



**OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA
UBICADA EN EL COMFAMA BARRIO PÉREZ**

Autor

Daniel Diaz Pareja

TRABAJO DIRIGIDO POR:

María Julia Nieto Callejas

UNIVERSIDAD CATÓLICA LUIS AMIGÓ

INGENIERÍA CIVIL

MEDELLÍN – ANTIOQUIA

2022

TABLA DE CONTENIDO

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
2.	JUSTIFICACIÓN.....	6
3.	OBETIVOS	7
	3.1 Objetivo General.....	7
	3.2 Objetivos Específicos.....	7
4.	MARCO TEÓRICO	7
5.	METODOLOGÍA	9
6.	CRONOGRAMA	9
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	10
	7.1 Procedimiento del montaje	10
	7.2 Producto entrega	10
	7.2.1 Actividades previas antes de iniciar el montaje	10
	7.3 Generalidades.....	10
	7.4 Riesgos generales y medidas preventivas	11
	7.4.1 Riesgos Generales	11
	7.4.2 Medidas Preventivas	11
	7.5 Maquinaria, herramienta y equipos.	12
	7.6 Montaje	13
	7.6.1 Localización zona de trabajo.....	13
	7.6.2 Cerramiento perimetral y replanteo.....	13
	7.6.3 Excavaciones, armado formaletas y figuración de acero	14
	7.6.4 Plantilla estructura metálica	15
	7.6.5 Vaciado de zapatas y vigas de fundación.....	15
	7.6.6 Nivelación del terreno	16
	7.6.7 Estructura metálica.....	16
	7.6.8 Izaje	17
	7.6.9 Montaje de columnas metálicas	17
	7.6.10Montaje de vigas de amare	18
	7.6.11Montaje de viga cercha.....	18
	7.6.12Montaje de correas.....	19

7.6.13	Redes Eléctricas.....	19
7.6.14	Montaje de teja	20
8.	Despiece	21
9.	Proceso de diseño Sap 2000	22
10.	Optimización	40
	Conclusiones.....	44
	Bibliografía.....	46

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Georreferenciación.....	13
Ilustración 2 - Secuencia del izaje.....	17
Ilustración 3 - Planos estructurales.....	21
Ilustración 4 - Líneas de referencia SAP 2000.....	22
Ilustración 5 - Propiedades de materiales SAP 2000.....	23
Ilustración 6 - Sección de materiales SAP 2000.....	24
Ilustración 7 - Dibujo por tramos SAP 2000.....	25
Ilustración 8 - Espectro de aceleraciones SAP 2000.....	30
Ilustración 9 - Patrones de carga SAP 2000.....	31
Ilustración 10 - Dirección de sismo SAP 2000.....	31
Ilustración 11 - Casos de carga SAP 2000.....	32
Ilustración 12 - Factor de aceleración SAP 2000.....	33
Ilustración 13 - Combinaciones de carga SAP 2000.....	33
Ilustración 14 - Carga muerta sobre la estructura.....	34
Ilustración 15 - Carga viva sobre la estructura.....	34
Ilustración 16 - Carga de viento sobre la estructura.....	35
Ilustración 17 - Momento flector de la estructura.....	35
Ilustración 18 - Fuerza de corte de la estructura.....	36
Ilustración 19 - Deformaciones de la estructura.....	36
Ilustración 20 - Deformaciones límites.....	37
Ilustración 21 - Deriva eje x.....	37
Ilustración 22 - Deriva eje Y.....	38
Ilustración 23 - Capacidad elementos.....	38
Ilustración 24 - Diseño optimizado.....	40
Ilustración 25 - Deformaciones diseño optimizado.....	40
Ilustración 26 - Deriva eje X optimizado.....	41
Ilustración 27 - Deriva eje Y optimizado.....	41
Ilustración 28 - Capacidad optimizado.....	42

TABLA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 - Zona de trabajo.....	13
Fotografía 2 - Cerramiento perimetral y replanteo.....	13
Fotografía 3 Excavaciones.....	14
Fotografía 4 - Formaletas y figuración de acero.....	14
Fotografía 5 - Plantillas.....	15
Fotografía 6 - Vaciado de vigas de fundación.....	15
Fotografía 7 - Nivelación del terreno.....	16
Fotografía 8 – Estructura metálica.....	16
Fotografía 9 - Montaje columnas.....	17
Fotografía 10 - Montaje vigas de amarre.....	18
Fotografía 11 - Montaje vigas de cierre.....	18
Fotografía 12 - Montaje de correas.....	19
Fotografía 13 - Redes eléctricas.....	19
Fotografía 14 - Montaje de teja.....	20

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Cronograma de actividades	9
Tabla 2 - Cargas de sismo	29
Tabla 3 - Lista de materiales	39
Tabla 4 - Lista de materiales optimizado.....	43

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Comfama Barrio Pérez ubicado en el municipio de Bello, Medellín, ha sido simbólico en la historia de la ciudad debido a que es un sitio de encuentro, conexión y diversión de varias generaciones. Con el fin de indagar el comportamiento estructural de pórticos en perfilería metálica, surge la necesidad de estudiar el comportamiento ante un sismo de una estructura que se acaba de implementar, conformada por columnas, vigas y cubierta en estructura metálica que llama la atención por su impacto social a la comunidad educativa. Para esto, se requiere hacer el respectivo levantamiento y recolección de los materiales utilizados en su construcción, posteriormente procesar los datos recolectados mediante un programa de elementos finitos, con interfaz y gráficos 3D orientados a objetos (SAP2000), con el fin de determinar con la normativa vigente, su comportamiento ante un evento sísmico.

Para determinar el comportamiento ante un sismo en estructuras metálicas se analizan las características técnicas por medio de software especializado en diseño, que pueden facilitar desde la ingeniería, el análisis y comportamiento de elementos estructurales, basados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), título F: estructuras metálicas, ya que este reglamento es aplicable al diseño de estructuras conformadas por elementos de acero.

2. JUSTIFICACIÓN

La construcción en estructura metálica ha sido un desarrollo ejemplar para el oficio de la construcción en Colombia. El acero brinda una celeridad insuperable de construcción y fabricación en sitio, por ende, disminuye en gran magnitud todos los riesgos asociados a los atrasos que se presenten en obra. Las propiedades del acero permiten mayor autonomía en el período del diseño, dándonos una mayor optimización y calidad en la construcción. En general, el acero por su alta relación sección/peso, lleva a minimizar el peso propio de perfiles y en consecuencia el ahorro de costos.

Debido al acelerado crecimiento del uso acero en el país, es necesario conocer su comportamiento sísmico ante una eventualidad de esta naturaleza, para así comprender este tipo de estructuras partiendo desde el principio de la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10) para reducir los posibles daños, dando a conocer con más detalles las consecuencias ante la ocurrencia de un evento sísmico.

3. OBETIVOS

3.1 Objetivo General

Describir y optimizar el comportamiento sísmico de una estructura metálica ubicada en el barrio Pérez, Medellín.

3.2 Objetivos Específicos

- Comprender el proceso constructivo de la estructura metálica ubicada en Barrio Pérez.
- Determinar el comportamiento sísmico y la vulnerabilidad de la estructura metálica respecto a la NSR-10 y a través de software de elementos finitos SAP2000.
- Optimizar el diseño de la estructura metálica a través de cambios en sus elementos estructurales.

4. MARCO TEÓRICO

A lo largo de la historia, la humanidad ha experimentado el efecto de los sismos, que ocasionan pérdidas humanas, así como también cuantiosas pérdidas económicas. Son sucesos de probabilidad variable de ocurrencia y sus resultados pueden ser severos en términos de daños estructurales.

En el diseño de estructuras sismorresistentes se utilizan diversos materiales como: la mampostería, el hormigón armado y además el acero estructural, que es uno de los materiales que tiene comportamiento linealmente elástico. No obstante, esta característica propia del material no se transmite automáticamente al sistema estructural. Uno de los mayores retos en el diseño de estructuras sismorresistentes en estructura metálica consiste en controlar o limitar los problemas de inestabilidad en las partes que estén sometidas a compresión. En estas estructuras, la comprobación de los fenómenos de inestabilidad en muchas ocasiones resulta más importante que en las estructuras más comunes, por lo que su acontecimiento degrada la reacción de la estructura en términos de rigidez y resistencia, reduciendo su capacidad de disipar energía.

Las cubiertas en estructura metálica, por lo general son de baja elevación, que abarcan vigas horizontales o inclinadas y columnas, enlazadas por conexiones resistentes a momento (posibilidad que la estructura gire alrededor de algún eje). La resistencia a las acciones laterales y verticales es proporcionada por la rigidez de las conexiones y la rigidez a la flexión de los miembros, que se incrementa por un aprisionamiento o empotramiento adecuada de las secciones de la viga.

La construcción en estructura metálica es muy eficiente para encerrar grandes volúmenes, por lo tanto, a menudo se usan para uso industrial, almacenamiento, venta minorista y aplicaciones comerciales, así como para fines agrícolas. Una

edificación de pórticos contiene una serie de marcos transversales arriostrados longitudinalmente. La estructura principal de acero radica en columnas y vigas, que forman pórticos y arriostramiento, el marco estructural (marco a dos aguas) puede ser una disposición arriostrada de columnas y vigas (Ingeniería y construcción, 2022).

Las construcciones metálicas se utilizan con abundancia en diferentes clases de obras y edificaciones. La unión de los diferentes elementos principales de las edificaciones (columnas y vigas), conectados en un todo único, determina la forma estructural de la obra.

En la construcción, la estructura metálica principal se compone de todos aquellos elementos que estabilizan y llevan las cargas a las cimentaciones, esta estructura es la que garantiza que no se incline, que no se deforme y que sea resistente.

La estructura metálica se comprende que la mayor parte de los elementos o partes que la forman son de metal, normalmente acero (más del 80%), a una estructura de esta clase se le puede clasificar como estructura en acero, también, es importante recordar que el acero es una combinación o mezcla de Carbono (C) y de Hierro (FE) siempre que el porcentaje de carbono sea inferior al 2%. Este porcentaje suele variar entre el 0.05% y el 2% como máximo. A veces se añade a la combinación otros materiales como el Manganeso (Mn), el Cromo (Cr) o el Níquel (Ni) con el fin de obtener determinadas propiedades y se nombran aceros aleados (Soldadura, 2022).

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) es el encargado de establecer las condiciones mínimas con las que deben contar las edificaciones, con el fin de que estas respondan de una manera adecuada ante un evento sísmico.

Es importante tener presente las consideraciones que especifica la NSR-10 en cada uno de sus capítulos, para el desarrollo de esta investigación se toma en cuenta de manera más detallada los siguientes títulos:

- Título A, en el cual se obtiene toda la información requerida para la adecuada construcción sismo resistente, en este se encuentra diferentes parámetros indispensables para la construcción y estudios necesarios a realizar para la correcta construcción de una edificación. Es esencial conocer el tipo de suelo en el cual se va a construir la estructura, ya que este nos permite conocer la relación entre el suelo y la estructura, la forma en que interactúa con un movimiento sísmico y además su capacidad portante. Dentro de este título se puede encontrar diferentes capítulos, los cuales hablan de cómo se definen los sistemas estructurales que especifica la NSR-10, la clasificación de estos para así obtener el coeficiente de importancia (I), los parámetros para un correcto diseño sismo resistente y demás

consideraciones necesarias.

- Título F, establece los requerimientos mínimos para la construcción adecuada de estructuras conformadas por elementos de acero o de aluminio, soldados, atornillados, o remachados. Los requisitos mencionados en dicho título permiten el correcto funcionamiento de las estructuras frente a cargas laterales y verticales en diferentes zonas de amenaza sísmica. Podemos encontrar los requisitos mínimos que deben cumplir las platinas, los perfiles, la soldadura y tornillos dentro de una estructura conformada por perfiles metálicos, también, las diferentes conexiones a momento y cortante, las deflexiones y derivas que deben cumplir los perfiles para el cumplimiento de este capítulo.

5. METODOLOGÍA

Se realiza una investigación minuciosa sobre el tema, de manera que se dé respuesta al objetivo general de la investigación igualmente cumpliendo con los objetivos específicos, mediante el uso del software SAP2000 para modelar la estructura de pórticos en estructura metálica describiendo los resultados obtenidos

1. Recopilar información sobre los elementos de la estructura metálica.
2. Evaluar la estructura metálica en SAP2000 y analizar respecto a la NSR-10.
3. Determinar con el modelo existente una posible optimización en el sistema.
4. Concluir los resultados obtenidos.

6. CRONOGRAMA

Tabla 1 - Cronograma de actividades

Actividad	Meses			
	1	2	3	4
❖ Recopilar información sobre los elementos de la estructura metálica.	X			
❖ Evaluar la estructura metálica en SAP2000 y analizar respecto a la NSR-10.		X	X	
❖ Determinar con el modelo existente una posible optimización en el sistema.			X	
❖ Concluir los resultados obtenidos				X

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Procedimiento del montaje

El presente procedimiento muestra las condiciones generales que se tienen en el montaje de los elementos metálicos, la normatividad, los riesgos y las condiciones específicas.

7.2 Producto entrega

Instalación de los pórticos en Estructura metálica para el comedor Comfama barrio Pérez, teniendo en cuenta el sitio de instalación.

7.2.1 Actividades previas antes de iniciar el montaje

Antes de iniciar cualquier actividad relacionada con el montaje, se deben tener en cuenta los siguientes elementos (Universidad Pública de Navarra, 2022):

- Estudio de las características de la estructura a montar: Plan de montaje, plan de seguridad.
- Documentación: Planos generales de la estructura.
- Fases del montaje: Estudio de las fases de montaje.
- Estudio de piezas: Estimación del peso de las piezas, capacidad de carga de las grúas, manipulación y enganche de las piezas, recorrido de las grúas.
- Equipo de montaje: Definición de los roles del personal: Montadores, soldadores, pintores y ayudantes.
- Maquinaria de elevación: Definición del tipo de grúa, malacate o equipo de elevación a utilizar.
- Maquinaria de soporte en el montaje: Equipo de Soldadura, pulidoras, equipos de oxicorte... etc.
- Herramientas: En este punto se debe tener en cuenta las llaves, los elementos de amarre (eslingas, cadenas, cinchas, ganchos etc.)

7.3 Generalidades

Las estructuras de este proyecto están constituidas por diferentes conjuntos de elementos y piezas que son unidos y ensamblados en obra por medio de tornillería Norma AISI-SAE, ASTM F3125.

En el presente documento se detallan los diferentes pasos que se deben tener en cuenta

en la instalación de los elementos de las columnas y vigas para la cubierta. Todo el personal debe entender la información contenida en el procedimiento de montaje antes de ensamblar, desmontar o ejecutar. Los productos de estructuras metálicas deben ser ensamblados sólo por personal entrenado, especializado y experimentado en el montaje.

7.4 Riesgos generales y medidas preventivas

A continuación, se presenta un listado general de los posibles riesgos que se presentan en la actividad de montaje y desmonte de la estructura del proyecto en cuestión.

7.4.1 Riesgos Generales

A continuación, se describen los riesgos generales asociados a las actividades del ensamble y montaje de la estructura (Universidad Politécnica de Valencia, 2012):

- Caída de personas a distinto nivel (trabajo en alturas).
- Caída de personas al mismo nivel (obstáculos y falta de limpieza).
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos y partículas.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a radiaciones.
- Explosión.
- Incendio.
- Atropellos o golpes con vehículos.

7.4.2 Medidas Preventivas

Con el objetivo de disminuir los riesgos y la posibilidad de ocurrencia de accidentes laborales, el personal tendrá en cuenta los siguientes ítems y elementos de prevención, tanto en medidas colectivas como en medidas individuales.

- Protecciones colectivas.
- Orden y limpieza en zonas de trabajo.
- Andamios de protección.

- Carcasas y resguardos de protección de maquinaria. Equipos y medios auxiliares.
- Equipos de protección Individual.
- Casco de seguridad con barbuquejo con 4 puntos de anclaje.
- Botas y calzado de seguridad.
- Guantes.
- Monogafas según la actividad a desarrollar
- Arnés de seguridad.
- Pantalla y otros equipos de soldador.
- Ropa de trabajo.
- Protectores auditivos.
- Respirador media cara para protección contra humos metálicos media.

7.5 Maquinaria, herramienta y equipos.

Para la ejecución de las actividades de ensamble y montaje de la estructura en cuestión, se tendrá a disposición la siguiente maquinaria, herramienta y equipos en general:

- Maquinaria y equipos.
- Equipos de oxicorte.
- Equipo de soldadura revestida.
- Elementos de señalización de la zona de trabajo.
- Equipo de pintura (compresor, pistola, etc.)

Herramientas

- Taladro magnético.
- Pulidora.
- Chicharra.
- Diferenciales y/o polipasto.
- Herramienta de mano (llave boca fija, rache, plomada entre otras).
- Herramientas auxiliares.

7.6 Montaje

7.6.1 Localización zona de trabajo

Es muy importante hacer un acercamiento previo a la zona de trabajo, conocer sus puntos de acceso, puntos de acopio, provisionales, puntos de encuentro, entre otros. Ya que esto permitirá tener un panorama claro de las actividades que se van a realizar.



Ilustración 1 - Georreferenciación



Fotografía 1 - Zona de trabajo

7.6.2 Cerramiento perimetral y replanteo

La función principal del cerramiento perimetral es obstruir el ingreso a personas ajenas a la obra para evitar daños a terceros, este permite proteger la estructura en todas sus etapas del proceso constructivo, además ayuda a tener un mayor control de los materiales que se encuentran dentro de este.

El replanteo topográfico es una intervención en la cual se demarcan los puntos básicos donde se encuentra cada zapata para luego proceder con marcas en el suelo por medio de cal.



Fotografía 2 - Cerramiento perimetral y replanteo

7.6.3 Excavaciones, armado formaletas y figuración de acero

Luego de tener los puntos ubicados, se procede con la excavación de zapatas y vigas de fundación.



Fotografía 3 Excavaciones

La formaleta cumple una función de molde temporal en el cual se vierte concreto para dar forma al hormigón, dentro de este se encuentra una cantidad de acero figurado (cantidad según plano estructural), el cual consta de barras corrugadas, cortadas y dobladas requeridos por el diseño para su refuerzo longitudinal y transversal.



Fotografía 4 - Formaletas y figuración de acero

7.6.4 Plantilla estructura metálica

La plantilla consta de 8 barras corrugadas Gr. B7 de 3/4" y 24 tuercas F436 de 3/4" y una lámina de 3 mm, por cada zapata, esta plantilla debe estar ubicada en el eje de la zapata, cualquier desplazamiento de esta provocará que la estructura no se ajuste ya que, al ser soldada, no se podrán realizar cambios en la estructura.



Fotografía 5 - Plantillas

7.6.5 Vaciado de zapatas y vigas de fundación

Se procede con el vaciado del concreto para posteriormente retirar la formaleta y darle tiempo al fraguado de este.



Fotografía 6 - Vaciado de vigas de fundación

7.6.6 Nivelación del terreno

Se procede con el acondicionamiento del terreno por medio de la compactación para darle una superficie homogénea y permitir el trabajo seguro sobre este.



Fotografía 7 - Nivelación del terreno

7.6.7 Estructura metálica

La estructura será de construcción soldada, a partir de piezas prefabricadas en planta para ensamblar mediante pernos en campo. Para la instalación y el montaje de los elementos estructurales de los pórticos se utilizarán métodos manuales (andamio multidireccional, diferenciales, chicharras, aparejos, manilas, cables, etc.)



Fotografía 8 - Estructura metálica

7.6.8 Izaje

El izaje de la cercha se realizará de forma manual con la ayuda de plumas, poleas, diferenciales de gran capacidad (para este caso diferencial de 5 toneladas, 3 toneladas, 2 toneladas) aparejos y andamio multidireccional de carga. Para el personal, el acceso será por andamio, cumpliendo los procedimientos de trabajo en alturas.

Se fijarán con las diferenciales y/o elementos de amarre, las cuales estarán ubicadas sobre los andamios.

Se procederá a realizar el izaje ubicando la cercha sobre las diferenciales ya instaladas. Se fijan las diferenciales de la pluma, y se procede a izar los elementos.

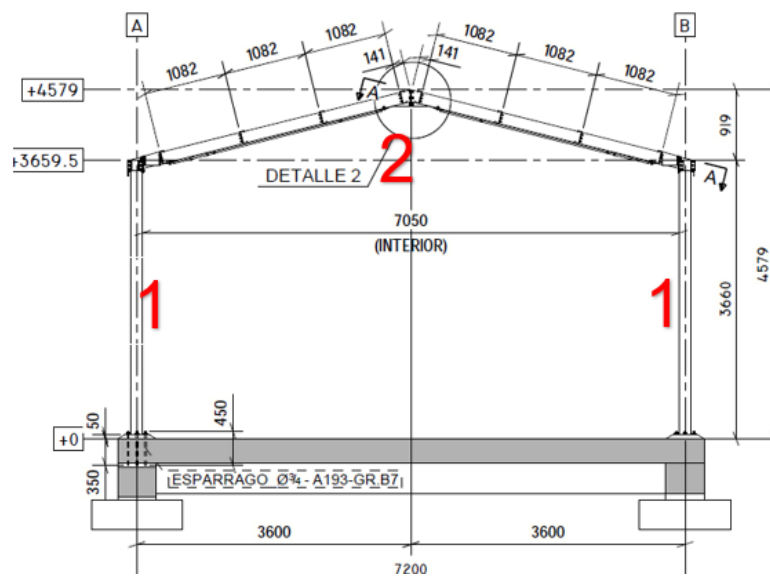


Ilustración 2 - Secuencia del izaje

7.6.9 Montaje de columnas metálicas

Al tener claro el procedimiento de izaje, se procede con el montaje de columnas metálicas con la ayuda de los andamios multidireccionales y las diferenciales.



Fotografía 9 - Montaje columnas

7.6.10 Montaje de vigas de amarre

Se continua con la secuencia del izaje, con la ayuda de los andamios y multidireccionales, con una guía de cuerdas, el personal debe hacer encajar con los end-plates de la trabe con la columna, uniendo las placas a la correspondiente en columna.



Fotografía 10 - Montaje vigas de amarre

7.6.11 Montaje de viga cercha

Se realiza el procedimiento anterior de izaje con vigas de cercha.



Fotografía 11 - Montaje vigas de cierre

7.6.12 Montaje de correas

El siguiente paso a la conexión de los end-plates es la instalación de las correas de la cubierta de acuerdo con los planos de ingeniería. Una vez que se ha terminado la instalación gruesa de la estructura, es decir, columnas y vigas, se procede a la instalación de las correas de cubiertas, los cuales terminan de otorgar la rigidez del cuerpo general de la estructura.



Fotografía 12 - Montaje de correas

7.6.13 Redes Eléctricas

Las redes eléctricas serán instalaciones embebidas en concreto, ya que estas no serán visibles y se mantendrá la estética de la estructura metálica.



Fotografía 13 - Redes eléctricas

7.6.14 Montaje de teja

Después de tener clara la modulación de la teja, se deben hacer los cortes necesarios para que esta se apoye correctamente sobre las correas y vigas de la estructura metálica, ya que estas, serán las que proporcionaran rigidez y permitirá que el personal de instalación y en el futuro personas de mantenimiento, puedan caminar sobre esta sin generar daños.



Fotografía 14 - Montaje de teja

8. Despiece

Es necesario hacer el despiece de la estructura en cuestión para cuantificar cada elemento en cuanto a tipo de material, longitud y volumen que lo compone (columnas, vigas, placas base, tornillería), para luego registrar cada uno de los datos obtenidos en un cuadro específico, en el cual relacionamos su posición dentro de la estructura, el tipo de perfil a emplear, longitud, material o característica especial del material, el peso por unidad y por cantidad y por último la superficie recubierta (área).

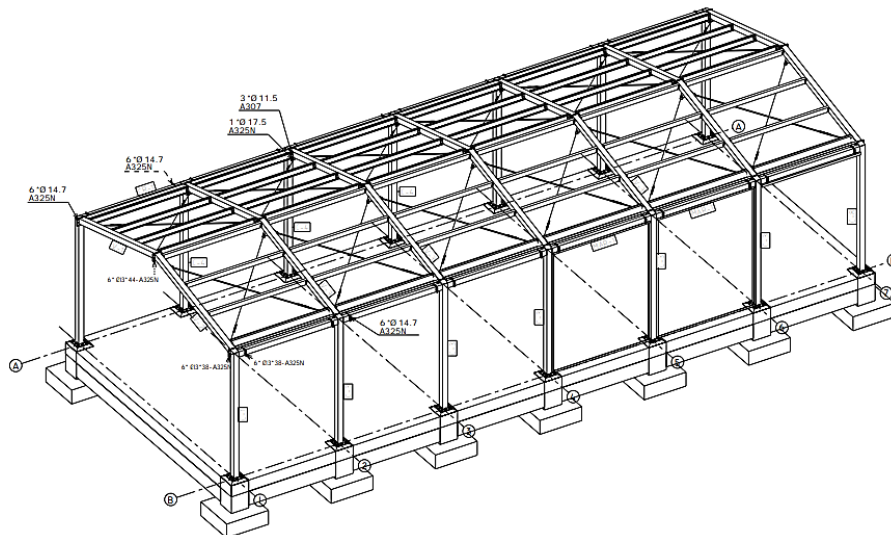


Ilustración 3 - Planos estructurales

9. Proceso de diseño SAP 2000

Como paso inicial se debe crear las líneas de referencia (grid) acorde a los planos estructurales, estas ayudaran a dibujar la estructura metálica.

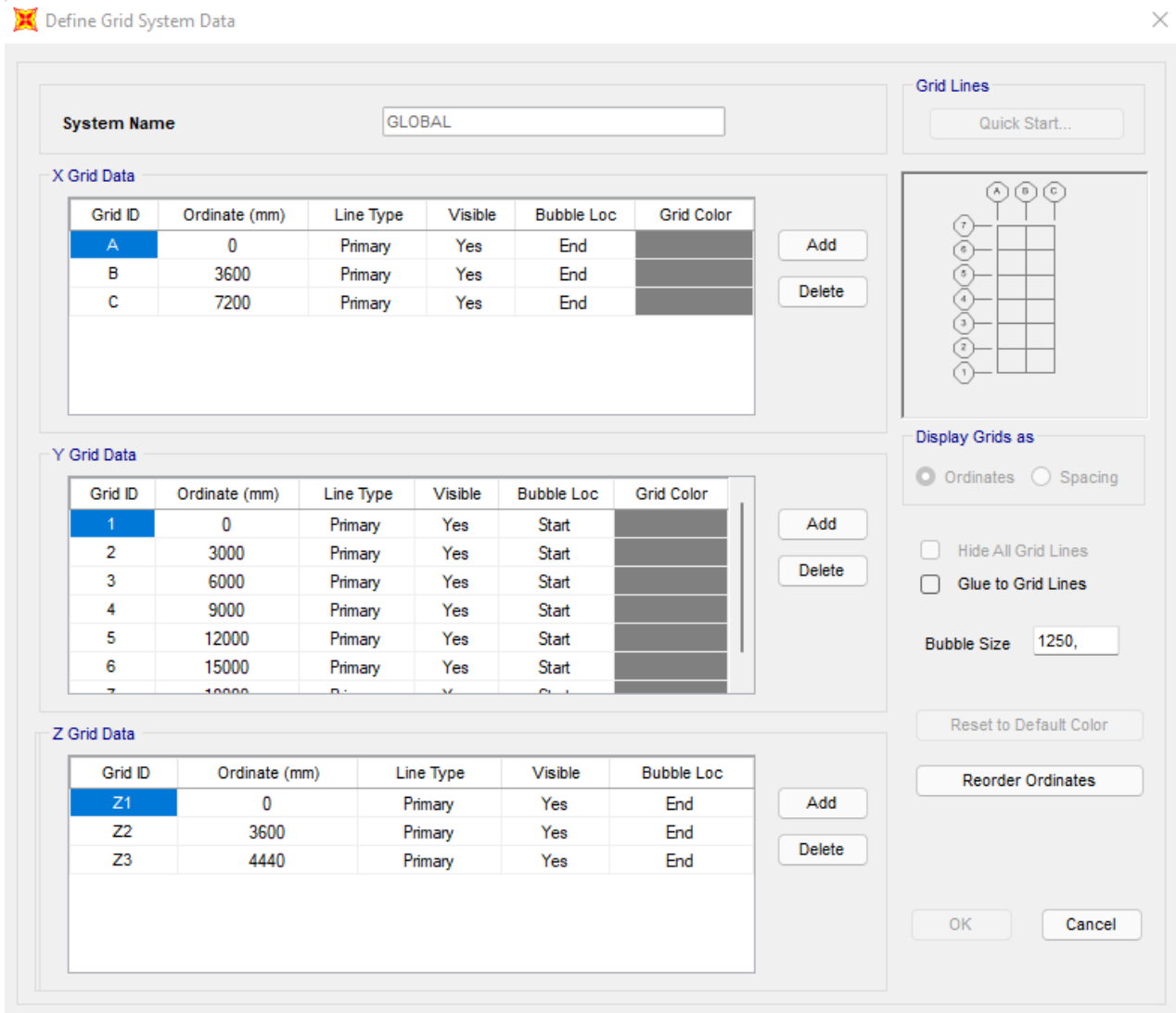


Ilustración 4 - Líneas de referencia SAP 2000

Posteriormente se crea el material con el cual se a trabajar, SAP brinda una serie de materiales como el concreto, aluminio y para este caso el acero, se utiliza ASTM A500 Gr c y ASTM A36.

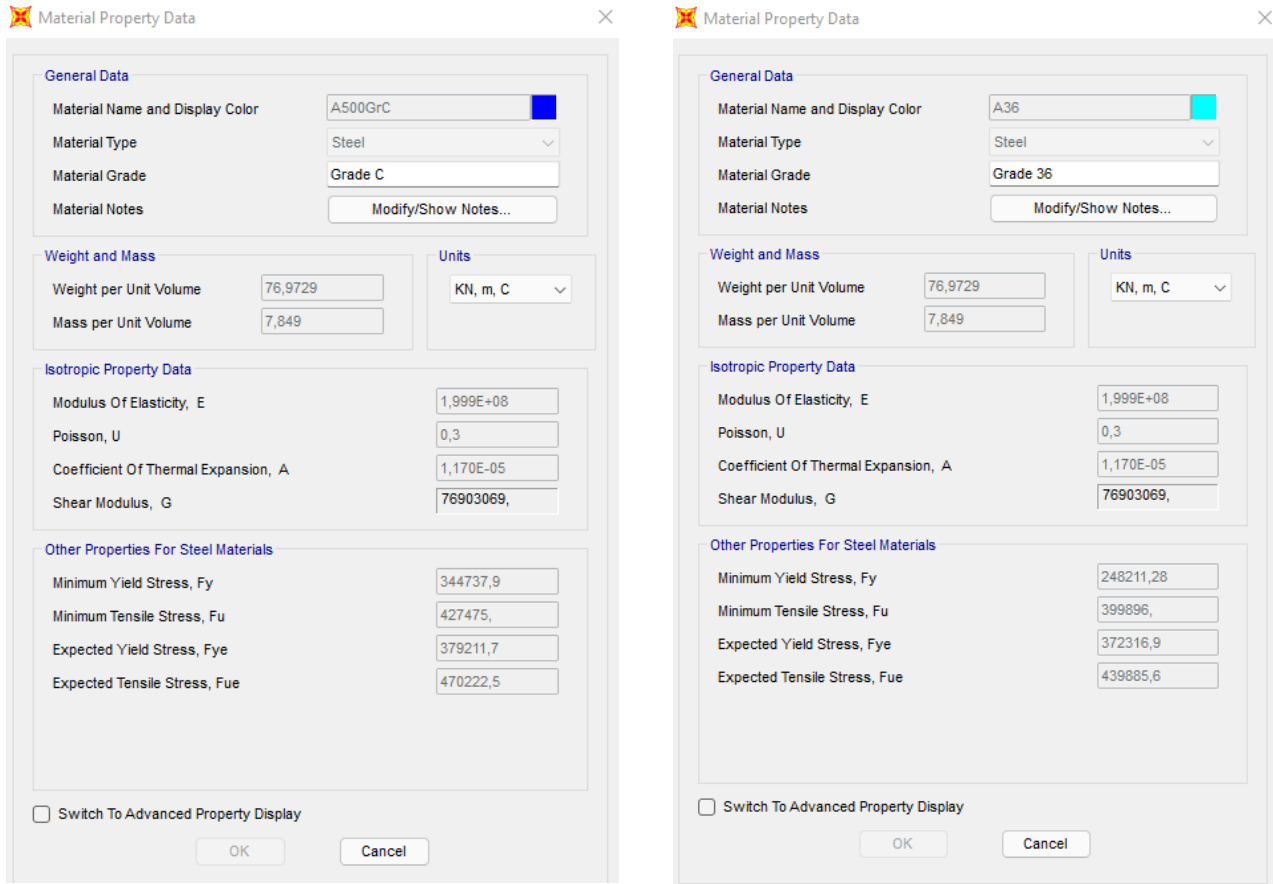


Ilustración 5 - Propiedades de materiales SAP 2000

Luego de crear el material, se realiza la sección del material a emplear, que en este caso es PTE 250x150x6mm, PTE 150x150x4mm y PHRC 160x60x2mm.

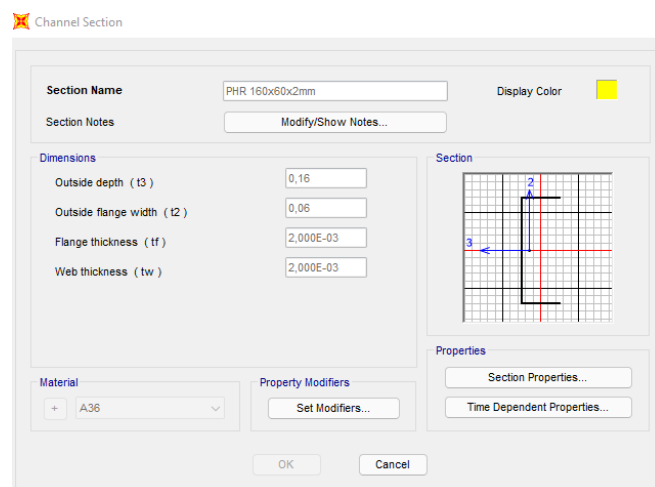
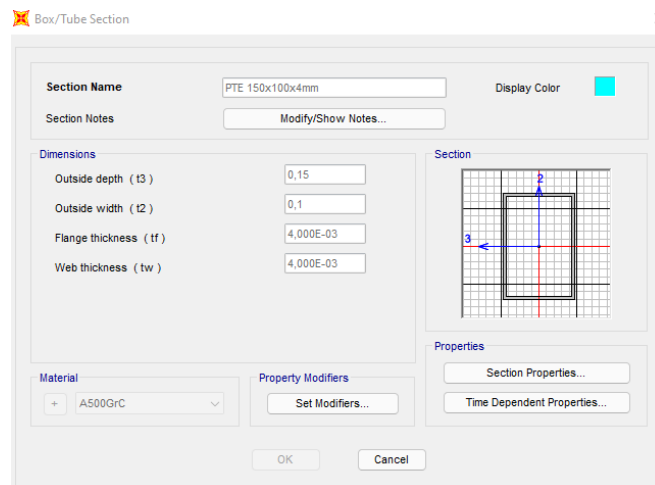
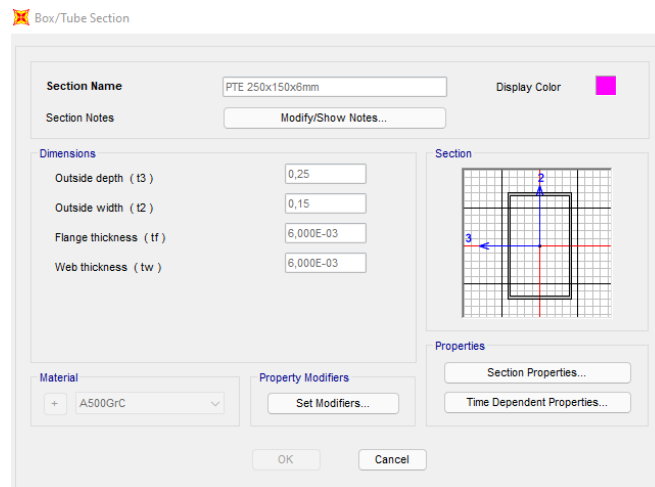


Ilustración 6 - Sección de materiales SAP 2000

Se dibuja la estructura metálica según los planos arquitectónicos.

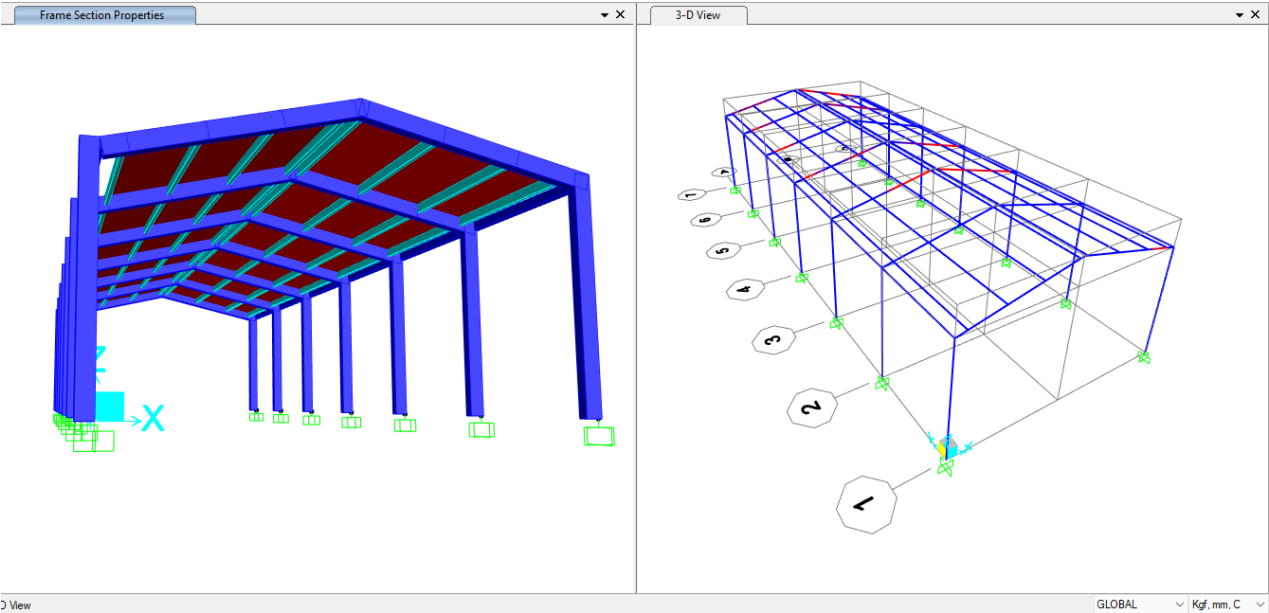
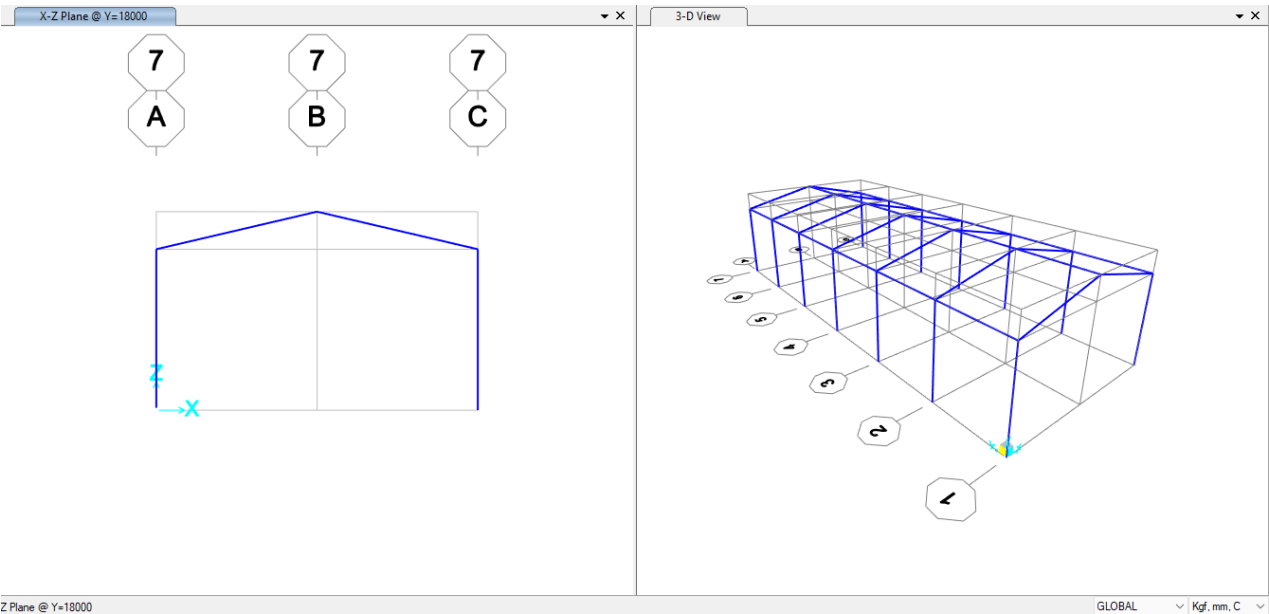


Ilustración 7 - Dibujo por tramos SAP 2000

Determinan las cargas de sismo según la NSR – 10 capítulo A

- En la siguiente tabla la cual fue tomada de AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica), obtenemos la clasificación del municipio de Bello con la que se puede determinar la zona de amenaza sísmica en la que se encuentra el municipio:

Departamento de Antioquia						
Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Medellín	05001	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Abejorral	05002	0.20	0.25	Alta	0.13	0.07
Abriaquí	05004	0.20	0.25	Alta	0.13	0.07
Alejandro	05021	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Amagá	05030	0.20	0.25	Alta	0.16	0.09
Amalfi	05031	0.15	0.20	Intermedia	0.07	0.04
Andes	05034	0.25	0.30	Alta	0.17	0.10
Angelópolis	05036	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Angostura	05038	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.04
Anorí	05040	0.15	0.20	Intermedia	0.07	0.04
Anzá	05044	0.20	0.30	Alta	0.14	0.08
Apartadó	05045	0.25	0.25	Alta	0.19	0.09
Arboletes	05051	0.10	0.20	Intermedia	0.05	0.03
Argelia	05055	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.07
Armenia	05059	0.20	0.25	Alta	0.15	0.08
Barbosa	05079	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Bello	05088	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Belmira	05086	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Betania	05091	0.25	0.30	Alta	0.16	0.10
Betulia	05093	0.20	0.25	Alta	0.14	0.08

(Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2009)

Dentro de las clasificaciones y consideraciones que se obtienen con la NSR-10 las ciudades capitales del país y municipios tienen una clasificación específica según su ubicación en el territorio colombiano y los valores del coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva (A_a) y el coeficiente de velocidad específica pico efectivo (A_v), para el municipio de Bello se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia, valores obtenidos de la Tabla.

Dentro de las consideraciones de la NSR-10 para la clasificación del perfil de suelo la norma indica en el apartado A.2.4 “En esta sección se dan los tipos de perfil de suelo y los valores de coeficientes de sitio. El perfil de suelo debe ser determinado por el ingeniero geotecnista a partir de unos datos geotécnicos debidamente sustentados” (Ministerio de Ambiente, 2010)

De igual forma, la NSR-10 indica los diferentes tipos de perfil de suelo, los cuales explica en el apartado A.2.4.2 – TIPOS DE PERFIL DE SUELO y se extrae la siguiente información:

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

(Ministerio de Ambiente y Vivienda, 2010)

En esta sección se definen los diferentes grupos de tipo de uso de las edificaciones y el coeficiente de importancia. La norma divide las edificaciones en 4 grupos importantes:

Grupo IV – Edificaciones indispensables

Grupo III – Edificaciones de atención a la comunidad.

Grupo II – Estructuras de ocupación especial.

Grupo I – Estructuras de ocupación normal.

Dentro de los grupos que la NSR-10 da en su clasificación, la estructura estudiada se encuentra dentro del grupo III, en este grupo se centran todas guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza.

El sistema de resistencia sísmica de la edificación se debe clasificar dentro de uno de los diferentes sistemas estructurales que la NSR-10 da en el apartado A.3.2 y debe cumplir con los requisitos dados en este capítulo.

Es importante hacer la clasificación para determinar la capacidad de disipación de energía que la norma clasifica (DES, DMO, DMI). Para determinar en qué posición se encuentra la estructura, es fundamental conocer los materiales y el sistema estructural de la edificación.

Con la información recolectada para este estudio, se encuentra que el sistema estructural de la estructura es un sistema de pórticos que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales. Esta clasificación se puede observar con mayores detalles en la Tabla A.3-3 (sistema estructural de pórticos resistentes a momentos) y se obtuvo la siguiente clasificación para la vivienda:

Tabla A.3-3
Sistema estructural de pórtico resistente a momentos (Nota 1)

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				Alta		Intermedia		baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES)									
a. De concreto (DES)	el mismo	7.0	3.0	si	sin limite	si	sin limite	si	sin limite
b. De acero (DES)	el mismo	7.0 (Nota-3)	3.0	si	sin limite	si	sin limite	si	sin limite
c. Mixtos	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	7.0	3.0	si	sin limite	si	sin limite	si	sin limite
d. De acero con cerchas dúctiles (DES)	Pórticos de acero resistentes o no a momentos	6.0	3.0	si	30 m	si	45 m	si	sin limite
2. Pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)									
a. De concreto (DMO)	el mismo	5.0	3.0	no se permite		si	sin limite	si	sin limite
b. De acero (DMO)	el mismo	5.0 (Nota-3)	3.0	no se permite		si	sin limite	si	sin limite
c. Mixtos con conexiones rígidas (DMO)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	5.0	3.0	no se permite		si	sin limite	si	sin limite

(Ministerio de Ambiente y Vivienda, 2010)

Tabla 2 - Cargas de sismo

Determinación cargas de sismo

I. Localización y zona de amenaza sísmica

Municipio	Bello	
Amenaza sísmica	Intermedia	
Aa	0,15	Parametro con base en la aceleracion pico efectiva
Av	0,2	Parametro con base en la velocidad pico efectiva

II. Parametros del perfil del suelo

Tipo de perfil	D	Clasificación del perfil de suelo
Fa	1,5	Coefficiente de amplificación Fa
Fv	2	Coefficiente de amplificación Fv

III. Características de la estructura

Grupo de uso	III	
III	1,25	Coefficiente de importancia
Sistema estructural	Porticos de acero resistentes a momentos	
Disipación de energía	DMO	Capacidad de disipación de energía moderada

IV. Espectro elástico de aceleraciones de diseño

h [m]	4,44	Altura Total de la estructura
Ct	0,072	Parametro para el calculo del periodo
α	0,8	Parametro para el calculo del periodo
T=Ta [s]	0,24	$T_a = C_t \cdot h^\alpha$
To [s]	0,1777778	$T_o = 0.1 \frac{A_v F_v}{A_a F_a}$ $T_c = 0.48 \frac{A_v F_v}{A_a F_a}$
Tc [s]	0,85	
Tl [s]	4,8	$T_L = 2.4 F_v$
Sa	0,7031	Aceleracion Horizontal de Diseño

Espectro de aceleraciones.

Colombia NSR-10 Function Definition

Function Name: Function Damping Ratio:

Parameters

Effective Peak Acceleration, Aa:
Effective Peak Velocity, Av:
Reduced Effective Peak Acceleration, Ae:
Eff. Peak Accel. for Damage Threshold, Ad:
Group of Use:
Amplification Factor for Acceleration, Fa:
Amplification Factor for Velocity, Fv:

Define Function

Period	Acceleration
0,2	0,7031
0,1	0,7031
0,2	0,7031
0,3	0,7031
0,4	0,7031
0,5	0,7031
0,6	0,7031
0,7	0,7031
0,8	0,7031
0,9	0,6667
1,0	0,6
1,2	0,5
1,5	0,4
1,7	0,3529

Function Graph

(0,2111 , 0,7031)

Ilustración 8 - Espectro de aceleraciones SAP 2000

Se crean los patrones de carga.

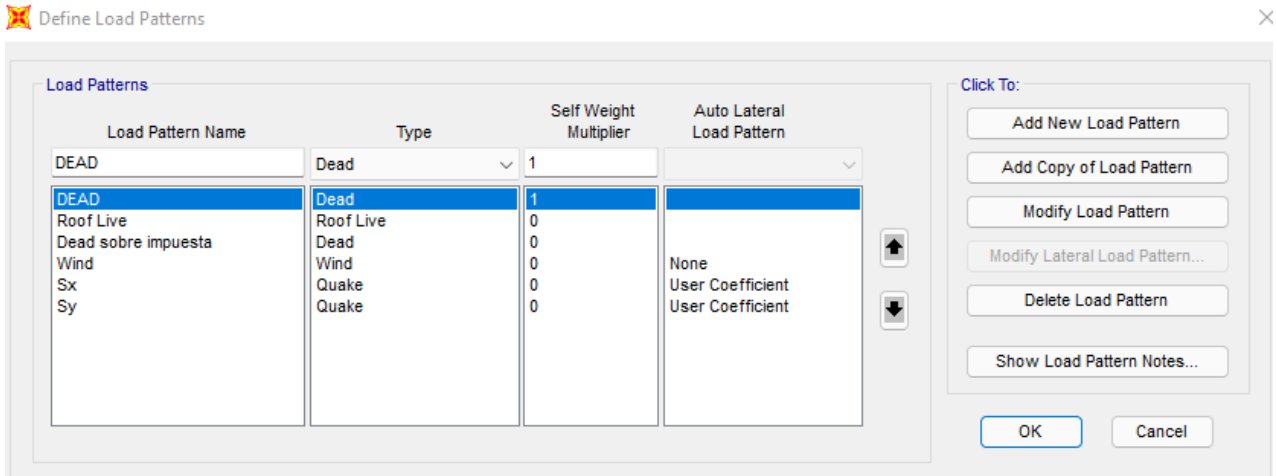


Ilustración 9 - Patrones de carga SAP 2000

Se modifica la dirección del sismo en X y en Y, y se selecciona la aceleración horizontal de diseño y se agrega el parámetro K.

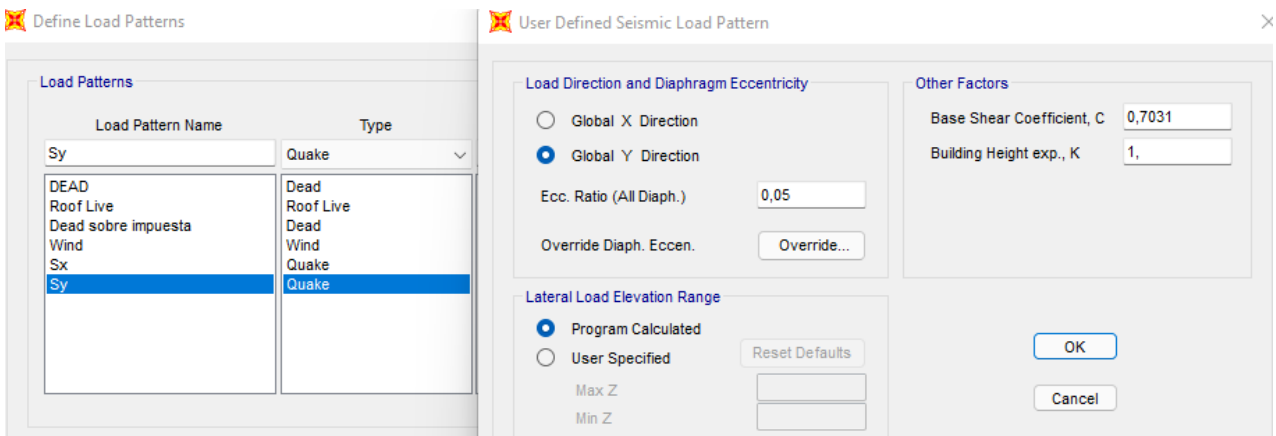
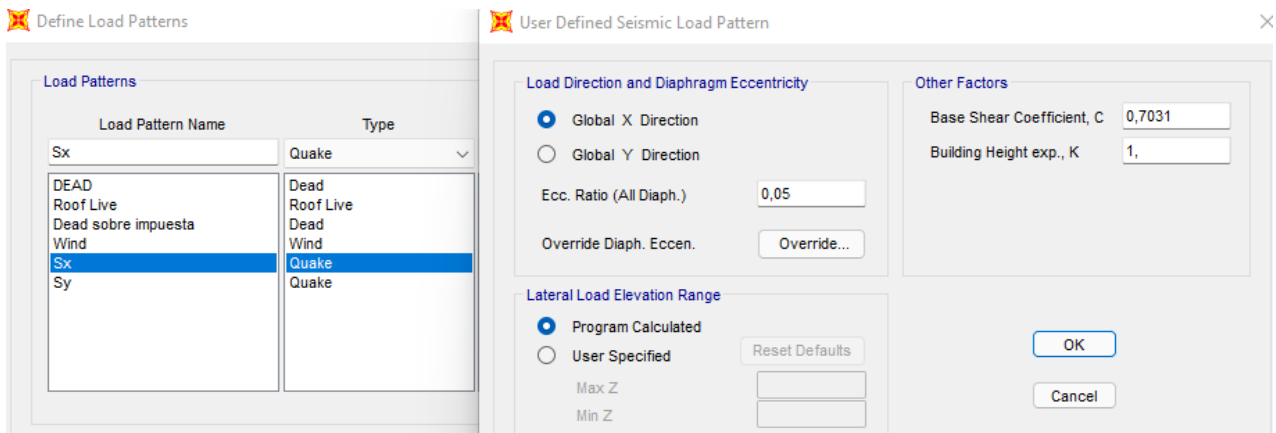


Ilustración 10 - Dirección de sismo SAP 2000

Se crea los casos de carga.

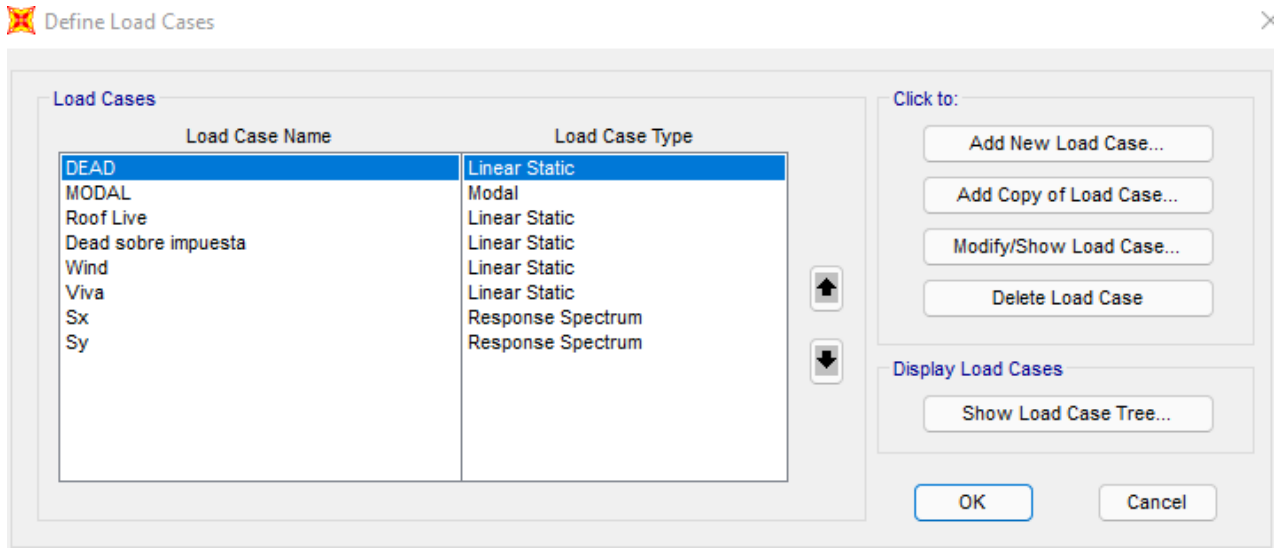
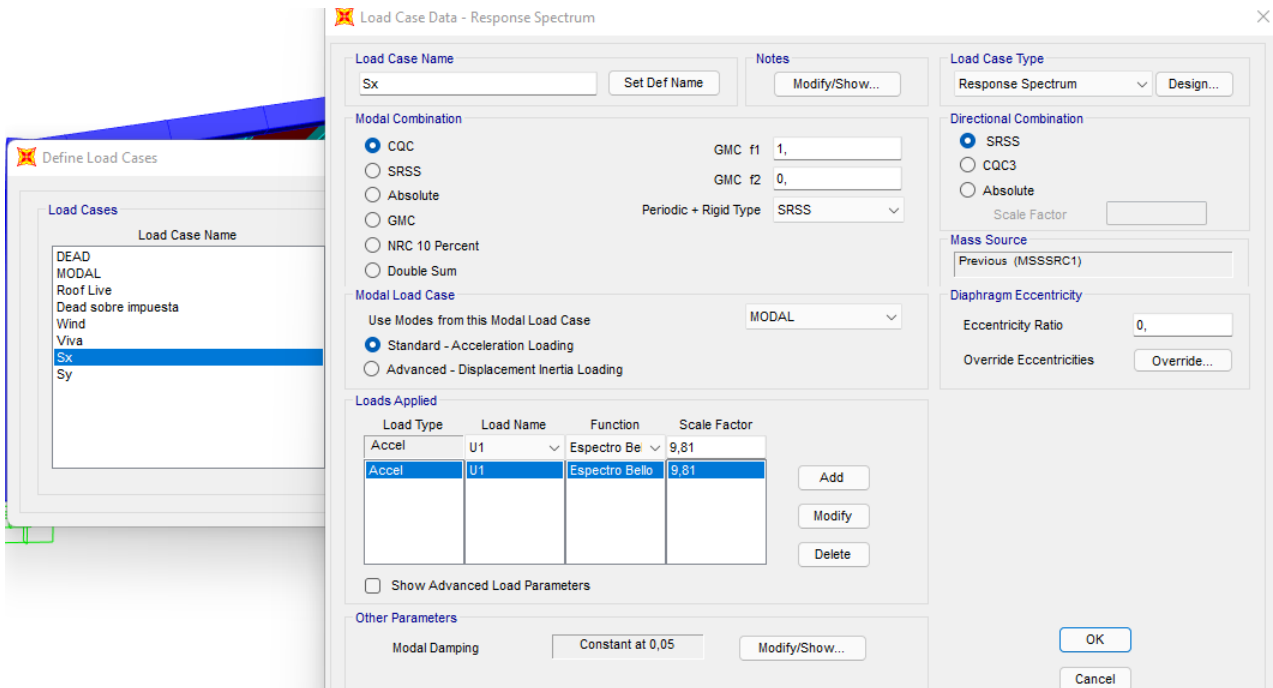


Ilustración 11 - Casos de carga SAP 2000

Para los casos de sismo, se modifica el factor de aceleración y la dirección.



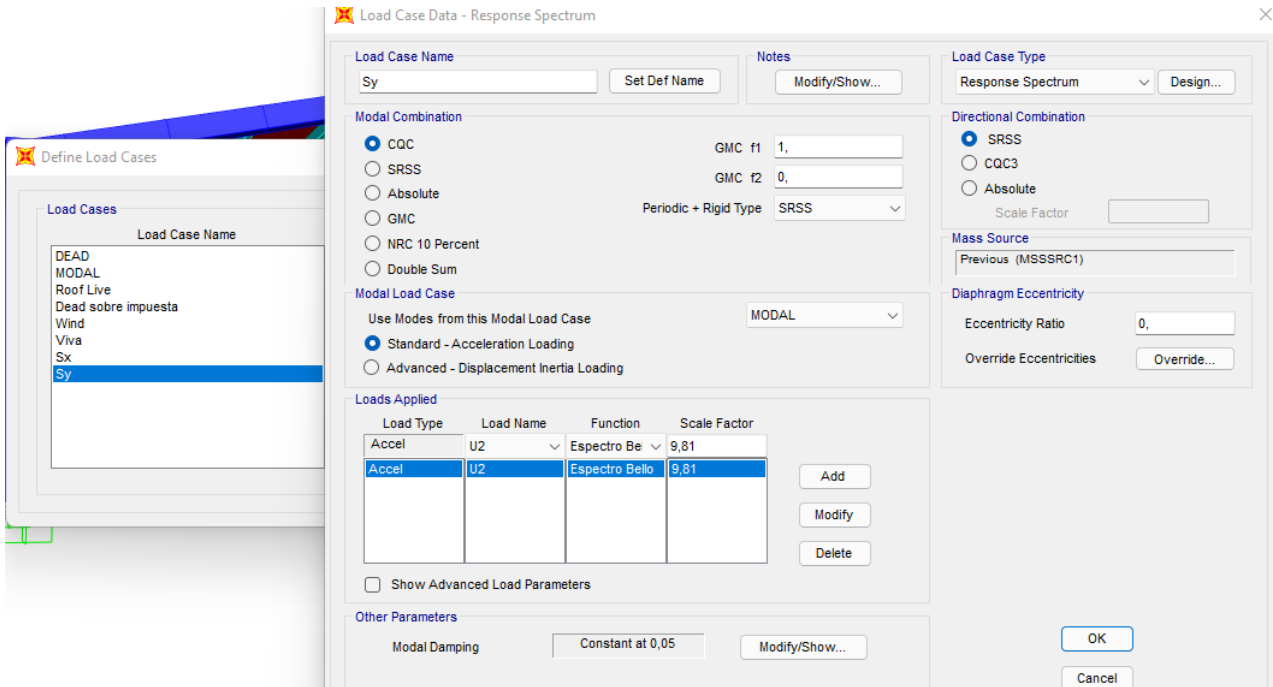


Ilustración 12 - Factor de aceleración SAP 2000

Se crean las combinaciones de carga según la NSR – 10.

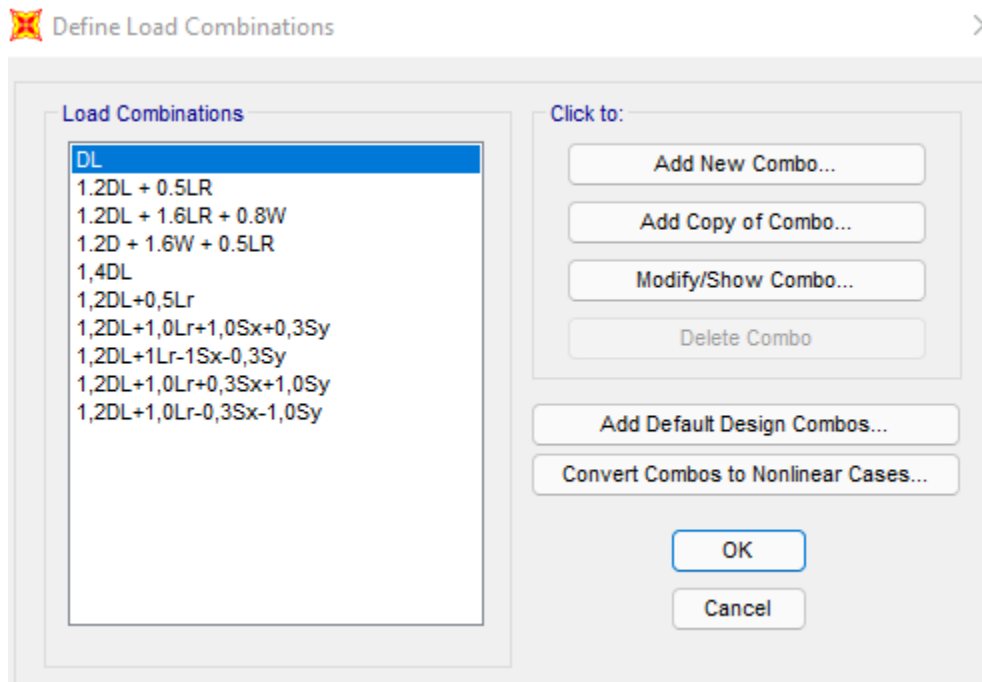


Ilustración 13 - Combinaciones de carga SAP 2000

Se presenta a asignación de carga muerta sobre la estructura.

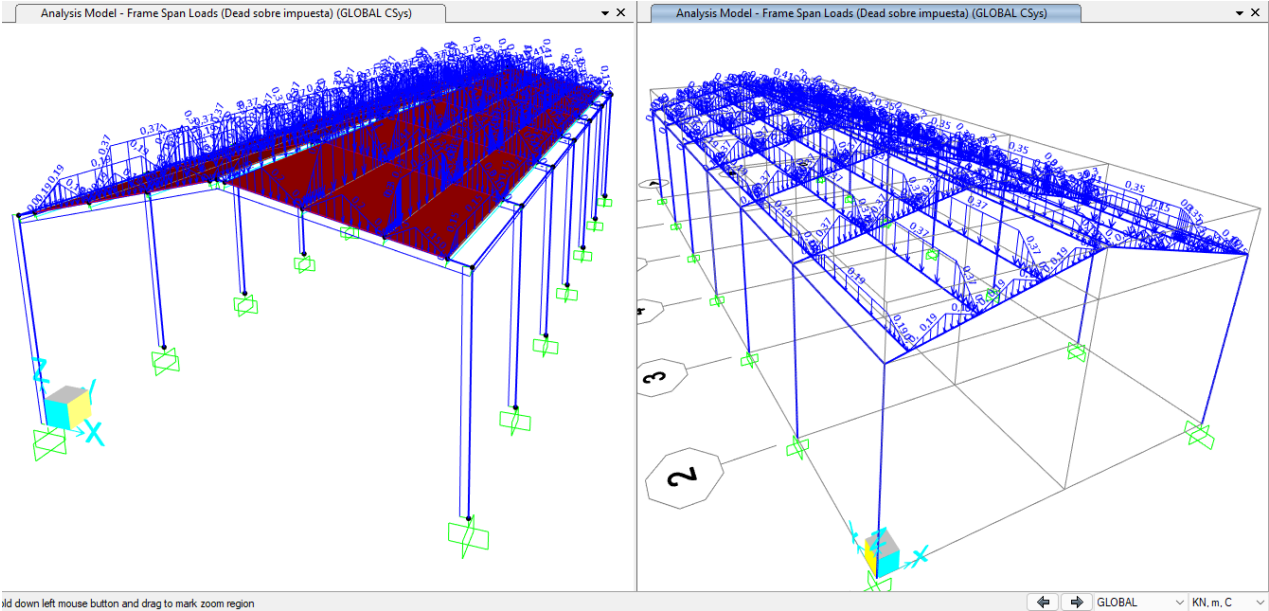


Ilustración 14 - Carga muerta sobre la estructura

Se presenta la asignación de carga viva sobre la cubierta.

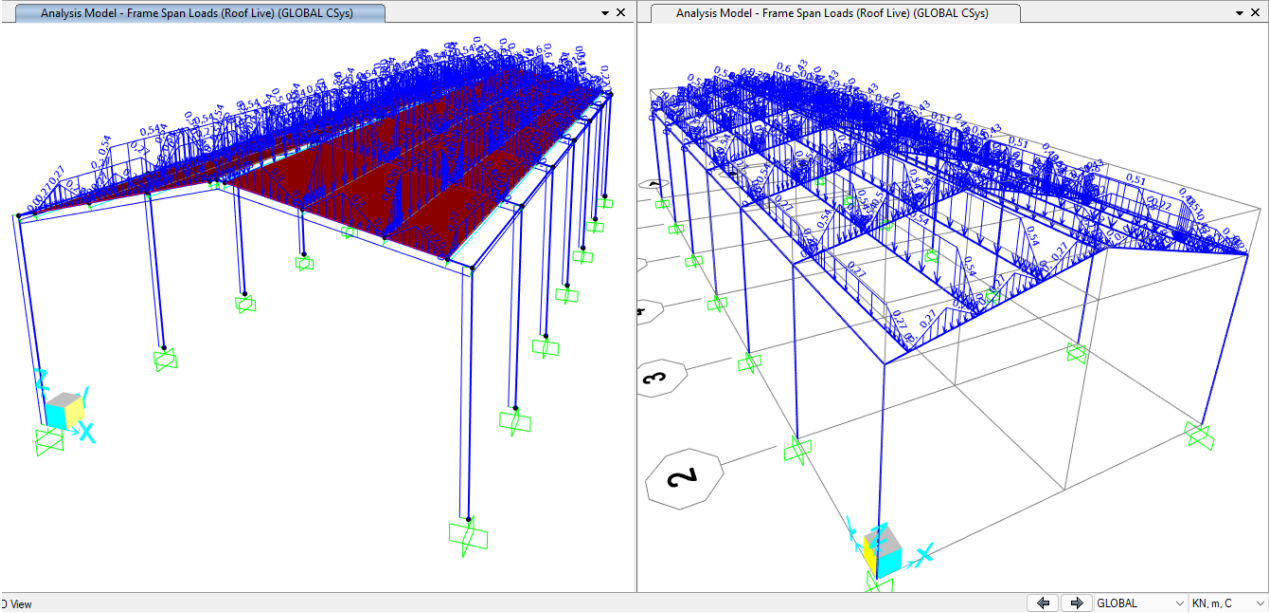


Ilustración 15 - Carga viva sobre la estructura

Se presenta la asignación de cargas por viento en la estructura.

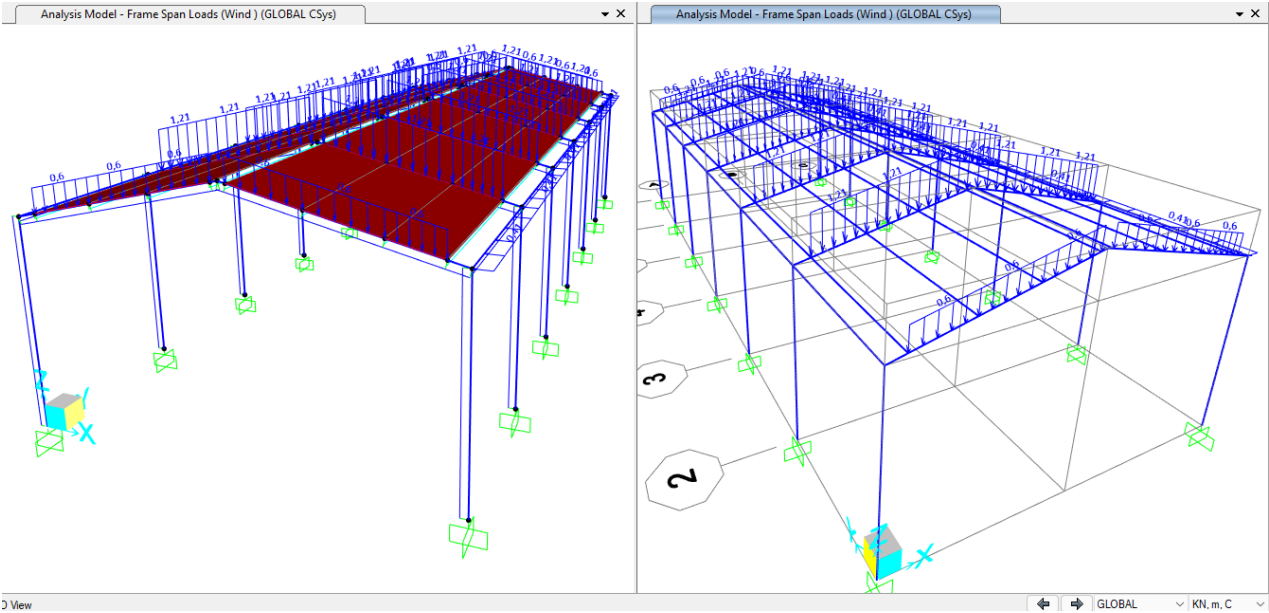


Ilustración 16 - Carga de viento sobre la estructura

Momento flector alrededor del eje principal.

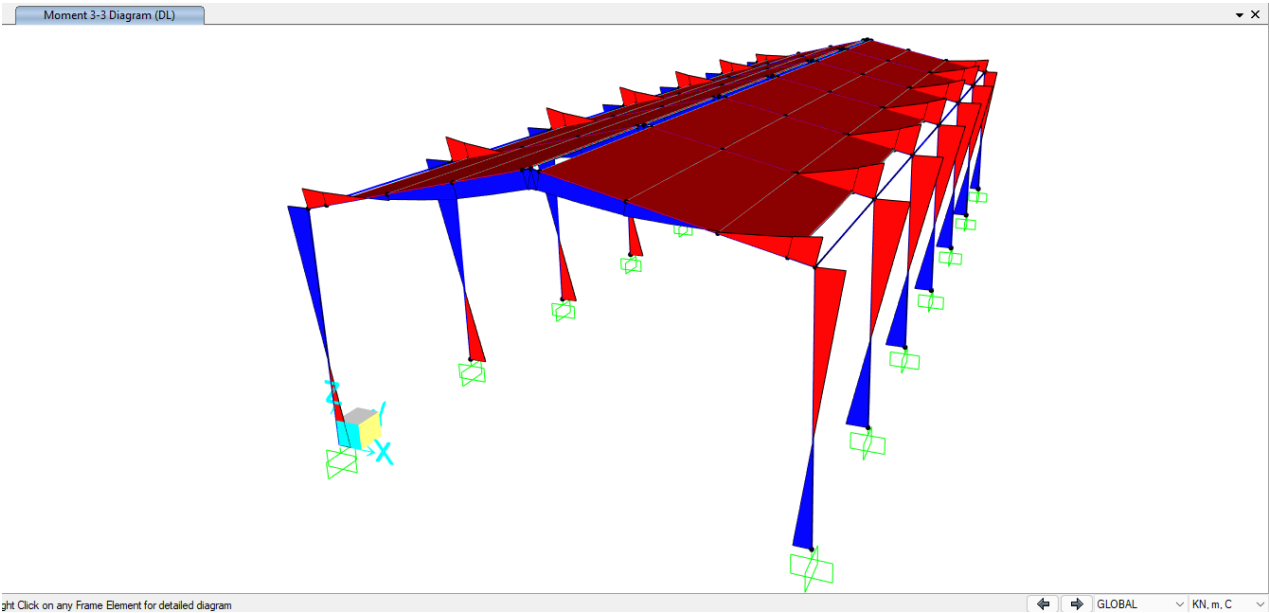


Ilustración 17 - Momento flector de la estructura

Fuerza de cortante eje principal.

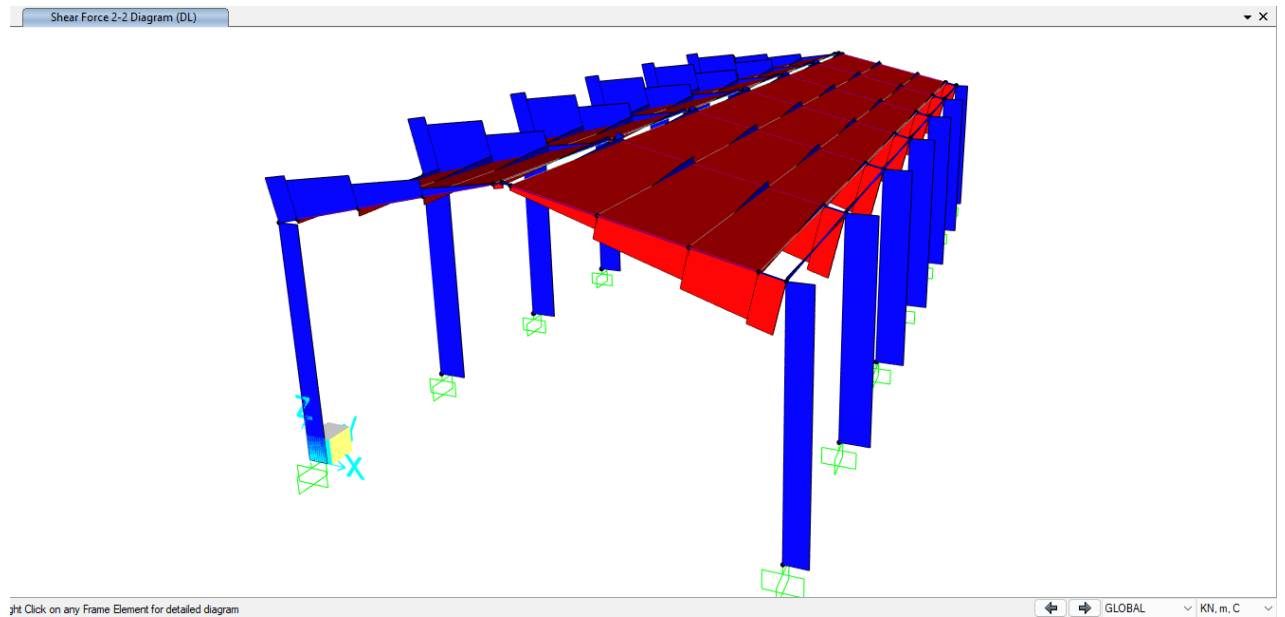


Ilustración 18 - Fuerza de corte de la estructura

A continuación, se adjuntan esquemas y análisis de deformaciones de la estructura metálica por efecto de las solicitaciones de la estructura por efecto de las cargas verticales.

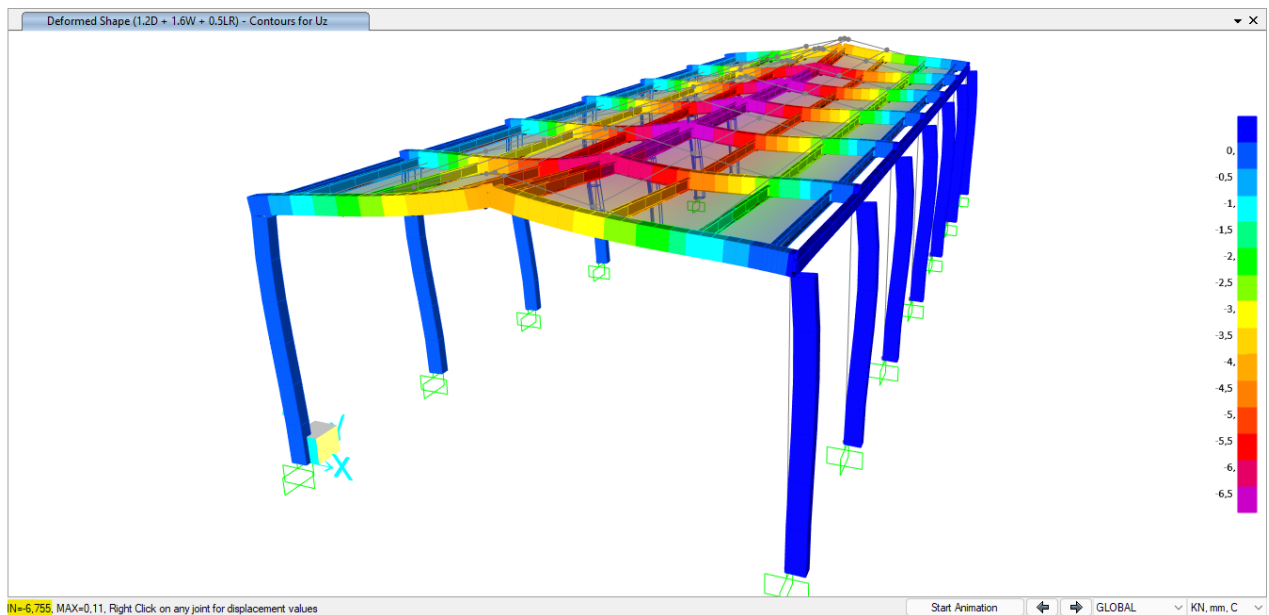


Ilustración 19 - Deformaciones de la estructura

Deformaciones según la NSR – 10.

Tabla F.5.3.4-1
Deflexiones límites

Elemento	Deflexión límite recomendada (véase nota)
Voladizos que soportan pisos	L/180
Vigas con acabado de yeso u otro material frágil	L/360
Viguetas y rieles de cubiertas	
(a) carga muerta únicamente	L/200
(b) bajo la peor combinación de carga muerta, impuesta, viento y nieve	L/100
Largueros y travesaños de paredes cortina	
(a) vidrio sencillo	L/175
(b) vidrio doble	L/250
Parte superior de columnas: deflexión horizontal	L/300

NOTA

L es la longitud entre apoyos.

Ilustración 20 - Deformaciones límites

Se considera un límite aceptable de deformaciones L/300, con base a los resultados de las gráficas cumple satisfactoriamente. Se esperan deformaciones del orden de **6.75mm para las vigas principales de cubierta de 7.2m, para los resultados más desfavorables.**

Derivas en sentido X.

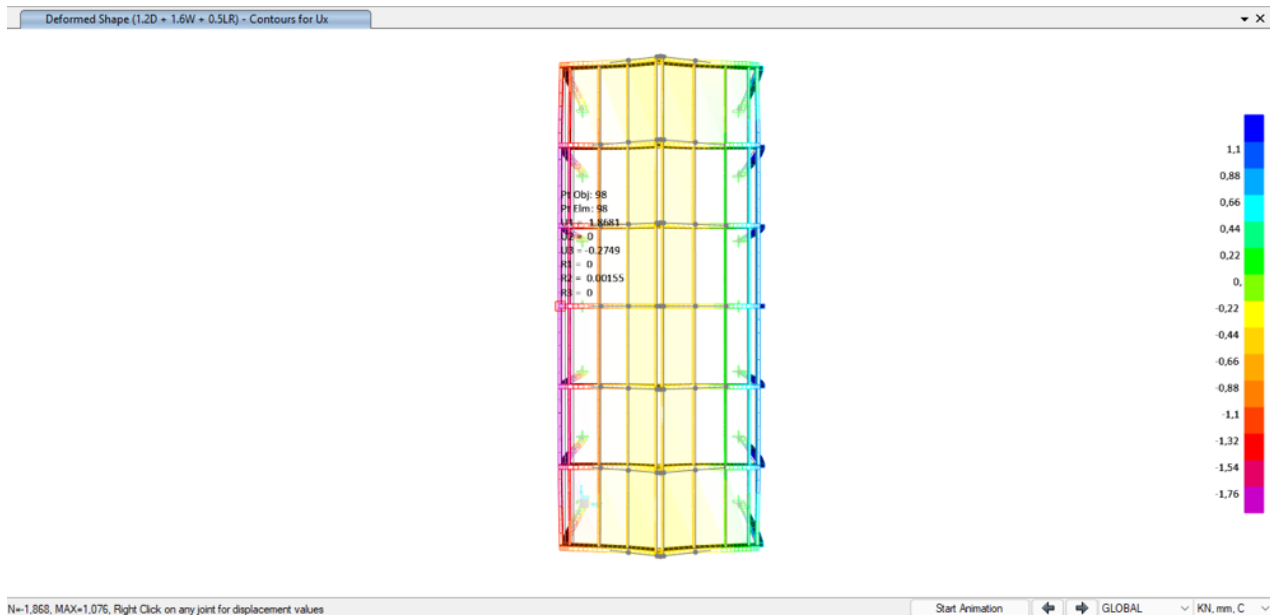


Ilustración 21 - Deriva eje x

Derivas en sentido Y.

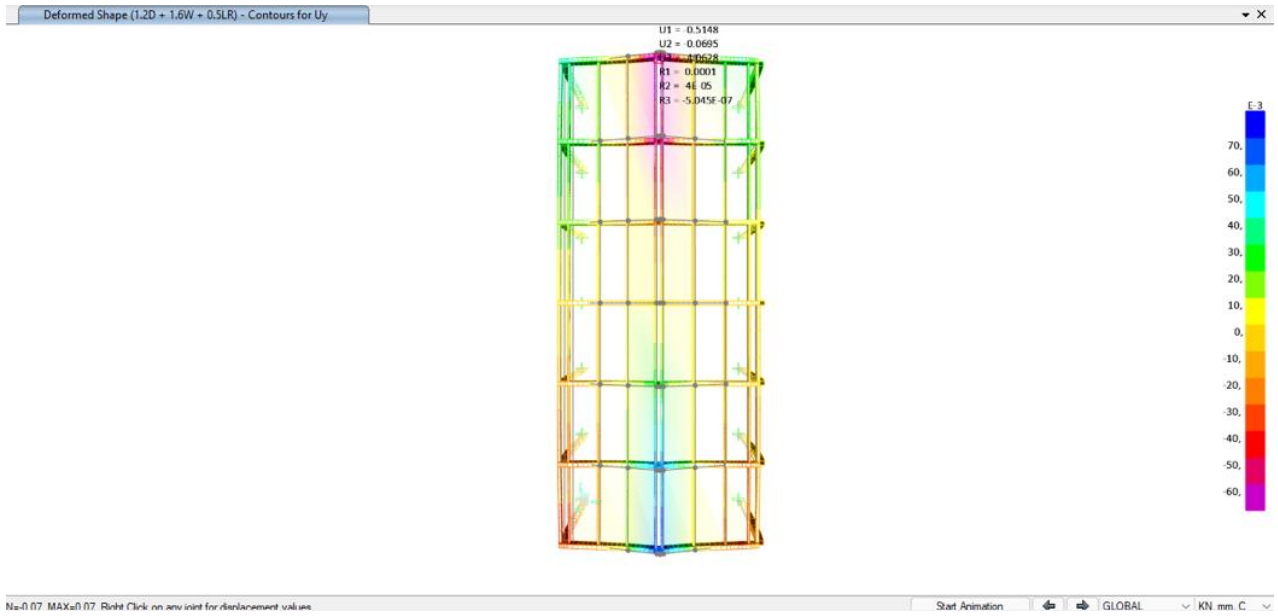


Ilustración 22 - Deriva eje Y

Se adjunta a continuación figura con las relaciones demanda/capacidad de los elementos metálicos que conforman el modelo espacial de la estructura, con base en los planos estructurales.

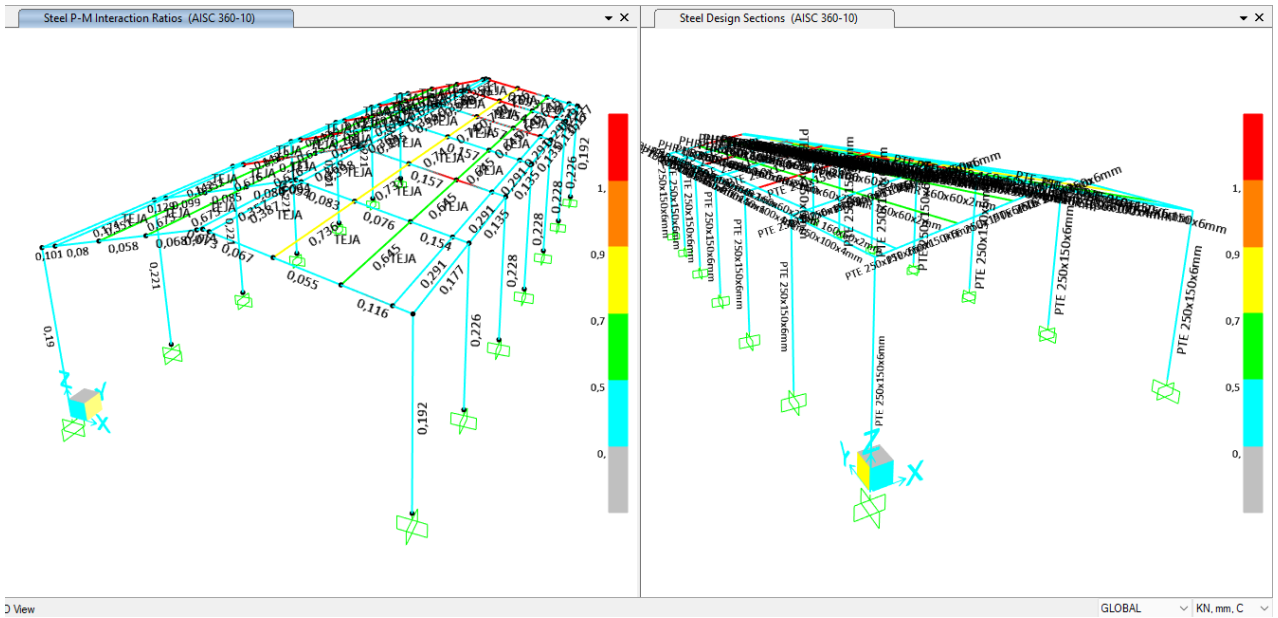


Ilustración 23 - Capacidad elementos

Tabla 3 - Lista de materiales

POSICIÓN	TOTAL	PERFIL	LONGITUD (mm)	MATERIAL	PESO UNIDAD kg	PESO TOTAL kg	SUPERFICIE RECUB. TOTAL

PLACABASE						195,3	7,94
	112	ESPARRAGO_Ø3/4	450	A193-GR.B7	1,0	112	3,07
	14	PL3X280	280	A572-GR.50	1,95	27,3	2,24
	112	PL4X50	50	A572-GR.50	0,1	11,2	0,66
	448	TUERCA(3/4)	19	A194-GR.2H	0,1	44,8	1,97

COLUMNAS						2234,6	40,0
	24	PL6,35X150	200	A572-GR.50	1,5	36	2
	14	PL6,35X210	250	A572-GR.50	2,61	37	2
	14	PL10X330	330	A572-GR.50	8,1	49	3
	24	PTE 250X150X6	170	A500-GR.C	37,2	152	2
	14	PTE 250X150X6	155	A500-GR.C	37,2	81	1
	14	PTE 250X150X6	3610	A500-GR.C	37,2	1880	30

CORREAS						658,43	84
	48	PHR-C 160X60X2	2840	A1011-GR.50	29,0	658,4	81,10

PARALES						62,02	4,9
	4	L2X1/8	2850	A500-GR.C	7,0	28,1	2,23
	4	L2X1/8	3452	A500-GR.C	8,5	34,0	2,71

VIGAS						2046,43	37,70
	96	PL4X60	130	A572-GR.50	2,4	30,8	1,7
	48	PL4X150	206	A572-GR.50	4,40	5,8	2,0
	14	PL6,35X210	250	A572-GR.50	5,22	36,5	1,6
	14	PL10X53	222	A572-GR.50	1,8	12,6	0,2
	14	PL10X210	250	A572-GR.50	7,8	54,6	1,6
	14	PTE 250X150X6	3660	A500-GR.C	37,2	1906,1	30,6

V-5						824,59	16,5
	24	PL6,35X150	200	A572-GR.50	35,8	35,8	1,54
	12	PTE 150x150x6	2490	A500-GR.C	26,40	788,83	14,92

Totales:						6021,36	
%soldadura						180,64	
Total						6202,00	

10. Optimización

Se propone cambiar los elementos PTE 250x150x6mm los cuales pertenecen a columnas y vigas principales de cubierta a **PTE 150x150x6mm**, se evalúa la estructura con las mismas condiciones iniciales y se obtienen los siguientes resultados:

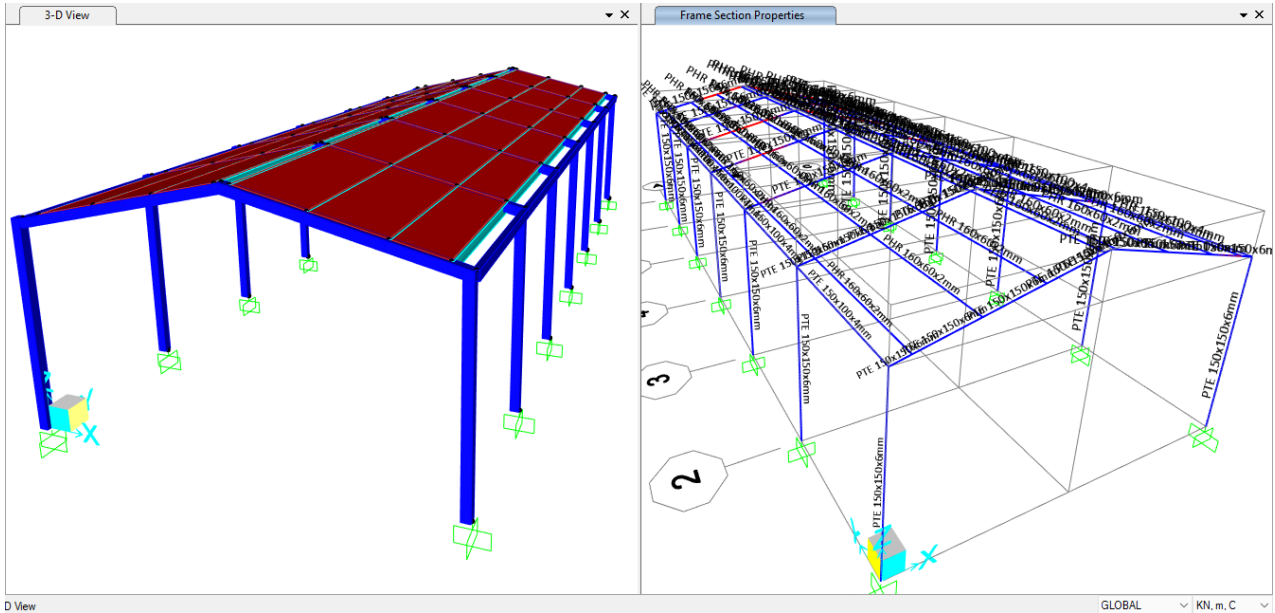


Ilustración 24 - Diseño optimizado

A continuación, se adjuntan esquemas y análisis de deformaciones de la estructura metálica por efecto de las solicitaciones de la estructura por efecto de las cargas verticales.

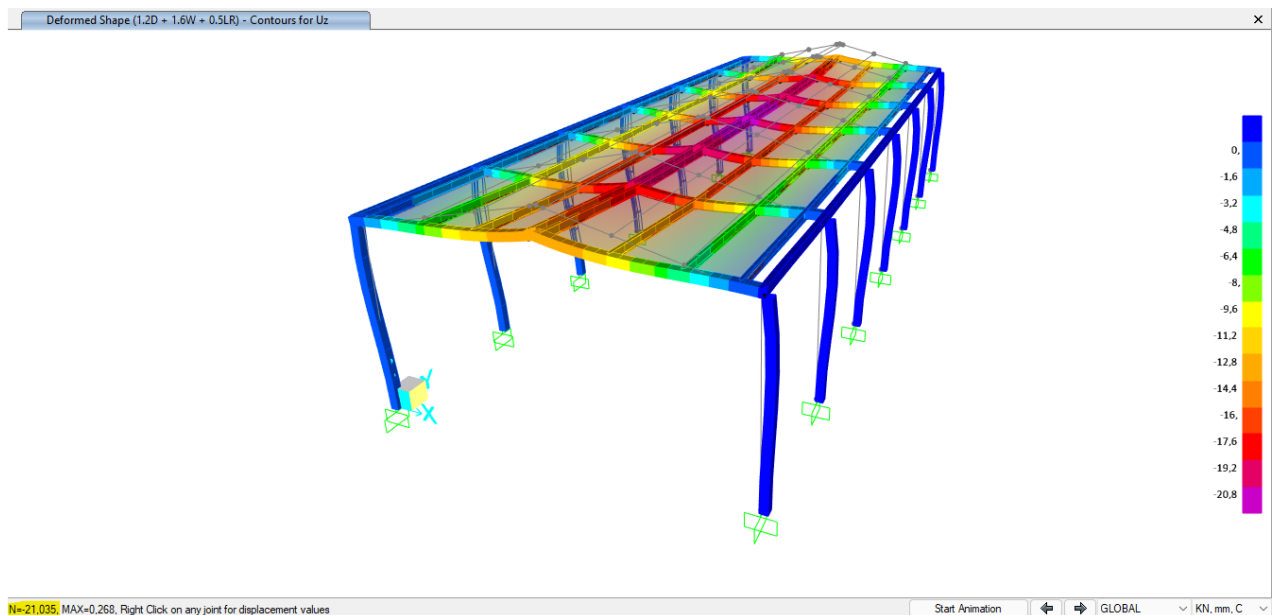


Ilustración 25 - Deformaciones diseño optimizado

Se considera un límite aceptable de deformaciones $L/300$, con base a los resultados de las gráficas cumple satisfactoriamente. **Se esperan deformaciones del orden de 21mm para las vigas principales de cubierta de 7.2m, para los resultados más desfavorables.**

Deriva eje X.

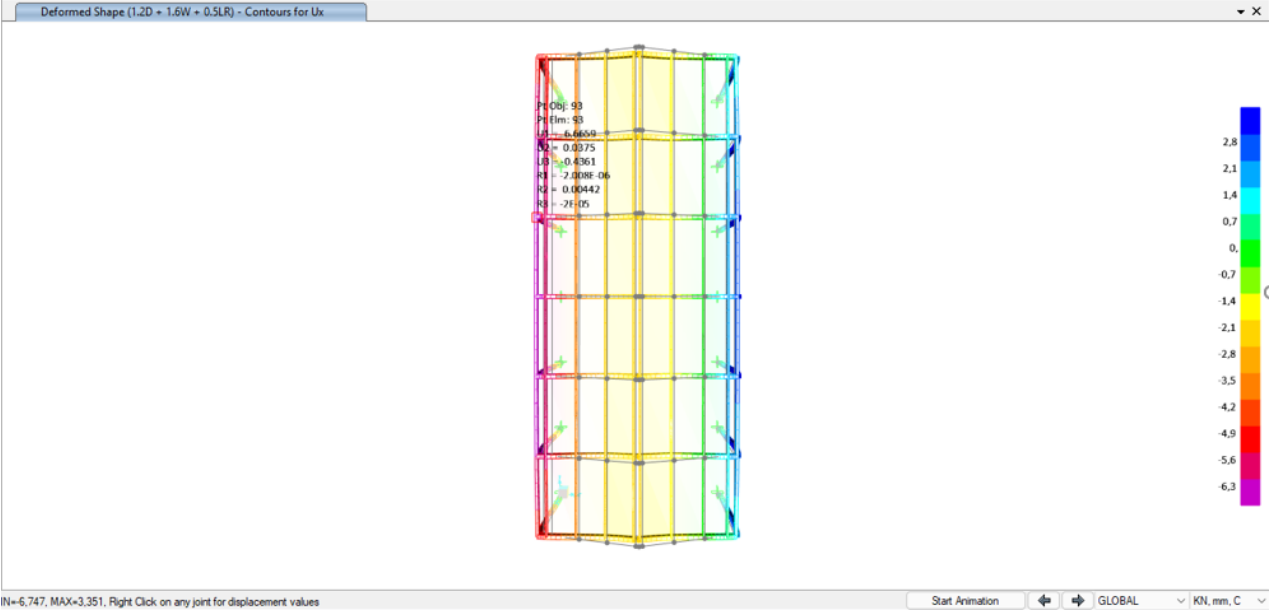


Ilustración 26 - Deriva eje X optimizado

Deriva eje Y.

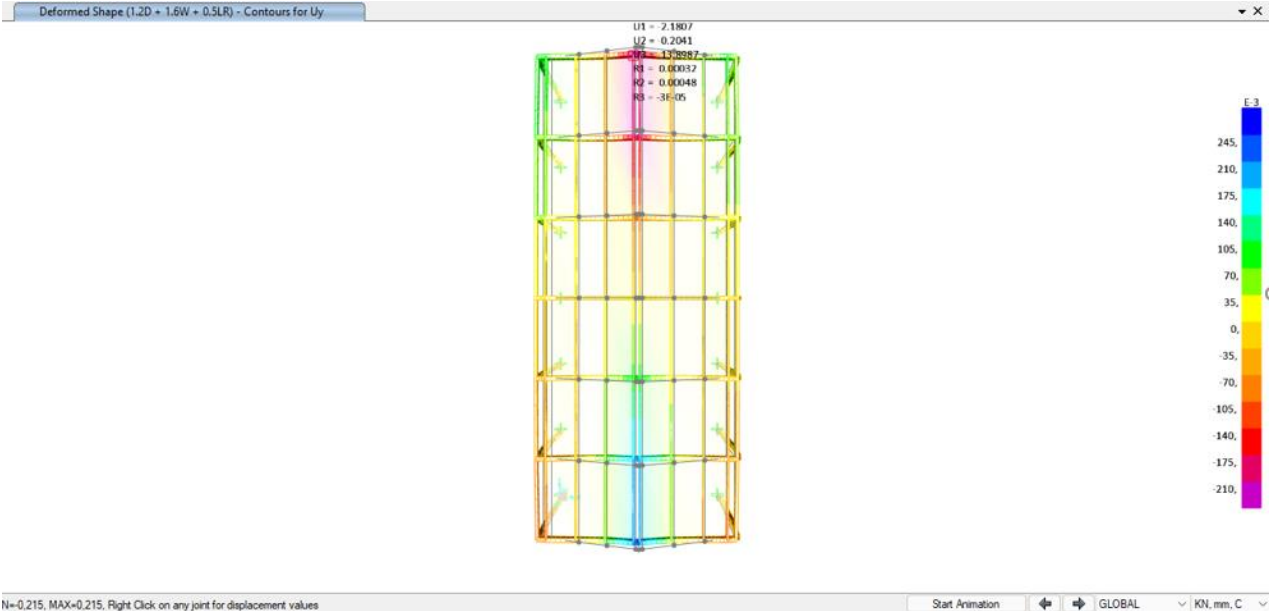


Ilustración 27 - Deriva eje Y optimizado

Se adjunta a continuación figura con las relaciones demanda/capacidad de los elementos metálicos que conforman el modelo espacial de la estructura, con base en los planos estructurales.

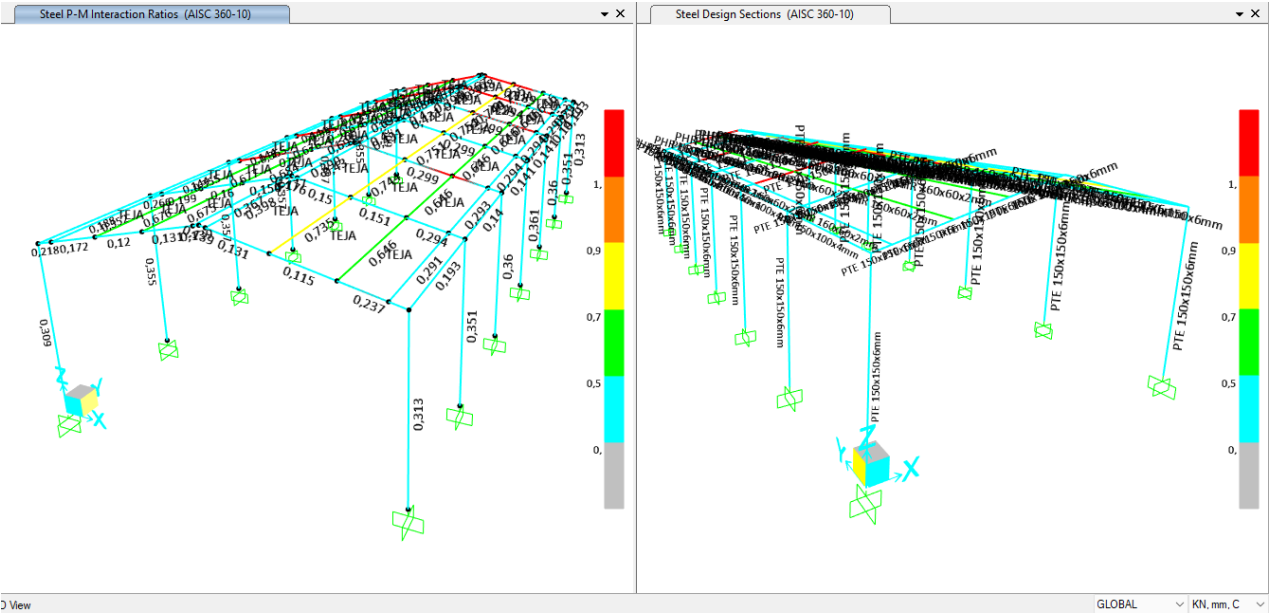


Ilustración 28 - Capacidad optimizado

Tabla 4 - Lista de materiales optimizado

POSICIÓN	TOTAL	PERFIL	LONGITUD (mm)	MATERIAL	PESO UNIDAD kg	PESO TOTAL kg	SUPERFICIE RECUB. TOTAL

PLACA BASE						195,3	7,94
	112	ESPARRAGO_Ø3/4	450	A193-GR.B7	1,0	112	3,07
	14	PL3X280	280	A572-GR.50	1,95	27,3	2,24
	112	PL4X50	50	A572-GR.50	0,1	11,2	0,66
	448	TUERCA(3/4)	19	A194-GR.2H	0,1	44,8	1,97

COLUMNAS						1602,0	40,0
	24	PL6,35X150	200	A572-GR.50	1,5	36	2
	14	PL6,35X210	250	A572-GR.50	2,61	37	2
	14	PL10X330	330	A572-GR.50	8,1	49	3
	24	PTE 150X100X6	170	A500-GR.C	21,7	89	2
	14	PTE 150X150X6	155	A500-GR.C	26,4	57	1
	14	PTE 150X150X6	3610	A500-GR.C	26,4	1334	30

CORREAS						658,43	84
	48	PHR-C 160X60X2	2840	A1011-GR.50	29,0	658,4	81,10

PARALES						62,02	4,9
	4	L2X1/8	2850	A500-GR.C	7,0	28,1	2,23
	4	L2X1/8	3452	A500-GR.C	8,5	34,0	2,71

VIGAS						1493,00	37,70
	96	PL4X60	130	A572-GR.50	2,4	30,8	1,7
	48	PL4X150	206	A572-GR.50	4,40	5,8	2,0
	14	PL6,35X210	250	A572-GR.50	5,22	36,5	1,6
	14	PL10X53	222	A572-GR.50	1,8	12,6	0,2
	14	PL10X210	250	A572-GR.50	7,8	54,6	1,6
	14	PTE 150X150X6	3660	A500-GR.C	26,4	1352,7	30,6

V-5						824,59	16,5
	24	PL6,35X150	200	A572-GR.50	35,8	35,8	1,54
	12	PTE 150X150X6	2490	A500-GR.C	26,40	788,83	14,92

Totales:						4919,02	
Riostras						220	
%soldadura						154,17	
Total						5293	

Conclusiones

Proceso constructivo:

- Se detalló el proceso constructivo desde la base hasta la cubierta de cada uno de los elementos, sus uniones, especificaciones técnicas, de manera que se alcanzó la comprensión del comportamiento de la estructura.

Comportamiento sísmico y la vulnerabilidad de la estructura

- Se analizó la estructura existente con todas las consideraciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y se modeló mediante SAP2000 teniendo como resultado unas deformaciones del orden de 6.75mm para las vigas principales de cubierta de 7.2m, para los resultados más desfavorables, teniendo en cuenta que la norma permite para este caso específico deformaciones de 24mm.

También se evalúan las derivas bajo las condiciones de carga mayoradas y se obtiene un desplazamiento máximo de 1.8mm en la dirección X y 0.06mm en la dirección Y, por último, se evalúan la demanda/capacidad de los elementos estructurales y se tiene como resultado que estos materiales están trabajando al 28% de su capacidad. Bajo estas condiciones se considera que ante un eventual sismo como lo contempla la NSR-10 la estructura no está en un estado vulnerable y será capaz de soportar todas las cargas propias y las ejercidas por el sismo.

- Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas anteriormente, se propone hacer un cambio de los elementos PTE 250x150x6mm los cuales pertenecen a columnas y vigas principales de cubierta por un perfil de sección más reducida permitiendo así, disminuir el peso total de la estructura. Se analiza un perfil que sea comercial y que cumpla con todos los requerimientos y consideraciones de la NSR-10, por lo cual se prueba en un perfil comercial **PTE 150x150x6mm**, teniendo como resultado unas deformaciones del orden de 21mm para las vigas principales de cubierta de 7.2m, para los resultados más desfavorables, teniendo en cuenta que la norma permite para este caso específico deformaciones de 24mm.

También se evalúan las derivas bajo las condiciones de carga mayoradas y se obtiene un desplazamiento máximo de 6.6mm en la dirección X y 0.2mm en la dirección Y, por último, se evalúan la demanda/capacidad de los elementos estructurales y se tiene como resultado que estos materiales están trabajando al 36% de su capacidad. Bajo estas condiciones se considera que ante un eventual sismo como lo contempla la NSR-10 la estructura no está en un estado vulnerable y será capaz de soportar todas las cargas propias y las ejercidas por el sismo.

Optimización

- La optimización de la estructura metálica se basa en la adecuada selección de los mejores valores para todas las variables de diseño que se relacionan con propiedades geométricas, secciones transversales y tipologías de cada uno de los elementos estructurales, con los cuales, se busca minimizar una determinada sección, dentro de los rangos razonables para las variables de diseño que están sujetas a las restricciones que se establecen para el comportamiento estructural de los elementos metálicos, como lo son: la resistencia, las deformaciones y los desplazamientos respecto a la sección seleccionada, esta puede ser por ejemplo: el costo, peso, volumen o tiempo de ejecución de las estructuras.

Con la optimización de los elementos de columnas y vigas principales de cubierta, también se está aportando no solo a la optimización desde el punto de vista estructural, sino también en el ámbito económico, teniendo en cuenta que al reducir la sección de las columnas se optimiza el consumo de soldadura, se reducen los tiempos de fabricación y montaje, despacho de materiales, pintura

(limpieza SP3, anticorrosivo epóxico y pintura epóxica). Con lo cual si se tiene un costo por kg de \$16.000, se estaría ahorrando \$15.000.000 ya que la reducción de peso fue de 909 kg.

Bibliografía

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2009). *Estudio general de amenaza sísmica de Colombia*. Obtenido de http://www.rcrisis.com/Content/files/EstudioGeneraldeAmenazaSismicadeColombia2009_AIS_lwr.es.pdf
- Ingeniería y construcción. (2022). *Cerchas en Construcciones Metálicas*. Obtenido de <https://www.estructurasmetalicascolombia.com/construcciones-metalicas/cerchas>
- Ministerio de Ambiente y Vivienda. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*. Obtenido de <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>
- Soldadura, E. d. (2022). *Equipo de Soldadura*. Obtenido de <http://www.equipodesoldadura.com>
- Universidad Politécnica de Valencia. (2012). *Servicio Integrado de Prevención y Salud Laboral*. Obtenido de https://www.sprl.upv.es/CA5_3.htm
- Universidad Pública de Navarra. (2022). *Manual de seguridad y salud para el montaje de estructuras metálicas de naves industriales*. Obtenido de <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/775A941B-AFBA-4A8E-AA9B-8E84507C12C4/145946/ManualSegMontaje.pdf>

Licencia SAP 2000



PRODUCT LICENSE INFORMATION INCLUDED

ATTENTION: **Manesco S.A.S. (63189)**

PRODUCT: **SAP2000 23 Plus International - Standalone**

Please follow these steps to download, install, and activate your software.

1. [Download](#) the product installation.
2. Run the installation.
3. When prompted to activate a license, use the activation key provided below.

PRODUCT ACTIVATION DETAILS

ACTIVATION KEY	[REDACTED]
PRODUCT NAME	SAP2000 23 Plus International - Standalone
QUANTITY	1
ASSET ID(S)	134026
LICENSE DURATION	1 year
ADDITIONAL NOTES	License subject to renewal, as long as the asset is still active.

CUSTOMER INFORMATION

CUSTOMER ID	63189
CUSTOMER NAME	Manesco S.A.S.
CONTACT NAME	Andres Filipe Pareja Higueta
CONTACT EMAIL	administracion@manesco.com.co

Further information on license activation can be found [here](#).

Should you require further assistance with your installation:

Please contact CSI Licensing at license@csiamerica.com or +1 (510) 6492203.

If you would like to know about upcoming product releases and product webinars, please [subscribe to our mailing list](#).

Thank you for choosing CSI Products.

Sincerely,
CSI Sales

SAP2000 ETABS CSI Bridge SAFE CSI Col Perform3D CSI Plant

Computers and Structures, Inc. | 1646 N. California Blvd, Walnut Creek, CA 94596 USA | www.csiamerica.com