



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA**  
**DE CONSTRUCCIONES**

**Diseño de naves industriales de acero con miembros  
estructurales a sección llena**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de:**

**INGENIERA CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES**

**Autor:**

**JULIO OLMEDO MENESES MENESES**

**Director:**

**JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ CALERO**

**CUENCA – ECUADOR**

**2015**

**DISEÑO DE NAVES INDUSTRIALES DE ACERO CON MIEMBROS  
ESTRUCTURALES A SECCIÓN LLENA**

**RESUMEN**

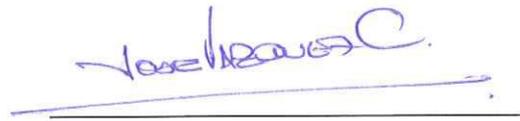
En la actualidad las naves industriales donde se da la producción masiva agraria se están quedando cortas en superficie para su pesada producción y procesamiento, las cuales, están construidas con el sistema tradicional de pórticos con cerchas metálicas, que si bien, funciona bien en nuestro territorio, es el que generalmente se emplea para la construcción de las naves industriales; el estudio dará la apertura para introducir diferentes sistemas al mencionado anteriormente, por lo tanto, se busca implantar naves industriales de una manera más ágil debido a que la producción se incrementa día a día por la tecnificación en su proceso. Por esta razón, se busca insertar una nueva infraestructura que satisfaga las necesidades del sector de implantación instalando un sistema constructivo práctico, disminuyendo el tiempo de montaje para que todos sus procesos de elaboración en serie continúen siendo eficaces.

**Palabras clave:** Nave industrial, cargas, esfuerzos, pórticos, sismo, viento, cimentación



Ing. Paúl Cornelio Cordero Díaz

**Director de Escuela**



Ing. José Fernando Vázquez Calero

**Director de Tesis**



Julio Olmedo Meneses Meneses

**Autor**

**DESIGN OF INDUSTRIAL PLANTS WITH STEEL STRUCTURAL MEMBERS  
AT FULL SECTION**

**ABSTRACT**

Today, the industrial plants where massive agricultural production occurs have become too small on their floor space for their heavy production and processing needs. These are built with the traditional system of frames with steel trusses, which although they work well here, are the ones generally used for the construction of industrial buildings. This study presents as an alternative to introduce different systems to the mentioned above; therefore, we seek to implement industrial buildings in a more agile way, since production is increasing every day due to the technology used in its process. For this reason, we seek to present a new infrastructure that meets the needs of the implantation sector, installing a practical construction system by reducing assembly time, so that all manufacturing processes in series become effective.

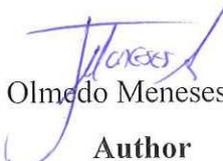
**Keywords:** Industrial Plants, Loads, Efforts, Gantry, Earthquake, Wind, Foundation

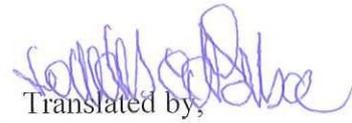
  
Ing. Paul Cornelio Cordero Díaz

**School Director**

  
Ing. José Fernando Vázquez Calero

**Thesis Director**

  
Julio Olmedo Meneses Meneses  
**Author**

  
Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>2</b>
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Marco teórico .....	3
<b>RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>8</b>
2.1 Ocupación del suelo en la zona de implantación .....	8
2.2 Área de estudio.....	13
2.3 Compilación de información socio-económico local.....	13
2.4 Identificación de las industrias beneficiarias. ....	18
2.5 Ubicación sísmica geográfica: provincia del guayas .....	22
<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL</b> .....	<b>26</b>
3.1 Modelación de cargas y esfuerzos de la nave industrial. ....	26
3.1.1. Cargas .....	26
3.2 Agrupación de cargas sobre la estructura.....	31
3.2.1 Combinación para el diseño por última resistencia.....	31

3.3	Parámetros de cálculo y diseño.....	32
3.4	Carga repartida en el piso industrial.....	37
3.5	Diseño de los diferentes miembros estructurales que componen la estructura.....	38
3.5.1	Datos de obra.....	38
3.5.1.1	Normas consideradas.....	38
3.5.1.2	Estados límite.....	39
3.5.1.3	Situaciones de proyecto.....	39
3.5.2	Sismo.....	44
3.5.3	Estructura.....	45
3.5.3.1	Nudos.....	45
3.5.3.2	Barras.....	46
3.5.3.2.1	Materiales utilizados.....	46
3.5.3.2.2	Características mecánicas.....	47
3.5.3.2.3	Cómputo de superficies.....	48
3.5.4	Resultados.....	49
3.5.4.1	Sismo.....	49
3.5.4.2	Espectro elástico de aceleraciones.....	49
3.5.4.3	Espectro de diseño de aceleraciones.....	51
3.5.4.4	Coefficientes de participación.....	52
3.5.4.5	Representación de los periodos modales.....	54
3.6	Cimentación.....	55
3.6.1	Elementos de cimentación aislados.....	55
3.6.1.1	Cómputo.....	55
3.6.2	Vigas.....	57
3.6.2.1	Cómputo.....	57

<b>ESTUDIO ECONÓMICO.....</b>	<b>59</b>
4.1 Cuantificación de los volúmenes de obra calculados.....	59
4.1.1 Cómputo de superficies .....	60
4.2 Presupuesto referencial de la estructura .....	60
4.3 Secuencia de montaje .....	61
<b>CONCLUSIONES: .....</b>	<b>68</b>
<b>RECOMENDACIONES: .....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla #3.1: Cargas permanentes a considerarse.....	27
Tabla #3.2: Cargas vivas a considerarse.....	28
Tabla #3.3: Coeficiente de corrección.....	29
Tabla #3.4: Determinación del factor de forma Cf.....	31
Tabla #3.5: Determinación simplificada del factor de forma Cf.....	32
Tabla #3.6 : Valores del factor Z en la zona sísmica adoptada .....	36
Tabla #3.7: Valores del factor z, se resalta el Cantón Duran; lugar del proyecto.....	37
Tabla #3.8: Clasificación de perfiles del suelo.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura #2.1: Mapa Político del Ecuador.....	8
Figura #2.2: Mapa Político de América.....	8
Figura #2.3: Ubicación del cantón Durán.....	9
Figura #2.4: Nave de almacenamiento de granos.....	9
Figura #2.5: Almacenamiento de granos a la intemperie.....	10
Figura #2.6: Almacenamiento de granos a la intemperie.....	11
Figura #2.7: Pórticos con celosías para almacenamiento de granos.....	11
Figura #2.8: Almacenamiento de granos a la intemperie.....	12
Figura #2.9: Naves para carga y transporte de granos .....	12
Figura #2.10: Ubicación referencial del proyecto a realizarse.....	13
Figura #2.11: Puente de la Unidad Nacional que conecta directamente el cantón Guayaquil con el cantón Durán.....	14
Figura #2.12: Puente de la Unidad Nacional que conecta directamente el cantón Guayaquil con el cantón Durán.....	15
Figura #2.13: Imagen del mapa aéreo que muestra la cercanía entre los dos cantones.....	15
Figura #2.14: Imagen de la Feria de Durán.....	16
Figura #2.15: Imágenes del Malecón de Durán.....	16
Figura 2.16: Imagen de las camineras del área protegida de Santay.....	17
Figura 2.17: Imagen de la vista aérea de lo que comprende la zona protegida de Santay.....	17
Figura 2.18: Naves industriales emplazadas.....	18
Figura 2.19: Naves industriales emplazadas.....	18
Figura 2.20: Naves industriales emplazadas.....	19

Figura 2.21: Naves industriales emplazadas.....	19
Figura 2.22: Naves industriales emplazadas.....	20
Figura 2.23: Naves industriales emplazadas.....	20
Figura 2.24: Naves industriales emplazadas.....	21
Figura 2.25: Naves industriales emplazadas.....	21
Figura 2.26: Red de sismógrafos ubicados a nivel nacional.....	22
Figura 2.27: Red de acelerógrafos ubicados a nivel nacional.....	23
Figura 3.28: Perforación #1 para estudio de suelos.....	32
Figura 3.29: Perforación #2 para estudio de suelos.....	32
Figura 3.30: Perforación #3 para estudio de suelos.....	33
Figura 3.31: Mapa para diseño sísmico del Ecuador.....	34
Figura 3.32: Curvas de peligro sísmico para lo zona de Guayaquil.....	36
Figura 3.33: Datos cargados en el programa de cálculo.....	38
Figura 3.34: Datos cargados con la NEC 11 en el programa de cálculo.....	39
Figura 3.35 Modelación de nudos y barras.....	44
Figura 3.36: Modelación de nudos y barras de la estructura en 3D.....	45
Figura 3.37: Modelación placa de anclaje.....	55
Figura 3.38: Modelación de zapata rectangular excéntrica.....	56
Figura 4.39: Colocación de columnas.....	60
Figura 4.40: Colocación de vigas de amarre a columnas.....	61
Figura 4.41: Colocación de vigas de amarre a columnas.....	61
Figura 4.42: Colocación de tirantes principales.....	62
Figura 4.43: Colocación de tensores de acero en pórticos.....	62
Figura 4.44: Colocación de aleros.....	63
Figura 4.45: Colocación de refuerzo en cumbreros.....	63

Figura 4.46: Colocación de correas.....	64
Figura 4.47: Colocación de correas.....	64
Figura 4.48: Vista aérea de la estructura.....	65
Figura 4.49: Vista lateral de la estructura.....	65
Figura 4.50: Vista frontal de la estructura.....	66

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1: Descripción de nudos y barras de la estructura

Anexo 2: Características mecánicas de los perfiles

Anexo 3: Descripción de los elementos de cimentación aislados

Anexo 4: Descripción de vigas de cimentación

Anexo 5: Plano estructural

5.1 Planta de cimentación

5.2 Detalle de placa de anclaje

Anexo 6: Plano estructural

6.1 Vista frontal del pórtico

6.2 Detalle de viga de atado

Anexo 7: Plano estructural

7.1 Vista del faldón inclinado de cubierta

Anexo 8: Plano estructural

8.1 Vista lateral del pórtico

Anexo 9: Plano estructural

9.1 Vista 3D de la cubierta

Meneses Meneses Julio Olmedo

Trabajo de grado

Ing. José Fernando Vázquez Calero

Julio, 2015

## **DISEÑO DE NAVES INDUSTRIALES DE ACERO CON MIEMBROS ESTRUCTURALES A SECCIÓN LLENA**

### **INTRODUCCIÓN**

El sistema estructural realizado con acero y utilizando secciones llenas, en estos últimos 5 años se ha ido incrementando considerablemente en nuestro medio y más aún en nuestras costas donde el clima beneficia que las industrias incrementen su producción, lo que conlleva a un crecimiento acelerado de infraestructura con capacidades y superficies grandes, es por eso que el presente trabajo de investigación se dirige a ofrecer un sistema estructural donde sus secciones, su tiempo de preparación del material y su tiempo de montaje disminuyen frente a otros sistemas que se utilizan en nuestro medio.

Cabe recalcar que las secciones llenas de los miembros estructurales que posee este sistema, hacen mínima la interferencia de trabajo dentro de la zona industrial ya que llegan completamente listas para su izaje y montaje. Sin duda en la actualidad existen varios métodos para realizar este tipo de naves industriales, nosotros otorgaremos una alternativa que podría ser de gran utilidad y que esté disponible en cualquier tipo de industria.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 Antecedentes**

En la actualidad las naves industriales donde se da la producción masiva agraria, especialmente el arroz y maíz, se están quedando cortas en superficie para su pesada producción y procesamiento, las cuales, están construidas con el sistema tradicional de pórticos con cerchas metálicas, que si bien, funciona bien en nuestro territorio, es el que generalmente y la mayoría de veces se emplea para la construcción de las naves industriales; el estudio dará la apertura para introducir diferentes sistemas al mencionado anteriormente, por lo tanto, se busca implantar naves industriales de una manera más ágil, debido a que la producción de arroz y maíz en la zona de Daule se incrementa día a día por la tecnificación en su proceso. Por esta razón, se busca introducir una nueva infraestructura que satisfaga las necesidades del sector de implantación y que las localidades cercanas puedan observar y disponer de un sistema constructivo práctico, disminuyendo el tiempo de montaje y facilidad del mismo para que todos sus procesos de elaboración en serie continúen siendo eficaces.

#### **1.2 Justificación**

A través del presente desarrollo de investigación se ayudará a la dotación de una infraestructura, capaz de satisfacer todas las necesidades de las actividades a emplazarse en cualquier lugar afín a la industria, ya que es necesario la inclusión de una estructura que garantice un armado y montaje ágil, sin afectar notablemente a las actividades cotidianas. El desarrollo del cálculo se apoyará en un software especializado, que asegure resultados confiables para una vida útil de la estructura acorde a la norma y contra cualquier agresión de agentes externos.

#### **1.3 Alcance**

La meta de esta tesis es proyectar el sistema constructivo planteado, para que

éste llegue hacia los diferentes frentes de trabajo del país y lo vean como una opción útil, al momento de realizar sus diseños en cualquier infraestructura a realizar.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Definir un sistema constructivo que cumpla con toda la normativa de construcción y cálculo vigente en nuestro país, utilizando todas las herramientas constructivas locales que tenemos a nuestra disposición y que sea tan válida como las utilizadas en las construcciones existentes.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Manejar herramientas informáticas.
- Elaborar los modelos matemáticos de la nave industrial a implantarse.
- Cumplir con todas las disposiciones y normativas locales de cálculo para este tipo de construcciones de acero.
- Evaluar el funcionamiento sísmico de la estructura, mediante la aceleración máxima en roca para el sismo de diseño, de acuerdo a su zonificación sísmica y demás exigencias especificadas en el capítulo 2 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Evaluar las condiciones que presenta la estructura por consecuencias del viento.

## **1.5 Marco teórico**

### **Acelerogramas**

Son una serie temporal o cronológica de valores de aceleración que se han registrado durante un sismo. En el registro se puede notar una aceleración máxima y la duración de la excitación sísmica.

### **Base de la estructura**

Es el nivel al cual se considera que la acción sísmica actúa sobre la estructura.

### **Coefficiente de importancia**

Coefficiente relativo a las consecuencias de un daño estructural y al tipo de

ocupación.

### **Cortante basal de diseño**

Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción, de acuerdo con las especificaciones de la presente norma.

### **Cortante de piso**

Sumatoria de las fuerzas laterales de todos los pisos superiores al nivel considerado.

### **Deriva de piso**

Desplazamiento lateral relativo de un piso - en particular por la acción de una fuerza horizontal - con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura. Se calcula restando del desplazamiento del extremo superior el desplazamiento del extremo inferior del piso.

### **Ductilidad global**

Capacidad de la estructura para deformarse más allá del rango elástico, sin pérdida sustancial de su resistencia y rigidez, ante cargas laterales estáticas o cíclicas o ante la ocurrencia de una acción sísmica

### **Ductilidad local**

Capacidad de una sección transversal o de un elemento estructural, para deformarse más allá del rango elástico, sin pérdida sustancial de su resistencia y rigidez, ante cargas laterales estáticas o cíclicas o ante la ocurrencia de una acción sísmica

### **Espectro de respuesta para diseño**

El espectro de diseño puede representarse mediante un espectro de respuesta basado en las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el sitio de emplazamiento de la estructura.

Es un espectro de tipo elástico para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico del 5%, utilizado con fines de diseño para representar los efectos dinámicos del sismo de diseño.

### **Estructura**

Conjunto de elementos estructurales ensamblados para resistir cargas verticales, sísmicas y de cualquier otro tipo. Las estructuras pueden clasificarse en estructuras de edificación y otras estructuras distintas a las de edificación (puentes, tanques, etc.).

### **Estructura disipativa**

Estructura capaz de disipar la energía por un comportamiento histerético dúctil y/o por otros mecanismos.

### **Factor de sobre resistencia**

Se define el factor de sobre resistencia, como la relación entre el cortante basal último que es capaz de soportar la estructura con relación al cortante basal de diseño.

### **Factor de redundancia**

El factor de redundancia mide la capacidad de incursionar la estructura en el rango no lineal. La capacidad de una estructura en redistribuir las cargas de los elementos con mayor sollicitación a los elementos con menor sollicitación. Se evalúa como la relación entre el cortante basal máximo con respecto al cortante basal cuando se forma la primera articulación plástica.

### **Fuerzas sísmicas de diseño**

Fuerzas laterales que resultan de distribuir adecuadamente el cortante basal de diseño en toda la estructura, según las especificaciones de esta norma.

### **Método de diseño por capacidad**

Método de diseño eligiendo ciertos elementos del sistema estructural, diseñados y estudiados en detalle de manera apropiada para asegurar la disipación energética bajo el efecto de deformaciones importantes, mientras todos los otros elementos estructurales resisten suficientemente para que las disposiciones elegidas para disipar las energía estén aseguradas.

### **Nivel de seguridad de vida (sismo de diseño)**

Proteger la vida de sus ocupantes ante un terremoto de 475 años de período de

retorno (de probabilidad anual de excedencia 0.002 en las curvas de peligro sísmico).

### **Peligrosidad sísmica (peligro sísmico)**

Probabilidad de excedencia, dentro de un período específico de tiempo y dentro de una región determinada, de movimientos del suelo cuyos parámetros aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados.

### **Período de vibración**

Es el tiempo que transcurre dentro de un movimiento armónico ondulatorio o vibratorio, para que el sistema vibratorio vuelva a su posición original considerada luego de un ciclo de oscilación.

### **Pórtico especial sismo resistente**

Estructura formada por columnas y vigas descolgadas del sistema de piso, que resiste cargas verticales y de origen sísmico, en la cual tanto el pórtico como la conexión viga-columna son capaces de resistir tales fuerzas, y está especialmente diseñado y detallado para presentar un comportamiento estructural dúctil.

### **Respuesta elástica**

Parámetros relacionados con fuerzas y deformaciones determinadas a partir de un análisis elástico, utilizando la representación del sismo de diseño sin reducción, de acuerdo con las especificaciones de la presente norma.

### **Rigidez lateral de piso**

Sumatoria de las rigideces a corte de los elementos verticales estructurales del piso.

### **Rigidez efectiva**

Proviene de una relación entre período, masa y rigidez para sistemas de un grado de libertad.

### **Sismo de diseño**

Evento sísmico que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años (período de retorno de 475 años), determinado a partir de un análisis de la

peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento de la estructura, o a partir de un mapa de peligro sísmico.

Para caracterizar este evento, puede utilizarse un grupo de acelerogramas con propiedades dinámicas representativas de los ambientes tectónicos, geológicos y geotécnicos del sitio, conforme lo establece esta norma. Los efectos dinámicos del sismo de diseño pueden modelarse mediante un espectro de respuesta para diseño, como el proporcionado en esta norma.

### **Z (factor)**

El valor de  $Z$  de cada zona sísmica representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

### **Zonas sísmicas**

El Ecuador se divide en seis zonas sísmicas, caracterizada por el valor del factor de zona  $Z$ . Todo el territorio ecuatoriano está catalogado como de amenaza sísmica alta, con excepción del nororiente que presenta una amenaza sísmica intermedia y del litoral ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica muy alta.

### **Unidades**

- Aceleraciones:  $m^2/s$
- Alturas: m
- Áreas:  $m^2$
- Fuerzas y cargas: kN o  $kN/m^2$
- Masas: kg
- Períodos: s
- Peso específico:  $kg/m$
- Presión: Pa o  $N/m^2$
- Resistencias: kPa
- Velocidad:  $m/s$



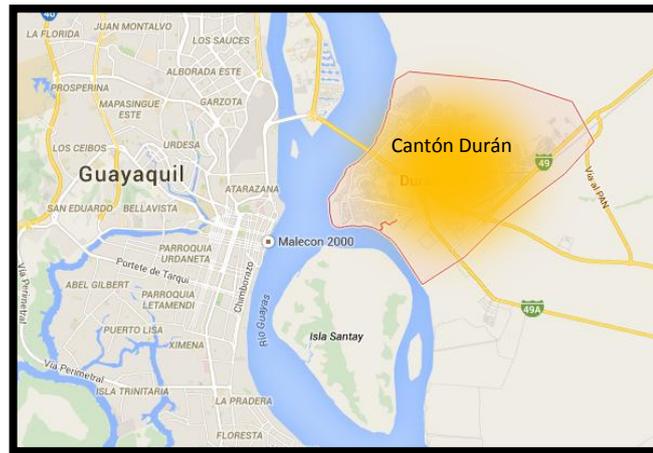


Figura 2.3: Ubicación del cantón Durán.

Fuente: [www.google.com.ec/maps](http://www.google.com.ec/maps)

Durán se encuentra dividida en tres parroquias urbanas: El Recreo, Divino Niño y Eloy Alfaro, siendo esta última su cabecera cantonal. Con una superficie total de 58 043.850m<sup>2</sup>, en el área urbana y una población de alrededor 350.000 habitantes según datos obtenidos por el INEC, en el último censo realizado en el año 2010.

Mayoritariamente la topografía del cantón es plana, exceptuando una zona en la que se evidencia una serie de elevaciones montañosas, donde la principal es el denominado cerro Las Cabras, con una altura aproximada de 88m sobre el nivel del mar.



Figura 2.4: Almacenamiento de granos a la intemperie.

Fuente: Autor

Climáticamente este lugar cuenta con temperaturas que van entre los 25 a los 30 grados centígrados.

En cuanto a los recursos naturales es de importancia destacar los minerales, ya que se encuentran grandes yacimientos de piedras, lamentablemente existe una explotación indiscriminada, aunque actualmente el GAD Municipal del Cantón Durán se encuentra implementando planes de control para mitigar el impacto, incluso existen minas municipales las mismas que usan el material extraído para obras de infraestructura pública. De igual escala para el crecimiento y el desarrollo de los habitantes del cantón como recurso natural es el petróleo ya que aquí se instaló la estación de bombeo de oleoducto de Petro Ecuador.



Figura 2.5: Almacenamiento de granos a la intemperie.

Fuente: Autor

Privilegiadamente, Durán se encuentra bañada por varios ríos y también riachuelos en donde habitan una gran variedad de especies acuáticas, que son aprovechados por sus pobladores para la pesca y su posterior comercialización. De igual manera se destaca esta zona por su producción agrícola entre la más apreciable se encuentra la producción de arroz.

Cabe destacar además que dentro de las periferias se encuentran ubicadas numerosas fábricas e industria de comercio mayorista. Por lo que hoy por hoy se puede decir que Durán se ha convertido en una zona industrial de primer orden. Donde se

emplazan importantes empresas a nivel nacional. Actualmente existen normativas que pretenden regular la construcción desordenada, de fábricas o parques industriales en la zona, con el objetivo de proteger el crecimiento urbano del sector, aunque aún no hay ordenanzas específicas por sectores, ya se establecen directrices generales para la correcta implantación de las mismas.



Figura 2.6: Almacenamiento de granos a la intemperie.

Fuente: Autor



Figura 2.7: Pórticos en celosía para almacenamiento de granos.

Fuente: Autor



Figura 2.8: Almacenamiento de granos a la intemperie.

Fuente: Autor



Figura 2.9: Naves para transporte y carga de granos.

Fuente: Autor

## 2.2 Área de estudio

El área estudiada se encuentra localizado en la vía Duran - Yaguachi, cantón Durán, provincia del Guayas, como se muestra en la foto de ubicación obtenida del programa Google Earth.



Figura 2.10: Ubicación referencial del proyecto a realizarse.

Fuente: [www.earth.google.es](http://www.earth.google.es)

La topografía del área estudiada se caracteriza por ser relativamente plana, ya que el terreno ha sido sometido a un proceso de nivelación mediante materiales pétreos (relleno), cuyo espesor es variable de 1.70 a 2.60 m de acuerdo a las perforaciones ejecutadas, cuyas características geomecánicas están detalladas en las hojas de resumen de los ensayos de laboratorio que entregó el especialista a los dueños del proyecto.

## 2.3 Compilación de información socio-económico local

Para un correcto análisis, y una mejor comprensión es importante presentar información sobre la historia del sitio en proceso de Estudio, ya que ha sufrido cambios políticos importantes, que marcarán su desarrollo socio-económico en la actualidad.



Figura 2.11: Puente de la Unidad Nacional que conecta directamente el cantón Guayaquil con el cantón Durán.

Fuente: [www.andes.info.ec](http://www.andes.info.ec)

En el año de 1902 lo que actualmente conocemos como Durán es creado y considerado como parroquia rural del Cantón Guayaquil hasta el año de 1986, donde la administración del Alcalde León Febres Cordero decide separarlo para que se convierta en Cantón.

Sin embargo por sus condiciones geográficas y cercanías, el modo de vida de sus habitantes hacen que en realidad sea parte de la aglomeración urbana de Guayaquil, es importante destacar que una parte mayoritaria de la población tienen su actividad económica, social y comercial fuertemente ligada a Guayaquil. Es común ver como pobladores de Durán, cruzan a Guayaquil para laborar en el día y regresan por la noche a sus hogares.



Figura 2.12: Puente de la Unidad Nacional que conecta directamente el cantón Guayaquil con el cantón Durán.

Fuente: [www.andes.info.ec](http://www.andes.info.ec)

En cuanto a términos urbanos se considera al Cantón Durán como una conurbación de Guayaquil. “Se entiende como conurbación a una región comprendida entre una serie de ciudades, pueblos grandes y otras áreas urbanas que, a través del crecimiento poblacional y la expansión física se expanden. Es parte del proceso y el resultado del crecimiento de varias ciudades que se pueden integrar para formar un solo sistema”.



Figura 2.13: Imagen del mapa aéreo que muestra la cercanía entre los dos cantones.

Fuente: [www.google.com.ec/maps](http://www.google.com.ec/maps)

Parte de la actividad económica de alto interés en el sector es el Turismo, existen varios puntos como atractivos para la gente de otras regiones, entre los más destacados se encuentran: el malecón, clubes y muelles. Además que con el objetivo de atraer y fomentar el turismo se celebra cada año festivales de importancia nacional, la más sobresaliente y nombrada es la “La Feria Internacional del Ecuador” internamente conocida como “La Feria de Durán”, que consiste en generar exhibiciones de empresas de comercio e industria ya sea nacional o internacional, conjuntamente con una serie de espectáculos como conciertos o shows con artistas variados que vienen de todas partes del mundo.



Figura 2.14: Imagen de la Feria de Durán.

Fuente: [www.eluniverso.com](http://www.eluniverso.com)



Figura 2.15: Imágenes del Malecón de Durán.

Fuente: [www.visitaecuador.com](http://www.visitaecuador.com)

Existen una gran diversidad de Flora y Fauna en el Cantón Durán, principalmente en la zona que comprende la Isla Santay, que conforman alrededor de 2.18 ha. A lo largo del recorrido se pueden observar varias especies como: el guasmo, la palma real, marihuana, mangle negro, guachapelí, y el samán. En cuanto a la fauna los más destacados son: reptiles como la boa e iguana, también habitan gran cantidad de mamíferos en la zona como el mapache, el ocelote, el oso hormiguero y murciélagos.

Razón por la cual la Isla Santay, desde el año 2010 fue declarada como área protegida dentro del sistema nacional y es considerada como área nacional de recreación.

Este lugar ha generado fuentes de ingresos para los pobladores de Durán, principalmente como guías turísticos, existen un aproximado de 56 familias que radican en el sector. Es importante mencionar que parte de la fauna de la zona existe una variedad de peces como bagre, corvina, tilapia, que los habitantes del sector los usan como medio económico de supervivencia ya sea para el consumo o para su venta.



Figura 2.16: Imagen de las camineras del área protegida de Santay.

Fuente: [www.eluniverso.com](http://www.eluniverso.com)



Figura 2.17: Imagen de la vista aérea de lo que comprende la zona protegida de Santay.

Fuente: [www.areasprotegidas.ambiente.gob.ec](http://www.areasprotegidas.ambiente.gob.ec)

#### **2.4 Identificación de las industrias beneficiarias.**

Las industrias que se beneficiarían con este sistema serían diversas, ya que éstas necesitan de naves industriales de significativas dimensiones, ya sea para industrias agrarias, comerciales o productoras en general. Estos espacios tienen un sinnúmero de posibilidades de ocupación por lo que el proyecto se enfoca a satisfacer esas necesidades.



Figura 2.18: Naves industriales emplazadas.

Fuente: Autor



Figura 2.19: Naves industriales emplazadas.

Fuente: Autor



Figura 2.20: Naves industriales emplazadas.

Fuente: Autor



Figura 2.21: Naves industriales emplazadas.

Fuente: Autor



Figura 2.22: Naves industriales emplazadas.

Fuente: Autor



Figura 2.23: Naves industriales emplazadas.

Fuente: Autor



Figura 2.24: Naves industriales emplazadas.

Fuente: Autor



Figura 2.25: Naves industriales emplazadas.

Fuente: Autor

## 2.5 Ubicación sísmica geográfica: provincia del guayas

Según el Instituto Geofísico-Escuela Politécnica Nacional, la provincia del Guayas durante el año 2013 tuvo significativa actividad sísmica, pues éstas quedan registradas en el informe anual que el instituto publica en su página web. Estas son algunas de las más importantes actividades registradas.

Seis sismos con magnitudes entre 4 y 5, se registraron en la zona del Golfo de Guayaquil. Estos eventos fueron sentidos por las poblaciones ubicadas alrededor del Golfo, incluyendo la ciudad de Guayaquil. Todos estos eventos tienen magnitudes entre 4.1 y 4.7 Mw y mecanismos focales transcurrentes.

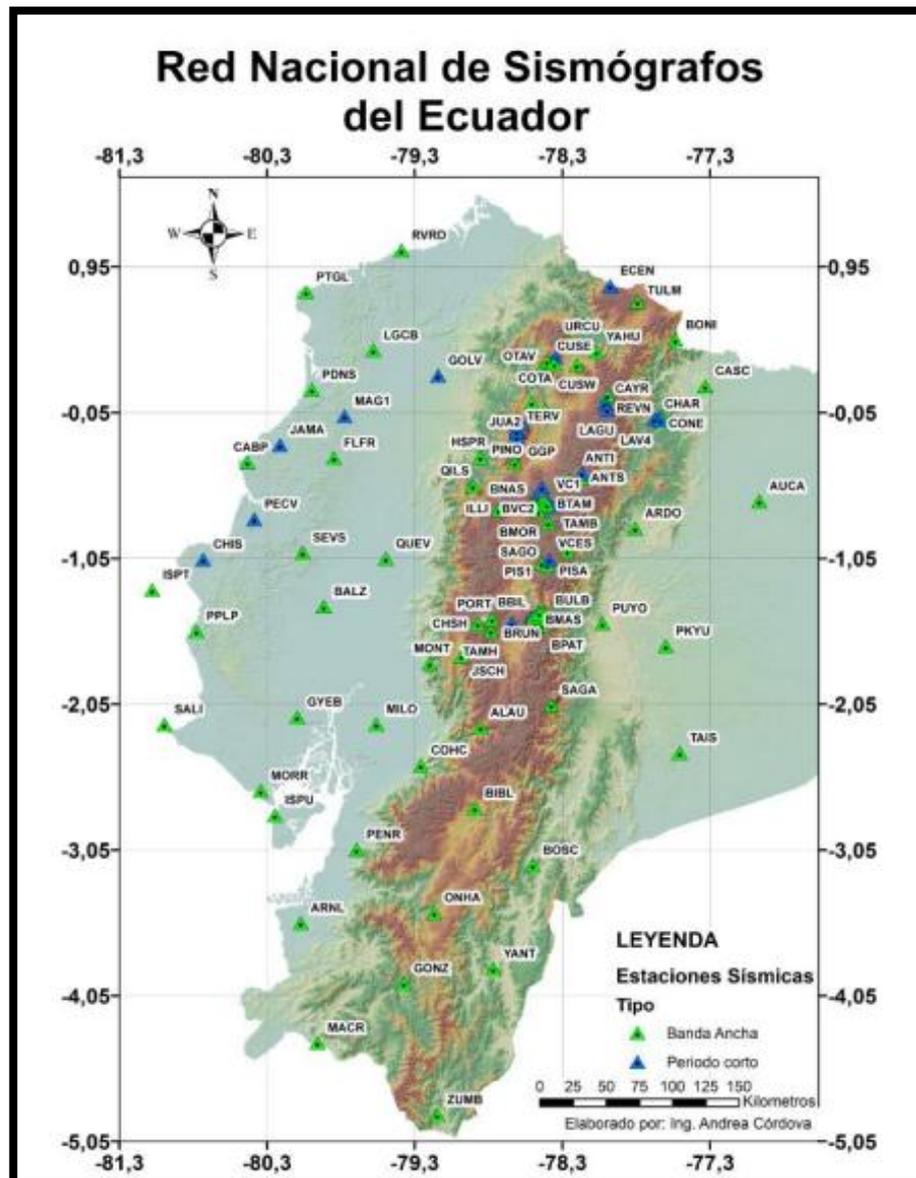


Figura 2.26: Red de sismógrafos ubicados a nivel nacional.

Fuente: Autor

El sismo registrado el 09 de Abril del 2013 a las 19:52 (TL) fue sentido en toda la provincia del Guayas, especialmente en las ciudades de Guayaquil, Durán y Milagro; además se tuvieron reportes desde las provincias de Santa Elena, Manabí y Azuay. Este evento fue registrado por la mayor parte de estaciones que conforman las redes RENSIG y RENAC del Instituto Geofísico, además de las estaciones de Chile, Perú y Costa Rica, pertenecientes a las redes internacionales de IRIS, GFZ-Potsdam y USGS.

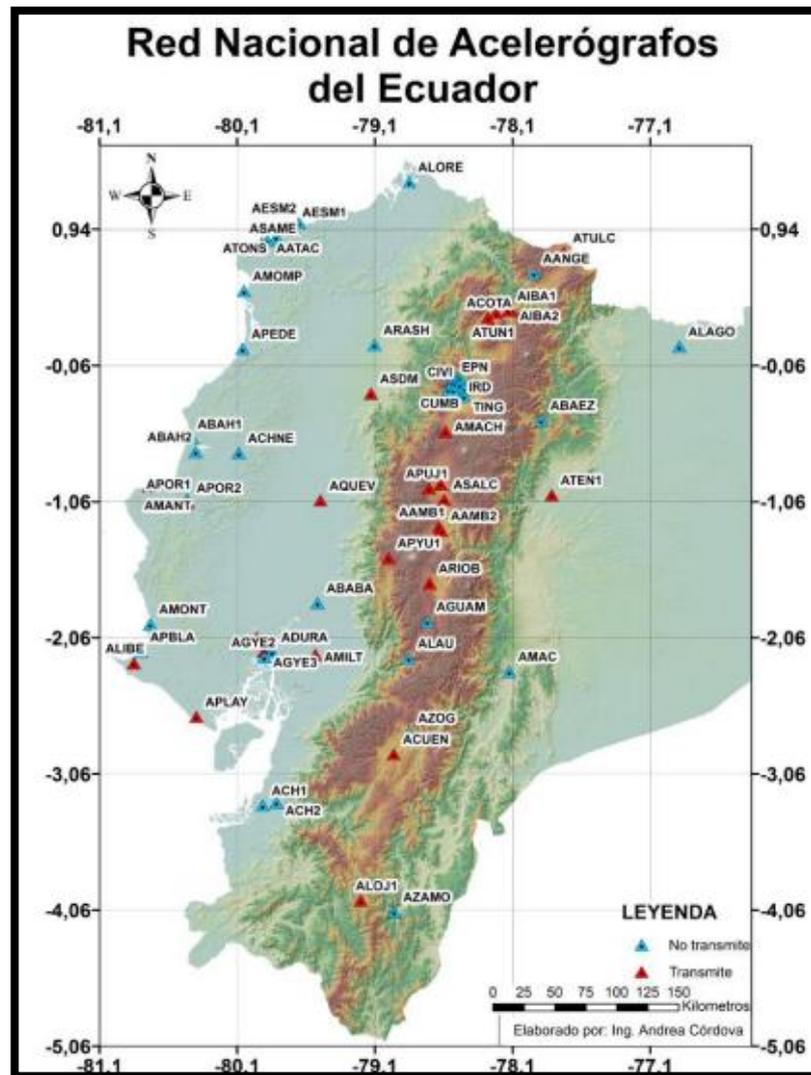


Figura 2.27: Red de acelerógrafos ubicados a nivel nacional.

Fuente: Autor

El día 19 de Julio del 2013 a las 10:03 (TL) se registró un evento sísmico cercano a la ciudad de Guayaquil, y que fue sentido en la zona.

El 06 de Septiembre del 2013 a las 11:24 (TL) se registró un evento sísmico cercano a la ciudad de Guayaquil desde donde se tuvo reportes que fue sentido. La localización revisada obtenida para este evento sísmico es:  $2.10^{\circ}$  N,  $80.13^{\circ}$  W (Figura 15), 45 km. de profundidad con magnitudes calculadas de 4.5 MLv y 4.1 Mw.

El día 18 de Septiembre del 2013 a las 09:49 (TL), se registró un evento sísmico cerca de la ciudad de Guayaquil. Se tuvieron reportes de que el sismo fue sentido en las ciudades de Guayaquil y Durán.

El día 13 de Diciembre del 2013 a las 08:41 (TL), se registró un evento sísmico costa afuera de la provincia del Guayas, a 130 km al suroccidente de la ciudad de Guayaquil. El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional tuvo reportes de que el sismo fue sentido en las poblaciones de Posorja, General Villamil y en pisos altos de edificio en la ciudad de Guayaquil.

En el año 2013 no se registraron sismos de magnitudes mayores, el único sismo que alcanzó una magnitud importante es el de 6.8 Mw localizado en territorio colombiano, cercano a la frontera con Ecuador. Al igual que años anteriores las fuentes superficiales son las que mayor cantidad de eventos presentan, especialmente la fuente Pallatanga - Pisayambo debido al Nido Sísmico de Pisayambo, y Apuela - Huyarapungo por el enjambre sísmico ocurrido al sur del volcán Chiles. Analizando la energía liberada por las fuentes corticales se observa que las fuentes de Cuenca Amotape y Puná liberaron más energía que el resto, debido que ocurrieron dos sismos de 5.6 Mb, uno en cada fuente.

En las fuentes de subducción, al igual que años pasados la mayor sismicidad en cuanto a número se concentra en el nido sísmico del Puyo, pero la energía liberada es más alta en la fuente de Ibarra, a causa del sismo de 6.8 Mw registrado en Colombia, cerca de nuestra frontera. Debido a las magnitudes y características de los sismos ocurridos el año 2013, no se produjo mayor alarma en la población. La actividad más destacada se registró al suroccidente del volcán Chiles en la frontera con Colombia, los sismos registrados en abril y mayo en la provincia de Chimborazo localizados en las cercanías de la cuenca de Chambo y los sismos registrados en Manabí y Guayas.

## CAPÍTULO III

### CÁLCULO ESTRUCTURAL

#### 3.1 Modelación de cargas y esfuerzos de la nave industrial.

##### 3.1.1. Cargas

Las cargas son definidas como la acción directa de una fuerza concentrada o distribuida, por agentes externos o simplemente por desastres naturales, que actúan sobre el elemento estructural y la cual produce estados tensionales sobre la estructura. Estas cargas se pueden clasificar por:

- **Cargas gravitatorias**

Son cargas que actúan sobre una estructura como consecuencia de la acción de la gravedad, estas se pueden citar en:

- Cargas permanentes (carga muerta):

Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura y que vendría a ser el peso propio de la misma. Son elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura. En las siguientes tablas recogidas de la NEC resaltaremos las cargas muertas a utilizarse en nuestra estructura.

Tabla #3.1: Cargas permanentes a considerarse.

Material	Peso Unitario kN/m <sup>3</sup>
Plancha ondulada de fibrocemento: de 8 mm de espesor	0.20
de 6 mm de espesor	0.15
Chapa ondulada de acero galvanizado: de 0,5 mm de espesor	0.07
de 0.8 mm de espesor	0.09
de 1.3 mm de espesor	0.14
<b>E. Metales</b>	
Acero	78.5
Aluminio	27.0
Bronce	85.0

## ➤ Carga viva

La carga viva, también llamada sobrecargas de uso, que se utilizará en el cálculo, depende de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras.

Tabla #3.2: Cargas vivas a considerarse.

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m <sup>2</sup> )	Carga concentrada (kN)
<b>Cubiertas</b>		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		

En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 1000 m sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza

- **Cargas Accidentales**

- Cargas de sismo.

Estas serán tratadas más adelante en los parámetros sísmicos de diseño.

- **Cargas Horizontales**

- Cargas por viento

**a. Velocidad instantánea máxima del viento**

La velocidad de diseño para viento hasta 10 m de altura será la adecuada a la velocidad máxima para la zona de ubicación de la edificación, pero no será menor a 21m/s (75 km/h).

**b. Velocidad corregida del viento**

La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección  $\sigma$  que depende de la altura y de las características topográficas y/o de edificación del entorno (nivel de exposición al viento), de acuerdo con la Tabla 3

$V_b = V \cdot \sigma$  Dónde:  $V_b$  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 de la Tabla 3

Las características topográficas se reparten en 3 categorías:

- Categoría A (sin obstrucción): edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos.
- Categoría B (obstrucción baja): edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio hasta 10m.

- Categoría C (zona edificada): zonas urbanas con edificios de altura.

Tabla 3.3: Coeficiente de corrección  $\sigma$ .

Altura (m)	Sin Obstruccion (Categoría A)	Obstruccion 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

### 3.1.2 Cálculo de la presión del viento

Se considera que la acción del viento actúa como presión sobre los elementos de fachada. Para determinar la resistencia del elemento frente al empuje del viento, se establece una presión de cálculo  $P$ , cuyo valor se determinara mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot c_e \cdot c_f$$

Dónde:  $P$  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
  - **Factor de forma  $C_f$**
  - Determinación de  $C_f$  Se determinara  $C_f$  de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 3.4: Determinación del factor de forma  $C_f$ .

<b>Construcción</b>	<b>Barlovento</b>	<b>Sotavento</b>
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

El signo positivo (+) indica presión.

El signo negativo (-) indica succión

Los términos barlovento y sotavento se refieren a la dirección desde donde sopla el viento, tienen que ver con la dirección del mismo en relación donde se encuentre la estructura, objeto o persona. Cuando el viento va en la misma dirección que una persona caminando se dice Sotavento, cuando va el viento en contra se dice Barlovento.

### 3.1.3 Determinación simplificada de $c_f$

Para contener en forma sencilla todas las posibilidades, se podrá utilizar los siguientes valores para determinar el coeficiente  $C_f$ :

Tabla 3.5: Determinación simplificada del factor de forma  $C_f$ .

Construcción	Coeficiente $C_f$
Elementos situados en patios interiores, cuyo ancho es inferior a la altura del edificio y sin conexión con el espacio exterior por su parte inferior, así como ventanas interiores (en el caso de que se dispongan dobles ventanas)	0.3
Elementos en fachadas protegidas en edificios alineados en calles rectas, a una distancia de la esquina, mayor que la altura de la edificación, en bloques exentos en la parte central de una fachada, de longitud mayor que el doble de la altura o en patios abiertos a fachadas o patios de manzana	0.8
Elementos en fachadas expuestas en edificaciones aisladas o fachadas de longitud menor que el doble de la altura	1.3
Elementos en fachadas muy expuestas, situados al borde de la orilla de lagos o del mar, próximos a escarpaduras, laderas de fuerte inclinación, desfiladeros, y otros	1.5

## 3.2 Agrupación de cargas sobre la estructura.

### 3.2.1 Combinación para el diseño por última resistencia

- **Combinaciones básicas**

Las estructuras, componentes y cimentaciones, deberán ser diseñadas de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, de acuerdo a las siguientes combinaciones:

<b>SÍMBOLO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>D=</b>	Carga permanente
<b>E=</b>	Carga de sismo
<b>L=</b>	Sobrecarga (carga viva)
<b>Lr=</b>	Sobrecarga cubierta (carga viva)
<b>S=</b>	Carga de granizo
<b>W=</b>	Carga de viento

Combinación 1

$$1.4 D$$

Combinación 2

$$1.2 D + 1.6 L + 0.5 (\text{La mayor entre Lr, S, R})$$

Combinación 3

$$1.2 D + 1.6 (\text{La mayor entre Lr, S, R}) + (\text{La mayor entre L, } 0.5W)$$

Combinación 4

$$1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 (\text{La mayor entre Lr, S, R})$$

Combinación 5

$$1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$$

Combinación 6

$$0.9 D + 1.0 W$$

Combinación 7

$$0.9 D + 1.0 E$$

### **3.3 Parámetros de cálculo y diseño.**

#### **Capacidad portante**

A partir de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, ejecutados a las muestras recuperadas, en especial a los ensayos de SPT y compresión simple,

se pudo determinar que la capacidad portante del suelo de fundación es  $> 12.0 \text{ Tn/m}^2$  en el estrato arcilloso y para garantizar una capacidad portante  $> 30 \text{ Tn/m}^2$  en el relleno, se deberán seguir las recomendaciones descritas más adelante; se habrá tener en cuenta que la capacidad portante del relleno no predomina en el diseño, sino los estratos compresibles detectados en las capas inferiores.



Figura 3.28: Perforación #1 para estudio de suelos.

Fuente: Autor



Figura 3.29: Perforación #2 para estudio de suelos.

Fuente: Autor



Figura 3.30: Perforación #1 para estudio de suelos.

Fuente: Autor

### Capacidad admisible

Tomando en cuenta las características de resistencia de los diferentes estratos de apoyo de la cimentación, la capacidad admisible del suelo para cimentación superficial se calculó aplicando los criterios de Karl Terzaghi, Meyerhot y Holguín, obteniendo un valor de capacidad admisible con un factor de seguridad  $>2$  de  $6.0 \text{ Tn/m}^2$  en el estrato arcilloso y  $>3$  de  $10 \text{ Tn/m}^2$  en el relleno.

### Parámetros sísmicos

El valor de  $Z$  (aceleración máxima esperada para el sismo de diseño), expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el sector Duran, cantón Duran, provincia del Guayas de acuerdo a lo establecido por la NEC 11 (Norma Ecuatoriana de Construcción) es de  $0.40 \text{ g}$ , tal como se observa en el siguiente gráfico.

Todo el territorio ecuatoriano está catalogado como de amenaza sísmica alta, con excepción del nor-oriente que presenta una amenaza sísmica intermedia y del litoral ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica muy alta como se indica en la tabla #6

Tabla 3.6: Valores del factor Z en la zona sísmica adoptada

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	≥0,50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

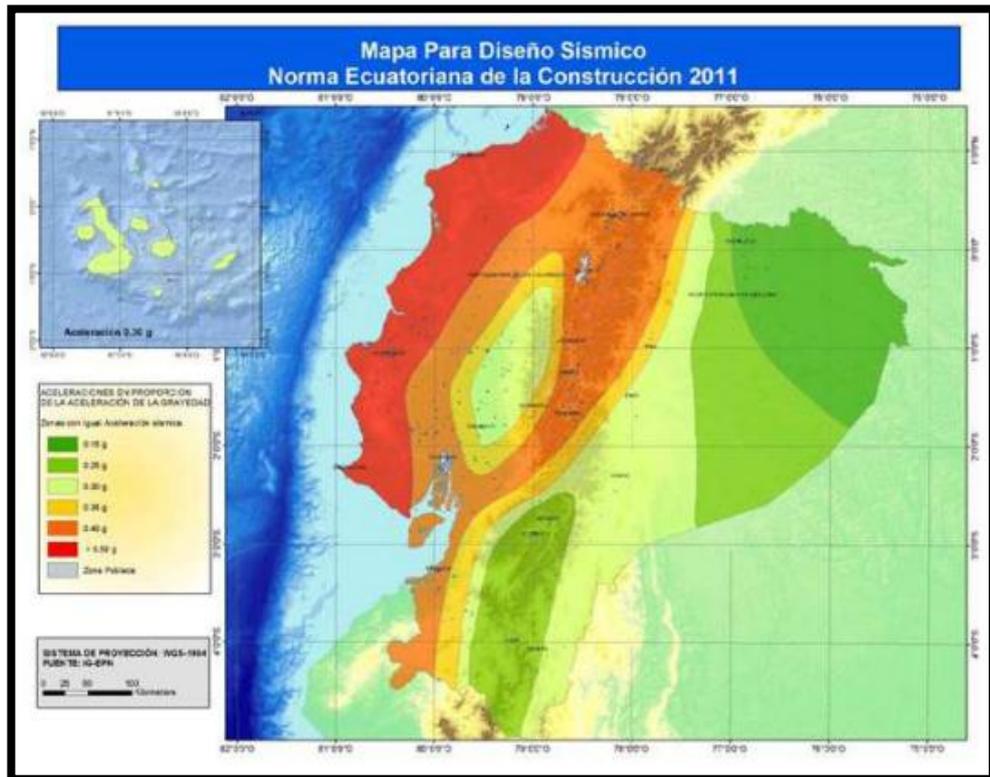


Figura 3.31: Mapa para diseño sísmico del Ecuador

Fuente: Autor

Tabla 3.7: Valores del factor z, se resalta el Cantón Duran; lugar del proyecto.

Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente				
LA PUNTILLA	SAMBORONDON	SAMBORONDON	GUAYAS	0.40
LAUREL	JUNQUILLAL	SALTRE	GUAYAS	0.40
LAUREL	LAUREL	DAULE	GUAYAS	0.40
PUEBLO NUEVO	SIMON BOLIVAR	SIMON BOLIVAR	GUAYAS	0.50
SIMON BOLIVAR	SIMON BOLIVAR	SIMON BOLIVAR	GUAYAS	0.50
KILOMETRO VEINTE Y SEIS	VIRGEN DE FATIMA	SAN JACINTO DE YAGUACHI	GUAYAS	0.35
ELOY ALFARO	ELOY ALFARO (DURAN)	DURAN	GUAYAS	0.40
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAS	0.40

Tabla 3.8: Clasificación de perfiles del suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
<b>A</b>	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
<b>C</b>	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50.0$ $\bar{S}_u \geq 100 \text{ KPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
<b>E</b>	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$\bar{V}_s < 180 \text{ m/s}$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $\bar{S}_u < 50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2)$

### Curva de peligro sísmico

Para diseño de estructuras, es necesario utilizar diferentes niveles de terremoto, con el fin de verificar el cumplimiento de diferentes niveles de desempeño sísmico. Para definir los diferentes niveles de aceleración sísmica esperada en roca que será transmitida a la estructura, se proporcionan en el grafico más adelante; las

curvas de peligro sísmico probabilista para la zona de Guayaquil, en donde se relaciona el valor de la aceleración sísmica esperada en roca (PGA), con un nivel de probabilidad anual de excedencia. El periodo de retorno correspondiente es el inverso de la probabilidad anual de excedencia. En la figura se incluye también las curvas de aceleraciones máximas espectrales para periodos estructurales de 0.1, 0.2, 0.5 y 1.0 segundos.

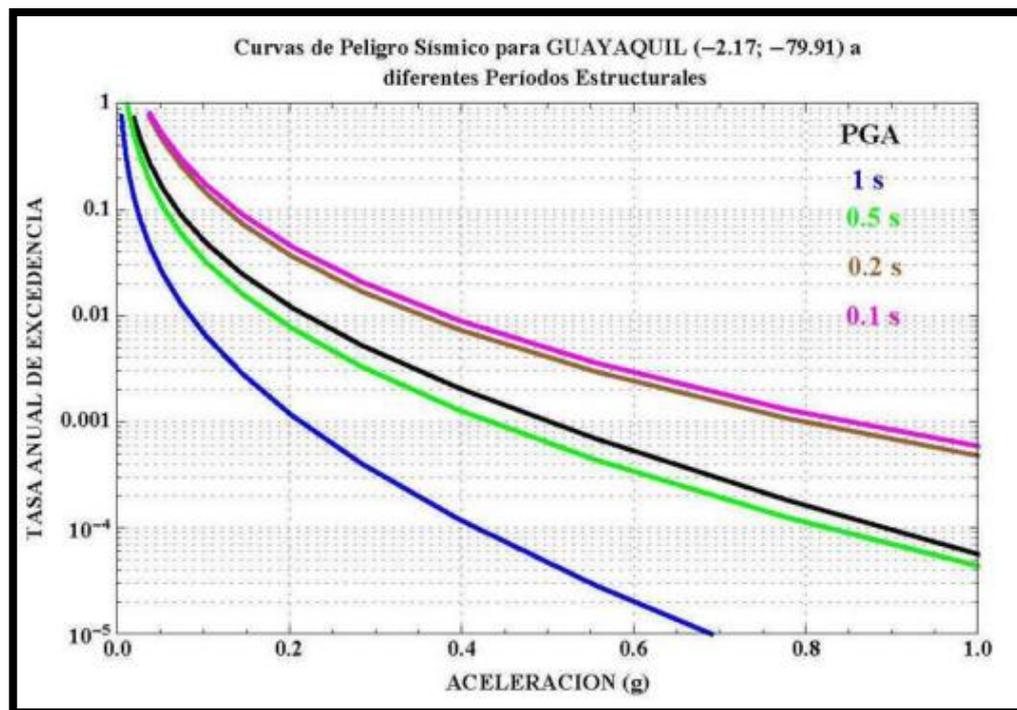


Figura 3.32: Curvas de peligro sísmico para lo zona de Guayaquil.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción

### 3.4 Carga repartida en el piso industrial

De acuerdo a los datos proporcionados, el piso soportará una carga repartida de 5.6 Tn/m<sup>2</sup>, carga que provocará asentamientos individuales al provocado por la estructura.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente estudio, nos muestran a diferentes profundidades la presencia de suelos sedimentarios y residuales que han sido cubiertos por materiales granulares (rellenos), que han permitido la nivelación del

terreno, tal como se describe a continuación.

- Estrato 1.- A nivel superficial se detectó una capa de material granular, descrita como relleno, compuesto por grava, color café algo gris y amarilla, finos arcillo limosos plásticos y medianamente plásticos, tiene un espesor variable de 1.70 a 2.60 m dependiendo de la perforación, compacidad relativa suelta, por lo que deberá ser sometido al proceso constructivo descrito más adelante, clasificación SUCS GC, y GM.
- Estrato 2.- Estrato arcilloso con variable porcentaje de arena fina y de materia orgánica, que alcanza la profundidad estudiada, cuya coloración varía de gris oscura a gris algo verde en función de la profundidad, que en ciertas cotas se estratifica con delgadas capas arena, plástica, consistencia variable medianamente compacta a nivel superficial, que revela un buen comportamiento geo mecánico a blanda en los estratos inferiores que revela su alta compresibilidad al ser sometidos a grandes esfuerzos de contacto; clasificación SUCS CH y CL.

Fin de los sondeos: se mantiene el estrato arcilloso compresible.

Para propósito de identificación de los estratos del suelo, se considera como cota 0.00 la boca de las perforaciones, coincidente con el nivel actual del terreno.

### **3.5 Diseño de los diferentes miembros estructurales que componen la estructura.**

#### **3.5.1 Datos de obra**

##### **3.5.1.1 Normas consideradas**

Fundación: ACI 318M-08

Acero conformado: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: AISC ASD 89

Categoría de uso: Cubiertas

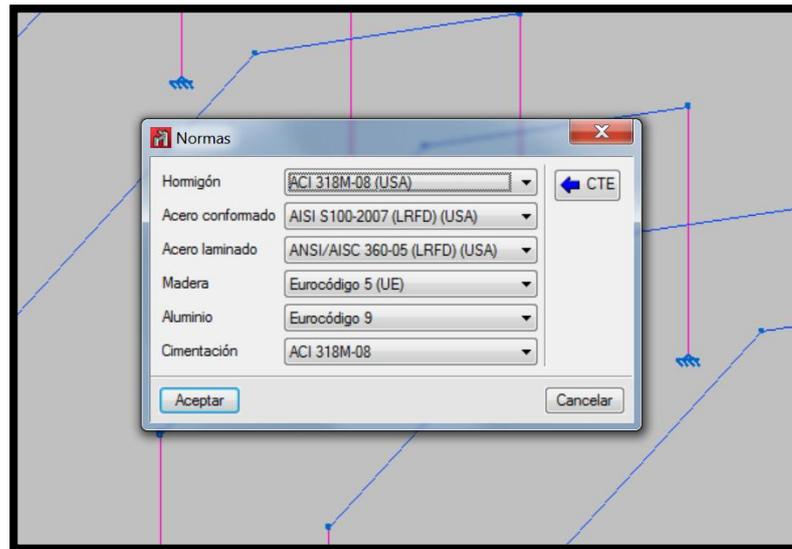


Figura 3.33: Datos cargados en el programa de cálculo.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

### 3.5.1.2 Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ACI 318M-08 ASCE 7
E.L.U. de rotura. Acero conformado	AISI/NASPEC-2007 (LRFD) ASCE 7
Acero laminado Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

### 3.5.1.3 Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Situaciones persistentes o transitorias**

**- Situaciones sísmicas**

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$A_E$  Acción sísmica

$g_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$g_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$g_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$g_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$g_{AE}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica.

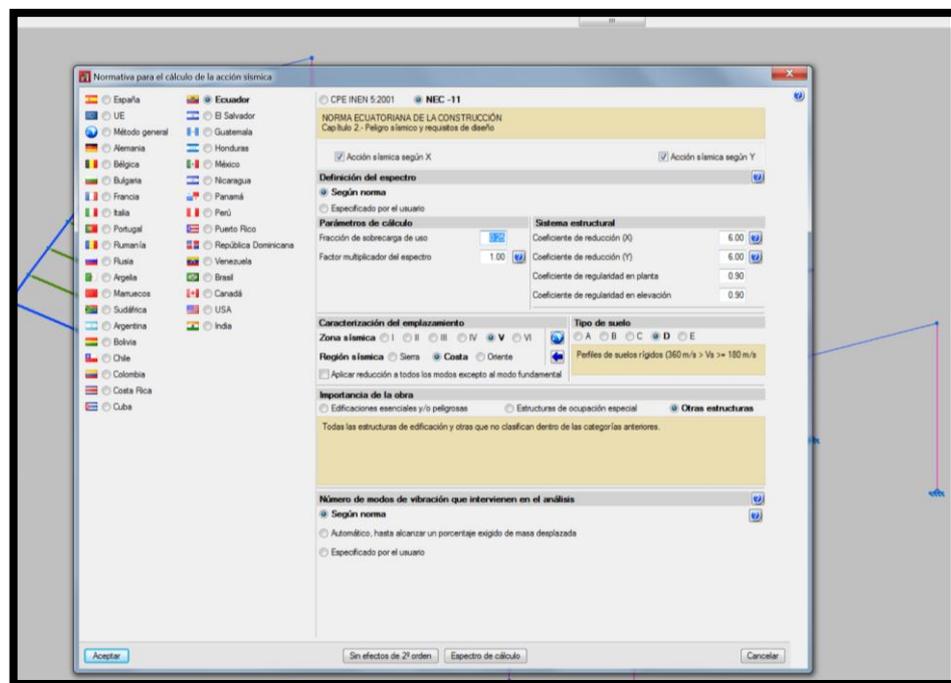


Figura 3.34: Datos cargados con la NEC 11 en el programa de cálculo.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318M-08

E.L.U. de rotura. Acero conformado: AISI S100-2007 (LRFD)

<b>(9-1)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		

<b>(9-2 Lr)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

<b>(9-2 S)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

<b>(9-3 Lr, L)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

<b>(9-3 S, L)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	

	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

<b>(9-3 Lr, W)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

<b>(9-3 S, W)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

<b>(9-4 Lr)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

<b>(9-4 S)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

<b>(9-5)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000
<i>Notas:</i>		
<i>Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.</i>		

<b>(9-6)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		

<b>(9-7)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000
<i>Notas:</i> <i>Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.</i>		

Acero laminado: AISC ASD 89

Tensiones sobre el terreno

<b>Acciones variables sin sismo</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

<b>Sísmica</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

### Desplazamientos

<b>Acciones variables sin sismo</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000

<b>Acciones variables sin sismo</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

<b>Sísmica</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

### 3.5.2 Sismo

Norma utilizada: NEC -11

Norma ecuatoriana de la construcción

Capítulo 2.- Peligro sísmico y requisitos de diseño

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC -11, 2.7.7.6)

#### 3.5.2.1 Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NEC -11, 2.5.2.1): V

Región sísmica (NEC -11, 2.5.3): Costa

Tipo de suelo (NEC -11, 2.5.4.5): D

Sistema estructural

**R<sub>X</sub>**: Factor de reducción (X) (NEC -11, 2.7.2.3) **R<sub>X</sub> : 6.00**

**R<sub>Y</sub>**: Factor de reducción (Y) (NEC -11, 2.7.2.3) **R<sub>Y</sub> : 6.00**

**F<sub>P</sub>**: Coeficiente de regularidad en planta (NEC -11, 2.6.6) **F<sub>P</sub> : 0.90**

**F<sub>E</sub>**: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC -11, 2.6.7) **F<sub>E</sub> : 0.90**

Geometría en altura (NEC -11, 2.7.7.8): Regular

Importancia de la obra (NEC -11, 2.6.4.2): Otras estructuras

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis:

Según norma son:

Fracción de sobrecarga de uso : 0.25

Factor multiplicador del espectro : 1.00

No se realiza análisis de los efectos de 2° orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

### 3.5.3 Estructura

#### 3.5.3.1 Nudos

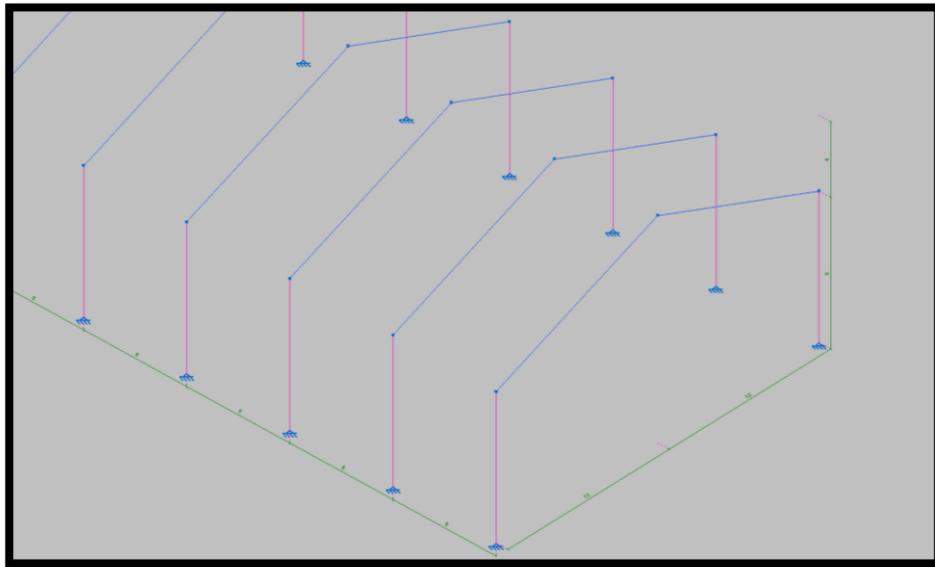


Figura 3.35: Modelación de nudos y barras.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

Referencias:

$D_x, D_y, D_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$q_x, q_y, q_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

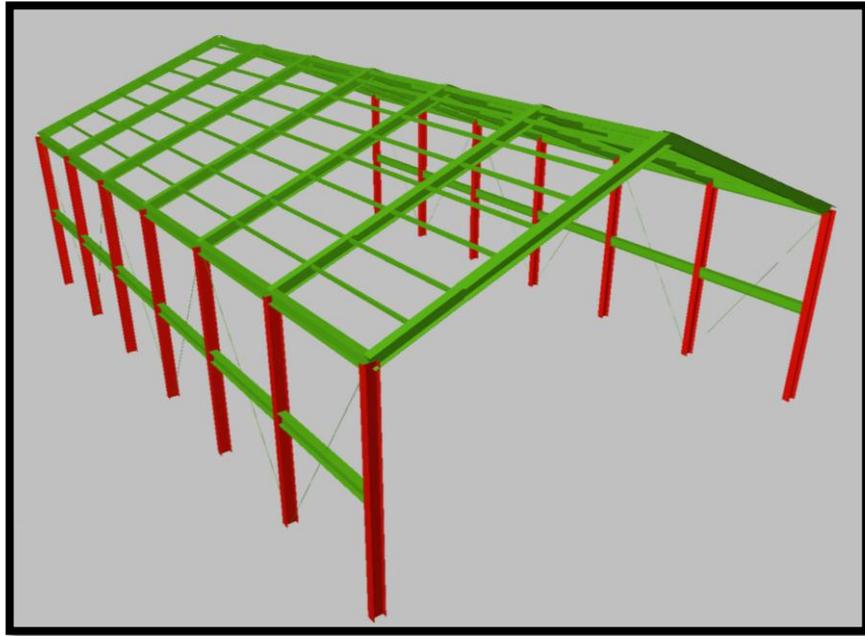


Figura 3.36: Modelación de nudos y barras de la estructura en 3D.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

### 3.5.3.2 Barras

#### 3.5.3.2.1 Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	n	G	$f_y$	$a_t$	G
Tipo	Designación	(kp/cm <sup>2</sup> )		(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(m/m°C)	(t/m <sup>3</sup> )
Acero laminado	A36	2100000.0	0.300	807692.3	2548.4	0.000012	7.850
Acero conformado	ASTM A36 36 ksi	2069317.0	0.300	795891.2	2548.4	0.000012	7.850

*Notación:*  
*E: Módulo de elasticidad*  
*n: Módulo de poisson*  
*G: Módulo de elasticidad transversal*  
 *$f_y$ : Límite elástico*  
 *$a_t$ : Coeficiente de dilatación*  
*g: Peso específico*

### 3.5.3.2.2 Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N6/N7, N11/N12, N16/N17, N21/N22, N26/N27, N31/N32, N2/N32, N32/N41, N2/N40, N27/N46, N22/N45, N17/N44, N12/N43, N7/N42, N99/N100, N4/N34, N34/N172, N4/N173, N29/N121, N24/N119, N19/N117, N14/N115, N9/N113, N106/N107, N3/N106, N8/N108, N13/N109, N18/N110, N23/N111, N28/N112, N33/N107, N106/N4, N107/N34, N108/N9, N109/N14, N110/N19, N111/N24 y N112/N29
2	N41/N35, N40/N5, N46/N30, N45/N25, N44/N20, N43/N15, N42/N10, N172/N35, N173/N5, N121/N30, N119/N25, N117/N20, N115/N15 y N113/N10
3	N112/N34, N33/N112, N28/N107, N107/N29, N23/N110, N18/N111, N110/N24, N111/N19, N18/N109, N13/N110, N109/N19, N110/N14, N8/N106, N3/N108, N106/N9, N108/N4, N31/N105, N26/N100, N100/N27, N105/N32, N21/N103, N16/N104, N103/N22, N104/N17, N16/N102, N11/N103, N102/N17, N103/N12, N6/N99, N1/N101, N99/N7 y N101/N2
4	N36/N37, N38/N39, N52/N53, N54/N55, N56/N57, N58/N59, N60/N61, N62/N63, N148/N154, N155/N161, N162/N163, N164/N165, N166/N167, N168/N169, N171/N170 y N175/N174
5	N87/N136, N84/N133, N85/N134, N86/N135, N88/N137, N59/N169, N58/N168, N177/N32, N176/N2, N178/N27, N179/N22, N180/N17, N181/N12, N182/N7, N183/N34, N184/N4, N185/N29, N186/N24, N187/N19, N188/N14, N189/N9, N176/N177 y N184/N183

Características mecánicas									
Material Tipo	Designación	Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
		2	IAA 250X8_200X 8 (H:300/200)x 8x250x8, (IAA JM) Altura 300.0 / 200.0 mm	58.72	30.00	16.85	6712.7 3	2084. 33	12.5 3

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
		3	VRL 10, (Varilla Redonda Lisa)	0.79	0.71	0.71	0.05	0.05	0.10
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	4	CG 150x50x15x2, (Conformados Correas G)	5.32	1.60	2.93	177.55	16.98	0.07
		5	CG 150x50x15x2, Doble en cajón soldado, (Conformados Correas G) Cordón discontinuo	10.63	3.20	5.87	355.10	170.50	0.14
<p>Notación:            Ref.: Referencia            A: Área de la sección transversal            A<sub>vy</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'            A<sub>vz</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'            I<sub>yy</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'            I<sub>zz</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'            I<sub>t</sub>: Inercia a torsión            Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

### 3.5.3.2.3 Cómputo de superficies

Perfiles de acero: Cómputo de las superficies a pintar					
Tipo	Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Acero laminado	IA JM	IA 300X8_200X8	1.384	274.000	379.216
	IAA JM	IAA 250X8_200X8 (H:300/200)x8x250x8	1.484	108.785	161.436
	Varilla Redonda Lisa	VRL 10	0.031	204.900	6.437

Perfiles de acero: Cómputo de las superficies a pintar					
Tipo	Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
				Subtotal	547.089
Acero conformado	Conformados Correas G	CG 150x50x15x2	0.536	480.000	257.141
		CG 150x50x15x2, Doble en cajón soldado	0.502	103.411	51.932
				Subtotal	309.073
				<b>Total</b>	<b>856.162</b>

### 3.5.4 Resultados

#### 3.5.4.1 Sismo

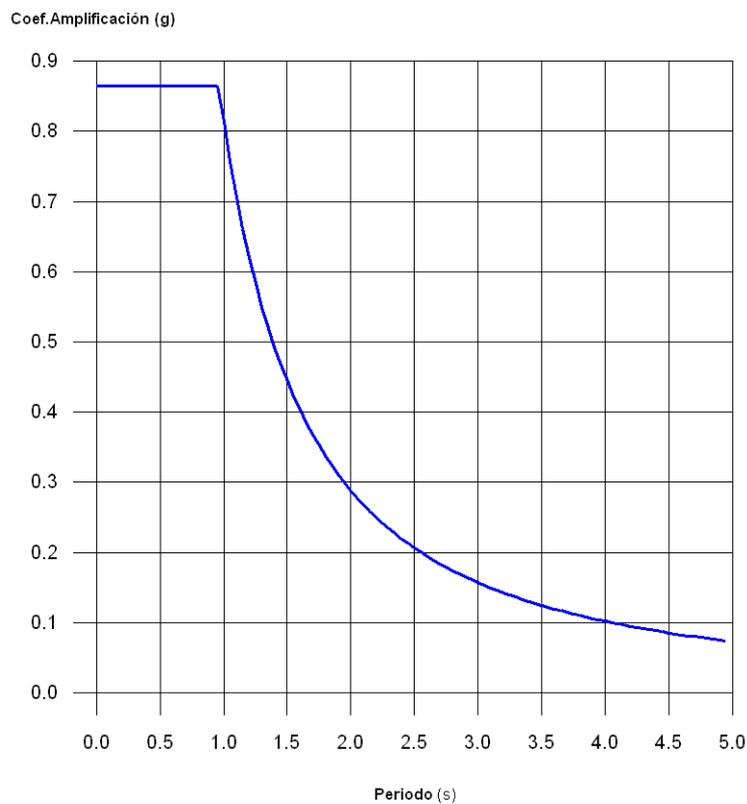
Norma utilizada: NEC -11

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Capítulo 2.- Peligro sísmico y requisitos de diseño

**Método de cálculo:** Análisis modal espectral (NEC -11, 2.7.7.6)

#### 3.5.4.2 Espectro elástico de aceleraciones



**Coefficiente de Amplificación:**

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.864 g.

**Parámetros necesarios para la definición del espectro**

**Z:** Factor de zona (NEC -11, Tabla 2.1) **Z :** 0.40

Zona sísmica (NEC -11, 2.5.2.1): V

**h:** Relación de amplificación espectral (NEC -11, 2.5.5.1) **h :** 1.80

Región sísmica (NEC -11, 2.5.3): Costa

**F<sub>a</sub>:** Factor de sitio (NEC -11, Tabla 2.5) **F<sub>a</sub> :** 1.20

**F<sub>d</sub>:** Factor de sitio (NEC -11, Tabla 2.6) **F<sub>d</sub> :** 1.40

**F<sub>s</sub>:** Factor de sitio (NEC -11, Tabla 2.7) **F<sub>s</sub> :** 1.50

Tipo de suelo (NEC -11, 2.5.4.5): D

Zona sísmica (NEC -11, 2.5.2.1): V

**I:** Factor de importancia (NEC -11, Tabla 2.9) **I :** 1.00

Importancia de la obra (NEC -11, 2.6.4.2): Otras estructuras

**r:** Exponente que define la rama descendente del espectro (NEC -  
11, 2.5.5.1) **r :** 1.50

Tipo de suelo (NEC -11, 2.5.4.5): D

**T<sub>c</sub>:** Periodo límite superior de la rama de aceleración constante del  
espectro (NEC -11, 2.5.5.1) **T<sub>c</sub> :** 0.96 s

### 3.5.4.3 Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ( $R \cdot F_P \cdot F_E$ ) correspondiente a cada dirección de análisis.

#### Factor de comportamiento / Coeficiente de ductilidad

**R<sub>X</sub>**: Factor de reducción (X) (NEC -11, 2.7.2.3)

**R<sub>X</sub>** : 6.00

**R<sub>Y</sub>**: Factor de reducción (Y) (NEC -11, 2.7.2.3)

**R<sub>Y</sub>** : 6.00

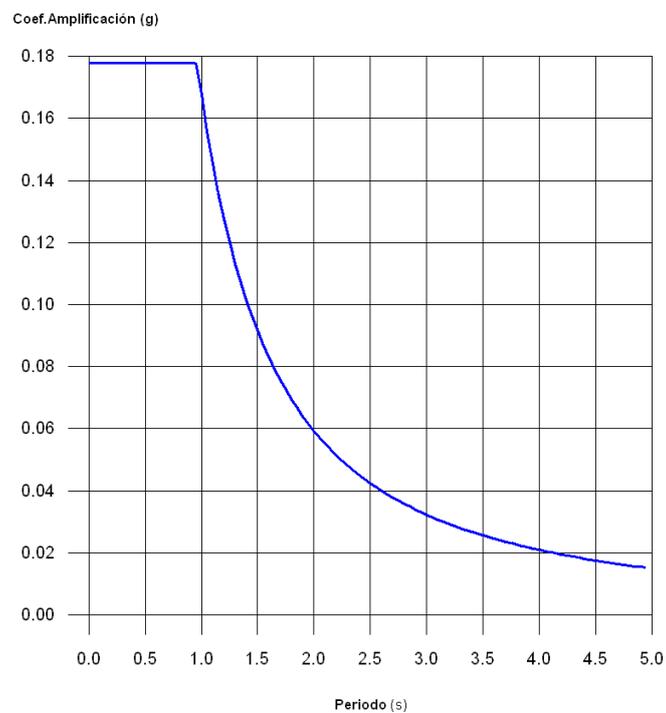
**F<sub>P</sub>**: Coeficiente de regularidad en planta (NEC -11, 2.6.6)

**F<sub>P</sub>** : 0.90

**F<sub>E</sub>**: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC -11, 2.6.7)

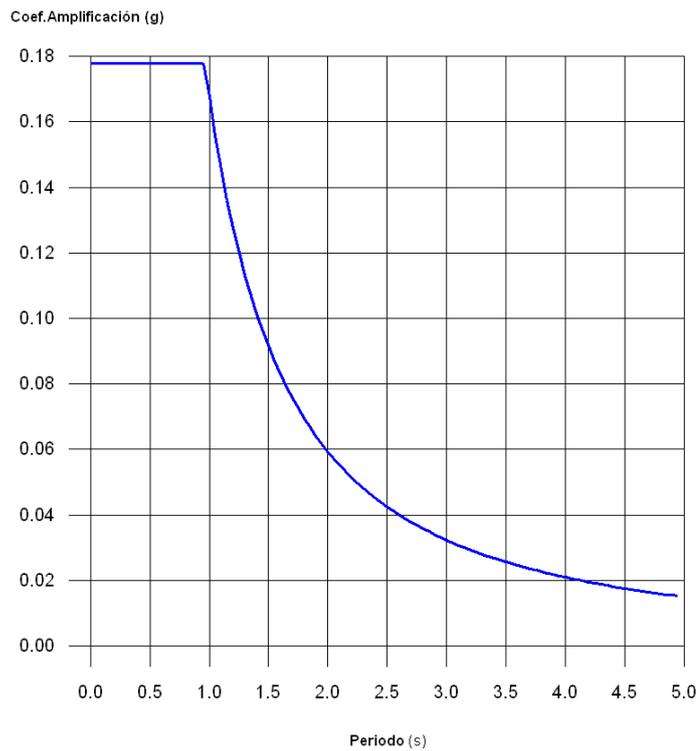
**F<sub>E</sub>** : 0.90

#### Espectro de diseño según X



Dds

Espectro de diseño según Y



3.5.4.4 Coeficientes de participación

Modo	T	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	1.229	0	1	0 %	95.26 %	R = 4.86 A = 1.209 m/s <sup>2</sup> D = 46.283 mm	R = 4.86 A = 1.209 m/s <sup>2</sup> D = 46.283 mm
Modo 2	1.028	0.2459	0.9693	0 %	0 %	R = 4.86 A = 1.581 m/s <sup>2</sup> D = 42.3484 mm	R = 4.86 A = 1.581 m/s <sup>2</sup> D = 42.3484 mm
Modo 3	0.910	1	0	52.79 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 36.5436 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 36.5436 mm
Modo 4	0.591	0.0001	1	0 %	0.14 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 15.406 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 15.406 mm
Modo 5	0.429	0.4361	0.8999	0 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 8.11698 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 8.11698 mm
Modo 6	0.363	0.1859	0.9826	0 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 5.81985 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 5.81985 mm

Modo	T	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 7	0.34 3	0.9997	0.0246	0.0 5 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 5.19049 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 5.19049 mm
Modo 8	0.32 6	0.0426	0.9991	0 %	0.01 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 4.68479 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 4.68479 mm
Modo 9	0.31 6	0.9996	0.0269	0 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 4.41894 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 4.41894 mm
Modo 10	0.31 2	0.1716	0.9852	0 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 4.30042 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 4.30042 mm
Modo 11	0.28 5	1	0.0004	0.4 8 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 3.58057 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 3.58057 mm
Modo 12	0.27 4	0.9901	0.1406	0 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 3.32154 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 3.32154 mm
Modo 13	0.25 1	0.797	0.6039	0 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 2.77344 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 2.77344 mm
Modo 14	0.24 4	0.9404	0.34	0 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 2.62429 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 2.62429 mm
Modo 15	0.24 2	1	0	40. 08 %	0 %	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 2.58587 mm	R = 4.86 A = 1.744 m/s <sup>2</sup> D = 2.58587 mm
Total				93. 4 %	95.41 %		

**T:** Periodo de vibración en segundos.

**L<sub>x</sub>, L<sub>y</sub>:** Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

**M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>:** Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

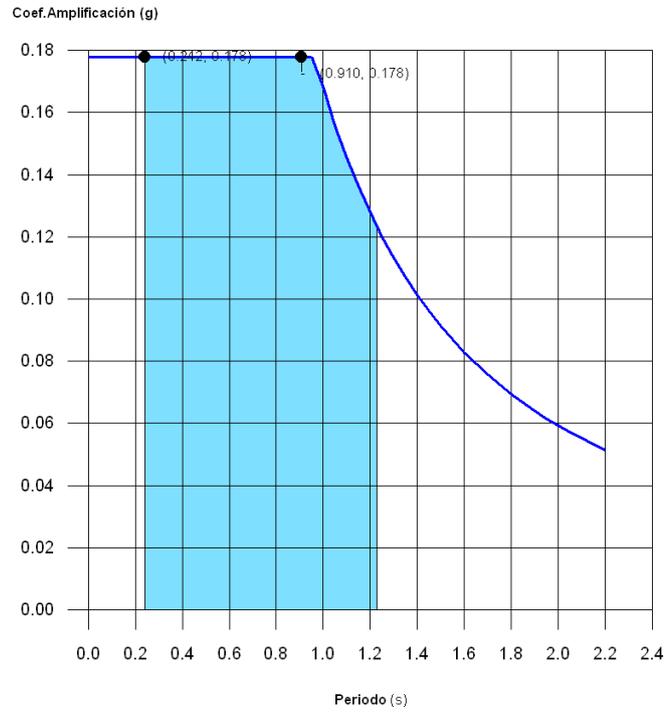
**R:** Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

**A:** Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

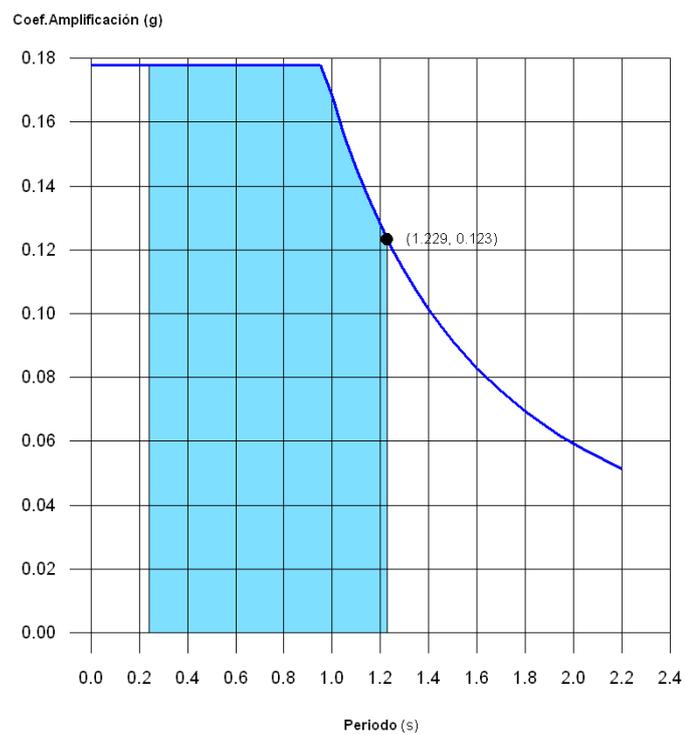
**D:** Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

### 3.5.4.5 Representación de los periodos modales

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Se representa el rango de periodos, abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo X1			Hipótesis Sismo Y1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)	Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 3	0.910	0.178	Modo 1	1.229	0.123
Modo 15	0.242	0.178			

### 3.6 Cimentación

#### 3.6.1 Elementos de cimentación aislados

Referencias	Geometría	Armado
N13, N18, N23, N28, N33, N1, N6, N11, N16, N21, N26, N8, N3 y N31	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 47.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 47.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 95.0 cm Altura: 40.0 cm	X: 3Ø5/8"c/27 Y: 3Ø5/8"c/27

##### 3.6.1.1 Cómputo

Referencias: N13, N18, N23, N28, N33, N1, N6, N11, N16, N21, N26, N8, N3 y N31	Grado 60	Total
Nombre de armado	Ø5/8"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	3x1.87
	Peso (kg)	3x2.92
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	3x1.87
	Peso (kg)	3x2.92
Totales	Longitud (m)	11.22
	Peso (kg)	17.52
Total con desperdicios (10.00%)	Longitud (m)	12.34
	Peso (kg)	19.27

Resumen de cómputo (se incluyen desperdicios de acero)

Elemento	Grado 60 (kg)	Hormigón (m <sup>3</sup> )	
	Ø5/8"	f'c=240	Limpieza
Referencias: N13, N18, N23, N28, N33, N1, N6, N11, N16, N21, N26, N8, N3 y N31	14x19.27	14x0.36	14x0.09
Totales	269.78	5.05	1.26

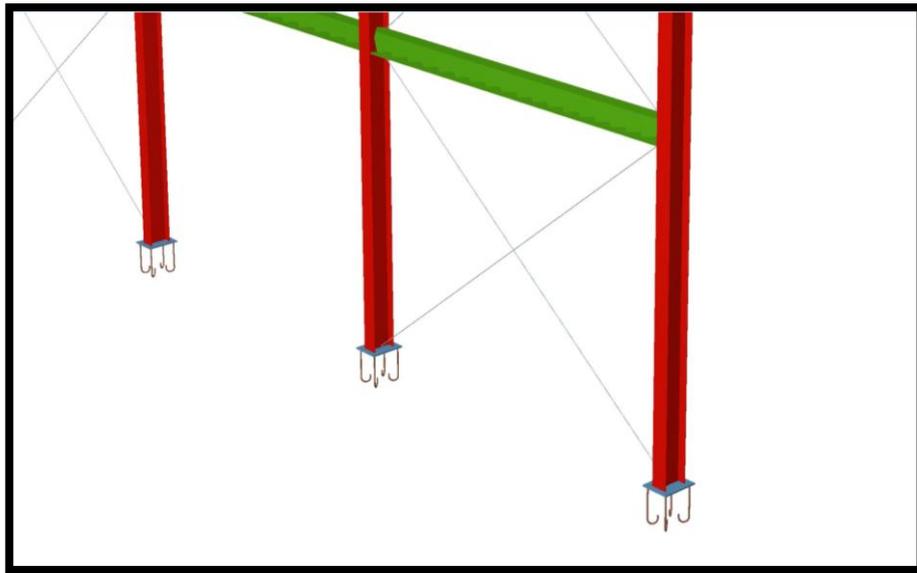


Figura 3.37: Modelación de placa de anclaje.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

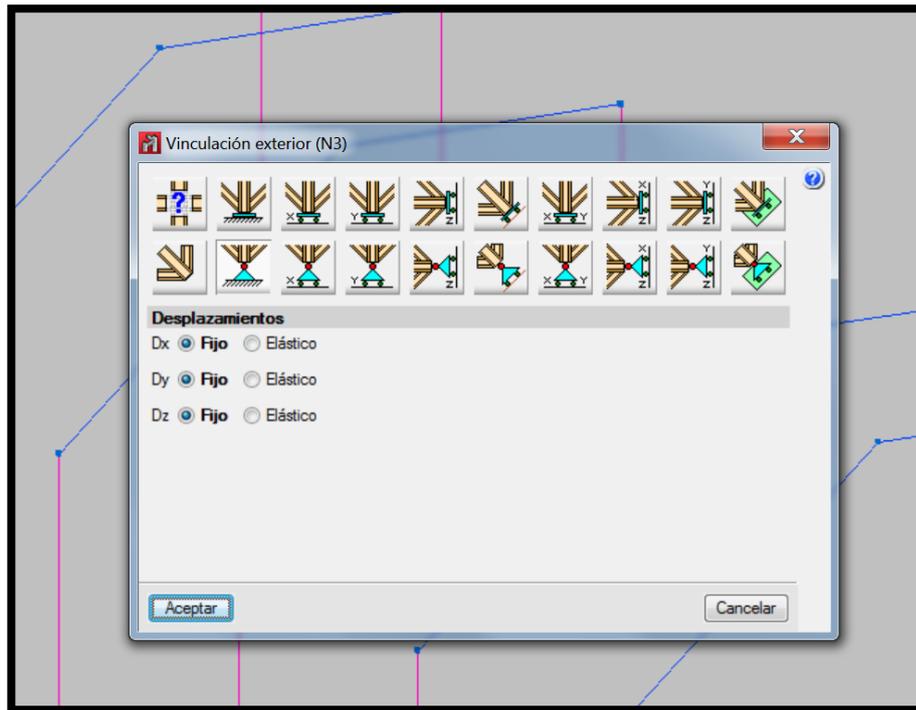


Figura 3.38: Modelación zapata rectangular excéntrica.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

### 3.6.2 Vigas

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N1-N6], C [N6-N11], C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26] y C [N26-N31]	Ancho: 40.0 cm Altura: 40.0 cm	Superior: 2Ø5/8" Inferior: 2Ø5/8" Estribos: 1xØ3/8"c/20

#### 3.6.2.1 Cómputo

Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N1-N6], C [N6-N11], C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26] y C [N26-N31]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø5/8"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.60	11.20
	Peso (kg)		2x8.75	17.50
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.60	11.20
	Peso (kg)		2x8.75	17.50

Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N1-N6], C [N6-N11], C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26] y C [N26-N31]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø5/8"	
Armado viga – Estribo	Longitud (m)	22x1.35		29.70
	Peso (kg)	22x0.76		16.62
Totales	Longitud (m)	29.70	22.40	51.62
	Peso (kg)	16.62	35.00	
Total con desperdicios (10.00%)	Longitud (m)	32.67	24.64	56.78
	Peso (kg)	18.28	38.50	

Resumen de cómputo (se incluyen desperdicios de acero)

Elemento	Grado 60 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø3/8"	Ø5/8"	Total	f'c=240	Limpieza
Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N1-N6], C [N6-N11], C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26] y C [N26-N31]	12x18.28	12x38.50	681.36	12x0.65	12x0.16
Totales	219.36	462.00	681.36	7.78	1.94



Resumen de cómputo												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Mate rial (m)	Per fil (m <sup>3</sup> )	Ser ie (m <sup>3</sup> )	Ma teri al (m <sup>3</sup> )	Perfi l (kg)	Serie (kg)	Materi al (kg)
Acero conformado						583.411			0.365			2866.69

#### 4.1.1 Cómputo de superficies

Perfiles de acero: Cómputo de las superficies a pintar					
Tipo	Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Acero laminado	IA JM	IA 300X8_200X8	1.384	274.000	379.216
	IAA JM	IAA 250X8_200X8 (H:300/200)x8x250x8	1.484	108.785	161.436
	Varilla Redonda Lisa	VRL 10	0.031	204.900	6.437
	Subtotal				547.089
Acero conformado	Conformados Correas G	CG 150x50x15x2	0.536	480.000	257.141
		CG 150x50x15x2, Doble en cajón soldado	0.502	103.411	51.932
	Subtotal				309.073
<b>Total</b>					<b>856.162</b>

#### 4.2 Presupuesto referencial de la estructura

PRESUPUESTO DE ESTRUCTURA, HORMIGON Y CUBIERTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	15,55	3,40	52,87
Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> de planta	m3	15,55	171,00	2.659,05
Acero de refuerzo, fy=4200Kg/cm <sup>2</sup>	kg	951,00	1,99	1.892,49
Acero estructural laminado y conformado	kg	19.777,19	2,56	50.629,61

Cubierta con planchas de galvalume	m2	292,50	6,91	2.021,18
<b>TOTAL</b>				<b>57.255,19</b>

### 4.3 Secuencia de montaje

La clave para que la estructura sea eficaz en su montaje, se da primero en el izaje de su malla de columnas, ya que una vez colocada las mismas, las vigas se asentarán en el piso en hilera para su rápido y secuencial montaje, esto da un beneficio grande a este tipo de estructuras ya que en la construcción muchas veces el tiempo es el mayor problema con las entidades contratantes.

Mediante gráficos mostraremos la secuencia de montaje de nuestra estructura.

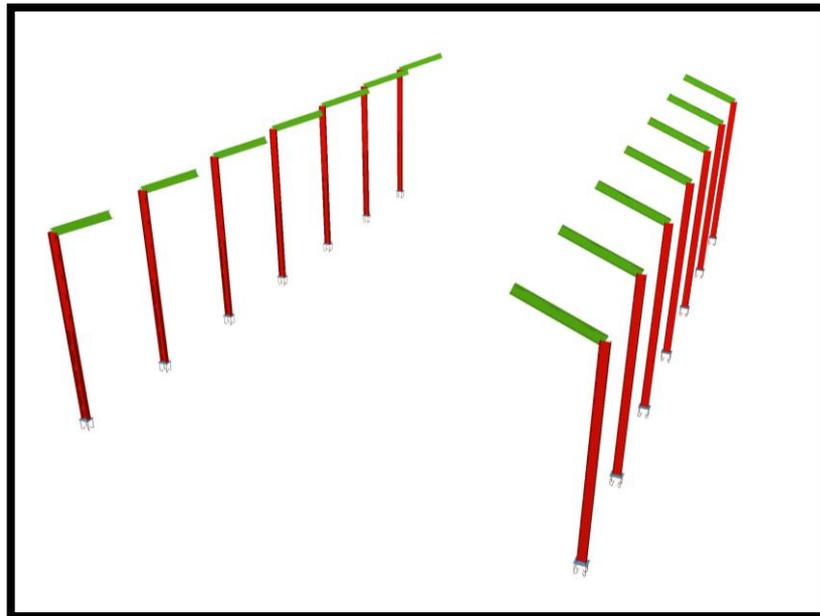


Figura 4.39: Colocación de columnas.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

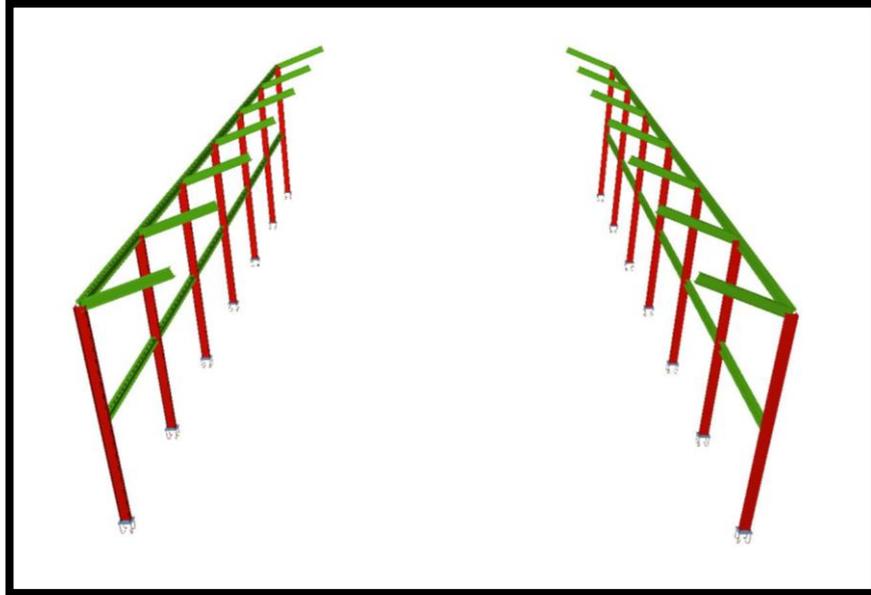


Figura 4.40: Colocación de vigas de amarre a columnas.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

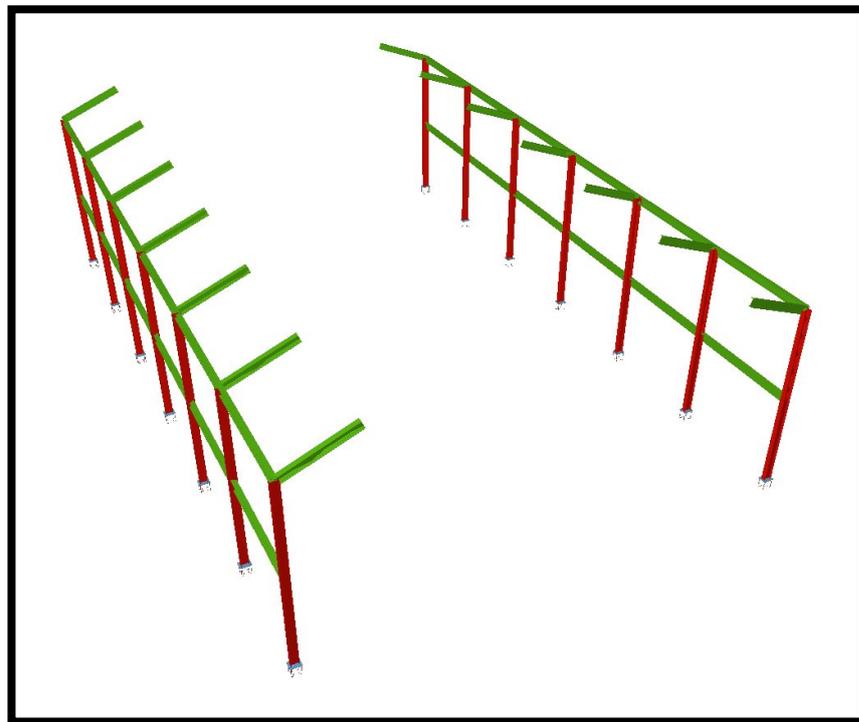


Figura 4.41: Colocación de vigas de amarre a columnas.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

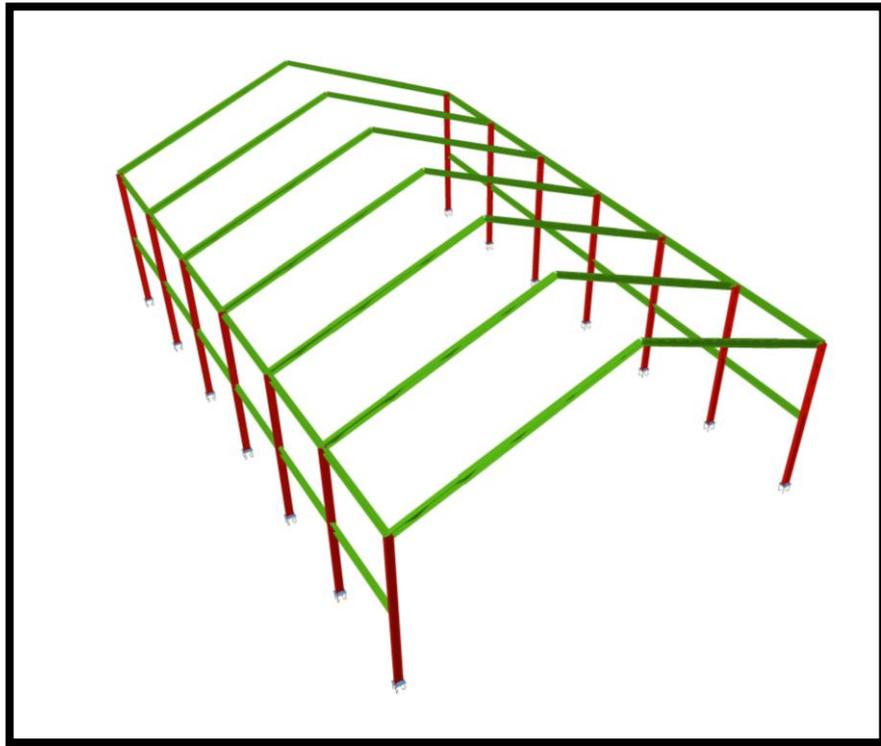


Figura 4.42: Colocación de tirantes principales.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

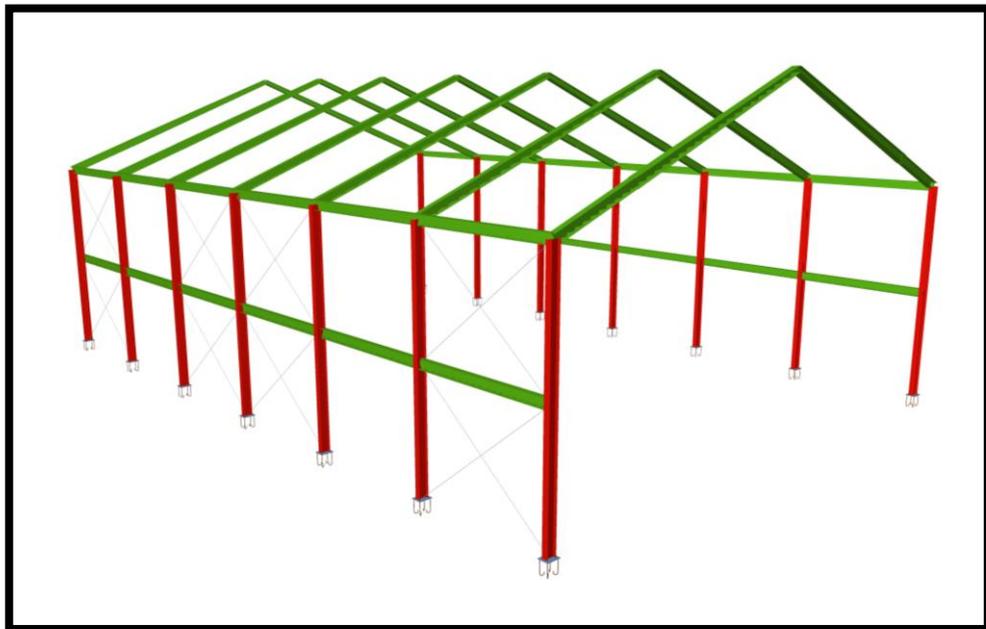


Figura 4.43: Colocación tensores de acero en pórticos.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

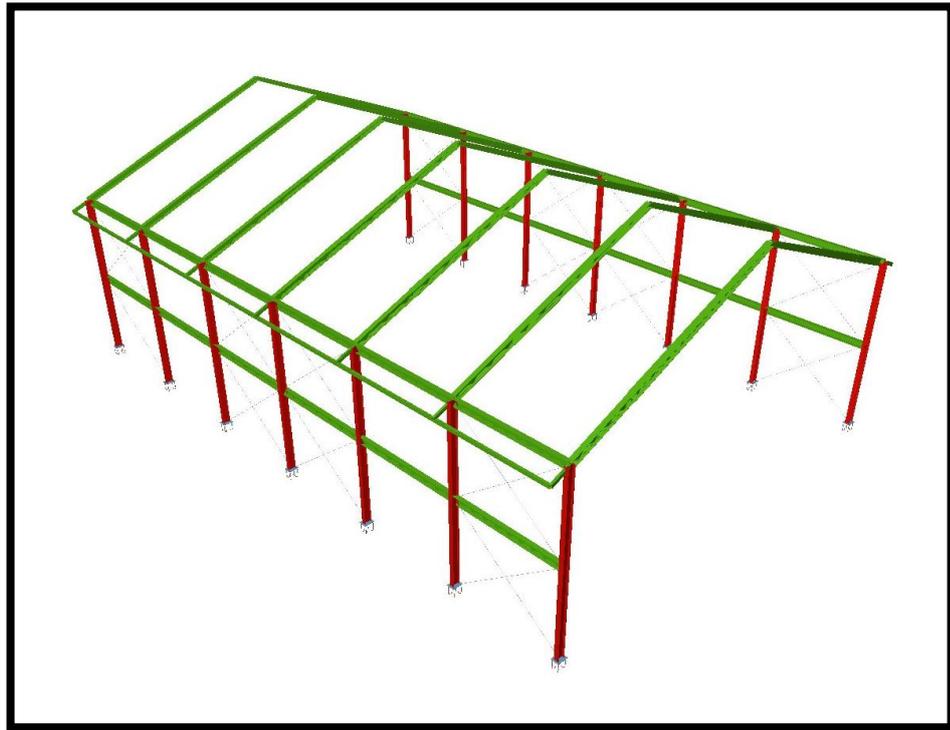


Figura 4.44: Colocación de aleros.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

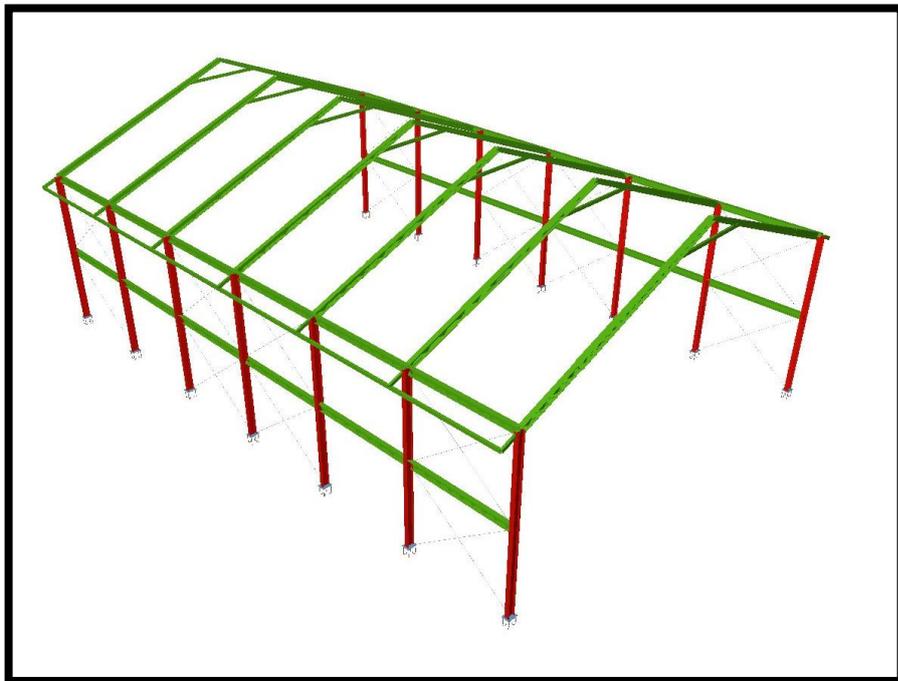


Figura 4.45: Colocación de refuerzo en cumbreros.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

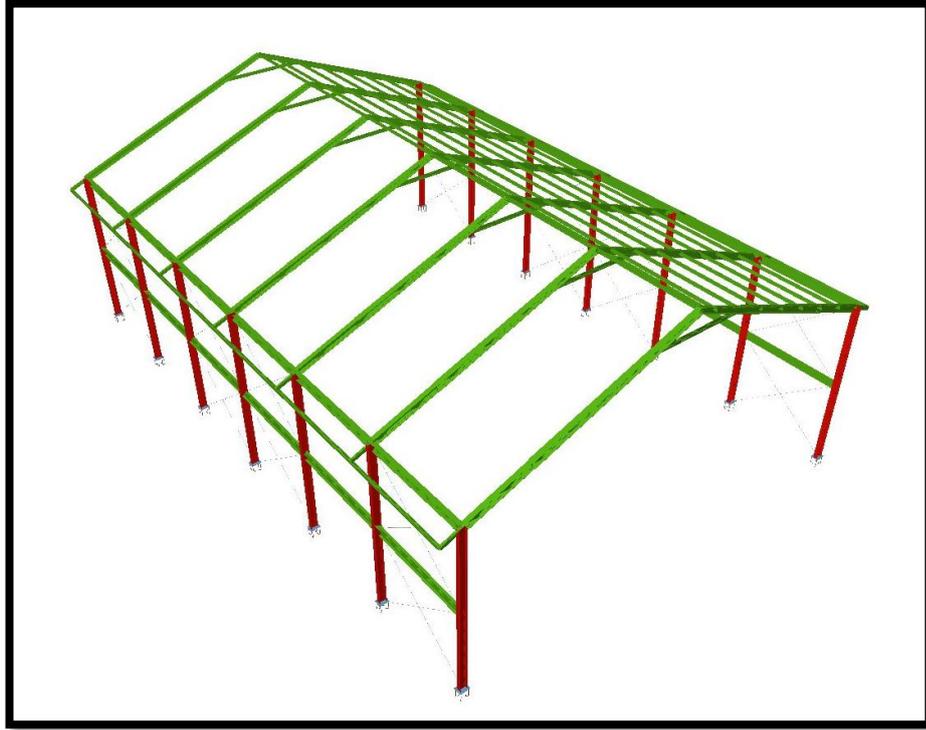


Figura 4.46: Colocación de correas.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

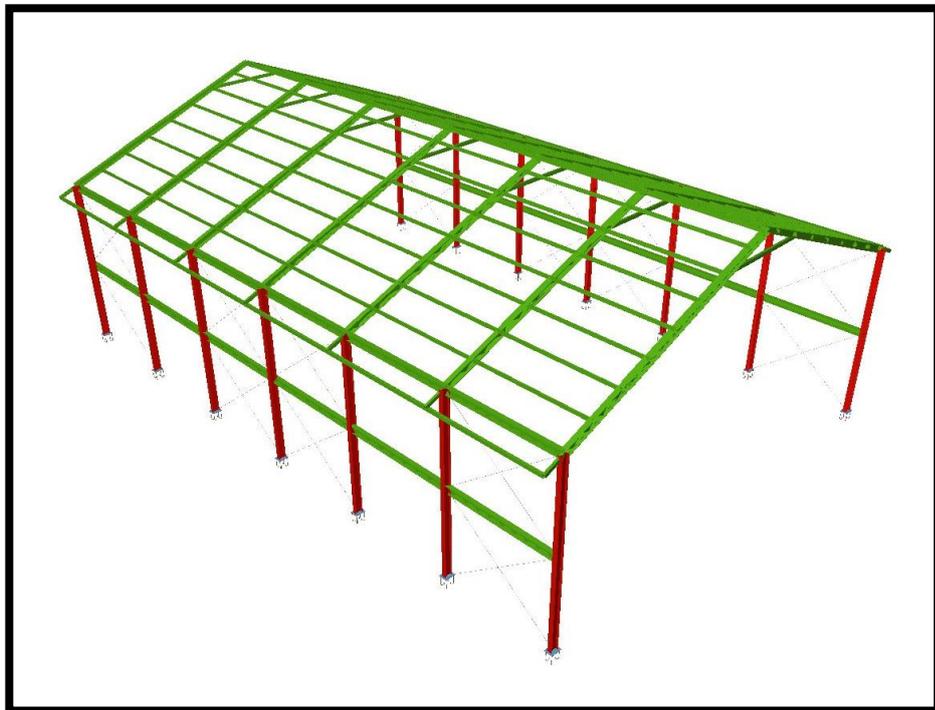


Figura 4.47: Colocación de correas.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

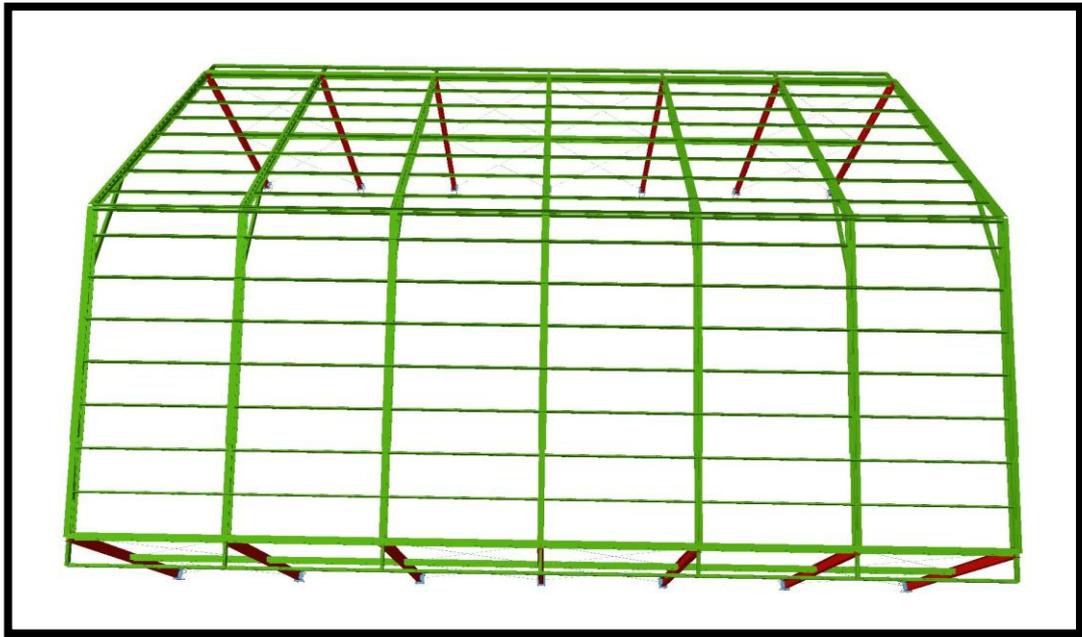


Figura 4.48: Vista aérea de la estructura.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

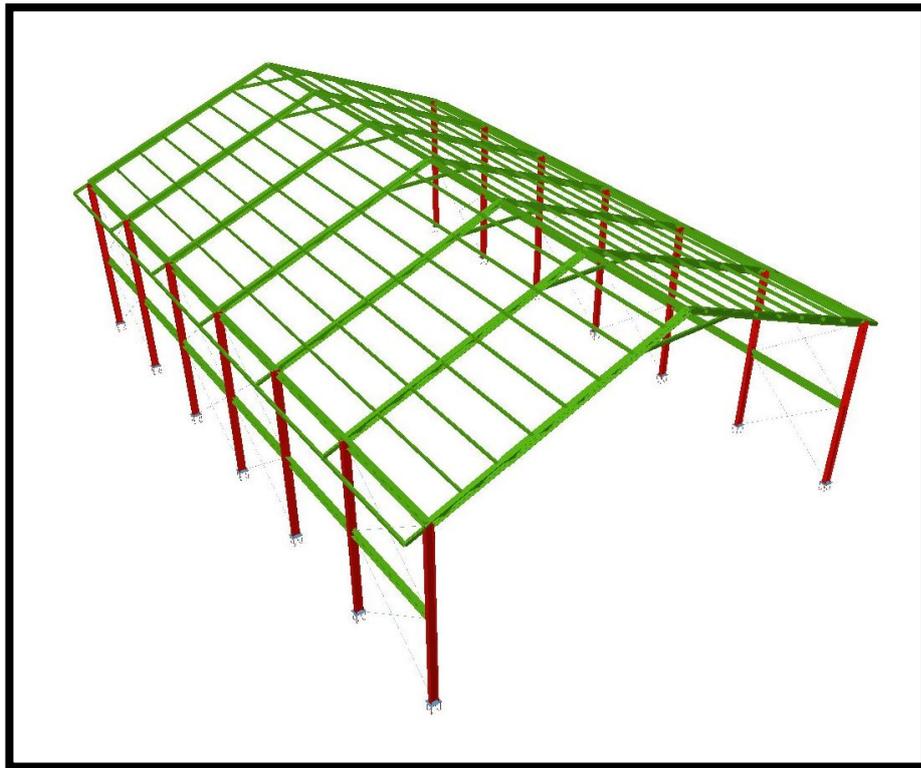


Figura 4.49: Vista lateral de la estructura.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

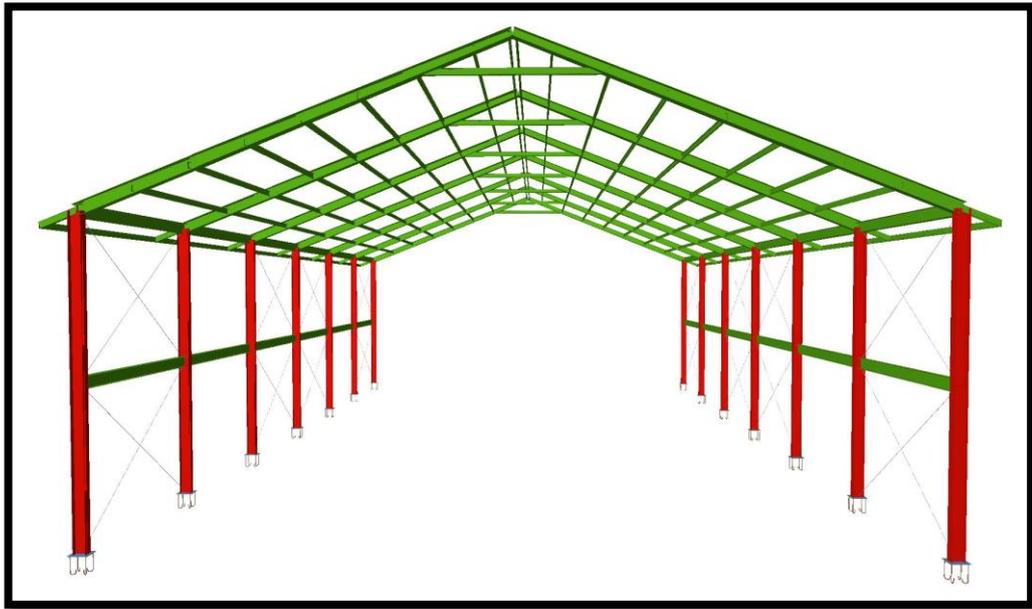


Figura 4.50: Vista frontal de la estructura.

Fuente: Autor, Cype Ingenieros

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

- Como se pudo observar a lo largo de todo el análisis realizado para seccionar la estructura de acero, el resultado nos da un dimensionamiento óptimo y necesario para que el funcionamiento de la estructura, ya fuese con agentes externos que intenten desequilibrarla o no, la estructura actúe de la forma más estable posible. El análisis del sector de emplazamiento es uno de los aspectos más importantes, ya que los datos que nos proporcionan los valores del suelo, que son los principales parámetros a introducir para el cálculo de nuestra estructura, son el hincapié para iniciar con datos veraces el cálculo. Toda la zona aledaña a nuestro lugar de emplazamiento, Durán, es destinado a fábricas, industrias, negocios que requieren de estructuras relativamente amplias, donde las luces libres son la clave para el funcionamiento funcional de las mismas. Al realizar estructuras de acero con miembros estructurales a sección llena, no solamente ganamos la construcción de amplias zonas sino también el tiempo de montaje que es un equivalente al dinero del cliente o entidad contratante, ya que el mismo al venir dimensionado exactamente desde la fábrica, se lo arma de una manera relativamente veloz uniéndolos mediante cordones de suelda, lo que permite ajustarse en sitio y continuar con el izaje de los siguientes ejes. Con este nuevo sistema implementado en la costa de nuestro país, lo que se pretende es poder utilizar este tipo de sistema en nuestro medio; fomentar, informar, educar, y sobre todo orientar a las personas sobre lo conveniente que es utilizar este tipo de estructura, ya que puede constituir un ahorrador significativo la construcción de futuros proyectos.

**Recomendaciones:**

- Toda estructura, por más irrelevante y pequeña que sea tiene que pasar por una serie de análisis para su posterior construcción. En nuestro medio en muchos de los casos las estructuras se implantan basándose en la experiencia, en los cuales no se analizan ciertos valores sísmicos, que en el momento de que este desastre ocurriría en nuestras ciudades podría llegar al fracaso de la estructura. Ante todo esto, lo más recomendable es utilizar valores mínimos que la Norma ecuatoriana de la construcción presente en sus bases. De igual manera en la construcción y montaje de las estructuras, se lo debe realizar con personal técnicamente calificado para que el izaje, empalme y soldadura de los miembros estructurales y que cumplan con las características que en ellos impliquen la seguridad y estabilidad de los pórticos. Se exige por parte de prevención de riesgos, el uso de todos los implementos de seguridad en su área de trabajo: casco, guantes, gafas para soldar, arnés de seguridad para trabajar en altura y zapatos punta de acero para la caída o golpe con cualquier objeto contundente. Cuando se trata de obras de infraestructura debemos regirnos al manual de seguridad y salud ocupacional en el trabajo; para cumplir con toda la normativa legal en lo que se refiere a la seguridad de los trabajadores.

## BIBLIOGRAFÍA

- MINISTERIO de desarrollo urbano y vivienda, Cámara de la industria de la construcción; Norma Ecuatoriana de la Construcción, Capítulo Estructura de acero, Capítulo Cargas no sísmicas, Capítulo Peligro Sísmico y Capítulo Riesgo Sísmico.  
<http://www.normaconstruccion.ec/>
- INSTITUTO Geofísico de la Escuela Politécnica. (2014). *Informe anual 2013*  
<http://www.igepn.edu.ec/>
- AMERICAN Society of civil engineers ASCE. (2010). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. Reston, Virginia.
- MCCORMAC Jack C. (2008). *Diseño de Estructuras de Acero Parte 1*. La Habana: Felix Varela.

**ANEXOS**