

Quito, 20 de abril de 2021

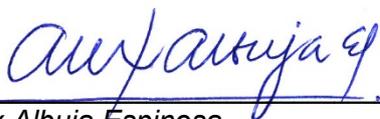
Ing.  
Juan Pablo Coronel  
CONSTRUECUADOR  
Presente. -

*Reciba un cordial saludo, adjunto a la presente se encuentra la memoria estructural de la Agencia 24 de mayo ubicada en el Centro Histórico de la Ciudad de Quito, la cual ha sido actualizada según las modificaciones que se implementaron en obra y que fueron realizadas bajo mi supervisión durante el proceso de construcción.*

*Las modificaciones realizadas a la estructura fueron en su tiempo analizadas y realizadas las verificaciones estructurales de acuerdo con los cambios arquitectónicos que se presentaron en obra.*

*Por medio de este documento y de la memoria estructural, certifico que el inmueble construido en la esquina de las calles García Moreno y Morales cumple con todos los requerimientos de la normativa estructural NEC 2015 del cual soy el responsable del análisis y diseño estructural, así como de la verificación en obra y la implementación de los cambios en obra.*

Atentamente,

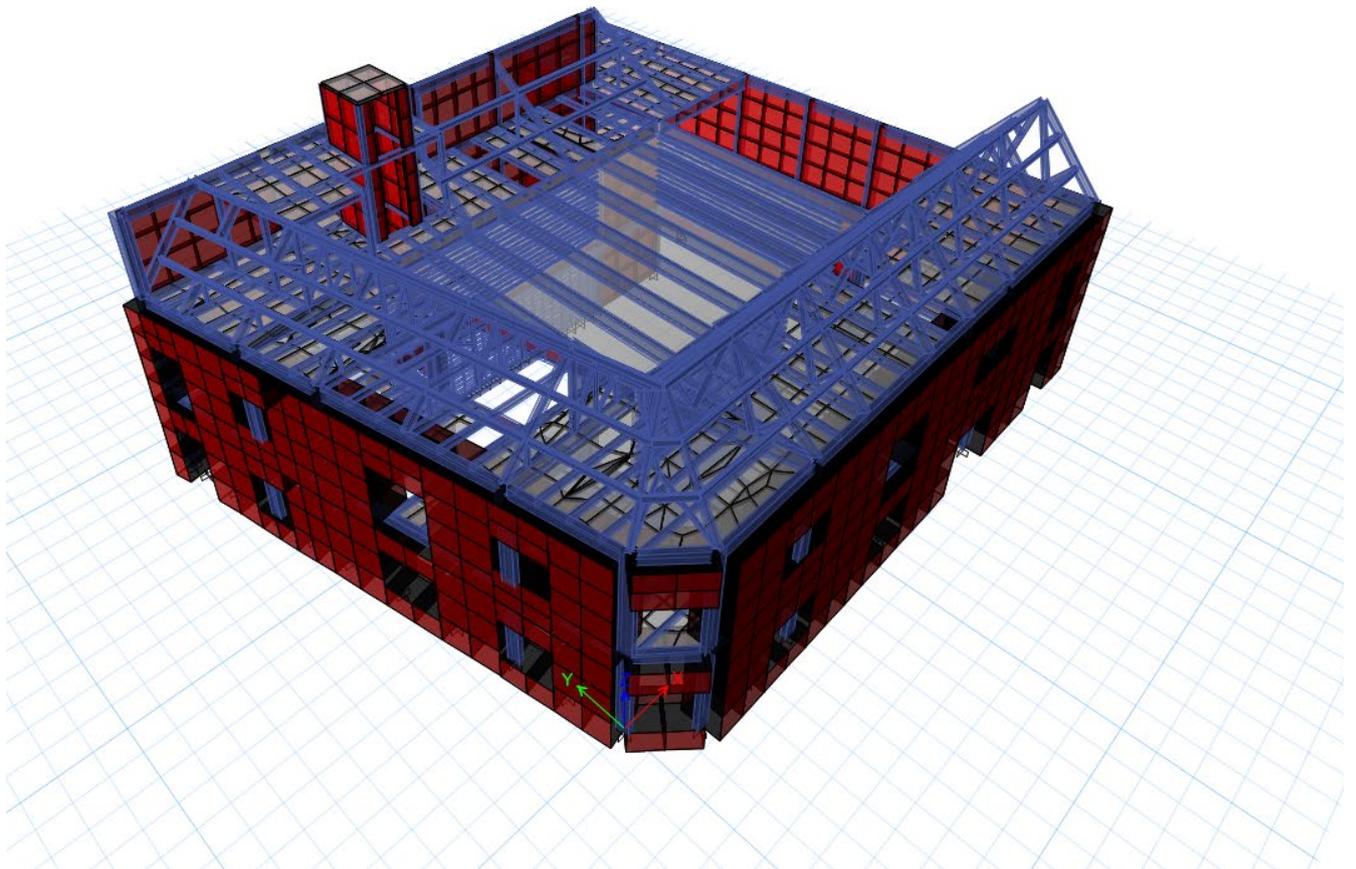


---

Alex Albuja Espinosa  
Ingeniero Civil  
Master en Ingeniería Estructural  
Master en Conservación y Restauración  
del Patrimonio Arquitectónico y Urbano

**MEMORIA DE ANÁLISIS Y DISEÑO**  
**ESTRUCTURAL PROYECTO MODIFICATORIO**

**AGENCIA BANCO PICHINCHA "24 DE MAYO"**



---

**Preparado para:** CONSTRUECUADOR S.A.

**Fecha:** Abril de 2021

**Versión:** 06

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>MEMORIA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL .....</b>	<b>2</b>
<i>AGENCIA BANCO PICHINCHA "24 DE MAYO" .....</i>	<i>2</i>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>3</b>
<b>TABLA DE FIGURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1. <i>Descripción del Proyecto .....</i>	<i>5</i>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL .....</b>	<b>5</b>
2.1. <i>Descripción General .....</i>	<i>5</i>
2.2. <i>Sistemas de Entrepiso .....</i>	<i>6</i>
2.3. <i>Sistema para cargas de gravedad y laterales .....</i>	<i>6</i>
<b>3. CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL .....</b>	<b>7</b>
3.1. <i>Normas y Códigos .....</i>	<i>7</i>
<b>3.1.1. Normas Ecuatorianas (Versión Enero-2015) .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2. Normas y Códigos Internacionales .....</b>	<b>8</b>
3.2. <i>Materiales .....</i>	<i>8</i>
<b>3.2.1. Concreto .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.2. Acero de Refuerzo .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.3. Acero .....</b>	<b>8</b>
3.3. <i>Cargas de Diseño .....</i>	<i>8</i>
<b>3.3.1. Cargas Muertas Debidas a Peso Propio de la Estructura .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3.2. Sobrecargas .....</b>	<b>9</b>
<b>4. RIESGO SÍSMICO – ESPECTRO DE DISEÑO .....</b>	<b>9</b>
4.1. <i>Zona Sísmica y Factor de Zona .....</i>	<i>9</i>
4.2. <i>Carga Sísmica reactiva W .....</i>	<i>12</i>
4.3. <i>Parámetros para Método de Análisis Dinámico Modal .....</i>	<i>12</i>
4.4. <i>Revisión de desplazamientos laterales .....</i>	<i>13</i>
4.5. <i>Consideraciones de cargas .....</i>	<i>14</i>
4.6. <i>Cimentación .....</i>	<i>14</i>
<b>5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....</b>	<b>14</b>
5.1. <i>Descripción del Análisis Estructural .....</i>	<i>14</i>
5.2. <i>Materiales .....</i>	<i>15</i>
5.3. <i>Elementos estructurales .....</i>	<i>16</i>
- <i>Vigas .....</i>	<i>16</i>
- <i>Columnas .....</i>	<i>16</i>
- <i>Losas Deck Metálico .....</i>	<i>16</i>
- <i>Cerchas .....</i>	<i>16</i>

-	Cubiertas .....	16
5.4.	Cargas .....	16
-	Cargas muertas .....	16
-	Cargas uniformemente distribuidas por unidad de área .....	16
-	Cargas lineales .....	16
-	Cargas uniformemente distribuidas por ancho cooperante .....	17
5.5.	Resultados del análisis estructural .....	17
5.5.1.	Derivas de piso .....	17
<b>6.</b>	<b>DISEÑO ESTRUCTURAL .....</b>	<b>17</b>
	<b>EVIDENCIAS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL .....</b>	<b>18</b>
1M.	TIPO DE CARGAS USADAS .....	19
2M.	PORCENTAJE DE CORTE BASAL .....	19
3M.	CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS APLICADAS .....	20
4M.	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES .....	21
5M.	COMBINACIONES DE CARGAS USADAS .....	24
6M.	SECCIONES USADAS EN EL MODELO .....	25
7M.	TABLA AUTO SEISMIC – USER COEFFICIENTS .....	35
8M.	CUADROS DE MODOS DE VIBRACIÓN .....	35
9M.	GRÁFICA DE DERIVAS FINALES .....	36
10M.	GRÁFICA DE DESPLAZAMIENTOS .....	36
11M.	DISEÑO DE COLUMNAS, VIGAS Y CERCHAS .....	37
12M.	DIAGRAMAS: AXIAL, CORTE Y MOMENTOS (1.2D+1.6L) .....	40
13M.	DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN .....	41
14M.	ESTRUCTURAS – INTERVENCION DE CONSTRUCCIONES PATRIMONIALES DE TIERRA CRUDA – EVALUACION DE ESFUERZOS ADMISIBLES .....	41

## **TABLA DE FIGURAS**

Figura 1.1.1.	Ubicación del Proyecto .....	5
Figura 2.1.1.	Sistema Estructural de la Edificación .....	6
Figura 2.2.1.	Sistema de Entrepiso (Losa Deck Metálico) .....	6
Figura 2.3.1.	Sistema de pórticos espaciales sismo-resistentes, de acero laminado en caliente ....	7
Figura 4.1.1.	Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño .....	10
Figura 4.3.1	Espectro Inelástico de Diseño Sísmico .....	12
Figura 4.3.2	Espectro Elástico de Diseño Sísmico .....	13
Figura 5.1.1.	Vista 3D de Modelo Estructural .....	15

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción del Proyecto

El proyecto se denomina AGENCIA BANCO PICHINCHA “24 DE MAYO” se encuentra localizado en la calle García Moreno y Juan de Dios Morales, cantón Quito, en la ciudad de Quito, en la provincia de Pichincha.

El proyecto está destinado a áreas de oficinas, sala de reuniones, cajeros, bóveda, restaurante y consta de planta baja, planta alta, cubierta con cerchas y planta de tapa grada, la altura es de aproximadamente de 3.64 metros de entrepisos y total de 12.90 metros.

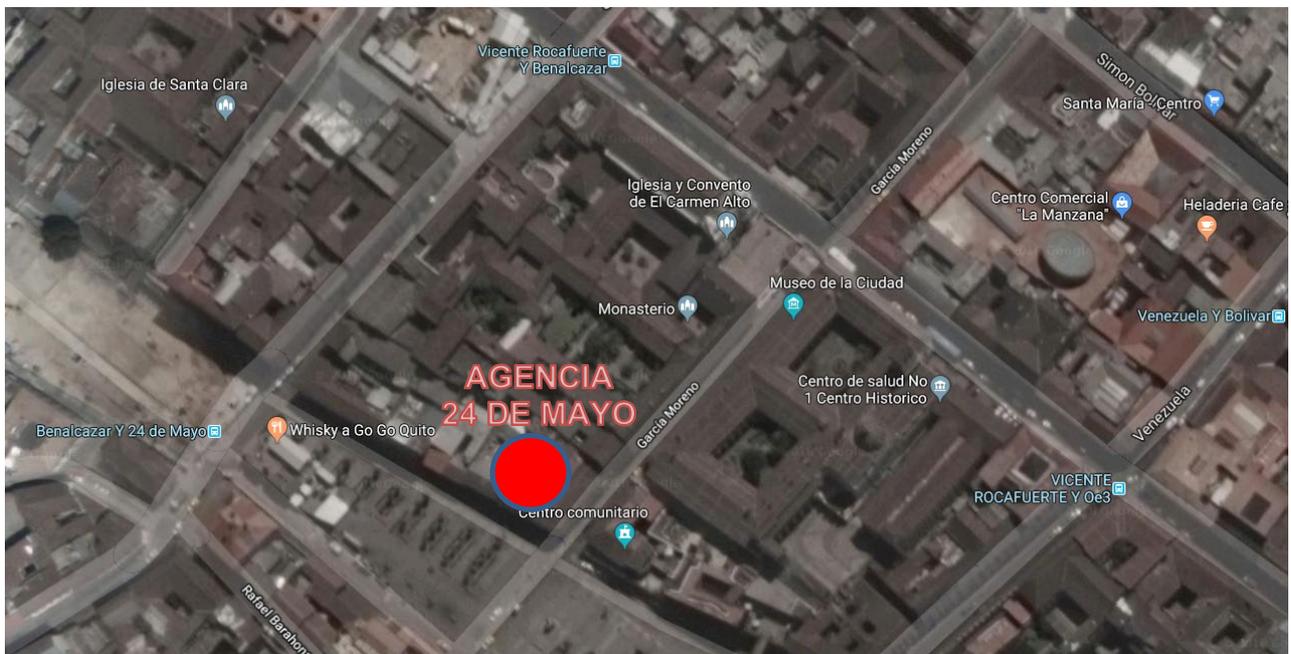


Figura 1.1.1. Ubicación del Proyecto

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

### 2.1. Descripción General

El sistema estructural consistirá básicamente de pórticos espaciales sismo – resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas, formadas por vigas principales, vigas secundarias, columnas y cerchas, los cuales son diseñados para resistir de manera adecuada tanto las cargas verticales debidas al peso de la estructura y al uso de la misma, así como cargas laterales debidas a sismos y viento. El sistema fundamental de entrepiso estará formado por losas deck metálico. El sistema resultante, proporciona una gran flexibilidad para el proyecto arquitectónico.

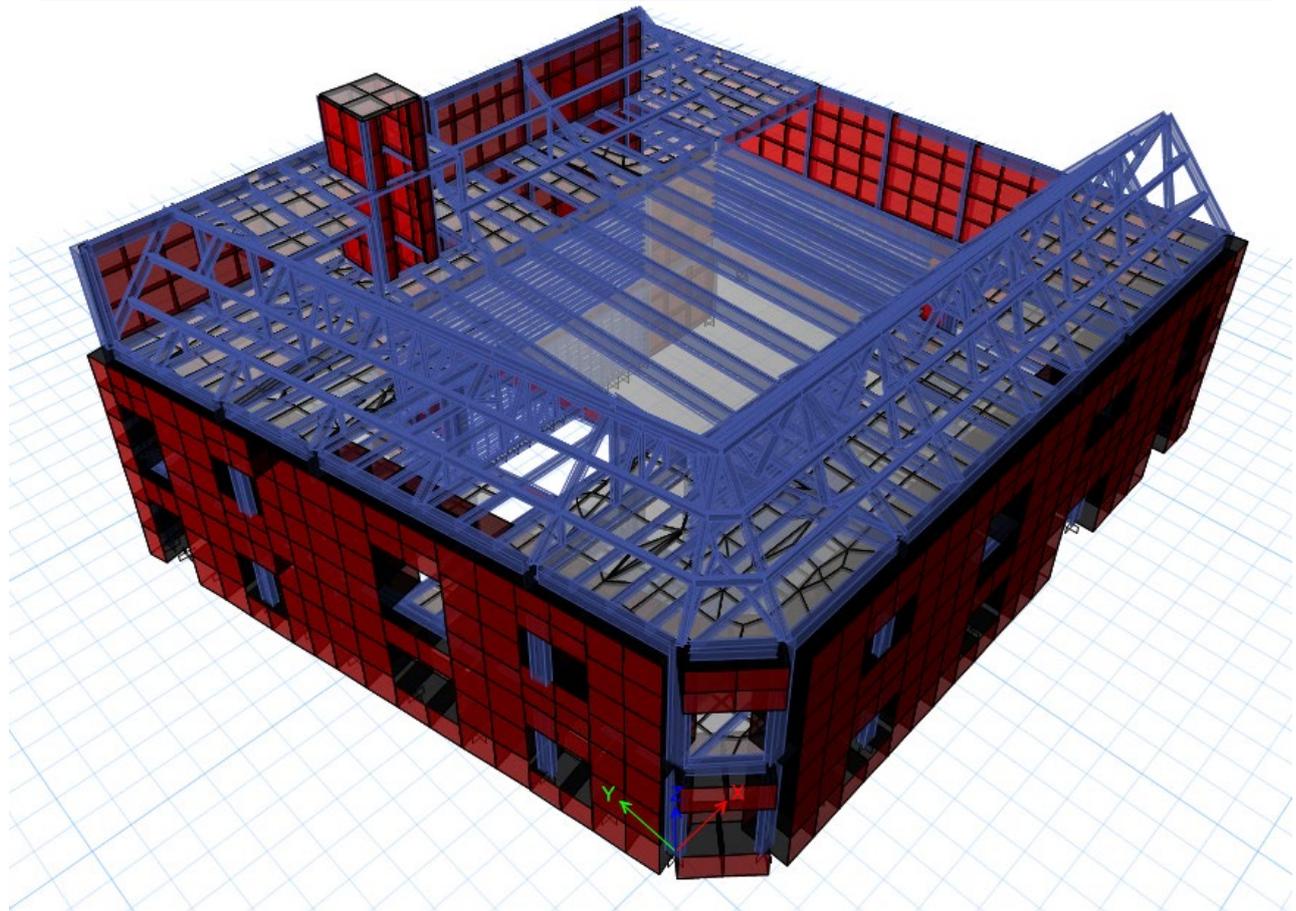


Figura 2.1.1. Sistema Estructural de la Edificación

## 2.2. Sistemas de Entrepiso

El sistema de entrepiso típico consistirá de losas deck metálicas. El espesor total de la losa será de 15.50 cm para todas las plantas. El espesor de la losa proporcionará una adecuada rigidez al sistema ayudando a controlar deflexiones y vibraciones, y a la vez proporcionando un diafragma horizontal que transmite las cargas laterales de sismo a los elementos del sistema lateral de la estructura. La losa será soportada por vigas principales y secundarias, las cuales son soportadas a su vez por las columnas de la edificación.

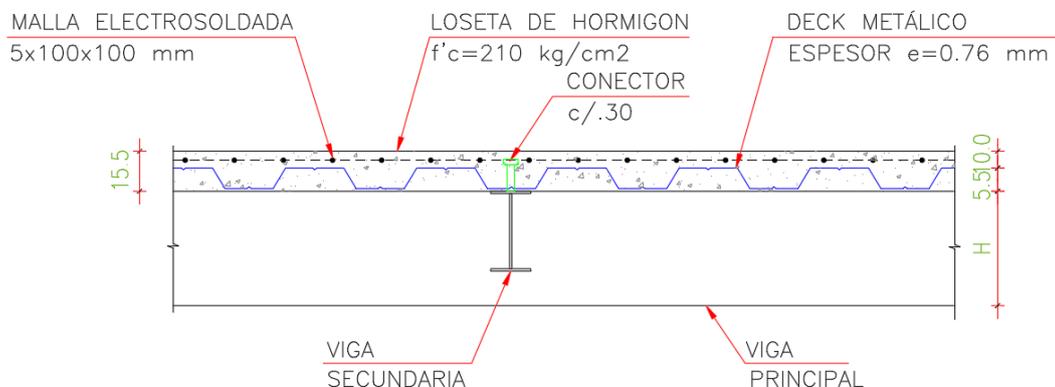


Figura 2.2.1. Sistema de Entrepiso (Losa Deck Metálico)

## 2.3. Sistema para cargas de gravedad y laterales

El sistema para cargas de gravedad y laterales de la estructura consiste de pórticos espaciales sismo-resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados con placas. Este sistema resistirá las cargas verticales provenientes del peso de la estructura, componentes no estructurales, y cargas debidas al uso mismo de la estructura. Este sistema servirá también para resistir las cargas de sismo y viento, así como para proporcionar estabilidad a la edificación. El diseño de las columnas y vigas se ha realizado cumpliendo las especificaciones para diseño sismo-resistente tanto de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), así como del Specification for Structural Steel Buildings ANSI/AISC 360-10 y American Concrete Institute (ACI 318-14).

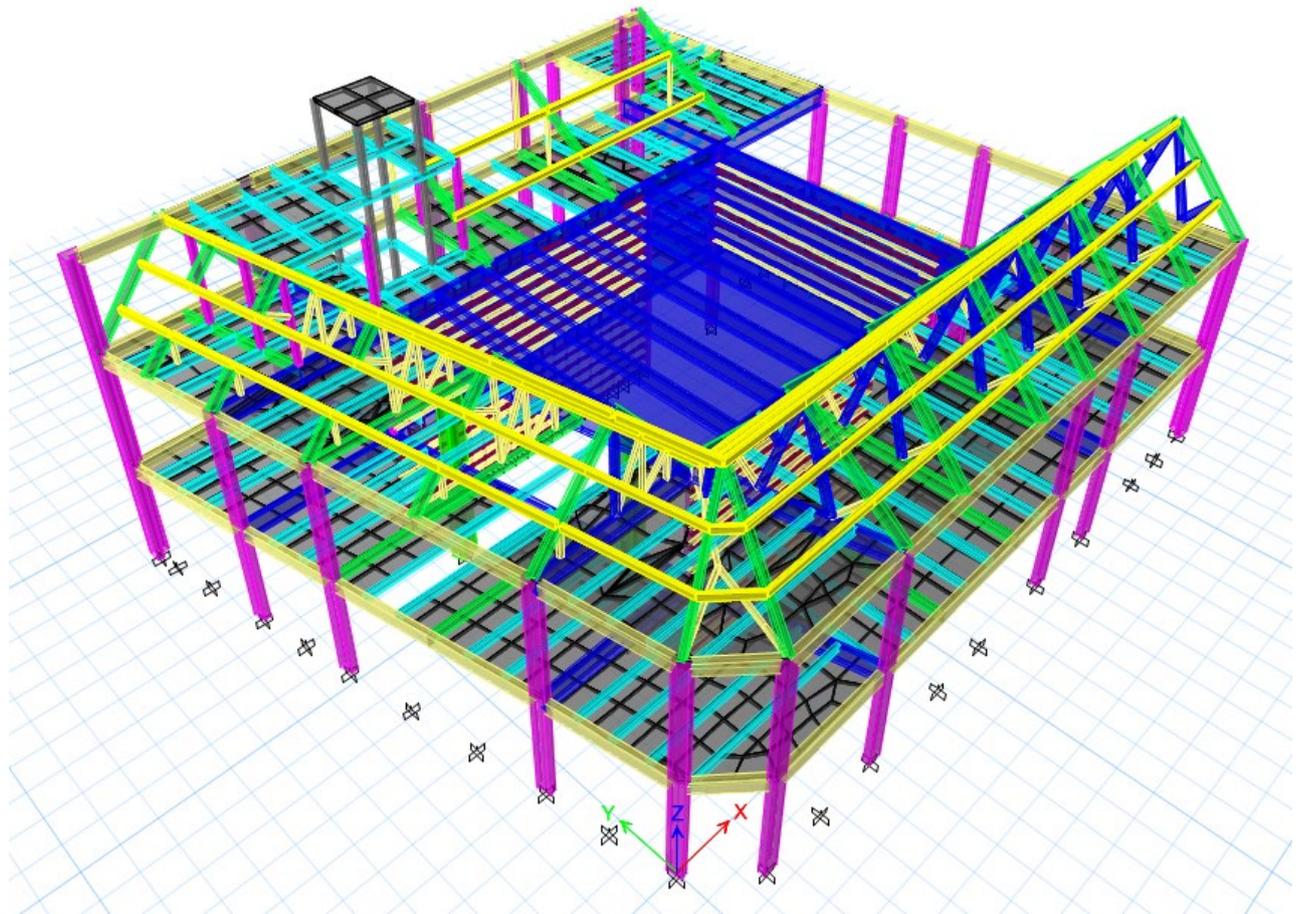


Figura 2.3.1. Sistema de pórticos espaciales sismo-resistentes, de acero laminado en caliente

### 3. CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

#### 3.1. Normas y Códigos

##### 3.1.1. Normas Ecuatorianas (Versión Enero-2015)

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GC (Geotécnia y Cimentaciones).

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-CG (Cargas – No Sísmicas).

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS (Peligro Sísmico – Diseño Sismo Resistente).

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-HM (Estructuras de Hormigón armado).

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-AC (Estructuras de Acero).

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-RE (Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras).

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MP (Mampostería Estructural).

### 3.1.2. Normas y Códigos Internacionales

Además del uso de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, los siguientes códigos y estándares Internacionales fueron utilizados para el diseño de la edificación.

- *Building Code Requirement for Reinforced Concrete, ACI 318-14, American Concrete Institute (ACI).*
- *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE 7-10, American Society of Civil Engineers (ASCE).*
- *Specification for Structural Steel Buildings ANSI/AISC 360-10*
- *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings ANSI / AISC 341-10*

### 3.2. Materiales

#### 3.2.1. Concreto

<b>Descripción</b>	<b>Resistencia a la Compresión - 28 días</b>
	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<i>Replanchillos</i>	180
<i>Plintos</i>	210
<i>Viga de cimentación</i>	210
<i>Cadenas</i>	210
<i>Columnas</i>	210
<i>Vigas</i>	210
<i>Loseta</i>	210
<i>Muros de contención</i>	210

#### 3.2.2. Acero de Refuerzo

<b>Descripción</b>	<b>Estándares ASTM</b>
<i>Varillas de Acero de Refuerzo</i>	ASTM A706 – fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>
<i>Refuerzo Electrosoldado</i>	ASTM A185 o A497

#### 3.2.3. Acero

<b>Descripción</b>	<b>Estándares ASTM</b>
<i>Acero laminado en caliente</i>	ASTM A36 Fy=2531 kg/cm <sup>2</sup>
<i>Acero laminado en caliente</i>	ASTM A572 Fy=3515 kg/cm <sup>2</sup>

### 3.3. Cargas de Diseño

### 3.3.1. Cargas Muertas Debidas a Peso Propio de la Estructura.

Las cargas muertas debidas al peso propio de la estructura se consideran directamente en el análisis, multiplicando al volumen de cada elemento estructural por el peso unitario del material. Los siguientes pesos unitarios fueron usados:

<b>Material</b>	<b>Peso Unitario kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Comentarios</b>
Acero Estructural	7850	
Concreto reforzado	2400	

### 3.3.2. Sobrecargas

<b>Ítem</b>	<b>Función</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Comentarios</b>
<b>1</b>	<b>Planta Baja</b>		
	Sobrecarga Muerta (Dead)	300	Incluye acabado de piso, instalaciones típicas (mecánicas, eléctricas y sanitarias) y mortero para nivelación.
	Carga Viva (Live)	480	Áreas de reunión
<b>2</b>	<b>Planta Alta</b>		
	Sobrecarga Muerta (Dead)	200	Incluye acabado de piso, instalaciones típicas (mecánicas, eléctricas y sanitarias) y mortero para nivelación.
	Carga Viva (Live)	480	Losa accesible
<b>3</b>	<b>Cubierta</b>		
	Sobrecarga Muerta (Dead)	200	Incluye acabado, instalaciones típicas (mecánicas, eléctricas y sanitarias) y peso propio de la teja artesanal.
	Carga Viva (Live)	100	Cubierta Inclinada

**NOTA:** Los valores de las cargas vivas corresponden a los diferentes usos u ocupaciones de las áreas. Según NEC 2015 y ASCE7-16, Capítulo 4. Algunos valores de carga vivan son mayores a los mínimos especificados por los códigos.

## 4. RIESGO SÍSMICO – ESPECTRO DE DISEÑO

### 4.1. Zona Sísmica y Factor de Zona

La zona del proyecto se encuentra en una zona sísmica V, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.

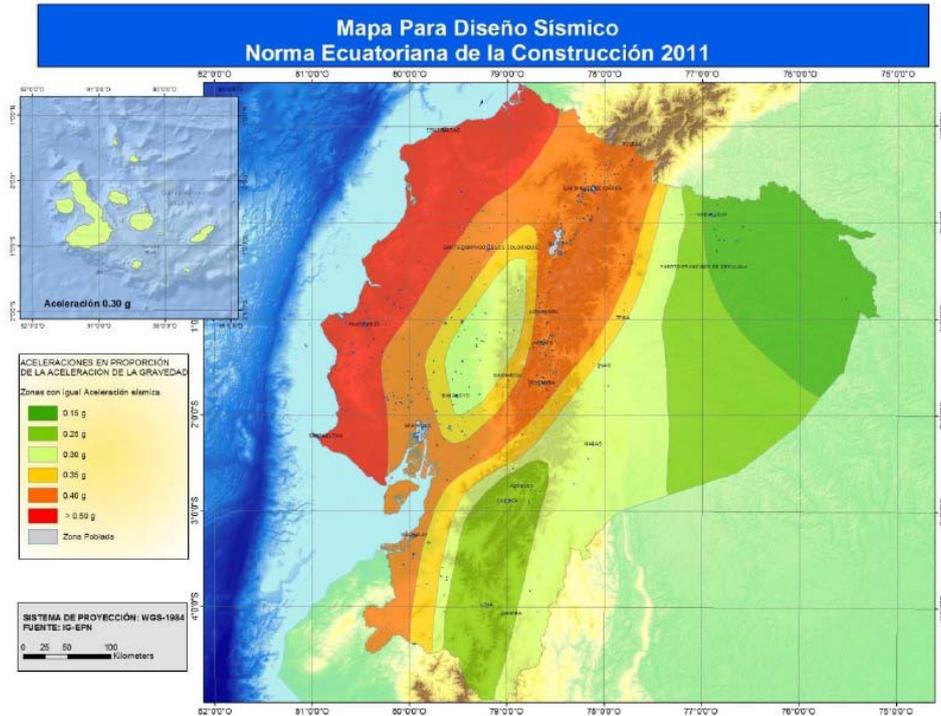


Figura 4.1.1. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño

## ESPECTRO DE DISEÑO SISMICO - PERIODO FUNDAMENTAL - CORTANTE BASAL - NEC 2015

PROYECTO: AGENCIA BANCO PICHINCHA "24 DE MAYO"

Tabla 2.2. Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z

PROVINCIA	PICHINCHA	
CANTON	QUITO	
PARROQUIA	QUITO	
POBLACION	QUITO	
Z	<b>0.40</b>	<b>MAPA</b>

Tabla 2.1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	<b>V</b>	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	<b>0.40</b>	0.50
Caracterización de amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	<b>Alta</b>	Muy Alta

Tabla 2.3. Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	<b>S</b>

**Tabla 2.9. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura**

Categoría	Factor I	I
Otras estructuras	<b>1.00</b>	

**Tabla 2.14. Coeficiente de reducción de respuesta estructural R**

Sistema Estructural	Coeficiente R	R
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	<b>8.0</b>	

**Tabla 2.12. Coeficientes de irregularidad en planta**

$\emptyset_P =$ <b>0.90</b>	$\emptyset_{PA} =$ 0.9	$\emptyset_{PB} =$ 1.0	<b><math>\emptyset_P</math></b>
-----------------------------	------------------------	------------------------	---------------------------------

**Tabla 2.13. Coeficientes de irregularidad en elevación**

$\emptyset_E =$ <b>0.90</b>	$\emptyset_{EA} =$ 1.0	$\emptyset_{EB} =$ 0.9	<b><math>\emptyset_E</math></b>
-----------------------------	------------------------	------------------------	---------------------------------

**Tabla 2.5. Tipo de suelo y Factores de sitio Fa**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z (Aceleración esperada en roca, g)	0.15	0.25	0.30	0.35	<b>0.40</b>	0.50
A		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C		1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
<b>D</b>		1.60	1.40	1.30	1.25	<b>1.20</b>	1.12
E		1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F		ver nota	ver nota				

**Fa 1.2**
**Tabla 2.6. Tipo de suelo y Factores de sitio Fd**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z (Aceleración esperada en roca, g)	0.15	0.25	0.30	0.35	<b>0.40</b>	0.50
A		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C		1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
<b>D</b>		1.62	1.45	1.36	1.28	<b>1.19</b>	1.11
E		2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
F		ver nota	ver nota				

**Fd 1.19**

**Tabla 2.7. Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$** 

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica Valor Z (Aceleración esperada en roca, g)	I	II	III	IV	V	VI
		0.15	0.25	0.30	0.35	<b>0.40</b>	0.50
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
<b>D</b>		1.02	1.06	1.11	1.19	<b>1.28</b>	1.40
E		1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
F		ver nota	ver nota				

**$F_s$       1.28**

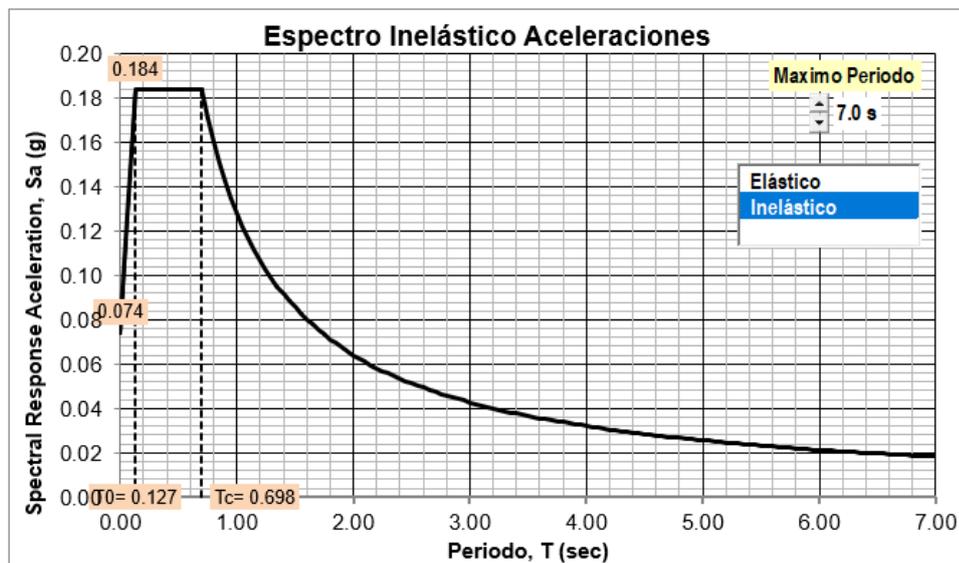
#### 4.2. Carga Sísmica reactiva $W$

La carga sísmica reactiva por sismo ha sido considerada como el 100% de la carga muerta.

#### 4.3. Parámetros para Método de Análisis Dinámico Modal

##### Espectro de Diseño Sísmico

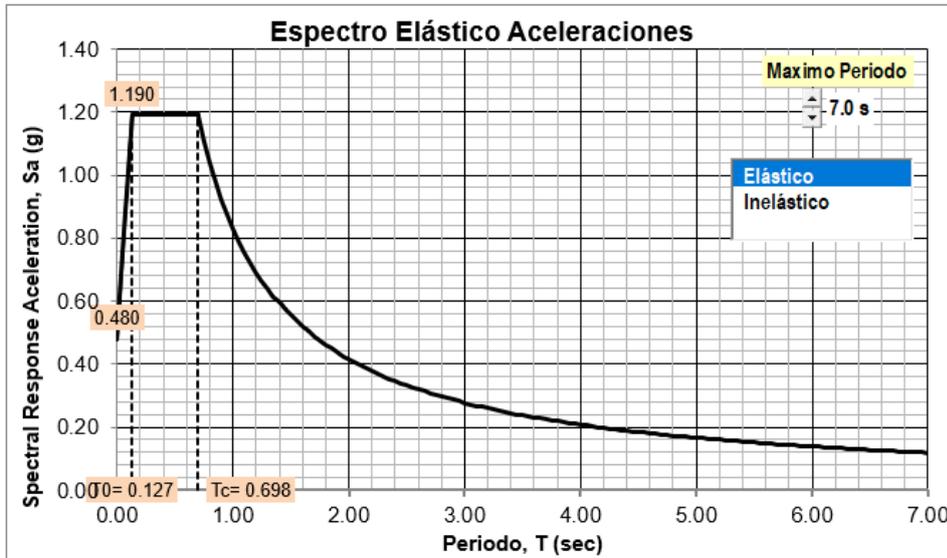
En base a los parámetros anteriores del terreno y del sistema estructural se ha construido el siguiente espectro de diseño sísmico.



Provincia / Region	PICHINCHA
$\eta$	2.48
$r$	1.0
$F_a$	1.2
$F_d$	1.19
$F_s$	1.28
$T_0$	0.127
$T_c$	0.698
$T_L$	2.856
$Z$	0.400
$S_a$	1.190
$R$	8.00

PROYECTO:  
AGENCIA BANCO PICHINCHA "24 DE  
MAYO"

Figura 4.3.1 Espectro Inelástico de Diseño Sísmico



Provincia / Region	PICHINCHA
$\eta$	2.48
$r$	1.0
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
T0	0.127
Tc	0.698
TL	2.856
Z	0.400
Sa	1.190
R	8.00

PROYECTO:  
AGENCIA BANCO PICHINCHA "24 DE MAYO"

Figura 4.3.2 Espectro Elástico de Diseño Sísmico

**Tipo de Estructura:**

$\phi_p$	0.90
$\phi_e$	0.90
Ct	0.06
h	11.29
$\alpha$	0.75
T	0.339
I	1.0
Sa	1.190
R	8.0

Otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural

$$T = C_t h_n^{\alpha}$$

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_p \phi_E} W$$

Tipo de estructura	Ct	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

$V = 0.184 W$

El cortante basal de la estructura obtenido usando el espectro de respuesta debe ser al menos igual al 85% del cortante obtenido usando el método de cargas estáticas equivalentes ( $V_{min}$ ), y en caso de ser menor, se deberán escalar los resultados de manera que se obtenga al menos el cortante mínimo especificado (85% para estructuras irregulares).

El escalamiento de estos resultados se realiza tanto para obtener las fuerzas en los elementos como para la revisión de las derivas de piso.

#### 4.4. Revisión de desplazamientos laterales

Se revisará que la rigidez lateral de la estructura sea suficiente para cumplir con los límites para distorsión de entrepiso ( $\Delta M$  deriva) establecidos por el código, el cual para este edificio corresponde al 2% (0.020).

$$\Delta M = 0.75R\Delta E$$

$\Delta M$ : Deriva máxima inelástica

$\Delta E$ : Deriva máxima elástica

#### **4.5. Consideraciones de cargas**

Se consideraron los siguientes tipos de carga con las siguientes combinaciones de carga basados en NEC 2015 y ASCE 7-16.

##### *Símbolos y Nomenclatura*

- D = Carga muerta*
- E = Carga de sismo*
- H = Presión del terreno y/o hidrostática*
- L = Sobrecarga viva*
- Lr = Sobrecarga viva de cubierta*
- T = Fuerza por deformaciones*
- S = Carga de granizo*
- R = Carga de lluvia*
- W = Carga de viento*

##### **Combinaciones para Estados Límites de Falla (NEC)**

1.  $1.4D$
2.  $1.2(D + T) + 1.6(L+H) + 0.5(Lr, S \text{ o } R)$
3.  $1.2D + 1.6(Lr, S \text{ o } R) + (L \text{ or } 0.5W)$
4.  $1.2D + 1.0W + L + 0.5(Lr, S \text{ o } R)$
5.  $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
6.  $0.9D + 1.0W$
7.  $0.9D + 1.0E$

#### **4.6. Cimentación**

Capacidad admisible del terreno asumida es de 10 ton/m<sup>2</sup> y se cimentara a una profundidad mínima de desplante de 1.50m. desde el nivel N+2840.21, con mejoramiento de suelo sub-base clase III de altura de 0.30 metros.

El constructor será responsable de verificar durante la construcción que el suelo de cimentación de las estructuras presente una capacidad admisible igual o mayor a la especificada.

### **5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

#### **5.1. Descripción del Análisis Estructural**

El análisis estructural ha sido realizado utilizando el método de los elementos finitos. Este método considera la distribución geométrica, así como la rigidez relativa de cada elemento para calcular el comportamiento global de la estructura, así como la distribución de esfuerzos y fuerzas a cada uno de los componentes del sistema estructural.

Para el análisis de las estructuras se ha utilizado un modelo tridimensional, el cual incluye los diferentes componentes de la estructura y para las diferentes condiciones de carga.

El peso sísmico considerado en el análisis fue calculado considerando la totalidad de la carga muerta, se consideró asimismo una excentricidad accidental igual a 5% y se realizó el análisis con sismos actuando en diferentes direcciones. Los criterios de distorsión de entrepiso máximas permitidas fueron del 0.020hsx (es decir 2%). Los efectos del sismo obtenidos mediante el análisis dinámico fueron escalados de manera de obtener al menos el 85% del cortante basal total obtenido mediante el método estático.

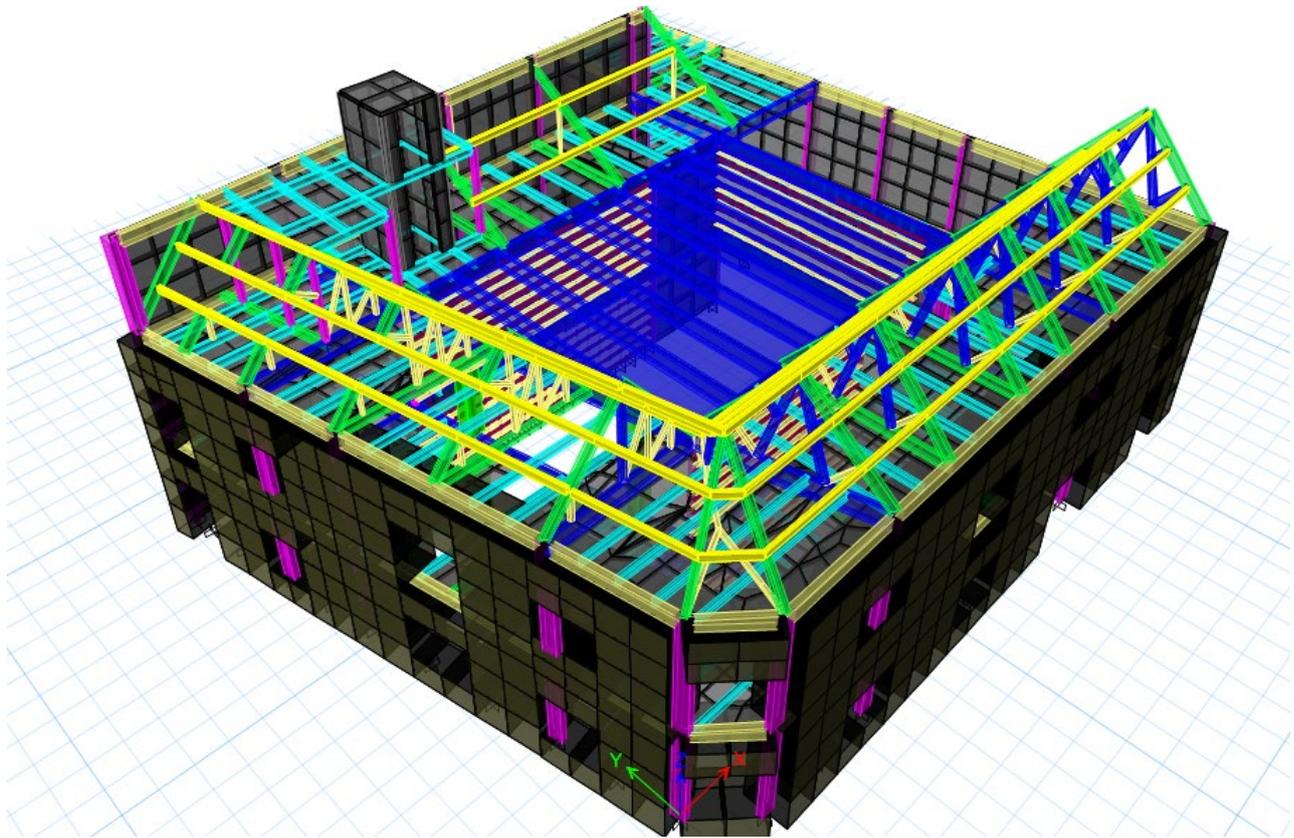


Figura 5.1.1. Vista 3D de Modelo Estructural

## 5.2. Materiales

En la siguiente tabla se muestran las propiedades de los materiales utilizados para el análisis estructural. La tabla ha sido obtenida directamente del programa de cálculo estructural.

Material Properties - Concrete										
1 de 1   Reload   Apply										
Name	E kgf/cm <sup>2</sup>	v	$\alpha$ 1/C	G kgf/cm <sup>2</sup>	Unit Weight kgf/cm <sup>3</sup>	Unit Mass kgf-s <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup>	Fc kgf/cm <sup>2</sup>	Lightweight?		
Fc=210 kg/cm <sup>2</sup>	217494	0.2	9.9E-06	90622.5	0.0024	2E-06	210	<input type="checkbox"/>		
Material Properties - Steel										
1 de 2   Reload   Apply										
Name	E kgf/cm <sup>2</sup>	v	$\alpha$ 1/C	G kgf/cm <sup>2</sup>	Unit Weight kgf/cm <sup>3</sup>	Unit Mass kgf-s <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup>	Fy kgf/cm <sup>2</sup>	Fu kgf/cm <sup>2</sup>		
A36	2038901.92	0.3	1.17E-05	784193.04	0.00785	8E-06	2531.05	4077.8		
A572Gr50	2038901.92	0.3	1.17E-05	784193.04	0.00785	8E-06	3515.35	4569.95		

Material Properties - Cold Formed									
1 de 1   Reload Apply									
Name	E kgf/cm <sup>2</sup>	v	$\alpha$ 1/C	G kgf/cm <sup>2</sup>	Unit Weight kgf/cm <sup>3</sup>	Unit Mass kgf-s <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup>	Fy kgf/cm <sup>2</sup>	Fu kgf/cm <sup>2</sup>	
A653SQGr33	2074055.4	0.3	1.17E-05	797713.61	0.00785	8E-06	2320	3164	

Material Properties - Rebar							
1 de 1   Reload Apply							
Name	E kgf/cm <sup>2</sup>	$\alpha$ 1/C	Unit Weight kgf/cm <sup>3</sup>	Unit Mass kgf-s <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup>	Fy kgf/cm <sup>2</sup>	Fu kgf/cm <sup>2</sup>	
A615Gr60	2038901.92	1.17E-05	0.00785	8E-06	4218.42	6327.63	

Material Properties - Masonry								
1 de 1   Reload Apply								
Name	E kgf/cm <sup>2</sup>	v	$\alpha$ 1/C	G kgf/cm <sup>2</sup>	Unit Weight kgf/cm <sup>3</sup>	Unit Mass kgf-s <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup>	Fc kgf/cm <sup>2</sup>	
M-ADOBE	16060.53	0.2	8.1E-06	6691.89	0.0015	2E-06	21.41	

### 5.3. Elementos estructurales

- **Vigas**  
Las vigas han sido modeladas como elementos tipo "Frame". El material utilizado para las vigas corresponde a acero A572Gr50 y a hormigón simple de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- **Columnas**  
Las columnas han sido modeladas como elementos tipo "Frame". El material utilizado para las columnas corresponde a acero A572Gr50 y a hormigón simple de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- **Losas Deck Metálico**  
Las losas deck metálico han sido modeladas como elementos tipo "Membrane". El material utilizado para las losas corresponde a acero A653SQGr33.
- **Cerchas**  
Los elementos tanto verticales, horizontales e inclinadas han sido modeladas como elementos tipo "Frame". El material a utilizar corresponde a acero A-36 y a acero A572Gr50.
- **Cubiertas**  
Las correas han sido modeladas como elementos tipo "Frame". El material a utilizar corresponde a acero A-36.

### 5.4. Cargas

Las cargas se aplican al modelo estructural según los siguientes criterios:

- **Cargas muertas**  
El peso de las cargas muertas correspondientes al peso propio de los materiales es considerado automáticamente por el programa de cálculo. Los valores de estos pesos son los descritos en el numeral 3.3.1. del presente informe.
- **Cargas uniformemente distribuidas por unidad de área**  
Las cargas uniformemente distribuidas por unidad de área corresponden a los valores indicados en el numeral 3.3.2. del presente informe. Estas cargas se aplican en los elementos tipo losa deck metálico (Membrane) como cargas por unidad de área.
- **Cargas lineales**  
Como cargas lineales se considera a las paredes y fachadas de la edificación, estas cargas se aplican directamente sobre las vigas (elementos tipo "frame") que se localizan bajo estas paredes o fachadas.

- *Cargas uniformemente distribuidas por ancho cooperante*  
Las cargas uniformemente distribuidas por ancho cooperante corresponden a los valores indicados en el numeral 3.3.2. del presente informe. Estas cargas se aplican en los elementos tipo correas (Cubierta) como cargas por ancho cooperante.

## 5.5. Resultados del análisis estructural

### 5.5.1. Derivas de piso

Las derivas de piso calculadas se resumen en la tabla siguiente:

	<b>DERIVA INELÁSTICA CALCULADA (%)</b>	<b>DERIVA MÁXIMA PERMITIDA (%)</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>DIRECCIÓN X</b>	0.0813	2.00	Cumple
<b>DIRECCIÓN Y</b>	0.0404	2.00	Cumple

Las derivas de piso de la estructura están por lo tanto dentro de los límites permitidos por el código.

## 6. DISEÑO ESTRUCTURAL

Para el diseño estructural de los diferentes elementos de la estructura, se emplean los códigos aplicables dependiendo el material del elemento. En todos los casos se utilizó el Diseño por Factores de Carga y Resistencia LRFD (Load and Resistance Factor Design). A continuación, se presenta un resumen de los códigos principales usados para el diseño de los diferentes elementos.

<b>Material</b>	<b>Código</b>	<b>Comentarios</b>
<i>Building Code Requirement for Reinforced Concrete</i>	ACI 318-14	
<i>Specification for Structural Steel Buildings</i>	ANSI / AISC 360-10	

Las fuerzas de diseño para los diferentes elementos fueron obtenidas del modelo de elementos finitos, considerando las combinaciones de carga más desfavorables.

Atentamente,

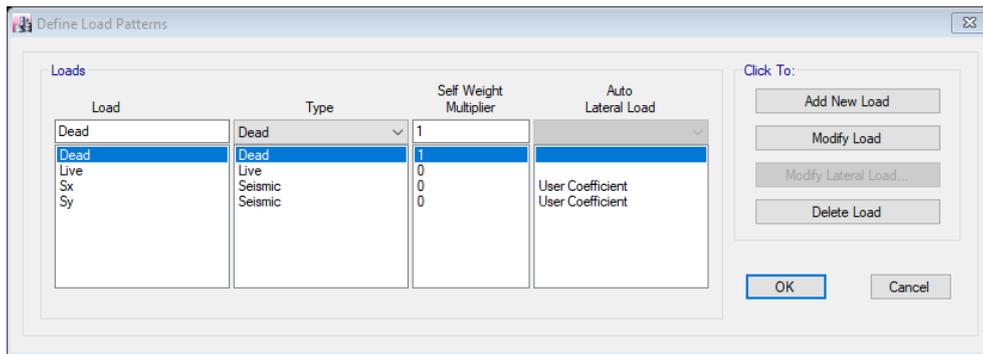


Alex Albuja Espinosa  
Ingeniero Civil  
Master en Ingeniería Estructural  
Master en Conservación y Restauración  
del Patrimonio Arquitectónico y Urbano

# **EVIDENCIAS DEL DISEÑO** **ESTRUCTURAL**

*“ETABS 2016 Ultimate 16.2.1”*

## 1M. TIPO DE CARGAS USADAS

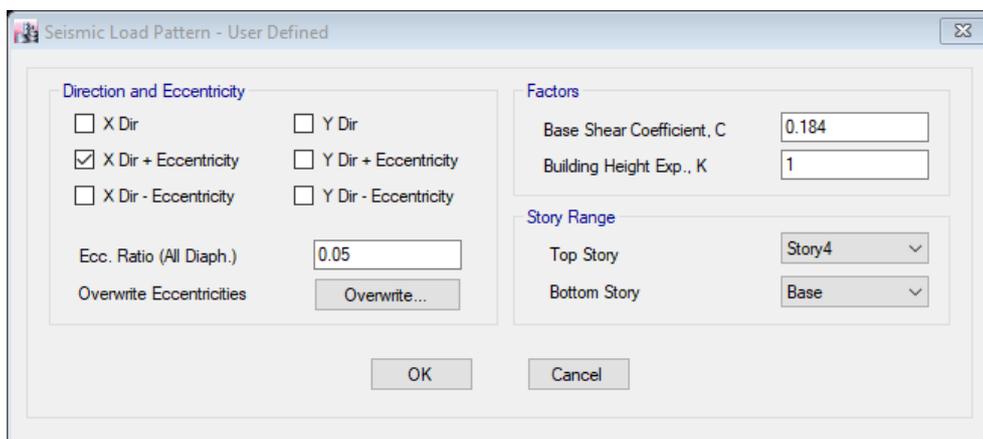


The 'Define Load Patterns' dialog box contains a table with the following data:

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	User Coefficient
Sx	Seismic	0	User Coefficient
Sy	Seismic	0	User Coefficient

Buttons on the right: Add New Load, Modify Load, Modify Lateral Load..., Delete Load, OK, Cancel.

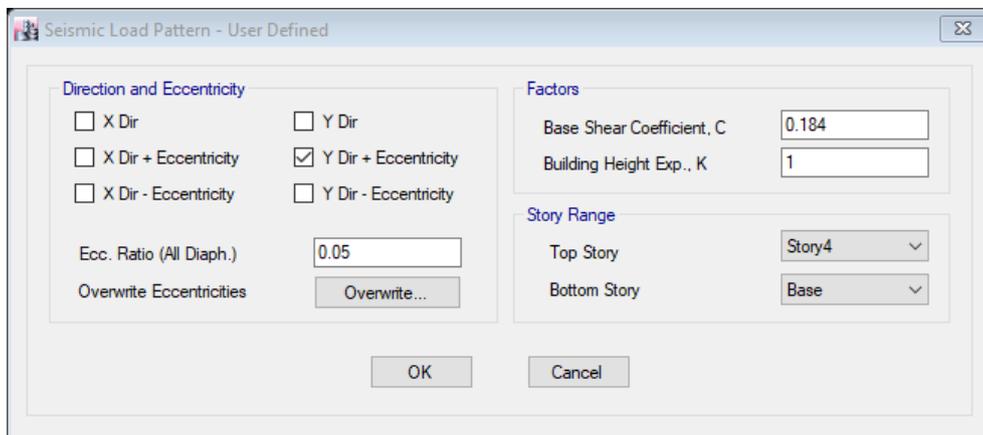
## 2M. PORCENTAJE DE CORTE BASAL



The 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box shows the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
  - X Dir
  - X Dir + Eccentricity
  - X Dir - Eccentricity
  - Y Dir
  - Y Dir + Eccentricity
  - Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.):** 0.05
- Overwrite Eccentricities:** Overwrite...
- Factors:**
  - Base Shear Coefficient, C: 0.184
  - Building Height Exp., K: 1
- Story Range:**
  - Top Story: Story4
  - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel.



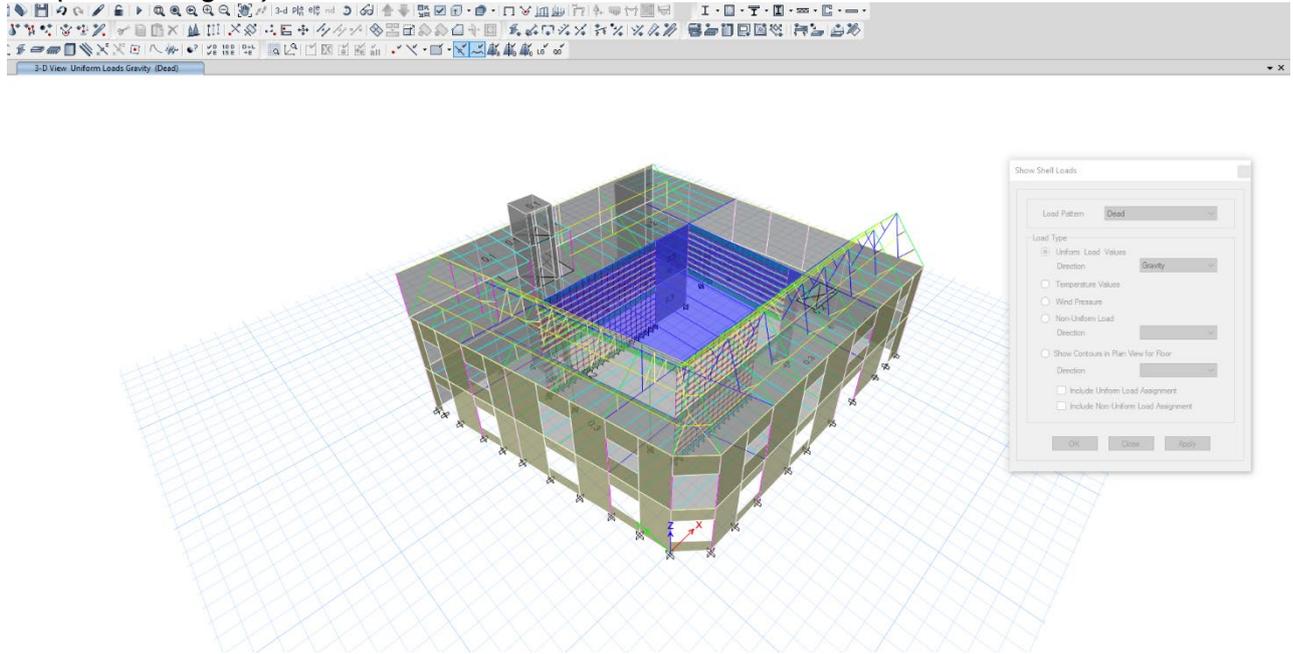
The 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box shows the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
  - X Dir
  - X Dir + Eccentricity
  - X Dir - Eccentricity
  - Y Dir + Eccentricity
  - Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.):** 0.05
- Overwrite Eccentricities:** Overwrite...
- Factors:**
  - Base Shear Coefficient, C: 0.184
  - Building Height Exp., K: 1
- Story Range:**
  - Top Story: Story4
  - Bottom Story: Base

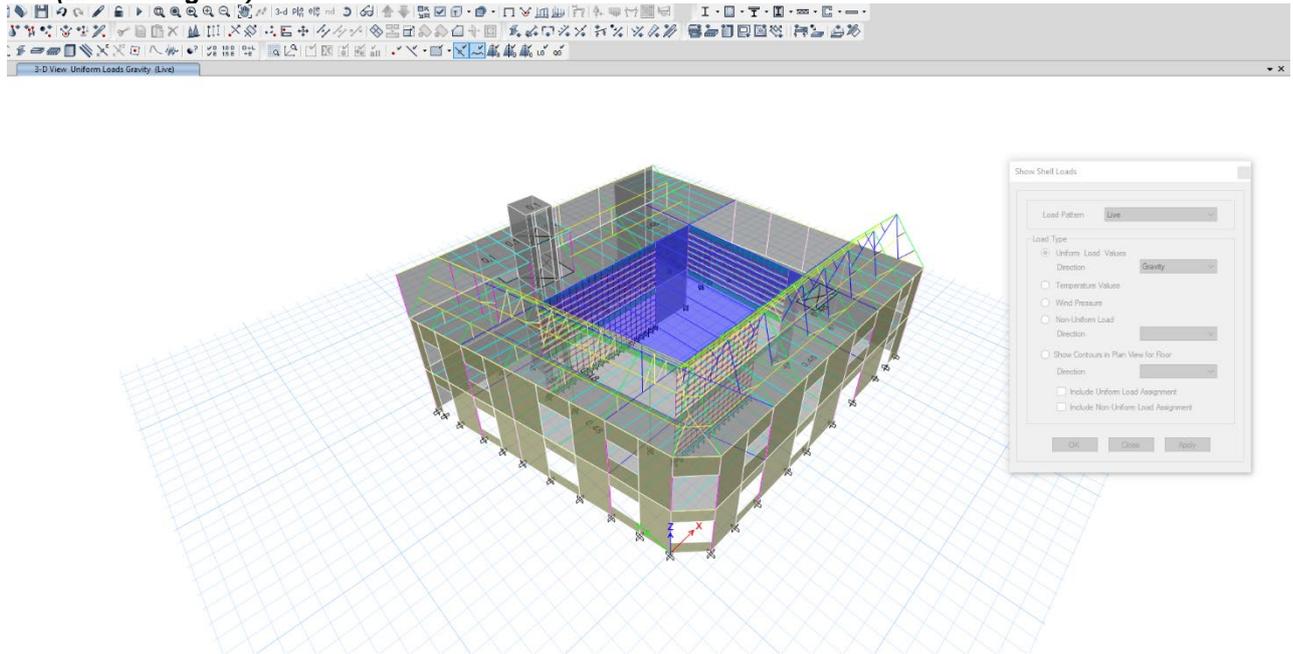
Buttons: OK, Cancel.

### 3M. CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS APLICADAS

➤ (DEAD en kg/m<sup>2</sup>)



➤ (LIVE en kg/m<sup>2</sup>)



#### 4M. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES HORMIGÓN "f'c= 210 kg/cm2"

Material Property Data

**General Data**

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density     Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  kgf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  kgf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C

Shear Modulus, G:  kgf/m<sup>2</sup>

**Design Property Data**

**Advanced Material Property Data**

Material Property Design Data

**Material Name and Type**

Material Name:

Material Type:

**Design Properties for Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f'c:  kgf/m<sup>2</sup>

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

**ACERO "A572 Gr50"**
**ACERO "A36"**

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: A36

Material Type: Steel

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density     Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7850 kgf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 800.477 kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 20389019158 kgf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Shear Modulus, G: 7841930445 kgf/m<sup>2</sup>

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data...    Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK    Cancel

**Material Property Design Data**

**Material Name and Type**

Material Name: A36

Material Type: Steel, Isotropic

**Design Properties for Steel Materials**

Minimum Yield Stress, Fy: 25310506.54 kgf/m<sup>2</sup>

Minimum Tensile Strength, Fu: 40778038.32 kgf/m<sup>2</sup>

Effective Yield Stress, Fye: 37965759.81 kgf/m<sup>2</sup>

Effective Tensile Strength, Fue: 44855842.15 kgf/m<sup>2</sup>

OK    Cancel

### ACERO "A615Gr60"

Material Property Data

**General Data**

Material Name: A615Gr60

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7850 kgf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 800.477 kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 20389019158 kgf/m<sup>2</sup>

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: M-ADOBE

Material Type: Masonry, Isotropic

**Design Properties for Concrete Materials**

Specified Compressive Strength, f<sub>m</sub>: 214140.4 kgf/m<sup>2</sup>

OK Cancel

### ADOBE

Material Property Data

**General Data**

Material Name: M-ADOBE

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1500 kgf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 152.957 kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 160605300.28 kgf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C

Shear Modulus, G: 66918875.11 kgf/m<sup>2</sup>

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

**ACERO "A653 SQGr33"**

Material Property Data

**General Data**

Material Name: A653SQGr33

Material Type: ColdFormed

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: █ Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7850 kgf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 800.477 kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 20740553971 kgf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Shear Modulus, G: 7977136143 kgf/m<sup>2</sup>

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Material Property Design Data

**Material Name and Type**

Material Name: A653SQGr33

Material Type: ColdFormed, Isotropic

**Design Properties for Cold Formed Materials**

Minimum Yield Stress, Fy: 23200000 kgf/m<sup>2</sup>

Minimum Tensile Strength, Fu: 31640000 kgf/m<sup>2</sup>

OK Cancel

**5M. COMBINACIONES DE CARGAS USADAS**

Load Combinations (de 108)						Load Combinations (de 108)					
Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Type	Auto		Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Type	Auto	
UDStS1	Dead	1.4	Linear Add	<input type="checkbox"/>	▶	UDStS8	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	▶
UDStS1	SDead	1.4		<input type="checkbox"/>		UDStS8	SX	-1		<input type="checkbox"/>	
UDStS2	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>		UDStS9	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDStS2	Live	1.6		<input type="checkbox"/>		UDStS9	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDStS2	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>		UDStS9	SY	1		<input type="checkbox"/>	
UDStS3	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>		UDStS10	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDStS3	Live	1		<input type="checkbox"/>		UDStS10	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDStS3	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>		UDStS10	SY	-1		<input type="checkbox"/>	
UDStS3	SX	1		<input type="checkbox"/>		UDStS11	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDStS4	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>		UDStS11	Live	1		<input type="checkbox"/>	
UDStS4	Live	1		<input type="checkbox"/>		UDStS11	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDStS4	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>		UDStS11	EX	1		<input type="checkbox"/>	
UDStS4	SX	-1		<input type="checkbox"/>		UDStS12	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDStS5	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>		UDStS12	Live	1		<input type="checkbox"/>	
UDStS5	Live	1		<input type="checkbox"/>		UDStS12	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDStS5	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>		UDStS12	EY	1		<input type="checkbox"/>	
UDStS5	SY	1		<input type="checkbox"/>		UDStS13	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDStS6	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>		UDStS13	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDStS6	Live	1		<input type="checkbox"/>		UDStS13	EX	1		<input type="checkbox"/>	
UDStS6	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>		UDStS14	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDStS6	SY	-1		<input type="checkbox"/>		UDStS14	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDStS7	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>		UDStS14	EY	1		<input type="checkbox"/>	
UDStS7	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>		UDCon1	Dead	1.4	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDStS7	SX	1		<input type="checkbox"/>		UDCon1	SDead	1.4		<input type="checkbox"/>	
UDStS8	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>		UDCon2	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDStS8	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>		UDCon2	Live	1.6		<input type="checkbox"/>	

Load Combinations					
77 de 108   Reload Apply					
Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Type	Auto	
UDCon2	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDCon3	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon3	Live	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon3	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDCon3	SX	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon4	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon4	Live	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon4	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDCon4	SX	-1		<input type="checkbox"/>	
UDCon5	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon5	Live	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon5	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDCon5	SY	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon6	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon6	Live	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon6	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDCon6	SY	-1		<input type="checkbox"/>	
UDCon7	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon7	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDCon7	SX	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon8	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon8	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDCon8	SX	-1		<input type="checkbox"/>	
UDCon9	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon9	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDCon9	SY	1		<input type="checkbox"/>	

Load Combinations					
78 de 108   Reload Apply					
Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Type	Auto	
UDCon10	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon10	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDCon10	SY	-1		<input type="checkbox"/>	
UDCon11	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon11	Live	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon11	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDCon11	EX	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon12	Dead	1.2	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon12	Live	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon12	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
UDCon12	EY	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon13	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon13	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDCon13	EX	1		<input type="checkbox"/>	
UDCon14	Dead	0.9	Linear Add	<input type="checkbox"/>	
UDCon14	SDead	0.9		<input type="checkbox"/>	
UDCon14	EY	1		<input type="checkbox"/>	
DCmpD1	Dead	1	Linear Add	<input checked="" type="checkbox"/>	
DCmpD1	SDead	1		<input type="checkbox"/>	
DCmpD2	Dead	1	Linear Add	<input checked="" type="checkbox"/>	
DCmpD2	Live	1		<input type="checkbox"/>	
DCmpD2	SDead	1		<input type="checkbox"/>	
DCmpS1	Dead	1.4	Linear Add	<input checked="" type="checkbox"/>	
DCmpS1	SDead	1.4		<input type="checkbox"/>	
DCmpS2	Dead	1.2	Linear Add	<input checked="" type="checkbox"/>	
DCmpS2	Live	1.6		<input type="checkbox"/>	

Load Combinations					
103 de 108   Reload Apply					
Name	Load Case/Combo	Scale Factor	Type	Auto	
DCmpS2	Live	1.6		<input type="checkbox"/>	
DCmpS2	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	
DCmpC1	Dead	1.4	Linear Add	<input checked="" type="checkbox"/>	
DCmpC1	SDead	1.4		<input type="checkbox"/>	
DCmpC2	Dead	1.2	Linear Add	<input checked="" type="checkbox"/>	
DCmpC2	SDead	1.2		<input type="checkbox"/>	

## 6M. SECCIONES USADAS EN EL MODELO

**COLUMN "200x450"**

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: COL 450x200

Material: Fc 210 kg/cm<sup>2</sup>

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 200 mm

Width: 450 mm

**Property Modifiers**

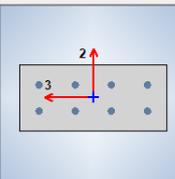
Modify/Show Modifiers...  
Currently User Specified

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

OK Cancel

Show Section Properties...



Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area: 1

Shear Area in 2 direction: 1

Shear Area in 3 direction: 1

Torsional Constant: 1

Moment of Inertia about 2 axis: 0.8

Moment of Inertia about 3 axis: 0.8

Mass: 1

Weight: 1

OK Cancel

**COLUMN TIPO L "200x450"**

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: COL TIPO L

Material: Fc 210 kg/cm<sup>2</sup>

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete L

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Total Depth: 450 mm

Total Width: 450 mm

Horizontal Leg Thickness: 200 mm

Vertical Leg Thickness At Corner: 200 mm

Vertical Leg Thickness At Tip: 200 mm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently User Specified

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

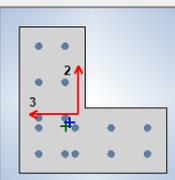
**Mirror**

Mirror About Local 2-Axis

Mirror About Local 3-Axis

OK Cancel

Show Section Properties...



Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area: 1

Shear Area in 2 direction: 1

Shear Area in 3 direction: 1

Torsional Constant: 1

Moment of Inertia about 2 axis: 0.8

Moment of Inertia about 3 axis: 0.8

Mass: 1

Weight: 1

OK Cancel

**VIGAS "V 200x400"**

Frame Section Property Data

General Data  
 Property Name: V 200x400  
 Material: Fc 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...  
 Display Color: Change...  
 Notes: Modify/Show Notes...

Shape  
 Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source  
 Source: User Defined

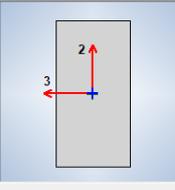
Section Dimensions  
 Depth: 400 mm  
 Width: 200 mm

Property Modifiers  
 Modify/Show Modifiers...  
 Currently Default

Reinforcement  
 Modify/Show Rebar...

OK  
 Cancel

Show Section Properties...



Property/Stiffness Modification Factors

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	1
Mass	1
Weight	1

OK  
 Cancel

**VIGAS PRINCIPALES "VGM 600"**

Frame Section Property Data

General Data  
 Property Name: VGM 600  
 Material: A572Gr50  
 Display Color: Change...  
 Notes: Modify/Show Notes...

Shape  
 Section Shape: Steel I/Wide Flange

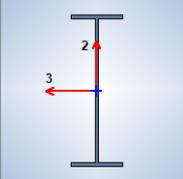
Section Property Source  
 Source: User Defined

Section Dimensions  
 Total Depth: 0.6 m  
 Top Flange Width: 0.2 m  
 Top Flange Thickness: 0.015 m  
 Web Thickness: 0.008 m  
 Bottom Flange Width: 0.2 m  
 Bottom Flange Thickness: 0.015 m  
 Fillet Radius: 0 m

Property Modifiers  
 Modify/Show Modifiers...  
 Currently Default

OK  
 Cancel

Show Section Properties...



Property/Stiffness Modification Factors

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	1
Mass	1
Weight	1

OK  
 Cancel

**VIGAS PRINCIPALES "VGM"**

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: VGM 300

Material: A572G50

Display Color:   Change...

Notes:

**Shape**

Section Shape: Steel IWide Flange

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Total Depth: 300 mm

Top Flange Width: 150 mm

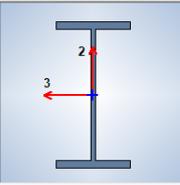
Top Flange Thickness: 15 mm

Web Thickness: 8 mm

Bottom Flange Width: 150 mm

Bottom Flange Thickness: 15 mm

Fillet Radius: 0 mm



**Property Modifiers**

Currently Default

Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area: 1

Shear Area in 2 direction: 1

Shear Area in 3 direction: 1

Torsional Constant: 1

Moment of Inertia about 2 axis: 1

Moment of Inertia about 3 axis: 1

Mass: 1

Weight: 1

**VIGAS PRINCIPALES "VGM"**

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: VGM 150

Material: A572G50

Display Color:   Change...

Notes:

**Shape**

Section Shape: Steel IWide Flange

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Total Depth: 150 mm

Top Flange Width: 75 mm

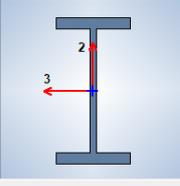
Top Flange Thickness: 12 mm

Web Thickness: 6 mm

Bottom Flange Width: 75 mm

Bottom Flange Thickness: 12 mm

Fillet Radius: 0 mm



**Property Modifiers**

Currently Default

Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area: 1

Shear Area in 2 direction: 1

Shear Area in 3 direction: 1

Torsional Constant: 1

Moment of Inertia about 2 axis: 1

Moment of Inertia about 3 axis: 1

Mass: 1

Weight: 1

**VIGAS SECUNDARIAS "VGMs"**

Frame Section Property Data

**General Data**  
 Property Name: VGMs 240  
 Material: A572G50  
 Display Color:   Change...  
 Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**  
 Section Shape: Steel I/Wide Flange

**Section Property Source**  
 Source: User Defined

**Section Dimensions**

Total Depth	240	mm
Top Flange Width	120	mm
Top Flange Thickness	12	mm
Web Thickness	6	mm
Bottom Flange Width	120	mm
Bottom Flange Thickness	12	mm
Fillet Radius	0	mm

Property Modifiers  
 Modify/Show Modifiers...  
 Currently Default

OK Cancel

Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	1
Mass	1
Weight	1

OK Cancel

**CORREAS "G 200x50x15x4"**

Frame Section Property Data

**General Data**  
 Property Name: CORREA  
 Material: A36  
 Display Color:   Change...  
 Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**  
 Section Shape: Cold Formed C

**Section Property Source**  
 Source: User Defined

**Section Dimensions**

Web Depth	200	mm
Flange Width	50	mm
Thickness	4	mm
Radius	4	mm
Lip Depth	15	mm

Property Modifiers  
 Modify/Show Modifiers...  
 Currently Default

Mirror  
 Mirror About Local 2-Axis

OK Cancel

Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	1
Mass	1
Weight	1

OK Cancel

**PLATINAS "PL 100x12"**

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: PL 100x12

Material: A572Gr50

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Steel Plate

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 12 mm

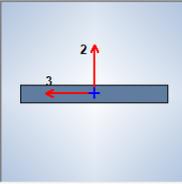
Width: 100 mm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

OK Cancel

Show Section Properties...



Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area: 1

Shear Area in 2 direction: 1

Shear Area in 3 direction: 1

Torsional Constant: 1

Moment of Inertia about 2 axis: 1

Moment of Inertia about 3 axis: 1

Mass: 1

Weight: 1

OK Cancel

**PLATINAS "PL 150x12"**

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: PL 150x12

Material: A572Gr50

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Steel Plate

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 12 mm

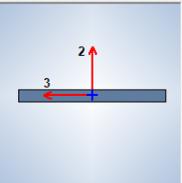
Width: 150 mm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

OK Cancel

Show Section Properties...



Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area: 1

Shear Area in 2 direction: 1

Shear Area in 3 direction: 1

Torsional Constant: 1

Moment of Inertia about 2 axis: 1

Moment of Inertia about 3 axis: 1

Mass: 1

Weight: 1

OK Cancel

**TUBERIA "TEC 100x4"**

Frame Section Property Data

General Data  
 Property Name: TEC 100x4  
 Material: A36  
 Display Color:   Change...  
 Notes: Modify/Show Notes...

Shape  
 Section Shape: Steel Tube

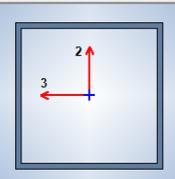
Section Property Source  
 Source: User Defined

Section Dimensions  
 Total Depth: 100 mm  
 Total Width: 100 mm  
 Flange Thickness: 4 mm  
 Web Thickness: 4 mm  
 Corner Radius: 0 mm

Property Modifiers  
 Modify/Show Modifiers...  
 Currently Default

OK Cancel

Show Section Properties...



Property/Stiffness Modification Factors

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

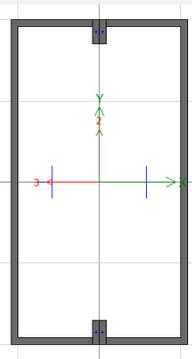
Cross-section (axial) Area	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 2 direction	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 3 direction	<input type="text" value="1"/>
Torsional Constant	<input type="text" value="1"/>
Moment of Inertia about 2 axis	<input type="text" value="1"/>
Moment of Inertia about 3 axis	<input type="text" value="1"/>
Mass	<input type="text" value="1"/>
Weight	<input type="text" value="1"/>

OK Cancel

**VIGA V2G 200x50x15x4**

Section Designer

File Edit View Draw Select Display



Ready

OK Cancel

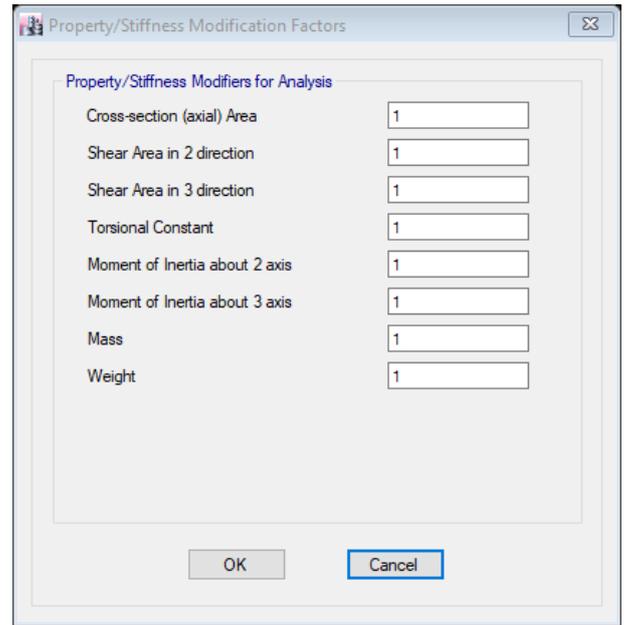
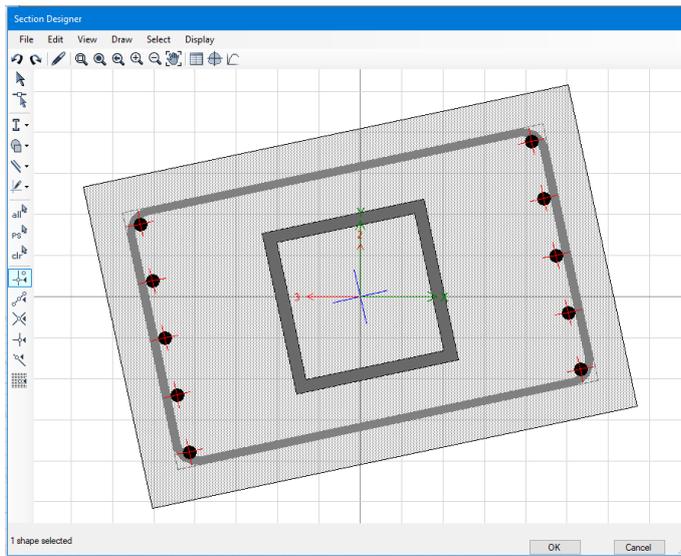
Property/Stiffness Modification Factors

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

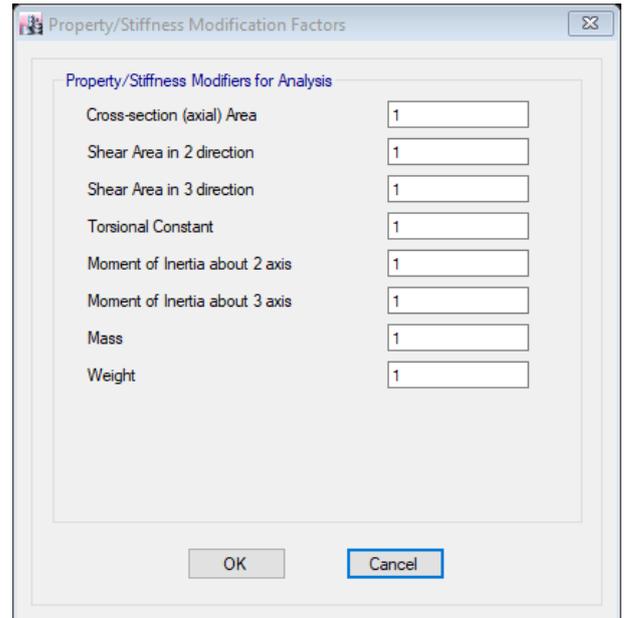
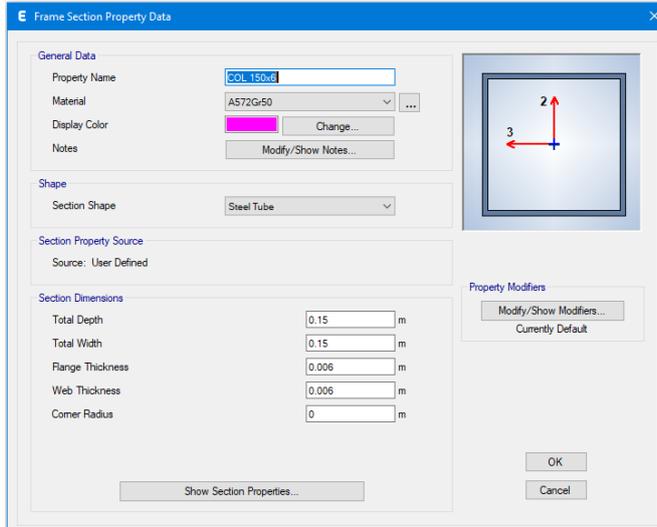
Cross-section (axial) Area	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 2 direction	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 3 direction	<input type="text" value="1"/>
Torsional Constant	<input type="text" value="1"/>
Moment of Inertia about 2 axis	<input type="text" value="1"/>
Moment of Inertia about 3 axis	<input type="text" value="1"/>
Mass	<input type="text" value="1"/>
Weight	<input type="text" value="1"/>

OK Cancel

### COLUMN MIXTA



### COLUMN METALICA 150X150x6



**LOSA DECK METÁLICO “NOVALOSA 55”**

Deck Property Data

**General Data**

Property Name: NOVALOSA 55

Type: Filled

Slab Material: f<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup>

Deck Material: A653SQGr33

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

Slab Depth, t<sub>c</sub>: 100 mm

Rib Depth, h<sub>r</sub>: 55 mm

Rib Width Top, w<sub>rt</sub>: 175 mm

Rib Width Bottom, w<sub>rb</sub>: 125 mm

Rib Spacing, s<sub>r</sub>: 300 mm

Deck Shear Thickness: 0.76 mm

Deck Unit Weight: 7.47E-06 kgf/mm<sup>2</sup>

Shear Stud Diameter: 18 mm

Shear Stud Height, h<sub>s</sub>: 105 mm

Shear Stud Tensile Strength, F<sub>u</sub>: 40.79 kgf/mm<sup>2</sup>

OK Cancel

**LOSA MACIZA “H=0.20m”**

Slab Property Data

**General Data**

Property Name: Slab1

Slab Material: f<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup>

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Use Special One-Way Load Distribution

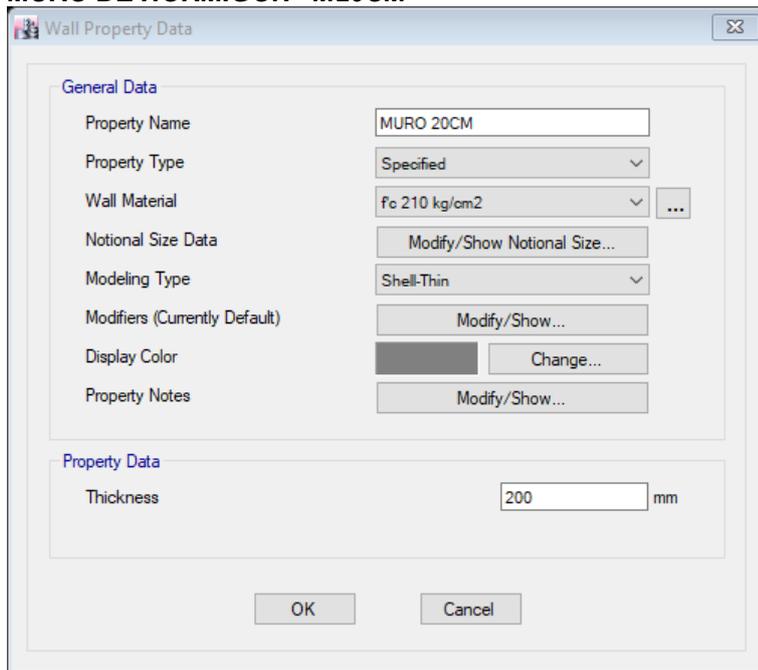
**Property Data**

Type: Slab

Thickness: 145 mm

OK Cancel

**MURO DE HORMIGON "M20CM"**



Wall Property Data

**General Data**

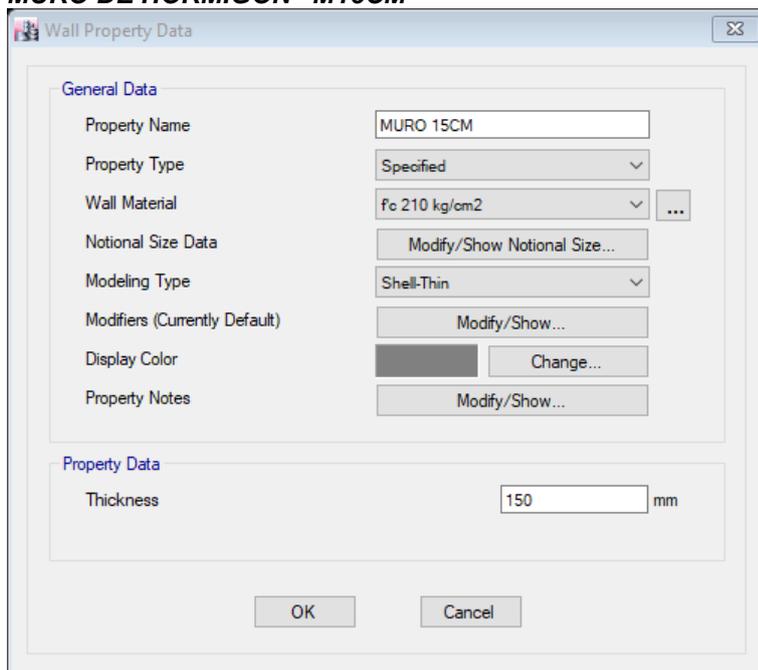
Property Name	MURO 20CM
Property Type	Specified
Wall Material	f <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modify/Show...

**Property Data**

Thickness	200 mm
-----------	--------

OK Cancel

**MURO DE HORMIGON "M15CM"**



Wall Property Data

**General Data**

Property Name	MURO 15CM
Property Type	Specified
Wall Material	f <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modify/Show...

**Property Data**

Thickness	150 mm
-----------	--------

OK Cancel

### MURO DE ADOBE

Wall Property Data

**General Data**

Property Name: MURO ADOBE

Property Type: Specified

Wall Material: M-ADOBE

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color:  Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

Thickness: 1400 mm

OK Cancel

### 7M. TABLA AUTO SEISMIC – USER COEFFICIENTS

	Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity %	Ecc. Overridden	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
Sx	Seismic	X + Ecc. Y	5	<input type="checkbox"/>	Story4	Base	0.184	1	1011.17	186.05	
Sy	Seismic	Y + Ecc. X	5	<input type="checkbox"/>	Story4	Base	0.184	1	1011.17	186.05	

### 8M. CUADROS DE MODOS DE VIBRACIÓN

#### MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

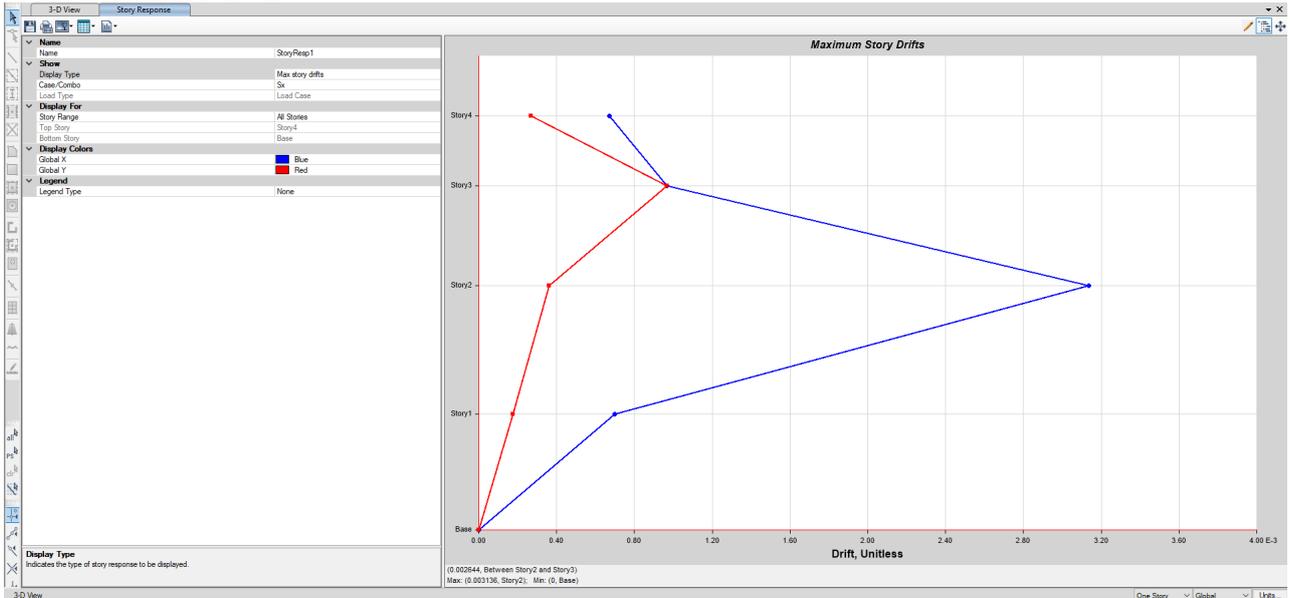
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.133	0.0343	0.0194	0	0.0343	0.0194	0	0.0183	0.0172	0.0001	0.0183	0.0172	0.0001
Modal	2	0.125	0.0018	0.4146	0	0.0361	0.434	0	0.4085	1.177E-05	0.0273	0.4268	0.0173	0.0274
Modal	3	0.089	0.4938	0.0023	0	0.5299	0.4363	0	0.0059	0.1177	0.083	0.4326	0.135	0.1104
Modal	4	0.082	0.001	0.0133	0	0.5309	0.4497	0	4.234E-05	0.0165	0.0013	0.4327	0.1515	0.1117
Modal	5	0.07	0.0142	0.0295	0	0.5451	0.4791	0	0.0016	0.022	0.0824	0.4343	0.1734	0.1942
Modal	6	0.067	0.0414	0.104	0	0.5866	0.5831	0	0.0217	0.005	0.0688	0.456	0.1784	0.263
Modal	7	0.064	0.0018	0.0122	0	0.5884	0.5954	0	0.0001	0.0002	0.0087	0.4561	0.1786	0.2717
Modal	8	0.061	0.0014	0.0008	0	0.5898	0.5962	0	0.0007	4.049E-05	0.0899	0.4568	0.1786	0.3616
Modal	9	0.059	0.0074	0.0004	0	0.5972	0.5965	0	1.891E-05	0.0277	0.112	0.4568	0.2063	0.4736
Modal	10	0.056	0.0397	0.0354	0	0.6368	0.6319	0	0.0242	0.009	0.0145	0.481	0.2153	0.4881
Modal	11	0.051	0.0299	2.97E-06	0	0.6667	0.6319	0	0.0034	0.0003	0.0261	0.4844	0.2156	0.5143
Modal	12	0.049	0.0051	0.0019	0	0.6719	0.6338	0	0.0006	0.0292	0.0008	0.485	0.2448	0.5151

### MODAL LOAD PARTICIPATION RATIOS

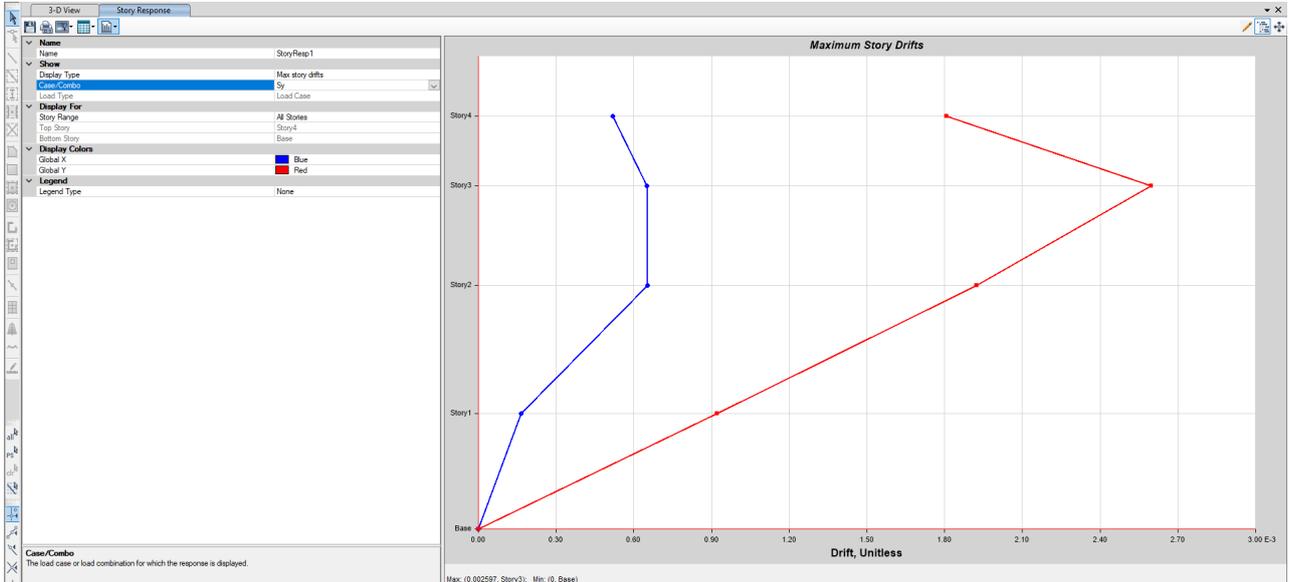
Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	93.92	67.19
Modal	Acceleration	UY	95.68	63.38
Modal	Acceleration	UZ	0	0

### 9M. GRÁFICA DE DERIVAS FINALES

#### DERIVAS POR SISMO X

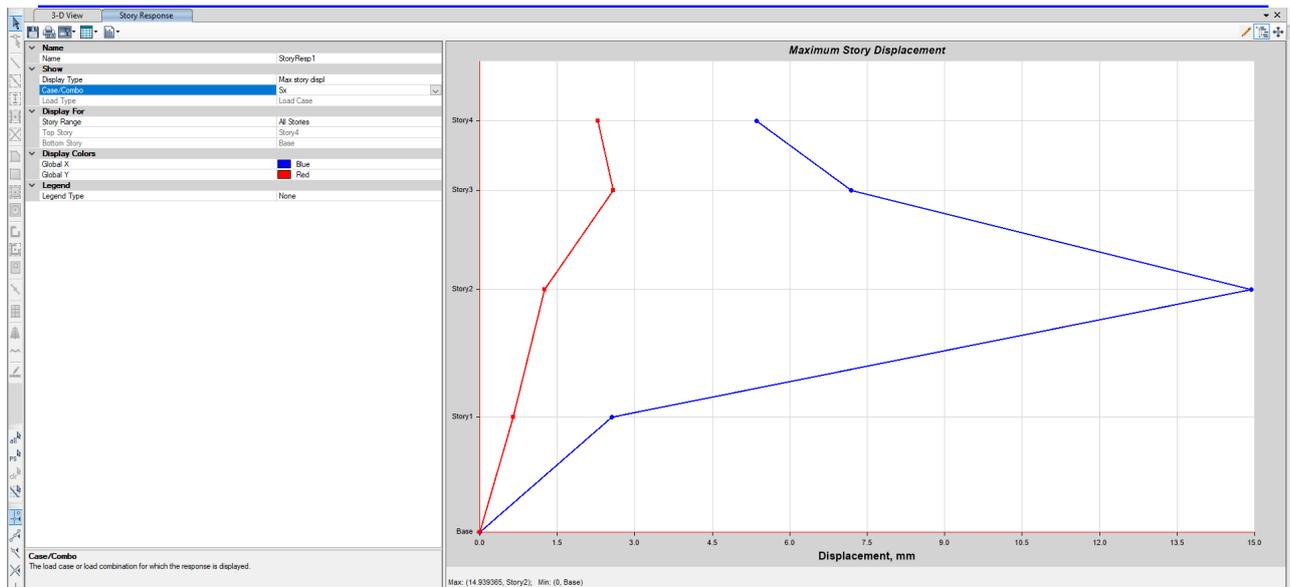


#### DERIVAS POR SISMO Y

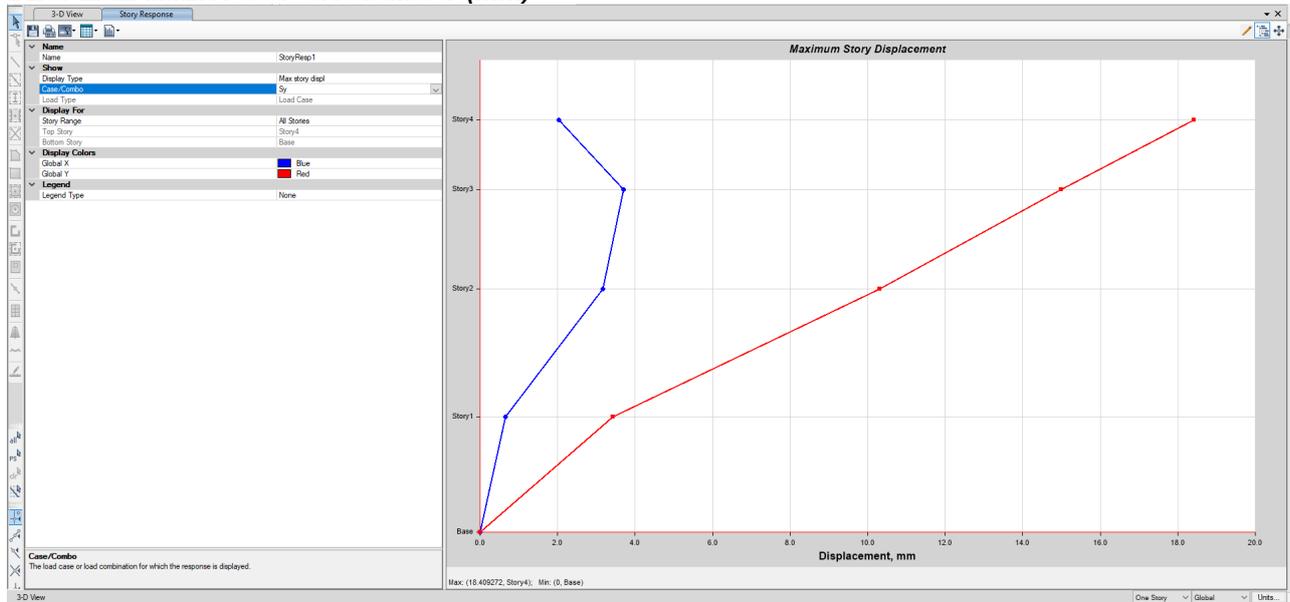


### 10M. GRÁFICA DE DESPLAZAMIENTOS

#### DESPLAZAMIENTOS POR SISMO X (mm)

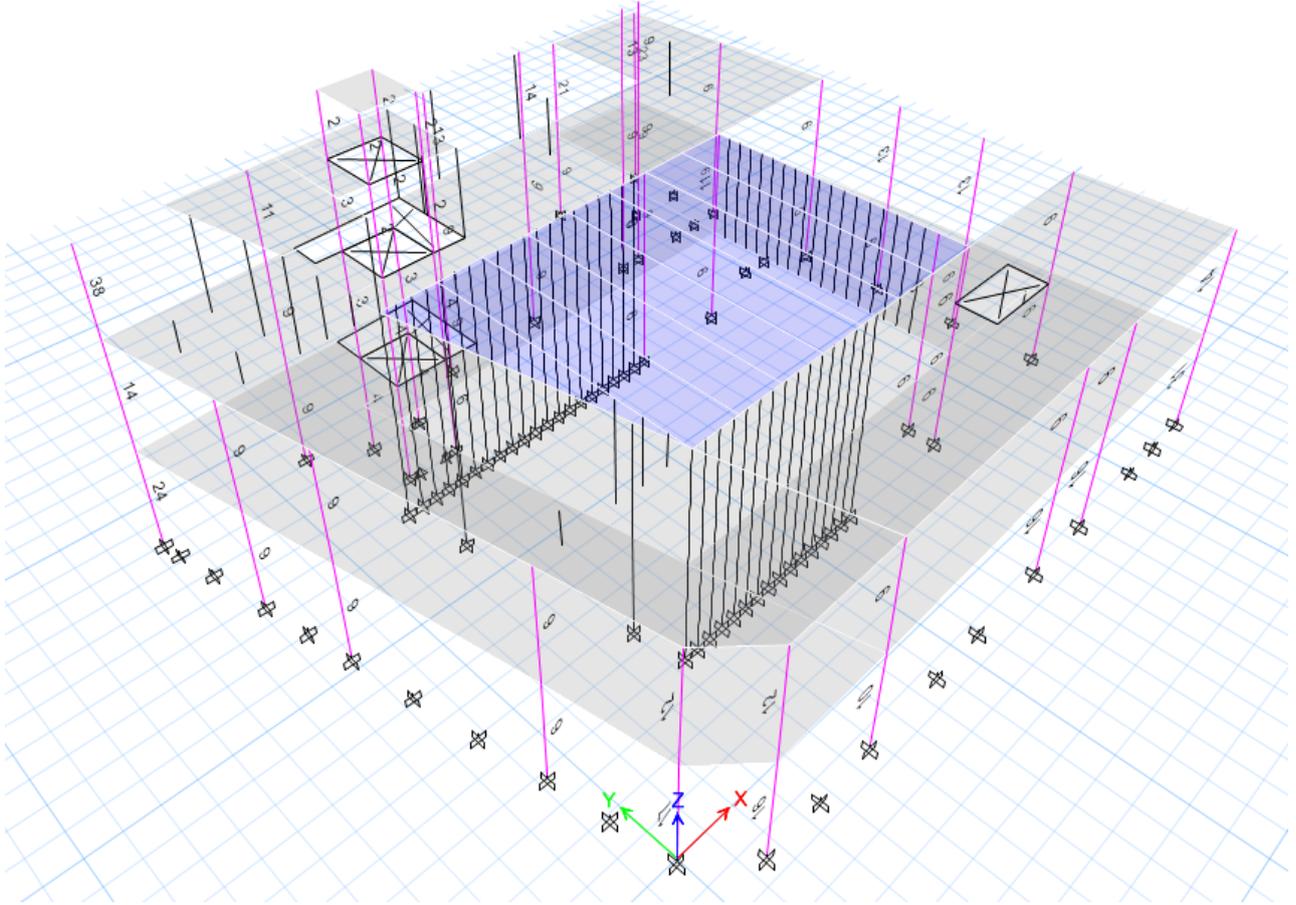


### DESPLAZAMIENTOS POR SISMO Y (mm)

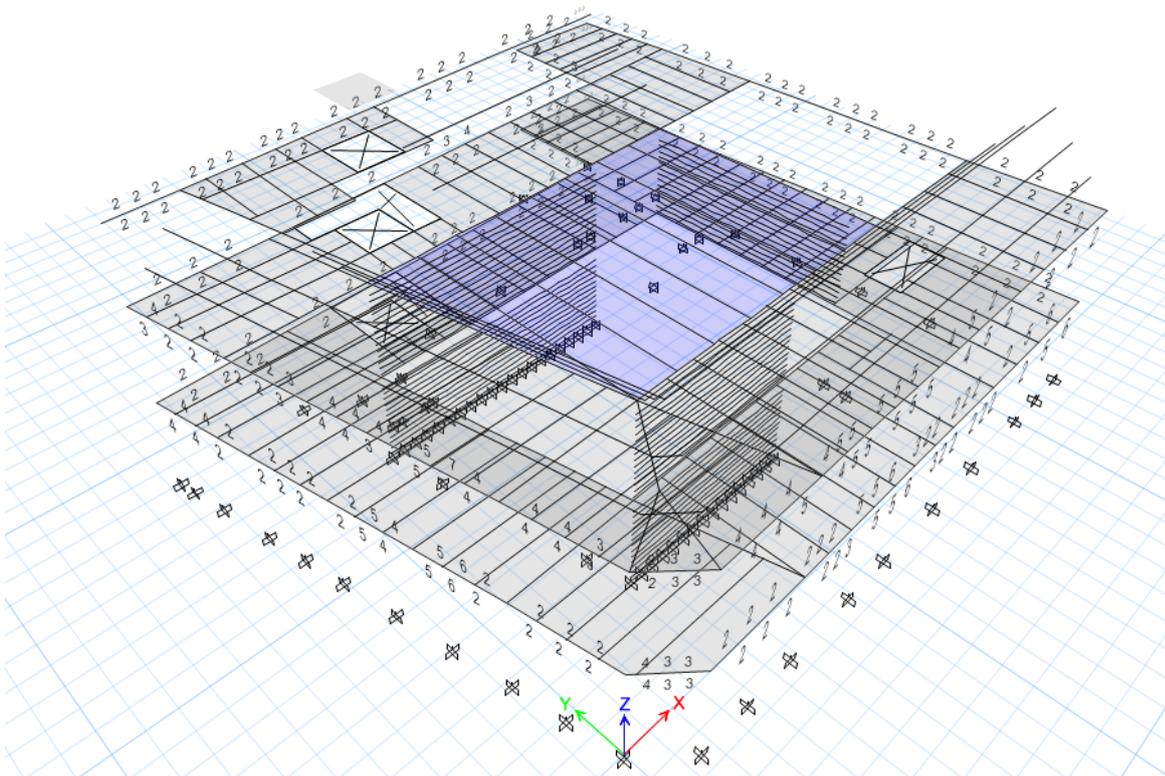


## 11M. DISEÑO DE COLUMNAS, VIGAS Y CERCHAS

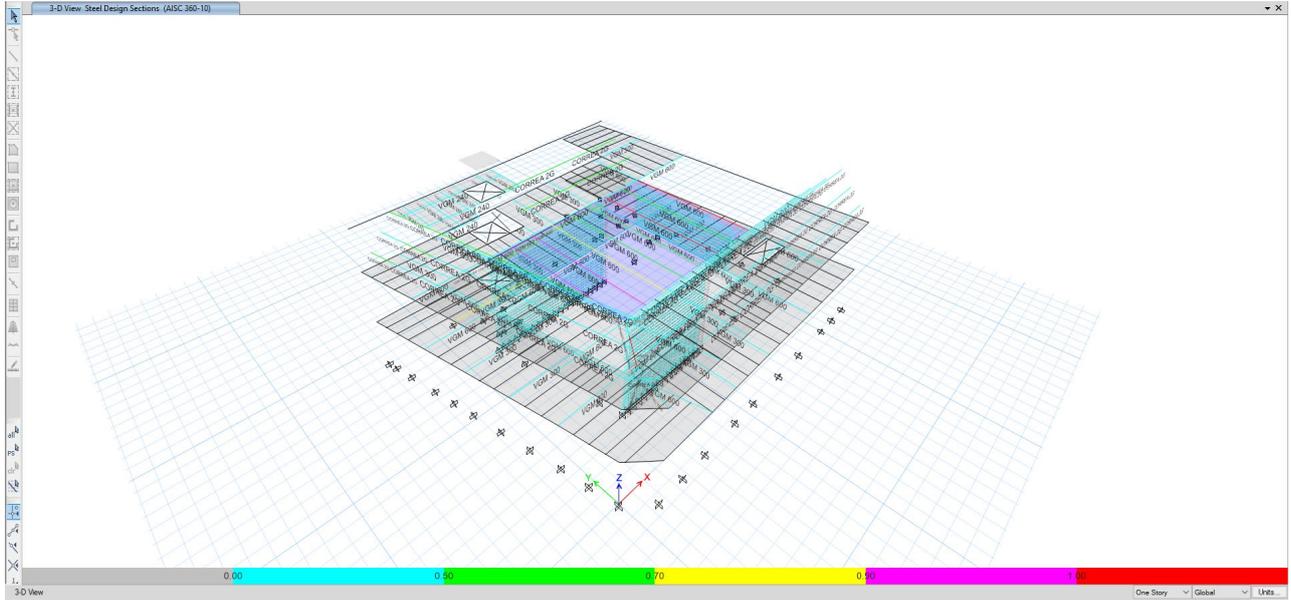
### DISEÑO DE SECCIÓN DE HORMIGÓN - COLUMNAS



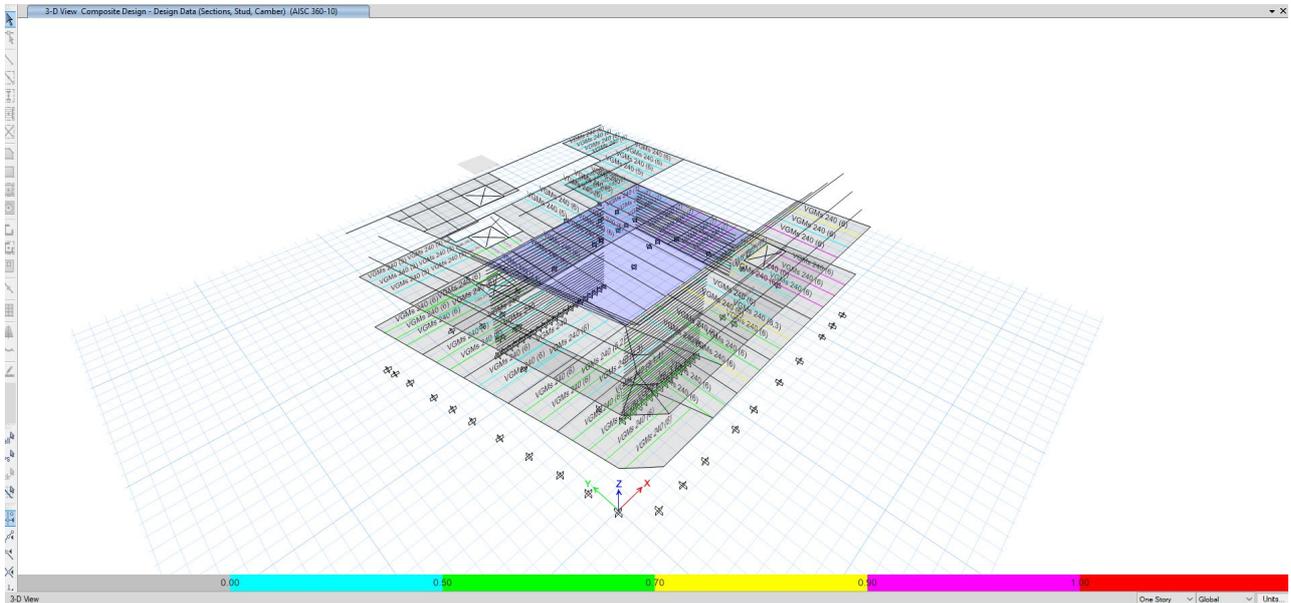
**DISEÑO DE SECCIÓN DE HORMIGÓN - VIGAS  
PLANTA BAJA y PLANTA ALTA**



**DISEÑO DE SECCIÓN I – VIGAS PRINCIPALES  
PLANTA BAJA, ALTA y CUBIERTA**

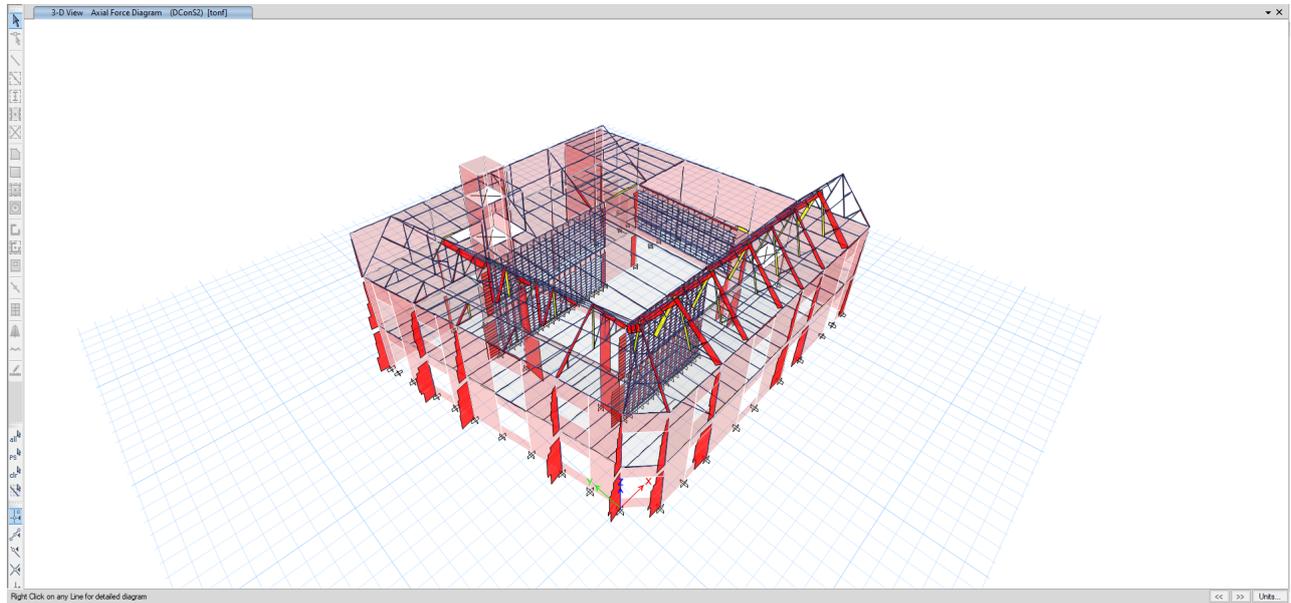


**DISEÑO DE SECCIÓN I – VIGAS SECUNDARIAS  
PLANTA BAJA, ALTA y CUBIERTA**

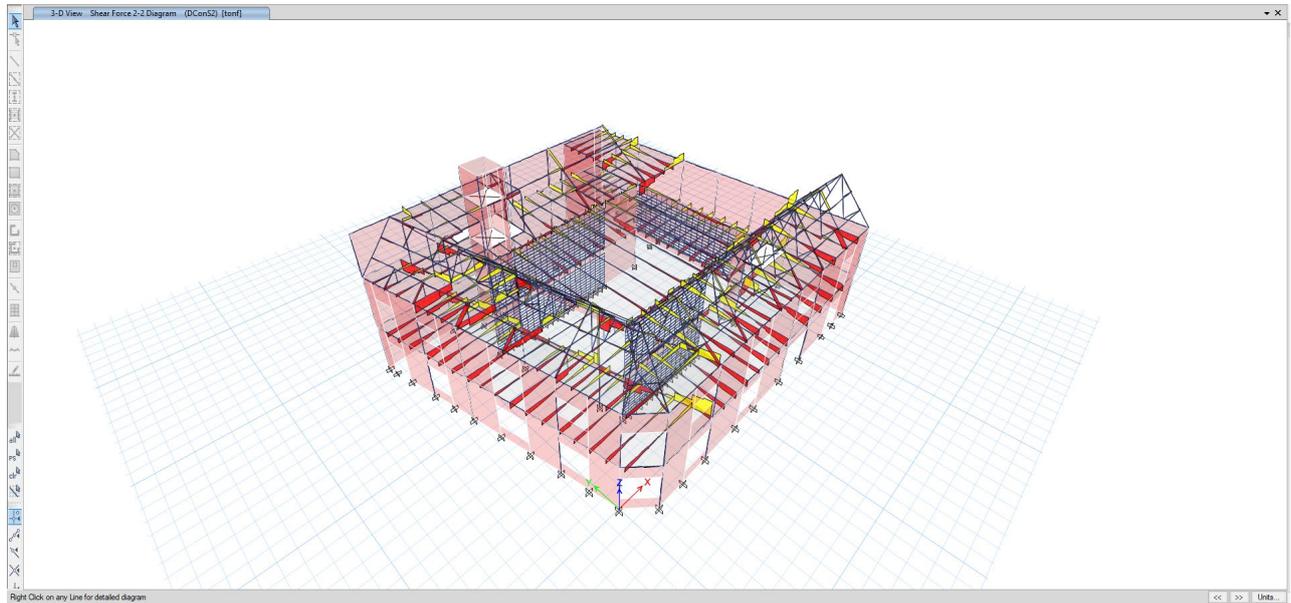


## 12M. DIAGRAMAS: AXIAL, CORTE Y MOMENTOS (1.2D+1.6L)

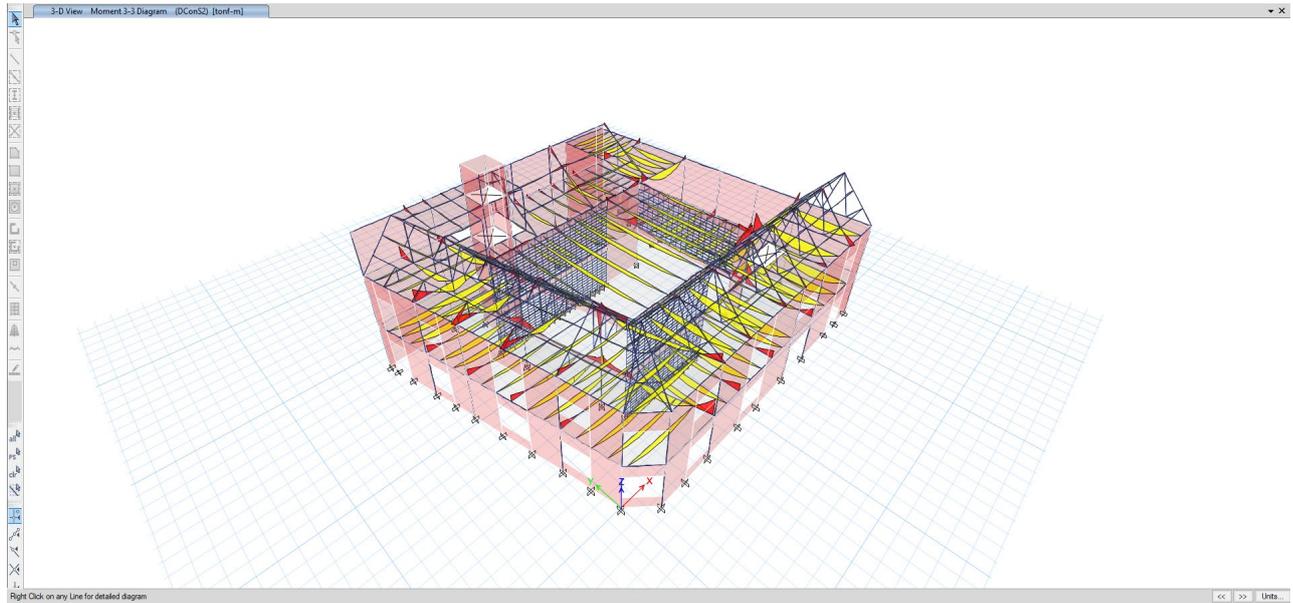
### ➤ FUERZA AXIAL (ton)



### ➤ DIAGRAMA DE CORTE (ton)



➤ **DIAGRAMA DE MOMENTOS (ton x m)**



**13M. DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN**

**REACCIONES EN LA BASE "100%D+100%L" (ton)**

**14M. ESTRUCTURAS – INTERVENCIÓN DE CONSTRUCCIONES PATRIMONIALES DE TIERRA CRUDA – EVALUACIÓN DE ESFUERZOS ADMISIBLES**

**A. Descripción de la estructura**

La edificación considerada son aquellas cuyo sistema estructural contienen elementos y materiales de construcción o una combinación de estos y que se describen a continuación:

- a) Fábricas de adobe, tapial, quincha, bahareque y ladrillo.
- b) Mampostería de fábricas de piedra.
- c) Estructuras de Madera.

Se consideran como elementos y sistemas estructurales en el inmueble a intervenir los siguientes:

- 1) Cimentaciones
- 2) Muros portantes
- 3) Vigas, columnas, muros de corte
- 4) Sistemas de pisos
- 5) Conexiones
- 6) Sistemas de cubiertas
- 7) Otros elementos estructurales, que conformen parte del sistema sismo resistente.

El proyecto objeto de estudio corresponde a una casa de dos pisos, con una cubierta a dos aguas, y con el sistema de muros portantes.

## B. Determinación de Cargas

### 1) Carga Muerta

<b>Descripción del Material</b>	<b>Peso Unitario kN/m<sup>3</sup></b>
Teja de barro cocido sin mortero	0.50
Plancha ondulada de fibrocemento	0.20
Lámina asfáltica impermeabilizante	0.03
Adobe	16.00

### 2) Carga Viva

<b>Ocupación o Uso</b>	<b>Peso Unitario kN/m<sup>2</sup></b>
Cubiertas	1.00

## C. Descripción de materiales

El esfuerzo máximo a compresión de una pila de adobe determinada en base al informe de laboratorio de ensayo de materiales elaborado por la empresa "LEMSUR" determina que el esfuerzo máximo a compresión es de  $f'm = 2.10 \text{ MPa}$  o  $21.45 \text{ kg/cm}^2$ .

### Propiedades mecánicas de adobe

- Esfuerzo admisible a compresión:

$$f_m = 0.4 \phi_e f'm$$

Donde:

$\phi_e$  = Factor de esbeltez  $< 0.75$

$f'm$  = Esfuerzo máximo a compresión de una pila de adobe

Cuando el factor de esbeltez no está definido, entonces:

$$f_m = 0.2 f'm$$

$$f_m = 0.2 \times 21.45 = 4.29 \text{ kg/cm}^2$$

- Esfuerzo admisible de aplastamiento:

$$f_a = 1.5 f_m$$

$$f_a = 1.5 \times 4.29 = 6.44 \text{ kg/cm}^2$$

- Esfuerzo de tracción:

$$f_t = 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

- Esfuerzo de corte permisible:

$$V_{adm} = 0.4 f_t$$

$$V_{adm} = 0.4 \times 1.5 = 0.60 \text{ kg/cm}^2$$

## D. Espectro de diseño según la NEC-SE-DS (2015)

La zona del proyecto se encuentra en una zona sísmica V, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.

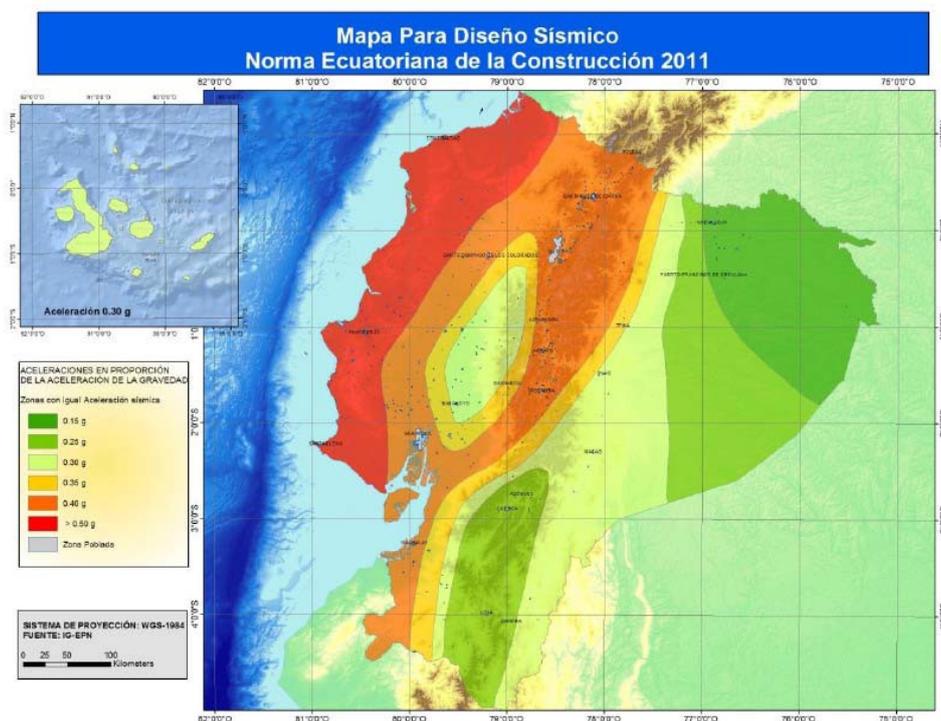


Figura: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño

## ESPECTRO DE DISEÑO SISMICO - PERIODO FUNDAMENTAL - CORTANTE BASAL - NEC 2015

PROYECTO: AGENCIA BANCO PICHINCHA "24 DE MAYO"

**Tabla 2.2. Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z**

PROVINCIA	PICHINCHA	
CANTON	QUITO	
PARROQUIA	QUITO	
POBLACION	QUITO	
Z	<b>0.40</b>	<b>MAPA</b>

**Tabla 2.1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada**

Zona sísmica	I	II	III	IV	<b>V</b>	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	<b>0.40</b>	0.50
Caracterización de amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	<b>Alta</b>	Muy Alta

**Tabla 2.3. Clasificación de los perfiles de suelo**

Tipo de perfil	Descripción	
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	<b>S</b>

**Tabla 2.9. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura**

Categoría	Factor I	I
Otras estructuras	1.00	

**Tabla 2.14. Coeficiente de reducción de respuesta estructural R**

Sistema Estructural	Coeficiente R	R
Mampostería no reforzada	1.00	

**Tabla 2.12. Coeficientes de irregularidad en planta**

$\emptyset_P =$	0.90	$\emptyset_{PA} =$	0.9	$\emptyset_{PB} =$	1.0	$\emptyset_P$
-----------------	------	--------------------	-----	--------------------	-----	---------------

**Tabla 2.13. Coeficientes de irregularidad en elevación**

$\emptyset_E =$	0.90	$\emptyset_{EA} =$	1.0	$\emptyset_{EB} =$	0.9	$\emptyset_E$
-----------------	------	--------------------	-----	--------------------	-----	---------------

**Tabla 2.5. Tipo de suelo y Factores de sitio Fa**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z (Aceleración esperada en roca, g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50
A		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C		1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D		1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E		1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F		ver nota					

**Fa 1.2**

**Tabla 2.6. Tipo de suelo y Factores de sitio Fd**

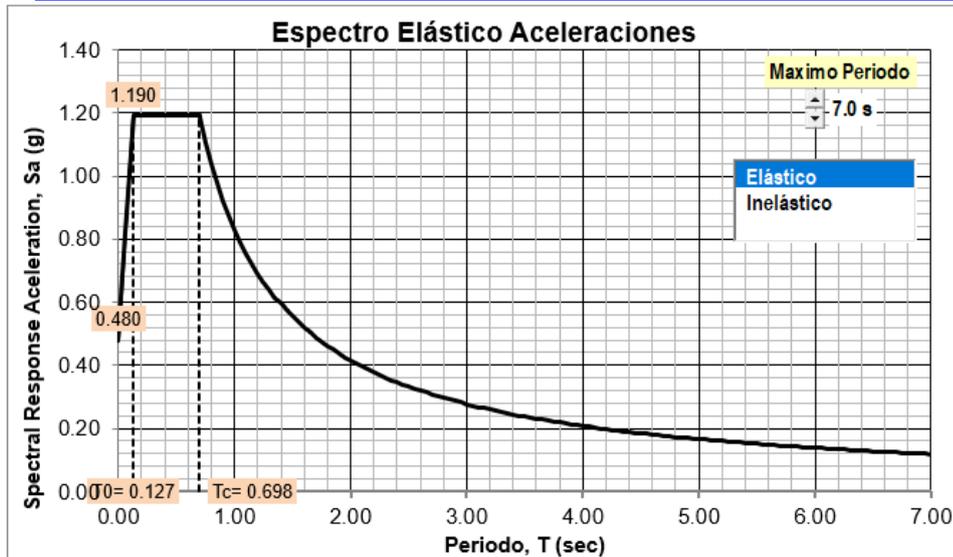
Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z (Aceleración esperada en roca, g)	0.15	0.25	0.30	0.35	<b>0.40</b>	0.50
A		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C		1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
<b>D</b>		1.62	1.45	1.36	1.28	<b>1.19</b>	1.11
E		2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
F		ver nota	ver nota				

**Fd 1.19**
**Tabla 2.7. Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z (Aceleración esperada en roca, g)	0.15	0.25	0.30	0.35	<b>0.40</b>	0.50
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
<b>D</b>		1.02	1.06	1.11	1.19	<b>1.28</b>	1.40
E		1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
F		ver nota	ver nota				

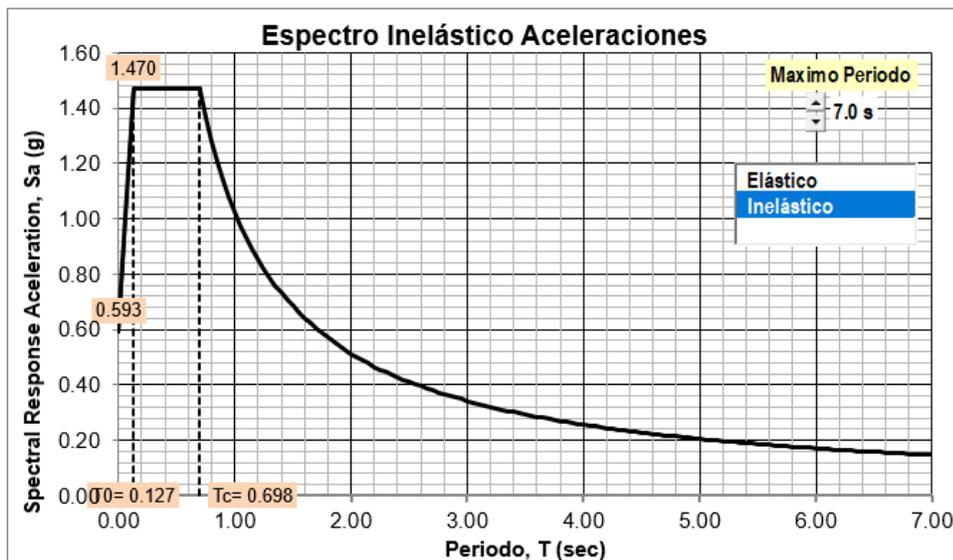
**Fs 1.28**

Figura: Datos para encontrar espectro de diseño sísmico, periodo fundamental y cortante basal



Provincia / Region	PICHINCHA
$\eta$	2.48
r	1.0
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
T0	0.127
Tc	0.698
TL	2.856
Z	0.400
Sa	1.190
R	1.00

**PROYECTO:**  
AGENCIA BANCO PICHINCHA "24 DE MAYO"



Provincia / Region	PICHINCHA
$\eta$	2.48
r	1.0
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
T0	0.127
Tc	0.698
TL	2.856
Z	0.400
Sa	1.190
R	1.00

**PROYECTO:**  
AGENCIA BANCO PICHINCHA "24 DE MAYO"

Figura: Espectro Elástico e Inelástico de aceleraciones

**Tipo de Estructura:**

$\phi_p$	0.90
$\phi_e$	0.90
Ct	0.06
h	11.29
$\alpha$	0.75
T	0.339
I	1.0
Sa	1.190
R	1.0

Otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural

$$T = C_t h_n^{\alpha}$$

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_p \phi_E} W$$

Tipo de estructura	C <sub>t</sub>	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostamientos	0.072	0.8
Con arriostamientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

**1.470 W**

Figura: Cortante basal de diseño

## **E. Diseño por esfuerzos admisibles**

### **Filosofía general del diseño por esfuerzos admisibles**

Los muros son comúnmente elementos de mampostería no reforzada, los mismos que deben ser diseñados para las combinaciones de flexión y carga axial.

Para el diseño de muros de adobe se tiene las siguientes consideraciones, de acuerdo a la sección 8.2.3 del ACI 530-13:

- a) La deformación en mampostería es directamente proporcional a la distancia desde el eje neutro.
- b) El esfuerzo de tracción a la flexión es directamente proporcional a la deformación.
- c) El esfuerzo de compresión a la flexión, en combinación con el esfuerzo de compresión axial en mampostería es directamente proporcional a la deformación.
- d) El esfuerzo en el refuerzo, si existe, se descuidan cuando se determina la resistencia de la mampostería para diseñar cargas.

### **Diseño por esfuerzos admisibles para flexión más carga axial**

#### **➤ COMBINACIONES DE CARGAS**

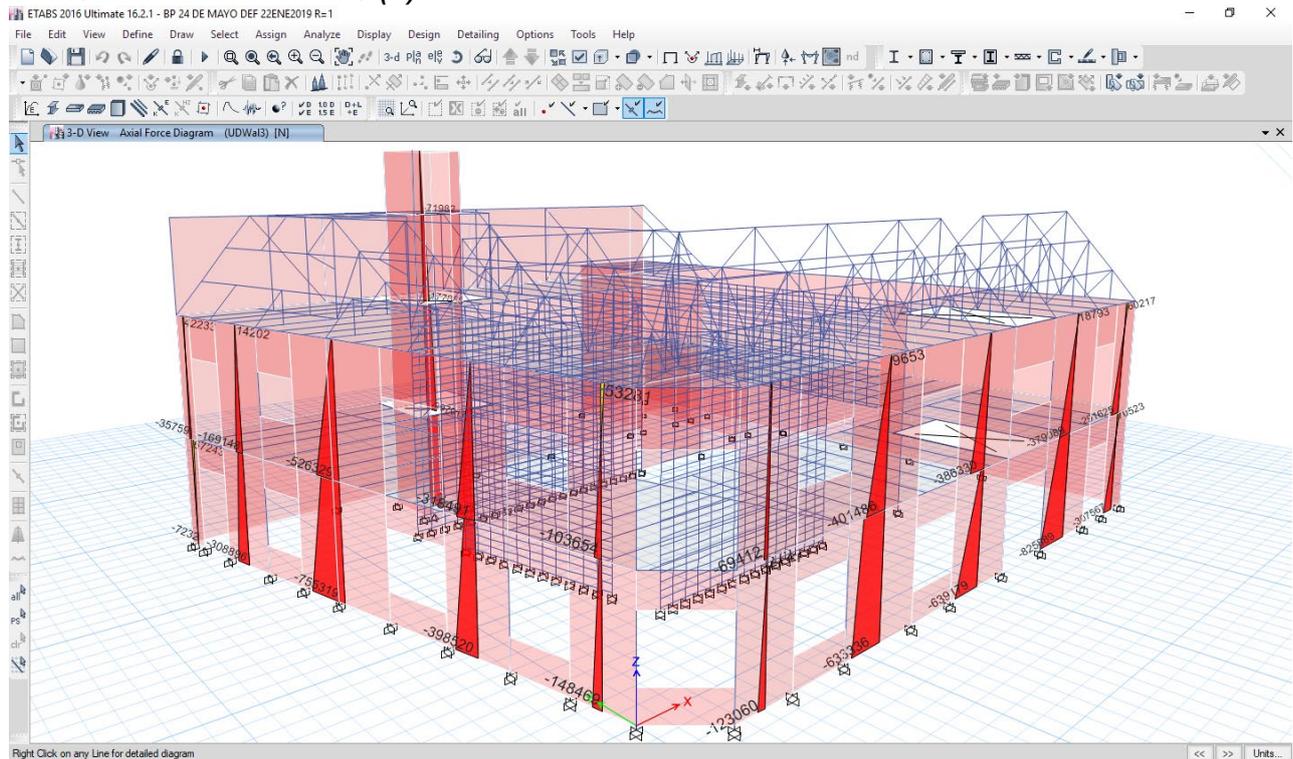
1. D
2. D + L
3. D + 0.75 L + 0.525 Ex
4. D + 0.75 L - 0.525 Ex
5. D + 0.75 L + 0.525 Ey
6. D + 0.75 L - 0.525 Ey
7. D + 0.7 Ex
8. D - 0.7 Ex
9. D + 0.7 Ey
10. D - 0.7 Ey
11. D + 0.75 L + 0.525 EQx
12. D + 0.75 L - 0.525 EQx
13. D + 0.75 L + 0.525 EQy
14. D + 0.75 L - 0.525 EQy
15. D + 0.7 EQx
16. D - 0.7 EQx
17. D + 0.7 EQy
18. D - 0.7 EQy

Dónde:

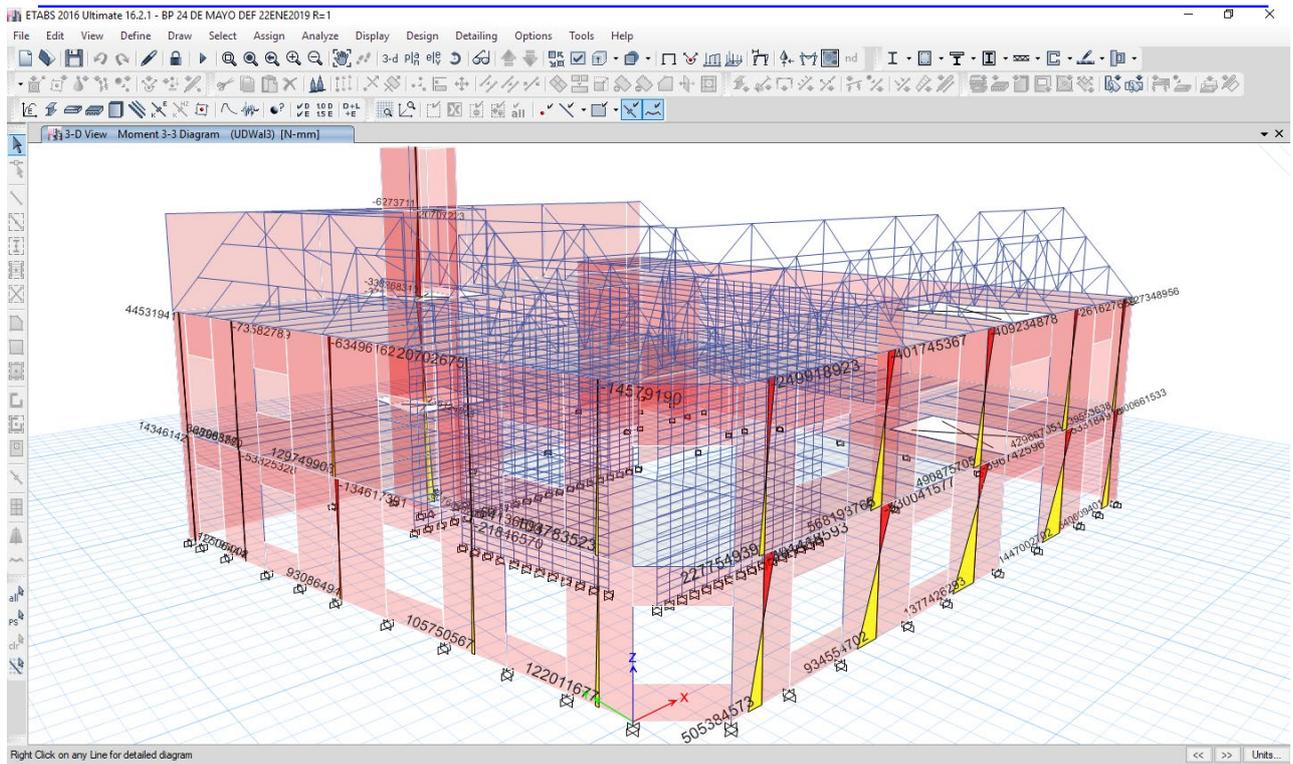
- D Carga muerta.
- L Carga viva.
- Ex Carga estática de sismo en sentido X.
- Ey Carga estática de sismo en sentido Y.
- EQx Carga del espectro de aceleraciones en sentido X.
- EQy Carga del espectro de aceleraciones en sentido Y.

Para el diseño se considera los muros señalados, y a continuación se muestra las máximas solicitaciones de cada uno de ellos:

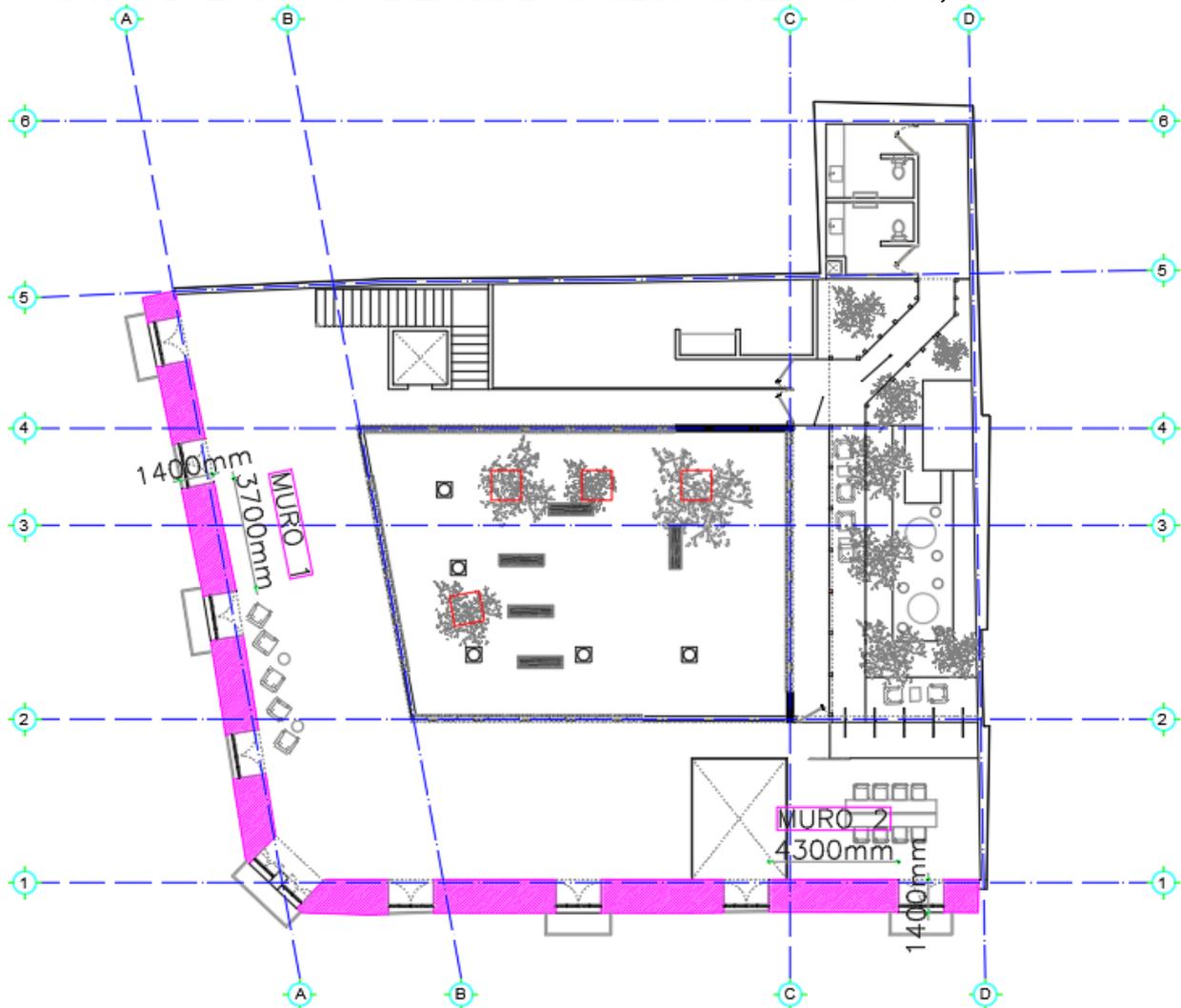
### ➤ FUERZA AXIAL MÁXIMO (N)



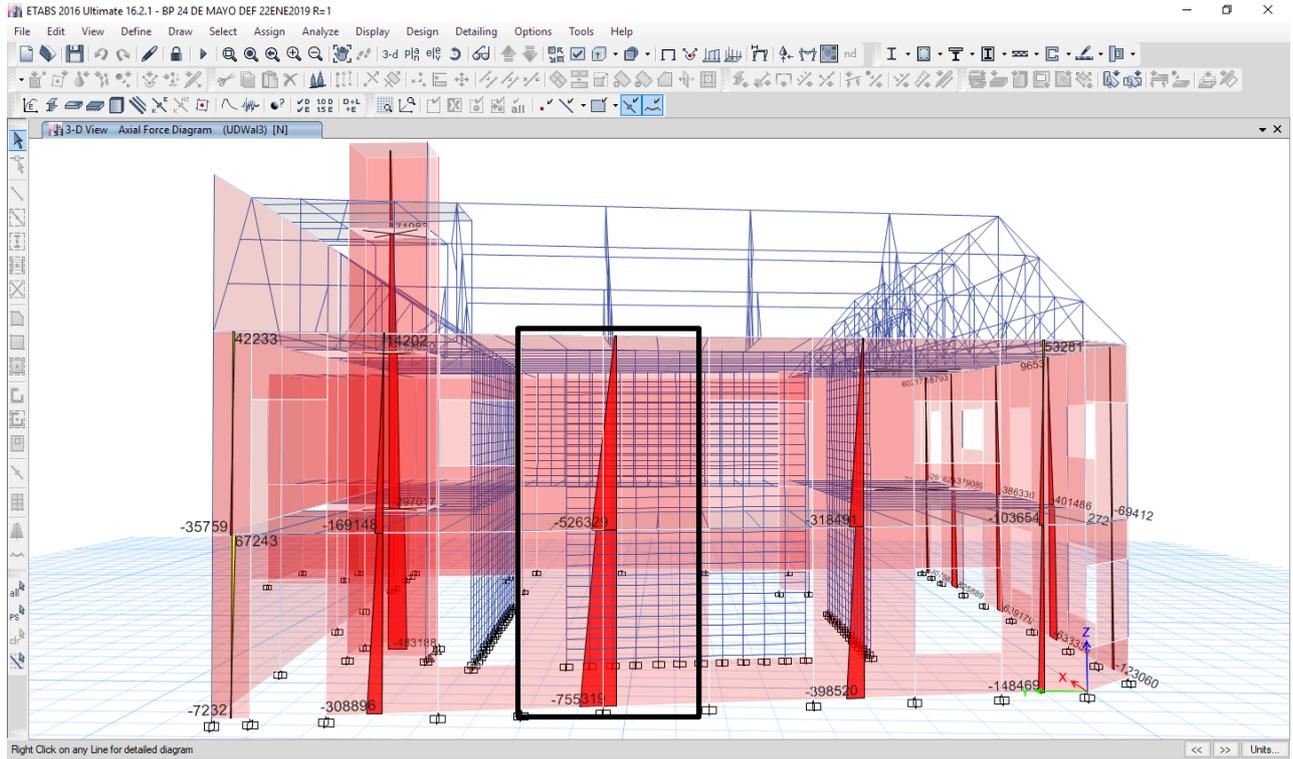
### ➤ MOMENTO MÁXIMO (N-mm)



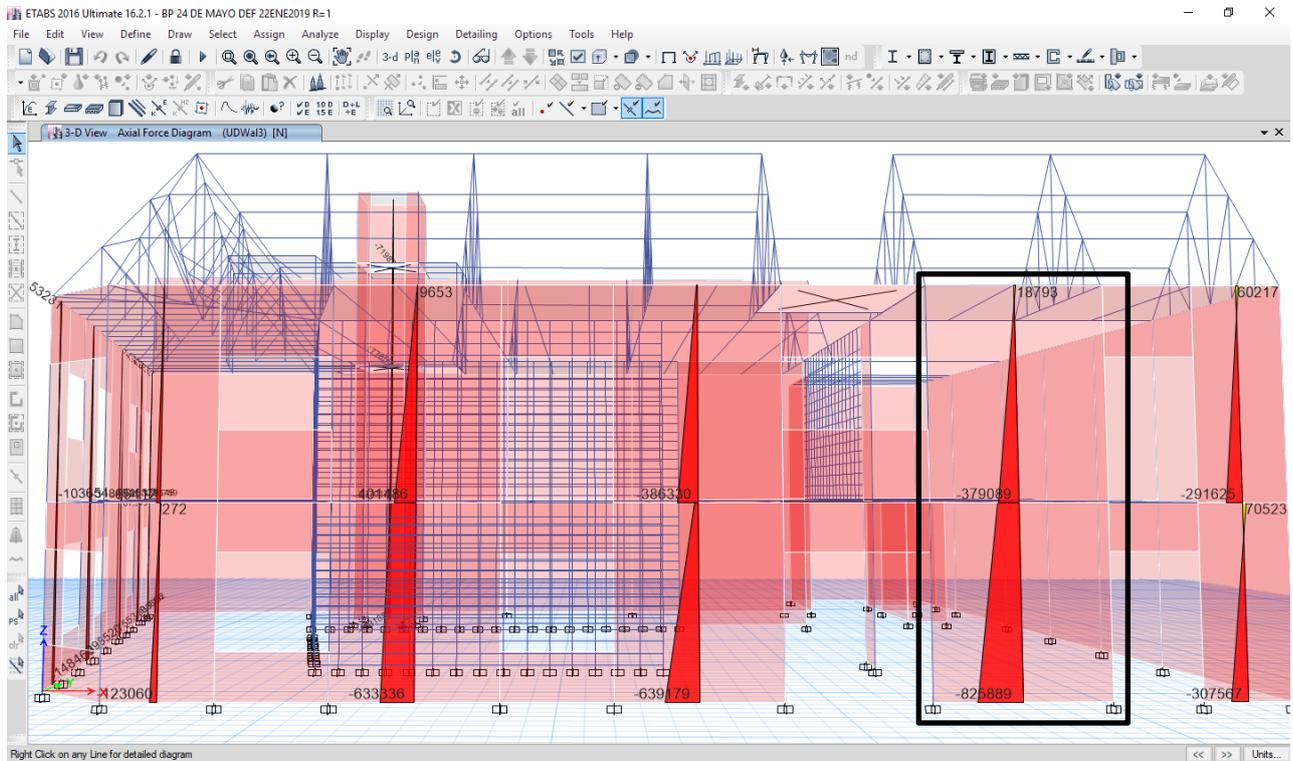
➤ **MURO A DISEÑAR CON FUERZA AXIAL Y MOMENTO MÁXIMO – MURO 1, 2**



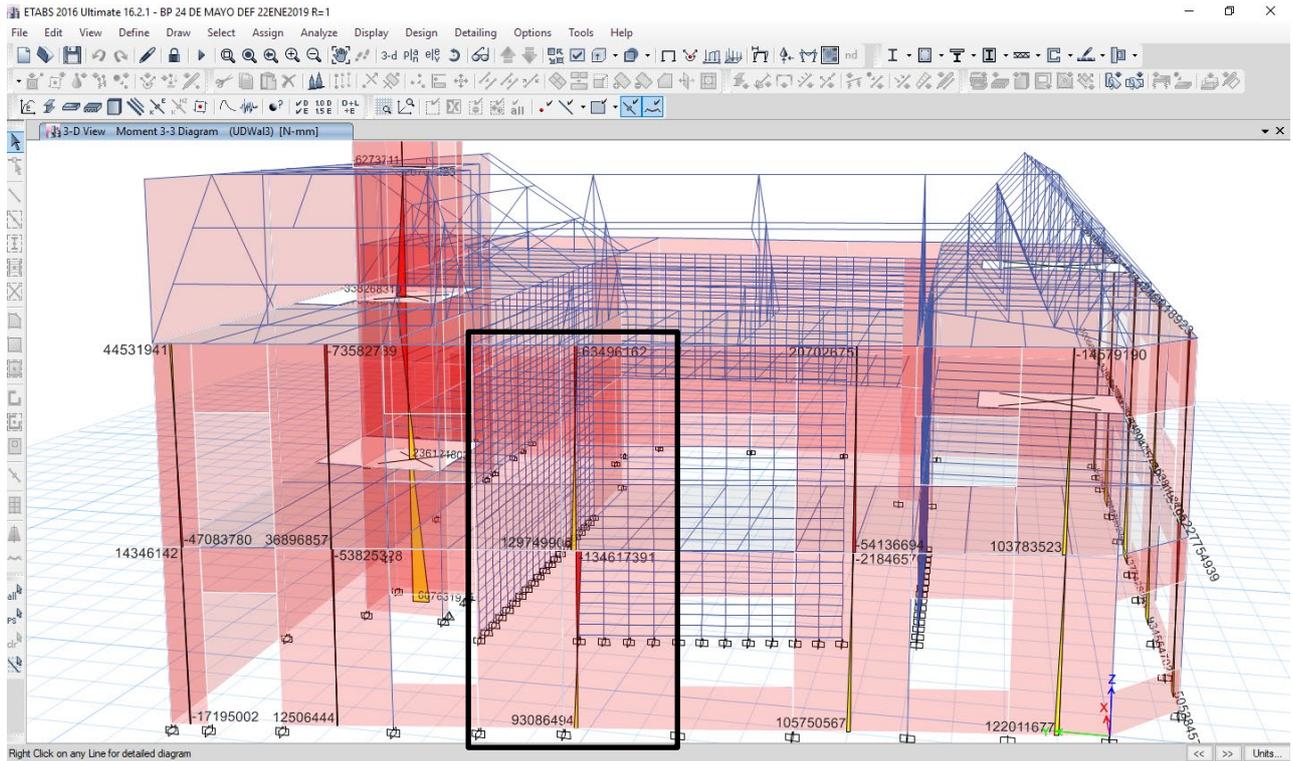
➤ **MURO A DISEÑAR CON CARGA AXIAL MÁXIMO – MURO 1 (N)**



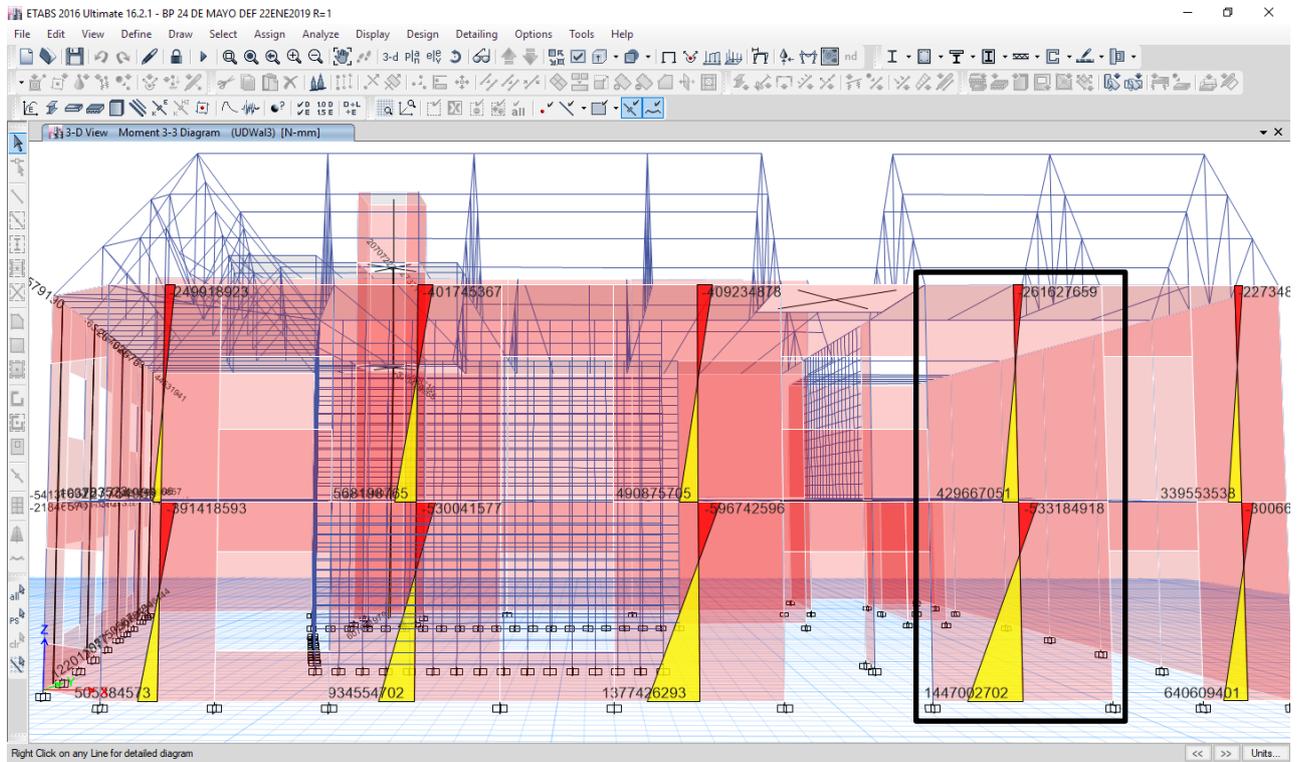
➤ **MURO A DISEÑAR CON CARGA AXIAL MÁXIMO – MURO 2 (N)**



➤ **MURO A DISEÑAR CON MOMENTO MÁXIMO – MURO 1 (N-mm)**



➤ **MURO A DISEÑAR CON MOMENTO MÁXIMO – MURO 2 (N-mm)**



➤ **MUROS CONSIDERADOS PARA DISEÑO Y MÁXIMAS SOLICITACIONES**

MURO	L	E	H	Pu	Mu
	mm	mm	mm	N	N-mm
1	3700	1400	7790	755319	93086494
2	4300	1400	7790	825889	1447002702

Debe cumplir los siguientes criterios:

I. La **ECUACIÓN UNITARIA**, debe ser satisfecha (Ecuación 8.14 del ACI 530-13)

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0$$

Donde:

$f_a$  = Esfuerzo de Compresión calculado en la mampostería, debido solo a carga axial

$f_b$  = Esfuerzo de Compresión calculado en la mampostería, debido solo a flexión

$F_b$  = Esfuerzo de Compresión admisible disponible para resistir solo a flexión, y se calcula:

$$F_b = \left(\frac{1}{3}\right) f'_m \text{ (Ecuación 8.18 ACI 530-13)}$$

$F_a$  = Esfuerzo de Compresión admisible disponible para resistir solo a carga axial; se calcula según las condiciones dadas por la relación de esbeltez:

$$F_a = 0.25 f'_m \left[ 1 - \left(\frac{h}{140r}\right)^2 \right] \text{ para } \frac{h}{r} \leq 99 \quad \text{(Ecuación 8.16 ACI 530-13)}$$

$$F_a = 0.25 f'_m \left[ \left(\frac{70}{h/r}\right)^2 \right] \text{ para } \frac{h}{r} > 99 \quad \text{(Ecuación 8.17 ACI 530-13)}$$

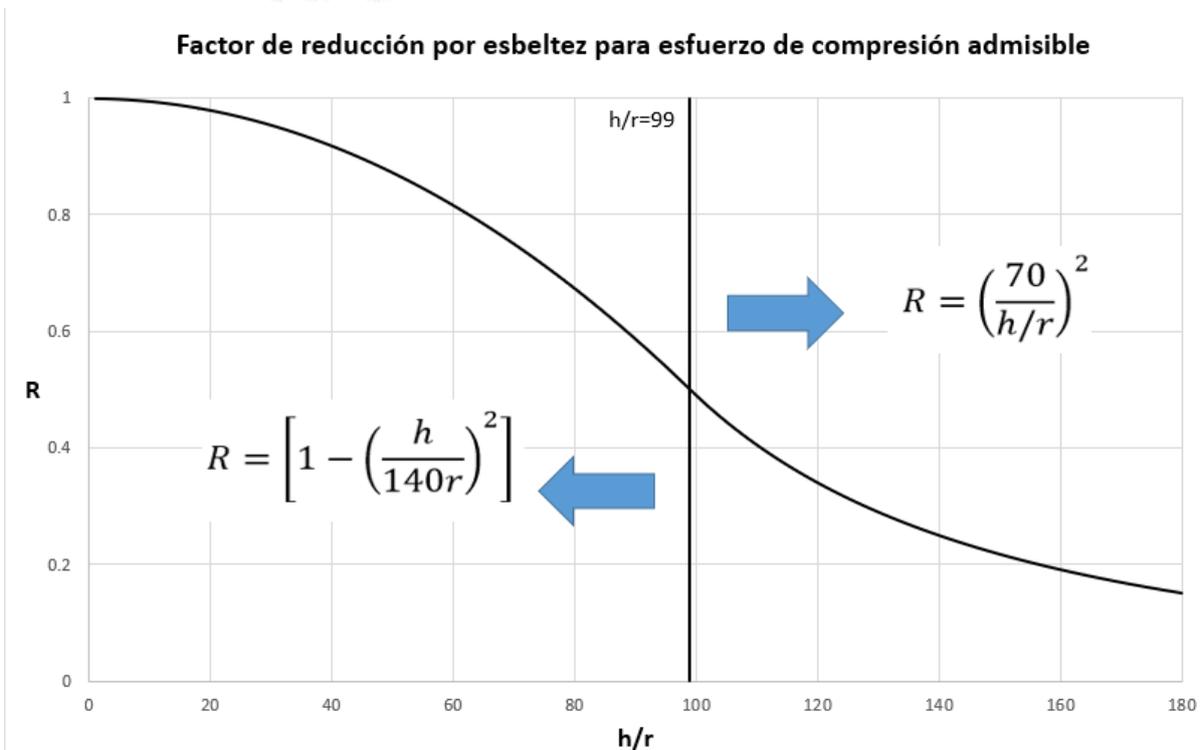


Figura: Factor de reducción por esbeltez para esfuerzo de compresión admisible

Por lo tanto se tiene para:

**MURO 1**

$$F_a = 0.25 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{140r} \right)^2 \right] \quad \text{para } \frac{h}{r} \leq 99 \quad (\text{Ecuación 8.16 ACI 530-13})$$

$$F_a = 0.25 \times 2.10 \left[ 1 - \left( \frac{7790}{140 \times 404.15} \right)^2 \right]$$

f'm=	<b>2.1</b>	N/mm2
R=	0.98	
Fa=	0.52	N/mm2

$$F_b = \left( \frac{1}{3} \right) f'_m$$

$$F_b = \left( \frac{1}{3} \right) \times 2.10$$

f'm=	2.1	N/mm2
Fb=	0.70	N/mm2

fa=	0.15	N/mm2
fb=	0.0770	N/mm2
Fa=	0.52	N/mm2
Fb=	0.70	N/mm2
0.4		<b>CUMPLE</b>

**MURO 2**

$$F_a = 0.25 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{140r} \right)^2 \right] \quad \text{para } \frac{h}{r} \leq 99 \quad (\text{Ecuación 8.16 ACI 530-13})$$

$$F_a = 0.25 \times 2.10 \left[ 1 - \left( \frac{7790}{140 \times 1241.30} \right)^2 \right]$$

f'm=	<b>2.1</b>	N/mm2
R=	1.00	
Fa=	0.52	N/mm2

$$F_b = \left( \frac{1}{3} \right) f'_m$$

$$F_b = \left( \frac{1}{3} \right) \times 2.10$$

f'm=	2.1	N/mm2
Fb=	0.70	N/mm2

fa=	0.14	N/mm2
fb=	0.34	N/mm2
Fa=	0.52	N/mm2
Fb=	0.70	N/mm2
0.7		<b>CUMPLE</b>

- II. Los **ESFUERZOS DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN**, causados por la excentricidad de la carga axial o carga lateral o combinaciones de ambas deben limitarse a el esfuerzo admisible, dado por:

$$f_t = \frac{M * c}{I} - \frac{P}{A} \leq F_t$$

Donde:

$f_t$  = Esfuerzo de tracción calculado en la mampostería debido a flexión

$I$  = Momento de inercia de la mampostería

$P$  = Carga Axial total

$M$  = Momento actuante

$A$  = Area transversal del elemento

$c$  = Distancia desde la fibra más deformada por la compresión al eje neutro

$F_t$  = Esfuerzo de tracción admisible disponible para resistir a flexión

### MURO 1

I=	8.46067E+11	mm4
A=	5180000	mm2

M=	93086494	N.mm
c=	700	mm
I=	846066666667	mm4
P=	755319	N
A=	5180000	mm2
ft=	-0.07	
Ft=	2.1	N/mm2
<b>CUMPLE</b>		

### MURO 2

I=	9.27582E+12	mm4
A=	6020000	mm2

M=	1447002702	N.mm
c=	2150	mm
I=	9275816666667	mm4
P=	825889	N
A=	6020000	mm2
ft=	0.20	
Ft=	2.1	N/mm2
<b>CUMPLE</b>		

- III. En lugar de **LÍMITES DE ESBELTEZ**, utilizar límites en la carga de pandeo para restringir más racionalmente la relación de esbeltez:

$$P_u \leq \left(\frac{1}{4}\right) P_e$$

Donde:

$P_u$  = Carga axial última a compresión

$P_e$  = Carga de pandeo de Euler, se calcula con la ecuación 8.19 del ACI 530:

$$P_e = \frac{\pi^2 E_m I_n}{h^2} \left(1 - 0.577 \frac{e}{r}\right)^3$$

### MURO 1

Em=	6.37E+11	N/mm2
In=	846066666667	mm4
h=	7790	mm
e=	700	mm
r=	404.15	mm
P=	755.32	KN
Pe=	19585.25	KN
Pe/4=	4896.31	KN
<b>CUMPLE</b>		

### MURO 2

Em=	6.37E+11	N/mm2
In=	9275816666667	mm4
h=	7790	mm
e=	700	mm
r=	1241.30	mm
P=	825.89	KN
Pe=	295229130650527.00	KN
Pe/4=	73807282662631.70	KN
<b>CUMPLE</b>		