la necesidad de ampliar el alcance de la normativa, llevando a la creación de la AIS 100-83 'Requisitos sísmicos para edificaciones' (Garcia, 2015).

A pesar de que el edificio fue construido cumpliendo con las normas de la época, debe adecuarse a las normas actuales que rigen el país. La Ley 400 otorgó al presidente la facultad reglamentaria para emitir decretos, siendo la NRS-98 (vigente hasta diciembre de 2010) y la NSR-10 actual (con decretos reglamentarios actualizados hasta 2012) ejemplos de estas regulaciones. Además, de las

solicitudes estructurales y de servicios que han surgido a lo largo de 40 años, es necesario realizar un diagnóstico patológico para futuras peticiones de servicios, dimensionar las futuras adaptaciones que pueda requerir ante el cambio climático, ahorro energético, autosuficiencia energética, mantenimiento y reparaciones, y garantizar confort y salubridad a los usuarios.

En la época de su construcción, los servicios y redes diseñados incluían la red hidráulica, saneamiento, teléfono y electricidad para iluminación, maquinaria y equipos de laboratorio, entre otros. Con el tiempo, surgieron nuevas solicitudes de servicios como internet, redes inalámbricas de wifi e instalación de computadoras, junto con más equipos electrónicos. Además, los usuarios, tanto administrativos como estudiantes, demandaban mayor confort ante las inclemencias de un clima templado en la zona de Itagüí, Antioquia. Esto llevó a la instalación en fachadas y cubiertas de unidades individuales de enfriamiento, las cuales llegan a presentar un peso bruto que puede variar entre 10 - 95 kilogramos . Solicitudes que en los años en que fue construido el edificio estos sistemas no estaban contemplados en las normas, pero que actualmente forman parte de las solicitudes que piden los usuarios para trabajar de forma confortable, pero a su vez a incurrido en aumentar las demandas energéticas, las solicitudes estructurales como actualizar el sistema eléctrico y la tensión de la energía eléctrica. Sin dejar de mencionar la canalización de aguas lluvia y sistema hidráulico.

Ilustración 9. Evidencia de la incorporación de sistema de enfriamiento en fachadas y cubiertas del edificio.

Unidades de enfriamiento individuales en fachadas

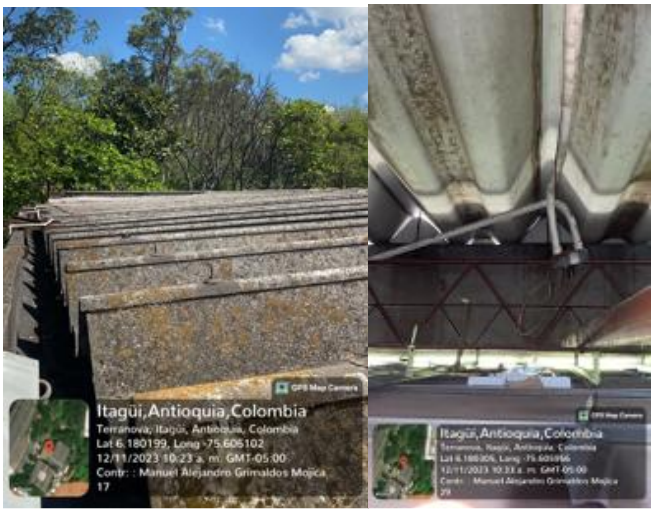
Unidades de enfriamiento individuales en cubiertas



Fuente: Consultor

Ilustración 10. Evidencia de adaptaciones posiblemente del sistema eléctrico por fuera del edificio en la cubierta.

Adaptaciones posibles del sistema hidráulico por fuera y dentro del edificio.



Fuente: Consultor

6. PATOLOGIA DE LA CUBIERTA

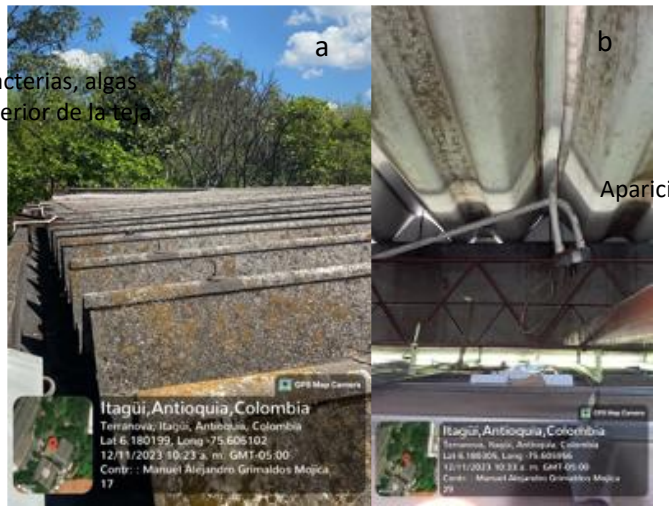
6.1. TEJADO TIPO CANALETA (SEGUNDO PISO)

El techo es uno de los componentes del edificio que más contribuye al ambiente interior y a la correspondiente evaluación del confort térmico en los seres humano, que se conoce como pérdida de energía y/o generación de entropía. A pesar de las preocupaciones sobre la prohibición del amianto, las tejas canaleta o las láminas onduladas de fibrocemento se consideran la alternativa para el cerramiento de edificios de fábricas, almacenes y cobertizos de trenes fue simple, económico y eficaz, ya sea para estructuras permanentes o portátiles entre los años 1920 y 1990. Mismo ofreciendo un aislamiento térmico que proporciona este material se ha considerado inferior que el de las baldosas cerámicas. Las propiedades que influyen para que un material sea un buen aislante térmico son la densidad y la capacidad calórica, según la norma y las especificaciones de los vendedores de este tipo de cubiertas la densidad puede estar entre 1.4 g/cm^3 a 1.65 g/cm^3 y contar con un Coeficiente de conductibilidad térmica k: 4.76 kcal/m^2 h ºC (Tonoli, 2011; ASTM C221-98, 2014; Eternit, 2023). Por otra parte, es importante para el confort térmico en casas en climas cálidos evitar la reducción de la reflectancia del techo, que puede ocurrir a través de la colonización microbiana en tejas tipo canaleta como la que tiene el edificio (Tonoli, 2011).

Las tejas de fibrocemento, presentan decoloración mucho mayor en la superficie superior de la placa (Imagen 4-a superficie superior de la teja), donde los principales colonizadores pueden ser cianobacterias, que, en la superficie inferior protegida, donde la principal biomasa pueden ser hongos (Imagen 4-b superficie inferior de la teja). Crecimiento de algas o cianobacterias en techos de fibrocemento: crecimiento biológico Estos organismos se desarrollan en los techos de cemento corrugado a través de la penetración de componentes filamentosos en el material del techo, lo ablandan y lo debilitan. Reducen la vida útil del tejado, que ronda de 30 a 50 años en buenas condiciones ambientales y de mantenimiento. Las principales características afectadas por condiciones del clima y aparición de bacterias son: tensiones estructurales y mecánicas, efectos del ácido nítrico que interactúa con los componentes de cal en el material del tejado, deterioro mecánico, pérdida de Recubrimientos poliméricos originales, migración de humedad, absorción de agua y otras fuerzas. Los patrones típicos de desgaste o falla del techo son fallas de los sujetadores de las tejas o tejas rotas y que caen (Shirakawa, 2014; Tonoli, 2011).

Ilustración 11. a. superficie superior de la teja, b. superficie inferior de la teja.

Aparición de cianobacterias, algas negras en la parte superior de la teja



Aparición de hongos en la parte inferior de la teja

Fuente: Consultor

Las tejas de asbestos debido a la toxicidad que presentan para las personas que están expuestas, tuvo como ultima actualización con la ASTM C221-98(2014) Standard Specification for Corrugated Asbestos-Cement Sheets (Withdrawn 2019), las especificaciones de la resistencia a la flexión varían entre 2697 N m/m a 7355 N m/m, en caso de tener la teja 9 metros de longitud, tendrá 7.9 m^2 Superficie útil y 9 m^2 Superficie total, 156.65 Peso Kg, y peso promedio por unidad de superficie: 17.4 Kg/m^2. Mientras que la NORMA DE SISMORESISTENCIA NSR-10 en la Tabla B.3.4.1-4 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales – cubiertas, especifica para cubiertas corrugadas de asbesto-cemento una carga de 20 (kgf/m^2) en m^2 de área en planta.

De acuerdo a la NSR – 10, las cargas vivas en las cubiertas son aquellas causadas por: (a) Los materiales, equipos y trabajadores utilizados en el mantenimiento de la cubierta y (b) Las causadas por objetos móviles, tales como materas u otros objetos decorativos, y por las personas que tengan acceso a ellas. Debemos resaltar que, en Colombia, por no tener un diseño de sistema de enfriamiento incorporado en la construcción del edificio original, se han realizados una adecuación para hacer más confortable el interior (ver Imagen 5). Las unidades de aire acondicionado identificados en la imagen pueden tener unos 18 kilos y la unidad mayor aproximadamente 75 kilos.

Ilustración 12. Unidades de enfriamiento en la cubierta

Sistema de enfriamiento individual cuyo peso esta entre 18 a 75 kilos

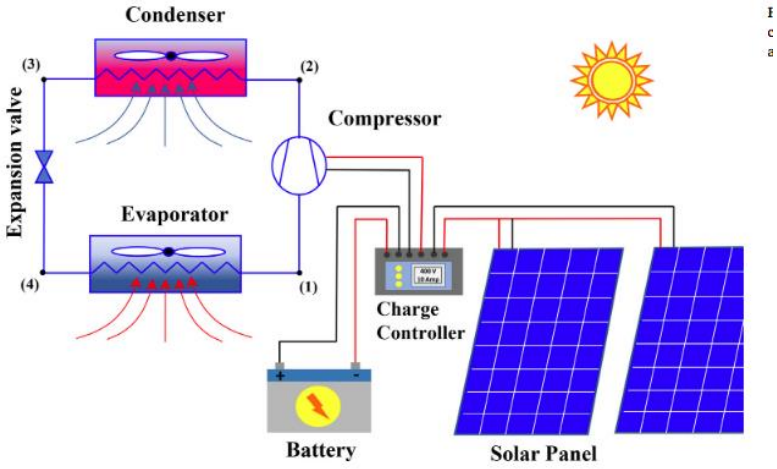


Fuente: Consultor

La descarbonización global exigiría diferentes acciones, incluida la reducción de la demanda de energía, la descarbonización del sector eléctrico y la electrificación del sector industrial que utiliza combustibles fósiles. Para mantener la temperatura global por debajo de 2°C para 2100 (UNFCCC, 2015), el Acuerdo de París diseñó un marco para perseguir a los países en desarrollo en su mitigación climática y específicamente incrementó los esfuerzos para mantener la temperatura por debajo de 1,5 °C debido al ligero aumento entre 1,5°C y 2°C podrían tener un impacto adverso enorme en los países bajos.

Una investigación sobre un nuevo acondicionador de aire alimentado por energía solar que consta de un acondicionador de aire híbrido y un colector solar híbrido (Al-Alili et al., 2012). Empleó el programa de simulación TRNSYS para simular la carga y descarga transitoria de baterías. Los resultados del estudio indican que el área del colector fotovoltaico/térmico de concentración es el factor que más influye en el rendimiento del sistema. Los resultados también indicaron que la integración de un ciclo de rueda desecante con un VCC (vapor compression cycleo o ciclos de compresión a vapor) convencional es más eficaz que el VCC) independiente para garantizar el confort del edificio en ambientes húmedos y calurosos. Además, la simulación reveló que el aire acondicionado solar híbrido tiene un COs más alto que un VCC alimentado por paneles fotovoltaicos y un ciclo de absorción solar. El estudio mostró que los COPs de enfriamiento típicos son 0,68, 0,34 y 0,29, respectivamente. La unidad externa incluye un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un sistema de almacenamiento de energía. El esquema del sistema propuesto comprende la fuente de energía, el almacenamiento de energía y el VCC.

Ilustración 13. El esquema del sistema propuesto. comprende la fuente de energía, el almacenamiento de energía y el VCC (Sulaiman,2023).



Fuente: Consultor

Si se va a disponer de algún sistema de placas solares estos datos de radiación solar serán útiles para prever la energía que producirá. Pronóstico de **energía solar**. La unidad de medida de la **radiación solar** se expresa en **W/m²** (Watios por metro cuadrado). Hablamos de radiación solar en términos generales, para referirnos a las magnitudes habría que hablar de Irradiancia (potencia de la radiación solar por unidad de área (W/m^2)) o de Irradiación (energía por unidad de área (Wh/m^2)).

Para realizar el pronóstico de radiación solar se tiene en cuenta el ángulo de incidencia de radiación solar que depende entre otras de la declinación, latitud, inclinación y ángulo horario. También se tiene muy en cuenta la previsión meteorológica, ya que, por ejemplo, en un día nublado solo tendríamos radiación difusa, muy inferior a la radiación directa. Para el día 17 de diciembre de 2023 se tuvo acceso a diversas paginas web que nos ayudan a ver la localización del edificio (ver Figura 7.), la carta solar (durante todo el año la mayor incidencia que va tener del sol es la fachada sur), para una latitud de 6.1809647, longitud -75.6068999, se espera un total de **3036** wh/m^2 (tutiempo.net). Como se pueden ver en el anexo 1 factores de ganancia solar (shgf) para 6° latitud norte, Factores de Ganancia Solar en unidades de W/m^2. Con el análisis de las fuentes mencionadas la posición de los paneles solares daría mayor rendimiento en dirección Este y Sur-este (Romero, 2020).

Ilustración 14. Posición del sol durante el día 17 de diciembre de 2023.



Fuente: sunearthtools.com

Dependiendo del tamaño, espesor y tipo de paneles solares, agregan una carga estructural que aún no se especifica en las normas actuales de diseño de NSR-10. Estamos prestes a una actualización normativa al país, mientras tanto se debe estimar el peso que va agregar a la estructura. Para contribuir a la mitigación del cambio climático, es necesario hacer una estimación del cálculo de carga de calor al interior del edificio; esto se determina con la suma de todo lo que incide en el calor al interior de un edificio, el material de paredes y cubiertas, la relación de las ventanas con respecto al muro, la cantidad de usuarios, equipos, maquinas, etc. Así, se puede estimar cuanta energía requiere el sistema de enfriamiento para llegar a la temperatura de confort de 22°C, de acuerdo a los solicitado por la ANSI/ASHRAE 55.

Los árboles alrededor de la sede del SENA son los aliados más efectivos para reducir las temperaturas internas de los edificios, ya que absorben la radiación solar (Ver Imagen 2, 4 y 7). Su influencia en el microclima local y su papel en la resiliencia de las ciudades tropicales ante el cambio climático son reconocidos (Abreu et al., 2015). Estos árboles se traducen en una disminución de la incomodidad térmica tanto en espacios públicos urbanos como en edificaciones, al proporcionar sombra natural y contribuir al cambio del microclima mediante la evapotranspiración. Este proceso reduce la incidencia de la radiación solar en la superficie (Abreu et al., 2015), impactando positivamente en la temperatura del aire y aumentando la humedad en el entorno (Binte & Patnaikb, 2018). Esta propuesta se alinea Norma Técnica Colombiana NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares con su numeral 7.3 Comodidad Térmica.

Sin embargo, quedan la cubierta del edificio, no la cubre la vegetación y va incidir directamente en el ambiente interior, el material que se recomienda para el uso de tejados en el 2023 para climas templados, son aquellos que cuentan con aislamiento térmico, que no acumulen energía térmica, incluida la radiación solar, baja densidad y cuenten con porosidad (como espumas) es decir, tenga un sistema tipo Sándwich, con un aislante interno (Zhangabay, 2023), más específicamente una aplicación de poliuretano por aspersión en la parte inferior de las tejas, proporcionando confort

térmico y acústico en los espacios interiores del edificio (Ver imagen 8.a). Además, considerar un diseño de ventilación que en climas templados se recomienda un flujo de aire que permita la circulación de viento que refresque la infraestructura (Ver imagen 8.b). Al seleccionar un tejado más liviano que el fibrocemento existente, ya que pasaría de ser peso promedio por unidad de superficie 17.4 Kg/m^2 a un Peso de 7,46 kg/m^2, se puede considerar la colocación de paneles solares, siempre y cuando no superen la máxima capacidad de resistencia estructural que actualmente cuenta el edificio.

Ilustración 15. Ejemplo de teja con poliuretano, b. ejemplo de diseño de ventilación, c. combinación de techo con panel solar.



Fuente: Consultoria

Las vigas de acero de alma abierta serie K, utilizadas en el edificio desde hace más de cuarenta años como soporte del techo, aún se consideran como elementos estructurales livianos que consisten en cordones superiores e inferiores paralelos conectados por una red de barras de acero en un patrón geométrico, la máxima carga uniforme se calcula con número de peralte, la serie y numero de la sección. Este diseño de red abierta distribuyó cargas de manera eficiente y al mismo tiempo minimizó el uso de material, reduciendo el peso y el costo de la cubierta. Los espacios entre las redes permitieron la fácil instalación e integración de sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería dentro del conjunto de piso o techo, como se puede ver en la imagen 9-Derecha. Se identificaron elementos estructurales expuestos a algún tipo de infiltración y/o mantenimiento inadecuado, no se evidencia pintura ignifuga reciente, resultando en una corrosión superficial generalizada. Esta problemática es especialmente evidente en la imagen 9-Izquierda. Que se pudo

presentar por un ambiente húmedo o poco ventilado. El proceso químico de oxidación afecto toda la superficie expuesta, generando una disminución regular del espesor del metal. Además, el proceso electroquímico se localizaba en puntos concretos, lo que puede llegar a perforar el metal en algún momento. Esto provoca una reducción en la sección resistente, y una vez detectada la corrosión, es necesario evaluar si el elemento estructural es recuperable (García, 2012). Las vigas de acero de alma abierta con ángulos de lados iguales conectadas rígidamente con placas soldadas a las columnas de sección, en caso de ocurrir un sismo pueden ocurrir daños en las articulaciones plásticas de las columnas y la fractura de la soldadura longitudinal (Tapia y García, 2019). Las características que el acero bebe cumplir están establecidas en la norma E937/E937M-93(2023) Método de prueba estándar para la corrosión del acero por material resistente al fuego proyectado (SFRM) aplicado a miembros estructurales.

Ilustración 16. Las vigas de acero de alma abierta Las vigas estructurales Joist, Los elementos que lo componen son 1. Un cordón superior (ASTM A-572), 2. Celosía (ASTM A-36), 3. Cordón inferior (ASTM A-572) y 4. la soldadura.



Fuente: Consultoria

6.2. TEJADO (TERCER PISO)

Tejado del segundo piso presenta en la superficie del aluminio y sus aleaciones γ-Al2O3, debido a su impacto significativo en la resistencia a la corrosión, humectabilidad y rendimiento de adhesión. La relación entre la composición y el espesor de la capa de óxido de aluminio y el rendimiento resultante en la unión, afectan la durabilidad a largo plazo de ellas depende en gran medida de la química de la superficie del sustrato de aluminio antes de la unión; por lo tanto, la caracterización de las capas superficiales superiores es de considerable importancia tecnológica, en este caso si es aplicado en soporte de cielo raso (Gruber, 2023).

Ilustración 17. Corresponde al interior de la cubierta del tercer piso.



Presenta proceso de oxidación

Fuente: Consultoria

7. PATOLOGIA DE LA FACHADA Y MUROS

Los muros se observan de acuerdo con la norma Norma Técnica Colombiana NTC 4205, Ingeniería Civil Y Arquitectura. Unidades De Mampostería De Arcilla Cocida. Ladrillos Y Bloques Cerámicos. Como se puede observar en la Imagen 11 y 12. La fachada y muros del edificio corresponden a Unidades de mampostería macizas y Unidades de mampostería de perforación horizontal ambos a base de arcilla cocida. Cualquier unidad de mampostería, especificada para uso en exteriores, debe cumplir por lo menos con los requisitos de absorción determinados para ese uso. Adicionalmente, si se trata de una fachada, ésta debe cumplir, además, con las exigencias de tolerancia dimensional, distorsión, eflorescencia y límites de defectos superficiales que se presentan en esta norma. En este caso, los ladrillos que se observan en la imagen, cumplen con la norma.

Ahora, las vigas de concreto expuestas en la fachada si presentan deterioro, presencia de dióxido de titanio, afectación de la radiación solar y la lluvia durante más de 40 años. Tanto la mampostería de perforación horizontal como el muro macizo presentan una leve coloración negra que se debe a agentes contaminantes como el CO_2, así como el deterioro y evidencia de fisuras del concreto tanto en vigas como en columnas externas. Como se había mencionado con la Imagen 2 una de las principales alteraciones de la fachada es la incorporación de sistema de enfriamiento individuales.

Ilustración 18. Diagnostico visual de los muros, columnas y vigas externas.



Fuente: Consultoria

Ilustración 19. Identificación de unidades de enfriamiento individuales colocadas en la fachada del edificio.



Fuente: Consultoria

8. PATALOGIA ESTRCUTURAL

Este ensayo se llevo a cabo, siguiendo la ASTM C805/C805M – 18 (equivalente a nivel internacional) o la Norma Técnica Colombiana NTC 3692 2018. Ingeniera Civil Y Arquitectura. (Correspondiente a nivel nacional del territorio colombiano). Método De Ensayo Para Medir El Número De Rebote Del Concreto Endurecido.

Este método de prueba es aplicable para evaluar la uniformidad in situ del concreto, para delinear variaciones en la calidad del concreto en toda una estructura y para estimar la resistencia in situ si se desarrolla una correlación de acuerdo con Las relaciones entre el número de rebote y la resistencia del concreto proporcionadas por los fabricantes de instrumentos deben usarse solo para proporcionar indicaciones de la resistencia relativa del concreto en diferentes ubicaciones de una estructura. Para utilizar este método de prueba para estimar la resistencia, es necesario establecer una relación entre la resistencia y el número de rebote para un concreto dado y un aparato dado por ACI 228.1R4 o BS EN 13791.

El área de la prueba corresponde a uno de los edificios del complejo académico del SENA, en las seccional de Itagüí, Medellín, Colombia. El ensayo con el esclerómetro fue realizado el día 12 de diciembre de 2023, cuyo clima vario entre 20 ºC y 30 ºC durante el ensayo. La zona de estudio como se mencionó en el histórico del edificio, fue construido a finales de los años 1970 y comienzos de 1980, cuando la construcción no tenía normas locales que exigieran un diseño de concreto y estructural sismo resistente, ni la zona de Itagüí estaba zonificado. Las imágenes 14 y 15, las juntas de algunas columnas con la cubierta y muestran la base de algunas columnas en el primer piso.

Ilustración 20. Estado de la estructura



Presenta las juntas de algunas columnas con la cubierta y algunas evidencias de fisuras
Fuente: Consultoria

Ilustración 21. Estado de la estructura



Fuente: Consultoria

La base de las columnas, 1. Presenta diferencia de nivel y descaramiento. 2. Presenta un defecto de fundición y asentamiento evidenciado la formación de fisuras con el filo de la columna, dando la apariencia de una x. 3. Presenta buena apariencia y solo un poco de humedad.

8.1. MATERIALES Y METODOS

El SilverSchmidt es totalmente conforme con EN 12504-2 y EN 13791. Se han aplicado las siguientes normas en SilverSchmidt para el procedimiento de determinar el número de rebote: ASTM C805, JGJ/T 23-2011. Modelos del SilverSchmidt (Ver Imagen 16.a). Se utilizó la piedra de moler para alisar la superficie de ensayo. Se ejecutaron unos pocos impactos de prueba con el martillo para ensayos de hormigón en esta superficie dura y lisa antes de realizar alguna medición que fuera a ser evaluada. Se llevó a cabo una verificación de consistencia en el yunque de prueba. El instrumento fue sostenido firmemente de modo que el émbolo quedara perpendicular a la superficie de prueba. Se registró la orientación del instrumento con respecto a la horizontal con precisión al incremento de 45 grados más cercano. Se utilizó un ángulo positivo si el instrumento apuntaba hacia arriba y un ángulo negativo si apuntaba hacia abajo con respecto a la horizontal durante la prueba. Gradualmente, se empujó el instrumento hacia la superficie de prueba hasta que el martillo impactó.

Ilustración 22. Esclerómetro utilizado en el ensayo y b. Preparación de la superficie para el ensayo.





Fuente: Consultoria

8.2. CALCULO

El cálculo, se realiza descartando las lecturas que difieran del promedio de diez lecturas en más de 6 unidades y determinar el promedio de las lecturas restantes. Si más de dos lecturas difieren del promedio en 6 unidades, descarte todo el conjunto de lecturas y determine los números de rebote en diez nuevas ubicaciones dentro de la prueba. La tabla presenta los resultados de cada columna al interior del edificio.

Tabla 1 Resultados tomados en el lugar en unidades de PSI y MPa de cada columna en los diferentes andares.

Muestra	Columnas	Resistencia in Situ (PSI)	Resistencia in Situ (Mpa)	Apariencia de columnas
TALLER				
1	D7	1050	7.24	lisa
2	E3	1650	11.38	lisa
3	C3	2150	14.83	lisa
4	B7	1300	8.97	lisa
5	B5	1400	9.66	lisa
6	E5	1200	8.28	lisa
7	A3	1650	11.38	lisa
OFICINAS				

Muestra	Columnas	Resistencia in Situ (PSI)	Resistencia in Situ (Mpa)	Apariencia de columnas
8	H5	1300	8.97	lisa
9	I6	1250	8.62	lisa
10	G2	1400	9.66	lisa
11	I2	2450	16.90	lisa
TERCER PISO - BLOQUE NUEVO				
12	H2	3650	25.17	lisa
13	D'1'	3150	21.72	lisa

Fuente: Consultoria

GENERALIDADES DE DURABILIDAD CR4.1.1

Las relaciones agua-material cementante (a/mc) máximas de 0.40 a 0.50 que pueden requerirse para concretos expuestos a condiciones de congelamiento y deshielo, de suelos y aguas con sulfatos, o para prevenir la corrosión del refuerzo típicamente son valores que, para concretos típicos, conducen a valores de resistencia que están cercanos a 35 y 28 Mpa, respectivamente.

Generalmente, las resistencias promedio a la compresión requeridas, cr f' , son 3.5 a 5 MPa más altas que la resistencia especificada a la compresión, cf' . Dado que es difícil determinar con precisión la relación a/mc del concreto durante la producción, el valor de cf' especificado debe ser razonablemente congruente con la relación a/mc requerida por durabilidad. La selección de un valor de cf' que sea congruente con la relación a/mc máxima permitida por durabilidad ayuda a asegurar que la relación máxima a/mc requerida no sea excedida en la obra. Por ejemplo, una relación máxima a/mc de 0.45 y un cf' de 21 MPa no debe ser especificada para la misma mezcla de concreto.

Debido a que usualmente el énfasis en la Supervisión Técnica se centra en la resistencia a la compresión del concreto, los resultados de ensayos substancialmente más altos que la resistencia a la compresión especificada pueden conducir a un descuido en el interés por la calidad y podría conducir a una producción y suministro de concreto que exceda la relación máxima a/mc.

9. REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS RETIE.

El Ministerio de Minas y Energía informa que el pasado 30 de agosto de 2013 se expidió la Resolución 90708 por la cual se expide el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Adicionalmente, por medio de las Resoluciones 90907 de 2013, 90795 de 2014, 40492 de 2015, 40157 de 2017 y 40259 de 2017 se modifican y aclaran algunos artículos del Anexo General de la Resolución 90708 de 2013 y por medio de la resolución 40908 de decide la permanencia del reglamento de acuerdo a lo estipulado en el Diario Oficial.

El edificio presenta adaptaciones de redes eléctricas sin cumplimiento de la norma, cables sin la debida protección de un tuvo y expuesto a los usuarios, terminaciones sin funcionar con el cielo raso caído o conexiones totalmente deterioradas o desconectadas del sistema, con un sistema de protección del cableado color blanco, cuando actualmente se usa verde.

Ilustración 23. Irregularidades en sistema eléctrico debajo de la cubierta tipo canaleta y la cubierta de aleación de aluminio.



Fuente: Consultoria

10. MATRIZ DE RIESGOS

A continuación, un resumen en una tabla de cada elemento estructural del edificio que compromete con la instalación de paneles solares.

Tabla 2 Verificación de los principales elementos estructurales.

Elemento Estructural	Cumple/No cumple	Explicación
Fachada no estructural	Cumple	Los muros realizados con mampostería de ladrillo de arcilla cocida, no presentaron grietas, ni fisuras en las juntas. Cumplen con la norma.
Fachada estructural Columnas exteriores	No cumple	Los resultados de la estimación de resistencia del concreto, están muy por debajo de lo que solicita la norma.
Cubierta	No cumple	Las tejas con componente de asbestos fueron prohibidas por su toxicidad y estar relacionado al cáncer por estar expuesto a sus partículas.
Redes eléctricas	No cumple	Precisan de mejor cumplimento de la norma, mantenimiento y reparaciones
Adecuación de sistema de enfriamiento	No cumple	Los sistemas han sido colocados sobre las columnas y techos, sin verificar si el lugar es adecuado o no, o si el peso agregado no perjudica ni a la fachada ni a la cubierta.
Colocación de paneles solares	No se recomienda, debido al deterioro estructural de la columnas y que la resistencia en las columnas no están correspondiendo a las solicitudes actuales, con la NSR 10.	

Fuente: Consultoria

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La visita técnica de campo fue realizada os días 11 y 12 de diciembre del 2023, en la cual se llevó a cabo un exhaustivo reconocimiento del lugar con el objetivo de evaluar la situación actual de la estructura y llevar a cabo un análisis de patología estructural, de manera que se resalta la importancia de realizar un diagnóstico preciso del sistema, con el fin de proponer las adecuaciones necesarias que garanticen la seguridad y durabilidad de la infraestructura.

La edificación objeto de la visita data aproximadamente de 45 años desde su construccion, lo cual nos indica que es una estructura que no cumple con los requerimientos actuales de la normativa NSR-10, y demás normativas vigentes, entendiendo que al ser una infraestructura de uso institucional – Educativo tiene consideraciones especiales a tener en cuenta.

El Material de Cubierta, se constató que las tejas utilizadas en la cubierta son de asbesto cemento.

Las redes eléctricas se encuentran instaladas debajo de la cubierta, específicamente, bajo el entramado metálico y soportes donde está instalada la cubierta.

Se evidencia que la red de aires acondicionados se encuentra una parte instalada sobre la cubierta.

Con respecto a las redes hidrosanitarias se evidencia la instalación de redes de agua potable sobre la cubierta.

Con base a la visita técnica de campo se recomienda:

Sustitución de Tejas de Asbesto: Dada la presencia de tejas de asbesto cemento, se recomienda la sustitución inmediata de estas por materiales que cumplan con las normativas actuales de seguridad y medio ambiente.

Actualización de Normativas: Se sugiere llevar a cabo una revisión exhaustiva de las normativas locales y nacionales para garantizar que la estructura cumpla con los estándares actuales.

Mantenimiento Preventivo: Implementar un programa de mantenimiento preventivo para asegurar la durabilidad y funcionalidad continua de la edificación.

12. BIBLIOGRAFIA

Abreu-Harbich, L., Chebel L., L., & Matzarakis, A. (2015). Effect of tree planting design
Aire acondicionado marca Challenger. https://soelco.co/producto/aire-acondicionado-challenger-12000-btu-220v-ca-12kbl2-inv-2/. Fecha de acceso: 16 dic. 2023

Aires acondicionados Mirage. https://www.airesmirage.co/productos/aire-acondicionado/ci-comercial-ligero/. Fecha de acceso: 16 dic. 2023.

Al-Alili, A., Hwang, Y., Radermacher, R., Kubo, I., 2012. A high efficiency solar air conditioner using concentrating photovoltaic/thermal collectors. Appl. Energy 93, 138–147.

Álvaro Sánchez Medina, A. Lopez Franco, M. (2002). Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. SENA 45 años de historia, ISBN 958-15-0075-8. Bogotá D.C., Colombia, file:///Users/mac/Downloads/sena_45_anos.pdf, Fecha de acceso: 16 dic.

ANSI/ASHRAE Standard 55. 2020. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc, Atlanta, GA, 2020. ASTM C221-98(2014) Standard Specification for Corrugated Asbestos-Cement Sheets (Withdrawn 2019).

Binte A., S., & Patnaikb, S. (2018). Thermal comfort in urban open spaces: Objective assessment and subjective perception study in tropical city of Bhopal, India. Urban Climate, 954-967.

Canaleta 90, Cubierta canaleta marca Eternit. http://comcementos.com/Descargas/Cubiertas_Tanques/Canaleta%2090.pdf. Fecha de acceso: 16 dic. 2023.

E937/E937M-93(2023) Método de prueba estándar para la corrosión del acero por material resistente al fuego proyectado (SFRM) aplicado a miembros estructurales.

García Olmos, F., Pérez Navarro, J. Manual de prevención de fallos. Corrosión metálica en construcción. Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio CARM. Ed. C.O.A.A.T.I.E. Región de Murcia. I.S.B.N.: 978-84-89882-48-5

GARCÍA, Luis Enrique. Desarrollo de la Normativa Sismo Resistente Colombiana en los 30 años desde su primera expedición. Revista de Ingeniería, [S.l.], n. 41, p. 71-77, feb. 2015. ISSN 20110049. Disponible en: <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/785/938>. Fecha de acceso: 16 dic. 2023 doi:10.16924/riua.v0i41.785.

Gruber, Ralph, Tanja Denise Singewald, Thomas Maximilian Bruckner, Laura Hader-Kregl, Martina Hafner, Heiko Groiss, Jiri Duchoslav, and David Stifter. 2023. "Investigation of Oxide Thickness on Technical Aluminium Alloys—A Comparison of Characterization Methods" Metals 13, no. 7: 1322. https://doi.org/10.3390/met13071322

History of the California Building Code. Título 24, el Código de Normas de Construcción de California. https://www.dgs.ca.gov/BSC/About/History-of-the-California-Building-Code--Title-24-Part-2, Fecha de acceso: 16 dic. 2023.

Norma Técnica Colombiana NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes.

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), decretos 2525 del 13 de julio de 2010, 092 del 17 de enero de 2011, 340 del 13 de febrero de 2012 y 945 del 5 de junio de 2017. ministerios de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, de Transporte y del Interior. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Ministerio de Minas y Energía informa que el pasado 30 de agosto de 2013 se expidió la Resolución 90708

Romero Novoa, Andrés Felipe (2020). Factores De Ganancia De Calor Solar Para Las Latitudes De Colombia Desde 0 Hasta 13 Grados Latitud Norte. Proyecto de Grado Ingeniería Mecánica. Universidad de los Andes. https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/632dd910-b7b8-4958-bba9-be652f9da9aa/content. Fecha de acceso: 16 dic. 2023.

Shirakawa, M.; Werle, A.; Gaylarde, C.; Loh, K.; Vanderley M. John. Fungal and phototroph growth on fiber cement roofs and its influence on solar reflectance in a tropical climate, International Biodeterioration & Biodegradation, Volume 95, Part B, 2014, Pages 332-337, ISSN 0964-8305, https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.12.003.

Sulaiman, A; Obasi, G; Chang, R; Hussein Sayed Moghaieb; D. Mondol, J; Smyth, M; Kamkari, B; Hewitt, N. A solar powered off-grid air conditioning system with natural refrigerant for residential buildings: A theoretical and experimental evaluation, Cleaner Energy Systems, Volume 5, 2023, 100077, ISSN 2772-7831, https://doi.org/10.1016/j.cles.2023.100077. Fecha de acceso: 16 dic. 2023.

Sunearthtools. Outils pour les consommateurs et les concepteurs de l'énergie solaire. https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es#google_vignette. Fecha de acceso: 16 dic. 2023.

Tapia Hernández, Edgar, & García Carrera, Jesús Salvador. (2019). Comportamiento de estructuras de acero durante los sismos de septiembre de 2017. Ingeniería sísmica, (101), 36-52. Epub 30 de abril de 2020.https://doi.org/10.18867/ris.101.499

Tonoli, GHD.; dos Santos, S. F.; Rabi, A.; Nunes dos Santos, W; Savastano Junior, H. Agricultural

Engineering • Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) 68 (1) • Feb 2011 • https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000100001

UNFCCC, 2015. Adoption of the Paris agreement. COP. 25th Session Paris.
Zhangabay, Nurlan y otros, 2023. Analysis of the influence of thermal insulation material on the thermal resistance of new facade structures with horizontal air channels, Case Studies in Construction Materials, Volume 18, 2023, e02026, ISSN 2214-5095, https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02026.

Director de la Consultoría

Manuel Alejandro Grimaldos Mojica
Ingeniero Civil
MP. 17202-107325
Magister En Ingeniería Civil Con Énfasis En Hidráulica, Hidrología Y Medio Ambiente.

Elaboro:

Gloria Esther Urrea Ceferino
Ingeniera Civil
MP. 25202202197 CND
Doctora en Ciencia de Materiales
Magister en Estructuras

Reviso:

Lucas Emilio Niño Neira
Ingeniero Civil
MP. 68202-08716 SND
Especialista en Estructuras

Muestra	Columnas	Resistencia in Situ (PSI)	Resistencia in Situ (Mpa)
TALLER			
1	D7	1050	7,24
2	E3	1650	11,38
3	C3	2150	14,83
4	B7	1300	8,97
5	B5	1400	9,66
6	E5	1200	8,28
7	A3	1650	11,38
OFICINAS			
8	H5	1300	8,97
9	I6	1250	8,62
10	G2	1400	9,66
11	I2	2450	16,90
TERCER PISO - BLOQUE NUEVO			
12	H2	3650	25,17
13	D'1'	3150	21,72

INFORME DISEÑO ESTRUCTURAL DE CUBIERTA PARA EL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA

EL PROYECTO DENOMINADO:

"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

TITULO DEL INFORME:

"INFORME DISEÑO ESTRUCTURAL DE CUBIERTA PARA EL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

DEPARTAMENTO DE ANTIOQQUIA
MUNICIPIO DE ITAGUI
DICIEMBRE – 2023

CONTRATO CO1.PCCNTR.5631543

"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

CONSULTOR:

MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA
CC. 93297048 LIBANO TOLIMA

PRESENTADO A:

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA
CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA

COORDINACIÓN ACADÉMICA ÁREA DE CONFECCIÓN
CARLOS MARIO FRANCO RENDON
SUPERVISOR DEL CONTRATO

DEPARTAMENTO DE ANTIOQQUIA
MUNICIPIO DE ITAGUI
DICIEMBRE - 2023

CUADRO CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN No.	ELABORADO POR	FECHA	DESCRIPCION DE CAMBIOS	APROBADO POR
0.0	Diego Aaron Rodríguez Cumplido Ingeniero Civil	11/12/2023	Documento Preliminar	Director Consultoría
0.1	Nicolas Raúl Cubides Najar Ingeniero Civil	18/12/2023	Documento Final	Director Consultoría

[ ] **[COPIA CONTROLADA]**
[X] **[COPIA NO CONTROLADA]**

[COPIA NO CONTROLADA]

DICIEMBRE 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7
2. OBJETIVOS 8
2.1. OBJETIVO GENERAL 8
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 8
3. MARCO LEGAL Y NORMATIVO 9
4. ASPECTOS GENERALES 10
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO 10
5. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES 10
6. CALCULO ESTRUCTURAL 11
6.1. CARGAS 12
6.2. CORREAS 12
6.3. CALCULO DE CERCHAS CON SAP2000 16
6.3.1. Calculo de cercha cubierta 1 17
6.3.2. Cálculo de cercha cubierta 2 23
6.3.3. Cálculo de cercha cubierta 3 30
7. SOLDADURA 37
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38
9. BIBLIOGRAFIA 39

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del municipio de Itagüí – Antioquia. 10
Ilustración 2 Planimetría cubierta 12
Ilustración 3 Parámetros de diseño correas 13
Ilustración 4 Opciones de perfiles a utilizar 14
Ilustración 5 Características perfil escogido 15
Ilustración 6 Combinaciones de carga utilizadas 15
Ilustración 7 Comprobaciones estructurales de la sección 16
Ilustración 8 Pre dimensionamiento cercha cubierta 1 17
Ilustración 9 Perfil 250x100x5 17
Ilustración 10 Perfil 100x100x4 18
Ilustración 11 Carga muerta cubierta 1 18
Ilustración 12 Carga viva cubierta 1 19
Ilustración 13 Carga viento cubierta 1 19
Ilustración 14 Carga viento cubierta 1 19
Ilustración 15 Asignación de cargas 20
Ilustración 16 Combinación de cargas 20
Ilustración 17 Deflexiones máximas en cercha 1 21
Ilustración 18 Evaluación de cargas en elementos de cercha 1 21
Ilustración 19 Combinaciones de carga cubierta 1 Sap2000 22
Ilustración 20 Resultados de diseño cubierta 1 Sap2000 23
Ilustración 21 Pre dimensionamiento cercha cubierta 1 23
Ilustración 22 Perfil 250x100x5 24
Ilustración 23 Perfil 100x100x4 24
Ilustración 24 Carga muerta cubierta 2 25
Ilustración 25 Carga viva cubierta 2 25
Ilustración 26 Carga viento cubierta 2 25
Ilustración 27 Carga viento cubierta 2 26
Ilustración 28 Asignación de cargas 26
Ilustración 29 Combinación de cargas 27
Ilustración 30 Deflexiones máximas en cercha 2 27
Ilustración 31 Evaluación de cargas en elementos de cercha 2 28
Ilustración 32 Combinación de cargas cubierta 2 Sap2000 29
Ilustración 33 Resultados de diseño cubierta 2 Sap2000 30
Ilustración 34 Pre dimensionamiento cercha 3 30
Ilustración 35 Perfil 150x100x6 31
Ilustración 36 Perfil 100x100x4 31
Ilustración 37 Carga muerta cubierta 3 31
Ilustración 38 Carga viva cubierta 3 32
Ilustración 39 Carga viento cubierta 3 32
Ilustración 40 Carga viento cubierta 3 32
Ilustración 41 Asignación de cargas cubierta 3 33
Ilustración 42 Combinación de cargas cubierta 3 33

Ilustración 43 Deflexiones máximas en cercha 3 34
Ilustración 44 Evaluación de cargas en elementos de cercha 3 34
Ilustración 45 Combinaciones de carga cubierta 3 Sap2000 35
Ilustración 46 Resultados de diseño cubierta 3 Sap2000 36

1. INTRODUCCIÓN

MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA, mediante **CONTRATO CO1.PCCNTR.5631543** se comprometido con él con el SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA a realizar la consultoría cuyo objeto es CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.

Dentro de esta consultoría tiene contemplada la actividad de*: CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.*

El presente informe tiene como objetivo proporcionar una visión integral del diseño de una cubierta, abordando aspectos cruciales que van desde el análisis estructural hasta la selección de materiales. En el proceso de diseño, se ha considerado cuidadosamente la interacción entre los elementos arquitectónicos y estructurales, buscando alcanzar un equilibrio que garantice la durabilidad, eficiencia y seguridad de la estructura. Además, se han evaluado diversos factores ambientales y climáticos para asegurar que la cubierta metálica no solo cumpla con las exigencias técnicas, sino que también se integre de manera armoniosa con el entorno circundante.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una cubierta en estructura metálica eficiente y segura, que cumpla con la normatividad colombiana y promueva la sostenibilidad, contribuyendo al desarrollo estructural de proyectos en el país en busca de poder cumplir con el contrato denominado **"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.**

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Consultar y analizar las condiciones climáticas específicas del sitio de instalación considerando variables como la lluvia, temperatura, vientos y humedad, con el fin adaptar el diseño de la cubierta a las exigencias climáticas locales.
- Identificar y evaluar materiales metálicos disponibles en el mercado colombiano, considerando su resistencia, durabilidad, para seleccionar aquellos que mejor se adecuen a las necesidades del proyecto.
- Asegurar el cumplimiento de las normativas y códigos de construcción colombianos en el diseño de la cubierta metálica, abordando aspectos como carga de viento, resistencia sísmica y requisitos de seguridad estructural para garantizar a conformidad la normativa vigente.
- Desarrollar un diseño estructural robusto y seguro, realizando análisis de carga y resistencia para garantizar la estabilidad de la cubierta frente a condiciones climáticas extremas, asegurando la integridad estructural a lo largo del tiempo.

3. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Los procedimientos realizados y entregables se rigen según las siguientes normas:

- **Resolución 1468 de 2021** del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, donde se definen los parámetros de orden y calidad de los datos recolectados en campo para su posterior uso.

- **Resolución 799 de 2021 artículo 3,** del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, en la cual se modifican varios artículos, incluidos los correspondientes al componente de topografía, de la Resolución 0330 de 2017 – Resolución 799 de 2021.

- **Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente - NSR-10** la cual establece las disposiciones para el diseño sísmico de estructuras, incluyendo cubiertas. Contiene requisitos específicos para la resistencia sísmica y las cargas sísmicas que deben ser consideradas en el diseño.

- **Reglamento colombiano de construcción en Acero NSR-10 Titulo A**, el cual se enfoca en las estructuras de acero. Contiene disposiciones detalladas para el diseño, la fabricación y la construcción de estructuras metálicas, incluyendo cubiertas.

4. ASPECTOS GENERALES

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO

Itagüí es un municipio colombiano ubicado en el sur del Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia. Este forma parte de la denominada Área metropolitana del Valle de Aburrá y está conurbado con la ciudad de Medellín. Limita por el este con los municipios de Medellín y Envigado, por el sur con los municipios de Envigado, Sabaneta y La Estrella, y por el oeste con los municipios de La Estrella y Medellín.

Itagüí cuenta con una extensión territorial de 21.09 km2, correspondiendo 12.17 km2 a la zona urbana y 8.91 km2 a la zona rural lo cual lo hace uno de los municipios más pequeños del país, gran parte del territorio está destinado al uso urbano. El nuevo suelo de expansión urbana comprende 130 hectáreas.

Su topografía es variable y es caracterizada, principalmente, por la presencia de pendientes y de riachuelos y quebradas que la atraviesan, se presentan terrenos semiplanos y ondulados hasta terrenos con altas inclinaciones, los terrenos planos del municipio están mayormente urbanizados.

Ilustración 1. Localización general del municipio de Itagüí – Antioquia.



Fuente: Consultoría.

5. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

La armadura de una cubierta metálica está constituida por miembros formando triángulos o grupos de triángulos. El propósito de las armaduras de techo es servir de apoyo a una cubierta ara protegerse contra los elementos naturales como de la lluvia, nieve, viento y demás fenómenos climatológicos. Una estructura metálica puede ser trianguladas, rectas y curvas, para su elección

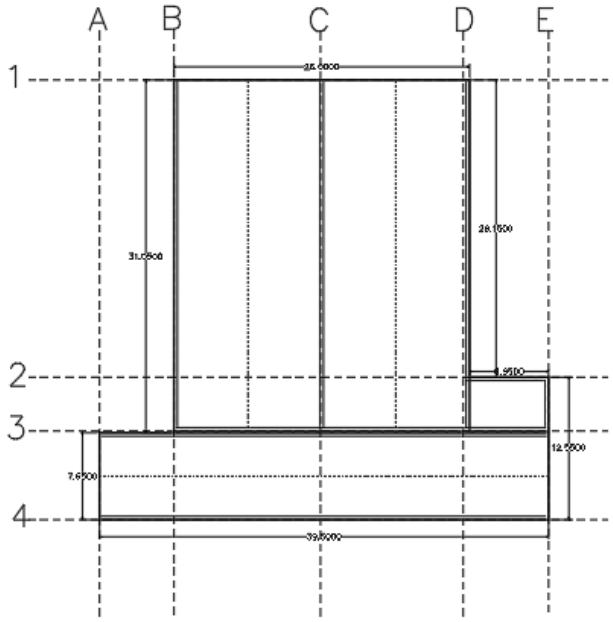
depende de ciertos detalles como el tipo de cubierta, el clima, iluminación, cargas y necesidad del cliente, las separaciones laterales dependen de la clase de material para la cubierta, las luces de las estructuras y condiciones de cimentación. La armadura metálica puede ser apoyada en muros de concreto, o en columnas de acero o concreto reforzado, ellas se fijan por sus extremos a estos muros o columnas con pernos de anclaje.
Los materiales estructurales de acero se consideran de gran resistencia, por su excelente composición, ya que son de poco peso, facilidad de fabricación, gran resistencia, y demás propiedades, como lo son la unión de estas mediante soldadura o pernos, dichas ventas y propiedades son:

- Alta resistencia: la alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será relativamente menor el peso de las estructuras.
- Uniformidad: las propiedades del hacer no se alteran con el tiempo, y no varía con la localización en los elementos estructurales.
- Elasticidad: el acero se acerca a un comportamiento linealmente elástico, hasta alcanzar esfuerzos considerables.
- Durabilidad: si el mantenimiento de las estructuras del acero es adecuado su vida útil será mucho mayor.
- Ductilidad: el acero permite soportar grandes deformaciones sin fallar bajo esfuerzos de tensión altos, ayudando que las fallas sean más evidentes.
- Tenacidad: los aceros estructurales poseen resistencia y ductilidad, además tienen capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación. (C. McCormac, 2012)

6. CALCULO ESTRUCTURAL

Como primera medida para el calculo de los elementos que componen la cubierta se hace el pre dimensionamiento de la estructura, el cual se define de la siguiente manera:

Ilustración 2 Planimetría cubierta



6.1. CARGAS

Se definen las cargas que actuaran sobre la estructura de la cubierta, de la siguiente manera

- Carga viva: Según la NSR-10 Titulo B se define como carga viva para este tipo de cubierta un valor de 0.5 KN/m2.
- Carga muerta: Sumatoria de peso de teja 0.12 KN/m2, peso de elementos externos como cielo rasos, lámparas y tubería contraincendios 0.32 KN/m2.
- Carga de viento: Según la NSR-10 Titulo B se define una carga de viento de 0.4 KN/m2.

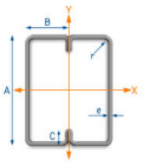
6.2. CORREAS

Teniendo en cuenta el pre-dimensionamiento dado, con una separación entre correas de 1 m se utiliza el programa Corpasoft para realizar el calculo estructural de las correas, escogiéndose de igual manera una correa tipo cajón, obteniendo los siguientes resultados:

Ilustración 3 Parámetros de diseño correas

Tipo de sección: Cajón

Materiales	
Módulo de elasticidad del acero E (MPa):	204000
Esfuerzo de fluencia del Perlín Fy (MPa):	280
Esfuerzo último del perlín Fu (MPa):	365



Número de luces: 1 Luz

5,15m

Separación correas S(m): 1

Pendiente de la cubierta M (%): 12

Tensores a: Sin tensores

Cargas Sobreimpuestas

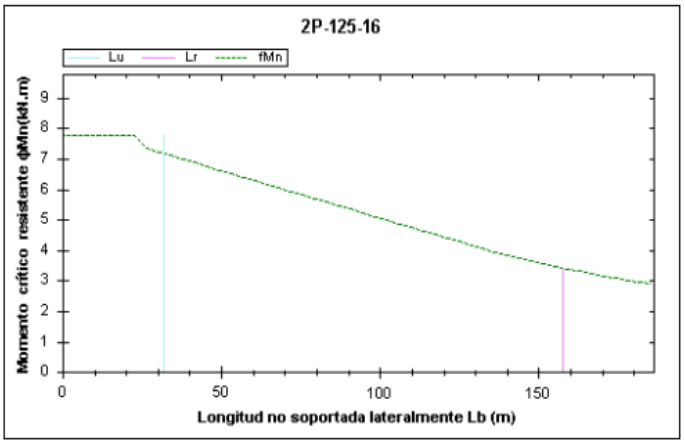
Tipo de teja:	Standing Seam con aislamiento (0.12kN/m²)
Elementos varios:	Lámparas (0.04KN/m²)
	Tuberia Contra Incendio (0.12KN/m²)
	Impermeabilización (0.16KN/m²)
Carga viva (kN/m²):	0,5
Granizo (kN/m²):	0
Otro adicional a los anteriores (kN/m²):	0
Viento en succión (kN/m²):	0,4
Viento en presión (kN/m²):	0,4

Ilustración 4 Opciones de perfiles a utilizar

Designación	Peso negro Kg/m	Momento último Mu [kN·m]	Cortante último Vu [kN]	(Mux/ϕMnx)+(Muy/ϕMny)	(Mux/ϕMnx)^F+(Vux/ϕVnx)^F
2P-125-16	5,66	5,49	4,26	0,83	N/A
2P-150-16	6,24	5,51	4,28	0,67	N/A
2P-6-16	6,94	5,54	4,3	0,6	N/A
2P-125-14	7,54	5,56	4,32	0,51	N/A
2P3-6-16	7,62	5,57	4,32	0,56	N/A
2P-8-16	8,14	5,59	4,34	0,43	N/A
2P-150-14	8,32	5,6	4,35	0,41	N/A
2P-100-12	8,4	5,6	4,35	0,56	N/A
2P-9-16	8,74	5,61	4,36	0,38	N/A
2P3-8-16	8,82	5,62	4,36	0,4	N/A
2P-6-14	9,26	5,63	4,37	0,36	N/A
2P-10-16	9,34	5,64	4,38	0,35	N/A
2P3-9-16	9,42	5,64	4,38	0,36	N/A
2P-125-12	9,42	5,64	4,38	0,42	N/A
2P3-10-16	10,02	5,66	4,4	0,33	N/A
2P-100-11	10,08	5,66	4,4	0,49	N/A
2P3-6-14	10,16	5,67	4,4	0,35	N/A
2P-150-12	10,4	5,68	4,41	0,34	N/A
2P-12-16	10,52	5,68	4,41	0,31	N/A
2P-8-14	10,84	5,69	4,42	0,26	N/A
2P3-12-16	11,22	5,71	4,43	0,29	N/A
2P-125-11	11,3	5,71	4,44	0,37	N/A
2P-6-12	11,56	5,72	4,45	0,29	N/A
2P-9-14	11,64	5,73	4,45	0,23	N/A
2P-14-16	11,72	5,73	4,45	0,28	N/A
2P3-8-14	11,76	5,73	4,45	0,25	N/A
2P-10-14	12,44	5,76	4,47	0,2	N/A
2P-150-11	12,48	5,76	4,47	0,29	N/A
2P3-9-14	12,56	5,76	4,48	0,22	N/A
2P3-6-12	12,72	5,77	4,48	0,27	N/A
2P3-10-14	13,36	5,79	4,5	0,19	N/A
2P-8-12	13,56	5,8	4,51	0,21	N/A
2P-6-11	13,88	5,82	4,52	0,24	N/A
2P-12-14	14,04	5,82	4,52	0,17	N/A
2P-9-12	14,56	5,84	4,54	0,18	N/A
2P3-8-12	14,7	5,85	4,54	0,19	N/A
2P3-12-14	14,96	5,86	4,55	0,17	N/A
2P3-6-11	15,26	5,87	4,56	0,22	N/A
2P-10-12	15,56	5,88	4,57	0,16	N/A
2P-14-14	15,64	5,88	4,57	0,16	N/A
2P3-9-12	15,7	588,69	457,23	0,17	N/A
2P-8-11	16,28	590,98	459,01	0,17	N/A

Ilustración 5 Características perfil escogido

Propiedades Físicas y Geométricas	
A (mm):	125
B (mm):	50
C (mm):	20
CALIBRE:	16
ESPESOR, e (mm):	1,5
PESO NEGRO (kg/m):	5,66
PESO GALV (kg/m):	5,72
AREA BRUTA (mm²):	758
AREA EFECTIVA (mm²):	608
Ix (mm4):	1,82E+06
Iex (mm4):	1,82E+06
Sx (mm³):	2,92E+04
Sxe (mm³):	2,92E+04
Iy (mm4):	1,11E+06
Iey (mm4):	9,14E+05
Sy (mm³):	2,23E+04
Sye (mm³):	1,65E+04
rx (mm):	49,1
ry (mm):	38,3
Xcg (mm):	0
Ycg (mm):	0
J (mm4):	2,00E+06
Cw (cm6):	2,60E+07



Cargas Gravitacionales	
Carga muerta - D (kN/m²):	0,46
Carga viva de cubierta - Lr (kN/m²):	0,5
Carga de granizo - G (kN/m²):	0
Viento en presión (kN/m²):	0,4
Viento en succión (kN/m²):	0,4

Ilustración 6 Combinaciones de carga utilizadas

Combinaciones Hipótesis de Cargas	Carga Última En Dirección Horizontal Wh(Kg/m)			Carga Última En Dirección Vertical Wv(Kg/m)				
	Wucm = γcd	W CV = γ (CV)	Wu	Wcm = γcd	W CV = γ...	WCWp = γCW	WCWs = γCW	Wu
1,4CM+0CV+0W	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
1,2CM+1,6CV+0W	0,07	0,1	0,16	0,54	0,79	0	0	1,34
1,2CM+1,6CV+0,8W	0,07	0,1	0,16	0,54	0,79	0,32	0,32	1,66
1,2CM+0,5CV+1,6W	0,07	0,03	0,1	0,54	0,25	0,64	0,64	1,43
1,2CM+1CV+0W	0,07	0,06	0,12	0,54	0,5	0	0	1,04
0,9CM+0CV+1,6W	0,05	0	0,05	0,41	0	0,64	0,64	1,05
0,9CM+0CV+0W	0,05	0	0,05	0,41	0	0	0	0,41

Combinaciones Hipótesis de Cargas	Momento Último Mu(kg·m)		Cortante Último Vu(kN)	
	Muy	Mux	Vuy	Vux
1,4CM+0CV+0W	0,25	0,25	0,25	0,25
1,2CM+1,6CV+0W	0,53	4,44	0,21	3,45
1,2CM+1,6CV+0,8W	0,53	5,49	0,21	4,26
1,2CM+0,5CV+1,6W	0,32	4,73	0,12	3,68
1,2CM+1CV+0W	0,41	3,45	0,16	2,68
0,9CM+0CV+1,6W	0,16	3,46	0,06	2,69
0,9CM+0CV+0W	0,16	1,35	0,06	1,05

Mux = 5 kN.m

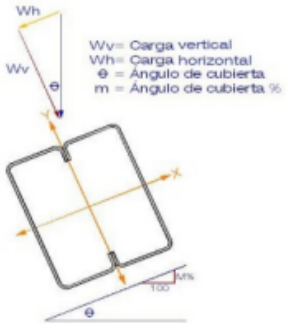
Muy = 1 kN.m

Vux = 4 kN

Ilustración 7 Comprobaciones estructurales de la sección

Capacidades de la sección	
Mnx (kN-m):	8,17
Mny (kN-m):	4,62
Mnxx (kN-m):	3,4
Vnx (kN):	45,75
Condición de soporte lateral:	1
Lb (m) (Longitud no arriostrada):	5,15
Lu (m):	31,78
Lr (m):	157,63
Cb:	1
Fe (MPa):	3964,74
Fc (MPa):	280
ϕMnx (kN-m):	7,76
ϕMny (kN-m):	4,39

Análisis De Deflexiones		
Inercia de la sección Ixe (mm4):	1,82E+08	
Δy(mm) CV:	12,31	
Δadm(mm) CV: L/240=	21,46	OK
Δy(mm) CM+(CV ó G):	23,56	
Δadm(mm) CM+(Cv ó G): L/180=	28,61	OK
Δy(mm) CV en voladizo:	0	
Δadm(mm) CV en voladizo: L/180=	0	NA
Δy(mm) CM+(CV ó G) en voladizo:	0	
Δadm(mm) CM+(Cv ó G) en voladizo: L/120=	0	NA



Acorde con los resultados obtenidos y verificando que las deflexiones máximas estén dentro de los parámetros se establece como correa perfil tipo cajón con la unión de dos perfiles tipo C denominado 2P 125-16 de medidas **12.5x5x0.15cm.**

6.3. CALCULO DE CERCHAS CON SAP2000

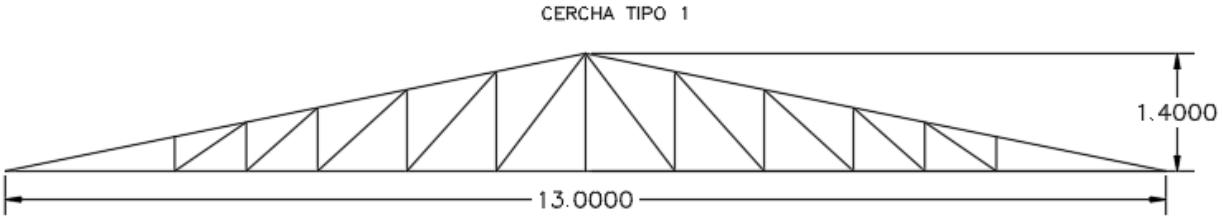
Para realizar el análisis de la estructura se utiliza el programa Sap2000, software especializado en el calculo de cualquier tipo de estructuras, para este diseño se deben tener en cuenta parámetros iniciales para modelar la estructura de la cubierta, los cuales son:

- Pre dimensionamiento inicial de cercha: Se hace el pre dimensionamiento de las cerchas.
- Avalúo de cargas: Para que el programa pudiera realizar el análisis de manera correcta se hace un avalúo de cargas por el método de áreas aferentes.
- Combinaciones de carga: Se tiene en cuenta las combinaciones de carga dadas por la norma NSR-10 Titulo B.
- Carga muerta obtenida en el calculo de correas hecha previamente.
- Materiales y secciones a utilizar en el diseño.

6.3.1. Calculo de cercha cubierta 1

Se carga en el programa Sap2000 el pre dimensionamiento de la cercha

Ilustración 8 Pre dimensionamiento cercha cubierta 1



Una ves cargado el pre dimensionamiento se definen los materiales que van a componer la estructura de la cubierta, para este caso es acero A500 grado C, y el dimensionamiento de los perfiles a utilizar.

Ilustración 9 Perfil 250x100x5

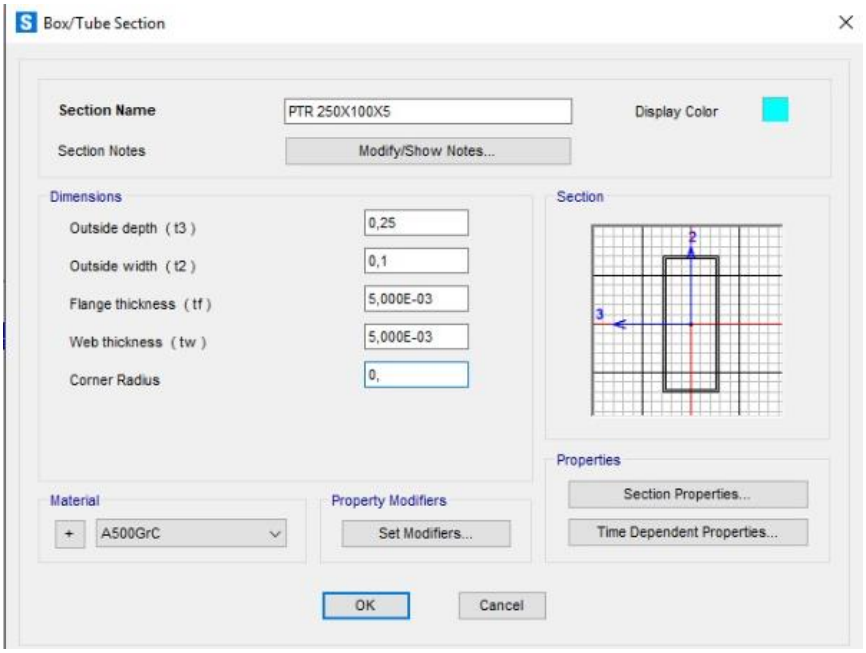
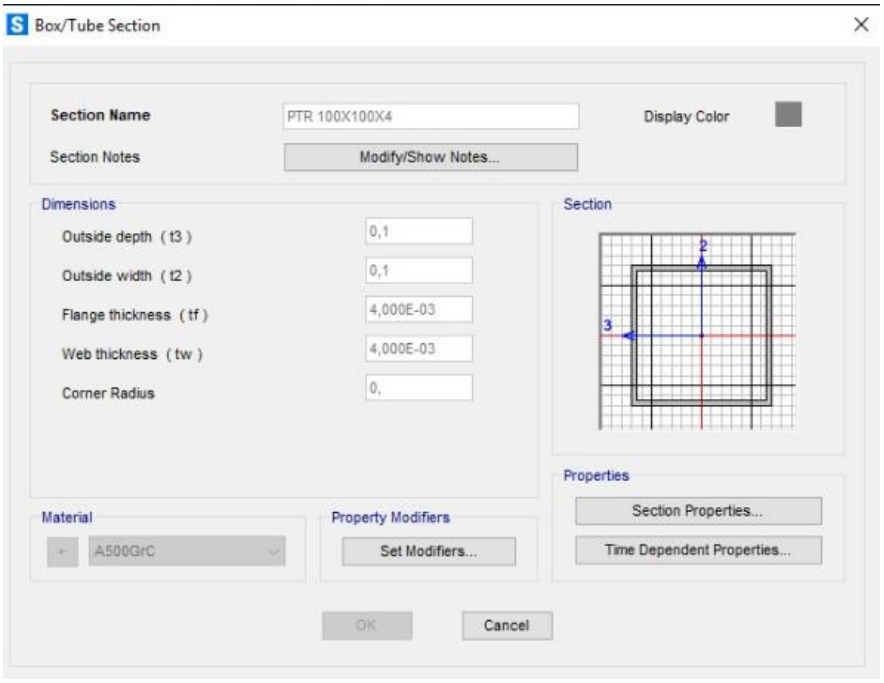


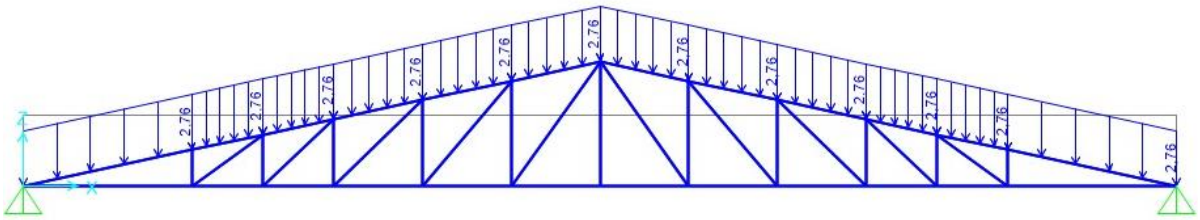
Ilustración 10 Perfil 100x100x4



Se procede a asignar las cargas a utilizar sobre el dibujo de la estructura de la siguiente manera:

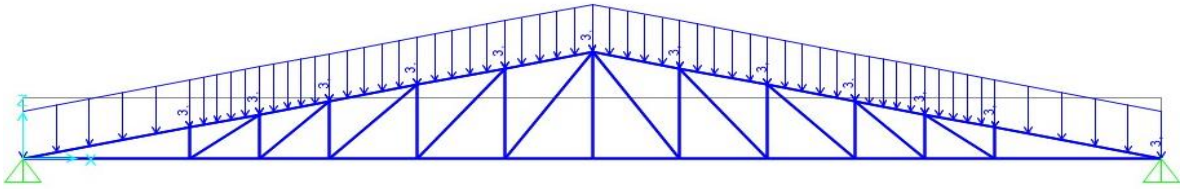
- Carga muerta: 2.76 KN/M

Ilustración 11 Carga muerta cubierta 1



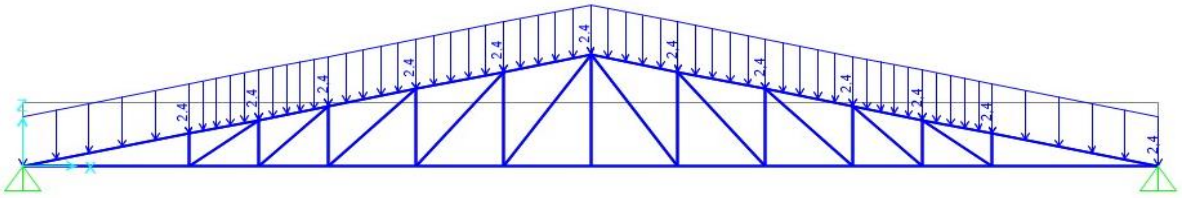
- Carga viva: 3 KN/M

Ilustración 12 Carga viva cubierta 1



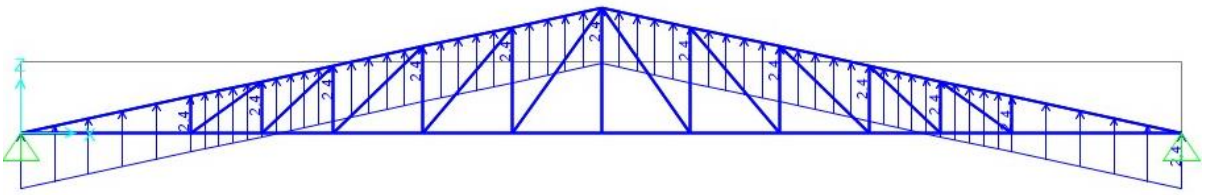
- Carga viento -Z: 2.4 KN/M

Ilustración 13 Carga viento cubierta 1



- Carga viento Z: 2.4 KN/M

Ilustración 14 Carga viento cubierta 1



Una vez cargadas las cargas a utilizar se proceden a cargar las combinaciones de carga a utilizar en el diseño acorde lo indica la norma NSR-10.

Ilustración 15 Asignación de cargas

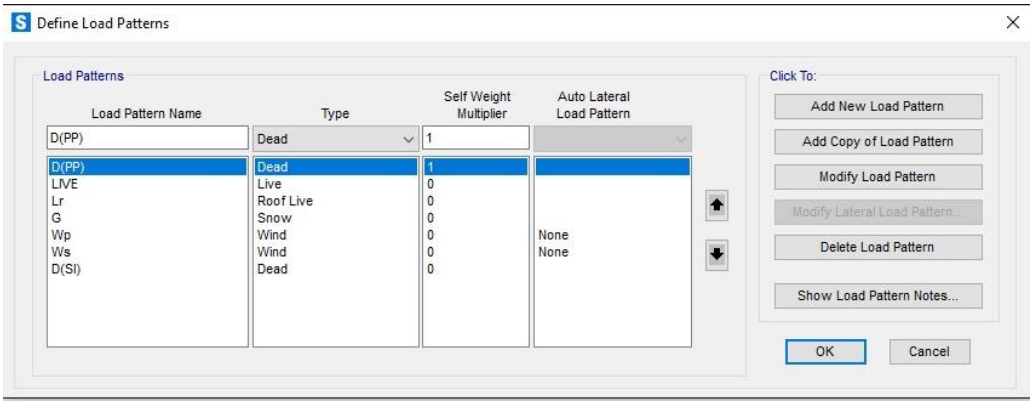
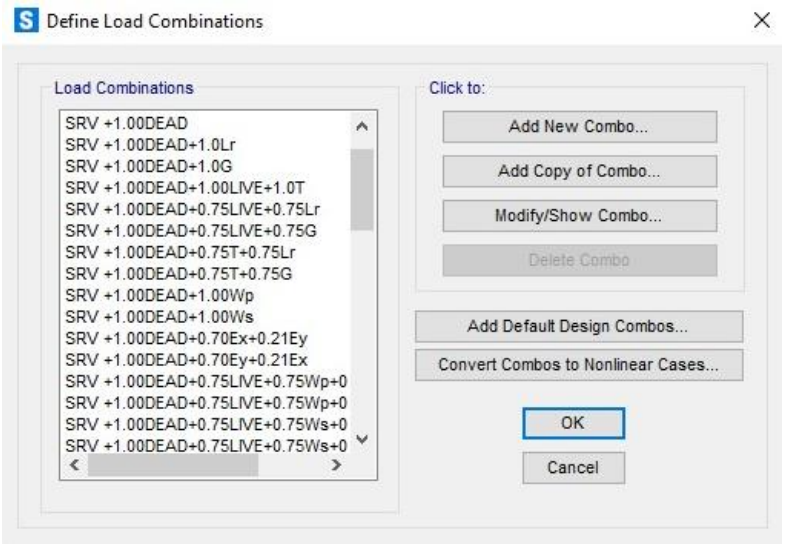
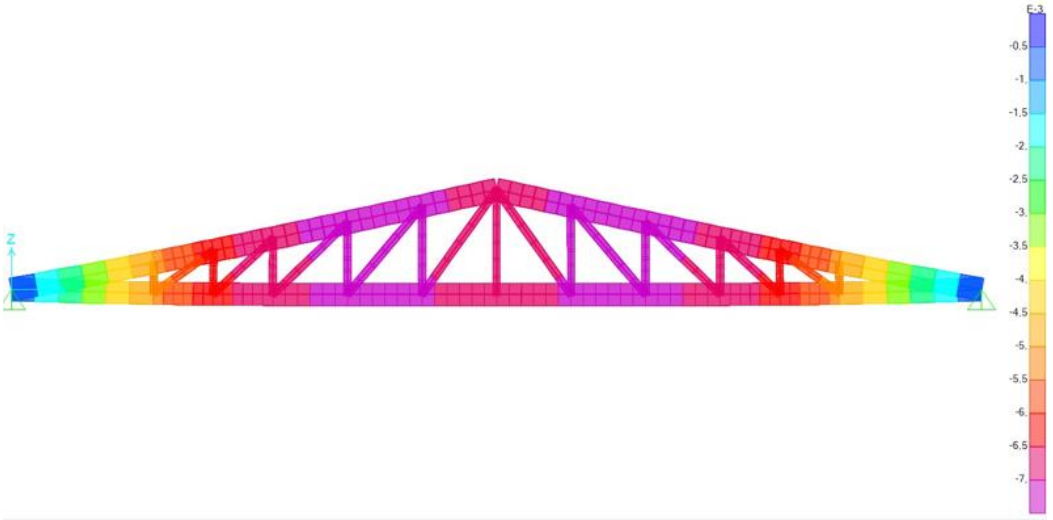


Ilustración 16 Combinación de cargas



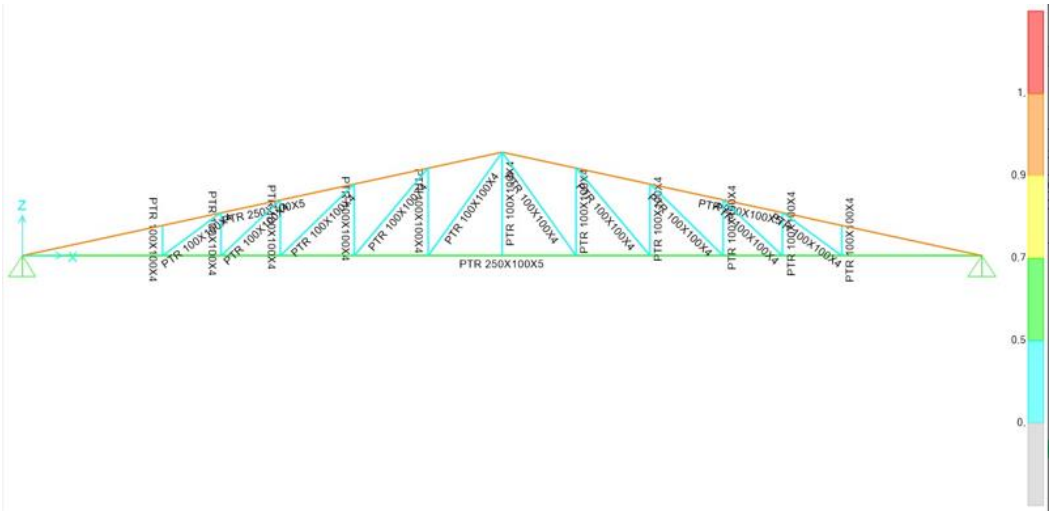
Ya cargada toda la información se hace el análisis de la estructura, obteniéndose los siguientes resultados:

Ilustración 17 Deflexiones máximas en cercha 1



La máxima deflexión de este elemento es de 7 mm

Ilustración 18 Evaluación de cargas en elementos de cercha 1



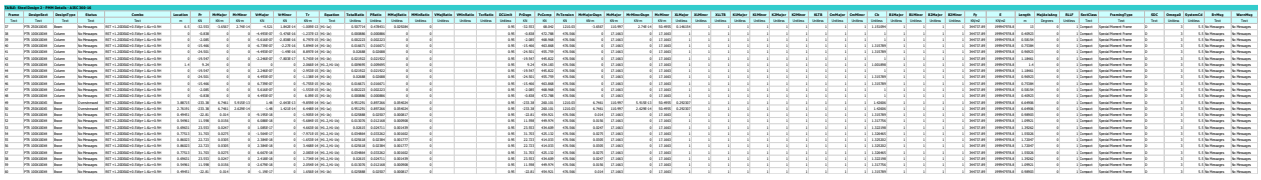
Con ayuda del programa Sap2000 se obtienen las tablas de resultados en cada uno de los elementos de la cercha como se muestra a continuación:

Ilustración 19 Combinaciones de carga cubierta 1 Sap2000

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text
D	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1	None	None	None	None
D			Linear Static	D(SI)	1				
DEF 1.0D+1.0L	Linear Add	No	Response Combo	D	1	None	None	None	None
DEF 1.0D+1.0L			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr			Linear Static	Lr	1				
SRV +1.00DEAD+1.0G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0G			Linear Static	G	1				
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+1.00Wp	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Wp			Linear Static	Wp	1				
SRV +1.00DEAD+1.00Ws	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Ws			Linear Static	Ws	1				
SRV +1.00DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +0.60DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
SRV +0.60DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(PP)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
L+Lr	Linear Add	No	Linear Static	LIVE	1	None	None	None	None
L+Lr			Linear Static	Lr	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +0.90DEAD+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VB +0.90DEAD+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +0.90DEAD+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None

Ilustración 20 Resultados de diseño cubierta 1 Sap2000



En base al análisis anterior se determinaron los perfiles a utilizar:

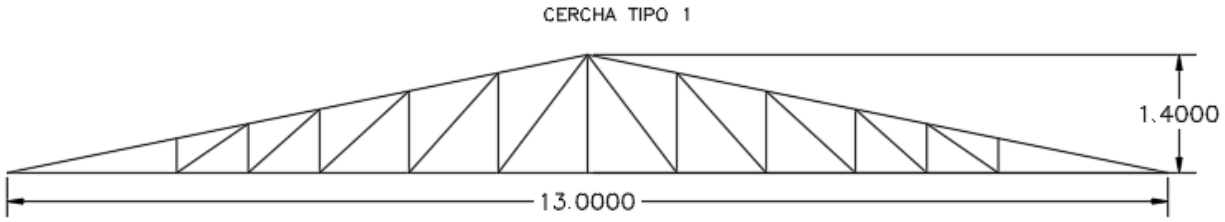
Para el cordón superior y cordón inferior se debe instalar perfil tipo **PTR 25X10X0.5cm**

Para el refuerzo interno de la cercha se debe instalar perfil tipo **PTR 10X10X0.4cm**

6.3.2. Cálculo de cercha cubierta 2

Se carga en el programa Sap2000 el pre dimensionamiento de la cercha

Ilustración 21 Pre dimensionamiento cercha cubierta 1



Una ves cargado el pre dimensionamiento se definen los materiales que van a componer la estructura de la cubierta, para este caso es acero A500 grado C, y el dimensionamiento de los perfiles a utilizar.

Ilustración 22 Perfil 250x100x5

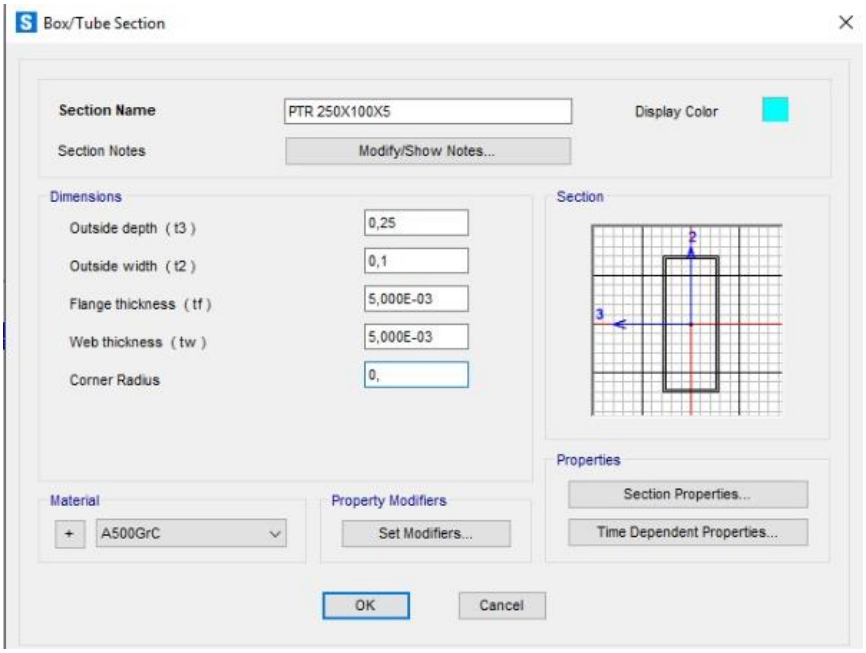
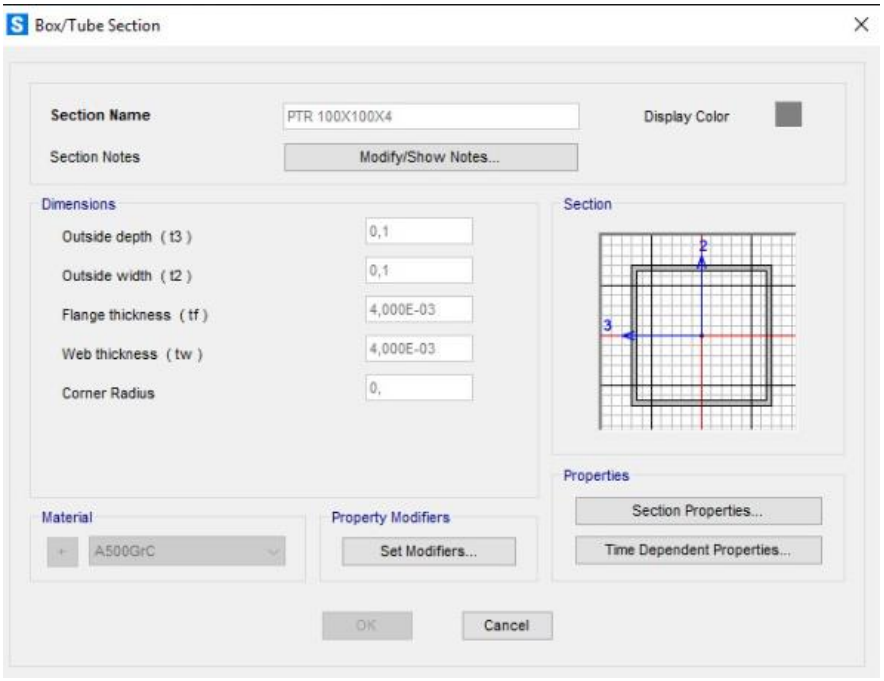


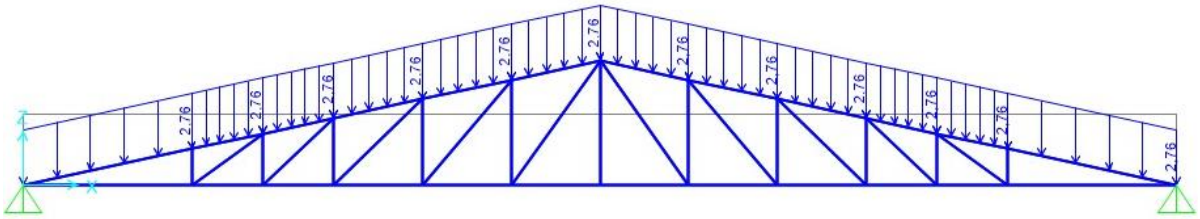
Ilustración 23 Perfil 100x100x4



Se procede a asignar las cargas a utilizar sobre el dibujo de la estructura de la siguiente manera:

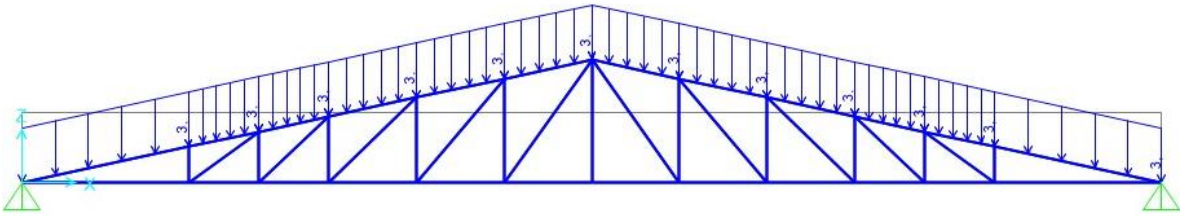
- Carga muerta: 2.76 KN/M

Ilustración 24 Carga muerta cubierta 2



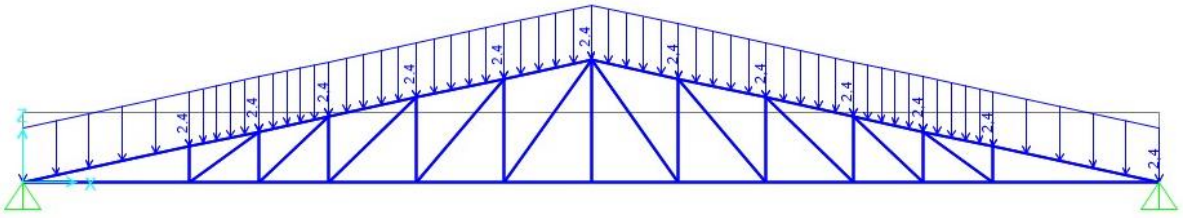
- Carga viva: 3 KN/M

Ilustración 25 Carga viva cubierta 2



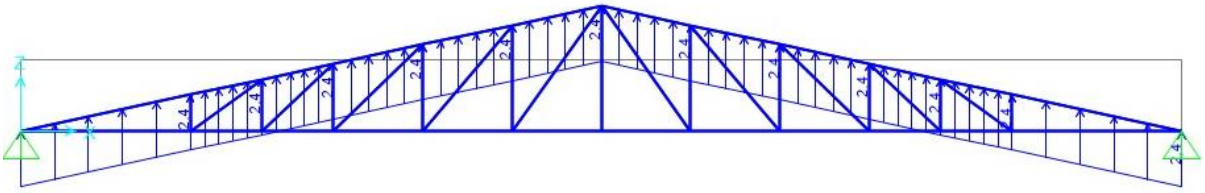
-
Carga viento -Z: 2.4 KN/M

Ilustración 26 Carga viento cubierta 2



- Carga viento Z: 2.4 KN/M

Ilustración 27 Carga viento cubierta 2



Una vez cargadas las cargas a utilizar se proceden a cargar las combinaciones de carga a utilizar en el diseño acorde lo indica la norma NSR-10.

Ilustración 28 Asignación de cargas

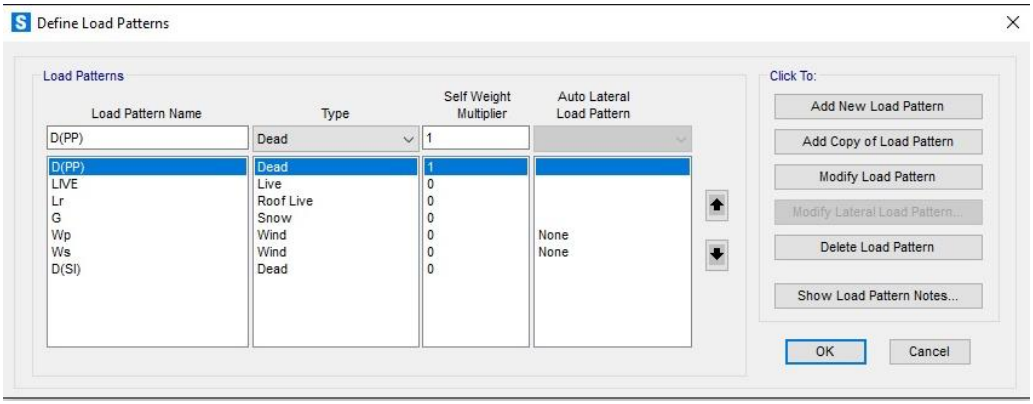
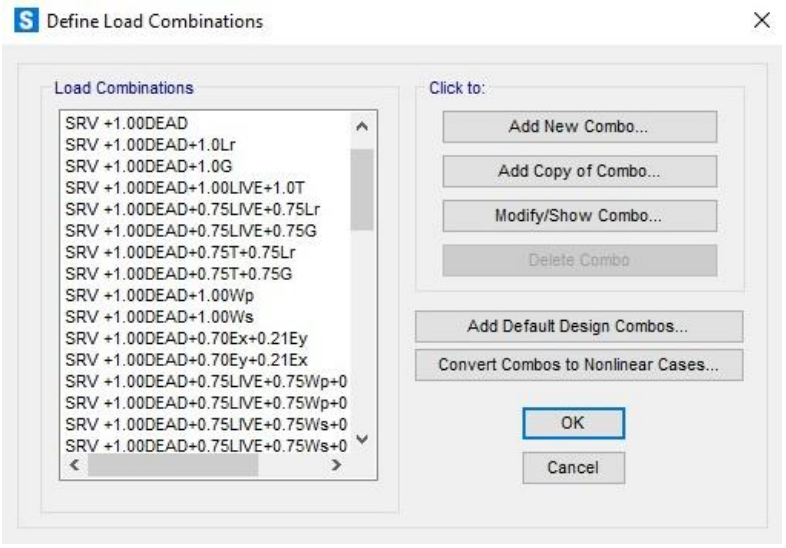
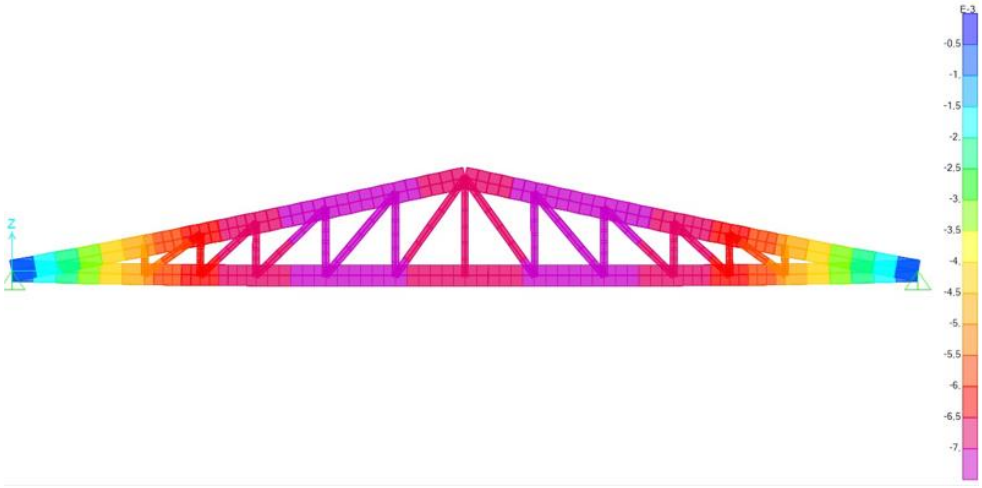


Ilustración 29 Combinación de cargas



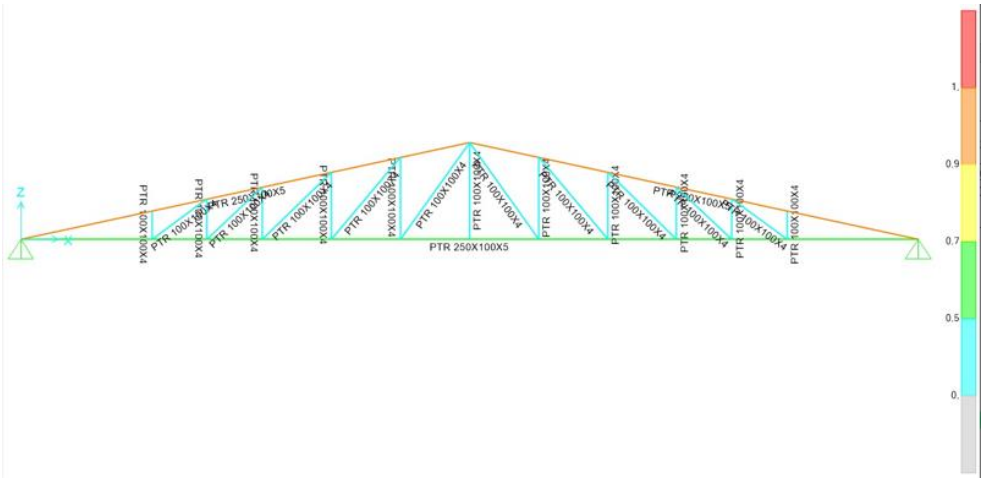
Ya cargada toda la información se hace el análisis de la estructura, obteniéndose los siguientes resultados:

Ilustración 30 Deflexiones máximas en cercha 2



La máxima deflexión para este elemento es de 7 mm

Ilustración 31 Evaluación de cargas en elementos de cercha 2



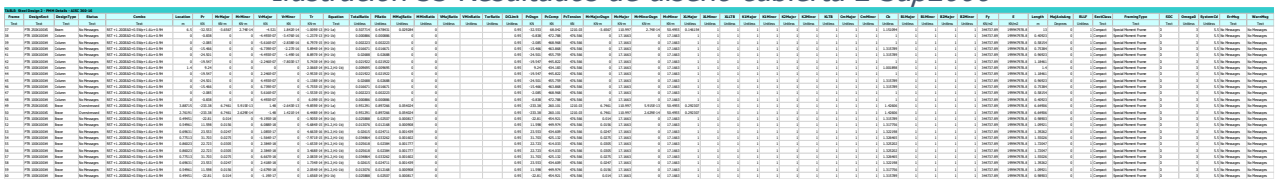
Con ayuda del programa Sap2000 se obtienen las tablas de resultados en cada uno de los elementos de la cercha como se muestra a continuación:

Ilustración 32 Combinación de cargas cubierta 2 Sap2000

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text
D	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1	None	None	None	None
D			Linear Static	D(SI)	1				
DEF 1.0D+1.0L	Linear Add	No	Response Combo	D	1	None	None	None	None
DEF 1.0D+1.0L			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr			Linear Static	Lr	1				
SRV +1.00DEAD+1.0G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0G			Linear Static	G	1				
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+1.00Wp	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Wp			Linear Static	Wp	1				
SRV +1.00DEAD+1.00Ws	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Ws			Linear Static	Ws	1				
SRV +1.00DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +0.60DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
SRV +0.60DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(PP)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
L+Lr	Linear Add	No	Linear Static	LIVE	1	None	None	None	None
L+Lr			Linear Static	Lr	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +0.90DEAD+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VB +0.90DEAD+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +0.90DEAD+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None

Ilustración 33 Resultados de diseño cubierta 2 Sap2000



En base al análisis anterior se determinaron los perfiles a utilizar:

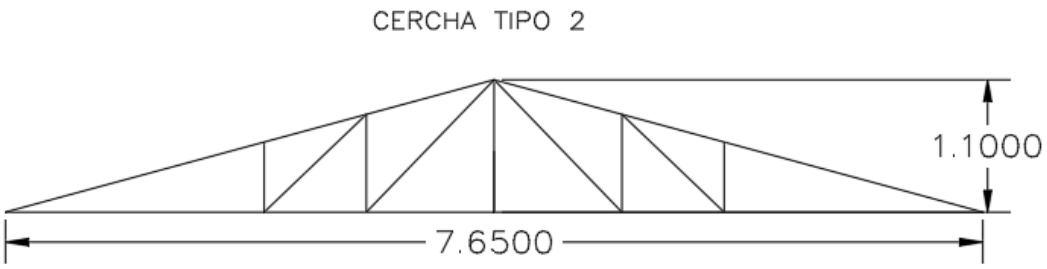
Para el cordón superior y cordón inferior se debe instalar perfil tipo **PTR 25X10X0.5cm**

Para el refuerzo interno de la cercha se debe instalar perfil tipo **PTR 10X10X0.4cm**

6.3.3. Cálculo de cercha cubierta 3

Se carga en el programa Sap2000 el pre dimensionamiento de la cercha

Ilustración 34 Pre dimensionamiento cercha 3



Una vez cargado el pre dimensionamiento se definen los materiales que van a componer la estructura de la cubierta, para este caso es acero A500 grado C, y el dimensionamiento de los perfiles a utilizar.

Ilustración 35 Perfil 150x100x6

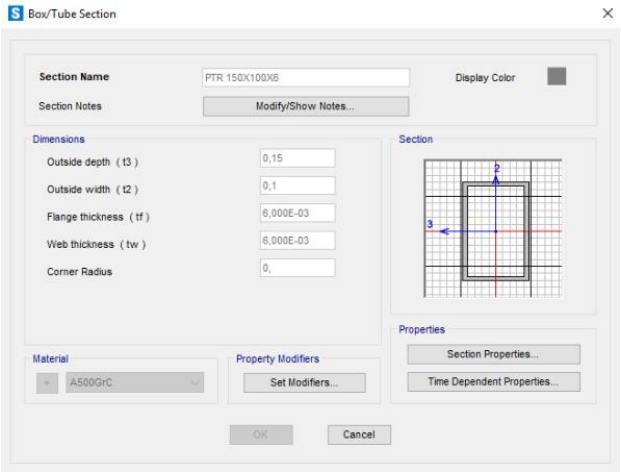
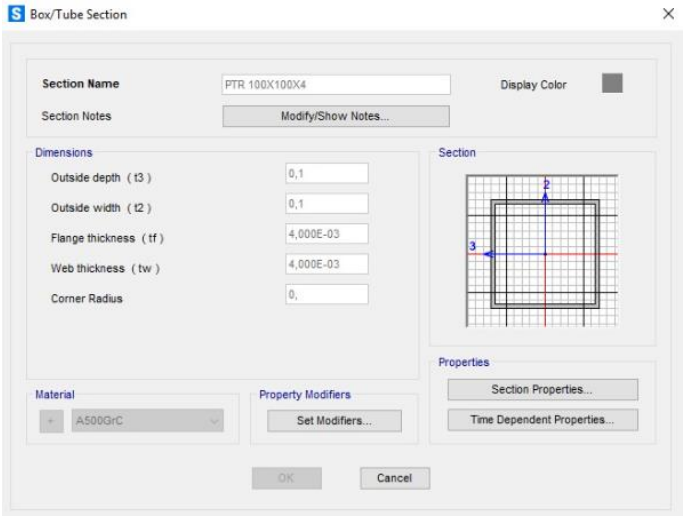


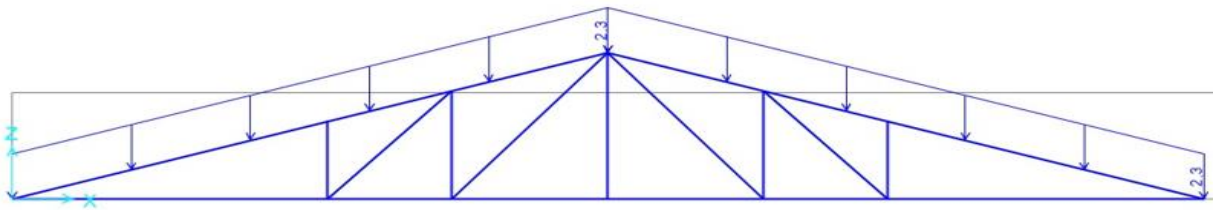
Ilustración 36 Perfil 100x100x4



Se procede a asignar las cargas a utilizar sobre el dibujo de la estructura de la siguiente manera:

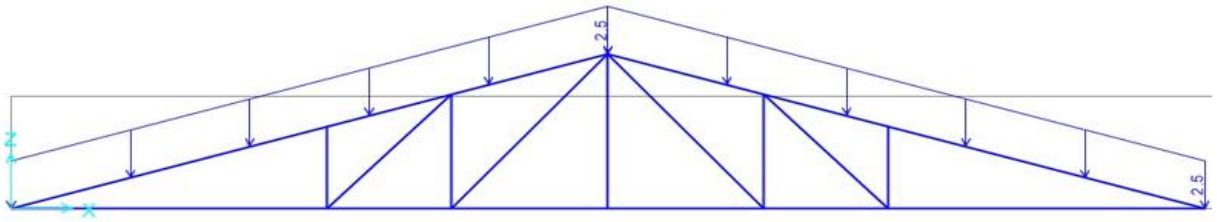
- Carga muerta: 2.30 KN/M

Ilustración 37 Carga muerta cubierta 3



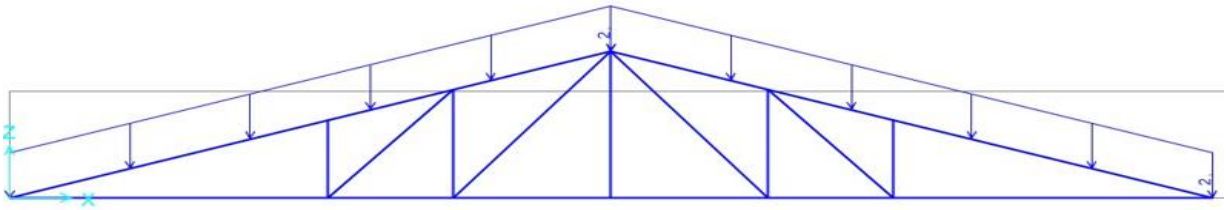
- Carga viva: 2.5 KN/M

Ilustración 38 Carga viva cubierta 3



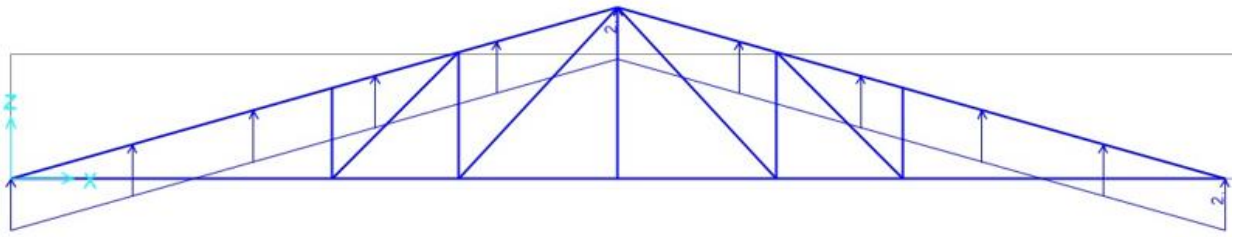
- Carga viento -Z: 2.4 KN/M

Ilustración 39 Carga viento cubierta 3



- Carga viento Z: 2.4 KN/M

Ilustración 40 Carga viento cubierta 3



Una vez cargadas las cargas a utilizar se proceden a cargar las combinaciones de carga a utilizar en el diseño acorde lo indica la norma NSR-10.

Ilustración 41 Asignación de cargas cubierta 3

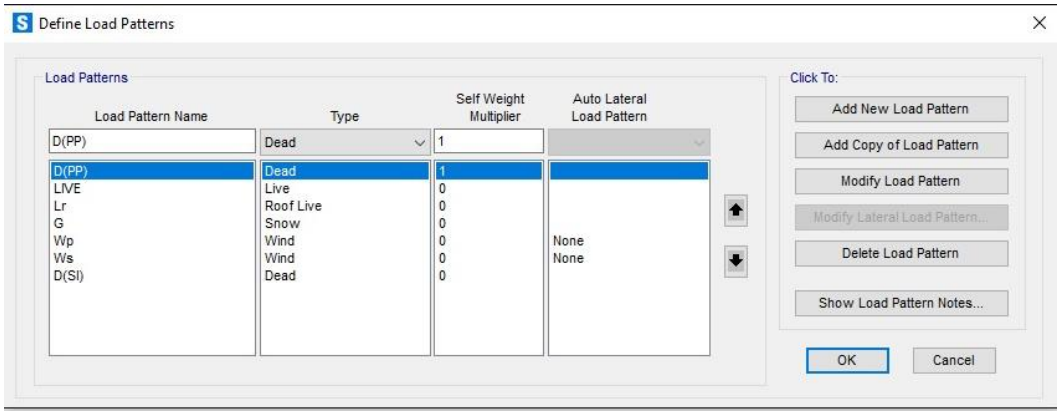
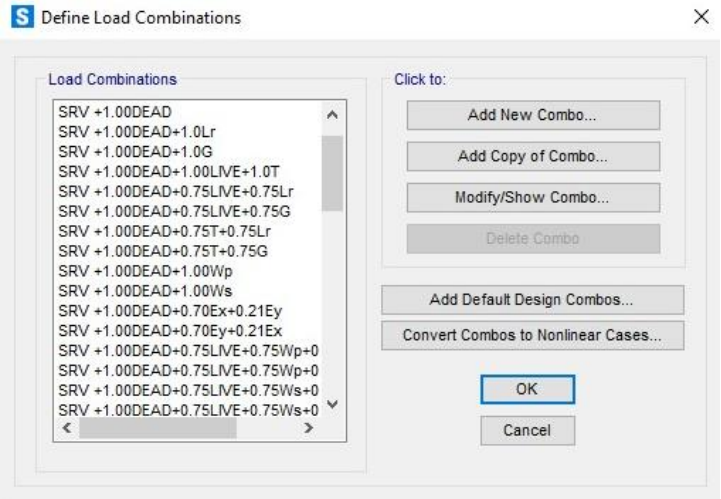
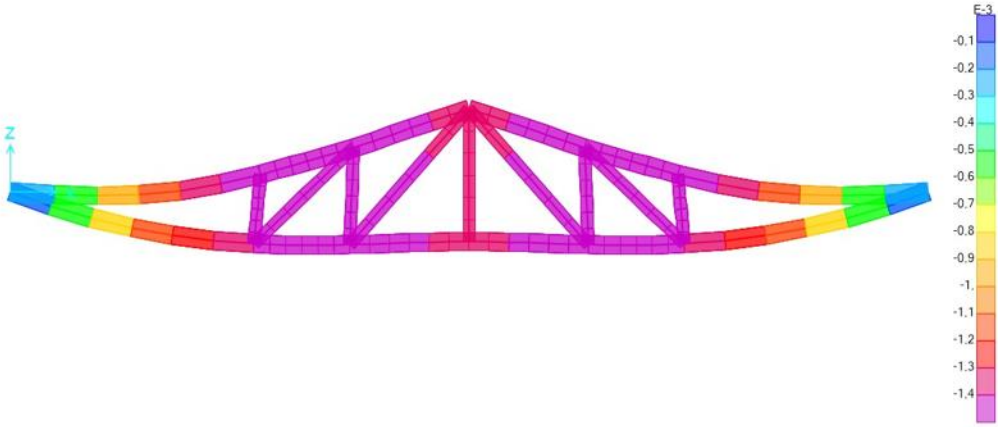


Ilustración 42 Combinación de cargas cubierta 3



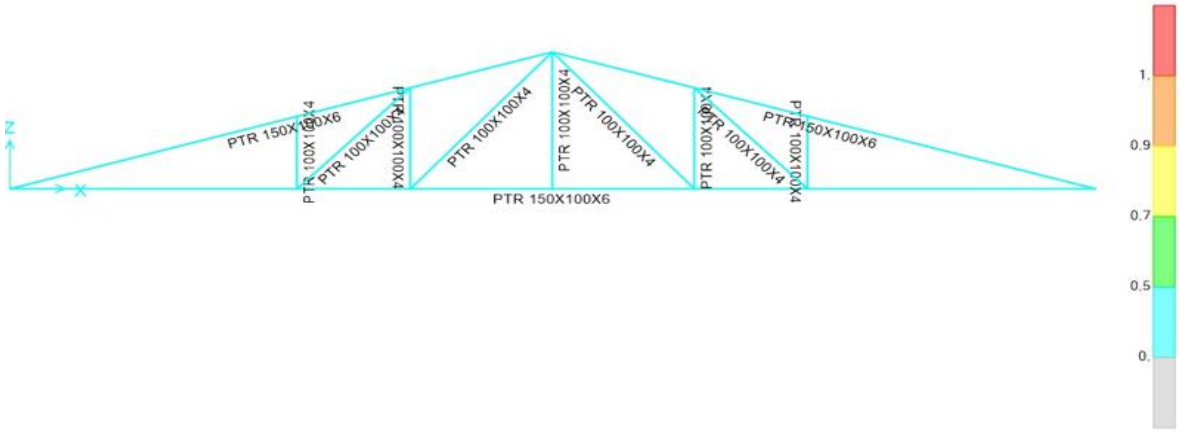
Ya cargada toda la información se hace el análisis de la estructura, obteniéndose los siguientes resultados:

Ilustración 43 Deflexiones máximas en cercha 3



Para este elemento la deflexión máxima es de 1.4mm

Ilustración 44 Evaluación de cargas en elementos de cercha 3



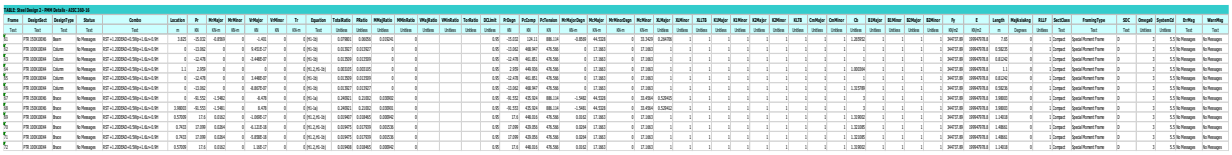
Con ayuda del programa Sap2000 se obtienen las tablas de resultados en cada uno de los elementos de la cercha como se muestra a continuación:

Ilustración 45 Combinaciones de carga cubierta 3 Sap2000

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text
D	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1	None	None	None	None
D			Linear Static	D(SI)	1				
DEF 1.0D+1.0L	Linear Add	No	Response Combo	D	1	None	None	None	None
DEF 1.0D+1.0L			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr			Linear Static	Lr	1				
SRV +1.00DEAD+1.0G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0G			Linear Static	G	1				
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+1.00Wp	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Wp			Linear Static	Wp	1				
SRV +1.00DEAD+1.00Ws	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Ws			Linear Static	Ws	1				
SRV +1.00DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +0.60DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
SRV +0.60DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(PP)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
L+Lr	Linear Add	No	Linear Static	LIVE	1	None	None	None	None
L+Lr			Linear Static	Lr	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +0.90DEAD+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VB +0.90DEAD+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +0.90DEAD+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None

Ilustración 46 Resultados de diseño cubierta 3 Sap2000



En base al análisis anterior se determinaron los perfiles a utilizar:

Para el cordón superior y cordón inferior se debe instalar perfil tipo **PTR 15X10X0.6cm**

Para el refuerzo interno de la cercha se debe instalar perfil tipo **PTR 10X10X0.4cm**

7. SOLDADURA

La primera soldadura que se tiene en la cubierta es la correspondiente a la soldadura E7018, que corresponde a un electrodo básico con bajo contenido de hidrógeno, el cuál esta dado especialmente para soldar acero al carbono. A continuación, se presenta su composición química en relación con su porcentaje de peso.

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
0.074	0.34	1.18	0.015	0.011	0.009	0.08	0.03	0.03

Las propiedades mecánicas típicas de este material, son:

	R. Tensión (mpa)	Lmt (Elástico)	Elongación (%)	Resistencia al impacto
Estándar	>=490	>=400	>=20	>=27
Valores típicos	595	515	26	125

Es importante destacar y tener en cuenta que esta soldadura esta especialmente diseñada para calderas, tanques, tuberías, perfiles, entre otros. Además, que se recomienda soldar con un arco corto para lograr mejores resultados.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizaron iteraciones de secciones de perfilería, así como diseño de estructura y después de un análisis estructural se obtuvieron las secciones mas apropiadas para este proyecto.
- Los análisis de cargas y combinaciones de cargas utilizados se determinaron acorde lo indica la norma NSR-10 en el Titulo B para este tipo de estructura en cubierta, teniendo en cuenta factores de geolocalización, estructura entre otros
- Los perfiles escogidos se determinaron teniendo en cuenta los catálogos comerciales existentes en Colombia.
- Se recomienda que al momento de realizar el montaje y armado de la estructura metálica se sigan los diseños establecidos en este informe con el fin de evitar inconvenientes para el montaje.

9. BIBLIOGRAFIA

Álvaro Sánchez Medina, A. Lopez Franco, M. (2002). Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. SENA 45 años de historia, ISBN 958-15-0075-8. Bogotá D.C., Colombia, file:///Users/mac/Downloads/sena_45_anos.pdf, Fecha de acceso: 16 dic.

GARCÍA, Luis Enrique. Desarrollo de la Normativa Sismo Resistente Colombiana en los 30 años desde su primera expedición. Revista de Ingeniería, [S.l.], n. 41, p. 71-77, feb. 2015. ISSN 20110049. Disponible en: <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/785/938>. Fecha de acceso: 16 dic. 2023 doi:10.16924/riua.v0i41.785.

Norma Técnica Colombiana NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes.

Director de la Consultoría:

Manuel Alejandro Grimaldos Mojica
Ingeniero Civil
MP. 17202-107325
Magister En Ingeniería Civil Con Énfasis En Hidráulica, Hidrología Y Medio Ambiente.

Elaboro:

Gloria Esther Urrea Ceferino
Ingeniera Civil
MP. 25202202197 CND
Doctora en Ciencia de Materiales
Magister en Estructuras

Reviso:

Lucas Emilio Niño Neira
Ingeniero Civil
MP. 68202-08716 SND
Especialista en Estructuras

Apoyo Técnico:

Nicolas Raúl Cubides Najar
Ingeniero Civil
MP. 041037-0557648 BYC

INFORME DISEÑO ESTRUCTURAL DE CUBIERTA PARA EL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA

EL PROYECTO DENOMINADO:

"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

TITULO DEL INFORME:

"INFORME DISEÑO ESTRUCTURAL DE CUBIERTA PARA EL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

DEPARTAMENTO DE ANTIOQQUIA
MUNICIPIO DE ITAGUI
DICIEMBRE – 2023

CONTRATO CO1.PCCNTR.5631543

"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA"

CONSULTOR:

MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA
CC. 93297048 LIBANO TOLIMA

PRESENTADO A:

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA
CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA

COORDINACIÓN ACADÉMICA ÁREA DE CONFECCIÓN
CARLOS MARIO FRANCO RENDON
SUPERVISOR DEL CONTRATO

DEPARTAMENTO DE ANTIOQQUIA
MUNICIPIO DE ITAGUI
DICIEMBRE - 2023

CUADRO CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN No.	ELABORADO POR	FECHA	DESCRIPCION DE CAMBIOS	APROBADO POR
0.0	Diego Aaron Rodríguez Cumplido Ingeniero Civil	11/12/2023	Documento Preliminar	Director Consultoría
0.1	Nicolas Raúl Cubides Najar Ingeniero Civil	18/12/2023	Documento Final	Director Consultoría

[ ] **[COPIA CONTROLADA]**
[X] **[COPIA NO CONTROLADA]**

[COPIA NO CONTROLADA]

DICIEMBRE 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7
2. OBJETIVOS 8
2.1. OBJETIVO GENERAL 8
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 8
3. MARCO LEGAL Y NORMATIVO 9
4. ASPECTOS GENERALES 10
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO 10
5. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES 10
6. CALCULO ESTRUCTURAL 11
6.1. CARGAS 12
6.2. CORREAS 12
6.3. CALCULO DE CERCHAS CON SAP2000 16
6.3.1. Calculo de cercha cubierta 1 17
6.3.2. Cálculo de cercha cubierta 2 23
6.3.3. Cálculo de cercha cubierta 3 30
7. SOLDADURA 37
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38
9. BIBLIOGRAFIA 39

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del municipio de Itagüí – Antioquia. 10
Ilustración 2 Planimetría cubierta 12
Ilustración 3 Parámetros de diseño correas 13
Ilustración 4 Opciones de perfiles a utilizar 14
Ilustración 5 Características perfil escogido 15
Ilustración 6 Combinaciones de carga utilizadas 15
Ilustración 7 Comprobaciones estructurales de la sección 16
Ilustración 8 Pre dimensionamiento cercha cubierta 1 17
Ilustración 9 Perfil 250x100x5 17
Ilustración 10 Perfil 100x100x4 18
Ilustración 11 Carga muerta cubierta 1 18
Ilustración 12 Carga viva cubierta 1 19
Ilustración 13 Carga viento cubierta 1 19
Ilustración 14 Carga viento cubierta 1 19
Ilustración 15 Asignación de cargas 20
Ilustración 16 Combinación de cargas 20
Ilustración 17 Deflexiones máximas en cercha 1 21
Ilustración 18 Evaluación de cargas en elementos de cercha 1 21
Ilustración 19 Combinaciones de carga cubierta 1 Sap2000 22
Ilustración 20 Resultados de diseño cubierta 1 Sap2000 23
Ilustración 21 Pre dimensionamiento cercha cubierta 1 23
Ilustración 22 Perfil 250x100x5 24
Ilustración 23 Perfil 100x100x4 24
Ilustración 24 Carga muerta cubierta 2 25
Ilustración 25 Carga viva cubierta 2 25
Ilustración 26 Carga viento cubierta 2 25
Ilustración 27 Carga viento cubierta 2 26
Ilustración 28 Asignación de cargas 26
Ilustración 29 Combinación de cargas 27
Ilustración 30 Deflexiones máximas en cercha 2 27
Ilustración 31 Evaluación de cargas en elementos de cercha 2 28
Ilustración 32 Combinación de cargas cubierta 2 Sap2000 29
Ilustración 33 Resultados de diseño cubierta 2 Sap2000 30
Ilustración 34 Pre dimensionamiento cercha 3 30
Ilustración 35 Perfil 150x100x6 31
Ilustración 36 Perfil 100x100x4 31
Ilustración 37 Carga muerta cubierta 3 31
Ilustración 38 Carga viva cubierta 3 32
Ilustración 39 Carga viento cubierta 3 32
Ilustración 40 Carga viento cubierta 3 32
Ilustración 41 Asignación de cargas cubierta 3 33
Ilustración 42 Combinación de cargas cubierta 3 33

Ilustración 43 Deflexiones máximas en cercha 3 34
Ilustración 44 Evaluación de cargas en elementos de cercha 3 34
Ilustración 45 Combinaciones de carga cubierta 3 Sap2000 35
Ilustración 46 Resultados de diseño cubierta 3 Sap2000 36

1. INTRODUCCIÓN

MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA, mediante **CONTRATO CO1.PCCNTR.5631543** se comprometido con él con el SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA a realizar la consultoría cuyo objeto es CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.

Dentro de esta consultoría tiene contemplada la actividad de*: CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.*

El presente informe tiene como objetivo proporcionar una visión integral del diseño de una cubierta, abordando aspectos cruciales que van desde el análisis estructural hasta la selección de materiales. En el proceso de diseño, se ha considerado cuidadosamente la interacción entre los elementos arquitectónicos y estructurales, buscando alcanzar un equilibrio que garantice la durabilidad, eficiencia y seguridad de la estructura. Además, se han evaluado diversos factores ambientales y climáticos para asegurar que la cubierta metálica no solo cumpla con las exigencias técnicas, sino que también se integre de manera armoniosa con el entorno circundante.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una cubierta en estructura metálica eficiente y segura, que cumpla con la normatividad colombiana y promueva la sostenibilidad, contribuyendo al desarrollo estructural de proyectos en el país en busca de poder cumplir con el contrato denominado **"CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.**

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Consultar y analizar las condiciones climáticas específicas del sitio de instalación considerando variables como la lluvia, temperatura, vientos y humedad, con el fin adaptar el diseño de la cubierta a las exigencias climáticas locales.
- Identificar y evaluar materiales metálicos disponibles en el mercado colombiano, considerando su resistencia, durabilidad, para seleccionar aquellos que mejor se adecuen a las necesidades del proyecto.
- Asegurar el cumplimiento de las normativas y códigos de construcción colombianos en el diseño de la cubierta metálica, abordando aspectos como carga de viento, resistencia sísmica y requisitos de seguridad estructural para garantizar a conformidad la normativa vigente.
- Desarrollar un diseño estructural robusto y seguro, realizando análisis de carga y resistencia para garantizar la estabilidad de la cubierta frente a condiciones climáticas extremas, asegurando la integridad estructural a lo largo del tiempo.

3. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Los procedimientos realizados y entregables se rigen según las siguientes normas:

- **Resolución 1468 de 2021** del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, donde se definen los parámetros de orden y calidad de los datos recolectados en campo para su posterior uso.

- **Resolución 799 de 2021 artículo 3,** del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, en la cual se modifican varios artículos, incluidos los correspondientes al componente de topografía, de la Resolución 0330 de 2017 – Resolución 799 de 2021.

- **Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente - NSR-10** la cual establece las disposiciones para el diseño sísmico de estructuras, incluyendo cubiertas. Contiene requisitos específicos para la resistencia sísmica y las cargas sísmicas que deben ser consideradas en el diseño.

- **Reglamento colombiano de construcción en Acero NSR-10 Titulo A**, el cual se enfoca en las estructuras de acero. Contiene disposiciones detalladas para el diseño, la fabricación y la construcción de estructuras metálicas, incluyendo cubiertas.

4. ASPECTOS GENERALES

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO

Itagüí es un municipio colombiano ubicado en el sur del Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia. Este forma parte de la denominada Área metropolitana del Valle de Aburrá y está conurbado con la ciudad de Medellín. Limita por el este con los municipios de Medellín y Envigado, por el sur con los municipios de Envigado, Sabaneta y La Estrella, y por el oeste con los municipios de La Estrella y Medellín.

Itagüí cuenta con una extensión territorial de 21.09 km2, correspondiendo 12.17 km2 a la zona urbana y 8.91 km2 a la zona rural lo cual lo hace uno de los municipios más pequeños del país, gran parte del territorio está destinado al uso urbano. El nuevo suelo de expansión urbana comprende 130 hectáreas.

Su topografía es variable y es caracterizada, principalmente, por la presencia de pendientes y de riachuelos y quebradas que la atraviesan, se presentan terrenos semiplanos y ondulados hasta terrenos con altas inclinaciones, los terrenos planos del municipio están mayormente urbanizados.

Ilustración 1. Localización general del municipio de Itagüí – Antioquia.



Fuente: Consultoría.

5. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

La armadura de una cubierta metálica está constituida por miembros formando triángulos o grupos de triángulos. El propósito de las armaduras de techo es servir de apoyo a una cubierta ara protegerse contra los elementos naturales como de la lluvia, nieve, viento y demás fenómenos climatológicos. Una estructura metálica puede ser trianguladas, rectas y curvas, para su elección

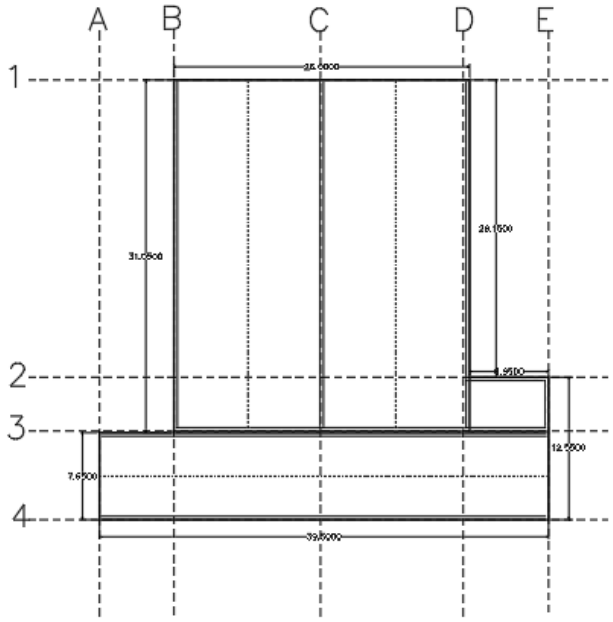
depende de ciertos detalles como el tipo de cubierta, el clima, iluminación, cargas y necesidad del cliente, las separaciones laterales dependen de la clase de material para la cubierta, las luces de las estructuras y condiciones de cimentación. La armadura metálica puede ser apoyada en muros de concreto, o en columnas de acero o concreto reforzado, ellas se fijan por sus extremos a estos muros o columnas con pernos de anclaje.
Los materiales estructurales de acero se consideran de gran resistencia, por su excelente composición, ya que son de poco peso, facilidad de fabricación, gran resistencia, y demás propiedades, como lo son la unión de estas mediante soldadura o pernos, dichas ventas y propiedades son:

- Alta resistencia: la alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será relativamente menor el peso de las estructuras.
- Uniformidad: las propiedades del hacer no se alteran con el tiempo, y no varía con la localización en los elementos estructurales.
- Elasticidad: el acero se acerca a un comportamiento linealmente elástico, hasta alcanzar esfuerzos considerables.
- Durabilidad: si el mantenimiento de las estructuras del acero es adecuado su vida útil será mucho mayor.
- Ductilidad: el acero permite soportar grandes deformaciones sin fallar bajo esfuerzos de tensión altos, ayudando que las fallas sean más evidentes.
- Tenacidad: los aceros estructurales poseen resistencia y ductilidad, además tienen capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación. (C. McCormac, 2012)

6. CALCULO ESTRUCTURAL

Como primera medida para el calculo de los elementos que componen la cubierta se hace el pre dimensionamiento de la estructura, el cual se define de la siguiente manera:

Ilustración 2 Planimetría cubierta



6.1. CARGAS

Se definen las cargas que actuaran sobre la estructura de la cubierta, de la siguiente manera

- Carga viva: Según la NSR-10 Titulo B se define como carga viva para este tipo de cubierta un valor de 0.5 KN/m2.
- Carga muerta: Sumatoria de peso de teja 0.12 KN/m2, peso de elementos externos como cielo rasos, lámparas y tubería contraincendios 0.32 KN/m2.
- Carga de viento: Según la NSR-10 Titulo B se define una carga de viento de 0.4 KN/m2.

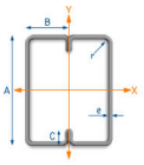
6.2. CORREAS

Teniendo en cuenta el pre-dimensionamiento dado, con una separación entre correas de 1 m se utiliza el programa Corpasoft para realizar el calculo estructural de las correas, escogiéndose de igual manera una correa tipo cajón, obteniendo los siguientes resultados:

Ilustración 3 Parámetros de diseño correas

Tipo de sección: Cajón

Materiales	
Módulo de elasticidad del acero E (MPa):	204000
Esfuerzo de fluencia del Perlín Fy (MPa):	280
Esfuerzo último del perlín Fu (MPa):	365



Número de luces: 1 Luz

5,15m

Separación correas S(m): 1

Pendiente de la cubierta M (%): 12

Tensores a: Sin tensores

Cargas Sobreimpuestas

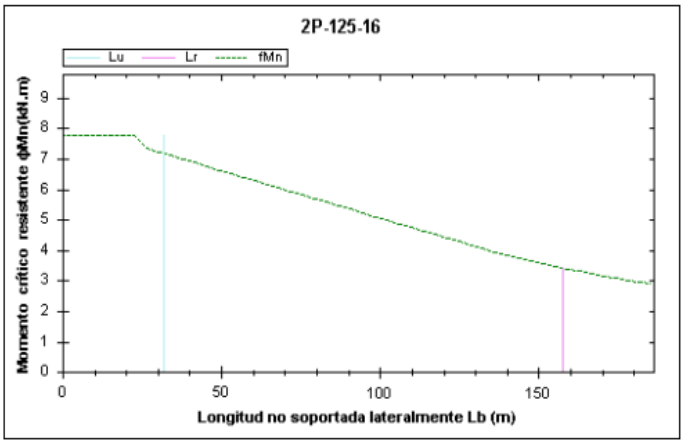
Tipo de teja:	Standing Seam con aislamiento (0.12kN/m²)
Elementos varios:	Lámparas (0.04KN/m²)
	Tuberia Contra Incendio (0.12KN/m²)
	Impermeabilización (0.16KN/m²)
Carga viva (kN/m²):	0,5
Granizo (kN/m²):	0
Otro adicional a los anteriores (kN/m²):	0
Viento en succión (kN/m²):	0,4
Viento en presión (kN/m²):	0,4

Ilustración 4 Opciones de perfiles a utilizar

Designación	Peso negro Kg/m	Momento último Mu [kN·m]	Cortante último Vu [kN]	(Mux/ϕMnx)+(Muy/ϕMny)	(Mux/ϕMnx)^F+(Vux/ϕVnx)^F
2P-125-16	5,66	5,49	4,26	0,83	N/A
2P-150-16	6,24	5,51	4,28	0,67	N/A
2P-6-16	6,94	5,54	4,3	0,6	N/A
2P-125-14	7,54	5,56	4,32	0,51	N/A
2P3-6-16	7,62	5,57	4,32	0,56	N/A
2P-8-16	8,14	5,59	4,34	0,43	N/A
2P-150-14	8,32	5,6	4,35	0,41	N/A
2P-100-12	8,4	5,6	4,35	0,56	N/A
2P-9-16	8,74	5,61	4,36	0,38	N/A
2P3-8-16	8,82	5,62	4,36	0,4	N/A
2P-6-14	9,26	5,63	4,37	0,36	N/A
2P-10-16	9,34	5,64	4,38	0,35	N/A
2P3-9-16	9,42	5,64	4,38	0,36	N/A
2P-125-12	9,42	5,64	4,38	0,42	N/A
2P3-10-16	10,02	5,66	4,4	0,33	N/A
2P-100-11	10,08	5,66	4,4	0,49	N/A
2P3-6-14	10,16	5,67	4,4	0,35	N/A
2P-150-12	10,4	5,68	4,41	0,34	N/A
2P-12-16	10,52	5,68	4,41	0,31	N/A
2P-8-14	10,84	5,69	4,42	0,26	N/A
2P3-12-16	11,22	5,71	4,43	0,29	N/A
2P-125-11	11,3	5,71	4,44	0,37	N/A
2P-6-12	11,56	5,72	4,45	0,29	N/A
2P-9-14	11,64	5,73	4,45	0,23	N/A
2P-14-16	11,72	5,73	4,45	0,28	N/A
2P3-8-14	11,76	5,73	4,45	0,25	N/A
2P-10-14	12,44	5,76	4,47	0,2	N/A
2P-150-11	12,48	5,76	4,47	0,29	N/A
2P3-9-14	12,56	5,76	4,48	0,22	N/A
2P3-6-12	12,72	5,77	4,48	0,27	N/A
2P3-10-14	13,36	5,79	4,5	0,19	N/A
2P-8-12	13,56	5,8	4,51	0,21	N/A
2P-6-11	13,88	5,82	4,52	0,24	N/A
2P-12-14	14,04	5,82	4,52	0,17	N/A
2P-9-12	14,56	5,84	4,54	0,18	N/A
2P3-8-12	14,7	5,85	4,54	0,19	N/A
2P3-12-14	14,96	5,86	4,55	0,17	N/A
2P3-6-11	15,26	5,87	4,56	0,22	N/A
2P-10-12	15,56	5,88	4,57	0,16	N/A
2P-14-14	15,64	5,88	4,57	0,16	N/A
2P3-9-12	15,7	588,69	457,23	0,17	N/A
2P-8-11	16,28	590,98	459,01	0,17	N/A

Ilustración 5 Características perfil escogido

Propiedades Físicas y Geométricas	
A (mm):	125
B (mm):	50
C (mm):	20
CALIBRE:	16
ESPESOR, e (mm):	1,5
PESO NEGRO (kg/m):	5,66
PESO GALV (kg/m):	5,72
AREA BRUTA (mm²):	758
AREA EFECTIVA (mm²):	608
Ix (mm4):	1,82E+06
Iex (mm4):	1,82E+06
Sx (mm³):	2,92E+04
Sxe (mm³):	2,92E+04
Iy (mm4):	1,11E+06
Iey (mm4):	9,14E+05
Sy (mm³):	2,23E+04
Sye (mm³):	1,65E+04
rx (mm):	49,1
ry (mm):	38,3
Xcg (mm):	0
Ycg (mm):	0
J (mm4):	2,00E+06
Cw (cm6):	2,60E+07



Cargas Gravitacionales	
Carga muerta - D (kN/m²):	0,46
Carga viva de cubierta - Lr (kN/m²):	0,5
Carga de granizo - G (kN/m²):	0
Viento en presión (kN/m²):	0,4
Viento en succión (kN/m²):	0,4

Ilustración 6 Combinaciones de carga utilizadas

Combinaciones Hipótesis de Cargas	Carga Última En Dirección Horizontal Wh(Kg/m)			Carga Última En Dirección Vertical Wv(Kg/m)				
	Wucm = γcd	W CV = γ (CV)	Wu	Wcm = γcd	W CV = γ...	WCWp = γCW	WCWs = γCW	Wu
1,4CM+0CV+0W	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
1,2CM+1,6CV+0W	0,07	0,1	0,16	0,54	0,79	0	0	1,34
1,2CM+1,6CV+0,8W	0,07	0,1	0,16	0,54	0,79	0,32	0,32	1,66
1,2CM+0,5CV+1,6W	0,07	0,03	0,1	0,54	0,25	0,64	0,64	1,43
1,2CM+1CV+0W	0,07	0,06	0,12	0,54	0,5	0	0	1,04
0,9CM+0CV+1,6W	0,05	0	0,05	0,41	0	0,64	0,64	1,05
0,9CM+0CV+0W	0,05	0	0,05	0,41	0	0	0	0,41

Combinaciones Hipótesis de Cargas	Momento Último Mu(kg·m)		Cortante Último Vu(kN)	
	Muy	Mux	Vuy	Vux
1,4CM+0CV+0W	0,25	0,25	0,25	0,25
1,2CM+1,6CV+0W	0,53	4,44	0,21	3,45
1,2CM+1,6CV+0,8W	0,53	5,49	0,21	4,26
1,2CM+0,5CV+1,6W	0,32	4,73	0,12	3,68
1,2CM+1CV+0W	0,41	3,45	0,16	2,68
0,9CM+0CV+1,6W	0,16	3,46	0,06	2,69
0,9CM+0CV+0W	0,16	1,35	0,06	1,05

Mux = 5 kN.m

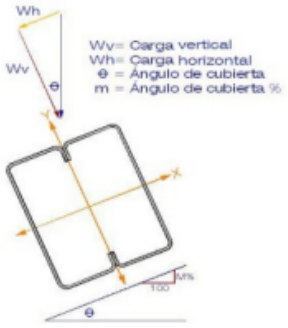
Muy = 1 kN.m

Vux = 4 kN

Ilustración 7 Comprobaciones estructurales de la sección

Capacidades de la sección	
Mnx (kN-m):	8,17
Mny (kN-m):	4,62
Mnxx (kN-m):	3,4
Vnx (kN):	45,75
Condición de soporte lateral:	1
Lb (m) (Longitud no arriostrada):	5,15
Lu (m):	31,78
Lr (m):	157,63
Cb:	1
Fe (MPa):	3964,74
Fc (MPa):	280
ϕMnx (kN-m):	7,76
ϕMny (kN-m):	4,39

Análisis De Deflexiones		
Inercia de la sección Ixe (mm4):	1,82E+08	
Δy(mm) CV:	12,31	
Δadm(mm) CV: L/240=	21,46	OK
Δy(mm) CM+(CV ó G):	23,56	
Δadm(mm) CM+(Cv ó G): L/180=	28,61	OK
Δy(mm) CV en voladizo:	0	
Δadm(mm) CV en voladizo: L/180=	0	NA
Δy(mm) CM+(CV ó G) en voladizo:	0	
Δadm(mm) CM+(Cv ó G) en voladizo: L/120=	0	NA



Acorde con los resultados obtenidos y verificando que las deflexiones máximas estén dentro de los parámetros se establece como correa perfil tipo cajón con la unión de dos perfiles tipo C denominado 2P 125-16 de medidas **12.5x5x0.15cm.**

6.3. CALCULO DE CERCHAS CON SAP2000

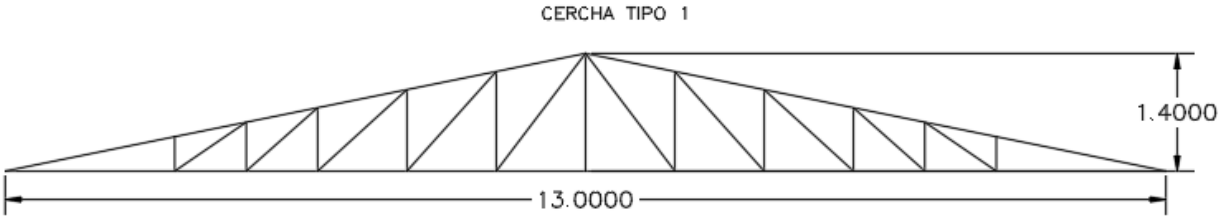
Para realizar el análisis de la estructura se utiliza el programa Sap2000, software especializado en el calculo de cualquier tipo de estructuras, para este diseño se deben tener en cuenta parámetros iniciales para modelar la estructura de la cubierta, los cuales son:

- Pre dimensionamiento inicial de cercha: Se hace el pre dimensionamiento de las cerchas.
- Avalúo de cargas: Para que el programa pudiera realizar el análisis de manera correcta se hace un avalúo de cargas por el método de áreas aferentes.
- Combinaciones de carga: Se tiene en cuenta las combinaciones de carga dadas por la norma NSR-10 Titulo B.
- Carga muerta obtenida en el calculo de correas hecha previamente.
- Materiales y secciones a utilizar en el diseño.

6.3.1. Calculo de cercha cubierta 1

Se carga en el programa Sap2000 el pre dimensionamiento de la cercha

Ilustración 8 Pre dimensionamiento cercha cubierta 1



Una ves cargado el pre dimensionamiento se definen los materiales que van a componer la estructura de la cubierta, para este caso es acero A500 grado C, y el dimensionamiento de los perfiles a utilizar.

Ilustración 9 Perfil 250x100x5

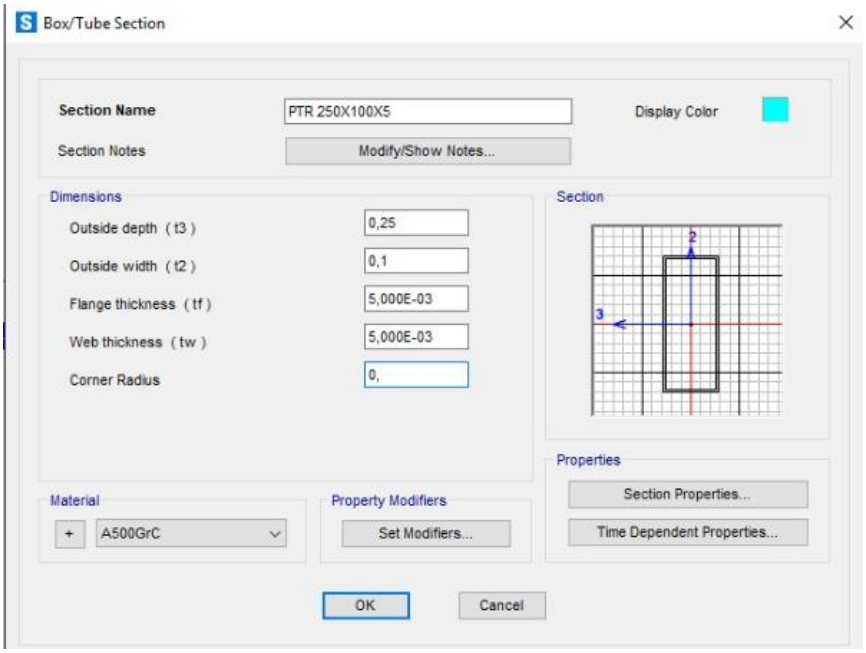
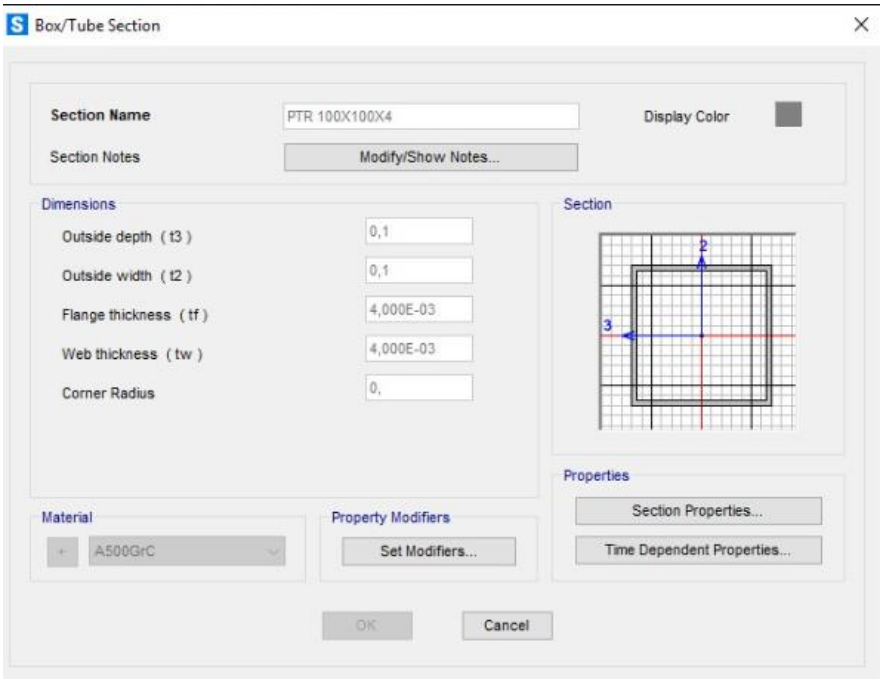


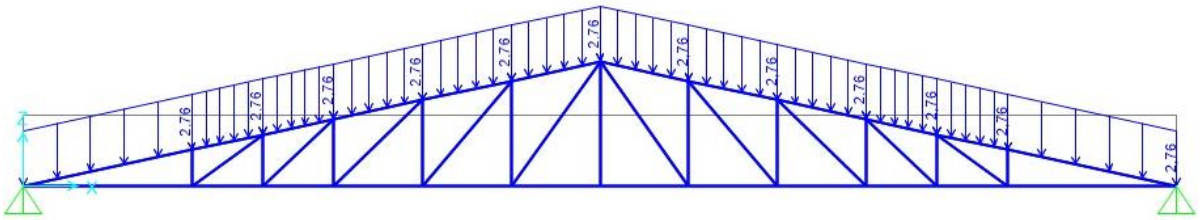
Ilustración 10 Perfil 100x100x4



Se procede a asignar las cargas a utilizar sobre el dibujo de la estructura de la siguiente manera:

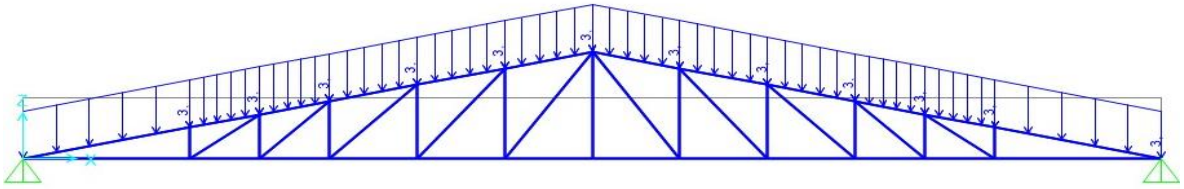
- Carga muerta: 2.76 KN/M

Ilustración 11 Carga muerta cubierta 1



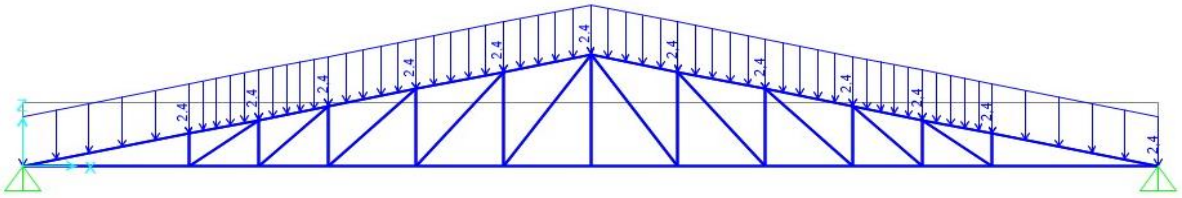
- Carga viva: 3 KN/M

Ilustración 12 Carga viva cubierta 1



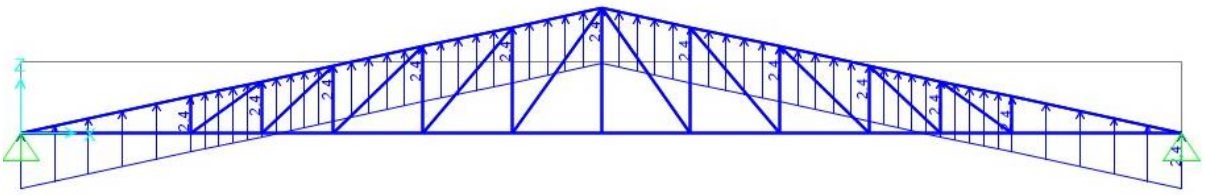
- Carga viento -Z: 2.4 KN/M

Ilustración 13 Carga viento cubierta 1



- Carga viento Z: 2.4 KN/M

Ilustración 14 Carga viento cubierta 1



Una vez cargadas las cargas a utilizar se proceden a cargar las combinaciones de carga a utilizar en el diseño acorde lo indica la norma NSR-10.

Ilustración 15 Asignación de cargas

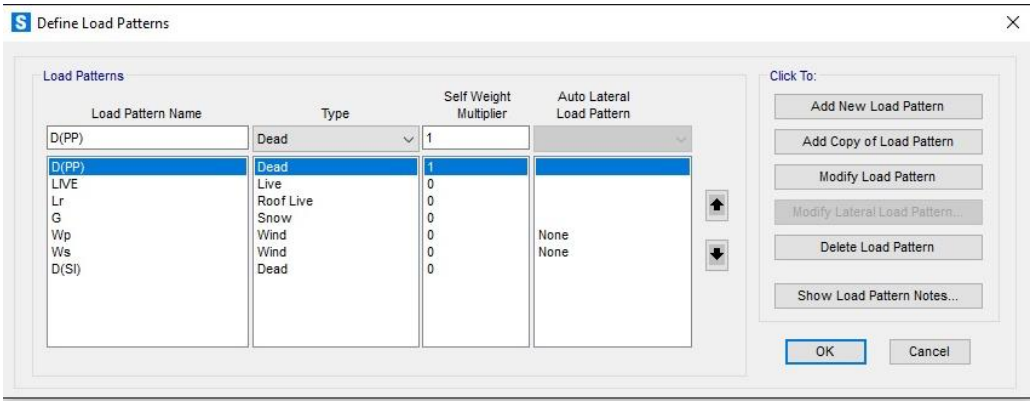
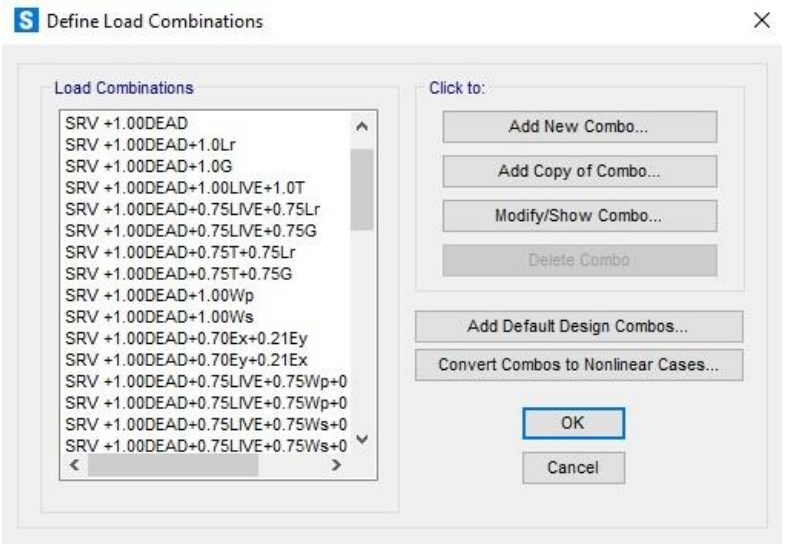
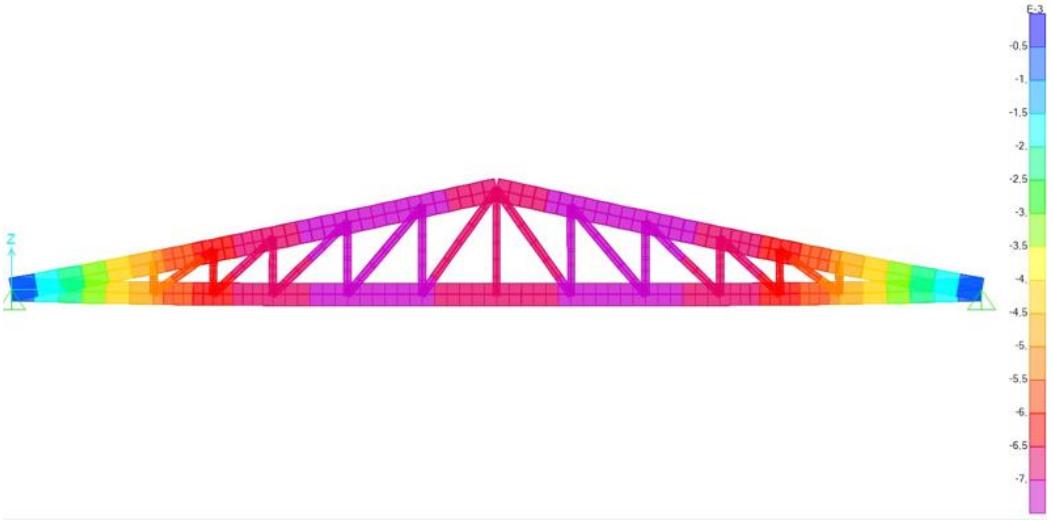


Ilustración 16 Combinación de cargas



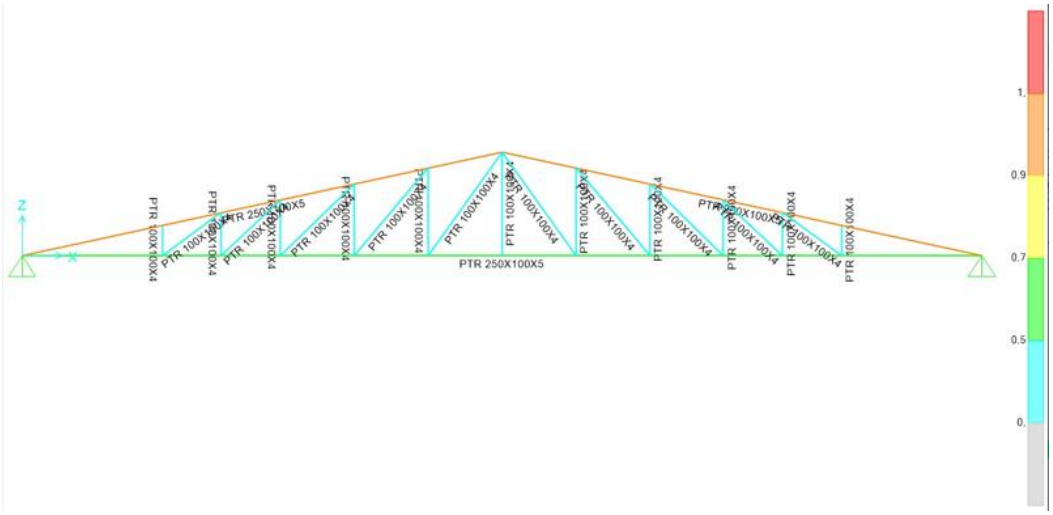
Ya cargada toda la información se hace el análisis de la estructura, obteniéndose los siguientes resultados:

Ilustración 17 Deflexiones máximas en cercha 1



La máxima deflexión de este elemento es de 7 mm

Ilustración 18 Evaluación de cargas en elementos de cercha 1



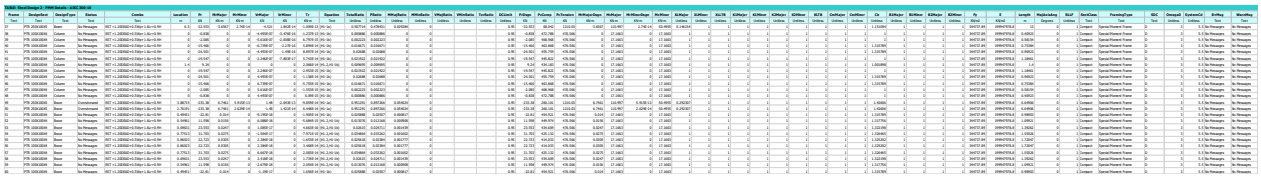
Con ayuda del programa Sap2000 se obtienen las tablas de resultados en cada uno de los elementos de la cercha como se muestra a continuación:

Ilustración 19 Combinaciones de carga cubierta 1 Sap2000

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text
D	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1	None	None	None	None
D			Linear Static	D(SI)	1				
DEF 1.0D+1.0L	Linear Add	No	Response Combo	D	1	None	None	None	None
DEF 1.0D+1.0L			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr			Linear Static	Lr	1				
SRV +1.00DEAD+1.0G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0G			Linear Static	G	1				
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+1.00Wp	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Wp			Linear Static	Wp	1				
SRV +1.00DEAD+1.00Ws	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Ws			Linear Static	Ws	1				
SRV +1.00DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +0.60DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
SRV +0.60DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(PP)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
L+Lr	Linear Add	No	Linear Static	LIVE	1	None	None	None	None
L+Lr			Linear Static	Lr	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +0.90DEAD+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VB +0.90DEAD+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +0.90DEAD+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None

Ilustración 20 Resultados de diseño cubierta 1 Sap2000



En base al análisis anterior se determinaron los perfiles a utilizar:

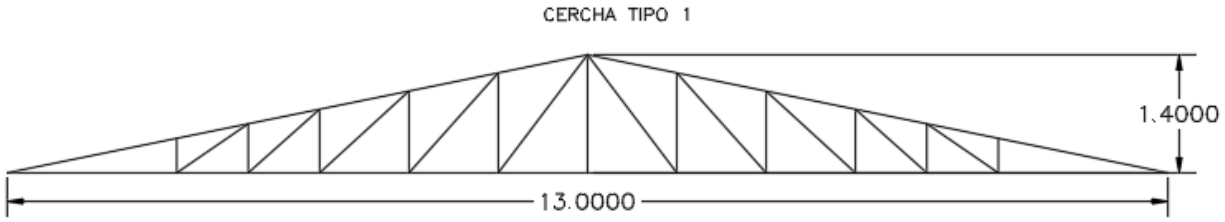
Para el cordón superior y cordón inferior se debe instalar perfil tipo **PTR 25X10X0.5cm**

Para el refuerzo interno de la cercha se debe instalar perfil tipo **PTR 10X10X0.4cm**

6.3.2. Cálculo de cercha cubierta 2

Se carga en el programa Sap2000 el pre dimensionamiento de la cercha

Ilustración 21 Pre dimensionamiento cercha cubierta 1



Una ves cargado el pre dimensionamiento se definen los materiales que van a componer la estructura de la cubierta, para este caso es acero A500 grado C, y el dimensionamiento de los perfiles a utilizar.

Ilustración 22 Perfil 250x100x5

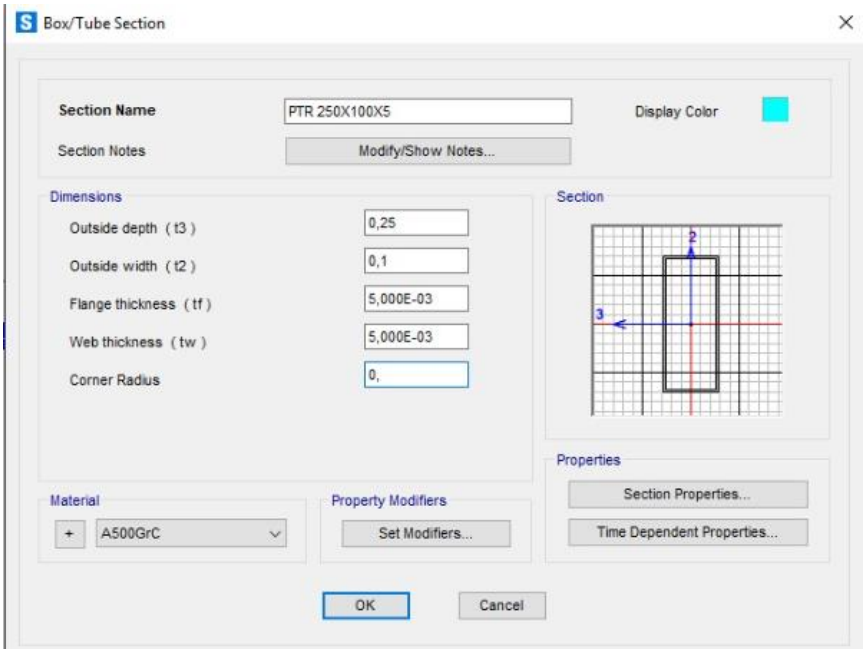
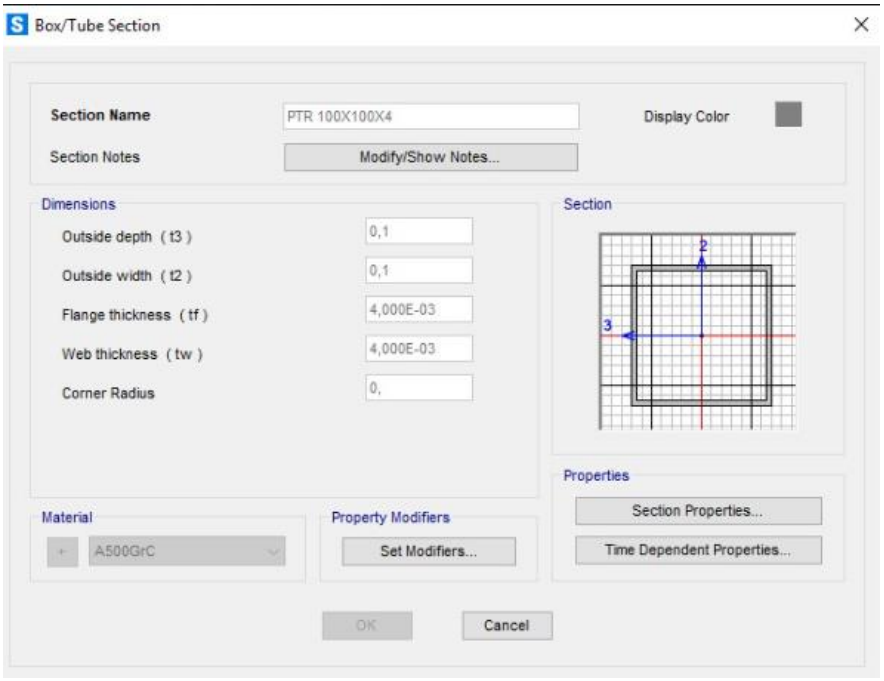


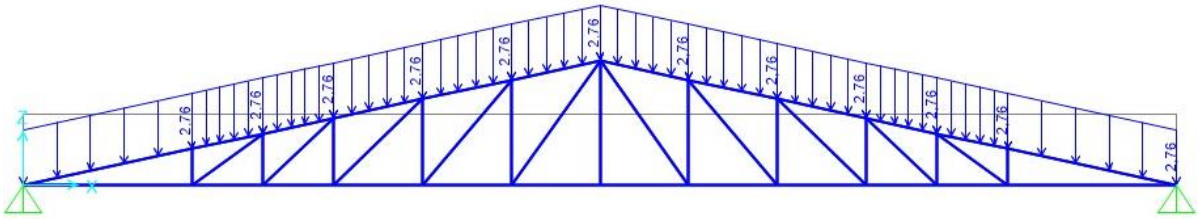
Ilustración 23 Perfil 100x100x4



Se procede a asignar las cargas a utilizar sobre el dibujo de la estructura de la siguiente manera:

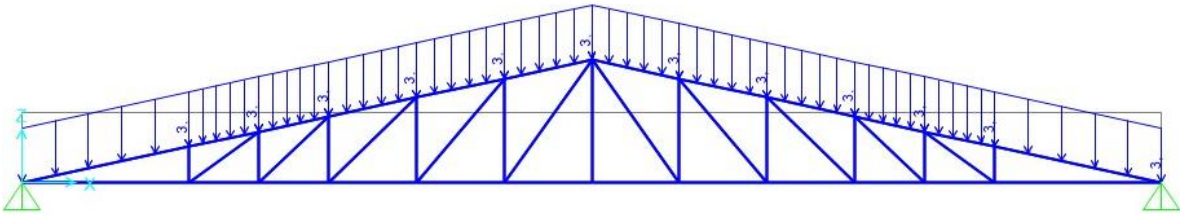
- Carga muerta: 2.76 KN/M

Ilustración 24 Carga muerta cubierta 2



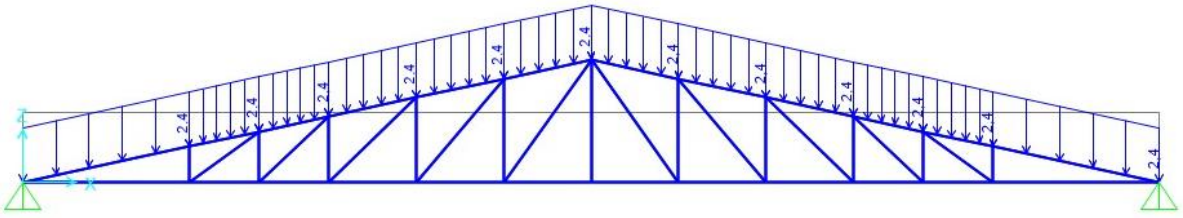
- Carga viva: 3 KN/M

Ilustración 25 Carga viva cubierta 2



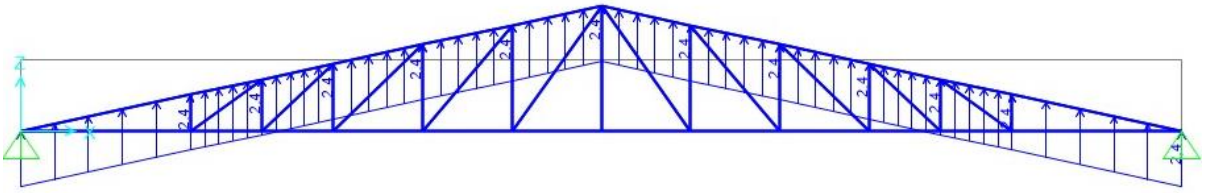
-
Carga viento -Z: 2.4 KN/M

Ilustración 26 Carga viento cubierta 2



- Carga viento Z: 2.4 KN/M

Ilustración 27 Carga viento cubierta 2



Una vez cargadas las cargas a utilizar se proceden a cargar las combinaciones de carga a utilizar en el diseño acorde lo indica la norma NSR-10.

Ilustración 28 Asignación de cargas

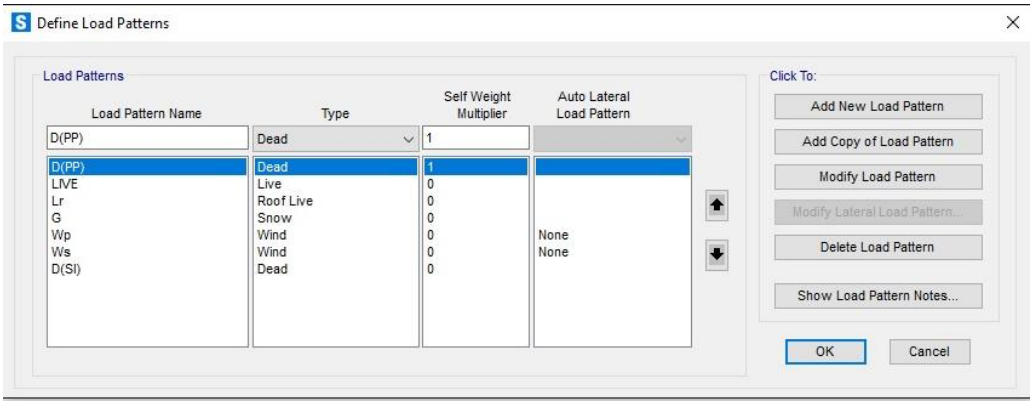
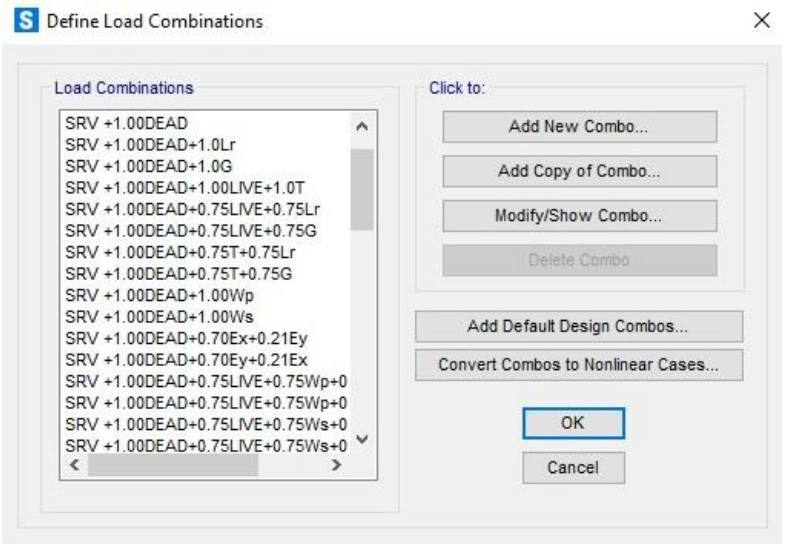
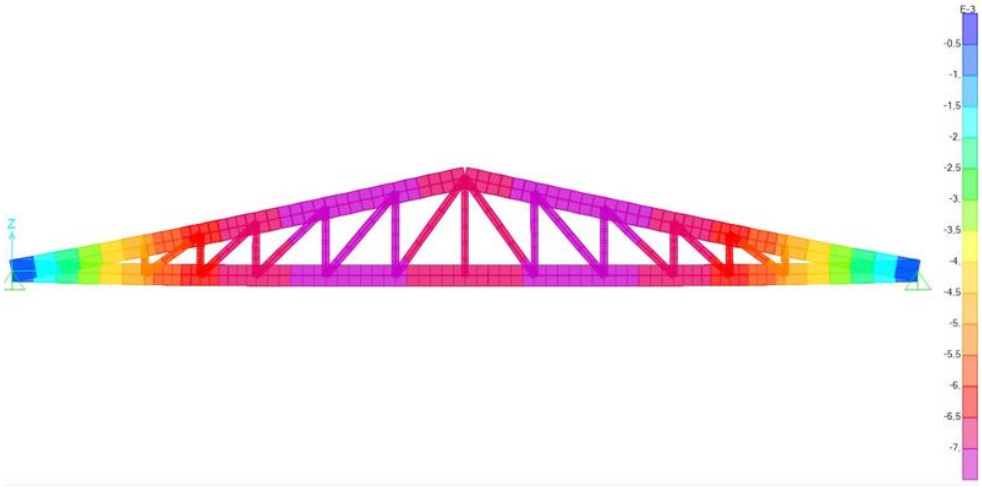


Ilustración 29 Combinación de cargas



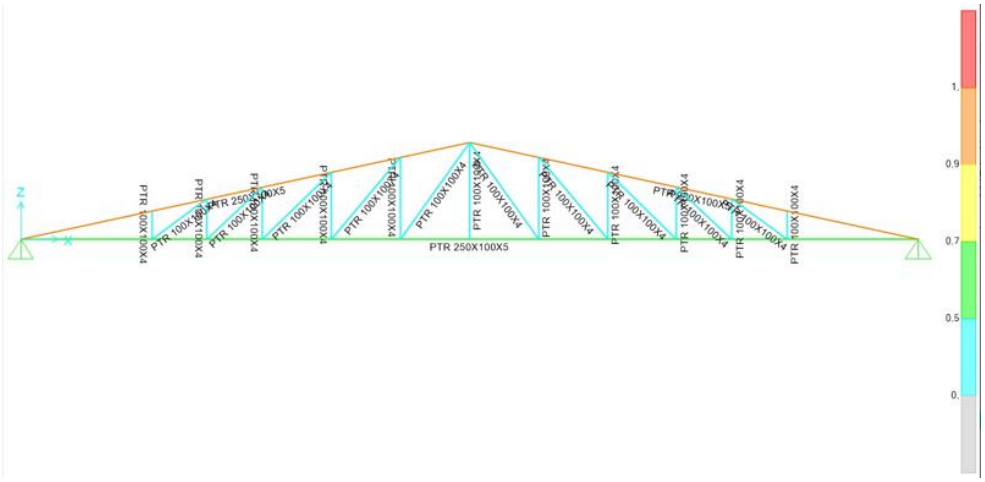
Ya cargada toda la información se hace el análisis de la estructura, obteniéndose los siguientes resultados:

Ilustración 30 Deflexiones máximas en cercha 2



La máxima deflexión para este elemento es de 7 mm

Ilustración 31 Evaluación de cargas en elementos de cercha 2



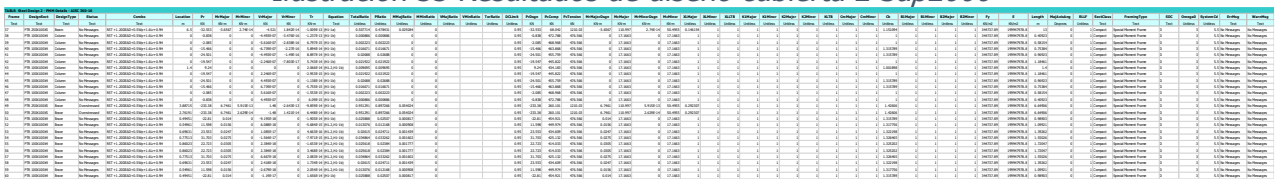
Con ayuda del programa Sap2000 se obtienen las tablas de resultados en cada uno de los elementos de la cercha como se muestra a continuación:

Ilustración 32 Combinación de cargas cubierta 2 Sap2000

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text
D	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1	None	None	None	None
D			Linear Static	D(SI)	1				
DEF 1.0D+1.0L	Linear Add	No	Response Combo	D	1	None	None	None	None
DEF 1.0D+1.0L			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr			Linear Static	Lr	1				
SRV +1.00DEAD+1.0G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0G			Linear Static	G	1				
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+1.00Wp	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Wp			Linear Static	Wp	1				
SRV +1.00DEAD+1.00Ws	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Ws			Linear Static	Ws	1				
SRV +1.00DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +0.60DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
SRV +0.60DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Wp+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.0Ws+1.0LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(PP)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
L+Lr	Linear Add	No	Linear Static	LIVE	1	None	None	None	None
L+Lr			Linear Static	Lr	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +0.90DEAD+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VB +0.90DEAD+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +0.90DEAD+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None

Ilustración 33 Resultados de diseño cubierta 2 Sap2000



En base al análisis anterior se determinaron los perfiles a utilizar:

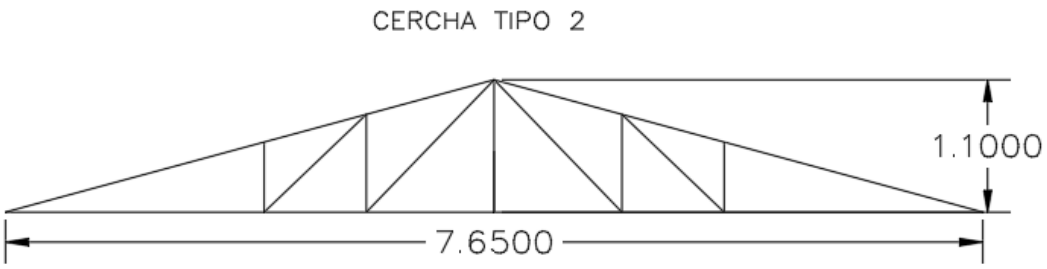
Para el cordón superior y cordón inferior se debe instalar perfil tipo **PTR 25X10X0.5cm**

Para el refuerzo interno de la cercha se debe instalar perfil tipo **PTR 10X10X0.4cm**

6.3.3. Cálculo de cercha cubierta 3

Se carga en el programa Sap2000 el pre dimensionamiento de la cercha

Ilustración 34 Pre dimensionamiento cercha 3



Una vez cargado el pre dimensionamiento se definen los materiales que van a componer la estructura de la cubierta, para este caso es acero A500 grado C, y el dimensionamiento de los perfiles a utilizar.

Ilustración 35 Perfil 150x100x6

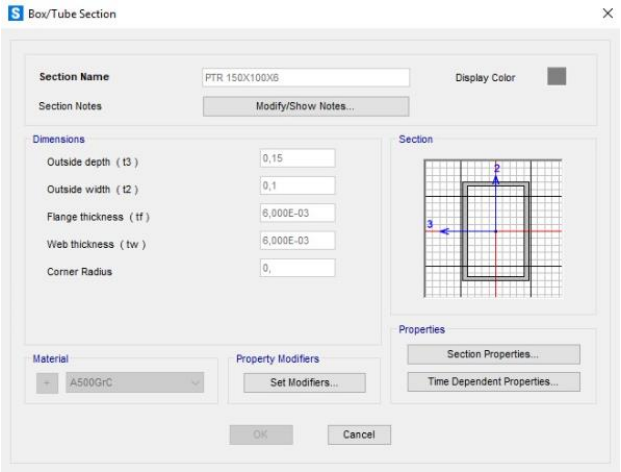
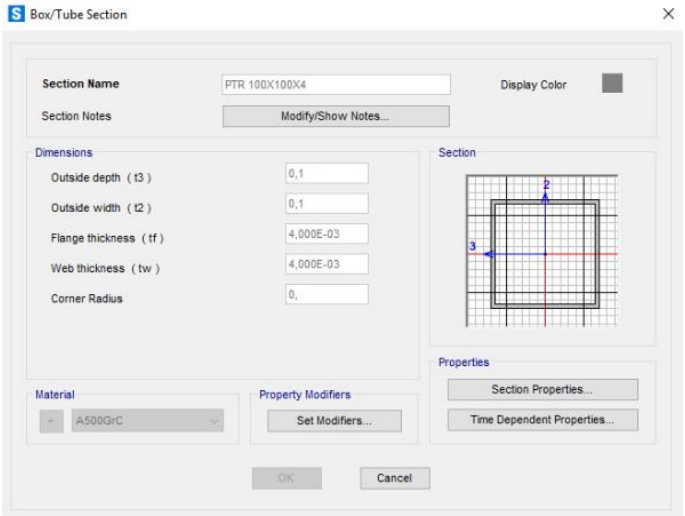


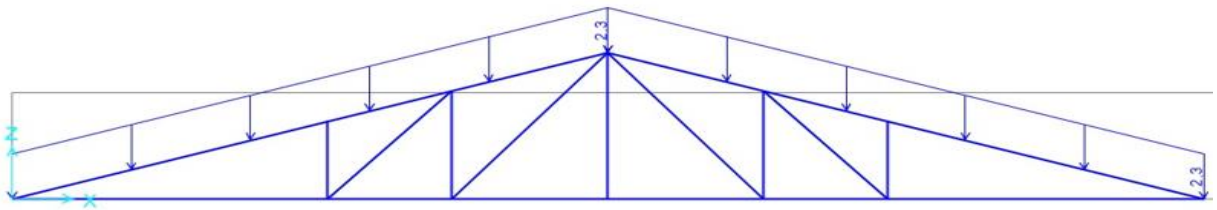
Ilustración 36 Perfil 100x100x4



Se procede a asignar las cargas a utilizar sobre el dibujo de la estructura de la siguiente manera:

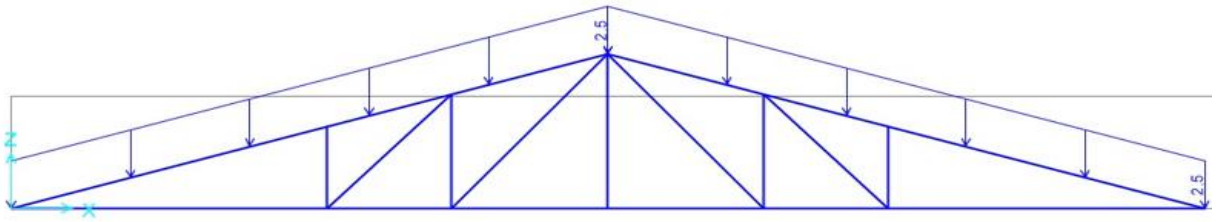
- Carga muerta: 2.30 KN/M

Ilustración 37 Carga muerta cubierta 3



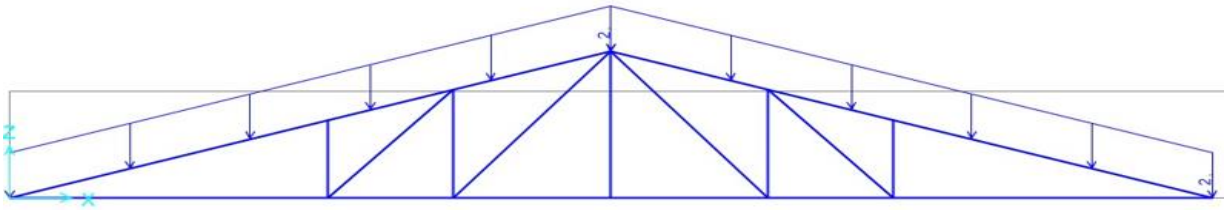
- Carga viva: 2.5 KN/M

Ilustración 38 Carga viva cubierta 3



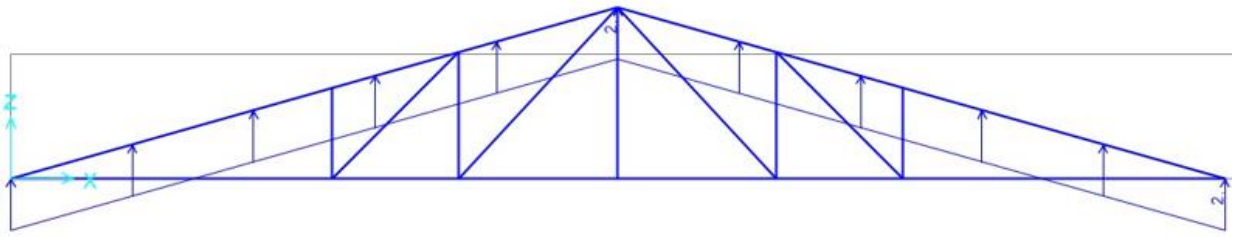
- Carga viento -Z: 2.4 KN/M

Ilustración 39 Carga viento cubierta 3



- Carga viento Z: 2.4 KN/M

Ilustración 40 Carga viento cubierta 3



Una vez cargadas las cargas a utilizar se proceden a cargar las combinaciones de carga a utilizar en el diseño acorde lo indica la norma NSR-10.

Ilustración 41 Asignación de cargas cubierta 3

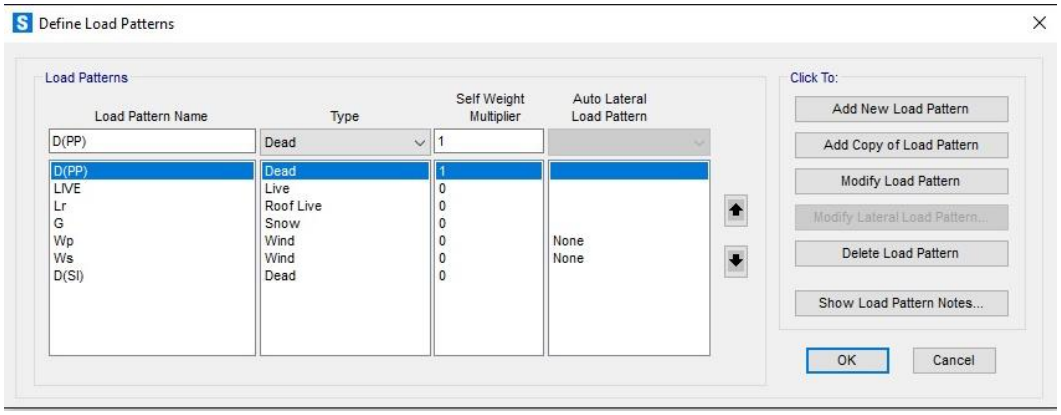
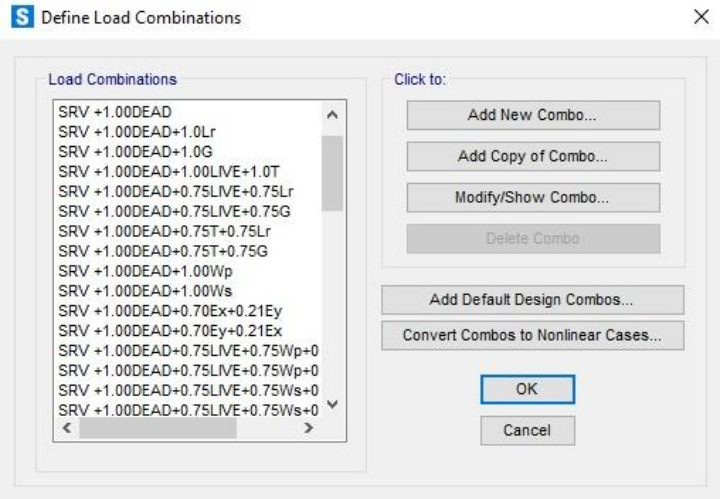
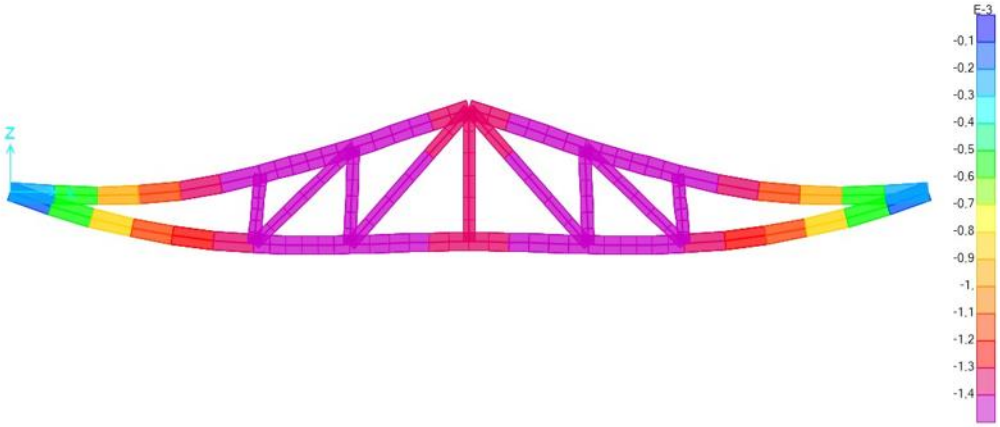


Ilustración 42 Combinación de cargas cubierta 3



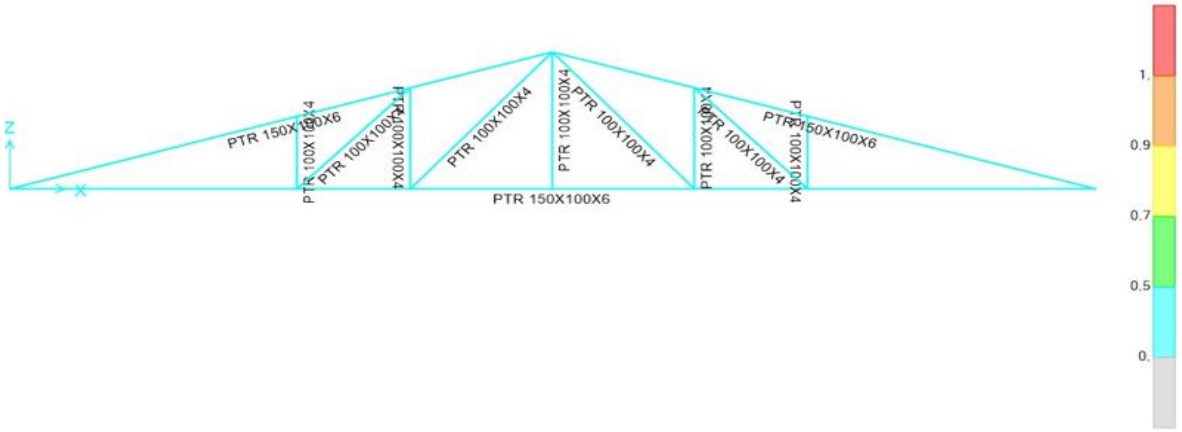
Ya cargada toda la información se hace el análisis de la estructura, obteniéndose los siguientes resultados:

Ilustración 43 Deflexiones máximas en cercha 3



Para este elemento la deflexión máxima es de 1.4mm

Ilustración 44 Evaluación de cargas en elementos de cercha 3



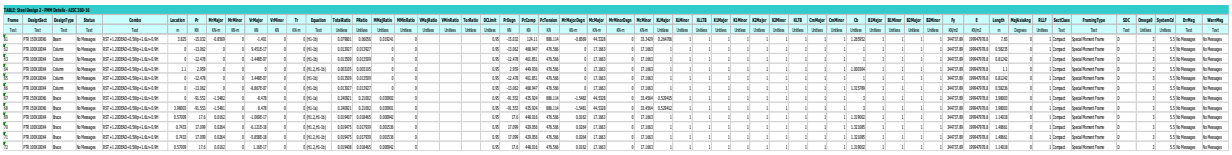
Con ayuda del programa Sap2000 se obtienen las tablas de resultados en cada uno de los elementos de la cercha como se muestra a continuación:

Ilustración 45 Combinaciones de carga cubierta 3 Sap2000

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text
D	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1	None	None	None	None
D			Linear Static	D(SI)	1				
DEF 1.0D+1.0L	Linear Add	No	Response Combo	D	1	None	None	None	None
DEF 1.0D+1.0L			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0Lr			Linear Static	Lr	1				
SRV +1.00DEAD+1.0G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.0G			Linear Static	G	1				
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00LIVE+1.0T			Linear Static	LIVE	1				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75T+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+1.00Wp	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Wp			Linear Static	Wp	1				
SRV +1.00DEAD+1.00Ws	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+1.00Ws			Linear Static	Ws	1				
SRV +1.00DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75Lr			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Wp+0.75G			Linear Static	Wp	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75Lr			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.75Ws+0.75G			Linear Static	Ws	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75Lr			Linear Static	Lr	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ex+0.16Ey+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G	Linear Add	No	Response Combo	D	1	Deflection	None	None	None
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	LIVE	0.75				
SRV +1.00DEAD+0.75LIVE+0.53Ey+0.16Ex+0.75G			Linear Static	G	0.75				
SRV +0.60DEAD+0.70Ex+0.21Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
SRV +0.60DEAD+0.70Ey+0.21Ex	Linear Add	No	Response Combo	D	0.6	Deflection	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+0.9D+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.4	Strength	None	None	None
RST +1.40DEAD+1.4T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.4				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5Lr+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	LIVE	1.6				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.60LIVE+0.5G+1.2T+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	Lr	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	Wp	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Wp+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	Ws	0.5				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	G	1.6				
RST +1.20DEAD+0.5Ws+1.6G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	Lr	0.5				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5Lr+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.00Wp+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	G	0.5				
RST +1.20DEAD+1.00Ws+1.00LIVE+0.5G+0.9H			Linear Static	D(PP)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	1.2	Strength	None	None	None
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	LIVE	1				
RST +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ey+0.30Ex+0.9H			Linear Static	D(SI)	1.2				
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.00Ey+0.30Ex+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(SI)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	Wp	1				
RST +0.90DEAD+1.0Wp+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H	Linear Add	No	Linear Static	D(PP)	0.9	Strength	None	None	None
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	Ws	1				
RST +0.90DEAD+1.0Ws+0.9H			Linear Static	D(SI)	0.9				
L+Lr	Linear Add	No	Linear Static	LIVE	1	None	None	None	None
L+Lr			Linear Static	Lr	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+2.00Ex+0.60Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VB +1.20DEAD+1.00LIVE+0.60Ex+2.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VB +0.90DEAD+2.00Ex+0.60Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VB +0.90DEAD+0.60Ex+2.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+1.00Ex+0.30Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	1.2	None	None	None	None
VC +1.20DEAD+1.00LIVE+0.30Ex+1.00Ey			Linear Static	LIVE	1				
VC +0.90DEAD+1.00Ex+0.30Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None
VC +0.90DEAD+0.30Ex+1.00Ey	Linear Add	No	Response Combo	D	0.9	None	None	None	None

Ilustración 46 Resultados de diseño cubierta 3 Sap2000



En base al análisis anterior se determinaron los perfiles a utilizar:

Para el cordón superior y cordón inferior se debe instalar perfil tipo **PTR 15X10X0.6cm**

Para el refuerzo interno de la cercha se debe instalar perfil tipo **PTR 10X10X0.4cm**

7. SOLDADURA

La primera soldadura que se tiene en la cubierta es la correspondiente a la soldadura E7018, que corresponde a un electrodo básico con bajo contenido de hidrógeno, el cuál esta dado especialmente para soldar acero al carbono. A continuación, se presenta su composición química en relación con su porcentaje de peso.

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
0.074	0.34	1.18	0.015	0.011	0.009	0.08	0.03	0.03

Las propiedades mecánicas típicas de este material, son:

	R. Tensión (mpa)	Lmt (Elástico)	Elongación (%)	Resistencia al impacto
Estándar	>=490	>=400	>=20	>=27
Valores típicos	595	515	26	125

Es importante destacar y tener en cuenta que esta soldadura esta especialmente diseñada para calderas, tanques, tuberías, perfiles, entre otros. Además, que se recomienda soldar con un arco corto para lograr mejores resultados.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizaron iteraciones de secciones de perfilería, así como diseño de estructura y después de un análisis estructural se obtuvieron las secciones mas apropiadas para este proyecto.
- Los análisis de cargas y combinaciones de cargas utilizados se determinaron acorde lo indica la norma NSR-10 en el Titulo B para este tipo de estructura en cubierta, teniendo en cuenta factores de geolocalización, estructura entre otros
- Los perfiles escogidos se determinaron teniendo en cuenta los catálogos comerciales existentes en Colombia.
- Se recomienda que al momento de realizar el montaje y armado de la estructura metálica se sigan los diseños establecidos en este informe con el fin de evitar inconvenientes para el montaje.

9. BIBLIOGRAFIA

Álvaro Sánchez Medina, A. Lopez Franco, M. (2002). Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. SENA 45 años de historia, ISBN 958-15-0075-8. Bogotá D.C., Colombia, file:///Users/mac/Downloads/sena_45_anos.pdf, Fecha de acceso: 16 dic.

GARCÍA, Luis Enrique. Desarrollo de la Normativa Sismo Resistente Colombiana en los 30 años desde su primera expedición. Revista de Ingeniería, [S.l.], n. 41, p. 71-77, feb. 2015. ISSN 20110049. Disponible en: <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/785/938>. Fecha de acceso: 16 dic. 2023 doi:10.16924/riua.v0i41.785.

Norma Técnica Colombiana NTC 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes.

Director de la Consultoría:

Manuel Alejandro Grimaldos Mojica
Ingeniero Civil
MP. 17202-107325
Magister En Ingeniería Civil Con Énfasis En Hidráulica, Hidrología Y Medio Ambiente.

Elaboro:

Gloria Esther Urrea Ceferino
Ingeniera Civil
MP. 25202202197 CND
Doctora en Ciencia de Materiales
Magister en Estructuras

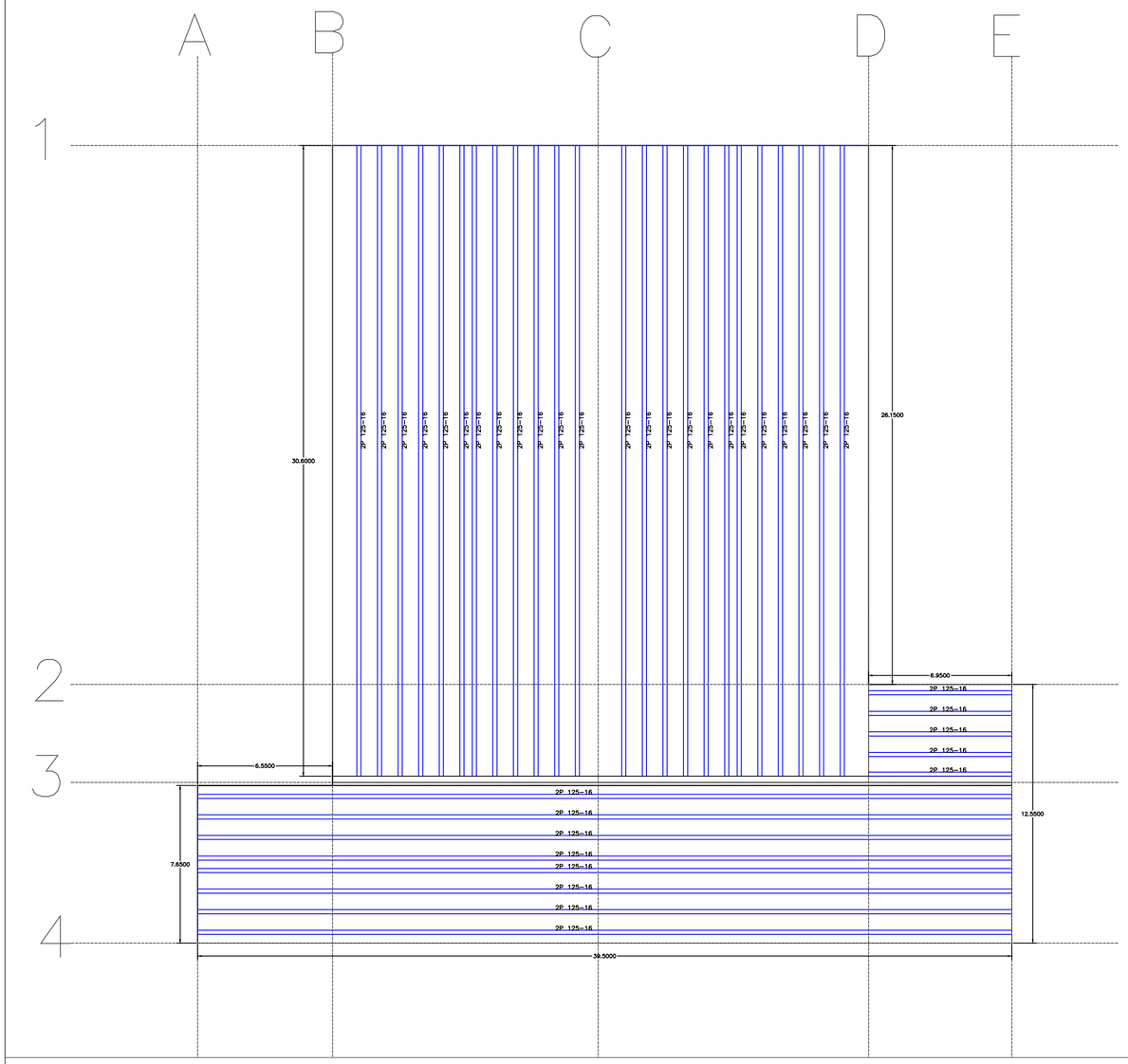
Reviso:

Lucas Emilio Niño Neira
Ingeniero Civil
MP. 68202-08716 SND
Especialista en Estructuras

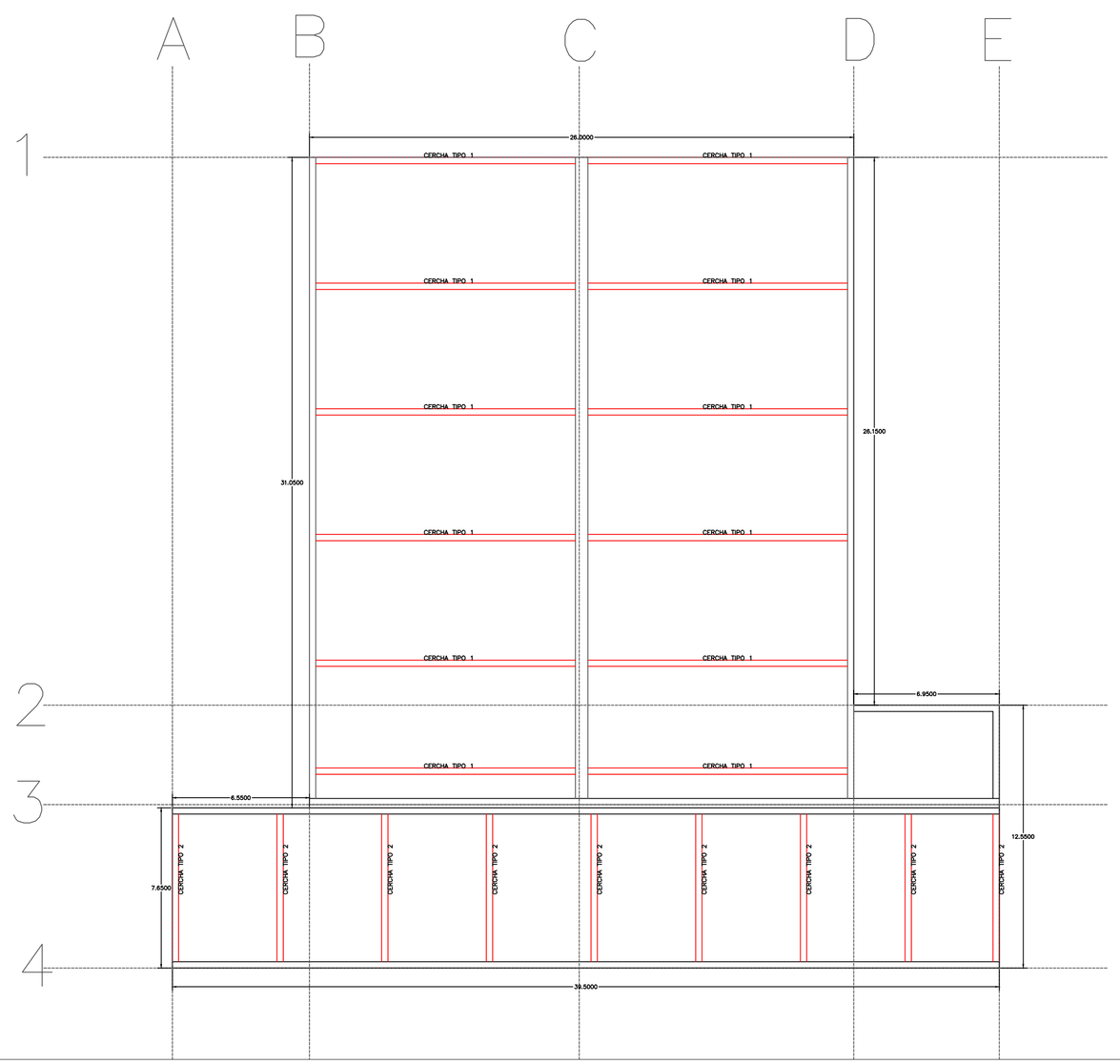
Apoyo Técnico:

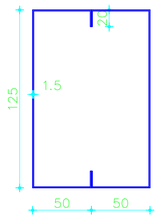
Nicolas Raúl Cubides Najar
Ingeniero Civil
MP. 041037-0557648 BYC

CORREAS CUBIERTA



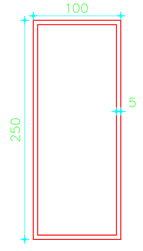
CERCHAS CUBIERTA





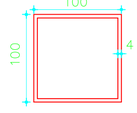
CORREA TIPO 1
2P-125-16
SEP MAX 1.00m

DETALLE DE CORREA TIPO



PERFIL PTE 250X100X5

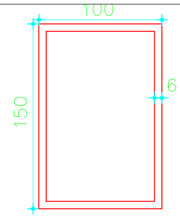
DETALLE DE PERFIL TIPO 1



PERFIL PTE 100X100X4

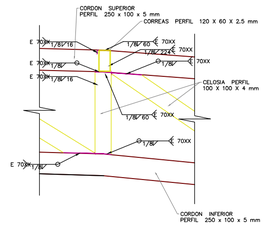
DETALLE DE PERFIL TIPO 2

ESCALA 1:200



PERFIL PTE 150X100X6

DETALLE DE PERFIL TIPO 3



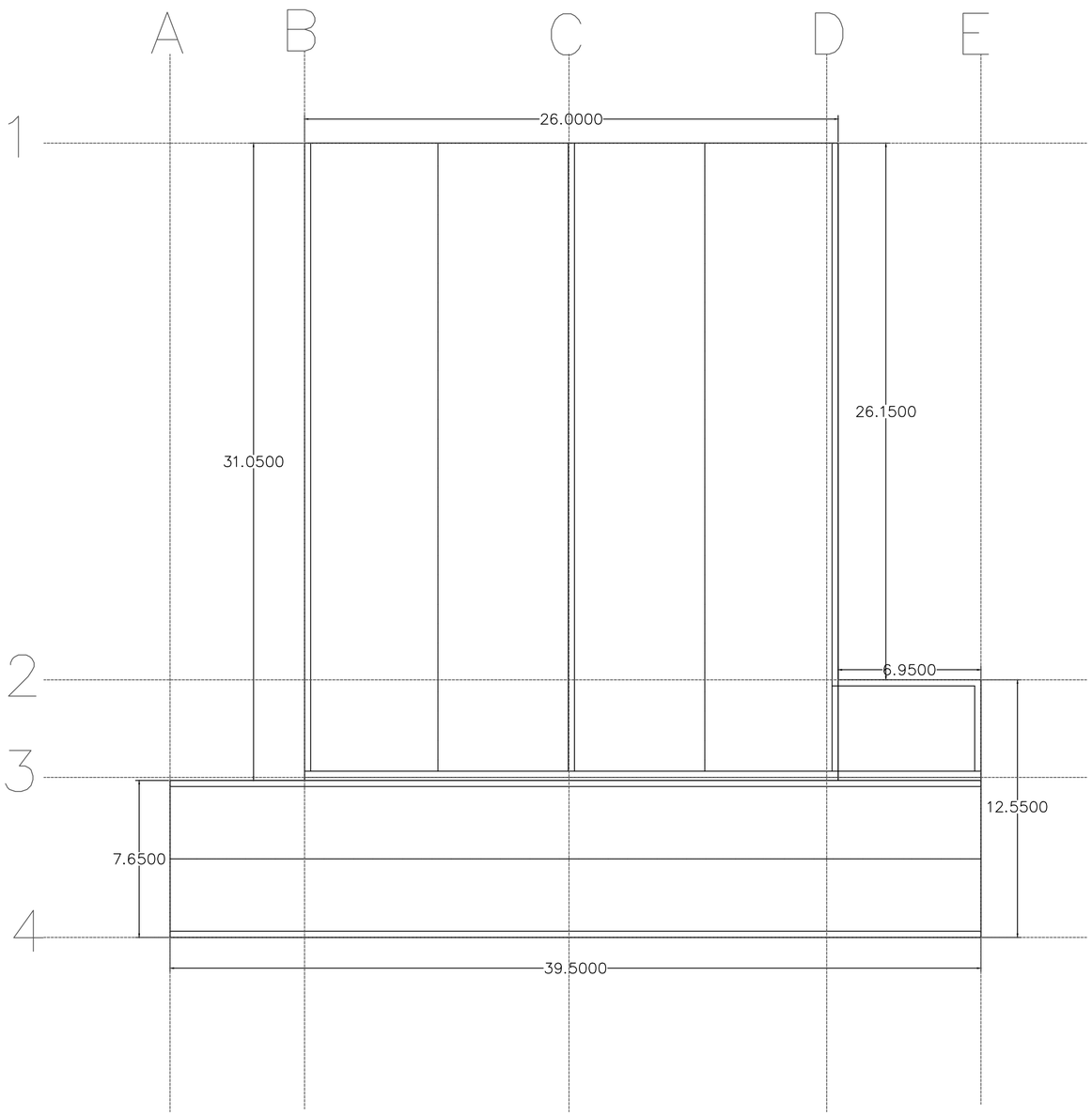
DETALLE DE SOLDADURAS

INGENIERO CIVIL MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA	OBJETO: CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.	CONSULTORÍA: ING. MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA ESPECIALISTA EN HIDRÁULICA MAT. N° 1720210-7325 CLD SUPERVISION CARLOS MARIO FRANCO RENDON SUPERVISION DEL CONTRATO	ELABORO: ING. GLORIA ESTHER URREA CEFERINO INGENIERA CIVIL MAT. N° 25202220197 CND REVISO: ING. LUCAS EMILIO NIÑO NEIRA INGENIERO CIVIL MAT. N° 68202-087161 SND

MODIFICACIONES Y REVISIONES		
FECHA	MODIFICACIÓN	NOMBRE ING. RESPONSABLE
DICIEMBRE/2023	Versión Inicial	Ing. Manuel Alejandro Grimaldos

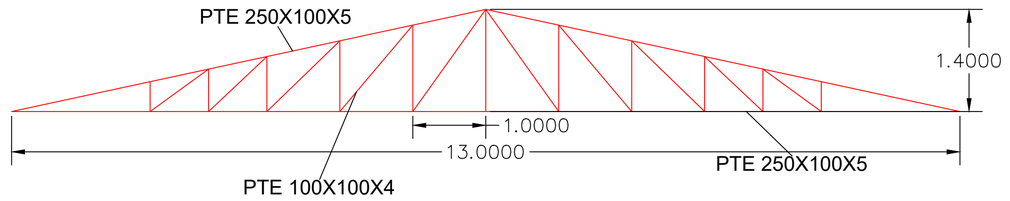
CONTIENE: PLANIMETRÍA CORREAS Y CERCHAS CON DETALLES DISEÑO ESTRUCTURAL CUBIERTA	DIBUJO: ING. NICOLAS CUBIDES	FECHA: DICIEMBRE 2023	
	ARCHIVO: GG-ST-DA-DT-DC-EST-CUBIERTA-SENA_V0.1.dwg	ESCALA: INDICADAS	PLANO: 2/2
		REVISIÓN: V-0.1	

PLANIMETRÍA CUBIERTA

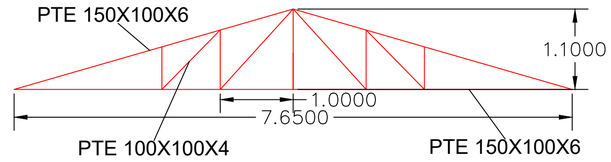


ESCALA 1:200

CERCHA TIPO 1



CERCHA TIPO 2



ESCALA 1:50

Todas las superficies metálicas serán preparadas con un imprimante de tal forma que permita la adherencia necesaria entre el esmalte y el elemento mecánico. A continuación se dice el procedimiento.

1. Remover o proteger cerraduras y herrajes de hojas antes de iniciar aplicación
2. Preparar superficie con desoxidantes ó equipos mecánicos para eliminar óxido suelto:
3. Limpieza manual con grata metálica (para anticorrosivo de cromato de zinc)
4. Limpieza con grata mecánica (para anticorrosivo de cromato de zinc)
5. Tratamiento con chorro de arena grado comercial
6. Tratamiento con chorro de arena grado metal blanco
7. Resanar el anticorrosivo y corregir defectos de masilla pulida con lija de agua
8. Aplicar capa adherente
9. Aplicar pintura anticorrosiva con pistola, según especificación del fabricante
10. Utilizar para esmaltes sintéticos anticorrosivo Rojo 310, 1504 Ico ó similar (óxido de hierro), Rojo 500 (cromato de zinc) ó Gris 507, gris protección 1308 Ico
11. Diluir esmalte semibrillante con varsol en proporciones especificadas por el fabricante
12. Aplicar esmalte
13 .Dejar secar entre capas de pintura por 15 horas aproximadamente

Notas a interventoría y supervisión

Se debe hacer un seguimiento técnico y un monitoreo de los procesos.

Se debe evaluar el cumplimiento de la normativa vigente.

Medir oportunamente los resultados en la ejecución del contrato.

Colaborar con el contratista para la correcta ejecución de los trabajos, con orden y eficacia , previendo con su experiencia y análisis los posibles inconvenientes técnicos en el desarrollo.

Coordinar y programar reuniones de seguimiento de ejecución del contrato, revisando avances, y análisis de temas y problemas dados en el desarrollo

Verificar que los estudios y diseños y planos cumplan con las condiciones actuales del proyecto, las normas y las especificaciones vigentes .

En lo que respecta a los planos de detalles y definitivos de la ora, elaborar planos de las obras en todos los cassos que sean necesarios y especificar con detalle, cuando en los planes generales del proyecto no lo hagan.

INGENIERO CIVIL
MANUEL ALEJANDRO
GRIMALDOS MOJICA

OBJETO:
CONTRATAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL CAMBIO DE CUBIERTAS DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE FORMACIÓN EN DISEÑO, CONFECCIÓN Y MODA, SENA REGIONAL ANTIOQUIA.

CONSULTORÍA:
ING. MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA
/ ESPECIALISTA EN HIDRAULICA
MAT. N° 1720210-7325 CLO

SUPERVISION
CARLOS MARIO FRANCO RENDON
SUPERVISION DEL CONTRATO

ELABORO:
ING. GLORIA ESTHER URREA CEFERINO
INGENIERA CIVIL
MAT. N° 2520202197 CND

REVISO:
ING. LUCAS EMILIO NIÑO NEIRA
INGENIERO CIVIL
MAT. N° 68202-08716 SND

MODIFICACIONES Y REVISIONES		
FECHA	MODIFICACIÓN	NOMBRE ING. RESPONSABLE
DICIEMBRE/2023	Versión Inicial	Ing. Manuel Alejandro Grimaldos

CONTIENE:
PLANIMETRÍA Y DETALLES DISEÑO ESTRUCTURAL CUBIERTA

DIBUJO: ING. NICOLAS CUBIDES
FECHA: DICIEMBRE 2023
ESCALA: INDICADAS
PLANO: 1/2
ARCHIVO: GG-STOA-DT-DC-EST-CUBIERTA-SENA_V0.1.dwg
REVISIÓN: V-0.1

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **93.297.048**

GRIMALDOS MOJICA

APELLIDOS

MANUEL ALEJANDRO

NOMBRES

FIRMA





INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO **21-FEB-1979**

BOGOTA D.C.
(CUNDINAMARCA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.85	**O+**	**M**
ESTATURA	G.S. RH	SEXO

17-MAY-1997 LIBANO
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

A-0902200-00193276-M-0093297048-20091103 **00176**54611A 1 30607207

REGISTRADURIA NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA



MATRICULA No 17202107325CLD

INGENIERO CIVIL

DE FECHA 20/05/2004

GRIMALDOS MOJICA

MANUEL ALEJANDRO

C.C. 93297048

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

PRESIDENTE DEL CONSEJO

FESA SA 04/2004-27469

Esta tarjeta es un documento público que autoriza a su titular para ejercer la profesión de Ingeniero dentro de los parámetros establecidos en la Ley 842 de 2003, de acuerdo con los cuales se expide.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA.

Cra. 7 No. 64 - 19 Tel. 2498138 Bogotá D.C.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2371512

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que MANUEL ALEJANDRO GRIMALDOS MOJICA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 93297048, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 17202-107325 desde el 20 de Mayo de 2004, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 199.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

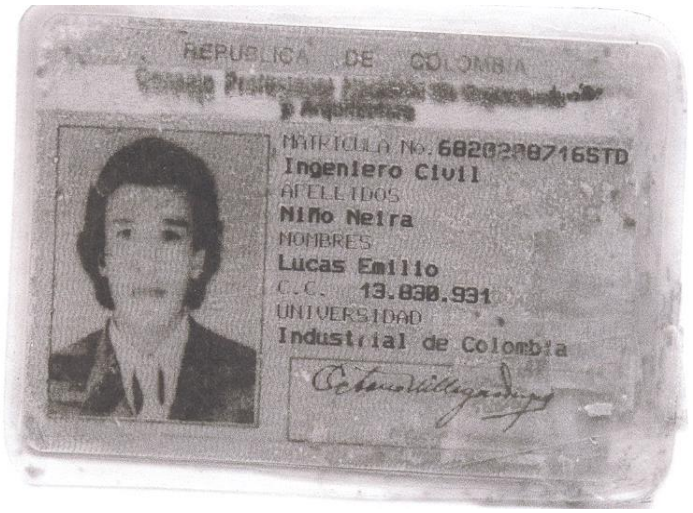
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los nueve (09) días del mes de Noviembre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 13.830.931
NIÑO NEIRA
APELLIDOS
LUCAS EMILIO
NOMBRES
FIRMA
FECHA DE NACIMIENTO 23-ABR-1954
GRAMALOTE
(NORTE DE SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.80
ESTATURA
O+
G.S. RH
M
SEXO
28-AGO-1975 BUCARAMANGA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES
INDICE DERECHO
A-4600100-00161584-M-0013830931-20090707
0013144920A 2
8170005789


REPUBLICA DE COLOMBIA
MATRICULA No. 68202207165TD
Ingeniero Civil
APELLIDOS
Niño Neira
NOMBRES
Lucas Emilio
C.C. 13.830.931
UNIVERSIDAD
Industrial de Colombia

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2454733

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LUCAS EMILIO NIÑO NEIRA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13830931, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-08716 desde el 28 de Octubre de 1982, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 2719.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintiseis (26) días del mes de Diciembre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.



REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.

25202202197CND

INGENIERO CIVIL

DE FECHA 17/03/2011

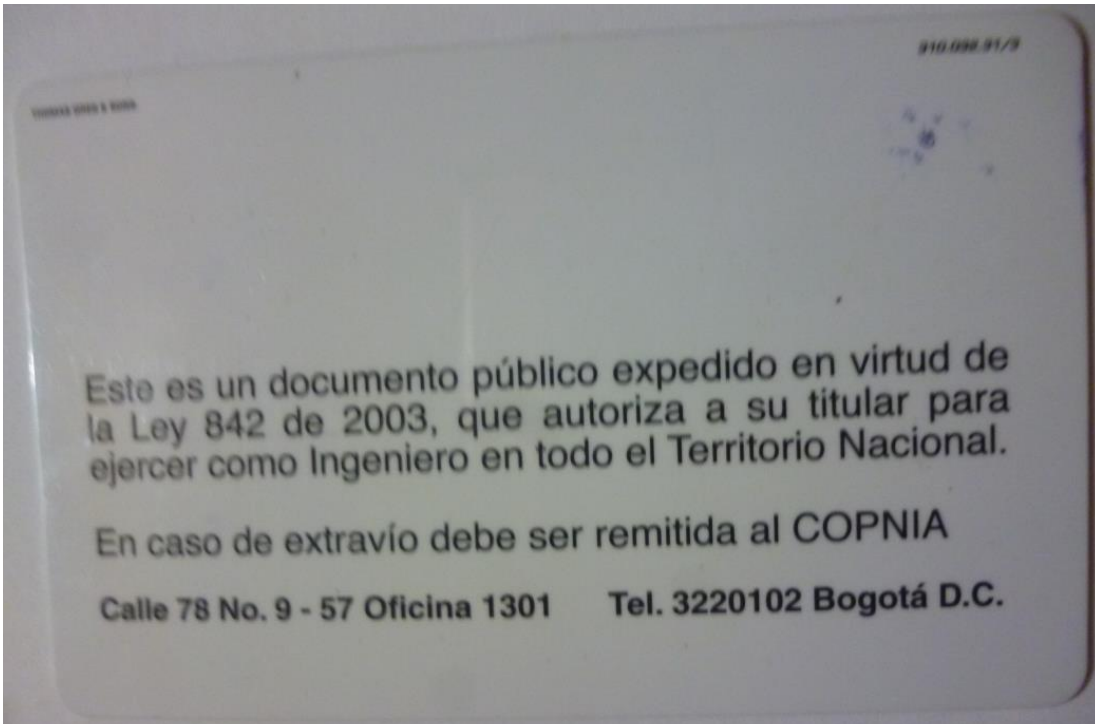
GLORIA ESTHER

URREA CEFERINO

C.C. 1020723571

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

PRESIDENTE DEL CONSEJO



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA

Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel. 3220102 Bogotá D.C.

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2454716

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que GLORIA ESTHER URREA CEFERINO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1020723571, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-202197 desde el 17 de Marzo de 2011, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 310.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintiseis (26) días del mes de Diciembre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

____
Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

MATRICULA PROFESIONAL

041037-0557648 BYC

R2021059685



INGENIERIA CIVIL

NICOLAS RAUL CUBIDES
NAJAR

ID: 1002394054

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y
TECNOLOGICA DE COLOMBIA - UPTC

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2454754

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que NICOLAS RAUL CUBIDES NAJAR, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1002394054, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 041037-0557648 BYC desde el 23 de Febrero de 2021, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2021059685.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintiseis (26) días del mes de Diciembre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

MATRICULA PROFESIONAL

081037-0586302 COR

R2021090054

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

INGENIERIA CIVIL



DIEGO AARON RODRIGUEZ
CUMPLIDO
ID: 1100624918

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2454762

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DIEGO AARON RODRIGUEZ CUMPLIDO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1100624918, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 081037-0586302 COR desde el 21 de Septiembre de 2021, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2021090054.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintiseis (26) días del mes de Diciembre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.