



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPÓN METÁLICO PARA  
UNA GRANJA DEDICADA A LA CRIANZA DE AVES**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA ELECTROMECÁNICA**

**KATHERINE ANDREA DÍAZ REYES**

**DIRECTOR: ING. JONATHAN PAÚL JIMÉNEZ GONZÁLES, MSc.**

**Santo Domingo, junio 2019**

© Universidad UTE. 2019  
Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1718355843
APELLIDOS Y NOMBRES:	Díaz Reyes Katherine Andrea
DIRECCIÓN:	Santo Domingo
EMAIL:	kathe_diaz@live.com
TELÉFONO FIJO:	02 378 0055
TELÉFONO MOVIL:	099 019 4412

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño estructural de un galpón metálico para una granja dedicada a la crianza de aves
AUTOR O AUTORES:	Katherine Andrea Díaz Reyes
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	19 de Junio de 2019
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Jonathan Paúl Jiménez González, MsC.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Electromecánica
RESUMEN:	<p>Manabí, es una provincia ecuatoriana importante en la producción avícola dentro del país, en algún momento de la historia llegó a ser la principal productora nacional avícola, reconocimiento que no mantiene al presente año. En la aspiración de reactivar esta zona productiva, las empresas avícolas están dispuestas a invertir en equipamiento para la crianza y producción en masa de pollos de engorde. El presente proyecto surgió de esa aspiración, este se enfocó en el diseño estructural de un galpón para la crianza de aves de engorde para la ciudad de Jipijapa en la provincia Manabita, dicho galpón se realizó con el afán de plasmar un diseño</p>

	<p>moderno utilizando perfiles existentes en el mercado nacional, el mismo que pudo soportar las cargas para las implementaciones de tecnología avícola así como: paneles húmedos, extractores de aire y equipamiento de alimentación e hidratación de aves moderno, de la ubicación antes mencionada influyó en los parámetros tomados en cuenta para diseño del proyecto, en especial las cargas que fueron aplicadas, usando como guía los datos de la región para la aplicación de la norma NEC-15, normativa nacional que fue la base del diseño del galpón, de la cual se tomó como guía todos los parámetros de construcción estructural en el país y en conjunto con el programa de simulación se aplicó criterios de la norma internacional AISC, el análisis de este proyecto se realizó mediante el software SAP2000 con el cual se verificó la capacidad estructural del diseño, para luego ser plasmado en un plano de visualización 3D mediante el software SolidWorks.</p>
<b>PALABRAS CLAVES:</b>	<b>Pórtico, Producción de aves, Galpón metálico, Acero.</b>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: \_\_\_\_\_

KATHERINE ANDREA DÍAZ REYES

C.I.: 171835584-3

## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **DÍAZ REYES KATHERINE ANDREA**, C.I: 171835584-3 autor/a del trabajo de titulación: **“Diseño estructural de un galpón metálico para una granja dedicada a la crianza de aves”** previo a la obtención del título de **INGENIERA ELECTROMECAÁNICA** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 19 de junio de 2019



f: \_\_\_\_\_

**KATHERINE ANDREA DÍAZ REYES**

**C.I.: 171835584-3**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Diseño estructural de un galpón metálico para una granja dedicada a la crianza de aves** para aspirar al título de **INGENIERA ELECTROMECAÁNICA** fue desarrollado por **DÍAZ REYES KATHERINE ANDREA**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



---

ING. JONATHAN PAÚL JIMÉNEZ GONZÁLES, MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I.172215359-8



Santo Domingo, a 18 de junio de 2019

Yo, DIEGO MAURICIO VALENCIA PAZMIÑO, con cedula de identidad 171756936-0 Representante legal de la Empresa METALIND, con RUC 1717569360001 estoy CONFORME con el trabajo realizado en mi empresa denominado: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPÓN METÁLICO PARA UNA GRANJA DEDICADA A LA CRIANZA DE AVES, elaborado por la señorita KATHERINE ANDREA DÍAZ REYES, con C.I.: 171835584-3, siendo de gran aporte para la empresa obteniendo excelentes resultados en su aplicación.

El interesado puede hacer uso de la presente cómo mas lo crea conveniente, sin más que acotar me despido muy atentamente,

Cordialmente,



---

DIEGO MAURICIO VALENCIA PAZMIÑO  
GERENTE GENERAL  
**METALIND**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de titulación primeramente a Dios quien mantuvo el control de mi vida y proveyó todo para que hoy pueda lograrlo, por darme esta maravillosa experiencia de vida llamada fe.

A mi madre Rosa quien siempre creyó en mí, e hizo que entendiera que con fe, amor y templanza todas las cosas marchan bien, a mi padre Enrique por ser un buen ejemplo de trabajo honrado para nosotros, por formar mi carácter con varias experiencias. A mis hermanos Luis y Alisson a quienes amo profundamente, gracias por su compañía en los malos y buenos momentos.

A Daniel por su amor, apoyo y paciencia durante todos estos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco esta experiencia a Dios, por brindarme de su amor y gracia infinita, sé que Él quien puso en mi camino a todas las personas que estuvieron a lo largo de este camino.

A mis abuelitos Rosa, Josefa, Manuel y Cleto quienes cuidaron siempre de mí, brindándome su apoyo y aconsejándome incondicionalmente con amor, a mis tíos, primos y amigos por estar pendientes de mí y ofrecerme su cariño.

A todos los ingenieros/as, que me brindaron con dedicación el conocimiento para hoy poder culminar mi carrera universitaria, A mi director de tesis por apoyar a esta propuesta. A mi jefe Mauricio por creer en mí potencial, poniendo sobre mis responsabilidades, retos y exigencias, haciéndome saber de qué soy capaz.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1 TIPOS DE GALPONES DE AVES DE ENGORDE.....	3
1.2 TIPOS DE VENTILACIÓN.....	3
1.2.1 VENTILACIÓN NATURAL.....	3
1.2.2 VENTILACIÓN FORZADA CON EXTRACTORES.....	4
1.3 TEMPERATURA DE LAS AVES .....	4
1.4 HUMEDAD RELATIVA .....	5
1.5 EQUIPAMIENTO DE GALPÓN .....	5
1.5.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	5
1.6 MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL .....	6
1.6.1 MÉTODO LRFD .....	6
1.6.2 MÉTODO ASD .....	7
1.7 ANÁLISIS Y SIMULACIÓN ESTRUCTURAL .....	7
1.7.1 PARÁMETROS DE ACCIÓN SOBRE ESTRUCTURAS .....	8
1.7.2 TIPOS DE ANÁLISIS PARA ESTRUCTURAS .....	8
1.7.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA ESTRUCTURAS.....	8
1.8 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR .....	9
1.8.1 SAP200 .....	9
1.8.2 SOLIDWORKS.....	9
1.9 NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN.....	9
1.9.1 AISC.....	9
1.9.2 NEC.....	9
1.10 OBJETIVO GENERAL .....	9
1.11 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
2.1 FACTORES DE PREDISEÑO .....	11
2.2 DIMENSIONES DE PREDISEÑO PARA GALPÓN.....	12
2.2.1 CAPACIDAD DE POBLACIÓN DE GALPÓN:.....	12
2.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA DEL GALPÓN .....	13
2.2.3 DIMENSIONAMIENTO MEDIDAS DEL GALPÓN.....	13

2.3 VENTILACIÓN.....	14
2.3.1 CANTIDAD DE VENTILADORES Y EXTRACTORES .....	15
2.4 PARÁMETROS PARA DISEÑO ESTRUCTURAL.....	18
2.4.1 APLICACIÓN DE LAS CARGAS EN CONCORDANCIA CON LA NEC 18	
2.4.2 COMBINACIONES.....	27
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
3.1 DIMENSIONES DE PREDISEÑO PARA GALPÓN.....	28
3.1.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA DEL GALPÓN .....	28
3.1.2 DIMENSIONAMIENTO MEDIDAS DEL GALPÓN.....	28
3.2 VENTILACIÓN.....	29
3.3 PARÁMETROS PARA DISEÑO ESTRUCTURAL.....	32
3.4 Diseño SAP2000 .....	38
3.4.1 DISTRIBUCIÓN DE GRID PARA PLASMAR EL DISEÑO EN LOS EJES Y, X Y Z, SEGÚN PREDISEÑO. ....	38
3.4.2 ASIGNACIÓN DE PERFILES Y MATERIALES.....	39
3.4.3 DEFINICIÓN DE CARGAS.....	39
3.4.4 ASIGNACIÓN DE CARGAS.....	39
3.4.5 RESULTADOS. ....	45
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
4.1 CONCLUSIONES.....	54
4.2 RECOMENDACIONES .....	55
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
<b>Tabla 1.</b> Datos de Lugar.....	11
<b>Tabla 2.</b> Prediseño en base a los requerimientos .....	11
<b>Tabla 3.</b> Densidad de Lote Recomendadas .....	12
<b>Tabla 4.</b> Alturas Recomendadas para Galpones de engorde .....	14
<b>Tabla 5.</b> Velocidad de aire al nivel de las aves según la edad.....	15
<b>Tabla 6.</b> Ejemplo de capacidad máxima de los extractores en dependencia del ancho del galpón .....	15
<b>Tabla 7.</b> Número de líneas de comederos recomendadas.....	19
<b>Tabla 8.</b> Cargas vivas mínimas en kN/m <sup>2</sup> para cubiertas.....	20
<b>Tabla 9.</b> Factores de Reducción $R_1$ .....	20
<b>Tabla 10.</b> Coeficiente de corrección $\sigma$ .....	20
<b>Tabla 11.</b> Coeficiente de corrección $\sigma$ .....	21
<b>Tabla 12.</b> Coeficiente de forma $C_f$ .....	23
<b>Tabla 13.</b> Coeficiente de entorno/altura $C_e$ .....	23
<b>Tabla 14.</b> Valores del factor <b>Z</b> en función de la zona sísmica adoptada .....	25
<b>Tabla 15.</b> Valores del factor <b>Z</b> para Jipijapa.....	25
<b>Tabla 16.</b> Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico .....	26
<b>Tabla 17.</b> Factores de sitio $F_a$ .....	26
<b>Tabla 18.</b> Coeficiente de Importancia <b>I</b> .....	26
<b>Tabla 19.</b> Factor de reducción de respuesta <b>R</b> .....	27
<b>Tabla 20.</b> Combinaciones Básicas, para Ecuador. ....	27
<b>Tabla 21.</b> Tabulación de Datos de Prediseño .....	32
<b>Tabla 22.</b> Tabulación de cargas de equipamiento calculada .....	34
<b>Tabla 23.</b> Carga cubierta calculada .....	35
<b>Tabla 24.</b> Resumen Carga Muerta Calculada .....	35
<b>Tabla 25.</b> Carga Viva Calculada .....	36
<b>Tabla 26.</b> Carga Viento Calculada .....	37
<b>Tabla 27.</b> Sismo Calculado .....	37
<b>Tabla 28.</b> Resultados de Simulación mediante el Control de Flecha. ....	46
<b>Tabla 29.</b> Resultados de Simulación mediante el Control de Deriva. ....	47

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Alturas de un Galpón. ....	14
<b>Figura 2.</b> Ventilador 1000x1000x400 mm (INDIV).....	17
<b>Figura 3.</b> Extractores (INDIV, 2018).....	18
<b>Figura 4.</b> Sistema de Comedero (INDIV, 2018).....	19
<b>Figura 5.</b> Peso aproximado de Platos comederos, ( Big Dutchman, 2002) 19	19
<b>Figura 6.</b> Velocidad promedio Jipijapa sobre los 10 m de altura (Weather Spark, 2019).....	22
<b>Figura 7.</b> Prediseño.....	32
<b>Figura 8.</b> Líneas de comederos (Rojo) para Galpón de 16x150, 8 sublíneas 70m.....	33
<b>Figura 9.</b> Distribución de Grid 3D.....	38
<b>Figura 10.</b> Trazado de diseño principal.....	38
<b>Figura 11.</b> Perfiles de Uso.....	39
<b>Figura 12.</b> Definición de cargas.....	39
<b>Figura 13.</b> Asignación de Carga Muerta.....	40
<b>Figura 14.</b> Asignación de Carga Viva.....	40
<b>Figura 15.</b> Asignación de cargas de Viento.....	41
<b>Figura 16.</b> Asignación de Valores para Sismo Aplicando la NEC-15. ....	42
<b>Figura 17.</b> Asignación de las 7 combinaciones, según NEC-15.....	43
<b>Figura 18.</b> Selección de combinaciones para el análisis.....	43
<b>Figura 19.</b> Selección de Criterios para el Análisis.....	44
<b>Figura 20.</b> Diseño total del galpón 3D.....	45
<b>Figura 21.</b> Inicio del Análisis Estructural Sap2000.....	45
<b>Figura 22.</b> Ejemplo de valores de Flecha para la carga Viva en simulación. .....	46
<b>Figura 23.</b> Ejemplo de Valores de Deriva para la Combinación 3 en simulación.....	47
<b>Figura 24.</b> Capacidad de los elementos en Pórtico Principal.....	48
<b>Figura 25.</b> Capacidad de Estructura para Paneles Húmedos.....	48
<b>Figura 26.</b> Capacidad de Columnas de Pórticos.....	49
<b>Figura 27.</b> Capacidad de Estructura – Pórticos.....	49

<b>Figura 28.</b> Capacidad de Estructura – Correas, Cold Formed. ....	50
<b>Figura 29.</b> Datos de Reacciones tomadas de SAP2000. ....	51
<b>Figura 30.</b> Reacciones máximas para análisis tomadas de SAP2000. ....	51
<b>Figura 31.</b> Visualización de reacciones en ejes. ....	52
<b>Figura 32.</b> Visualización 3D placa base. ....	52
<b>Figura 33.</b> Visualización 2D Placa base.....	53

# ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO 1.</b> LISTADO DE MATERIALES USADOS PARA EL DISEÑO .....	59
<b>ANEXO 2.</b> GRÁFICA DE SIMULACIÓN DE ESTRUCTURA CON COMBINACIONES DE CARGA.....	61
<b>ANEXO 3.</b> PLANOS 3D EN SOLIDWORKS.....	64
<b>ANEXO 4.</b> ANÁLISIS RAM CONNECTION .....	67

## RESUMEN

Manabí, es una provincia ecuatoriana importante en la producción avícola dentro del país, en algún momento de la historia llegó a ser la principal productora nacional avícola, reconocimiento que no mantiene al presente año. En la aspiración de reactivar esta zona productiva, las empresas avícolas están dispuestas a invertir en equipamiento para la crianza y producción en masa de pollos de engorde. El presente proyecto surgió de esa aspiración, este se enfocó en el diseño estructural de un galpón para la crianza de aves de engorde para la ciudad de Jipijapa en la provincia Manabita, dicho galpón se realizó con el afán de plasmar un diseño moderno utilizando perfiles existentes en el mercado nacional, el mismo que pudo soportar las cargas para las implementaciones de tecnología avícola así como: paneles húmedos, extractores de aire y equipamiento de alimentación e hidratación de aves moderno, de la ubicación antes mencionada influyó en los parámetros tomados en cuenta para diseño del proyecto, en especial las cargas que fueron aplicadas, usando como guía los datos de la región para la aplicación de la norma NEC-15, normativa nacional que fue la base del diseño del galpón, de la cual se tomó como guía todos los parámetros de construcción estructural en el país y en conjunto con el programa de simulación se aplicó criterios de la norma internacional AISC, el análisis de este proyecto se realizó mediante el software SAP2000 con el cual se verificó la capacidad estructural del diseño, para luego ser plasmado en un plano de visualización 3D mediante el software SolidWorks.

**Palabras Claves:** Pórtico, Producción de aves, Galpón metálico, Acero.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es el octavo país en la línea de producción avícola de Latinoamérica (Benjamín, 2018). Debido a la demanda de aves en el presente año y que la industria avícola ha sido la que más ha crecido en la producción de proteína animal en las dos últimas décadas (Gutiérrez, 2018), hasta el 2018 el Ecuador tuvo un consumo per cápita de 30 kg de carne de Ave (Gutiérrez, 2018), con lo que las granjas avícolas han visto como una necesidad urgente el expandir su lote en especial en la provincia de Manabí, ya que si bien es cierto que la provincia de Manabí concentra 10% de la producción nacional de pollos de engorde, la Asociación de Productores de Aves de Manabí indica que esta localidad anteriormente ocupaba el primer lugar, siendo líder en Ecuador, para hoy día, estar situada en el tercer lugar debido a que los precios no cubren los costos de producción (EDIASA, 2018)

Se comprende como galpón avícola, a la estructura metálica, de madera o mixta para el hábitat de aves, en esta se incluye también el equipamiento necesario para abastecer de un buen ambiente a las aves, de alimento y agua para así asegurar su crecimiento, la calidad de estos galpones dependerá del sitio donde se ubicará la granja y principalmente del recurso económico con el que la construcción de este será posible.

Un galpón de aves se crea con la visión de industrializar el proceso de crianza de los pollos de engorde, postura, reproducción, entre otras. En la actualidad los galpones para aves de ambiente controlado están en auge en el País, por su efectividad a la hora de llevar el control en la tasa de mortandad y enfermedades del lote dentro del galpón, (Coto, 2001), expresa de una manera acertada que seleccionar con criterio y técnicas modernas para un galpón de ambiente controlado explotará el potencial genético de animales de razas especializadas.

Según (Aviagen Inc., 2009), Cada el factor climático de la zona es una de las influencias más importantes para el diseño de un galpón y su ventilación interna, cada clima trae necesidades diferentes por lo que se deben generar diferentes estrategias dependiendo del clima dominante y los extremos climáticos, la sugerencia para mantener un confort térmico para las aves en climas moderados y calurosos apunta a la ventilación de túnel con enfriamiento evaporativo.

Problema: ¿Que solución técnica se puede proponer para la disminución de los costos de construcción estructural de galpones avícolas de calidad que puedan soportar las cargas de equipamiento general, para climas calurosos, creando así la reactivación de la producción de aves de engorde en esta zona del país?

El presente proyecto se crea a través de esta problemática, por lo cual el centro de este plan será incrementar la producción avícola en la ciudad de Jipijapa, mediante el diseño estructural de un galpón metálico ergonómico destinado a la crianza de aves, que sea capaz de soportar cargas puntuales y dinámicas a la cual será sometida la estructura en la zona designada y el equipamiento total del mismo considerando que el galpón será climatizado. En cuanto al diseño final se usará los perfiles estructurales disponibles en el mercado ecuatoriano, con lo cual se evitará los altos costos de importación y el largo tiempo de espera que este proceso implica.

## **1.1 TIPOS DE GALPONES DE AVES DE ENGORDE**

En la actualidad y gracias a los avances tecnológicos hemos pasado de la cría empírica de aves, a la cría en masa, con lo que los galpones han evolucionado según la necesidad, entre los galpones más conocidos tenemos:

- Ambiente convencional de paredes abiertas.
- Ambiente convencional de cortinas.
- Ambiente controlado de cortinas.
- Ambiente controlado de paredes sólidas.

## **1.2 TIPOS DE VENTILACIÓN**

Según (Aviagen Inc., 2009), existen dos tipos básicos de ventilación para un galpón, en los cuales tenemos:

### **1.2.1 VENTILACIÓN NATURAL**

Como se especifica su nombre la ventilación natural no es más que permitir que el flujo de aire del exterior fluya dentro del galpón y recorra por toda su longitud, esto es posible en galpones convencionales de paredes abiertas, convencionales de cortinas. Este tipo de ventilación es ideal para galpones situados en lugares frescos donde las condiciones externas del galpón sean semejantes a las condiciones que se requiere obtener dentro del mismo, en climas fríos se debe hacer uso de las cortinas para restringir el ingreso del aire y en climas calurosos se pueden instalar ventiladores y/o nebulizadores para enfriar el galpón cuando la temperatura es muy alta, pero el uso de esto causaría un desequilibrio en la temperatura por lo que este tipo de galpón requiere de control constante las 24 horas del día.

## 1.2.2 VENTILACIÓN FORZADA CON EXTRACTORES

Este tipo de ventilación hace uso de un juego de extractores para forzar el flujo interno del aire en el galpón, esto ayuda mucho en el control de la tasa de recambio de aire, en este tipo de ventilación se pueden usar dos presiones, positiva y negativa.

### 1.2.2.1 Presión Positiva

Este tipo de presión consiste en inyectar aire al interior del galpón mediante ventiladores en los laterales de la estructura, por lo que suele ser usado para climas fríos.

### 1.2.2.2 Presión Negativa

Este tipo de presión consiste en expulsar el aire del interior del galpón mediante los extractores, introduciendo un vacío o presión negativa en la estructura lo que hace que el aire del exterior ingrese al galpón en las zonas abiertas del mismo, generando un manejo mucho más eficaz del flujo de aire, se pueden usar diferentes configuraciones de extractores, pero no puede ser usada en galpones de configuración abierta ya que es necesario mantener el galpón cerrado para mejor operación de los flujos. Existen tres etapas de ventilación con presión negativa:

- *Ventilación mínima:* En climas fríos, libera al galpón de humedad y amoníaco, introduciendo aire fresco, controlado por timmers.
- *Ventilación de transición:* Mejor manejo de recambio de aire mediante ventiladores y extractores, provocado por la operación mediante sensores de temperatura.
- *Ventilación de túnel:* Sistema especial para climas calientes, logrando mejorar la calidad de carne y peso del animal, este tipo de ventilación mueve el aire en altas velocidades eliminando el calor.

## 1.3 TEMPERATURA DE LAS AVES

Según (Aviagen Inc., 2009), las aves mejoran su desarrollo de crecimiento, cuando hacen buen uso de la energía que les brinda el alimento. Este desarrollo corporal puede ser logrado cuando ellas se encuentran en una zona de confort térmico, el mismo que varía en cada etapa del desarrollo creando la temperatura de ambiente y alimento adecuado para que las aves estén cómodas.

- Temperatura de Alojamiento: Un galpón debe permanecer a 30°C para el alojamiento de los pollitos, esta temperatura es tomada a la altura del animal en la zona de alimento y agua. (Ross, 2014).
- Temperatura de Crianza: desde el día 3 hasta el 26, los pollitos varían la necesidad de temperatura entre los 28°C a los 21°C, esta temperatura es inversamente proporcional a la masa del ave. (Ross, 2014).
- Temperatura de Últimas semanas: Un galpón debe permanecer a 20°C a partir de los 27 días de edad de las aves, claro que este puede ser regulado en dependencia del comportamiento de las aves (Manual de manejo del pollo de engorde Ross, 2014)

## **1.4 HUMEDAD RELATIVA**

La humedad Relativa es el porcentaje de agua en forma de vapor del ambiente en una temperatura dada (Malliquinga & Villacís, 2017).

(Aviagen Inc., 2009), dice que la humedad relativa indica a manera de porcentaje la humedad que retiene el aire antes de condensarse.

- H. R. de Alojamiento: 60 - 70%, para que los pollitos se mantengan hidratados. (Ross, 2014)
- H.R. de Crianza: conforme a su crecimiento la humedad relativa también debe disminuir proporcionalmente, entre los 3 y 10 días debe mantenerse superior al 50%, es aquí donde debe controlarse con ayuda de los sistemas de ventilación y calefacción. (Ross, 2014).

## **1.5 EQUIPAMIENTO DE GALPÓN**

Se menciona como equipamiento al conjunto de equipos internos y externos de un galpón para proveer a las aves de comida, agua, y buen ambiente para su crianza, así como:

### **1.5.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**

En galpones automatizados es un conjunto de varios equipos que se unen mediante diversos mecanismos para proveer de alimento a las aves durante su crecimiento, entre los equipos que forman el sistema de alimentación tenemos:

### **1.5.1.1 Comedero**

Es una bandeja o plato en el cual es vertido el alimento para las aves, en la actualidad son elaborados de plásticos.

### **1.5.1.2 Plato de control**

Es una bandeja o plato ubicado al final de la línea, cuenta con sensores de alimentación, el mismo que controla que los platos comederos siempre se encuentren llenos. (INDIV, 2018)

### **1.5.1.3 Tubo de alimentación**

Es un tubo galvanizado a lo largo de la línea de comedero que induce al movimiento del alimento a través de un tornillo sin fin interno.

### **1.5.1.4 Motorreductor**

Ubicado al final de la línea para generar el movimiento del tornillo sin fin que arrastra el alimento.

### **1.5.1.5 Bota de tolva**

Boca que conecta la tolva con el tubo de alimentación.

### **1.5.1.6 Tolva**

Sitio de almacenamiento interno de alimento, para cada línea de comedero.

## **1.6 MÉTODOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL.**

(McCormac & Csernak, 2013), mencionan que existen dos métodos aceptables para el diseño estructural según la **AISC**:

### **1.6.1 MÉTODO LRFD**

Load and Resistance Factor Design, o diseño con factores de carga y resistencia, este método consiste en reflejar la incertidumbre de una carga mediante la magnitud de un factor de reducción, con este principio podemos

realizar una carga factorizada que es una combinación lineal de todas las cargas de servicio multiplicada cada una por su factor de carga, el valor producido por esta combinación no puede ser mayor al valor del factor de reducción multiplicado por la resistencia nominal de los miembros, el factor de reducción es usado para considerar la variación de la resistencia del material, es decir:

*Factor de reducción  $\phi$  \* Resistencia nominal de un miembro*  
 $\geq$  *Fuerza factorizada calculada en el miembro,  $R_u$*

$$\phi * R_n \geq \sum_{i=1}^N \lambda_i * Q_i \quad [1]$$

Donde:

$\phi$ : Coeficiente de Reducción de Capacidad  
 $R_n$ : Resistencia Nominal (Depende del material)  
 $\lambda_i$ : Factores de Carga  
 $Q_i$ : Carga Unitaria

### 1.6.2 MÉTODO ASD

Este es un método más simplificado ya que las cargas de servicio no se multiplican por factores de carga, en lugar de esto se verifica el valor más alto y se usa en los miembros para calcular las fuerzas, para asegurar el funcionamiento de este método se divide la resistencia nominal para un factor de seguridad el cual debe ser mayor que el valor de la carga.

*Resistencia nominal del miembro*  
 $\frac{\quad}{\text{Factor de Seguridad } \Omega} \geq$  *Fuerza en el miembro,  $R_a$*

$$\frac{R_n}{\Omega} \geq \sum_{i=1}^N Q_i \quad [2]$$

Donde:

$\Omega$ : Factor de Seguridad  
 $R_n$ : Resistencia Nominal (Depende del material)  
 $Q_i$ : Carga Unitaria

### 1.7 ANÁLISIS Y SIMULACIÓN ESTRUCTURAL

(Navarro & Pérez, 2009), En el curso de Ingeniería estructural hizo un recuento de los parámetros, los tipos de análisis y los métodos de análisis para realizar un estudio estructural entre los que tenemos:

### **1.7.1 PARÁMETROS DE ACCIÓN SOBRE ESTRUCTURAS**

Entre las acciones que influyen sobre las estructuras se consideró: acciones gravitatorias, térmicas, geológicas del terreno, cada una de las antes descritas son acciones de muy poca variación en el tiempo, pero existen otras fuerzas de inercia de las cuales se debe tomar en cuenta en cada instante, y son las siguientes: vibraciones, viento, sismos, impactos, explosiones, (Navarro & Pérez, 2009).

### **1.7.2 TIPOS DE ANÁLISIS PARA ESTRUCTURAS**

Existen varios tipos de análisis de estructuras entre los que podemos mencionar: Análisis estático que se basa en las cargas puntuales en la estructura independiente del tiempo, tenemos también el análisis térmico que verifica los fenómenos que se realizan mediante la transferencia de calor en la estructura, por otro lado tenemos el análisis dinámico el cual se concentra en las cargas que son variables a través del tiempo y por último existe el análisis no lineal que estudia el comportamiento anelástico del material, que es un comportamiento elástico dependiente del tiempo, (Navarro & Pérez, 2009).

### **1.7.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA ESTRUCTURAS**

Existen 3 tipos de métodos actuales, el matricial que es un conjunto de métodos que introduce toda la información en un conjunto de ecuaciones para la cual es necesario una matriz de resolución (Blanco, González, García, 2012), el método de Contorno es un planteamiento numérico a través del uso de ecuaciones integrales de contorno combinada con la integral de contorno clásica esto para cada nodo en superficies coplanarias, (Nuñez, 2012).

El método que se usará para el análisis del presente proyecto es el de elementos finitos el cual es la división de un elemento en varios que sean interconectados mediante una serie de puntos llamados nodos, este se resuelve a través de ecuaciones que demuestran el comportamiento del elemento, limitando los grados de libertad del mismo, (Otero, 2006)

## **1.8 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR**

### **1.8.1 SAP200**

Para la simulación estructural con aplicación de este método se trabajará con un programa de cálculo de elementos finitos llamado SAP2000, Programa para modelado 3D y estudio estructural mediante el método de elementos finitos de cualquier tipo de estructura. Este programa es ideal para el proyecto expuesto ya que en su catálogo de normativas de uso se encuentra incluida la NEC-11 y NEC-SE-DS2015, normativa usada en el Ecuador, (Computers and Structures, Inc, 2019).

### **1.8.2 SOLIDWORKS**

SolidWorks es un software de diseño por computador, en el cual el diseñador puede coquizar ideas de piezas para elaborar ensamblajes mecánicos, permitiendo obtener de estos los planos técnicos, o a su vez llevar sus ideas de modelado a un plano visual 3D mediante una interfaz gráfica de Windows, (Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corp., 2019).

## **1.9 NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN**

### **1.9.1 AISC**

American Institute of Steel Construction, es un Instituto sin fines de lucro que publica especificaciones y Normativas del uso de aceros estructurales, es usada como referencia en varios países incluyendo Ecuador.

### **1.9.2 NEC**

Normativa Ecuatoriana de Construcción, es la normativa vigente en el Ecuador a la que se debe regir cualquier tipo de construcción o edificación, esto con la finalidad de tener control sobre los procesos de construcción dentro del país, estableciendo parámetros de seguridad, mantenimiento y calidad en las construcciones.

## **1.10 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar la estructura metálica de un galpón para la crianza de aves de engorde, para la ciudad de Jipijapa en la provincia de Manabí.

## **1.11 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar información y realizar el análisis de soluciones típicas de diseño de estructuras metálicas destinada a la crianza de aves.
- Obtener el diseño estructural preliminar del galpón metálico bajo la norma ecuatoriana NEC y considerar criterios de la normativa internacional AISC.
- Simular el comportamiento del modelo CAD y hacer las modificaciones correspondientes, bajo la aplicación de cargas en el paquete computacional SAP2000.
- Obtener el diseño final en planos con el uso de perfiles estructurales existentes en el mercado ecuatoriano, mediante el software SolidWorks.

## **2. METODOLOGÍA**

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 FACTORES DE PREDISEÑO

Para el prediseño del galpón se realizó en base a la “Guía de manejo de pollos de engorde” de COBB-Vantress y algunos criterios del “Manual de manejo de pollos de engorde” de ROSS.

- Datos de Prediseño:

**Tabla 1.** Datos de Lugar

Ubicación	Jipijapa – Manabí
Altura	300 msnm
Región/ temperatura	Costa/ Medio-Alta
Acceso a agua / tipo	Si, Tanquero
Acceso a energía/ tipo	Si, Distribución.

Se conoce que la provincia de Manabí posee temperaturas considerablemente altas en algunas horas, especialmente a medio día, por lo que, con base a las recomendaciones de la literatura, para el desarrollo de este proyecto en esta zona se seleccionó un galpón de paredes sólidas mediante cortinas, esta decisión fue tomada para resguardar la seguridad del lote de aves ante la temperatura del lugar. En caso de existir algún tipo de emergencia energética, se activarán los tumba cortinas de manera manual, la decisión de realizar este tipo de galpón se hizo en base a la experiencia de un proyecto anterior de la zona con galpones de paredes hermetizadas, (paneles tipo sandwich). En caso de existir un corte de energía para un galpón totalmente hermetizado sería necesario tener una planta energética adicional que cubra la necesidad de la granja y así poder mantener la temperatura adecuada para que las aves no mueran de asfixia.

**Tabla 2.** Prediseño en base a los requerimientos

Tipo de Galpón	Cerrado
Paredes	Cortinas
Equipamiento	Automatizado
Tipo de ventilación	Ventilación de Túnel
Tipo de Aves	Pollo de engorde/ Broiler
Cantidad de Aves aspirada	38400

## 2.2 DIMENSIONES DE PREDISEÑO PARA GALPÓN

Para realizar el prediseño del galpón se tuvo clara la cantidad de aves que se pretendía criar dentro del mismo.

Con el dato de la cantidad de aves para el dimensionamiento del galpón se utilizó una técnica de cálculo usada por el Ing. Erik Macay en su artículo “Como construir un galpón para una granja avícola” una colaboración para Ergomix.

Dato Relevante para el dimensionamiento:

- Cantidad de Aves aspirada: 38400
- Raza a Criar: COBB 500, Esta raza se considera el pollo de engorde más eficiente del mundo, sus características principales son: alta ganancia de peso, crecimiento rápido, alta rusticidad en el manejo y adaptación rápida al cambio de ambiente. De plumaje blanco. (Minag, 2000)

### 2.2.1 CAPACIDAD DE POBLACIÓN DE GALPÓN:

Esta capacidad pudo ser calculada con la densidad máxima de lote, que es la cantidad de aves (en peso kg) por metro cuadrado (Macay, 2016).

**Tabla 3.** Densidad de Lote Recomendadas

Muchas densidades de lote son empleadas en el alrededor de mundo. En climas cálidos, una densidad de lote de 30 kg/m<sup>2</sup> es cercana a lo ideal. Las recomendaciones generales son:

Tipo de galpón	Tipo de ventilación	Equipos	Densidad <b>MÁXIMA</b> del lote
Lados abiertos	Natural	Ventiladores	30 kg/m <sup>2</sup> (6,2 lb/ft. <sup>2</sup> )
Lados abiertos	A presión positiva	Ventiladores de paredes a 60º	35 kg/m <sup>2</sup> (7,2 lb/ft. <sup>2</sup> )
Paredes sólidas	Ventilación cruzada	Configuración europea	35 kg/m <sup>2</sup> (7,2 lb/ft. <sup>2</sup> )
Paredes sólidas	Ventilación de túnel	Nebulizadores	39 kg/m <sup>2</sup> (8,0 lb/ft. <sup>2</sup> )
Paredes sólidas	Ventilación de túnel	Enfriamiento por evaporación	42 kg/m <sup>2</sup> (8,6 lb/ft. <sup>2</sup> )

(Cobb-Vantress, 2013)

Para realizar la capacidad de población se tuvo que considerar una densidad para ventilación de túnel y enfriamiento por evaporación, en este caso la densidad sería de 42 kg/m<sup>2</sup>, pero como no se usará paredes hermetizadas sino cortinas, consideraremos un lote menor para el cálculo, considerando la recomendación para Ecuador, es decir  $D_p = 36 \text{ kg/m}^2$  ( Vizcaíno & Betancourt, 2013). Como dato general tenemos que el peso del ave cuando esta lista para su faenamamiento es de aproximadamente  $P = 2.2 \text{ kg}$ .

$$D = \frac{D_p}{P} \quad [3]$$

Donde:

$D$ : Densidad por ave (Pollos/m<sup>2</sup>)

$D_p$ : Densidad por peso

$P$ : Peso por ave

## 2.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA DEL GALPÓN

Para realizar este cálculo, fue necesario contar con la cantidad de aves a criar, es decir la capacidad del galpón, de esta manera se pudo dimensionar el área necesaria para la crianza de aves (Macay, 2016):

$$C = A \times D \quad [4]$$

Donde:

$C$ : Capacidad de Galpón

$A$ : Área de Galpón

$D$ : Densidad por ave (Pollos/m<sup>2</sup>)

Al despejar la ecuación 4 se obtuvo:

$$A = \frac{C}{D} \quad [5]$$

## 2.2.3 DIMENSIONAMIENTO MEDIDAS DEL GALPÓN

### 2.2.3.1 Dimensionamiento de ancho y longitud.

Mediante el área ocupada, se pudo dimensionar las medidas de ancho y largo del galpón en base al criterio del diseñador, tomando en cuenta el área disponible para la construcción. Para este diseño se realizará un galpón de 16 metros x 150 metros.

$$A = a \times l \quad [6]$$

Donde:

$A$ : Área de Galpón

$a$ : Ancho de Galpón

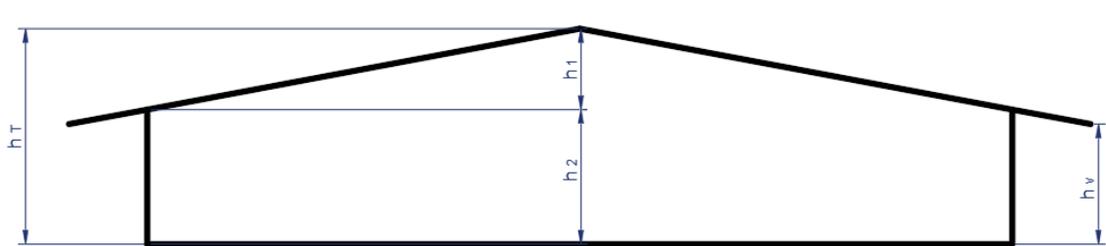
$l$ : Longitud de Galpón

### 2.2.3.2 Dimensionamiento de altura total y altura a codo.

En base a la experiencia de trabajo y la verificación del buen resultado de manejo de galpones de aves de engorde, se sugirió la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Alturas Recomendadas para Galpones de engorde

CLIMA	ALTURASPROMEDIO	ALTURAS DE VOLADO
Cálido	3.25 m	2.4 m
Templado	3.25 m	2.4 m
Frío	2.85 m	2.1 m



**Figura 1.** Alturas de un Galpón. (Díaz, 2019)

$$h_{prom.} = h_2 + \frac{1}{2}(h_1) \quad [7]$$

Donde:

- $h_{prom.}$ : Altura promedio
- $h_1$ : Altura de codo a cumbre
- $h_2$ : Altura de piso a codo

Considerando la tabla de alturas promedio recomendadas y en base a la fórmula [7] dada en la guía de manejo de pollo de Engorde de COOB, se pudo dimensionar las alturas  $h_1$  y  $h_2$  respetando una  $h_{prom.}=3.25$  m para un clima cálido, para este proyecto se usaron las alturas de  $h_1=1.5$  m y  $h_2=2.5$  m, es decir una  $h_T=4$  m.

## 2.3 VENTILACIÓN

En la etapa de ingreso de pollitos al galpón no es necesario ninguna maniobra de ventilación, hasta los 14 días.

**Tabla 5.** Velocidad de aire al nivel de las aves según la edad

Edad de las aves	Metros por segundo	Pies por minuto
0 - 14 días	0,3	60
15 - 21 días	0,5	100
22 - 28 días	0,875	175
28 o más días	1,75 - 3,0	350 - 600

(Cobb-Vantress, 2013)

Para el cálculo de la capacidad de extractores se pudo usar la tabla para un galpón de enfriamiento evaporativo, estas capacidades son las máximas de extractores para mantener una velocidad de 3m/s.

**Tabla 6.** Ejemplo de capacidad máxima de los extractores en dependencia del ancho del galpón

Ancho del galpón	Velocidad de aire	Capacidad de extractores	Nº de extractores (790 m <sup>3</sup> /min o 28.000 cfm)	Requerimiento de panel
12m (40')	3 m/s (600 ft/min)	6456 m <sup>3</sup> /min (228.000 cfm)	8	45 l/min
15m (50')	3m/s (600 ft/min)	8093 m <sup>3</sup> /min (285.800 cfm)	10	53 l/min
18m (60')	3m/s (600 ft/min)	9684 m <sup>3</sup> /min (342.000 cfm)	12	64 l/min
20m (66')	3m/s (600 ft/min)	10653 m <sup>3</sup> /min (376.200 cfm)	13	72 l/min

(Cobb-Vantress, 2013)

Volumen de Galpón:

$$V_g = L * a * h_{prom}. \quad [8]$$

Donde:

$V_g$ : Volumen de galpón

$a$ : Ancho de galpón

$h_{prom}$ : Altura promedio

### 2.3.1 CANTIDAD DE VENTILADORES Y EXTRACTORES

Los ventiladores se usan para ingresar aire fresco dentro del galpón, estos trabajan en conjunto con los extractores de aire del galpón logrando manejar la temperatura interna del mismo mediante recambios de aire, en dependencia de la edad de los animales.

Para determinar la cantidad de ventiladores y extractores, se realizó los cálculos para las diferentes etapas de vida de los pollitos. Se suele utilizar ciclos de trabajo de ventilador de 5min, 1min encendido y 4 min apagado (Cobb-Vantress, 2013).

### 2.3.1.1 Ventilación Mínima

Para mantener el potencial genético de las aves a partir de la segunda semana se debe aplicar una ventilación mínima que consta de ventiladores ubicados en los laterales del galpón, tratando que las aves se refresquen, con un tiempo de recambio de 8min, (Cobb-Vantress, 2013).

$$CRG1 = \frac{V_g}{t} \quad [9]$$

Donde:

CRG1: Capacidad Requerida por el Galpón

$V_g$ : Volumen de galpón (m<sup>3</sup>)

t: Tiempo de recambio de aire en min

$$Cant. de Ventiladores 1 = \frac{CRG1}{CV_v1} \quad [10]$$

Donde:

CRG1: Capacidad Requerida por el Galpón

$CV_v1$ : Capacidad de ventilador. (m<sup>3</sup>/min)

### 2.3.1.2 Ventilación Transicional

Se usa para aumentar el recambio de aire en el galpón, mediante ventiladores conectados a un termostato y se ubican en las paredes laterales. Se considera un tiempo de recambio cada 2min, (Cobb-Vantress, 2013).

$$CRG2 = \frac{V_g}{t} \quad [9.1]$$

$$CRG2 total = CRG2 - (cant. de ventiladores1 * CV_v1) \quad [11]$$

$$Cant. de Ventiladores 2 = \frac{CRG2 total}{CV_v} \quad [12]$$

Donde:

CRG2: Capacidad Requerida por el Galpón

CRG2Total: Capacidad Requerida por el Galpón descontando los ventiladores de CRG1

$CV_v2$ : Capacidad de ventilador. (m<sup>3</sup>/min)



**Figura 2.** Ventilador 1000x1000x400 mm (INDIV)

### 2.3.1.3 Ventilación de Túnel

Se usa para moderar la temperatura, especialmente en climas calurosos, aquí entran a trabajar los extractores en combinación con los paneles de enfriamiento, para mantener a los pollos en una zona de confort en sus últimas semanas de crianza, con una velocidad de viento de 30m/s. Se usa un tiempo de recambio de 1min, (Cobb-Vantress, 2013).

$$A_s = a * h_{prom.} \quad [13]$$

Donde:

$A_s$ : Área de la sección  
 $a$ : Ancho de galpón  
 $h_{prom.}$ : Altura promedio. [7]

$$CRG3 = A_s * v \quad [14]$$

Donde:

CRG3: Capacidad Requerida por el Galpón  
 $A_s$ : Área de la sección  
 $v$ : Velocidad de viento

$$\text{Cant. de Extractores} = \frac{\text{CRG3}}{\text{CV}_v}$$

[15]

Donde:

CRG3: Capacidad Requerida por el Galpón

CV<sub>v</sub>: Capacidad de ventilador. (m<sup>3</sup>/min)

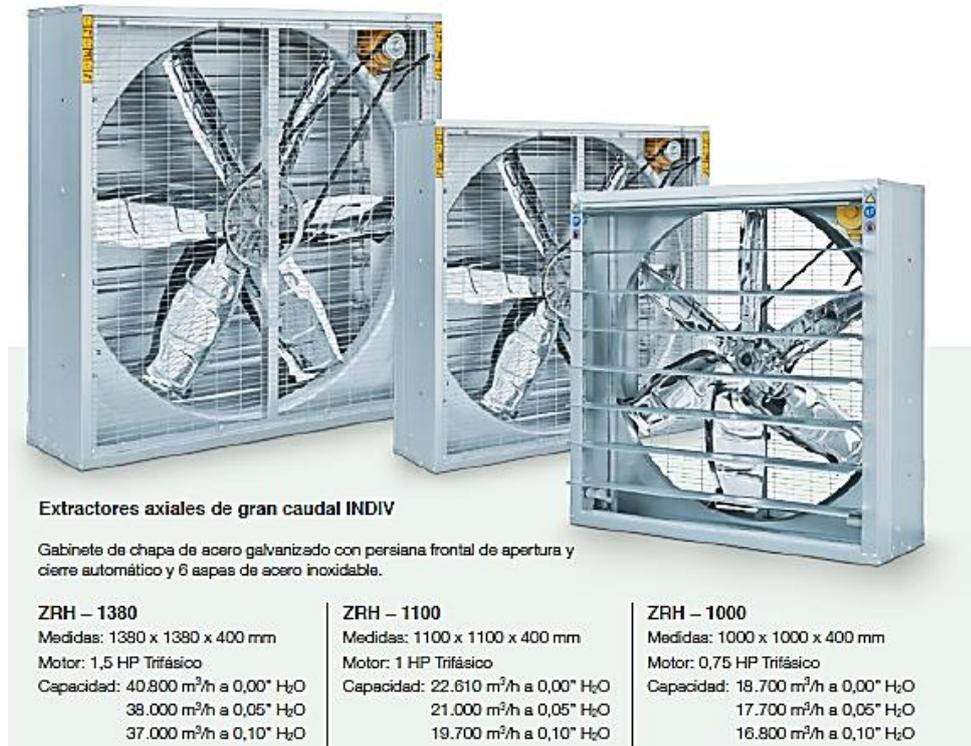


Figura 3. Extractores (INDIV, 2018)

## 2.4 PARÁMETROS PARA DISEÑO ESTRUCTURAL

Con el prediseño ya consolidado se pudo proceder a la verificación del mismo mediante las cargas que puedan presentarse sobre este.

### 2.4.1 APLICACIÓN DE LAS CARGAS EN CONCORDANCIA CON LA NEC

Según la (NEC-SE-CG, 2015), se pudo verificar las cargas que se consideran en el país para la realización de un diseño estructural entre las que tenemos:

#### 2.4.1.1 Cargas Permanentes:

Se refiere a las cargas muertas o el peso propio de la estructura en la cual se incluye las cargas de correas en techo, hojas de techo en toda la extensión

del pórtico, instalaciones eléctricas, mecánicas, y maquinaria sujeta a la estructura (NEC-SE-CG, 2015).

*Elementos de carga muerta:*

Comederos:



**Figura 4.** Sistema de Comedero (INDIV, 2018)

**Tabla 7.** Número de líneas de comederos recomendadas

Ancho del galp3n	Número de líneas de alimentaci3n
Hasta 12,8 m (42 ft.)	2 líneas
De 13 m (43 ft.) a 15 m (50 ft.)	3 líneas
De 16 m (51 ft.) a 20 m (65 ft.)	4 líneas
De 21 m (70 ft.) a 25 m (85 ft.)	5 líneas

(Cobb-Vantress, 2013)

Animales/plato comedero
aprox. 100 animales/plato hasta 1,5 kg de peso final
aprox. 85 animales/plato hasta 2,0 kg de peso final
aprox. 70 animales/plato hasta 2,5 kg de peso final
aprox. 66 animales/plato hasta 3,0 kg de peso final
aprox. 55 animales/plato hasta 3,5 kg de peso final

**Figura 5.** Peso aproximado de Platos comederos, ( Big Dutchman, 2002)

Tolva: Se us3 una tolva para cada línea de 70m, es decir 8 tolvas, la capacidad aproximada de la tolva es 100kg

Bebederos: Se us3 5 líneas de bebederos a lo largo de los 150m del galp3n, cada una de estas líneas fue dividida en 2 sublíneas de 70m.

#### 2.4.1.2 Cargas Variables:

Se refiere a cargas variables a las cargas vivas, viento y granizo:

Carga viva: es la sobrecarga aplicada, esta depende la ocupaci3n a la que está destinada la estructura:

**Tabla 8.** Cargas vivas mínimas en kN/m<sup>2</sup> para cubiertas

INCLILACIÓN DE LA CUBIERTA	ÁREA TRIBUTARIA DE CARGA EN METROS CUADRADOS PARA CUALQUIER ELEMENTO ESTRUCTURAL		
	0 a 20	21 a 60	Sobre 60
Plana o con pendiente menor que 1:3 Arco o bóveda con flecha menor a 1/8 de luz.	100	80	60
Pendiente de 1:3 a menos de 1:1 Arco o bóveda con flecha de 1/8 de luz a menos de 3/8 de luz	80	70	60
Pendiente de 1:1 y mayor Arco o bóveda con flecha de 3/8 de luz o mayor	60	60	60
Marquesinas, excepto cubiertas con tela	25	25	25
Invernaderos y edificios agrícolas	50	50	50

(INEN, 2001)

Reducción de cargas vivas en cubiertas:

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \quad [16]$$

Donde:

$L_r$ : Sobrecarga reducida de cubierta en proyección horizontal, en kN/m<sup>2</sup>,  $0.60 \leq L_r \leq 1$

$L_0$ : Sobrecarga no reducida de cubierta en proyección horizontal, en kN/m<sup>2</sup>

$R_1 R_2$ : Factores de reducción de conformidad con las Tablas 9 y 10

**Tabla 9.** Factores de Reducción  $R_1$

Condición	$R_1$
$A_T \leq 18.00m^2$	1
$18.00m^2 < A_T < 56.00m^2$	$1.2 - 0.011A_T$
$A_T \geq 56.00m^2$	0.6

(NEC-SE-CG, 2015)

\*Donde  $A_T$  es el Área tributaria

**Tabla 10.** Coeficiente de corrección  $\sigma$

Condición	$R_2$
$F \leq 33.33\%$	1
$33.33\% < F < 100\%$	$1.2 - 0.006F$
$F \geq 100\%$	0.6

(NEC-SE-CG, 2015)

\*Donde F es la pendiente de la cubierta (%)

*Carga granizo*: esta sobrecarga aplicada se toma en cuenta para regiones a más de 1500 msnm (NEC-SE-CG, 2015), esta depende la ocupación a la que está destinada la estructura:

$$S = \rho_s \times H_s \quad [17]$$

Donde:

- $S$  : Carga de granizo
- $\rho_s$ : Peso específico del granizo (en defecto 1000kg/m<sup>3</sup>)
- $H_s$ : Altura de acumulación

Carga viento: esta sobrecarga aplicada se encuentra mediante una serie de parámetros en dependencia de la ubicación establecida para la edificación, *pero nunca será menos a 21 m/s es decir 75km/h*, (NEC-SE-CG, 2015):

$$V_b = V \times \sigma \quad [18]$$

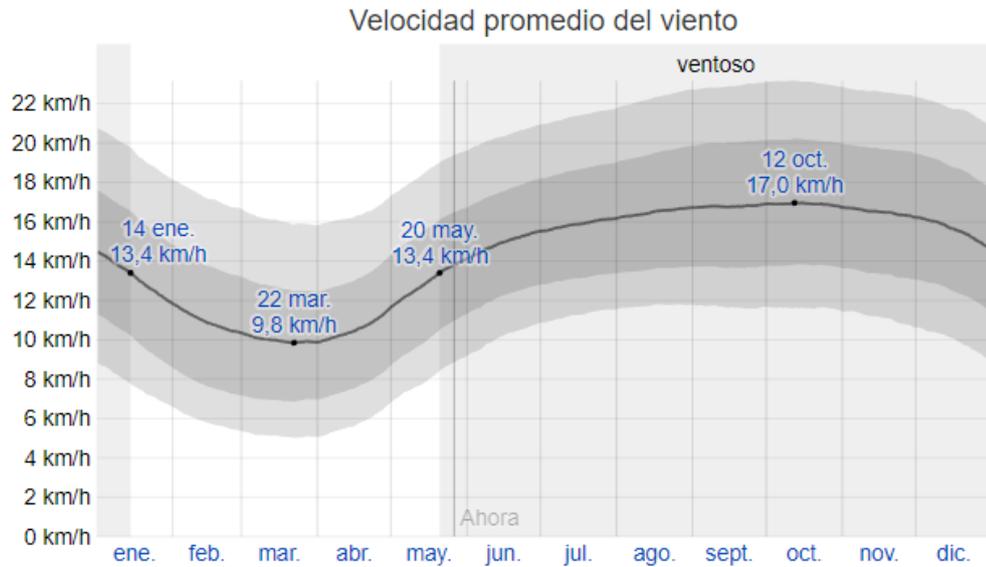
Donde:

- $V_b$  : Velocidad Corregida del viento en m/s
- $V$ : Velocidad instantánea máxima del viento en m/s, registrada a 10 m de altura sobre el terreno;
- $\sigma$ : Coeficiente de corrección.

**Tabla 11.** Coeficiente de corrección  $\sigma$

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

(NEC-SE-CG, 2015)



*El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25º a 75º y 10º a 90º.*

**Figura 6.** Velocidad promedio Jipijapa sobre los 10 m de altura (Weather Spark, 2019)

\* Se tomó como dato la velocidad promedio de Jipijapa del día más ventoso del año según Weather Spark ya que la NEC-SE-CG no cuenta con un mapa de velocidades instantáneas máximas.

Para el cálculo de la presión del viento sobre los elementos de la estructura usamos la fórmula dada por la NEC-SE-CG:

$$P = \frac{1}{2} \rho * V_b^2 * C_e * C_f \quad [19]$$

Donde:

- $P$ : Presión de cálculo expresada en Pa (N/m<sup>2</sup>)
- $\rho$ : Densidad del aire expresada en Kg/m<sup>3</sup> (En general, se puede adoptar 1.25 Kg/m<sup>3</sup>)
- $C_e$ : Coeficiente de entorno/altura
- $C_f$ : Coeficiente de forma

**Tabla 12.** Coeficiente de forma  $C_f$

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6

(NEC-SE-CG, 2015)

**Tabla 13.** Coeficiente de entorno/altura  $C_e$

Height above ground level, z		Exposure		
		B	C	D
ft	(m)			
0-15	(0-4.6)	0.57	0.85	1.03
20	(6.1)	0.62	0.90	1.08
25	(7.6)	0.66	0.94	1.12
30	(9.1)	0.70	0.98	1.16
40	(12.2)	0.76	1.04	1.22
50	(15.2)	0.81	1.09	1.27
60	(18)	0.85	1.13	1.31
70	(21.3)	0.89	1.17	1.34
80	(24.4)	0.93	1.21	1.38
90	(27.4)	0.96	1.24	1.40
100	(30.5)	0.99	1.26	1.43
120	(36.6)	1.04	1.31	1.48
140	(42.7)	1.09	1.36	1.52
160	(48.8)	1.13	1.39	1.55
180	(54.9)	1.17	1.43	1.58
200	(61.0)	1.20	1.46	1.61
250	(76.2)	1.28	1.53	1.68
300	(91.4)	1.35	1.59	1.73
350	(106.7)	1.41	1.64	1.78
400	(121.9)	1.47	1.69	1.82
450	(137.2)	1.52	1.73	1.86
500	(152.4)	1.56	1.77	1.89

(ASCE 7-10, 2010)

*\*Se utilizó esta tabla ya que la NEC no cuenta con una y en su lugar hace referencia a la ACSE 7-10*

Para la tabla antes expuesta de la ACSE 7-10 los valores de exposición son:

*Exposición B:* Áreas Urbanas y sub-urbanas, bosques con obstrucciones. (Molina, 2018)

*Exposición C:* Terrenos de Campo abierto, u obstrucciones dispersas con menos de 10m de altura. (Molina, 2018)

*Exposición D:* Áreas costeras, sin obstrucciones, exposición de viento desde aguas abiertas. (Molina, 2018)

### 2.4.1.3 Cargas Sísmicas:

Se refiere a la carga sísmica variable y dependiente del lugar en el que se encuentra ubicado el proyecto

*Estudio Estático:*

$$V = \frac{\eta F_a z I}{R} W \quad [20]$$

Donde:

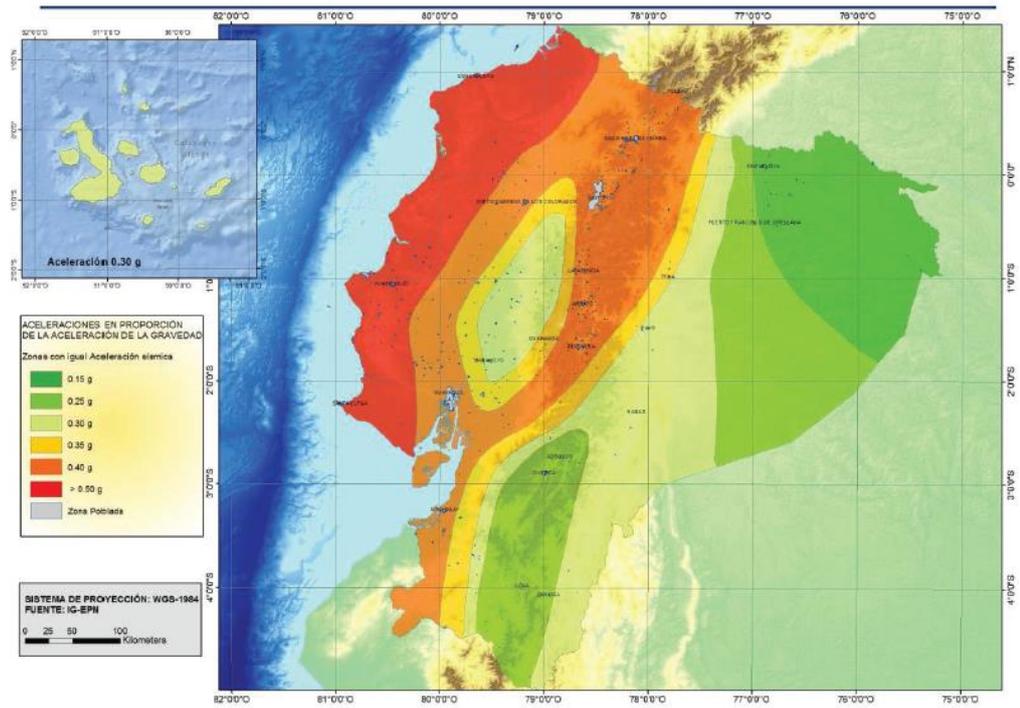
- $V$ : Constante Basal de distribución lineal (kg/cm)
- $\eta$ : Razón aceleración espectral/PGA para período de retorno establecido
- $F_a$ : Factor de sitio, Coeficiente ampliación del suelo
- $z$ : Factor de zona sísmica
- $I$ : Factor de importancia
- $R$ : Factor de reducción de respuesta
- $W$ : Total, Carga muerta (kg/cm)

Para el análisis de espectros se considera una  $\eta= 1.8$ , ya que según la NEC-SE-CG 2015, tenemos que:

$\eta= 1.8$ : Provincias de la costa (excepto Esmeraldas).

$\eta= 2.48$ : Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos.

$\eta= 2.6$ : Provincias del Oriente.



**Tabla 14.** Valores del factor **Z** en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor <b>Z</b>	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

(NEC-SE-DS, 2015)

**Tabla 15.** Valores del factor **Z** para Jipijapa

POBLACIÓN	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
SANCAN	JIPIJAPA	JIPIJAPA	MANABI	0.50
MEMBRILLAL	MEMBRILLAL	JIPIJAPA	MANABI	0.50
RIO DE CAÑA	MONTECRISTI	MONTECRISTI	MANABI	0.50
JIPIJAPA	JIPIJAPA	JIPIJAPA	MANABI	0.50

(NEC-SE-DS, 2015)

**Tabla 16.** Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico

Tipo de perfil	Descripción	Definición
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ kPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

(NEC-SE-DS, 2015)

\* Para este factor se utilizará un **suelo tipo D**, para simular las peores condiciones

**Tabla 17.** Factores de sitio  $F_a$

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.5.4</a>					

(NEC-SE-DS, 2015)

**Tabla 18.** Coeficiente de Importancia I

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

(NEC-SE-DS, 2015)

**Tabla 19. Factor de reducción de respuesta R**

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	
Reservorios y depósitos, incluidos tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados.	2
Silos de hormigón fundido en sitio y chimeneas que poseen paredes continuas desde la cimentación	3.5
Estructuras tipo cantiléver tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes	3
Naves industriales con perfiles de acero	3
Torres en armadura (auto-portantes o atirantadas)	3
Estructuras en forma de péndulo invertido	2
Torres de enfriamiento	3.5
Depósitos elevados soportados por una pila o por apoyos no arriostrados	3
Letreros y carteleras	3.5
Estructuras para vallas publicitarias y monumentos	2
Otras estructuras no descritas en este documento	2

(NEC-SE-DS, 2015)

**2.4.2 COMBINACIONES**

Para la simulación en SAP2000 se usó las combinaciones tabuladas en la NEC

**Tabla 20. Combinaciones Básicas, para Ecuador.**

<b>Combinación 1</b>	1.4 D
<b>Combinación 2</b>	1.2D + 1.6L + 0.5max[Lr; S; R]
<b>Combinación 3</b>	1.2D + 1.6max[Lr; S; R] + max[L; 0.5W]
<b>Combinación 4</b>	1.2D + 1.0W + L + 0.5max[Lr; S; R]
<b>Combinación 5</b>	1.2D + 1.0E + L + 0.2S
<b>Combinación 6</b>	0.9D + 1.0W
<b>Combinación 7</b>	0.9D + 1.0E

(NEC-SE-CG, 2015)

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 DIMENSIONES DE PREDISEÑO PARA GALPÓN

- Cantidad de Aves aspirada:  $C=38400$  (Capacidad de galpón)
- Raza a Criar: COBB 500
- Peso Ave: 2.2 kg
- Densidad de lote por peso:  $D_p=36 \text{ kg/m}^2$  (Guía de Buenas Practicas Avícolas, 2013)
- Ancho de galpón 16 m.
- Altura de piso-codo de galpón:  $h_2=2.5 \text{ m}$

Al sustituir  $D_p$  y  $P$  en la ecuación 3 tenemos la  $D$ : Densidad por ave – aves por  $\text{m}^2$ :

$$D = \frac{D_p}{P} = \frac{36 \text{ kg/m}^2}{2.2 \text{ kg}} = 16 \text{ pollos/m}^2$$

##### 3.1.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA DEL GALPÓN

De la ecuación 4 se obtuvo la ecuación 5, en la cual se obtuvo el área del galpón.

$$C = A \times D \rightarrow A = \frac{C}{D} = \frac{38400 \text{ pollos}}{16 \text{ pollos/m}^2} = 2400 \text{ m}^2$$

##### 3.1.2 DIMENSIONAMIENTO MEDIDAS DEL GALPÓN

Con el área del galpón y el ancho del mismo se pudo hallar la longitud a partir de la ecuación 6

$$A = a \times l \rightarrow l = \frac{A}{a} = \frac{2400 \text{ m}^2}{16 \text{ m}} = 150 \text{ m}$$

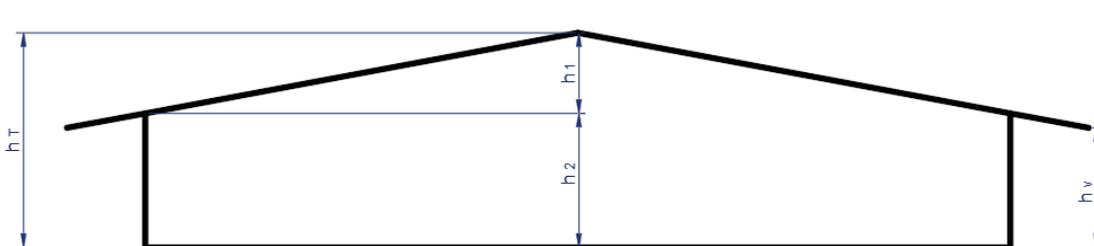
##### 3.1.2.1 Dimensionamiento de altura total y altura a codo.

En base a la **tabla 4**, la cual nos recomienda una  $h_{\text{prom}}=3.25\text{m}$  para climas calidos, y la altura de piso a codo  $h_2=2.5\text{m}$ , tenemos:

**Tabla 4.** Alturas Recomendadas para Galpones de engorde

CLIMA	ALTURAS PROMEDIO	ALTURAS DE VOLADO
Cálido	3.25 m	2.4 m
Templado	3.25 m	2.4 m
Frío	2.85 m	2.1 m

$$h_{prom.} = h_2 + \frac{1}{2}(h_1) \rightarrow h_1 = 2(h_{prom.} - h_2) = 2(3.25 - 2.5) = 1.5m$$



**Figura 1.** Alturas de un Galpón.

## 3.2 VENTILACIÓN

Para el cálculo de los equipos para ventilación tenemos que tener presente las velocidades de aire requeridas según la edad:

**Tabla 5.** Velocidad de aire al nivel de las aves según la edad (COBB, 2013)

Edad de las aves	Metros por segundo	Pies por minuto
0 - 14 días	0,3	60
15 - 21 días	0,5	100
22 - 28 días	0,875	175
28 o más días	1,75 - 3,0	350 - 600

Para el cálculo del volumen de Galpón tenemos la ecuación 8:

$$V_g = L * a * h_{prom.} = 150m * 16m * 3.25m = 7800m^3$$

Con el cálculo de este volumen podemos hallar la cantidad de equipos necesarios en base a los requerimientos de diseño:

### 3.2.1.1 Ventilación Mínima

Para hallar los equipos necesarios para este tipo de ventilación se consideró el dato que ofrece la guía de COBB, un tiempo de recambio de 8min, con la que se pudo hallar la capacidad requerida en m<sup>3</sup>/min, mediante la ecuación 9:

$$CRG1 = \frac{V_g}{t} = \frac{7800 \text{ m}^3}{8 \text{ min}} = 975 \text{ m}^3/\text{min}$$

Con el dato de la capacidad requerida podemos encontrar la cantidad de ventiladores necesarios, para este cálculo se consideró los ventiladores del catálogo de INDIV, Ventilador 1000x1000x400 mm con una capacidad de CV<sub>v</sub>= 38000m<sup>3</sup>/h = 633.33 m<sup>3</sup>/min

$$Cant. \text{ de Ventil. } 1 = \frac{CRG1}{CV_v} = \frac{975 \text{ m}^3/\text{min}}{633.33 \text{ m}^3/\text{min}} = 1.5 = 2 \text{ ventiladores}$$

### 3.2.1.2 Ventilación Transicional

Para hallar los equipos necesarios para este tipo de ventilación se consideró el dato que ofrece la guía de COBB, un tiempo de recambio de 2min, con la que se pudo hallar la capacidad requerida en m<sup>3</sup>/min mediante la ecuación 9.1:

$$CRG2 = \frac{V_g}{t} = \frac{7800 \text{ m}^3}{2 \text{ min}} = 3900 \text{ m}^3/\text{min}$$

Se consideró los ventiladores del catálogo de INDIV, Ventilador 1000x1000x400 mm con una capacidad de CV<sub>v</sub>= 38000m<sup>3</sup>/h = 633.33 m<sup>3</sup>/min

$$CCRG2 \text{ total} = CRG2 - (cant. \text{ de ventiladores} 1 * CV_v 1)$$

$$CCRG2 \text{ total} = 3900 \text{ m}^3/\text{min} - (2 * 633.33 \text{ m}^3/\text{min}) = 2633.34 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Cant. \text{ de Ventiladores } 2 = \frac{2633.34 \text{ m}^3/\text{min}}{633.33 \text{ m}^3/\text{min}} = 4.15 = 4 \text{ Ventiladores}$$

### 3.2.1.3 Ventilación de Túnel

Para hallar los equipos necesarios para este tipo de ventilación se consideró el dato que ofrece la guía de COBB, un tiempo de recambio de 1min con una

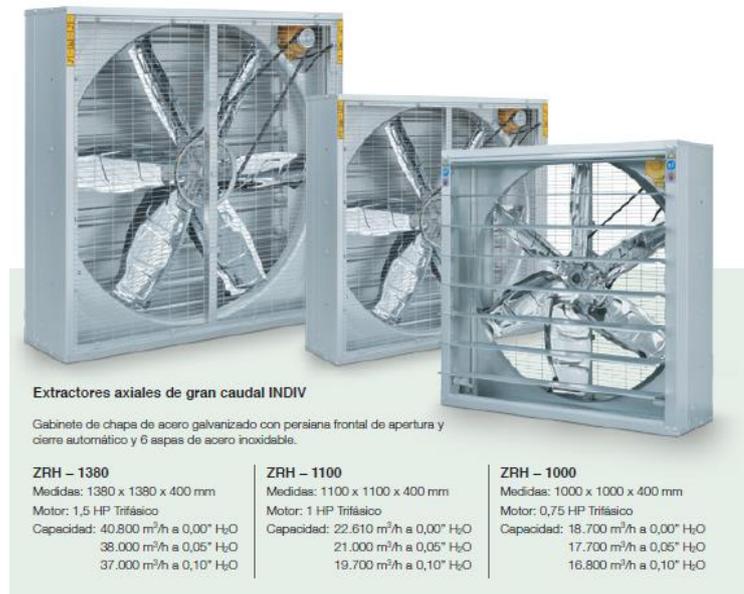
velocidad de 3m/s, con la que se pudo hallar la capacidad requerida en m<sup>3</sup>/min mediante las ecuaciones 12 la misma que se reemplazó en la 13:

$$A_s = a * h_{prom} = 16m * 3.25 m = 52m^2$$

$$CRG3 = A_s * v = 52m^2 * 3m/s = 156m^3/s$$

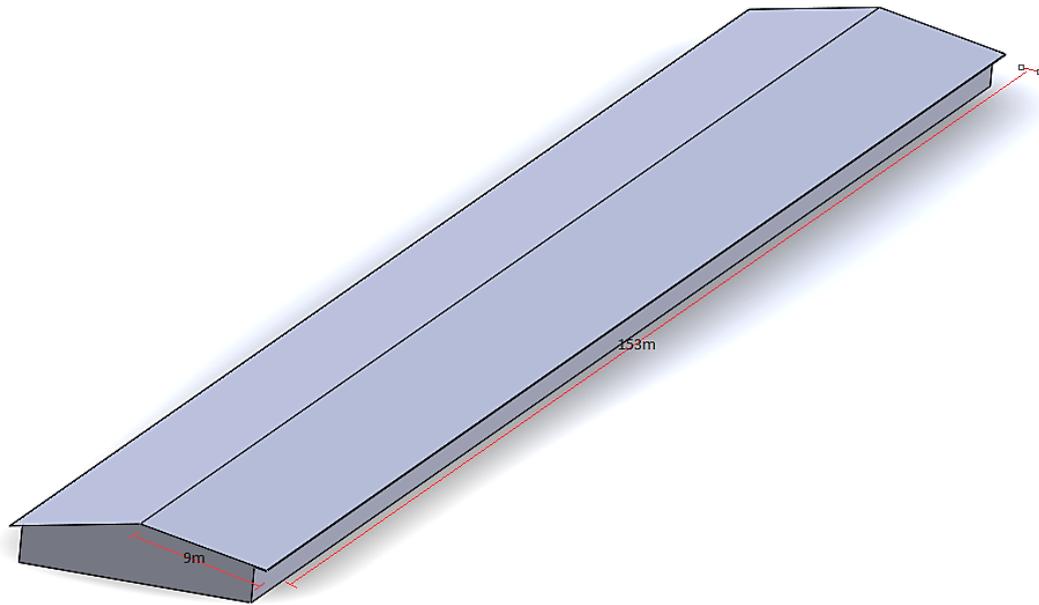
$$Cant. de Extractores = \frac{CRG3}{CV_v} = \frac{156m^3/s}{1.333 m^3/s} = 13.76 = \mathbf{14 Extractores}$$

Para CV<sub>v</sub> usamos la capacidad del extractor ZRH1380 de 40800m<sup>3</sup>/h.



**Figura 3.** Extractores (INDIV)

### 3.3 PARÁMETROS PARA DISEÑO ESTRUCTURAL



**Figura 7.** Prediseño.

**Tabla 21.** Tabulación de Datos de Prediseño

DATOS	CANTIDAD	UNIDADES	DATOS	FORMULA
N° PÓRTICOS	40,00	[-]	DISEÑO	DATO
LUZ	16,00	[m]	DISEÑO	DATO
CLARO	3,76	[m]	DISEÑO	DATO
VOLADO EN LUZ	0,85	[m]	DISEÑO	DATO
VOLADO EN CLARO	1,50	[m]	DISEÑO	DATO
CLARO TOTAL	150,00	[m]	DISEÑO	DATO
ALTURA CODO	2,56	[m]	DISEÑO	DATO
ALTURA CUMBRERO	4,00	[m]	DISEÑO	DATO
ÁREA CUBIERTA	2754,00	[m <sup>2</sup> ]	DISEÑO	AC= 9m*153m*2

Se calculó y tabuló las cargas para la estructura:

### 3.3.1.1 Cargas Permanentes:

- Carga muerta: autocalculada en SAP2000  
Una vez seleccionado los perfiles en el programa, esta carga se autocalcula y se considera en la simulación.

- *Elementos de carga:*

Comederos: Se usó 4 líneas de comederos a lo largo del galpón, según la recomendación de la tabla 7.

**Tabla 7.** Número de líneas de comederos recomendadas

Ancho del galpón	Número de líneas de alimentación
Hasta 12,8 m (42 ft.)	2 líneas
De 13 m (43 ft.) a 15 m (50 ft.)	3 líneas
De 16 m (51 ft.) a 20 m (65 ft.)	4 líneas
De 21 m (70 ft.) a 25 m (85 ft.)	5 líneas

- Platos para comederos:

Para el proyecto se usó platos de 35cm, con una separación de la medida del diámetro entre ellos para el libre movimiento de los pollos, por el tema de longitud se dividió cada línea en dos de 70m.



**Figura 8.** Líneas de comederos (Rojo) para Galpón de 16x150, 8 sublíneas 70m

Cap. 100 platos/sublinealínea,

Platos totales= 100 platos/sublínea\* 8 sublíneas = 800 platos

Animales/plato comedero
aprox. 100 animales/plato hasta 1,5 kg de peso final
aprox. 85 animales/plato hasta 2,0 kg de peso final
aprox. 70 animales/plato hasta 2,5 kg de peso final
aprox. 66 animales/plato hasta 3,0 kg de peso final
aprox. 55 animales/plato hasta 3,5 kg de peso final

**Figura 5.** Peso aproximado de Platos comederos

*Peso total de platos: 800 platos\* 3.5kg = 2800kg*

- **Tolva:** Se usó una tolva para cada línea de 70m, es decir 8 tolvas, la capacidad aproximada de la tolva es 100kg

**Bebederos:** Se usó 5 líneas de bebederos a lo largo de los 150m del galpón, cada una de estas líneas fue dividida en 2 sublíneas de 70m.

De igual manera se realizó un cálculo aproximado de pesos de equipamiento del galpón.

**Tabla 22.** Tabulación de cargas de equipamiento calculada

DETALLE DE CARGAS DE EQUIPOS	FORMULA	LINEA (A)	SUBLINEAS (B)	CANT. DE EQUIPO POR SUBLINEA (C)	PESO DE EQUIPO (D)	PESO TOTAL DE EQUIPO EN GALPÓN(PT)
		150 m	80m	U	KG	KG
COMEDEROS	PT=A*B*C*D	1	8	100	3,5	<b>2800</b>
TOLVAS llena de alimento	PT=A*B*C*D	1	8	1	100	<b>800</b>
TUBOS 40X1,5 GALV Llenos de alimento	PT=A*B*C*D	1	8	1	30	<b>240</b>
BOTA TOLVA-TUBO	PT=A*B*C*D	1	8	1	0.25	<b>2</b>
MOTOR COMEDEROS	PT=A*B*C*D	1	8	1	10	<b>80</b>
WINCHAS	PT=A*B*C*D	1	8	1	10	<b>80</b>
POLEAS	PT=A*B*C*D	1	8	10	0,03	<b>2,4</b>
PIOLA	PT=A*B*C*D	1	8	1	0,03	<b>0,24</b>
CONSUMIBLES, PLACAS Y GANCHOS	PT=A*B*C*D	1	8	1	0,5	<b>4</b>
BEBEDEROS + ACCESORIOS	PT=A*B*C*D	1	10	500	0.75	<b>3750</b>
						<b>7758,64</b>

- **CARGA DE EQUIPAMIENTO:**  $\frac{7758,64kg}{2754 m^2} = 2.82 kg/m^2$

**Tabla 23.** Carga cubierta calculada

Cubierta	KUBIMIL 0,4	UNIDADES	DATOS	FORMULA
INCLINACIÓN	10,22	[°]	DISEÑO	DATO DE DISEÑO
Carga superficial (Cs)	3,72	[kg/m <sup>2</sup> ]	KUBIEC	Catalogo Anexo1.3
Longitud cubierta	9	[m]	DISEÑO	DATO DE DISEÑO
Carga distribuida (Cd)	13.99	[kg/m]	GEOMETRIA	Cd= Cs*claro

**Tabla 24.** Resumen Carga Muerta Calculada

Elemento Estructural	[kg/m <sup>2</sup> ]
Cubierta	3,72
Otros pesos (5%)	0,82
Lámparas	0,002653595
Cargas de Equipamiento	2,817225853
Sobrecarga	3
Total carga muerta D, en el pórtico solicitado d (No incluye peso muerto, Correas, vigas de contorno, tirantillos, contravientos)	10,41 kg/m <sup>2</sup>
Total carga muerta x Distancia entre correas	15,27 kg/m <sup>2</sup>

### 3.3.1.2 Cargas Variables:

- Carga viva: 50 kg/m<sup>2</sup>

**Tabla8.** Cargas vivas mínimas en kg/m<sup>2</sup> para cubiertas

INCLILACIÓN DE LA CUBIERTA	ÁREA TRIBUTARIA DE CARGA EN METROS CUADRADOS PARA CUALQUIER ELEMENTO ESTRUCTURAL		
	0 a 20	21 a 60	Sobre 60
<i>Plana o con pendiente menor que 1:3 Arco o bóveda con flecha menor a 1/8 de luz.</i>	100	80	60
<i>Pendiente de 1:3 a menos de 1:1 Arco o bóveda con flecha de 1/8 de luz a menos de 3/8 de luz</i>	80	70	60
<i>Pendiente de 1:1 y mayor Arco o bóveda con flecha de 3/8 de luz o mayor</i>	60	60	60
<i>Marquesinas, excepto cubiertas con tela</i>	25	25	25
<i>Invernaderos y edificios agrícolas</i>	50	50	50

Reducción de Cargas vivas Sobre cubiertas de las tablas 9 y 10

Condición	R <sub>1</sub>	Condición	R <sub>2</sub>
$A_T \leq 18.00m^2$	1	$F \leq 33.33\%$	1
$18.00m^2 < A_T < 56.00m^2$	$1.2 - 0.011A_T$	$33.33\% < F < 100\%$	$1.2 - 0.006F$
$A_T \geq 56.00m^2$	0.6	$F \geq 100\%$	0.6

Sabemos que:

$$A_T = 2400m^2 \gg 56m^2 \therefore R_1 = 0.6$$

$$F = 10.22^\circ = 10\% < 33.33\% \therefore R_2 = 1$$

De la ecuación 16:

$$L_r = L_0 R_1 R_2 = 50 \text{ kg/m}^2 * 0.6 * 1 = \mathbf{30 \text{ kg/m}^2}$$

**Tabla 25.** Carga Viva Calculada

CARGA VIVA DE TECHO		
L <sub>r</sub>	30,00	[kg/m <sup>2</sup> ]
l <sub>r</sub> Total carga viva x Distancia entre correas	44,00	[kg/m]

- Carga granizo: 0 kg/m<sup>2</sup>, no aplica a la región de Jipijapa.
- Carga viento: 21 m/s es decir 75km/h que es el valor mínimo según la NEC SE-CG, considerando que el cálculo para Jipijapa sale por debajo de los 21 m/s, Para el cálculo de columnas Barlovento, techo barlovento, techo sotavento y columna sotavento se tomó los datos de las tablas 9, 10 y 11.

**Tabla 26.** Carga Viento Calculada

CARGA DE VIENTO							
Categoría:	A-Zona sin osbstrucción						
Velocidad del viento:	75	Km/h	21	m/seg			
	$\sigma$	$V_b = V \cdot \sigma$ [ $\frac{m}{s}$ ]	$C_e$	$C_f$	$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C_e \cdot C_f$		
					[N/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m]
Columna Barlovento (0-5m)	0,91	19,11	0,85	0,8	155,21	15,84	59,55
Columna Barlovento (5-10m)	0	0,00	0,85	0	0,00	0,00	0,00
Columna Barlovento (10-20m)	0	0,00	0,85	0	0,00	0,00	0,00
Techo Barlovento	0,91	19,11	0,85	0,3	58,20	5,94	22,33
					-116,40		0,00
Techo Sotavento	0,91	19,11	0,85	-0,6		-11,88	-44,66
Columna Sotavento (0-5m)	0,91	19,11	0,85	0	0,00	0,00	0,00
Columna Sotavento (5-10m)	0	0,00	0,85	0	0,00	0,00	0,00
Columna Sotavento (10-20m)	0	0,00	0,85	0	0,00	0,00	0,00

### 3.3.1.3 Cargas Sísmicas:

*Estudio Estático:* Se lo realiza mediante la constante Basal la misma que podemos obtener mediante la fórmula 19 con apoyo de las tablas 14, 15, 16, 17, 18 y 19:

**Tabla 27.** Sismo Calculado

CARGA SISMICA $V = \frac{\eta Fa z I}{R} W$			
Tipo de perfil del suelo	D		
Coficiente ampliación del suelo	Fa	0,85	[ ]
Importancia	I	1	[ ]
Zona sísmica	Z	0,5	[ ]
Razón aceleración espectral/PGA para período de retorno establecido	$\eta$	1,8	[ ]
Factor de reducción	R	3	[ ]
Factor de cortante Basal		0,26	[ ]
Factor de sitio Fd	Fd	1,50	[ ]
Factor de comportamiento inelástico suelo	Fs	2,00	[ ]
Cortante basal (distribución lineal)	V	28,76	[ kg/m ]

### 3.4 Diseño SAP2000

#### 3.4.1 DISTRIBUCIÓN DE GRID PARA PLASMAR EL DISEÑO EN LOS EJES Y, X Y Z, SEGÚN PREDISEÑO.

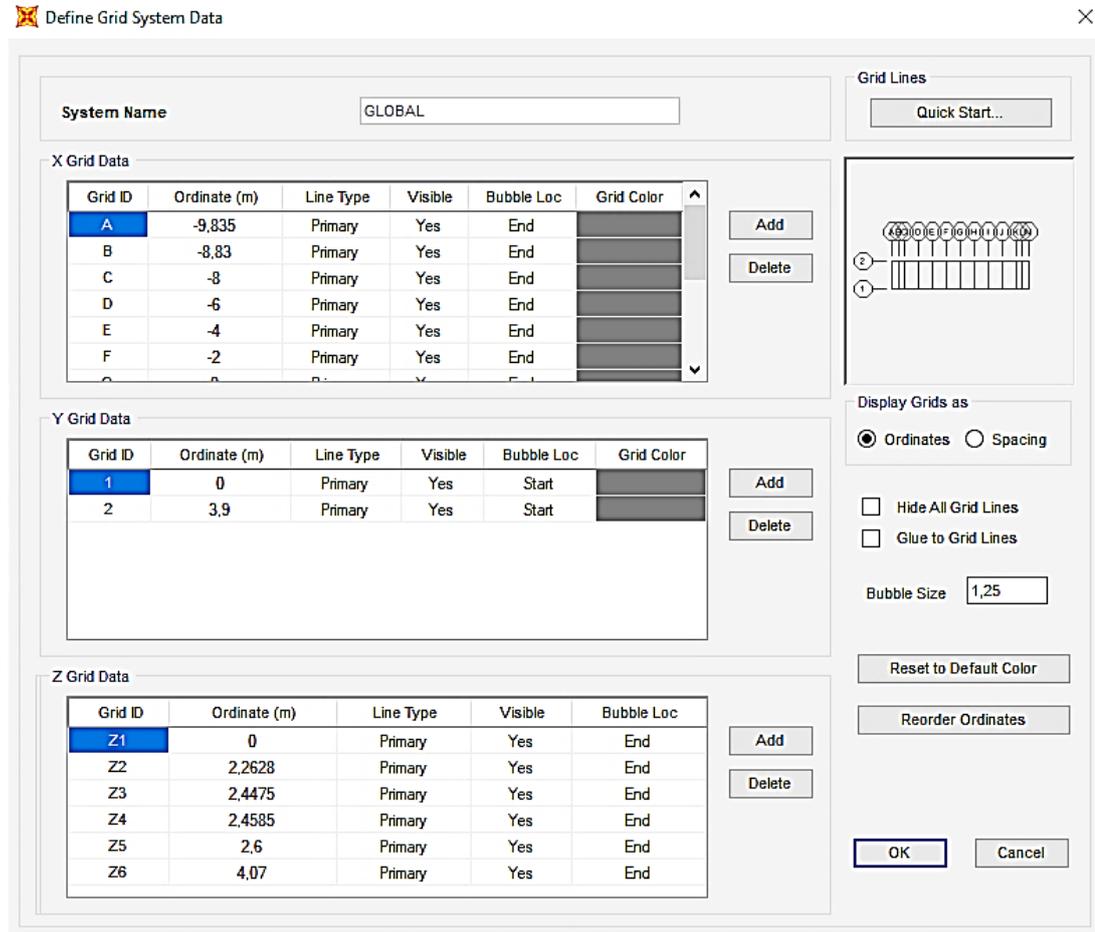


Figura 9. Distribución de Grid 3D

Con el Grid definido, se realizó el trazado del 3D en base al diseño realizado.

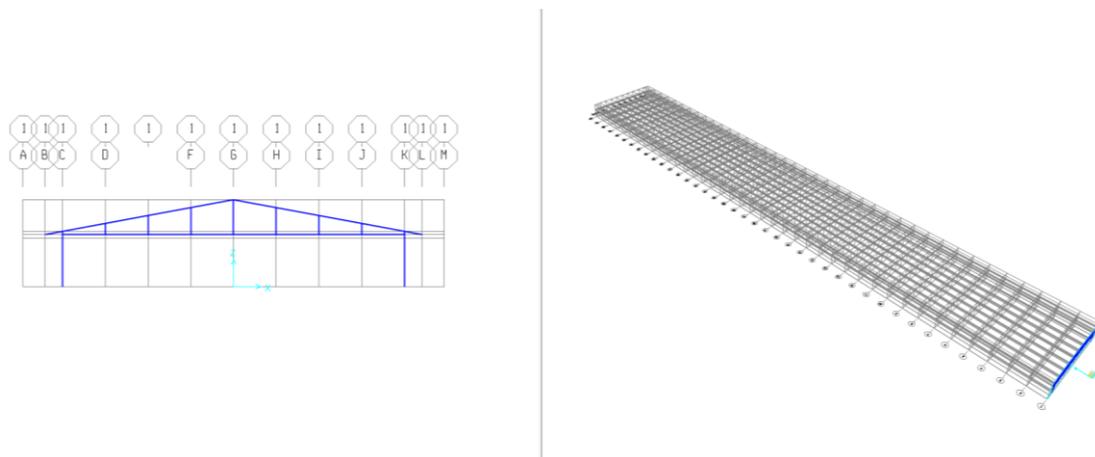


Figura 10. Trazado de diseño principal.

### 3.4.2 ASIGNACIÓN DE PERFILES Y MATERIALES

En Base a los perfiles seleccionados se realizó la asignación de cada uno de estos en el SAP2000.

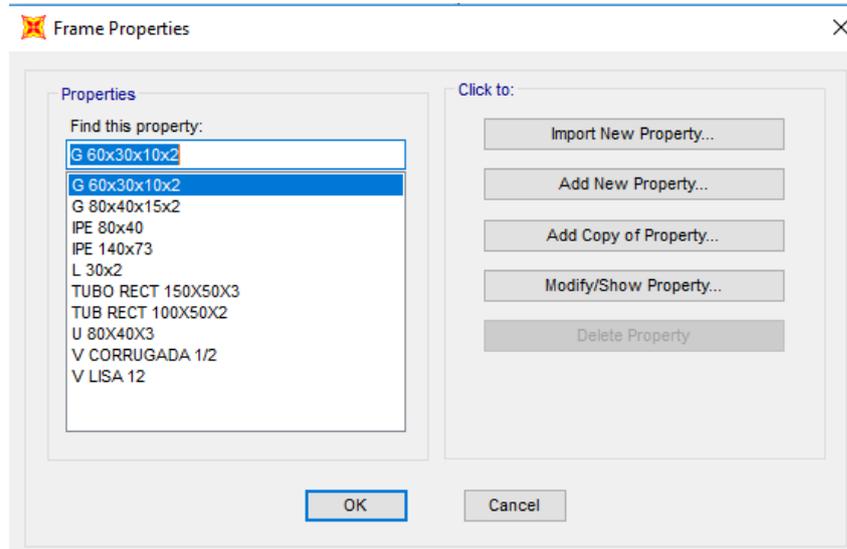


Figura 11. Perfiles de Uso.

### 3.4.3 DEFINICIÓN DE CARGAS

En Base a lo propuesto en la Norma NEC-15, se incluyó cada una de las cargas solicitadas.

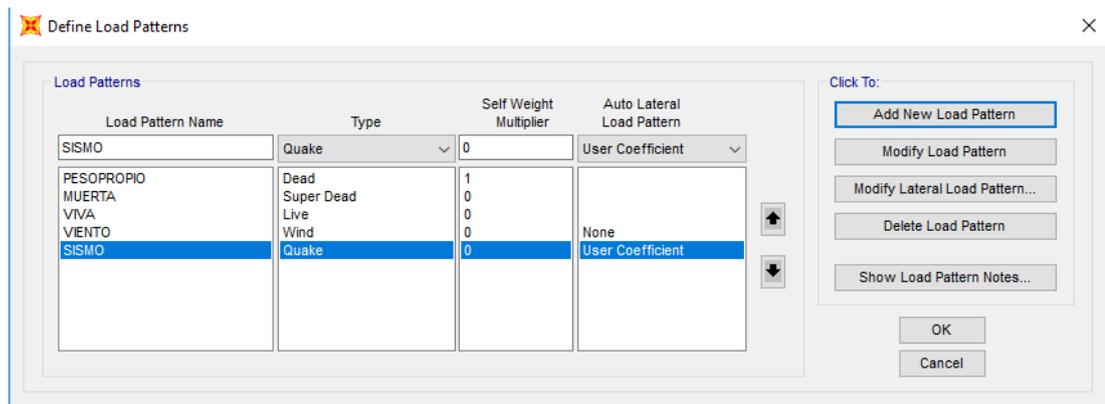


Figura 12. Definición de cargas.

### 3.4.4 ASIGNACIÓN DE CARGAS

Una vez definida las cargas se procedió a otorgarle los valores antes calculados.

### 3.4.4.1 Carga Muerta:

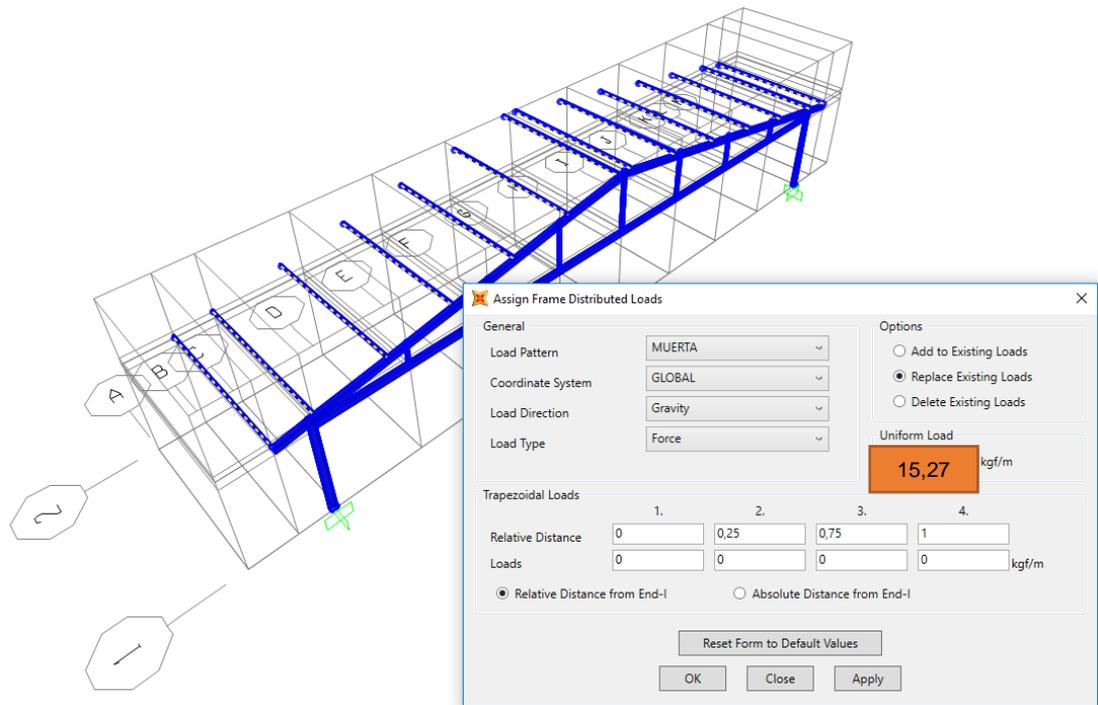


Figura 13. Asignación de Carga Muerta.

### 3.4.4.2 Carga Viva:

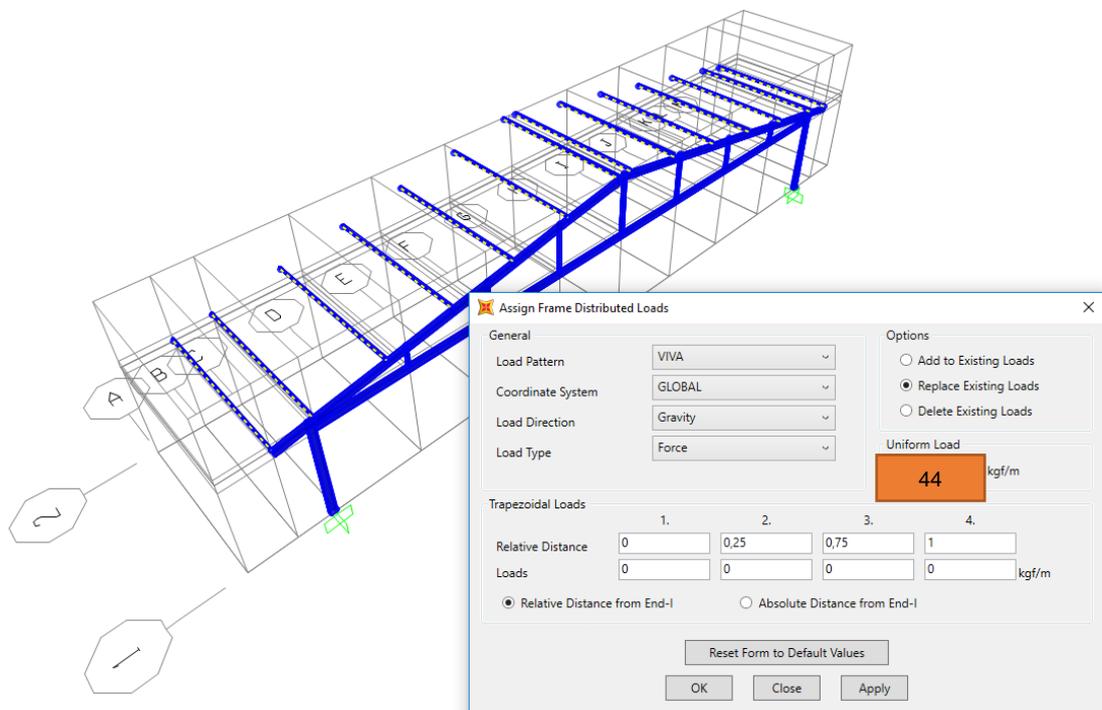


Figura 14. Asignación de Carga Viva.

### 3.4.4.3 Cargas de Viento:

Tabla 26 Carga Viento

CARGA DE VIENTO	
Columna Barlovento (0-5m)	59,55
Techo Barlovento	-22,33
Techo Sotavento	44,66

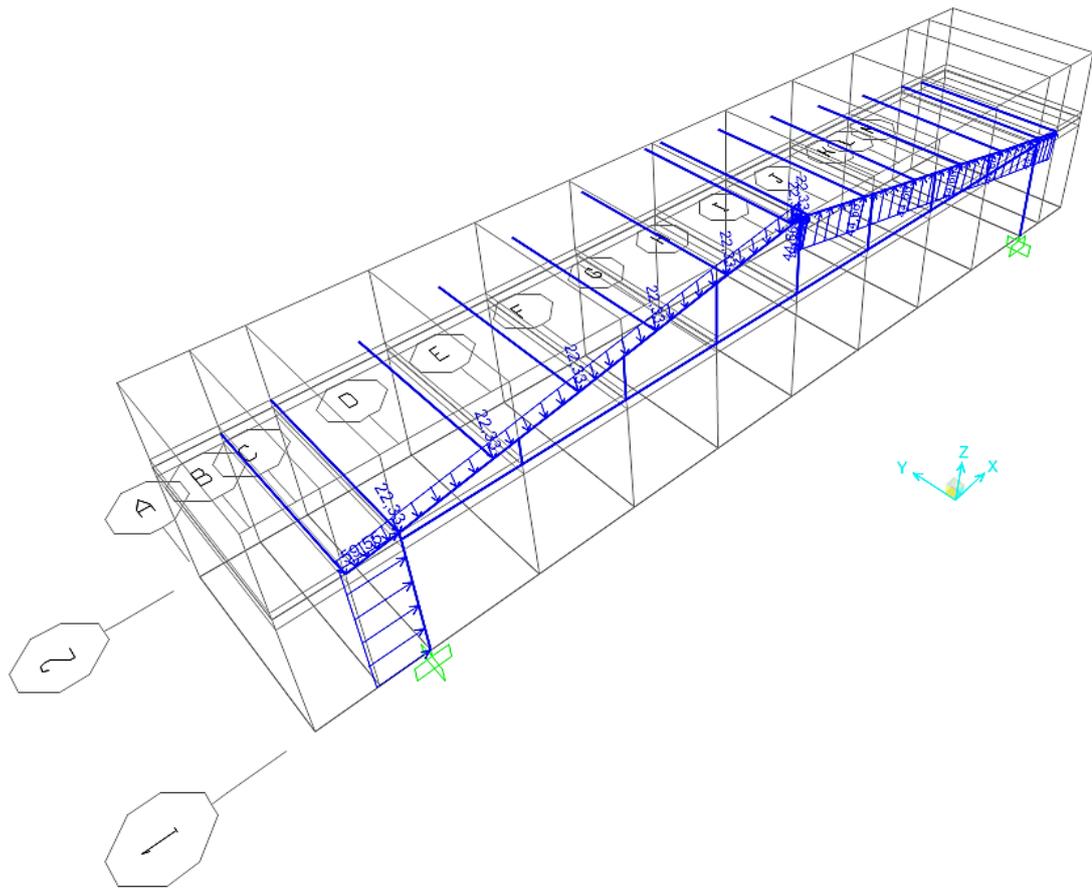


Figura 15. Asignación de cargas de Viento.

### 3.4.4.4 Sismo:

Ecuador Norma NEC-SE-DS 2015 Function Definition

Function Name: SISMOMANABI

Function Damping Ratio: 0,05

Parameters

Zone Coefficient, Z: 0,5

$\eta$  Coefficient: 1,8

Site Factor, Fa: 0,85

Site Factor, Fd: 1,5

Soil Type: D

Inelastic Behavior Fctor of Subsurface, Fs: 2.

Importance Factor, I: 1.

Response Modification Factor, R: 3.

Convert to User Defined

Define Function

Period	Acceleration
0.	0,255
0.1	0,255
0.2	0,255
0.3	0,255
0.4	0,255
0.5	0,255
0.6	0,255
0.7	0,255
0.8	0,255
0.9	0,255
1.	0,255
1.2	0,255
1.5	0,255
1.7	0,255

Add

Modify

Delete

Function Graph

Display Graph

(9.0135 , 0.0266)

OK

Cancel

Figura 16. Asignación de Valores para Sismo Aplicando la NEC-15.

### 3.4.4.5 Combinaciones:

Tomando en consideración la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, se asignó las combinaciones solicitadas.

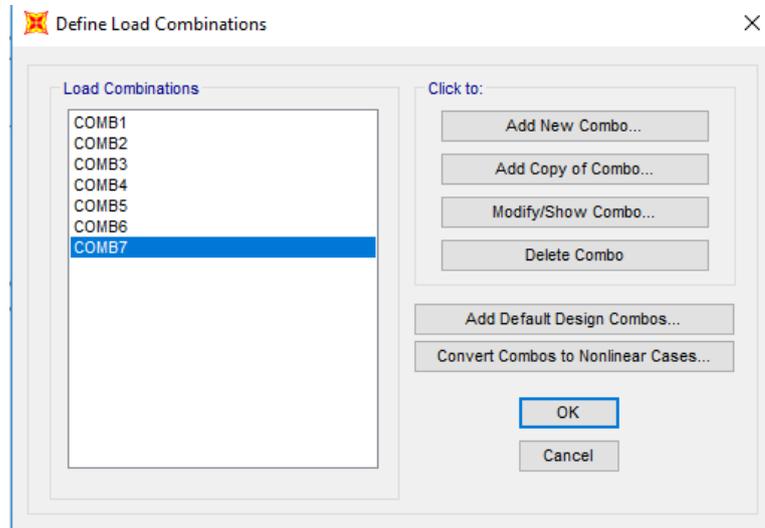


Figura 17. Asignación de las 7 combinaciones, según NEC-15.

Luego de esto se procedió a seleccionar las combinaciones que deban ser usadas por el programa, evitando que este genere sus propias combinaciones.

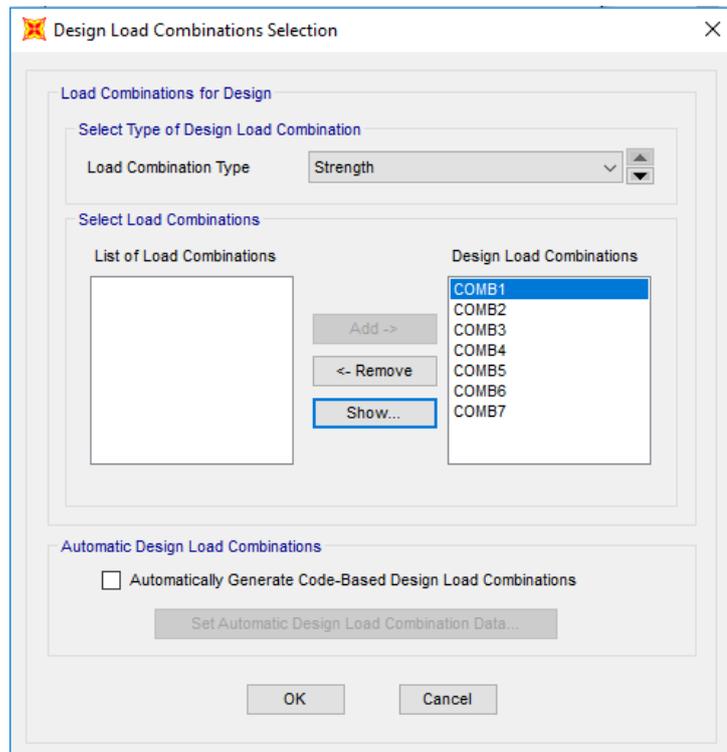
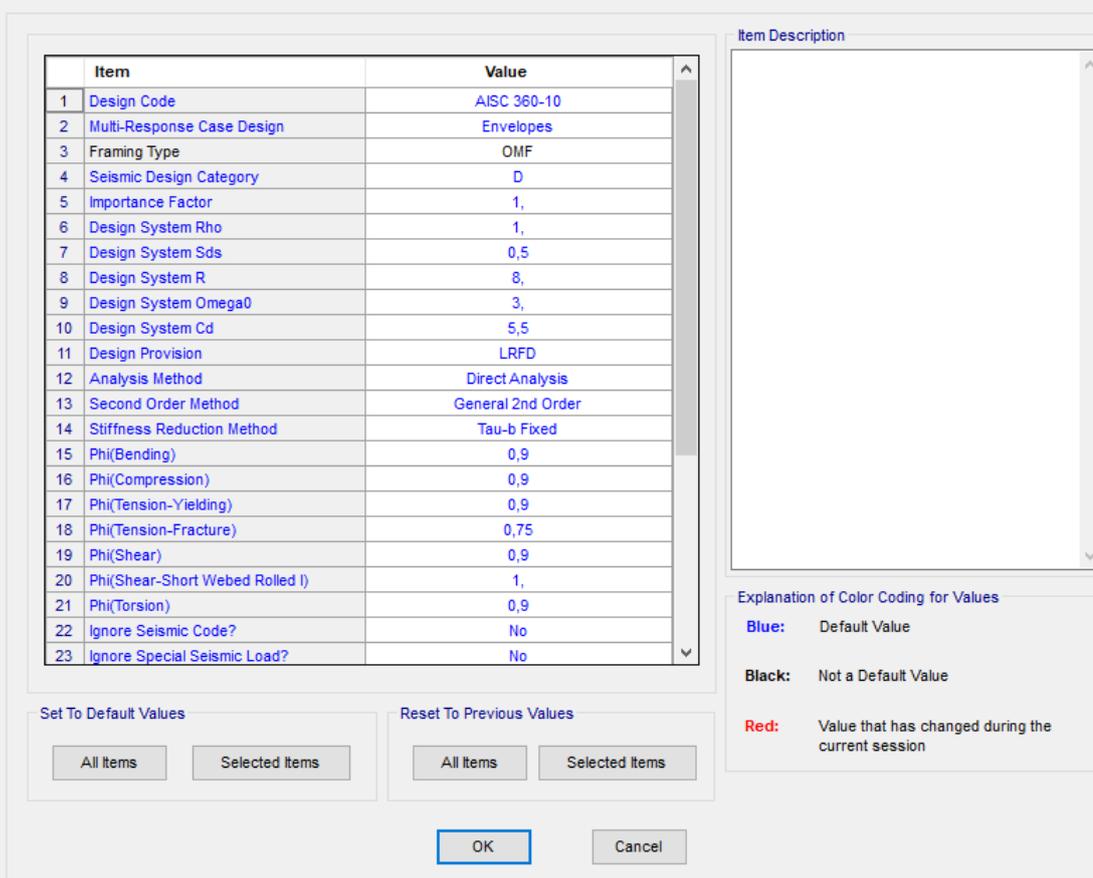


Figura 18. Selección de combinaciones para el análisis.

### 3.4.4.6 Selección de Criterios con la AISC 360-10

Se verificó la aplicación de AISC 360-10, para el análisis de la estructura, el cual en conjunto con las cargas muestra la capacidad en la que trabajan los elementos de la estructura.

 Steel Frame Design Preferences for AISC 360-10



Item	Value
1 Design Code	AISC 360-10
2 Multi-Response Case Design	Envelopes
3 Framing Type	OMF
4 Seismic Design Category	D
5 Importance Factor	1,
6 Design System Rho	1,
7 Design System Sds	0,5
8 Design System R	8,
9 Design System Omega0	3,
10 Design System Cd	5,5
11 Design Provision	LRFD
12 Analysis Method	Direct Analysis
13 Second Order Method	General 2nd Order
14 Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15 Phi(Bending)	0,9
16 Phi(Compression)	0,9
17 Phi(Tension-Yielding)	0,9
18 Phi(Tension-Fracture)	0,75
19 Phi(Shear)	0,9
20 Phi(Shear-Short Webed Rolled I)	1,
21 Phi(Torsion)	0,9
22 Ignore Seismic Code?	No
23 Ignore Special Seismic Load?	No

Item Description

Explanation of Color Coding for Values

**Blue:** Default Value

**Black:** Not a Default Value

**Red:** Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items

Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

OK, Cancel

Figura 19. Selección de Criterios para el Análisis.

### 3.4.4.7 Diseño total 3D.

Se completó el diseño con las cargas ya aplicadas en el programa.

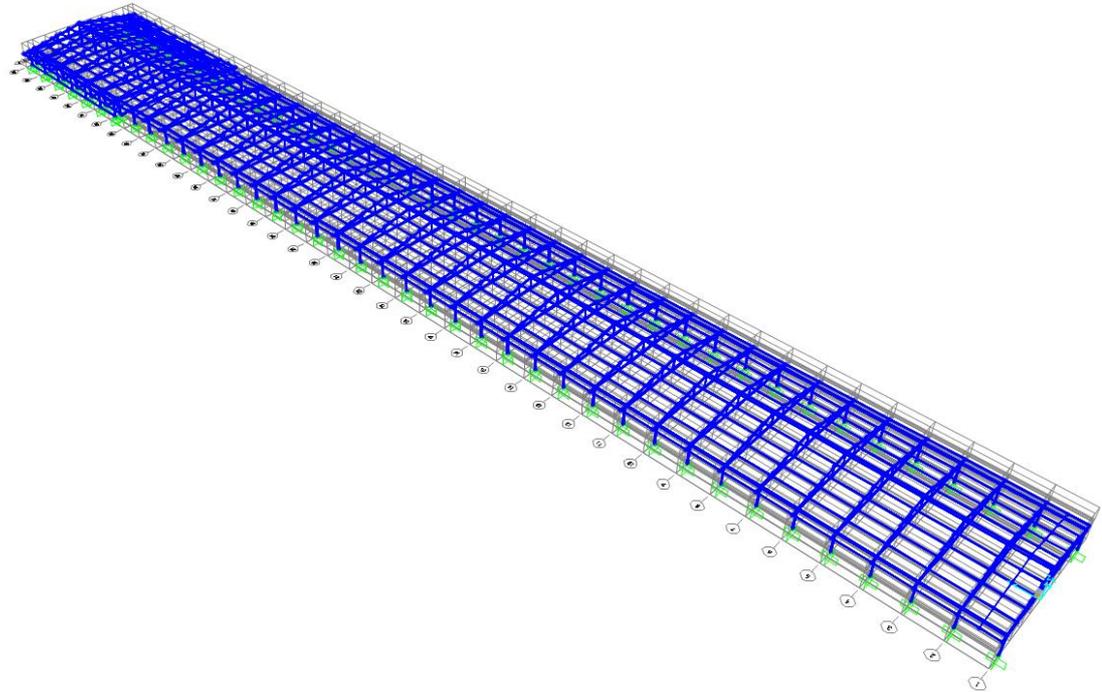


Figura 20. Diseño total del galpón 3D.

### 3.4.5 RESULTADOS.

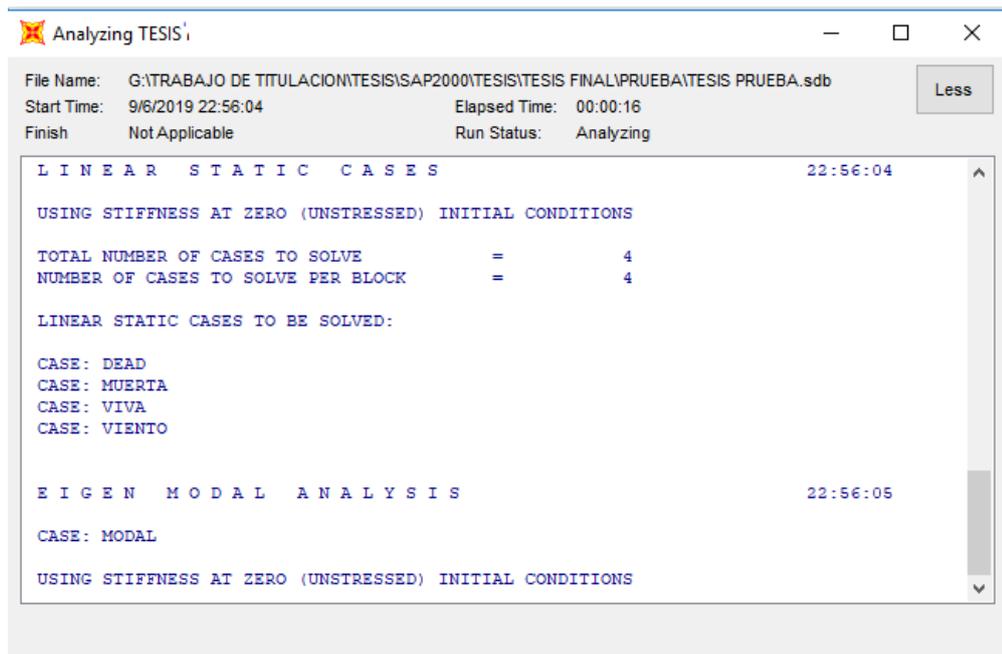
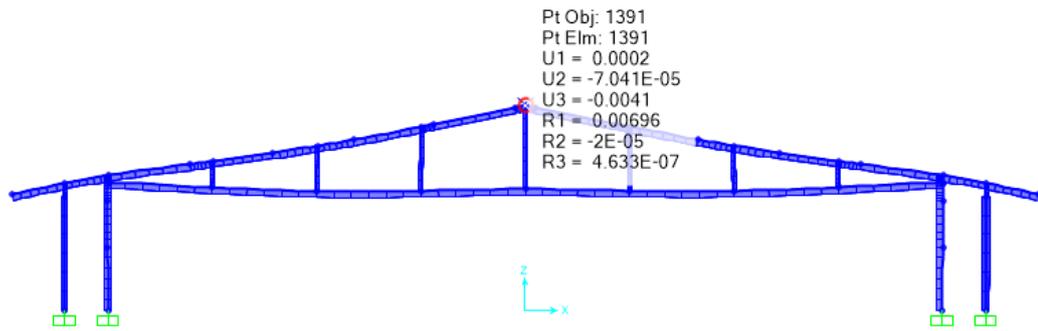


Figura 21. Inicio del Análisis Estructural Sap2000.

### 3.4.5.1 Resultado de Control de Flecha de la estructura.



**Figura 22.** Ejemplo de valores de Flecha para la carga Viva en simulación.

Para verificar que el valor se realizó una tabla con los valores máximos permisibles de flecha y se comparó con los valores arrojados en el análisis del programa SAP2000. El primer valor de la tabla trata de la Flecha en U3 de la simulación de carga Viva dato que se obtuvo apuntando la flecha sobre el cumbrero de la estructura (Fig.22), de igual manera se ingresaron los demás valores para cada una de las combinaciones, con lo que se obtuvo los siguientes Resultados:

**Tabla 28** Resultados de Simulación mediante el Control de Flecha.

CONTROL DE FLECHA				
L=	16 m			
COMBINACIÓN CARGA	FLECHA PERMISIBLE	$\Delta z-(U3)$	¿CUMPLE?	REFERENCIA
VIVA	0,044	0,0041	OK	AISC
COMBINACIÓN 1	0,05333333	0,0051	OK	CRAWLEY S.
COMBINACIÓN 2	0,05333333	0,0109	OK	CRAWLEY S.
COMBINACIÓN 3	0,05333333	0,0085	OK	CRAWLEY S.
COMBINACIÓN 4	0,05333333	0,0075	OK	CRAWLEY S.
COMBINACIÓN 5	0,05333333	0,0085	OK	CRAWLEY S.
COMBINACIÓN 6	0,05333333	0,0023	OK	CRAWLEY S.
COMBINACIÓN 7	0,05333333	0,0033	OK	CRAWLEY S.

Se pudo verificar el cumplimiento de la estructura en control de flecha, para cada una de las combinaciones, ya que los valores están por debajo de la flecha permisible.

### 3.4.5.2 Resultado de Control de Deriva de la Estructura:

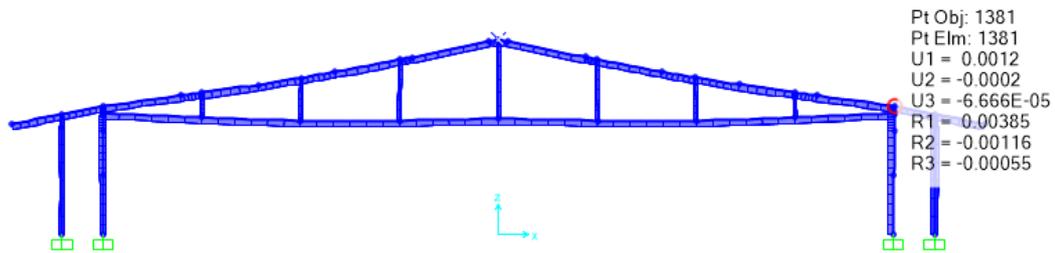


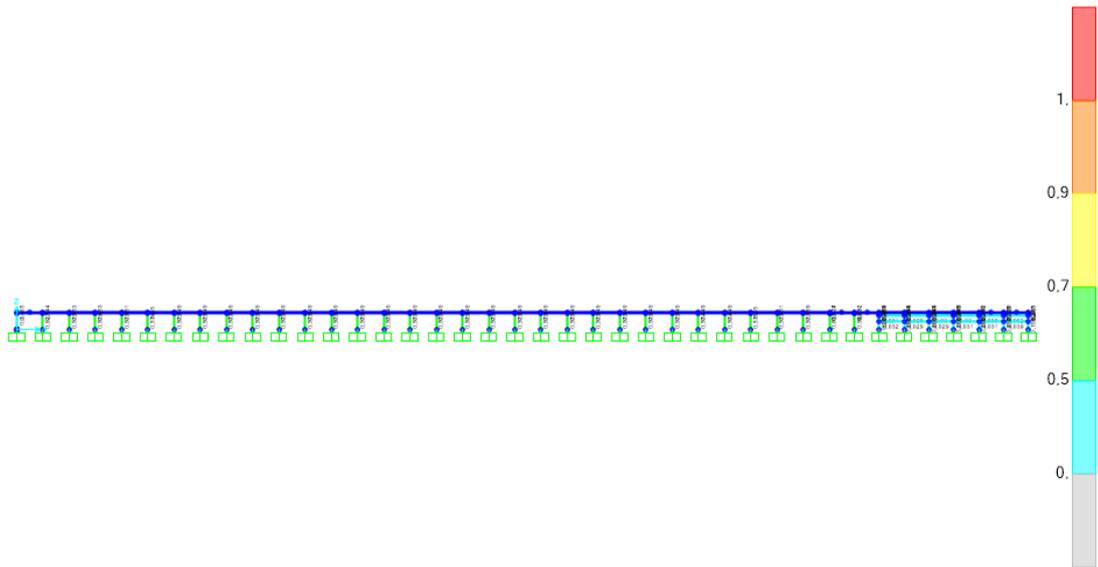
Figura 23. Ejemplo de Valores de Deriva para la Combinación 3 en simulación.

Tabla 29. Resultados de Simulación mediante el Control de Deriva.

CONTROL DE DERIVA, Ref.: NEC-15.					
h=	4 m				
COMBINACIÓN CARGA	$\Delta M$ máx.	DERIVA IZQUIERDA (U1)	$\Delta E=U1/h$	$\Delta Mizq= 0.75(\Delta E)R$	VERIFICACIÓN
COMBINACIÓN 1	0,02	0,0003	0,000	0,000	OK
COMBINACIÓN 2	0,02	0,0005	0,000	0,000	OK
COMBINACIÓN 3	0,02	0,0004	0,000	0,000	OK
COMBINACIÓN 4	0,02	0,002	0,001	0,001	OK
COMBINACIÓN 5	0,02	0,0004	0,000	0,000	OK
COMBINACIÓN 6	0,02	0,0022	0,001	0,001	OK
COMBINACIÓN 7	0,02	0,0002	0,000	0,000	OK
COMBINACIÓN CARGA	$\Delta M$ máx.	DERIVA DERECHA (U1)	$\Delta E=U1/h$	$\Delta Mider= 0.75(\Delta E)R$	VERIFICACIÓN
COMBINACIÓN 1	0,02	0,0004	0,000	0,000	OK
COMBINACIÓN 2	0,02	0,0012	0,000	0,001	OK
COMBINACIÓN 3	0,02	0,0009	0,000	0,001	OK
COMBINACIÓN 4	0,02	0,0031	0,001	0,002	OK
COMBINACIÓN 5	0,02	0,0009	0,000	0,001	OK
COMBINACIÓN 6	0,02	0,0025	0,001	0,001	OK
COMBINACIÓN 7	0,02	0,0003	0,000	0,000	OK

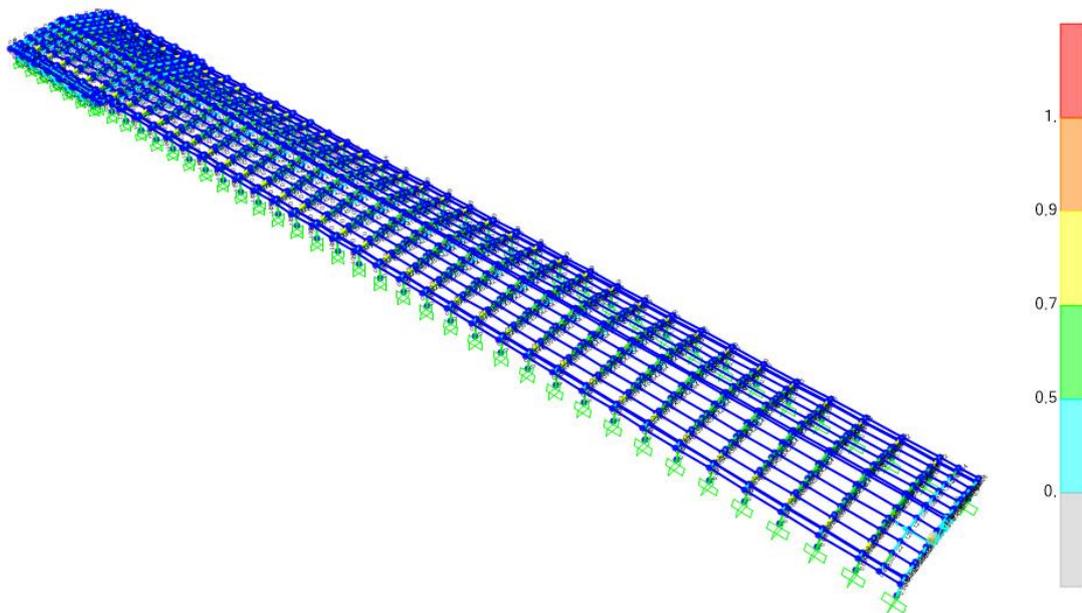
Se pudo verificar mediante los valores de Deriva, que la estructura cumple sin problema ya que los valores obtenidos están por debajo del valor máximo permitido según la NEC-15.





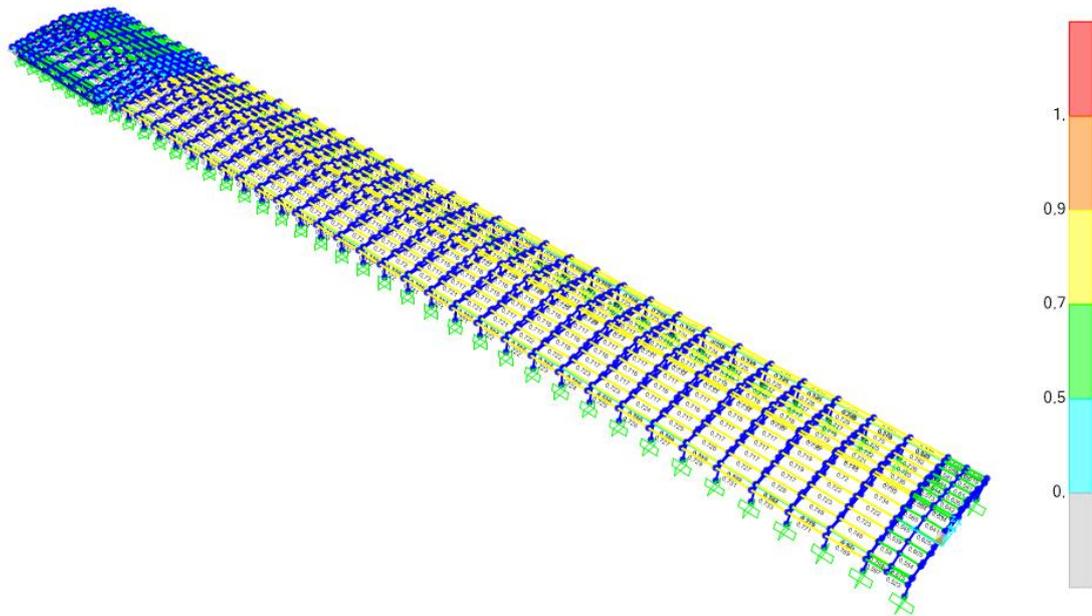
**Figura 26.** Capacidad de Columnas de Pórticos.

Las columnas de los pórticos están trabajando por debajo del 66% de su capacidad, razón por la cual no existe problema en incluir cargas puntuales sobre ellos como ventiladores y cortinas.



**Figura 27.** Capacidad de Estructura – Pórticos.

Se puede observar que la mayoría de los elementos están trabajando en un rango del 0% al 80% de su capacidad, lo que es aceptable considerando que existieran nuevas cargas puntuales, los pocos elementos que sobrepasan el 90% de su capacidad serán rigidizados mediante cartelas o placas de alivio de cargas.



**Figura 28.** Capacidad de Estructura – Correas, Cold Formed.

El análisis de los elementos conformados en frío como son las correas G, se lo hace de manera independiente, en se pudo verificar que los elementos trabajan entre el 30% y el 75% de su capacidad, un rango bastante aceptable.

### 3.4.5.4 Diseño placa base

Para el diseño de la placa base se usó el programa RAM Connection, en el cual debemos incluir las reacciones obtenidas en el programa Sap2000 para realizar el análisis.

Joint Text	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
3	DEAD	LinStatic			26,19	0,97	250,62	-0,82	37,35	-0,06084
3	MODAL	LinModal	Mode	1	0,49	-11,85	-8,59	16,53	-0,11	0,55
3	MODAL	LinModal	Mode	2	-8,77	-13,04	-60,5	11,71	-11,72	1,55
3	MODAL	LinModal	Mode	3	-3,62	-7,89	-23,73	7,08	-4,8	0,83
3	MODAL	LinModal	Mode	4	0,33	-0,14	2,13	0,12	0,43	-0,0006446
3	MODAL	LinModal	Mode	5	0,66	-0,74	4,54	0,62	0,88	0,03431
3	MODAL	LinModal	Mode	6	-0,98	1,83	-6,98	-1,57	-1,32	-0,11
3	MODAL	LinModal	Mode	7	0,46	-4,12	4,72	3,57	0,66	0,31
3	MODAL	LinModal	Mode	8	-0,58	-3	-2,32	2,63	-0,72	0,25
3	MODAL	LinModal	Mode	9	1,21	1,44	6,86	-1,28	1,57	-0,15
3	MODAL	LinModal	Mode	10	-1,28	-1,23	-7,49	1,13	-1,67	0,14
3	MODAL	LinModal	Mode	11	-0,56	-1,01	-2,94	0,89	-0,72	0,09625
3	MODAL	LinModal	Mode	12	1,73	0,76	10,31	-0,7	2,27	-0,12
3	MUERTA	LinStatic			12	2,38	171,21	-2,04	20,32	-0,14
3	VIVA	LinStatic			34,58	6,86	493,35	-5,88	58,57	-0,41
3	VIENTO	LinStatic			-182,15	0,03093	52,3	-0,04445	-197,62	-0,001993

Figura 29. Datos de Reacciones tomadas de SAP2000.

Joint Text	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
5	MODAL	LinModal	Mode	2	7,75	15,32	-70,4	-13,67	3,48	-1,75
5	MUERTA	LinStatic			-12,79	3,15	173,1	-2,74	-3,8	-0,24
5	VIVA	LinStatic			-36,84	9,09	498,77	-7,9	-10,94	-0,68
1148	DEAD	LinStatic			-20,24	2,11	323,55	-0,91	-1,22	-0,13
1224	VIENTO	LinStatic			-99,31	0,21	-72,55	-0,23	-61,26	-0,0645
1497	SISMO	LinRespSpec	Max		0,03155	13,35	0,68	9,17	0,02503	0,0005607
1498	DEAD	LinStatic			19,03	-2,12	293,49	0,93	18,21	0,00295
1498	MODAL	LinModal	Mode	1	-0,04664	-38,42	30,09	29,01	-0,18	-0,004909
1498	MODAL	LinModal	Mode	2	-3,03	-0,31	-38,08	0,18	-3,12	0,000249
1498	MODAL	LinModal	Mode	3	6,34	0,29	76,93	-0,08989	6,56	-0,0004923
1498	MODAL	LinModal	Mode	4	-0,08387	0,04413	-0,87	-0,03544	-0,08823	-4,405E-06
1498	MODAL	LinModal	Mode	5	-0,32	0,0962	-3,46	-0,08432	-0,33	-0,00003317
1498	MODAL	LinModal	Mode	6	0,52	-0,27	5,32	0,22	0,54	0,00007636
1498	MODAL	LinModal	Mode	7	-0,94	0,43	-9,66	-0,36	-0,98	-0,0001865
1498	MODAL	LinModal	Mode	8	-0,43	0,33	-4,01	-0,26	-0,45	-0,0001573
1498	MODAL	LinModal	Mode	9	0,16	-0,04592	1,58	0,04629	0,16	0,00006314
1498	MODAL	LinModal	Mode	10	0,4	0,16	5,33	-0,12	0,41	-0,0007262
1498	MODAL	LinModal	Mode	11	-1,06	0,03849	-12,54	-0,03865	-1,1	0,001503
1498	MODAL	LinModal	Mode	12	-0,13	0,04437	-1,64	-0,02557	-0,13	0,0002636
1498	MUERTA	LinStatic			11,11	-0,2	141,13	0,16	10,84	0,005545
1498	VIVA	LinStatic			27,06	-0,58	409,26	0,48	24,51	0,01598
1498	VIENTO	LinStatic			-50,03	0,07297	179,72	-0,05653	-78,16	-0,0003748
1498	SISMO	LinRespSpec	Max		0,01292	10,61	8,31	8,01	0,05023	0,001356

Figura 30. Reacciones máximas para análisis tomadas de SAP2000.

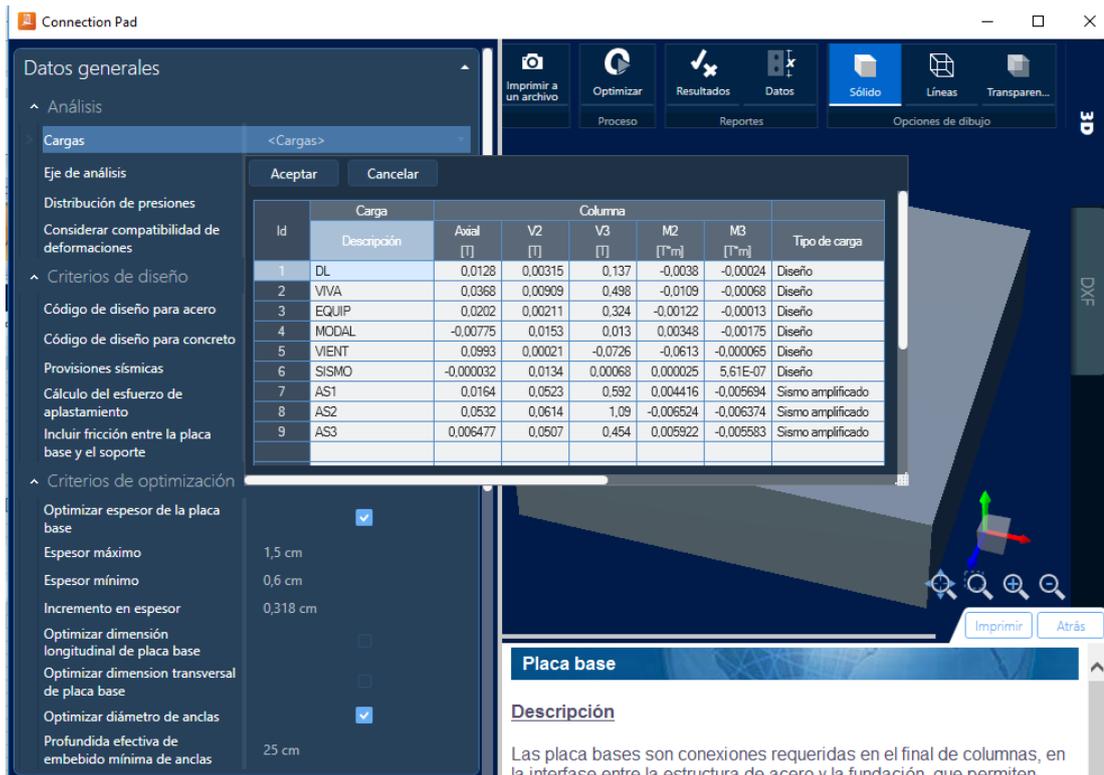


Figura 31. Visualización de reacciones en ejes.

Se incluyó los valores de las reacciones en el programa RAM Connection, luego de crear las cargas aplicadas al diseño y seleccionar la normativa para el análisis de las combinaciones en el programa, la normativa seleccionada fue: **AISC-05 LRFD**

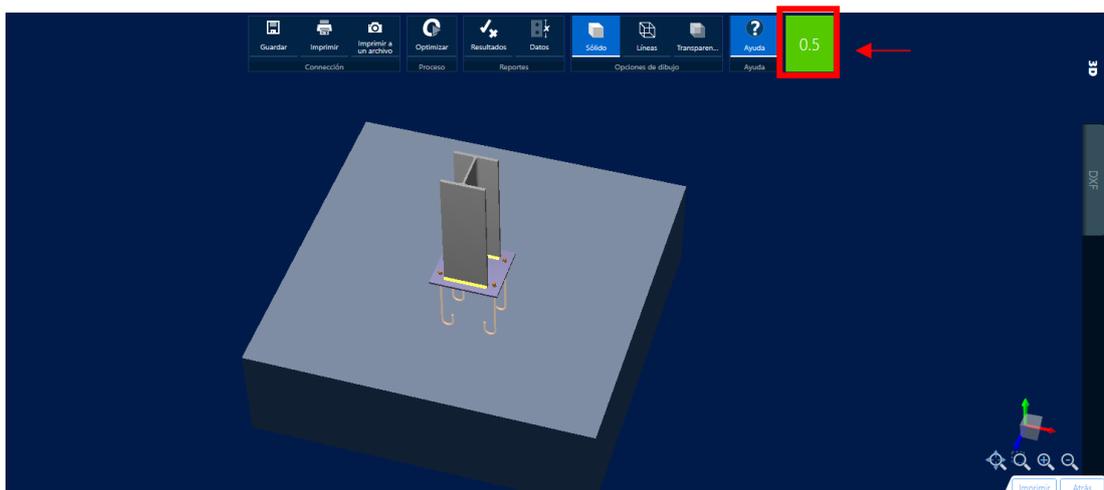


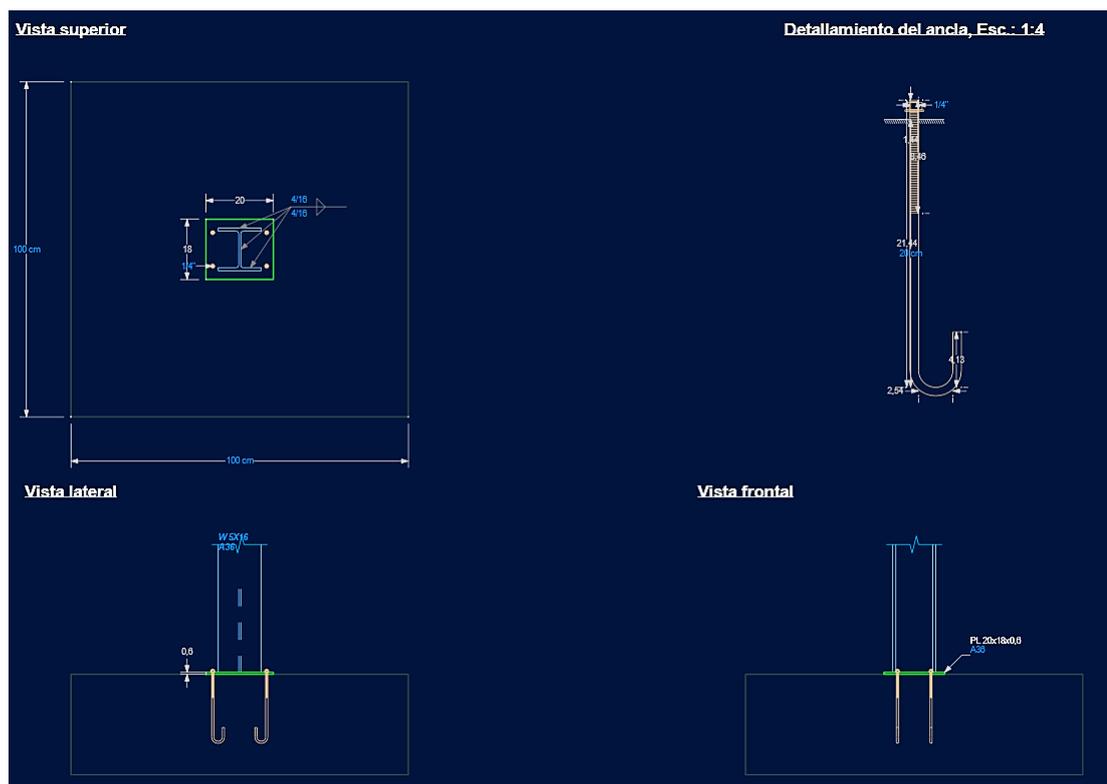
Figura 32. Visualización 3D placa base.

Posterior a esto se ingresó los datos de perfil a usar, los valores referenciales de espesor y dimensiones de placa, tipo y diámetro de ancla, tipo y tamaño de soldadura a columna, material y espesor de soporte, que son los datos

necesarios para que el programa logre analizar la placa base en conjunto con las cargas y combinaciones asignadas al diseño.

En el diseño se consideraron los siguientes criterios para la verificación de funcionamiento de placa base:

- Family: *Column - Base (CB)*
- Type: Base plate
- Código de diseño: *AISC 360-05 LRFD, ACI 318-08*
- Material: *A36*
- Posición respecto al apoyo: *Centro*
- N: Dimensión longitudinal : *18 cm*
- B: Dimensión transversal : *20 cm*
- Espesor: *0,6 cm*
- Soldadura de la columna: *E70XX*
- Tipo de ancla: *Gancho J*
- Ancla: *1/4"*
- Profundidad efectiva de embebido: *20 cm*



**Figura 33.** Visualización 2D Placa base.

Criterios con los cuales se obtuvo una relación de resistencia crítica global de **0.50** un valor aceptable para el análisis.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- Se realizó el diseño de la estructura metálica de un galpón para la crianza de aves de engorde bajo la norma NEC-15, para la ciudad de Jipijapa en la provincia de Manabí.
- Se consiguió la información necesaria para poder analizar las soluciones de diseño para las estructuras metálicas destinadas a la crianza de aves
- Se consideró los criterios de la normativa ecuatoriana NEC-15 y la normativa internacional AISC, mediante el software utilizado.
- Se simuló el comportamiento del modelo aplicando las cargas normadas en el paquete computacional SAP2000, en el cual se pudo verificar que la estructura trabaja de una manera bastante aceptable en su mayoría debajo del 80% de su capacidad total y con una buena respuesta ante las simulaciones de cargas y combinaciones a las que estuvo expuesta durante el análisis.
- Se realizó el dimensionamiento de placa base, con los datos obtenidos del programa SAP2000 como parámetros de análisis en el software RAM Connection.
- Se obtuvo el diseño final en planos 3D, con el uso de perfiles estructurales existentes en el mercado ecuatoriano, mediante el software SolidWorks.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener una lectura comprensiva y crítica de las Normativas para el diseño de estructuras metálicas, con las cuales podemos verificar los tipos de cargas existentes para cada zona del país.
- Se recomienda el uso correcto de la normativa de Acero, en el software SAP2000, para tener un análisis preciso de los elementos.
- Se recomienda la creación y posterior selección de las combinaciones bajo la normativa ecuatoriana creadas dentro del programa y la desactivación de las combinaciones autogeneradas por SAP2000.
- Se recomienda para diseño de galpones con paredes hermetizadas, disponer de un suministro auxiliar de energía, en caso de falla del sistema eléctrico principal.
- Se recomienda verificar los ejes de trabajo de las reacciones del SAP 2000, para incluir los datos en el software RAM Connection, para evitar el ingreso erróneo de los valores.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- AISC. (2005). *Code of standard practice dor steel buildings and Bridges*. Chicago: American Institute of Steel Construction.
- AISC. (2010). *Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero*. Santiago de Chile: Asociación Latinoamericana del Acero.
- ASCE 7-10. (2010). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. USA: ASCE.
- Aviagen Inc. (2009). *Manejo del Ambiente En el Galpón de Pollo de Engorde*. Alabama: Aviagen.
- Blanco, J. (2012). Análisis estático de estructuras por el método matricial. *Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga*.
- Benjamín, R. (2018). Nutrido crecimiento avícola en Latinoamérica en 2017. *Industria Avícola*, 10.
- Big Dutchman. (2002). El comedero para la producción eficaz de pollos de engorde. *FLUXX*, 4.
- Cobb-Vantress. (2013). *Guía de Manejo del Pollo de Engorde*. COBB. Obtenido de <https://www.avesca.com.ec/wp-content/uploads/2017/03/Cobb500-Guiademanejo.pdf>
- Computers and Structures, Inc. (2019). *CSI Computers and Structures*. Obtenido de SAP2000: <https://www.csiamerica.com/products/sap2000>
- Coto, B. (2001). *Guía para el manejo de una granja Avícola*. San José, Costa Rica: Mibisterio de Agricultura y Ganadería.
- Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corp. (2019). *DS SOLIDWORKS*. Obtenido de SOLIDWORKS 2019 | Solución del Diseño a la Fabricación de Eficacia Probada: <https://www.solidworks.com/es>
- EDIASA. (14 de Diciembre de 2018). Avicultores, sin fe en la demanda navideña. Manabí, Ecuador.

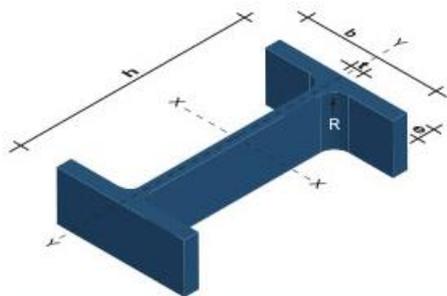
- Gonzalez, K. (20 de Noviembre de 2018). *Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión*. Obtenido de Construcción de galpones para pollos de engorde: <https://zoovetesmipasion.com/avicultura/pollos/estructura-del-galpon-pollos-engorde/>
- Gutiérrez, M. (17 de Diciembre de 2018). *aviNews*. Obtenido de Ecuador: Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal: <https://avicultura.info/incertidumbre-frente-a-la-demanda-de-carne-de-pollo-en-ecuador/>
- INDIV. (2018). *Proyectos Integrales, Equipamiento y Servicios*. (INDIV, Ed.) Obtenido de Catálogo General Avicultura: [http://indiv.com/uploads/catalogos/AVICULTURA\\_ESP.pdf](http://indiv.com/uploads/catalogos/AVICULTURA_ESP.pdf)
- INEN. (2001). *Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos generales de diseño - Parte 1*. Quito- Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Macay, E. (03 de julio de 2016). *Como construir un galpón para una granja avícola*. (Engormix, Ed.) Ecuador.
- Malliquinga, R. R., & Villacís, F. R. (2017). *Implementación de un sistema automatizado de control de variables ambientales de temperatura y dosificación de agua en la crianza de pollitas ponedoras en la Empresa Avícola Ecuatoriana AVESCA C.A. (Tesis de Pregrado)*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4375?mode=full>
- McCormac, J., & Csernak, S. (2013). *Diseño de Estructuras de Acero* (Vol. Quinto). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Molina, B. (2018). *Comparación entre la Norma Ecuatoriana de la Contruccion (NEC – SE – CG) y la Norma Estadounidense de Cargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras (ASCE 7-10) - Carga de Viento*. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca- Ecuador.
- Navarro, C., & Pérez, J. (09 de 02 de 2009). *OCW*. Obtenido de Ingeniería Estructural: <http://ocw.uc3m.es/mecanica-de-medios-continuos-y-teoria-de-estructuras/ingenieria-estructural>.
- NEC-SE-CG. (2015). *Norma Ecuatoriana de Construcción, Cargas no sísmicas*. Quito- Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

- NEC-SE-DS. (2015). *Norma Ecuatoriana de Construcción; Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente*. Quito- Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Nuñez, J. (2012). *Desarrollo y aplicación del elemento esquina en el método de los elementos de contorno para problemas de fractura tridimensionales (Tesis Pregrado)*. Universidad de Sevilla, Escuela Superior de Ingenieros, Departamento de Mecánica de Medio Continuos y Teoría de Estructuras, Sevilla.
- Ortiz, R. (2018). *Análisis y diseño de un galpón metálico en el programa SAP 2000, bajo las normas del aisc-360 y la nec-15, ubicado en el km 1 ½ vía Durán Jujan, en el cantón Durán, de la provincia del Guayas (Tesis Pregrado)*. Universidad De Guayaquil, Facultad De Ciencias Matemáticas Y Físicas, Guayaquil- Ecuador.
- Otero, L. (27 de 01 de 2006). Aprendiendo sobre el Método de los Elementos Finitos. *Ingeniería Mecánica*, 7. Obtenido de <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/index>
- Ross. (2014). *Manual de Manejo del pollo de engorde*. Huntsville, USA: Arbor Acres.
- Velasco, V., & Martínez, E. (2009). *Diseño de una Estructura de Acero Formado en Frío por el Método LRFD para un Galpón Industrial*. Guayaquil- Ecuador: CICYT. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8031/1/Dise%C3%B1o%20de%20una%20Estructura%20de%20acero%20formado%20en%20fr%C3%ADo%20por%20el%20m%C3%A9todo%20LRFD.pdf>
- Vizcaíno, D., & Betancourt, R. (2013). *Guía de Buenas Prácticas Avícolas*. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro , Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. AGROCALIDAD. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/guia-avicola.pdf>
- Weather Spark. (2019). *El clima promedio en Jipijapa Ecuador*. Obtenido de [weatherspark.com: https://es.weatherspark.com/y/18300/Clima-promedio-en-Jipijapa-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o](https://es.weatherspark.com/y/18300/Clima-promedio-en-Jipijapa-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o)

**ANEXOS**

## ANEXO 1.

### LISTADO DE MATERIALES USADOS PARA EL DISEÑO



#### Nomenclatura

h= Patin  
b= Ala  
t= Espesor Alma  
e= Espesor Ala  
R= Radio Giro Alma

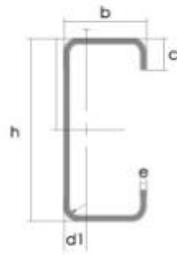
Propiedades Mecánicas			
Resistencia Mecánica		Punto Fluencia	
Kg/mm <sup>2</sup>	Mpa	Kg/mm <sup>2</sup>	Mpa
37 - 52	370 - 520	24	235

Denominación	Dimensiones					Propiedades					
	h	b	t	e	R	Área Sección cm <sup>2</sup>	Pesos kg/mts	Inercia (cm <sup>4</sup> )		Módulo Resistencia (cm <sup>3</sup> ) Sección	
	mm	mm	mm	mm	mm			Eje X-X	Eje Y-Y	Eje X-X	Eje Y-Y
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	869	68.30	109.00	16.70
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5790	420.00	429.00	62.20
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50
IPE 330	330	160	7.50	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.50
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00

IPE, ASTM A36 (DIPAC MANTA S.A.)

FICHA TECNICA KUBIMIL				
ESPESOR	PESO	ANCHO UTIL	DESARROLLO UTIL	SEPARACION ENTRE CORREAS
mm	kg/m <sup>2</sup>	mm	mm	m
0.30	2.79	1030	1220	1.30
0.35	3.25	1030	1220	1.60
0.40	3.72	1030	1220	1.85
0.45	4.18	1030	1220	2.05
0.50	4.65	1030	1220	2.20
0.60	5.58	1030	1220	2.40

Galvalume (KUBIEC)



Dimensiones exteriores a la sección transversal.  
Radio de curvatura interior igual a 1,5e para espesores menores a 6,00 mm  
Radio de curvatura interior igual a 2e para espesores de 6,00 mm o mayores

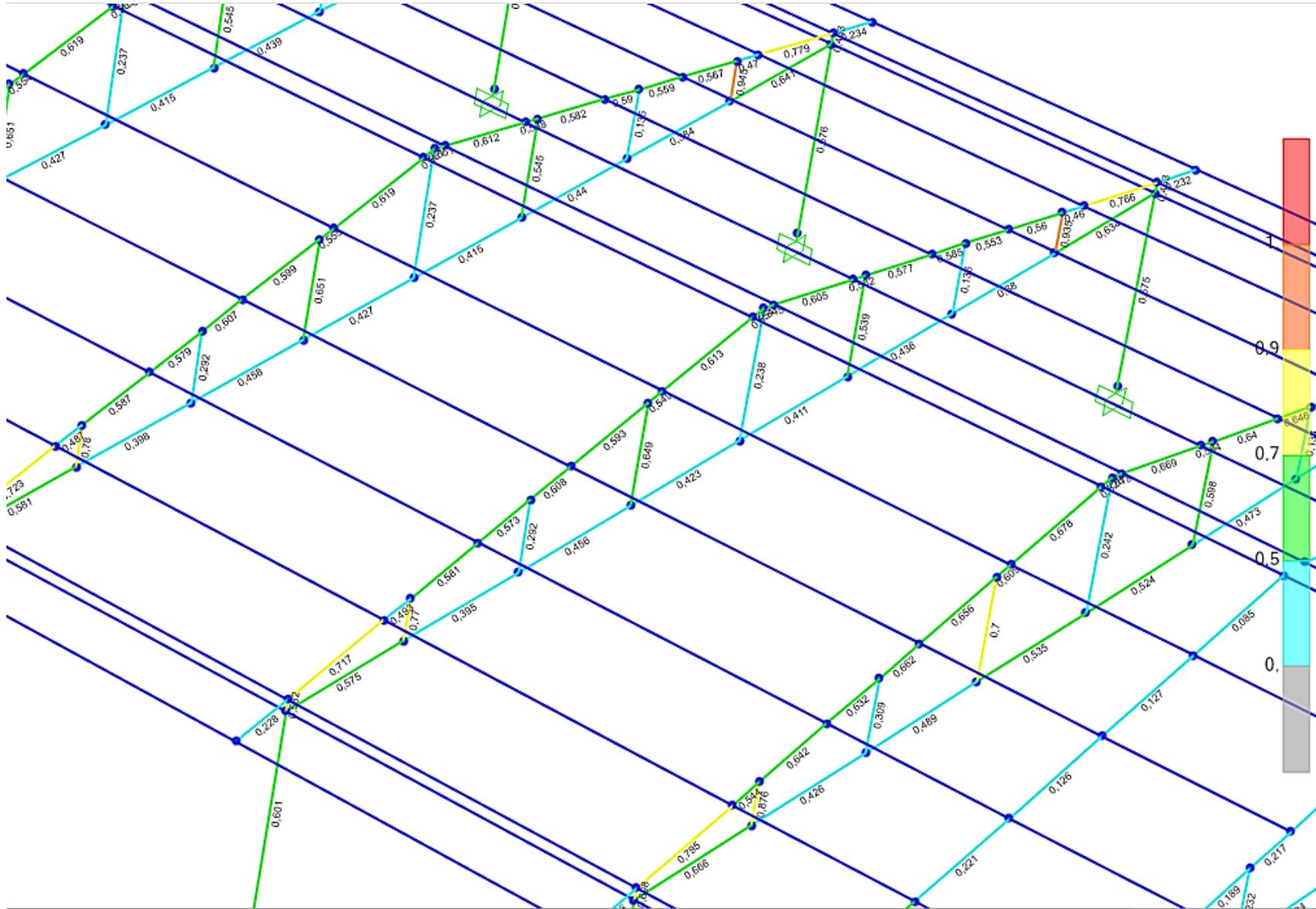
Designación	Dimensiones				Masa Kg/m	A cm <sup>2</sup>	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				Ix	Iy	Wx	Wy	Ix	Iy
	mm	mm	mm	mm				cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,69	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x50x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,15	1,41	323,5	28,51	43,13	7,95	5,65	1,68
G150x50x15x5	150	50	15	5	9,53	12,36	1,41	383,6	32,27	51,15	8,98	5,57	1,62
G150x50x20x4	150	50	20	4	8,17	10,5	1,54	337	32,9	44,9	9,52	5,65	1,77
G150x75x25x5	150	75	25	5	12,28	15,86	2,65	545,4	117,2	72,71	24,17	5,86	2,72
G150x75x30x6	150	75	30	6	14,86	19,23	2,78	641,4	144,5	85,52	30,57	5,77	2,74
G175x50x15x2	175	50	15	2	4,56	5,84	1,31	257,7	17,92	29,45	4,85	6,64	1,75
G175x50x15x3	175	50	15	3	6,66	8,56	1,31	369,4	24,59	42,22	6,66	6,57	1,7
G175x50x15x4	175	50	15	4	8,64	11,15	1,3	470,0	29,85	53,71	8,07	6,49	1,64
G175x50x15x5	175	50	15	5	10,51	13,61	1,3	559,7	33,79	63,97	9,14	6,41	1,58
G175x75x25x4	175	75	25	4	10,84	13,9	2,48	653,0	105	74,6	20,9	6,84	2,75
G175x75x25x5	175	75	25	5	13,26	17,11	2,47	788,0	123,9	89,82	24,83	6,78	2,69
G175x75x30x6	175	75	30	6	16,03	20,73	2,6	929,4	152,8	106,2	31,19	6,7	2,72
G200x50x15x2	200	50	15	2	4,95	6,34	1,21	354,9	18,59	35,49	4,91	7,48	1,71
G200x50x15x3	200	50	15	3	7,25	9,31	1,21	510,3	25,51	51,03	6,73	7,4	1,66
G200x50x15x4	200	50	15	4	9,43	12,15	1,21	651,4	30,96	65,14	8,18	7,32	1,6
G200x50x15x5	200	50	15	5	11,49	14,86	1,21	778,3	35,06	77,83	9,26	7,24	1,54
G200x75x25x4	200	75	25	4	11,63	14,9	2,32	895,0	110,0	89,50	21,3	7,64	2,71
G200x75x25x5	200	75	25	5	14,24	18,37	2,32	1080,0	129,6	108,0	25,02	7,67	2,66
G200x75x30x6	200	75	30	6	17,21	22,23	2,45	1282,0	160,2	128,2	31,73	7,59	2,68
G250x75x25x4	250	75	25	4	13,20	6,90	2,07	1520,0	118,0	122,0	21,7	9,48	2,64
G250x100x25x5	250	100	25	5	18,17	23,36	2,73	2219,0	285,3	177,5	39,24	9,75	3,49
G250x100x30x6	250	100	30	6	21,92	8,23	3,1	2647,0	383,5	219,8	55,58	9,68	3,69
G300x100x30x4	300	100	30	4	16,65	21,3	2,84	2860,0	274,0	191,0	38,3	11,6	3,58
G300x100x35x5	300	100	35	5	20,91	26,9	2,97	3560,0	351,0	237,0	49,9	11,5	3,62
G300x100x35x6	300	100	35	6	24,75	31,8	2,96	4170,0	404,0	278,0	57,4	11,4	3,56

Correa G para techo, Perfil G, ASTM A36 (DIPAC MANTA S.A.)

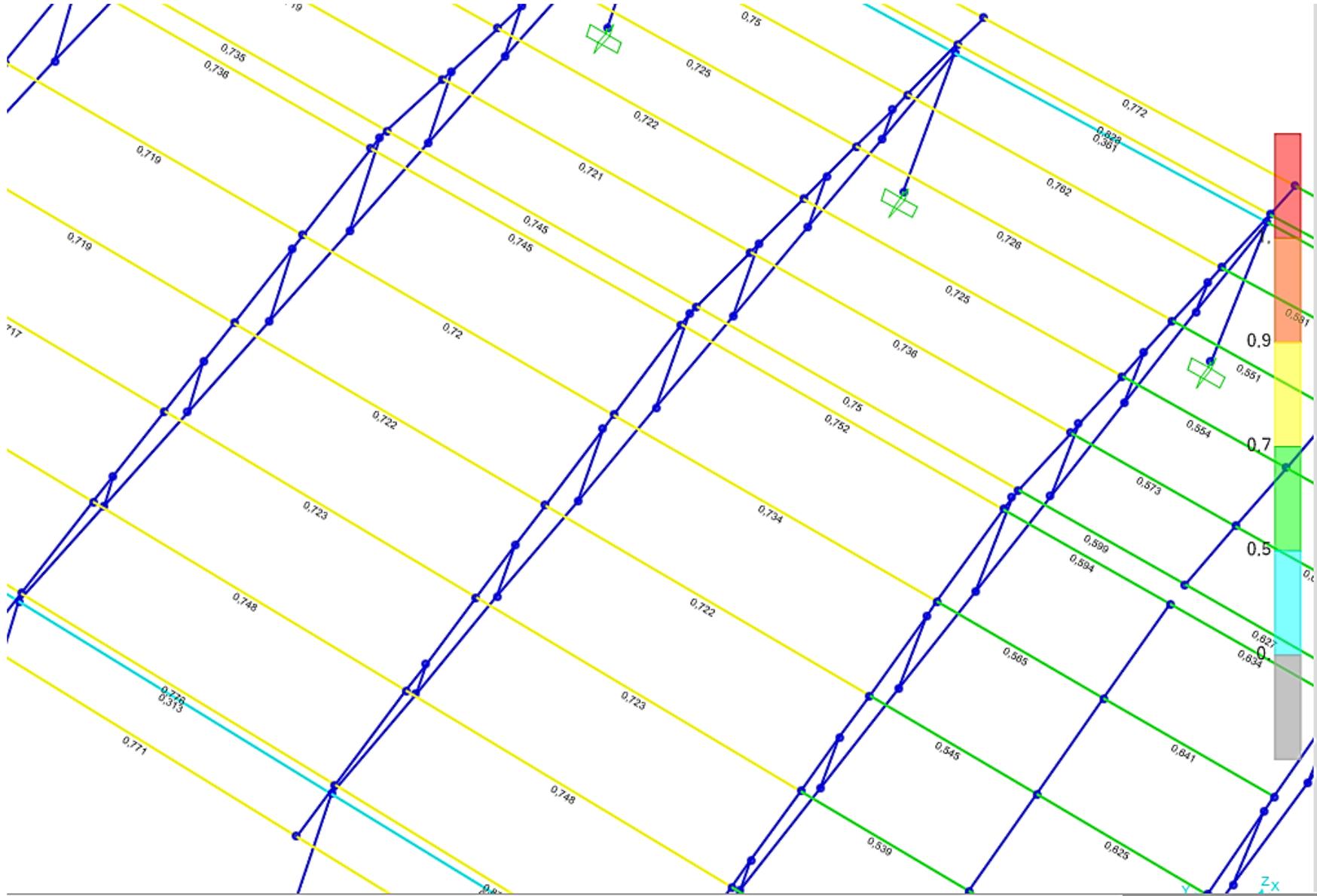
## **ANEXO 2.**

### **GRÁFICA DE SIMULACIÓN DE ESTRUCTURA CON COMBINACIONES DE CARGA**

# DETALLE: CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE PÓRTICOS

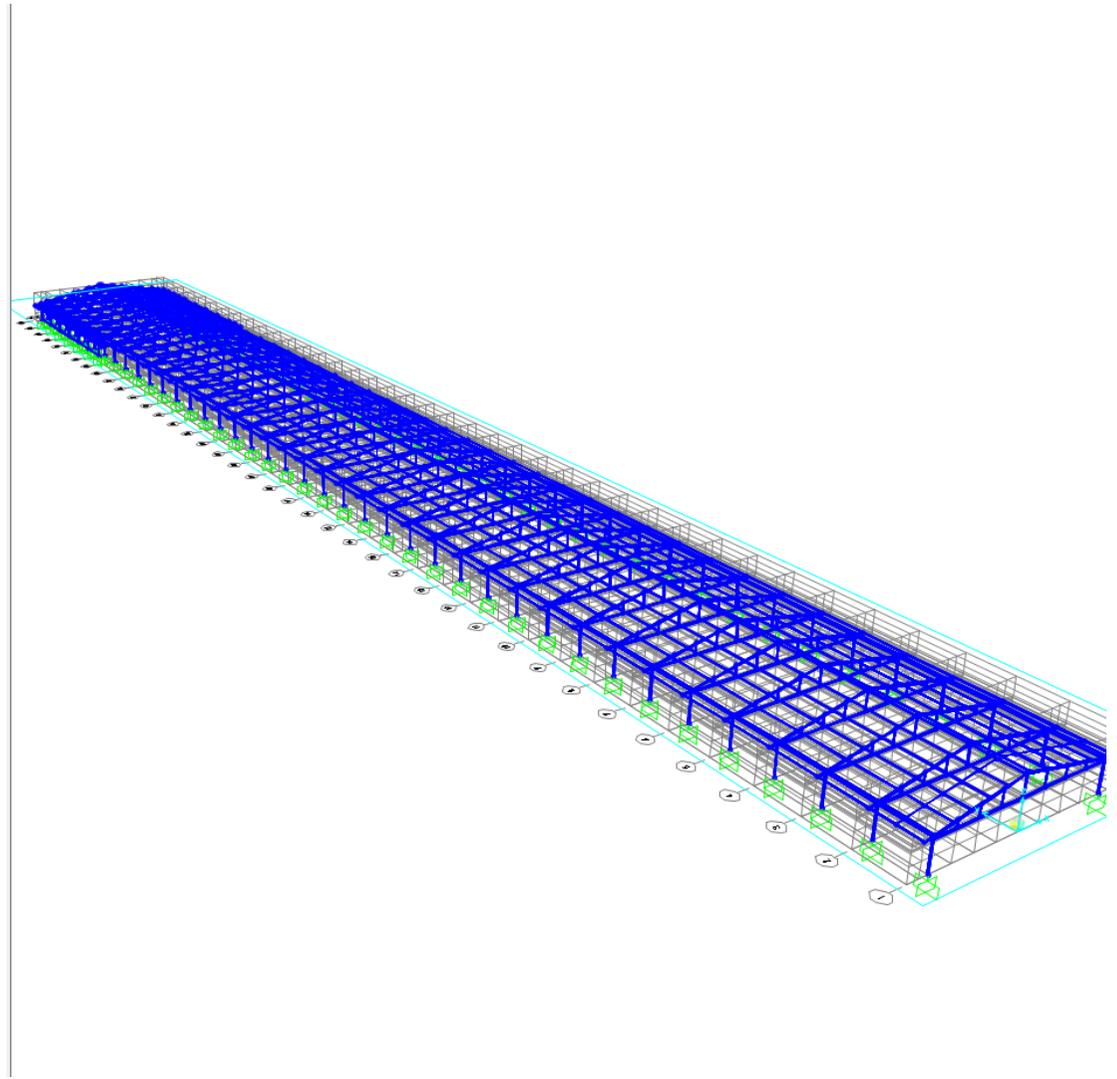
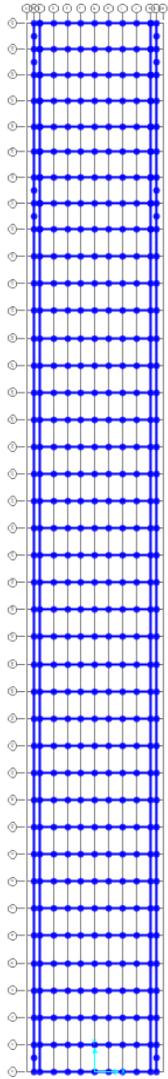


# DETALLE: CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE CORREAS



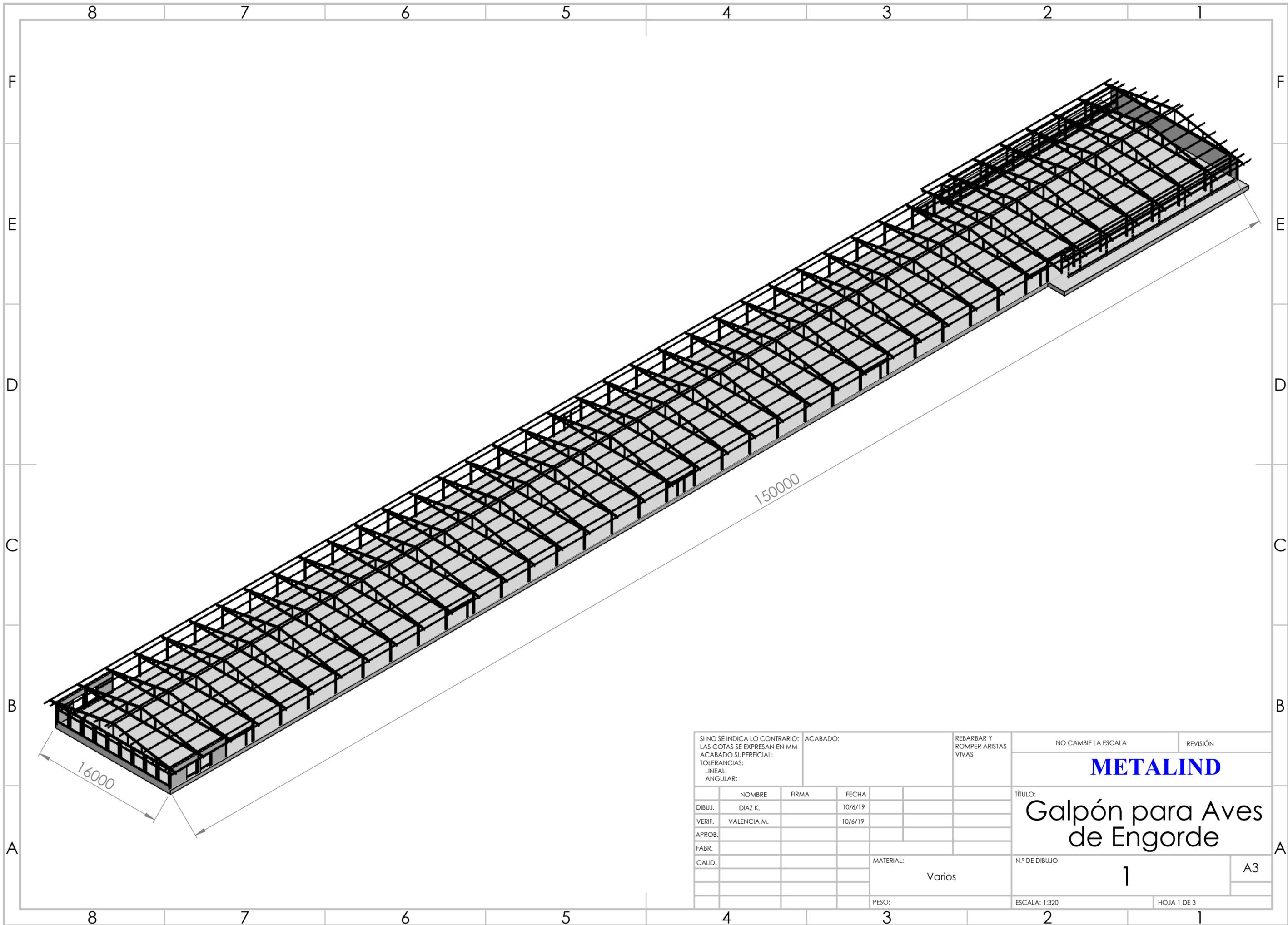
**ANEXO 3.**  
**VISTAS SAP2000**

## DETALLE: VISTAS EN PLANTA E ISOMÉTRICO DE DISEÑO

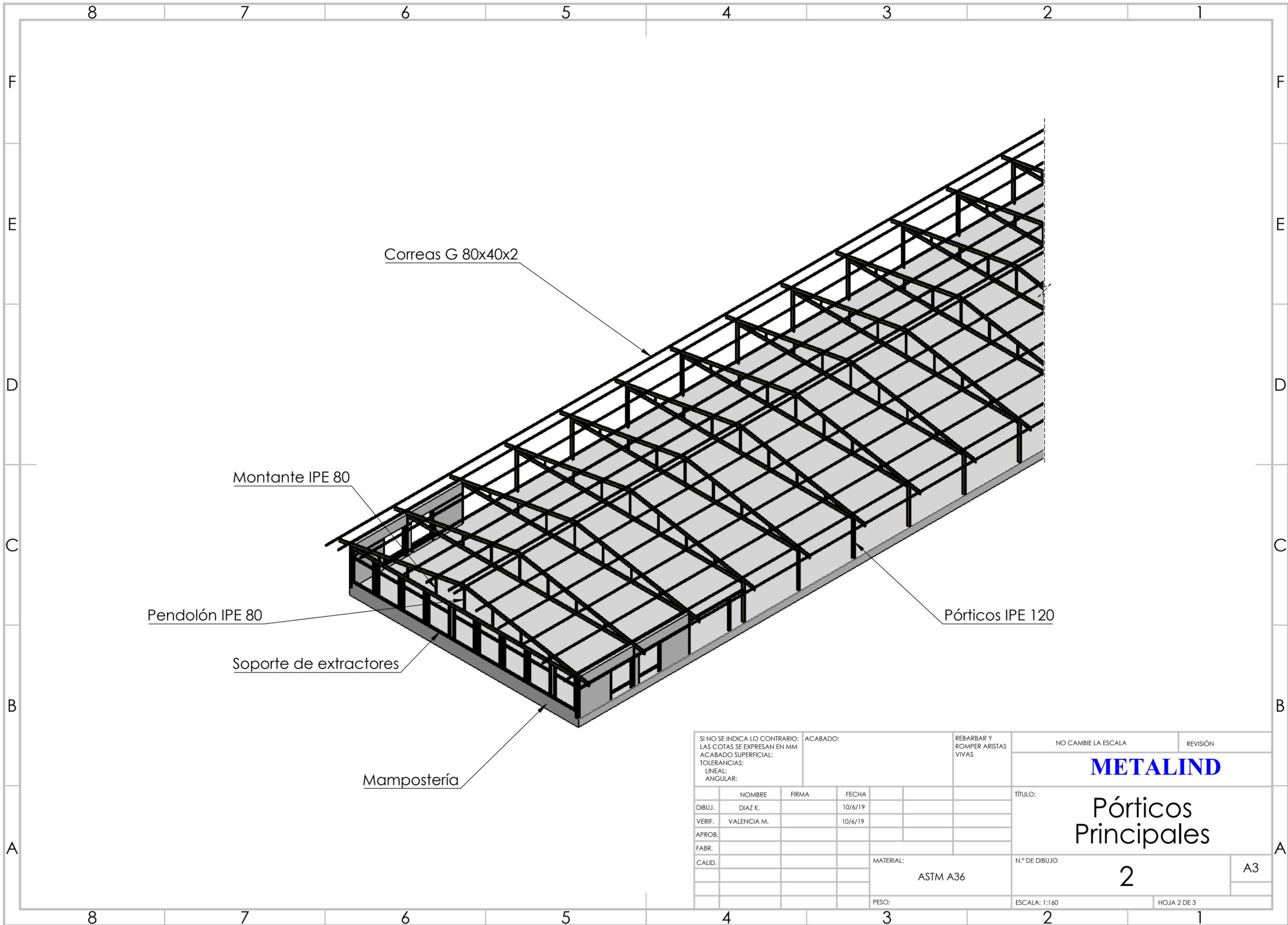


## **ANEXO 4.**

### **PLANOS 3D EN SOLIDWORKS**



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
						<b>METALIND</b>	
						TÍTULO: <b>Galpón para Aves de Engorde</b>	
				MATERIAL: Varios		N.º DE DIBUJO <b>1</b>	A3
DIBUJ. DIAZ K.				FIRMA		ESCALA: 1:320	
VERIF. VALENCIA M.				FECHA 10/6/19		HOJA 1 DE 3	
APROB.				PESO:			
FABR.							
CALID.							



Correas G 80x40x2

Montante IPE 80

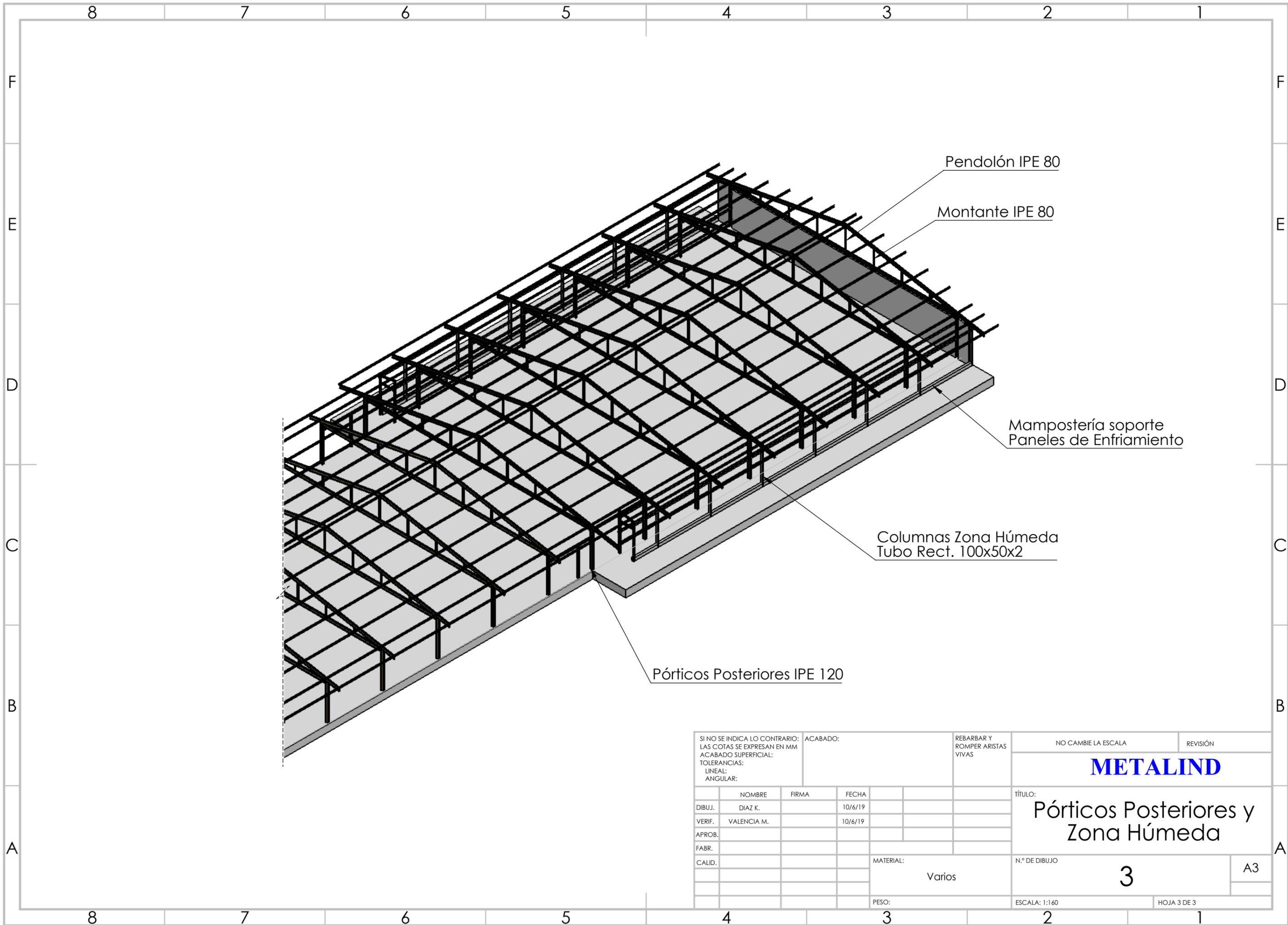
Pendolón IPE 80

Soporte de extractores

Mampostería

Pórticos IPE 120

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								<b>METALIND</b>			
								TÍTULO: <b>Pórticos Principales</b>			
						MATERIAL: ASTM A36		N.º DE DIBUJO <b>2</b>		A3	
						PESO:		ESCALA: 1:160		HOJA 2 DE 3	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					<b>METALIND</b>	
					TÍTULO:	
					Pórticos Posteriores y Zona Húmeda	
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A3
				Varios	3	
				PESO:	ESCALA: 1:160	HOJA 3 DE 3

## **ANEXO 5.**

### **ANÁLISIS RAM CONNECTION**

# DETALLE: ANÁLISIS DE PLACA BASE CON RAM CONNECTION



Current Date: 18/6/2019 6:26

Units system: Metric

File name: G:\TRABAJO DE TITULACION\TESIS\RAM\PLACA BASE.cnx\

## Steel connections

### Results

Connection name : Fixed biaxial BP  
Connection ID : 1

Family: Columna - Base (CB)

Type: Base plate

Código de diseño: AISC 360-05 LRFD, ACI 318-08

### SOLICITACIONES

Descripción	Pu	Mu22	Mu33	Vu2	Vu3	Tipo de carga
	[Ton]	[Ton*m]	[Ton*m]	[Ton]	[Ton]	
DL	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	Design
VIVA	0.04	-0.01	0.00	0.01	0.50	Design
EQUIP	0.02	0.00	0.00	0.00	0.32	Design
MODAL	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	Design
VIENT	0.10	-0.06	0.00	0.00	-0.07	Design
SISMO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	Design

### Diseño en el eje mayor

#### Placa base (AISC 360-05 LRFD)

### CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensions	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
<u>Placa base</u>						
Distancia del ancla al borde	[cm]	1.68	0.64	--	✓	

Tamaño de soldadura	[1/16in]	4	2	--		table J2.4
---------------------	----------	---	---	----	--	------------

### VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
--------------	------	----------	--------	---------	-------	------------

#### Base de concreto

Aplastamiento por axial	[kg/m <sup>2</sup> ]	3107552.00	94012.07	VIENT	0.03	DG1 3.1.1;
-------------------------	----------------------	------------	----------	-------	------	------------

#### Placa base

Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[kg*m/m]	205.01	11.37	VIVA	0.06	DG1 Eq. 3.3.13, DG1 Sec 3.1.2
---	----------	--------	-------	------	------	----------------------------------

Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[kg*m/m]	205.01	102.90	VIENT	0.50	DG1 Eq. 3.3.13
---	----------	--------	--------	-------	------	----------------

#### Columna

Resistencia de la soldadura	[Ton/m]	149.16	6.02	VIENT	0.04	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4, DG1 p. 35
-----------------------------	---------	--------	------	-------	------	--

Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Ton/m]	99.44	0.08	MODAL	0.00	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
---	---------	-------	------	-------	------	------------------------------------

Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Ton/m]	149.16	0.22	VIENT	0.00	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
---	---------	--------	------	-------	------	------------------------------------

<b>Relación</b>	<b>0.50</b>
-----------------	-------------

### Diseño en el eje menor

#### Placa base (AISC 360-05 LRFD)

### CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensions	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
------------	------	-------	------------	------------	------	------------

#### Placa base

Distancia del ancla al borde	[cm]	1.68	0.64	--		
------------------------------	------	------	------	----	--	--

Tamaño de soldadura	[1/16in]	4	2	--		table J2.4
---------------------	----------	---	---	----	--	------------

### VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
--------------	------	----------	--------	---------	-------	------------

#### Base de concreto

Aplastamiento por axial	[kg/m <sup>2</sup> ]	3107552.00	94012.07	VIENT	0.03		DG1 3.1.1;
<b>Placa base</b>							
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[kg*m/m]	205.01	69.36	VIENT	0.34		DG1 Eq. 3.3.13, DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[kg*m/m]	205.01	102.90	VIENT	0.50		DG1 Eq. 3.3.13
<b>Columna</b>							
Resistencia de la soldadura	[Ton/m]	149.16	6.02	VIENT	0.04		p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4, DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Ton/m]	99.44	1.07	VIVA	0.01		p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Ton/m]	149.16	5.91	VIENT	0.04		p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4

**Relación** **0.50**

### Eje mayor

#### Anclas

#### CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensions	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
<b>Anclas</b>						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	10.00	2.54	--		Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	41.68	7.62	--		Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	20.64	--	29.36		

#### VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
Tensión en anclas	[kg]	627.86	205.81	VIENT	0.33	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[kg]	13310.93	205.81	VIENT	0.02	Eq. D-4, Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[kg]	15583.84	414.92	VIENT	0.03	Eq. D-5, Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[kg]	450.07	205.81	VIENT	0.46	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[kg]	326.49	124.52	VIVA	0.38	Eq. D-20

Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[kg]	5492.24	15.32	MODAL	0.00		Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[kg]	26621.86	3.83	MODAL	0.00		Eq. D-4, Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[kg]	37537.05	11.49	MODAL	0.00		Eq. D-5, Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[kg]	1.20	0.00	DL	0.00		Eq. D-3, Eq. D-4, Sec. D.4.1.1, Eq. D-5, Eq. D-20, Sec. D.7

---

**Relación** **0.46**

---

### Eje menor Anclas

#### CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensions	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
<u>Anclas</u>						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	10.00	2.54	--		Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	41.68	7.62	--		Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	20.64	--	29.36		

#### VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References	
Tensión en anclas	[kg]	627.86	205.81	VIENT	0.33		Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[kg]	13310.93	205.81	VIENT	0.02		Eq. D-4, Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[kg]	19670.59	414.92	VIENT	0.02		Eq. D-5, Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[kg]	450.07	205.81	VIENT	0.46		Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[kg]	326.49	124.52	VIVA	0.38		Eq. D-20
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[kg]	5492.24	498.00	VIVA	0.09		Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[kg]	26621.86	124.50	VIVA	0.00		Eq. D-4, Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[kg]	39341.19	498.00	VIVA	0.01		Eq. D-5,

Interacción tensión corte

[kg]

1.20

0.00 DL

0.00 

Eq. D-3,

Eq. D-4,

Sec. D.4.1.1,

Eq. D-5,

Eq. D-20,

Sec. D.7

Relación

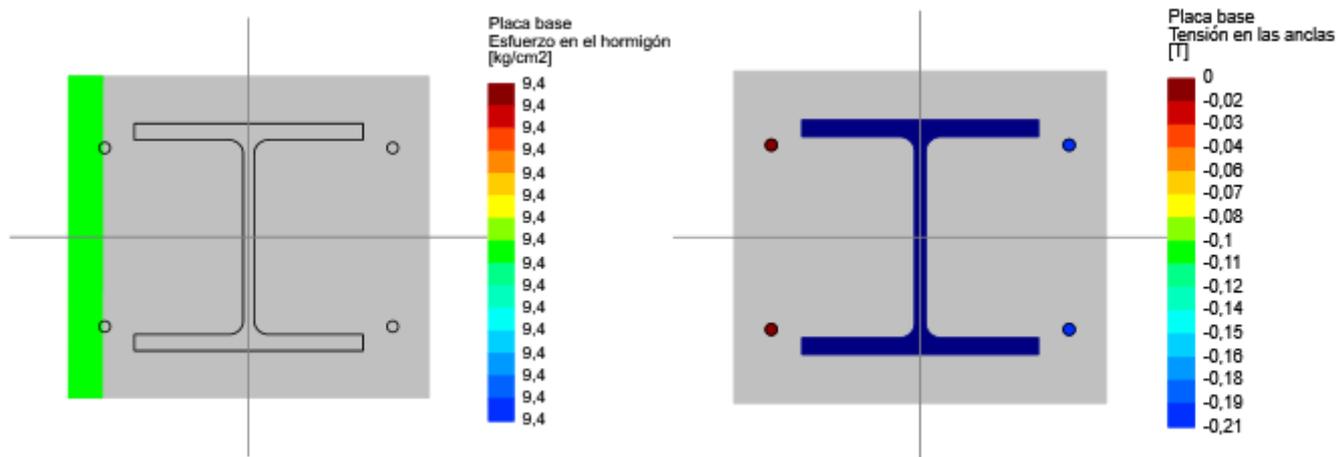
0.46

Relación de resistencia crítica global

0.50

**Biaxial**

**Máximas compresión y tensión (VIENT)**



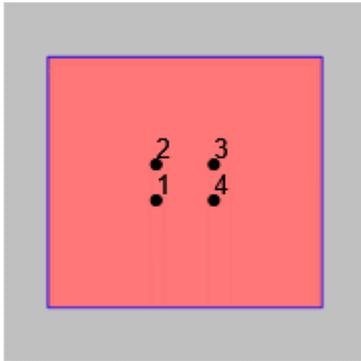
Máximo esfuerzo en el concreto	9.40	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Mínimo esfuerzo en el concreto	9.40	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Máxima tensión en las anclas	0.21	[Ton]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[Ton]
Ángulo del eje neutro	0.00	
Longitud de aplastamiento	1.87	[cm]

**Tensiones en anclas**

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [Ton]	Tensión [Ton]
1	-8.00	-5.00	0.00	0.00
2	-8.00	5.00	0.00	0.00
3	8.00	5.00	0.00	0.21
4	8.00	-5.00	0.00	0.21

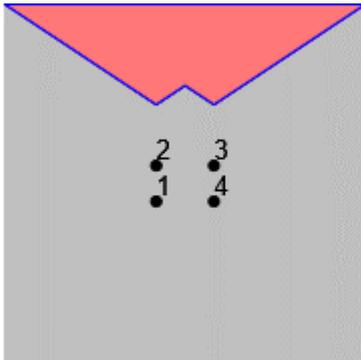
## Eje mayor

### Resultados para arrancamiento en tensión (VIENT)



Grupo	Área [cm2]	Tensión [Ton]	Anclas
1	5320.00	0.41	1, 2, 3, 4

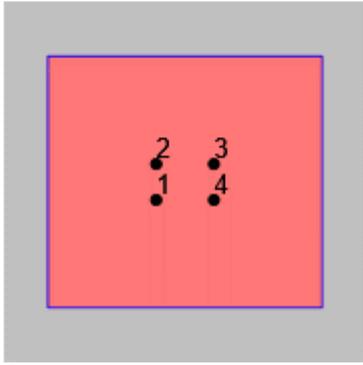
### Resultados para arrancamiento a corte (MODAL)



Grupo	Área [cm2]	Corte [Ton]	Anclas
1	3000.00	0.02	1, 2, 3, 4
2	3000.00	0.01	2, 3

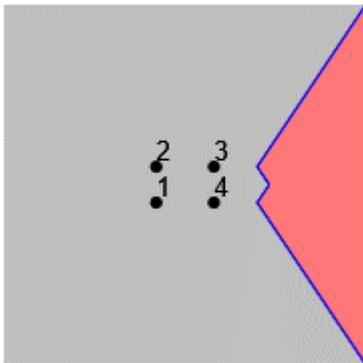
## Eje menor

### Resultados para arrancamiento en tensión (VIENT)



Grupo	Área [cm2]	Tensión [Ton]	Anclas
1	5320.00	0.41	1, 2, 3, 4

### Resultados para arrancamiento a corte (VIVA)



Grupo	Área [cm2]	Corte [Ton]	Anclas
1	3000.00	0.50	1, 2, 3, 4
2	3000.00	0.25	3, 4