

"ESTUDIOS Y DISEÑOS  
DEFINITIVOS DEL  
MERCADO DE CALDERÓN,  
ADMINISTRACIÓN ZONAL  
CALDERÓN, DISTRITO  
METROPOLITANO, CANTÓN  
QUITO, PROVINCIA DE  
PICHINCHA"

# MEMORIA ESTRUCTURAL

Consultor: Ing. Marcelo Trujillo

Diseño Estructural: Ing. Andrés López M Sc.



## CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	1
2	NORMAS DE DISEÑO.....	1
3	MATERIALES.....	1
3.1	Hormigón.....	1
3.2	Acero de refuerzo.....	2
3.3	Acero estructural.....	2
4	CARGAS.....	2
4.1	Cargas gravitacionales.....	2
4.1.1	Peso propio de la estructura.....	2
4.1.2	Carga Muerta adicional.....	2
4.1.3	Carga Viva.....	3
4.2	Cargas Sísmicas.....	3
4.2.1	Análisis estático.....	3
4.2.2	Análisis dinámico espectral.....	4
4.3	Combinaciones de carga de diseño.....	5
5	DERIVAS ADMISIBLES.....	5
6	MODELO MATEMÁTICO.....	6
6.1	Configuración estructural.....	6
6.2	Asignación de cargas.....	7
6.2.1	Cargas gravitacionales.....	7
6.2.2	Cargas Sísmicas.....	9
7	DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN.....	13
7.1	Control de Derivas.....	13
7.2	Diseño elementos de acero.....	16
7.2.1	Columnas.....	17
7.2.2	Vigas Principales.....	20
7.2.3	Vigas Secundarias.....	23
7.3	Diseño de la cimentación.....	25
7.4	Diseño de conexiones.....	30
7.4.1	Conexión viga-columna.....	30
7.4.2	Conexión viga-viga.....	30
7.4.3	Conexión columnas-viga secundaria.....	31
7.4.4	Conexión muro-viga secundaria.....	32
7.4.5	Conexión base columna secundaria.....	32
7.4.6	Conexión base columna principal.....	33
7.5	Diseño de muros.....	39

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Peso unitario elementos estructurales.....	2
Tabla 2	Peso unitario componentes no estructurales.....	2
Tabla 3	Cargas por unidad de área elementos no estructurales.....	3
Tabla 4	Carga Viva.....	3
Tabla 5	Factores de Sitio NEC-SE-DS.....	4
Tabla 6	Factores por configuración.....	5
Tabla 7	Factor de Importancia.....	5
Tabla 8	Derivas limites NEC-SE-DS.....	5
Tabla 9	Cargas gravitacionales sector oficinas.....	8
Tabla 10	Cargas gravitacionales sector escaleras.....	8
Tabla 11	Cargas gravitacionales sector cubierta.....	8
Tabla 12	Cargas gravitacionales Sector de comercio.....	8
Tabla 13	Cargas gravitacionales Sector de carga y descarga.....	9
Tabla 14	Cargas gravitacionales Sector de carga y descarga.....	9
Tabla 15	Factor de participación de masa.....	11
Tabla 16	Radios de dirección modal.....	11
Tabla 17	Control de derivas inelásticas N -0.90.....	14
Tabla 18	Control de derivas inelásticas N +0.00.....	14
Tabla 19	Control de derivas inelásticas N +2.10.....	15
Tabla 20	Control de derivas inelásticas N +4.50.....	15
Tabla 21	Control de derivas inelásticas N +9.00.....	15
Tabla 22	Relaciones de esbeltez secciones altamente dúctiles.....	17
Tabla 23	Mayor descarga en columna.....	33
Tabla 24	Menor descarga en columna.....	33
Tabla 25	Mayor momento en y debido a sismo.....	33
Tabla 26	Mayor momento en x debido a sismo.....	34
Tabla 27	Datos principales de la conexión base.....	34
Tabla 28	Combinaciones de carga.....	35
Tabla 29	Resultados para mayor descarga.....	35
Tabla 30	Resultados para menor descarga.....	36
Tabla 31	Resultados para mayor momento en y por sismo.....	37
Tabla 32	Resultados para mayor momento en x por sismo.....	38
Tabla 33	Factores de seguridad NEC SE CM.....	39
Tabla 34	Datos geométricos del muro.....	39
Tabla 35	Datos de materiales y suelo.....	39
Tabla 36	Diseño del muro.....	40

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Proyecto.....	1
Figura 2 Zona Sísmica del proyecto.....	3
Figura 3 Espectro NEC-SE-DS.....	4
Figura 4 Modelo matemático.....	6
Figura 5 Pórticos resistentes a sismos N-0.90.....	6
Figura 6 Pórticos resistentes a sismos N+0.00.....	7
Figura 7 Pórticos resistentes a sismos N+4.50.....	7
Figura 8 Fuerzas por piso sismo estático dirección X.....	10
Figura 9 Fuerzas por piso sismo estático dirección Y.....	10
Figura 10 Corte Basal por piso dirección X.....	12
Figura 11 Corte Basal por piso dirección Y.....	13
Figura 12 Derivas de piso procedimiento estático.....	16
Figura 13 Derivas de piso procedimiento dinámico.....	16
Figura 14 Distribución de Columnas.....	18
Figura 15 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 1.....	18
Figura 16 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 2.....	18
Figura 17 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 3.....	19
Figura 18 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 4.....	19
Figura 19 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 5.....	19
Figura 20 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 6.....	20
Figura 21 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 7.....	20
Figura 22 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 8.....	20
<i>Figura 23 Radio Demanda/Capacidad Vigas Principales N-0.90.....</i>	<i>21</i>
Figura 24 Radio Demanda/Capacidad Vigas Principales N+0.00.....	21
Figura 25 Estructura para soporte de vidrio.....	21
Figura 26 Radio Demanda/Capacidad Vigas Principales N+4.50.....	22
<i>Figura 27 Radio Demanda/Capacidad Vigas Principales N+9.00.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 28 Radio Demanda/Capacidad Vigas secundarias N-0.90.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 29 Radio Demanda/Capacidad Vigas secundarias N+0.00.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 30 Radio Demanda/Capacidad Vigas secundarias N+2.10.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 31 Radio Demanda/Capacidad Vigas secundarias N+4.50.....</i>	<i>25</i>
Figura 32 Modelo de la cimentación.....	25
Figura 33 Deformaciones debido a cargas de servicio (m).....	26
Figura 34 Presión sobre el suelo para combinación de servicio (t/m <sup>2</sup> ).....	26
Figura 35 Deformación del suelo debido a sismo X (m).....	27
Figura 36 Presión sobre suelo debido a sismo en X (t/m <sup>2</sup> ).....	27
Figura 37 Deformación del suelo debido a sismo en Y (m).....	28
Figura 38 Presión sobre suelo debido a sismo en Y (t/m <sup>2</sup> ).....	28
Figura 39 Acero de refuerzo en vigas de la losa de cimentación.....	29
Figura 40 Acero de refuerzo en losa de cimentación.....	29
Figura 41 Diseño conexión viga-columna.....	30
Figura 42 Diseño conexión viga-columna (tensión equivalente y porcentaje de deformación).....	30
Figura 43 Diseño conexión viga-viga.....	30
Figura 44 Diseño conexión viga-viga (tensión equivalente y porcentaje de deformación).....	31
Figura 45 Diseño conexión columna-viga secundaria.....	31
Figura 46 Diseño conexión columna-viga secundaria (tensión equivalente y porcentaje de deformación).....	31
Figura 47 Diseño conexión muro-viga secundaria.....	32
Figura 48 Diseño conexión muro-viga secundaria (tensión equivalente y porcentaje de deformación).....	32
Figura 49 Diseño conexión base columna secundaria.....	32
Figura 50 Diseño conexión base columna secundaria (tensión equivalente y porcentaje de deformación).....	33
Figura 51 Esquema de Conexión Base.....	38

## 1 ANTECEDENTES.

La Administración Zonal Calderón, ha contratado los ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL MERCADO DE CALDERÓN. Este estudio se compagina con los diferentes diseños correspondientes a las ingenierías y al diseño arquitectónico, elaborado en la oficina de arquitectura del Ing. Marcelo Trujillo, consultor del proyecto; y está ubicada en la provincia de Pichincha distrito metropolitano de Quito, parroquia Calderón en las calles 9 de agosto Oe4 y Paredes (se puede observar en la Figura 1).



Figura 1 Ubicación del Proyecto.

## 2 NORMAS DE DISEÑO.

Se han aplicado las disposiciones de las siguientes normas de diseño:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC SE, 2015.
- Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary.
- Minimum Design Loads for buildings and other structures ASCE 7-10.
- Specification for structural steel buildings AISC 360-16.
- Seismic provision for structural steel buildings AISC 341-16.
- Structural welding code AWS D1.1:2015
- Structural welding code seismic supplement AWS D1.8:2009.
- Prequalified connections for special and intermediate steel moment frames for seismic application AISC 358-16.

## 3 MATERIALES.

### 3.1 Hormigón.

Para la resistencia a la compresión a los 21 días del hormigón en la superestructura se utilizó un valor de  $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ .

Para la resistencia a la compresión a los 21 días del hormigón en la cimentación y los muros de se utilizó un valor de  $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ .

### 3.2 Acero de refuerzo.

Las barras de acero cumplirán con la norma ASTM A706

- El esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo es de  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ .
- El módulo de elasticidad  $E_s = 2038901 \text{ Kg/cm}^2$ .

### 3.3 Acero estructural.

Las planchas de acero estructural cumplirán con la norma ASTM A572 Gr.50

- El esfuerzo de fluencia del acero A572 es de  $f_y = 3520 \text{ Kg/cm}^2$ .
- El esfuerzo de ruptura del acero A572 es de  $f_u = 4080 \text{ Kg/cm}^2$ .
- El módulo de elasticidad  $E_s = 2038901 \text{ Kg/cm}^2$ .

Los perfiles de acero estructural cumplirán con la norma ASTM A36

- El esfuerzo de fluencia del acero A36 es de  $f_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$ .
- El esfuerzo de ruptura del acero A36 es de  $f_u = 4570 \text{ Kg/cm}^2$ .
- El módulo de elasticidad  $E_s = 2038901 \text{ Kg/cm}^2$ .

## 4 CARGAS.

### 4.1 Cargas gravitacionales.

#### 4.1.1 Peso propio de la estructura.

El peso por volumen de los materiales utilizados para conformar la estructura son los especificados por la norma NEC-SE-CG y se presentan en la Tabla 1.

*Tabla 1 Peso unitario elementos estructurales.*

Descripción	Peso Unitario $\text{kN/m}^3$
Hormigón Armado	24.0
Acero estructural	78.5

#### 4.1.2 Carga Muerta adicional.

Esta representa las cargas debido a paredes, recubrimientos de pisos instalaciones entre otros. Los pesos unitarios recomendados por NEC-SE-CG que se han utilizado en el proyecto para cuantificar el peso de paredes y masillados de pisos son se presentan en la Tabla 2 , para los demás componentes no estructurales NEC-SE-CG dispone las cargas por unidad de área que se presentan en la Tabla 3.

*Tabla 2 Peso unitario componentes no estructurales.*

Descripción	Peso Unitario $\text{kN/m}^3$
Mortero cemento:arena	20.0
Bloque hueco de hormigon alivianado	8.5
Tierra humeda	18.0

Tabla 3 Cargas por unidad de área elementos no estructurales.

Descripción	Peso Unitario kN/m <sup>2</sup>
Panel de fibrocemento	0.15
Recubrimiento de cerámica por cm de espesor	0.20
Instalaciones	0.10

#### 4.1.3 Carga Viva.

De acuerdo con NEC-SE-CG para estructuras cuya utilización son almacenes de venta al por mayor el valor de la carga viva por unidad de área es según su ocupación los que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4 Carga Viva.

Descripción	Peso Unitario kN/m <sup>3</sup>
Almacenes venta al por menor 1er piso	4.8
Almacenes venta al por menor pisos superiores	3.6
escaleras y rutas de escape	4.8
Patios que puedan estar cargados por camiones	12.0

## 4.2 Cargas Sísmicas.

La estructura está situada, como se expuso en el numeral 1, en el sector de Calderón, el mismo que presenta de acuerdo a NEC-SE-DS un valor de aceleración pico en roca (PGA ó Z) de 0.40g como se presenta en la Figura 2.

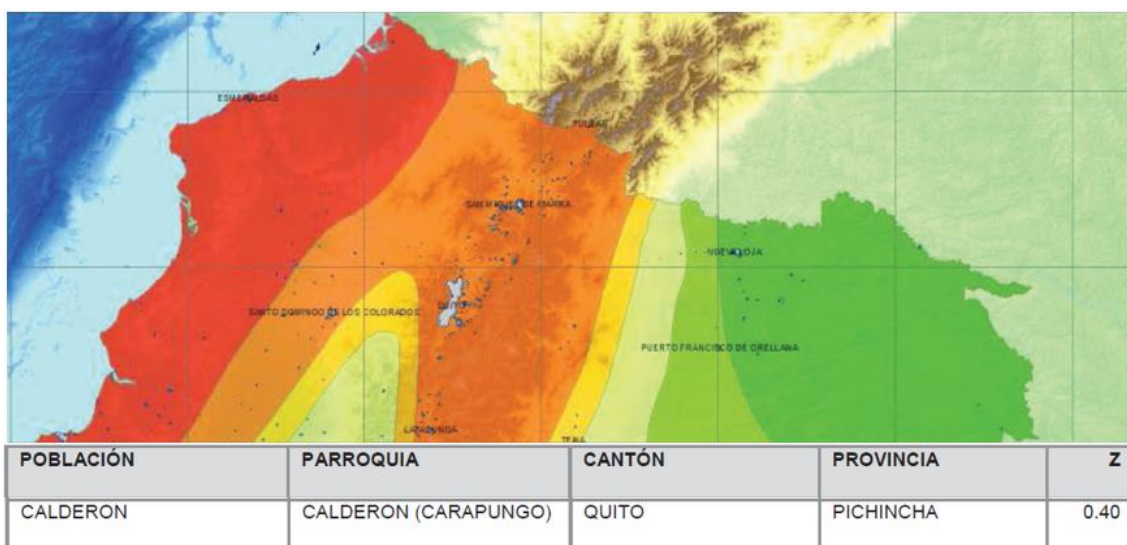


Figura 2 Zona Sísmica del proyecto.

#### 4.2.1 Análisis estático.

Para conseguir un buen comportamiento sísmico de una edificación, es necesario que los planteamientos estructurales sigan los criterios descritos en NEC-SE-DS. El análisis estático este definido por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{IS_a(T_a)}{R\phi_p\phi_E} W$$

Donde:

$S_a(T_a)$ : Espectro de diseño en aceleración.  
 $\Phi_P$  y  $\Phi_E$ : Coeficientes de configuración en planta y elevación.  
 I: Coeficiente de importancia.  
 R: factor de reducción de resistencia sísmica.  
 V: Cortante basal total de diseño.  
 W: Carga sísmica reactiva.  
 Ta: periodo de vibración.

Lo que resulta en un cortante basal final de 0.1488W el mismo que fue distribuido de acuerdo a NEC-SE-DS 6.3.5.

#### 4.2.2 Análisis dinámico espectral.

##### 4.2.2.1 Espectro de diseño.

De acuerdo a las recomendaciones del estudio geotécnico del proyecto se consideró un perfil para diseño sísmico tipo C, los factores de sitio correspondientes al perfil de suelo y la aceleración pico en roca son los que se presentan en la Tabla 5, cuyo espectro resultante podemos observar en la Figura 3.

Tabla 5 Factores de Sitio NEC-SE-DS.

Periodo de Retorno 475 años	
Suelo Tipo:	C
PGA =	0.40 g
$\eta$ =	2.48
Factores NEC-SE-DS	
$F_a$ =	1.200
$F_d$ =	1.110
$F_s$ =	1.110

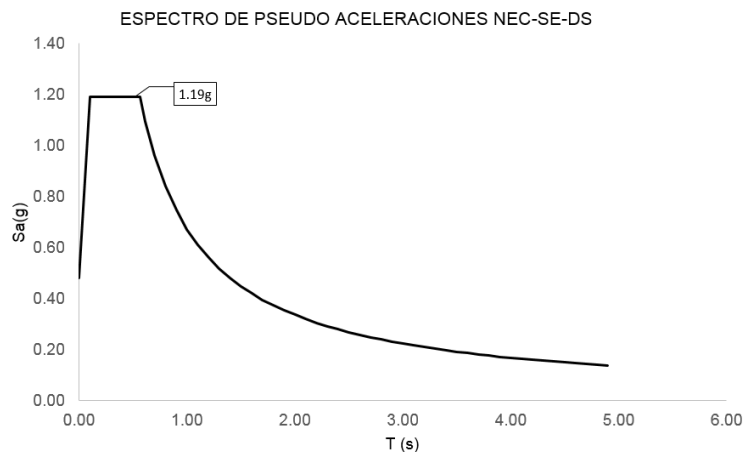


Figura 3 Espectro NEC-SE-DS.

##### 4.2.2.2 Factores por configuración estructural.

El factor de reducción de resistencia sísmica para el caso de edificaciones conformadas por pórticos especiales sismo resistentes con elementos armados de placas es de 8 de acuerdo a NEC-SE-DS, y se presenta en la Tabla 6.

El presente proyecto no presenta ninguna irregularidad en planta o elevación, por lo que los valores de estos coeficientes se presentan en la Tabla 6.



Tabla 6 Factores por configuración.

$\Phi_P =$	1.0
$\Phi_E =$	1.0
$R =$	8.0

#### 4.2.2.3 Factor de importancia.

Las edificaciones gubernamentales que deben seguir en operación luego de un evento sísmico según NEC-SE-DS tienen un factor de importancia de 1.30.

Tabla 7 Factor de Importancia.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3

#### 4.2.2.4 Carga sísmica reactiva.

De acuerdo con NEC-SE-DS 6.1.7 la carga reactiva de la estructura es igual al peso muerto total de la estructura más un 25% de la carga viva.

### 4.3 Combinaciones de carga de diseño.

De acuerdo al numeral 3.4.3 del NEC-SE-CG, para el diseño por última resistencia se usarán las siguientes combinaciones:

- 1.4 D
- 1.2D + 1.6L + 0.5max[Lr; S; R]
- 1.2D + 1.6max[Lr; S; R] + max[Lr; 0.5W]
- 1.2D + 1.0W+L + 0.5 max[Lr; S; 0.5W]
- 1.2D+1.0E+L+0.2S
- 0.9D+1.0W
- 0.9D+1.0E

Donde:

- D: Carga permanente.
- E: Carga de sismo.
- L: sobre (carga viva).
- Lr: sobrecarga cubierta (carga viva).
- S: carga granizo.
- W: carga de viento.

## 5 DERIVAS ADMISIBLES.

De acuerdo al NEC-SE-DS numeral 4.2.2, se define el límite de la deformación de piso relativa a su altura de 0.02 como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8 Derivas límites NEC-SE-DS.

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón amado, estructuras metálicas y de madera	0.02

## 6 MODELO MATEMÁTICO.

El modelo tridimensional de la estructura fue desarrollado en el programa computacional ETABS 2016, utilizando elementos lineales (frames) para columnas y vigas; y elementos bidimensionales tipo shell para las losas. En la Figura 4 se puede observar el modelo matemático extruido.

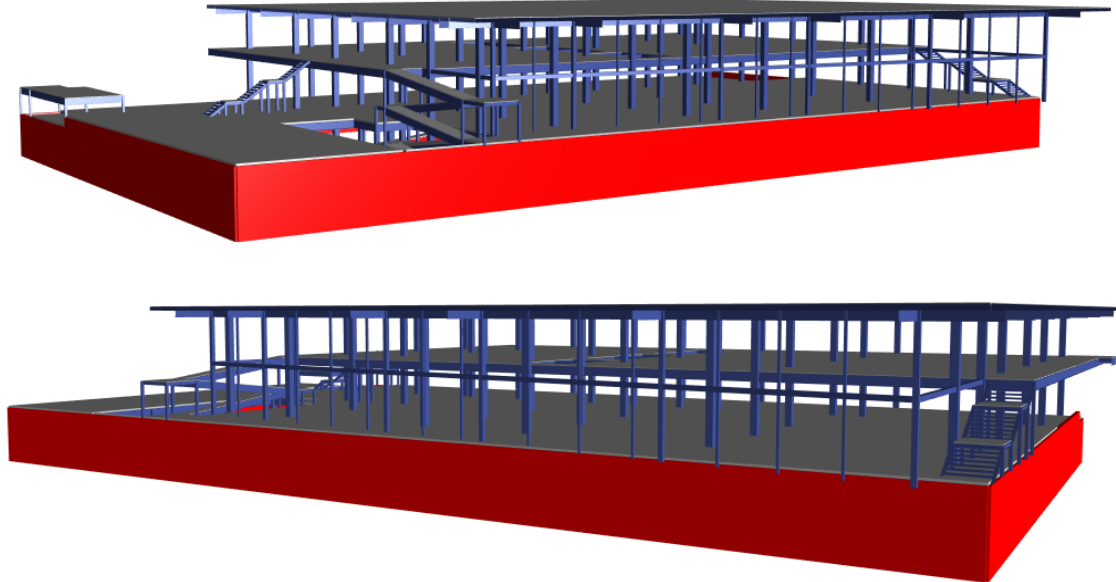


Figura 4 Modelo matemático.

### 6.1 Configuración estructural.

La configuración estructural está dividido en dos tipos de elementos los elementos principales conformados por los pórticos resistentes a sismos y los secundarios conformados por los elementos que constituyen el sistema de piso y elementos de fachada.

Los pórticos principales resistentes a sismo para los diferentes niveles se presentan en las siguientes figuras.

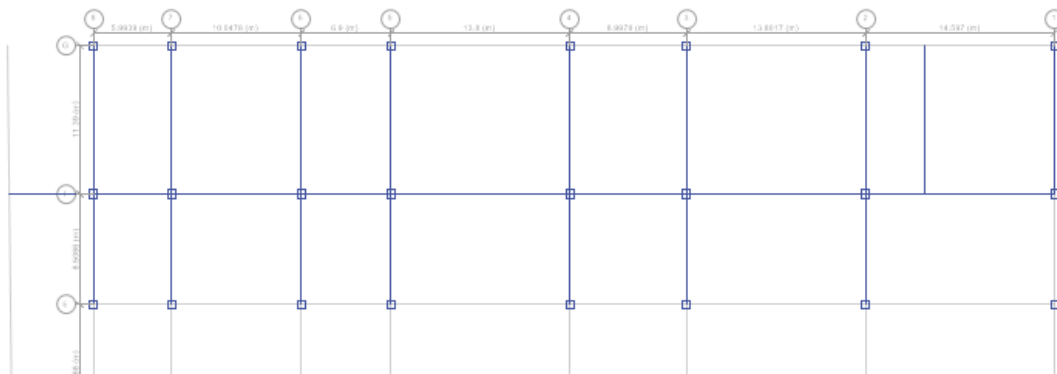


Figura 5 Pórticos resistentes a sismos N-0.90

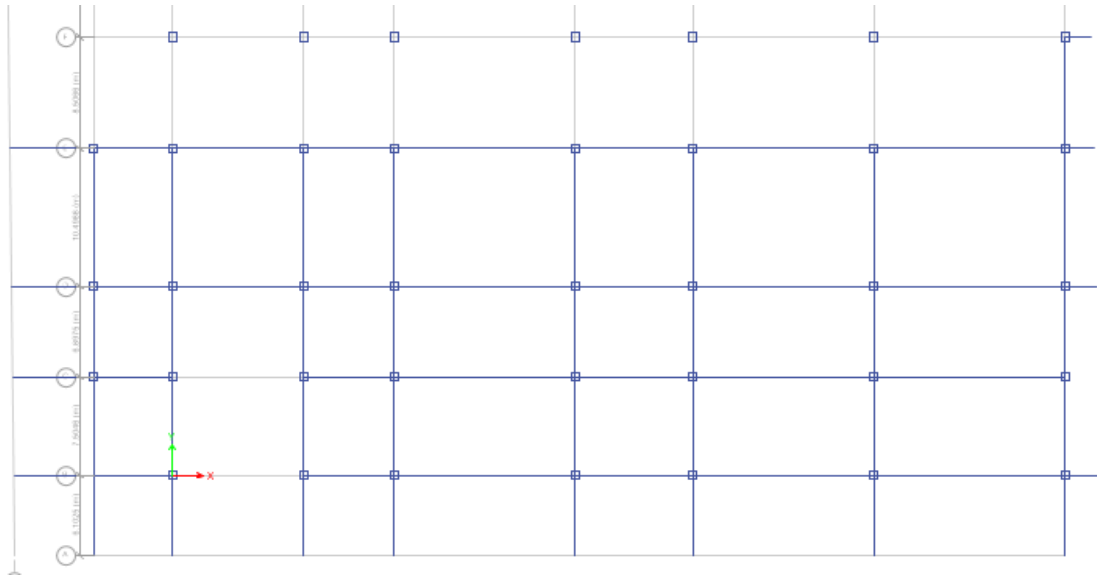


Figura 6 Pórticos resistentes a sismos N+0.00.

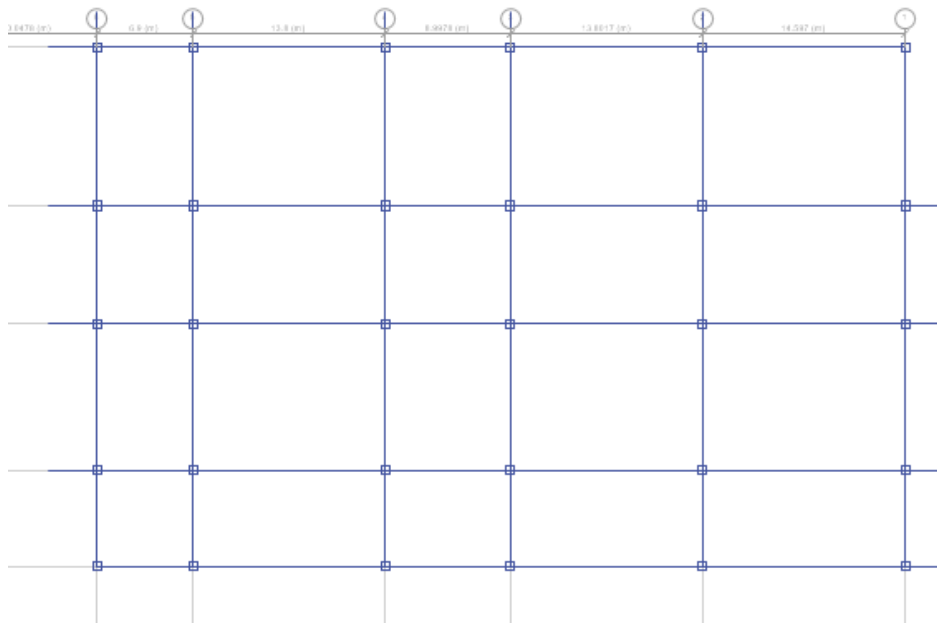


Figura 7 Pórticos resistentes a sismos N+4.50.

En el nivel N+9.00 no se tienen elementos resistentes a sismos debido a que son elementos de cubierta liviana.

## 6.2 Asignación de cargas.

### 6.2.1 Cargas gravitacionales.

Las cargas gravitacionales se distribuyeron sobre las losas por unidad de área, el tipo de ocupación y sobrecarga que reciben las losas se dividieron en tres tipos:

#### 6.2.1.1 Sector oficinas.

Es el espacio interior destinado a oficinas de la edificación en la que tenemos las cargas que se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9 Cargas gravitacionales sector oficinas.

Oficinas	
Descripción	Carga (kg/m <sup>2</sup> )
Masillado e=1.5cm	30.0
Ceramica piso	30.0
Cielo raso	20.0
Instalaciones	10.0
Paredes	175.0
<b>Total Carga Muerta</b>	<b>265.0</b>
<b>Total Carga Viva</b>	<b>240.0</b>

#### 6.2.1.2 Sector rampas y escaleras.

Las gradas para edificaciones de destinadas escaleras para oficinas y las rutas de escape de la edificación en la que tenemos las cargas que se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10 Cargas gravitacionales sector escaleras.

Escaleras y rampas peatonales	
Descripción	Carga (kg/m <sup>2</sup> )
Masillado e=1.5cm	30.0
Ceramica piso	30.0
Instalaciones	10.0
<b>Total Carga Muerta</b>	<b>70.0</b>
<b>Total Carga Viva</b>	<b>480.0</b>

#### 6.2.1.3 Sector cubierta

Es el espacio exterior inaccesible de la edificación en la misma que presenta las cargas presentadas en la Tabla 11.

Tabla 11 Cargas gravitacionales sector cubierta.

Cubierta inaccesible	
Descripción	Carga (kg/m <sup>2</sup> )
Masillado e=3.0cm	0.0
Paredes borde	0.0
Instalaciones	10.0
<b>Total Carga Muerta</b>	<b>10.0</b>
<b>Total Carga Viva</b>	<b>70.0</b>
<b>Total Granizo</b>	<b>100.0</b>

#### 6.2.1.4 Sector de comercio (mercado).

Es el espacio de la edificación destinado a los puestos de comercio de insumos y sus callejones en la misma que presenta las cargas presentadas en la Tabla 12.

Tabla 12 Cargas gravitacionales Sector de comercio.

Sector de comercio 1er piso (mercado)	
Descripción	Carga (kg/m <sup>2</sup> )
Masillado e=1.5cm	30.0
Ceramica piso	30.0
Cielo raso	20.0
Instalaciones	10.0
Paredes	175.0
<b>Total Carga Muerta</b>	<b>265.0</b>
<b>Total Carga Viva</b>	<b>480.0</b>

<b>Sector de comercio 2do piso (mercado)</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Carga (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Masillado e=1.5cm	30.0
Ceramica piso	30.0
Cielo razo	20.0
Instalaciones	10.0
Paredes	175.0
<b>Total Carga Muerta</b>	<b>265.0</b>
<b>Total Carga Viva</b>	<b>360.0</b>

#### 6.2.1.5 Sector de carga y descarga.

Es el espacio de la edificación destinado ingreso de camiones cargados con mercadería en la misma que presenta las cargas presentadas en la Tabla 13.

Tabla 13 Cargas gravitacionales Sector de carga y descarga.

<b>Area de carga y descarga</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Carga (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Masillado e=3.0cm	60.0
Instalaciones	10.0
<b>Total Carga Muerta</b>	<b>70.0</b>
<b>Total Carga Viva</b>	<b>1200.0</b>
<b>Total Granizo</b>	<b>100.0</b>

#### 6.2.1.6 Sector patio exterior.

Es el espacio exterior de la edificación destinado a patios en la misma que presenta las cargas presentadas en la Tabla 14.

Tabla 14 Cargas gravitacionales Sector de carga y descarga.

<b>Patio_exterior</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Carga (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Masillado e=3.0cm	60.0
Instalaciones	10.0
<b>Total Carga Muerta</b>	<b>70.0</b>
<b>Total Carga Viva</b>	<b>480.0</b>
<b>Total Granizo</b>	<b>100.0</b>

### 6.2.2 Cargas Sísmicas.

Se asignó al modelo los dos casos que se definieron en el numeral 4.2, para el procedimiento estático tenemos las distribuciones de cargas presentados en la Figura 8 para el sentido X y en la Figura 9 para el sentido Y.

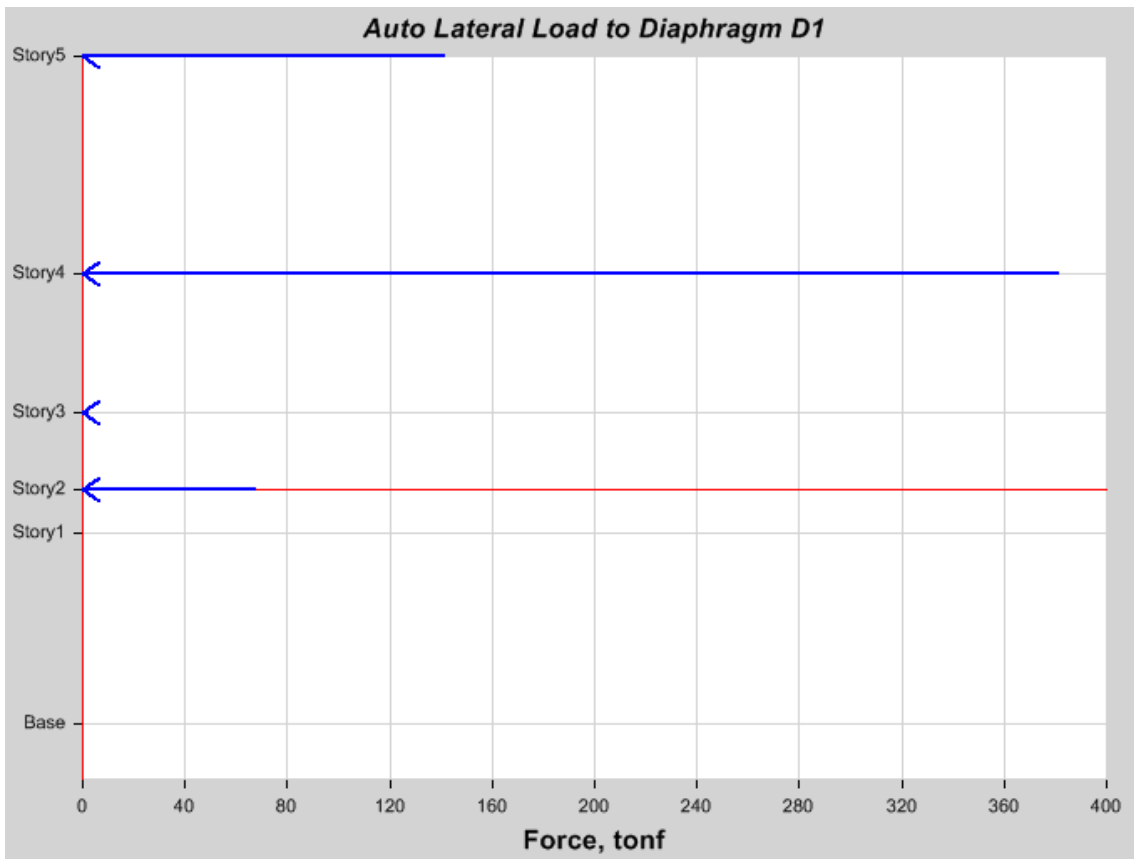


Figura 8 Fuerzas por piso sismo estático dirección X.

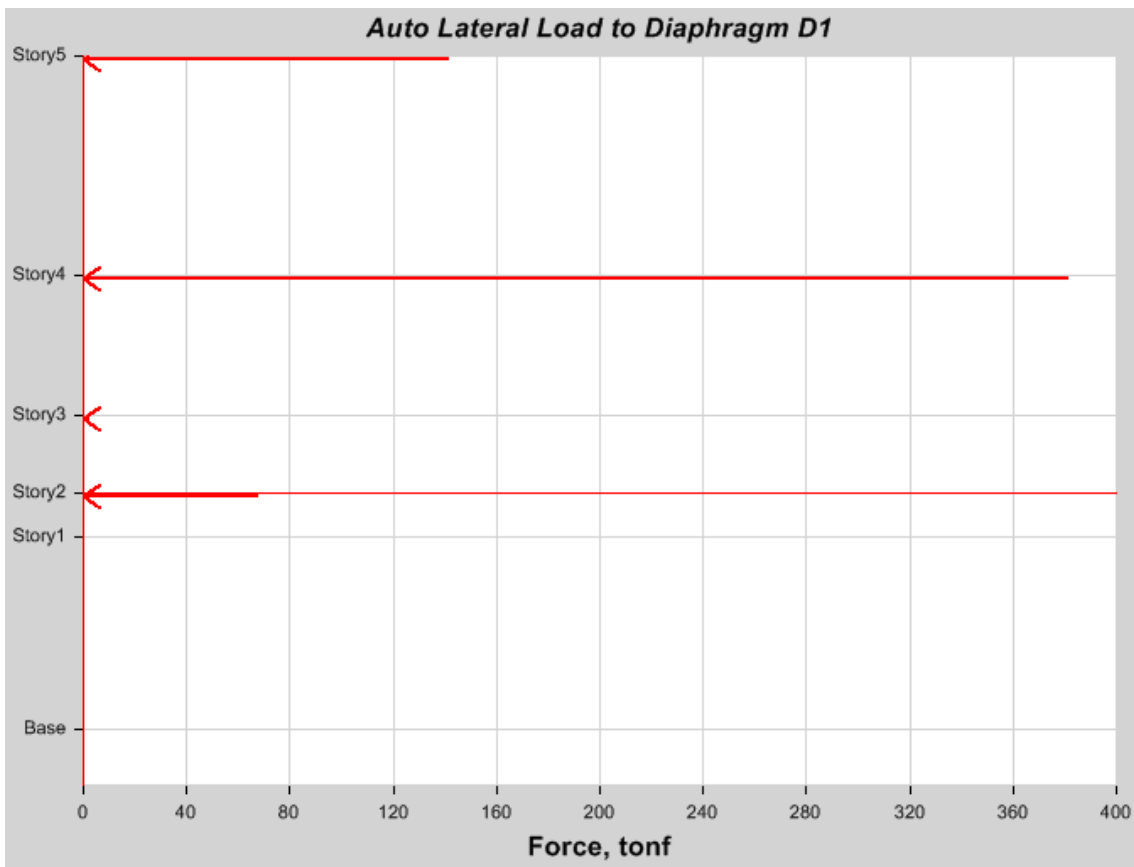


Figura 9 Fuerzas por piso sismo estático dirección Y.

Para el caso del procedimiento dinámico se consideraron 40 modos de vibración alcanzando el 98.08% mínimo de participación en cada sentido de análisis, como se puede observar en la Tabla 15.

Tabla 15 Factor de participación de masa.

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	100	98.08
Modal	Acceleration	UY	100	98.25

También se consideró dentro del análisis la forma de los dos primeros modos, controlando que estos sean de traslación y su factor de dirección modal en rotación no sobrepase el 10%. En la se presentan el resultado de los primeros 40 modos.

Tabla 16 Radios de dirección modal.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ
Modal	1	0.444	0.910	0.046	0.044
Modal	2	0.430	0.028	0.897	0.075
Modal	3	0.383	0.095	0.072	0.833
Modal	4	0.313	0.003	0.052	0.945
Modal	5	0.269	0.064	0.003	0.933
Modal	6	0.237	0.020	0.222	0.758
Modal	7	0.222	0.183	0.741	0.075
Modal	8	0.214	0.025	0.347	0.628
Modal	9	0.202	0.734	0.047	0.219
Modal	10	0.196	0.819	0.038	0.143
Modal	11	0.188	0.567	0.033	0.399
Modal	12	0.186	0.004	0.968	0.028
Modal	13	0.181	0.026	0.860	0.115
Modal	14	0.173	0.470	0.029	0.500
Modal	15	0.165	0.106	0.039	0.855
Modal	16	0.159	0.029	0.005	0.966
Modal	17	0.151	0.002	0.001	0.998
Modal	18	0.148	0.000	0.005	0.995
Modal	19	0.145	0.031	0.006	0.963
Modal	20	0.134	0.072	0.028	0.900
Modal	21	0.131	0.017	0.834	0.149
Modal	22	0.115	0.083	0.205	0.712
Modal	23	0.109	0.298	0.003	0.699
Modal	24	0.105	0.380	0.018	0.602
Modal	25	0.101	0.296	0.092	0.613
Modal	26	0.091	0.065	0.594	0.341
Modal	27	0.085	0.111	0.120	0.769
Modal	28	0.083	0.055	0.104	0.841
Modal	29	0.074	0.092	0.808	0.100
Modal	30	0.073	0.124	0.559	0.317

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ
Modal	31	0.065	0.250	0.341	0.410
Modal	32	0.059	0.210	0.109	0.681
Modal	33	0.052	0.243	0.284	0.473
Modal	34	0.047	0.038	0.040	0.922
Modal	35	0.041	0.209	0.087	0.704
Modal	36	0.037	0.445	0.276	0.280
Modal	37	0.026	0.107	0.138	0.754
Modal	38	0.024	0.105	0.104	0.791
Modal	39	0.014	0.266	0.002	0.733
Modal	40	0.012	0.048	0.198	0.753

Para la aplicación de la carga sísmica se consideró el 100% en la dirección de análisis y un 30% en la dirección ortogonal, los valores de los cortes basales por piso se observan en la Figura 10 para la dirección x y en la Figura 11 para la dirección Y.

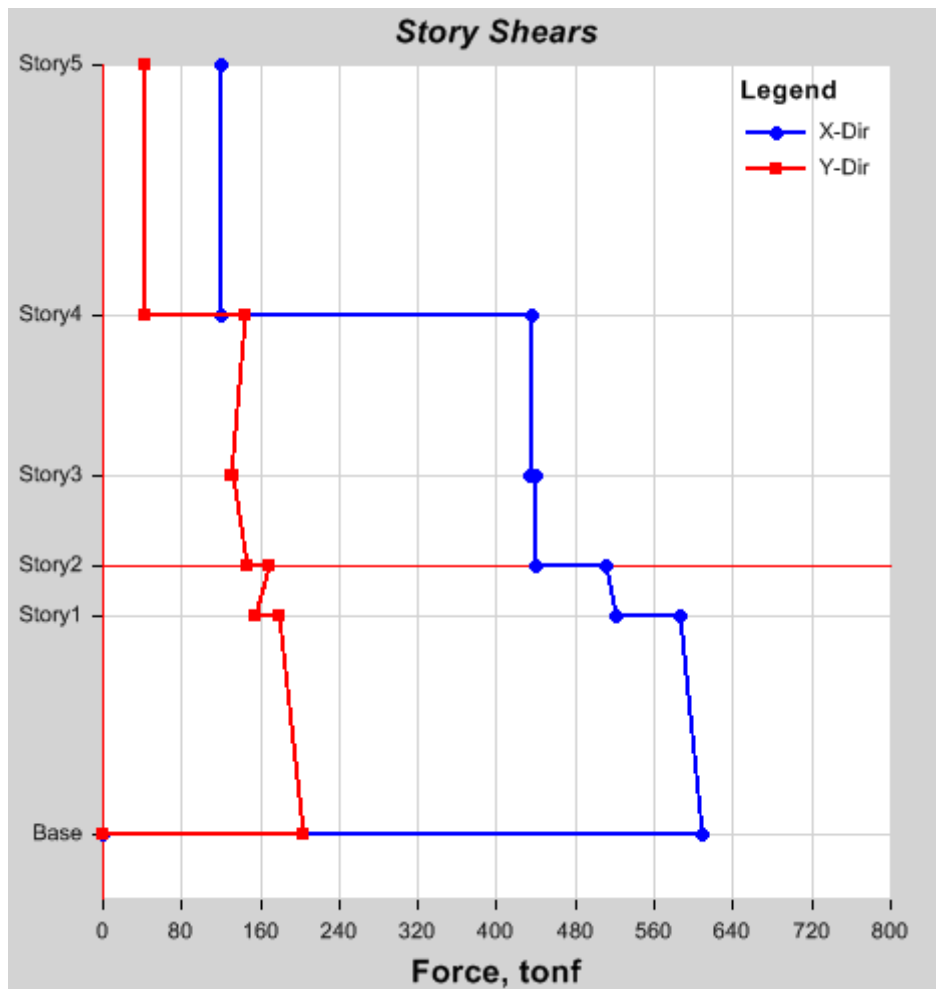


Figura 10 Corte Basal por piso dirección X



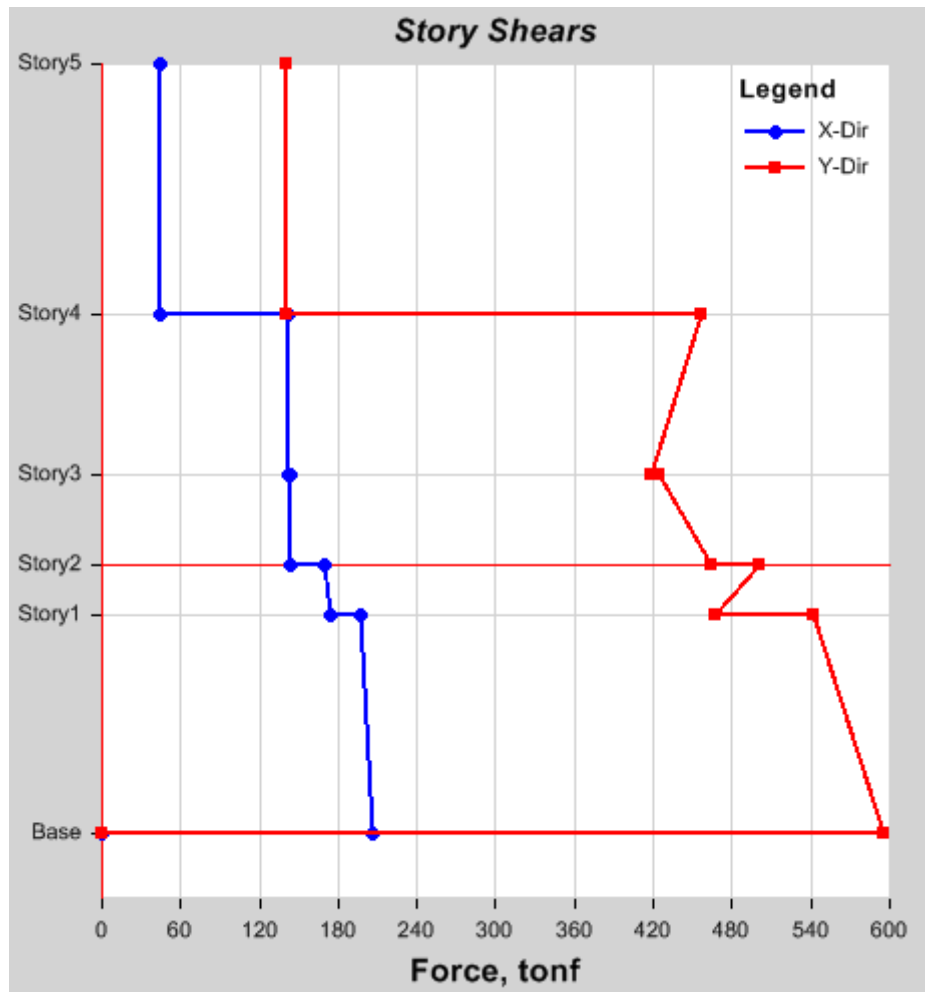


Figura 11 Corte Basal por piso dirección Y.

## 7 DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN.

### 7.1 Control de Derivas.

Las derivas elásticas obtenidas del modelo matemático en las dos direcciones principales de análisis y para los procedimientos estático y dinámico descritos anteriormente, son tratadas de acuerdo NEC-SE-DS 6.3.9 para obtener las derivas inelásticas de piso, en las tablas de la Tabla 17 a la Tabla 21 se presentan las máximas derivas de piso.

Tabla 17 Control de derivas inelásticas N -0.90.

Piso	Caso Sísmico	Dirección	Deriva elástica		Deriva inelástica	
			Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
Story1	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 X	0.00022	0.00011	0.00133	0.00068
Story1	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.00015	0.00008	0.00088	0.00045
Story1	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 X	0.00008	0.00004	0.00046	0.00025
Story1	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.00037	0.00019	0.00222	0.00113
Story1	SismoX_estatico 1	Diaph D1 X	0.00024	0.00012	0.00145	0.00074
Story1	SismoX_estatico 1	Diaph D1 Y	0.00007	0.00001	0.00043	0.00008
Story1	SismoX_estatico 2	Diaph D1 X	0.00024	0.00012	0.00145	0.00074
Story1	SismoX_estatico 2	Diaph D1 Y	0.00008	0.00002	0.00049	0.00012
Story1	SismoX_estatico 3	Diaph D1 X	0.00024	0.00012	0.00144	0.00074
Story1	SismoY_estatico 1	Diaph D1 Y	0.00038	0.00019	0.00225	0.00114
Story1	SismoY_estatico 2	Diaph D1 Y	0.00037	0.00019	0.00219	0.00111
Story1	SismoY_estatico 3	Diaph D1 Y	0.00039	0.00020	0.00231	0.00117

Tabla 18 Control de derivas inelásticas N +0.00.

Piso	Caso Sísmico	Dirección	Deriva elástica		Deriva inelástica	
			Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
Story2	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 X	0.000721	0.000365	0.00433	0.00219
Story2	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.000447	0.000225	0.00268	0.00135
Story2	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 X	0.000615	0.00031	0.00369	0.00186
Story2	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.000775	0.000389	0.00465	0.00233
Story2	SismoX_estatico 1	Diaph D1 X	0.000894	0.000451	0.00536	0.00271
Story2	SismoX_estatico 1	Diaph D1 Y	0.000242	0.000098	0.00145	0.00059
Story2	SismoX_estatico 2	Diaph D1 X	0.000907	0.000458	0.00544	0.00275
Story2	SismoX_estatico 2	Diaph D1 Y	0.000314	0.000119	0.00188	0.00071
Story2	SismoX_estatico 3	Diaph D1 X	0.000881	0.000445	0.00529	0.00267
Story2	SismoX_estatico 3	Diaph D1 Y	0.000173	0.000063	0.00104	0.00038
Story2	SismoY_estatico 1	Diaph D1 Y	0.000995	0.000414	0.00597	0.00248
Story2	SismoY_estatico 2	Diaph D1 X	0.000541	0.000041	0.00325	0.00025
Story2	SismoY_estatico 2	Diaph D1 Y	0.00089	0.000368	0.00534	0.00221
Story2	SismoY_estatico 3	Diaph D1 Y	0.0011	0.000459	0.00660	0.00275

Tabla 19 Control de derivas inelásticas N +2.10.

Piso	Caso Sísmico	Dirección	Deriva elástica		Deriva inelástica	
			Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
Story3	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 X	0.002124	0.001654	0.01274	0.00992
Story3	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.000753	0.000621	0.00452	0.00373
Story3	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 X	0.00097	0.000841	0.00582	0.00505
Story3	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.001216	0.000994	0.00730	0.00596
Story3	SismoX_estatico 1	Diaph D1 X	0.001037	0.000965	0.00622	0.00579
Story3	SismoX_estatico 2	Diaph D1 X	0.001046	0.000961	0.00628	0.00577
Story3	SismoX_estatico 3	Diaph D1 X	0.001102	0.000969	0.00661	0.00581
Story3	SismoY_estatico 1	Diaph D1 X	0.000311	0.000219	0.00187	0.00131
Story3	SismoY_estatico 1	Diaph D1 Y	0.00074	0.000537	0.00444	0.00322
Story3	SismoY_estatico 2	Diaph D1 X	0.000284	0.000216	0.00170	0.00130
Story3	SismoY_estatico 2	Diaph D1 Y	0.000732	0.000538	0.00439	0.00323
Story3	SismoY_estatico 3	Diaph D1 X	0.000337	0.000222	0.00202	0.00133
Story3	SismoY_estatico 3	Diaph D1 Y	0.000749	0.000535	0.00449	0.00321

Tabla 20 Control de derivas inelásticas N +4.50.

Piso	Caso Sísmico	Dirección	Deriva elástica		Deriva inelástica	
			Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
Story4	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 X	0.00207	0.00174	0.01244	0.01044
Story4	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.00087	0.00065	0.00521	0.00391
Story4	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 X	0.00095	0.00074	0.00572	0.00443
Story4	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.00239	0.00178	0.01432	0.01066
Story4	SismoX_estatico 1	Diaph D1 X	0.00242	0.00219	0.01454	0.01315
Story4	SismoX_estatico 2	Diaph D1 X	0.00258	0.00222	0.01546	0.01333
Story4	SismoX_estatico 3	Diaph D1 X	0.00239	0.00217	0.01432	0.01304
Story4	SismoY_estatico 1	Diaph D1 X	0.00071	0.00031	0.00424	0.00183
Story4	SismoY_estatico 1	Diaph D1 Y	0.00260	0.00206	0.01561	0.01237
Story4	SismoY_estatico 2	Diaph D1 X	0.00078	0.00027	0.00470	0.00161
Story4	SismoY_estatico 2	Diaph D1 Y	0.00294	0.00214	0.01762	0.01285
Story4	SismoY_estatico 3	Diaph D1 X	0.00063	0.00024	0.00379	0.00146
Story4	SismoY_estatico 3	Diaph D1 Y	0.00227	0.00196	0.01360	0.01175

Tabla 21 Control de derivas inelásticas N +9.00.

Piso	Caso Sísmico	Dirección	Deriva elástica		Deriva inelástica	
			Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
Story5	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 X	0.00193	0.00172	0.01156	0.01032
Story5	SismoX_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.00103	0.00072	0.00618	0.00434
Story5	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 X	0.00105	0.00080	0.00628	0.00480
Story5	SismoY_dinamico Max	Diaph D1 Y	0.00218	0.00157	0.01309	0.00940
Story5	SismoX_estatico 1	Diaph D1 X	0.00275	0.00239	0.01649	0.01433
Story5	SismoX_estatico 2	Diaph D1 X	0.00256	0.00223	0.01534	0.01336
Story5	SismoX_estatico 3	Diaph D1 X	0.00294	0.00241	0.01766	0.01444
Story5	SismoY_estatico 1	Diaph D1 Y	0.00228	0.00167	0.01365	0.01004
Story5	SismoY_estatico 2	Diaph D1 Y	0.00253	0.00175	0.01517	0.01050
Story5	SismoY_estatico 3	Diaph D1 Y	0.00212	0.00162	0.01274	0.00973

En la Figura 12 se presentan las derivas de piso para el procedimiento estático a la derecha en el sentido X y a la izquierda en el sentido Y.

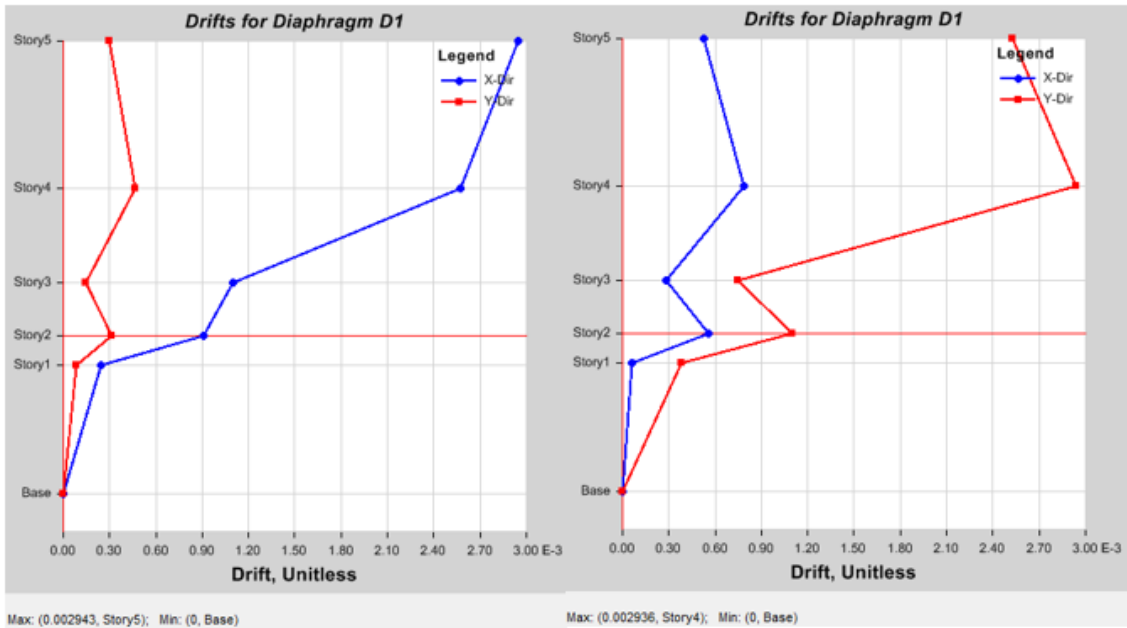


Figura 12 Derivas de piso procedimiento estático.

En la Figura 13 se presentan las derivas de piso para el procedimiento dinámico a la derecha en el sentido X y a la izquierda en el sentido Y.

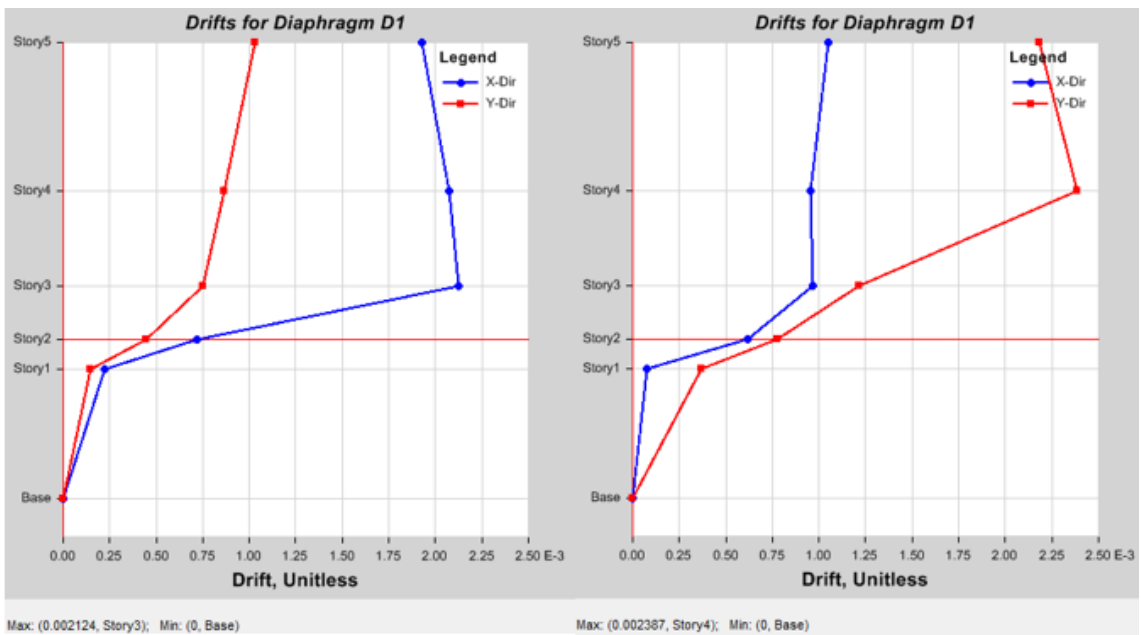


Figura 13 Derivas de piso procedimiento dinámico.

## 7.2 Diseño elementos de acero.

De acuerdo con lo expuesto en el numeral 4.2.4, la estructura es definida como Steel special moment frame, la misma que debe cumplir de acuerdo con AISC 341-16 con las sección moderadamente dúctiles cuyas relaciones de esbeltez se presentan en la Tabla 22.



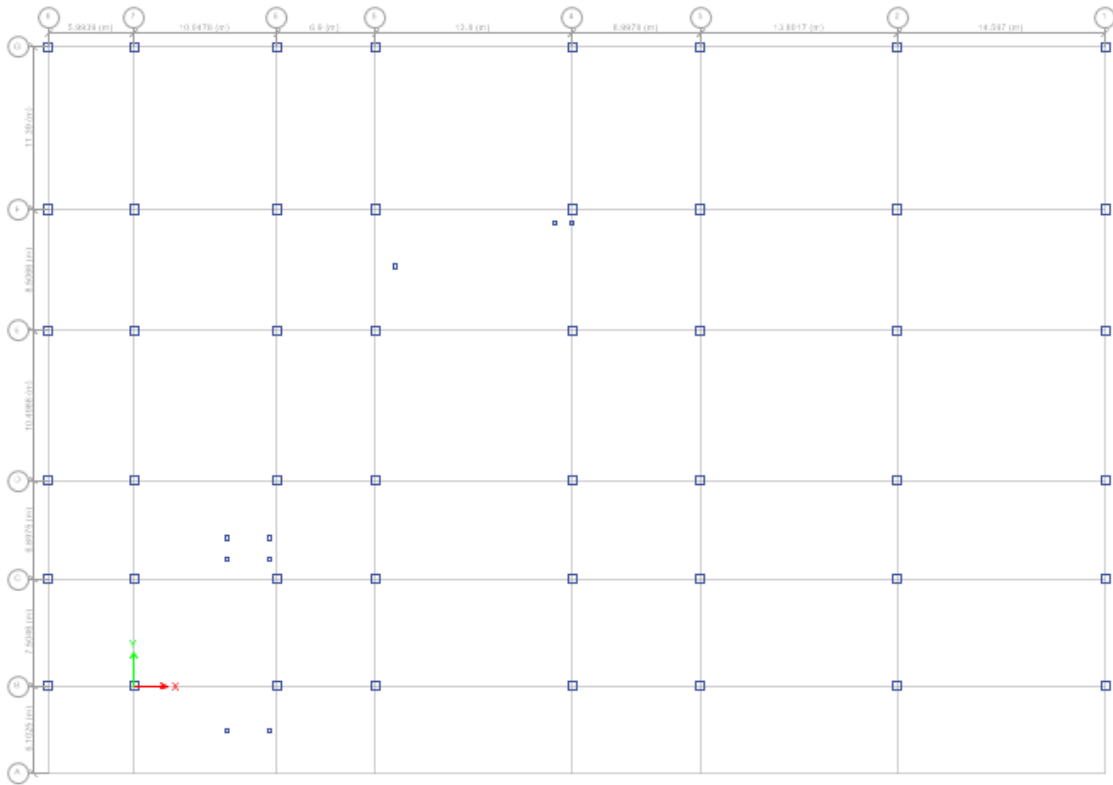


Figura 14 Distribución de Columnas.

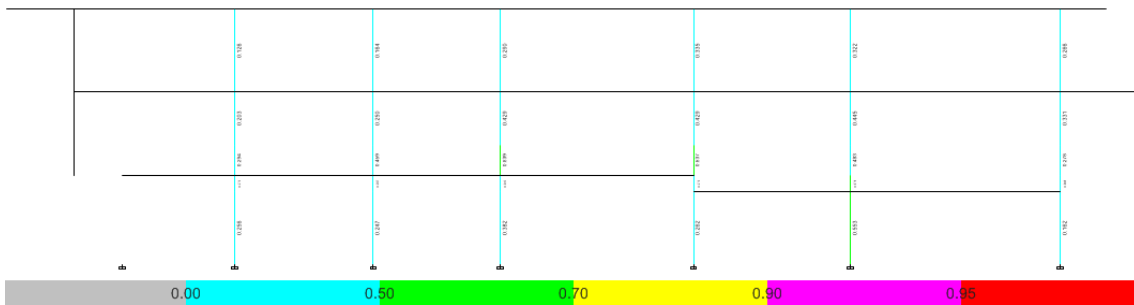


Figura 15 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 1.

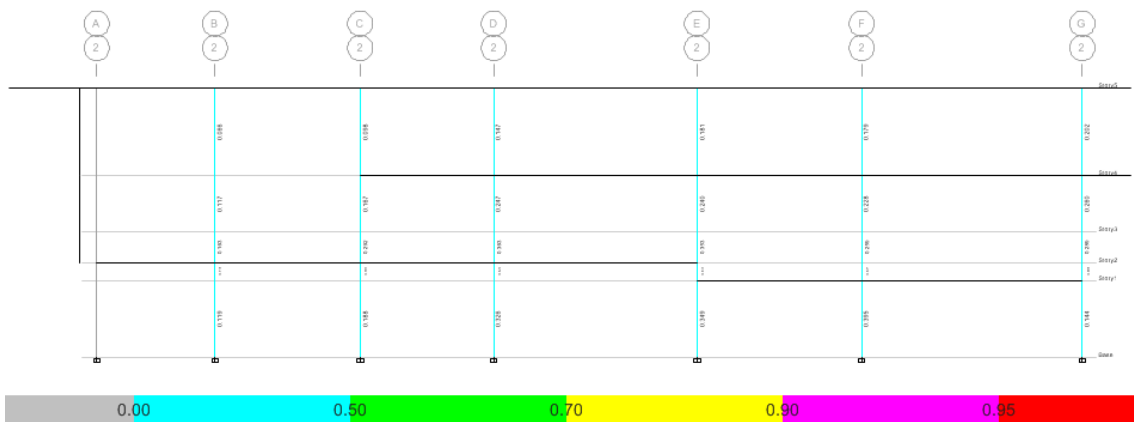


Figura 16 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 2.

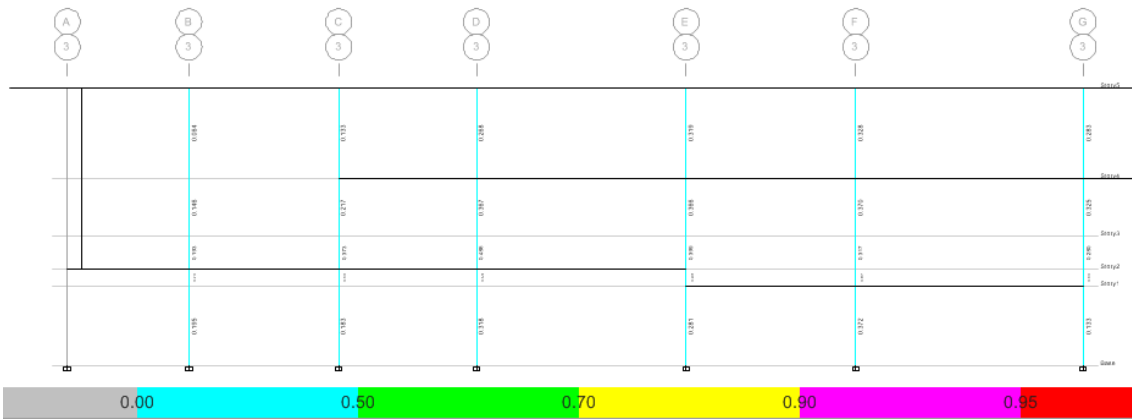


Figura 17 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 3.

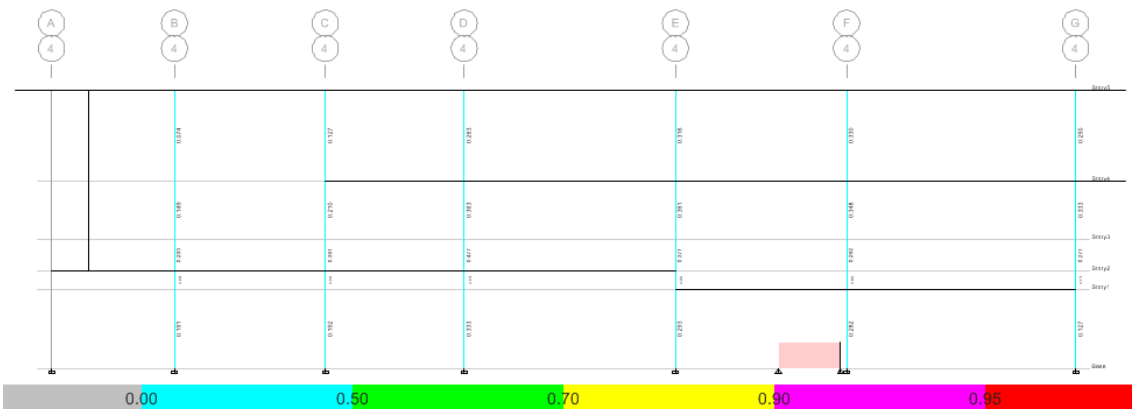


Figura 18 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 4.

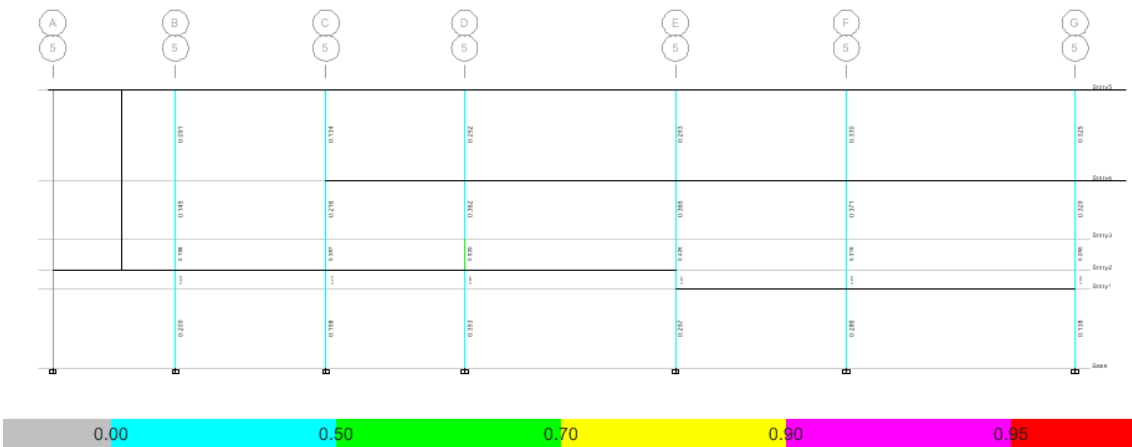


Figura 19 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 5.

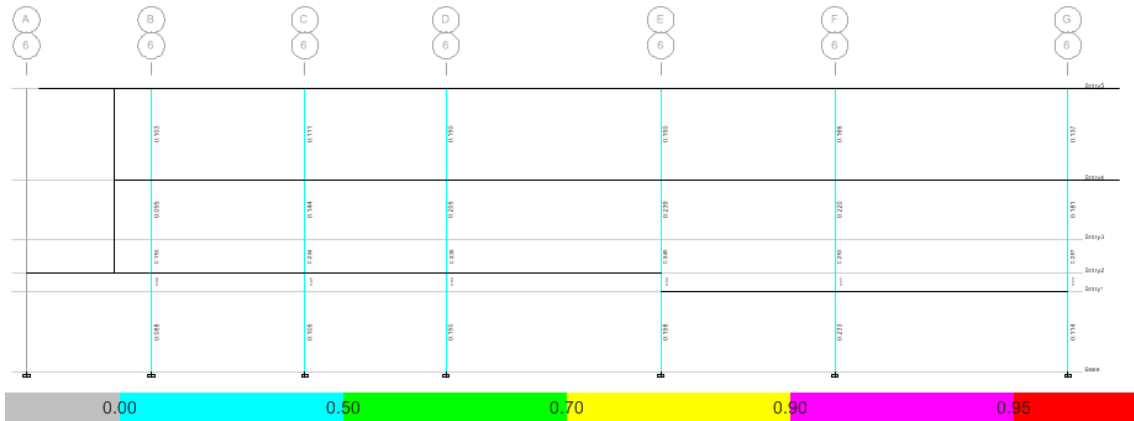


Figura 20 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 6.

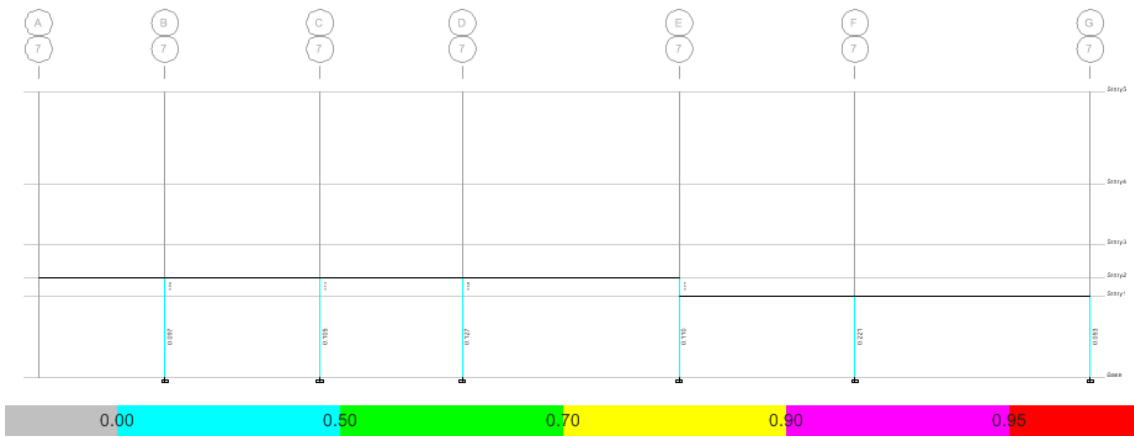


Figura 21 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 7.

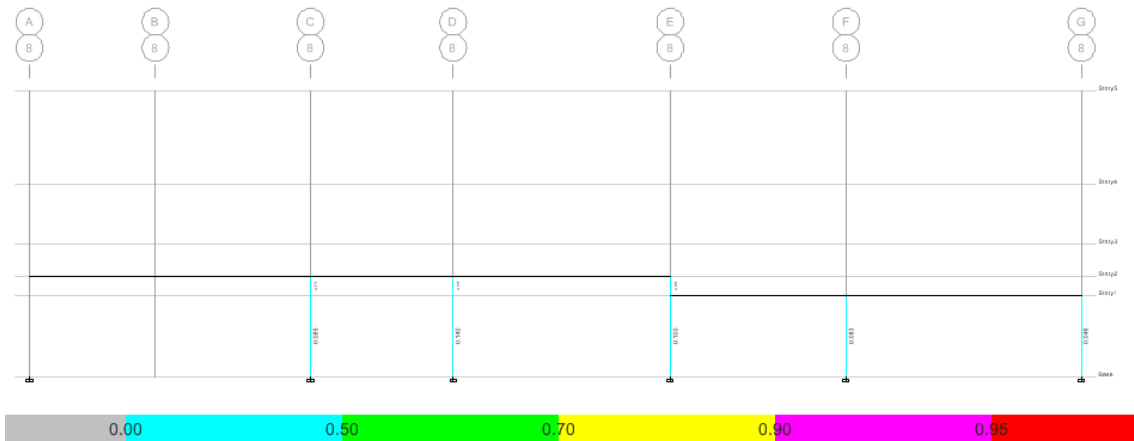


Figura 22 Radio Demanda/capacidad columnas Eje 8.

### 7.2.2 Vigas Principales.

Las vigas principales son aquellas que conforman el sistema resistente a sismos y fueron diseñadas como elementos en acero no compuestos debido a que solo pueden ser considerados compuestos para cargas gravitacionales, en las siguientes figuras se presentan los radios demanda capacidad para las plantas de la edificación.



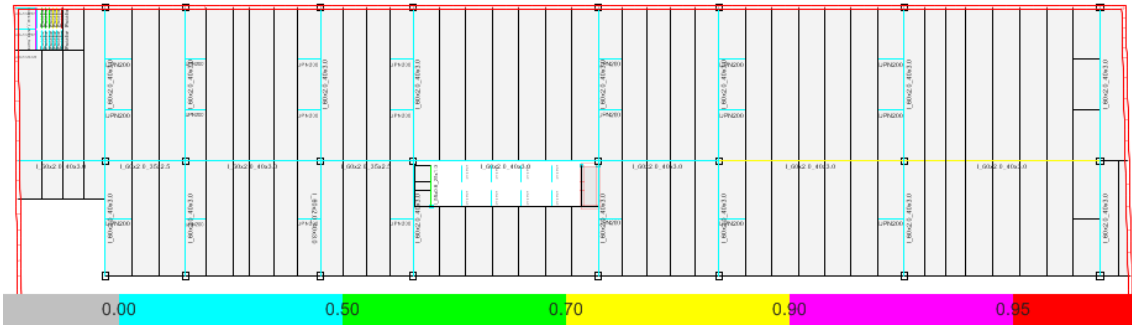


Figura 23 Radio Demanda/Capacidad Vigas Principales N-0.90.

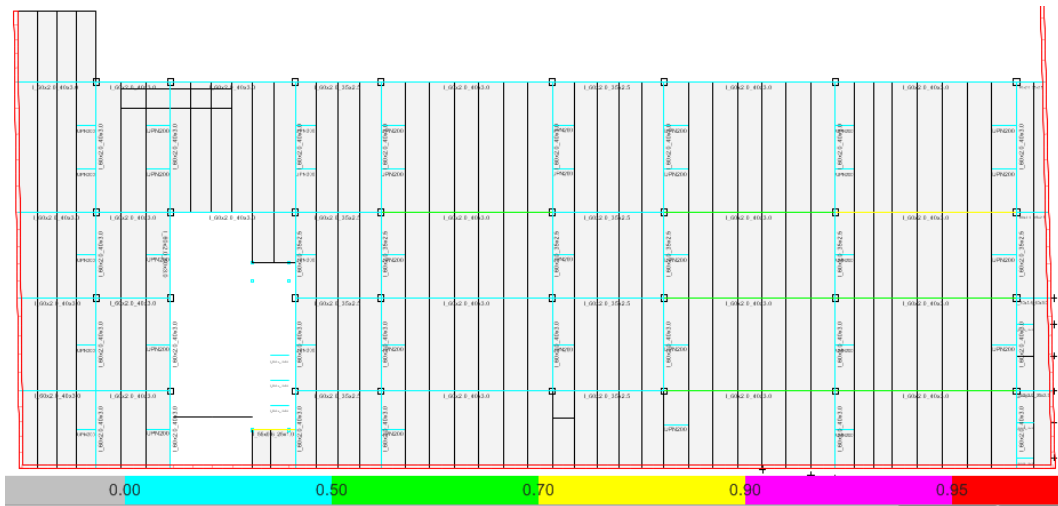


Figura 24 Radio Demanda/Capacidad Vigas Principales N+0.00.



Figura 25 Estructura para soporte de vidrio.

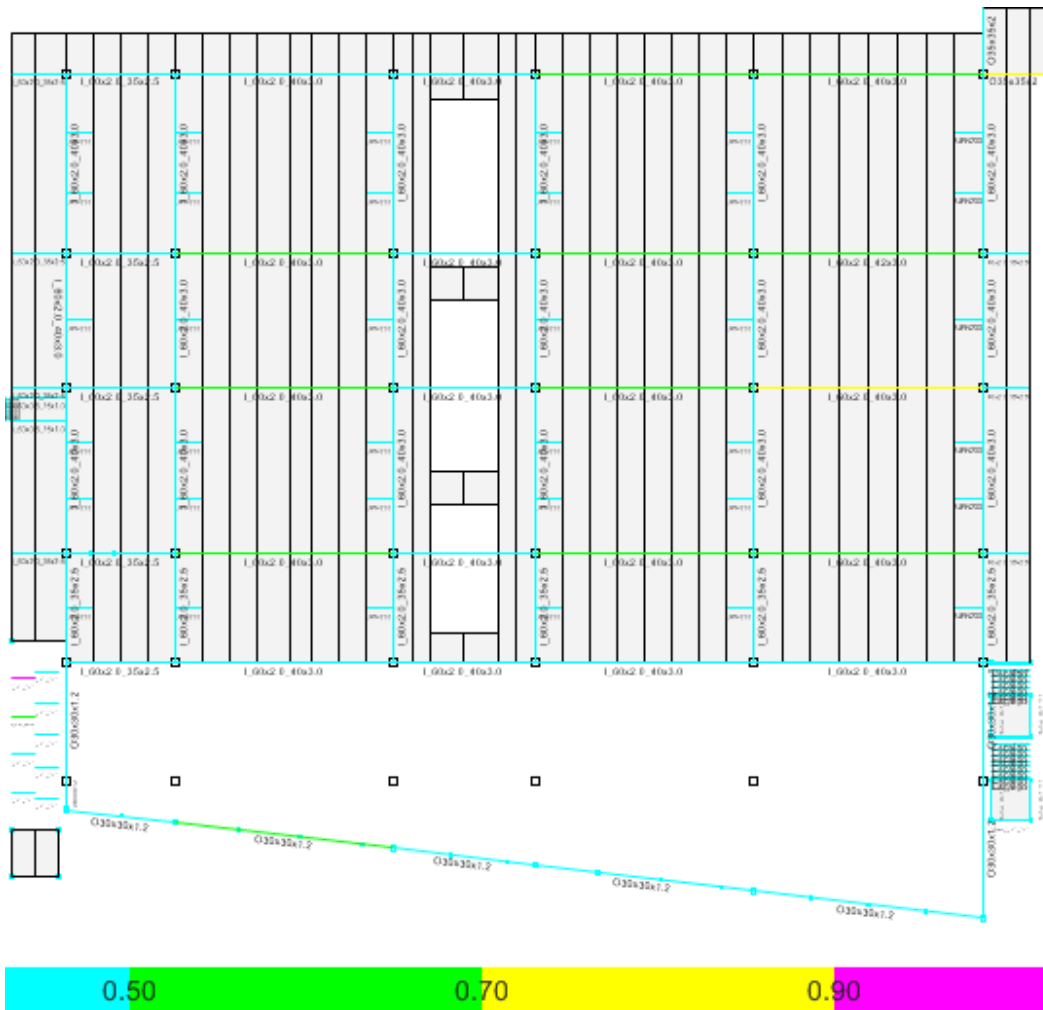


Figura 26 Radio Demanda/Capacidad Vigas Principales N+4.50.

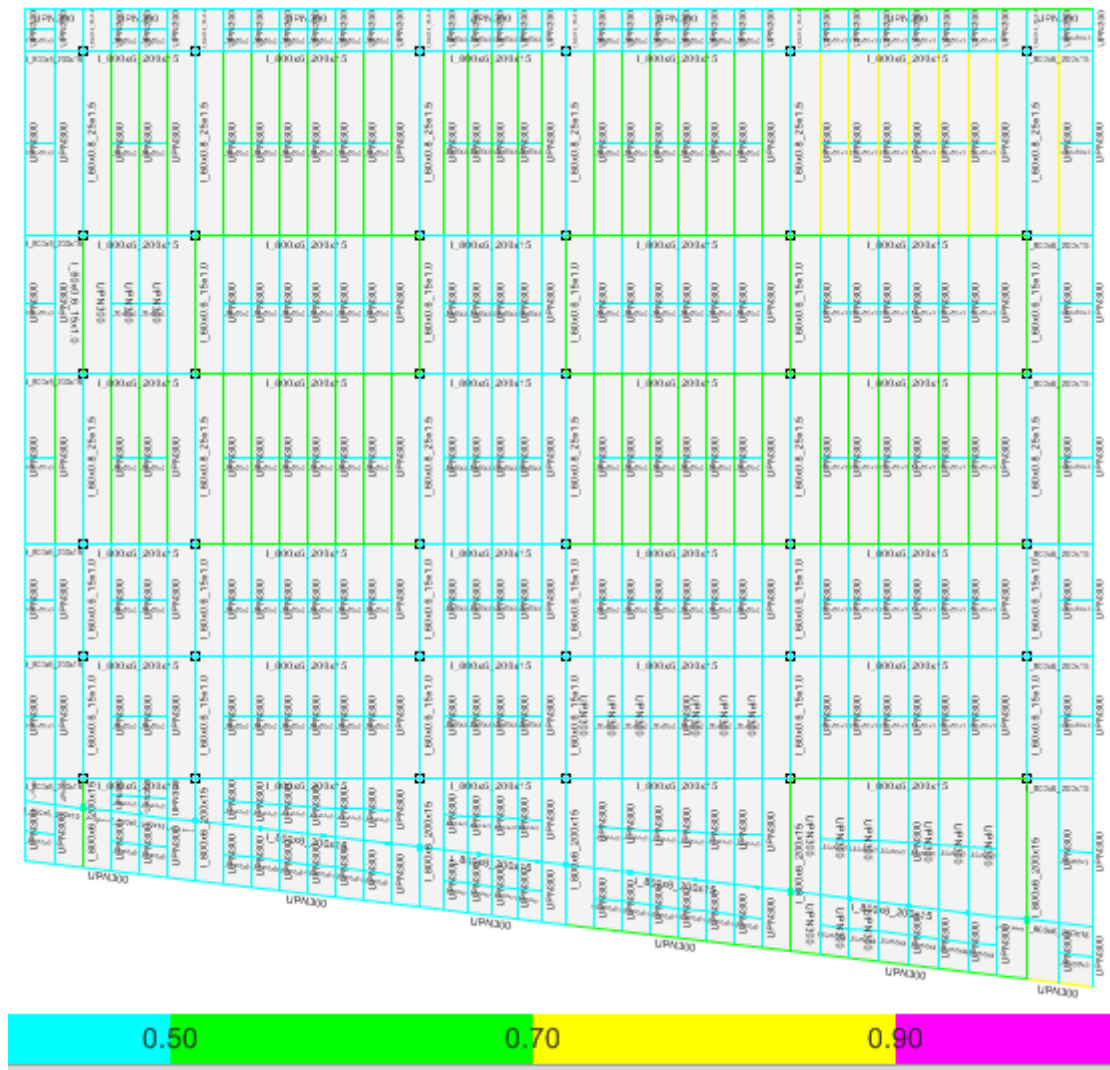


Figura 27 Radio Demanda/Capacidad Vigas Principales N+9.00.

### 7.2.3 Vigas Secundarias.

Estos elementos soportan únicamente las cargas gravitacionales de la edificación por esta razón fueron diseñadas como vigas compuestas, en las figuras más adelante se presentan los radios demanda capacidad para las plantas.

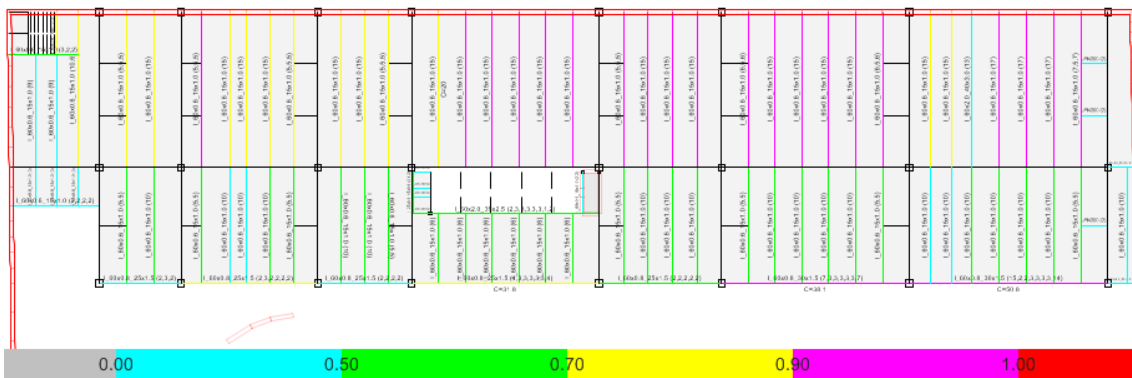


Figura 28 Radio Demanda/Capacidad Vigas secundarias N-0.90.

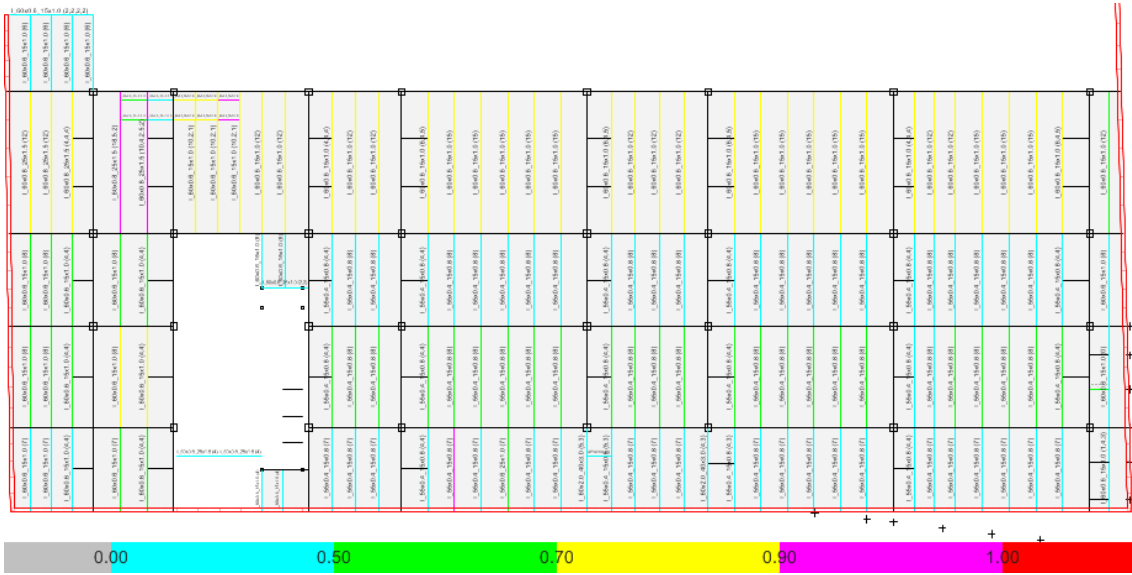


Figura 29 Radio Demanda/Capacidad Vigas secundarias N+0.00.

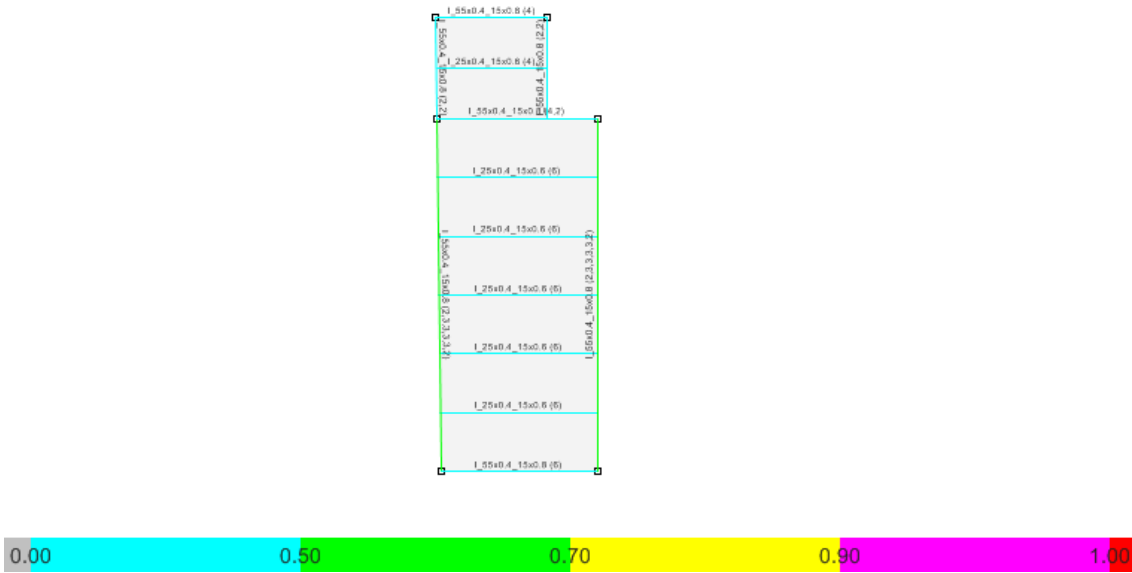


Figura 30 Radio Demanda/Capacidad Vigas secundarias N+2.10.

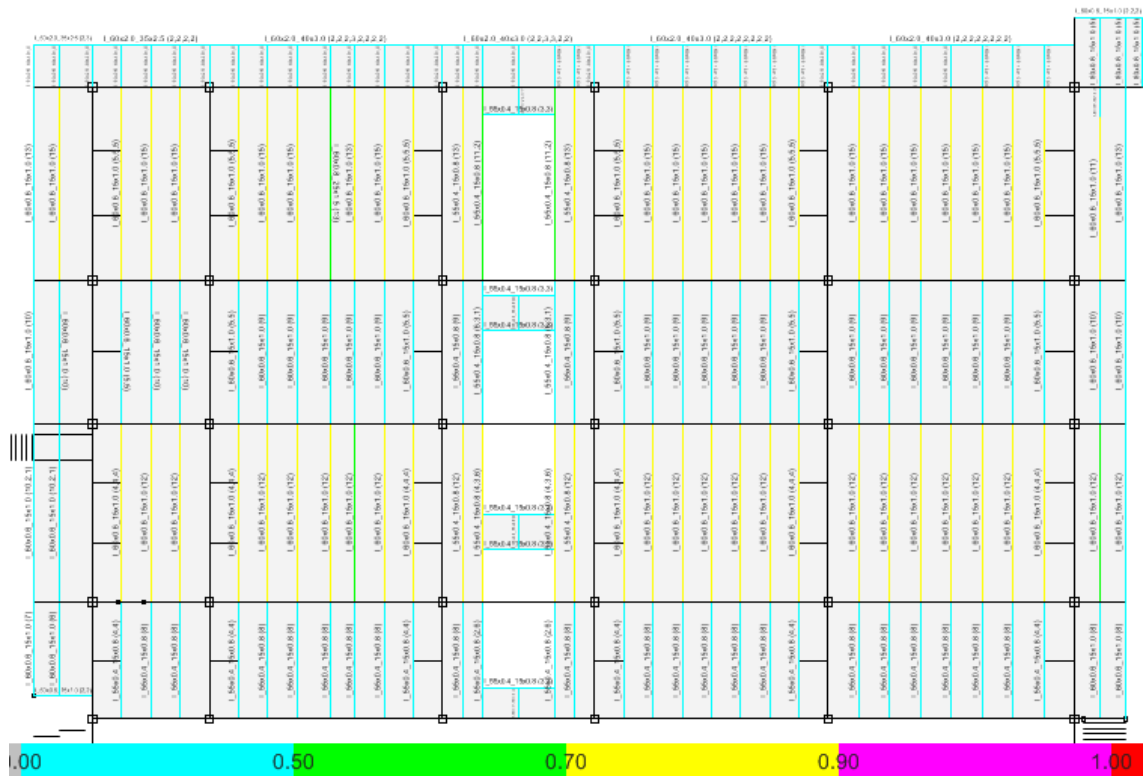


Figura 31 Radio Demanda/Capacidad Vigas secundarias N+4.50.

### 7.3 Diseño de la cimentación.

El modelo se realizó con la ayuda del programa SAFE, la capacidad portante del suelo de acuerdo con el estudio de suelos es de  $q_{adm} = 14t/m^2$ , luego de un mejoramiento de 0.50m. el modelo extruido se presenta en la Figura 32

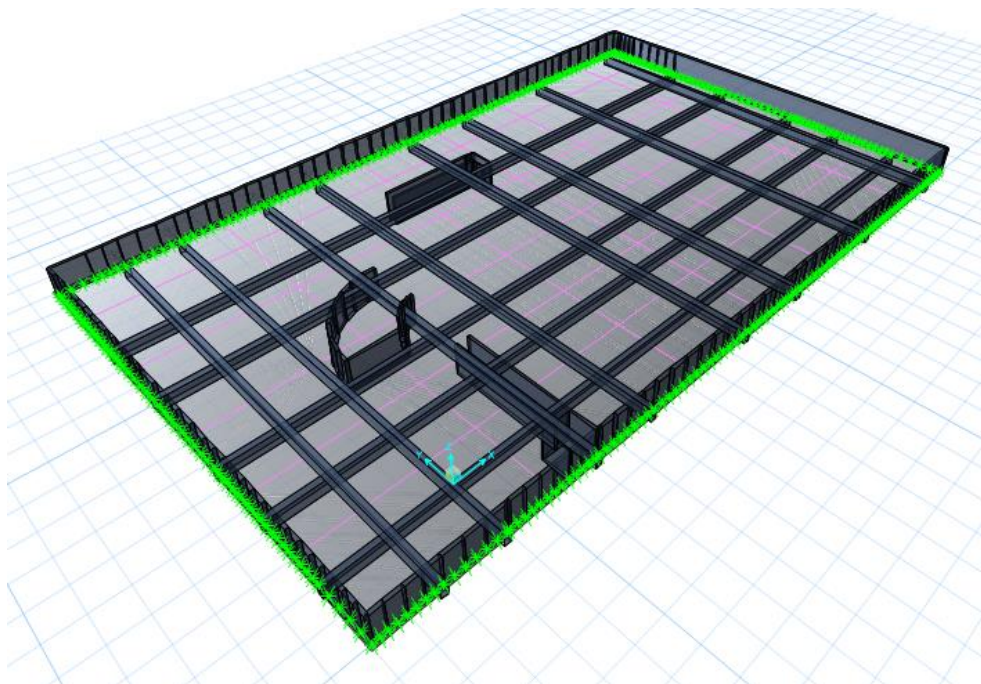


Figura 32 Modelo de la cimentación.

Para cargas de servicio NEC-SE-CM dispone la combinación de D+L las deformaciones que se dan en el suelo debido a esta combinación se presenta en la Figura 33.

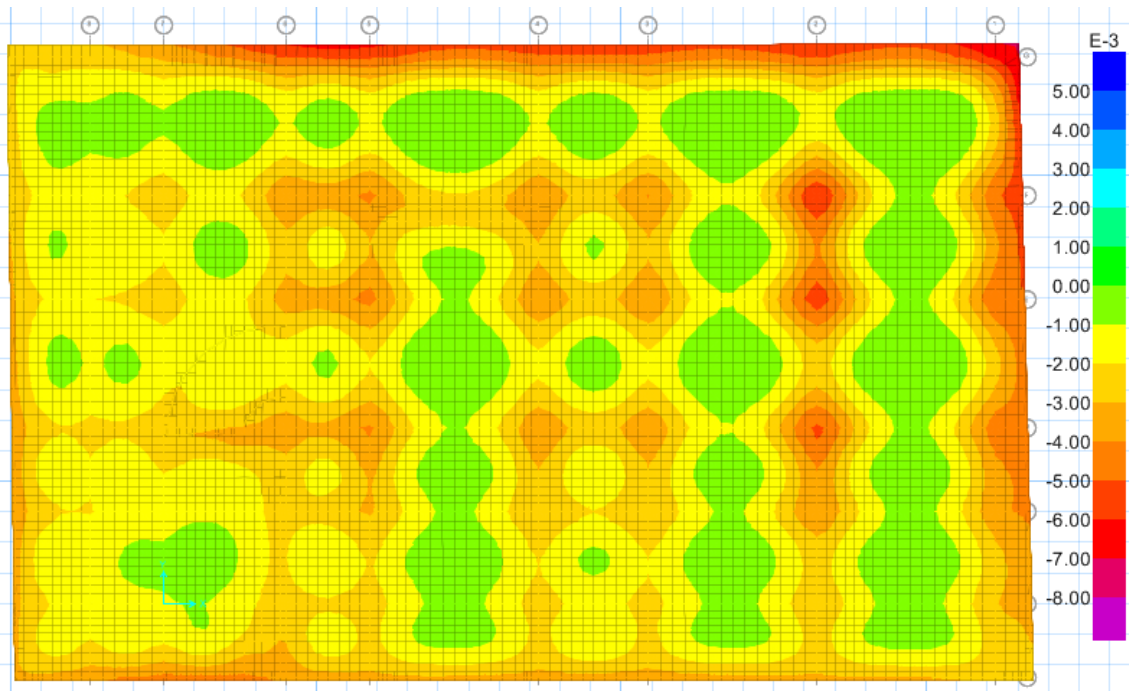


Figura 33 Deformaciones debido a cargas de servicio (m).

De acuerdo con el coeficiente balasto indicado por el estudio de suelos de  $2.21 \text{ kg/cm}^3$ , podemos determinar la presión de suelo esta se muestra en la Figura 34.

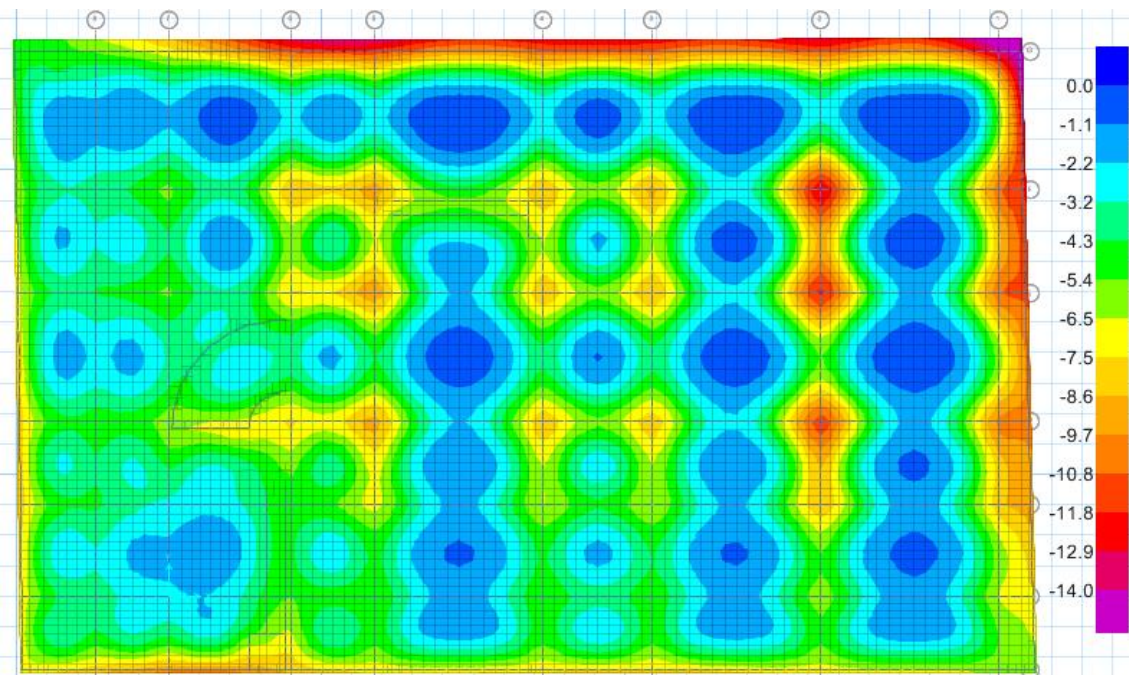


Figura 34 Presión sobre el suelo para combinación de servicio ( $t/m^2$ ).

En el caso de combinaciones que incluyen la carga sísmica se puede disminuir el factor de seguridad de 3 a 1.5, dando como resultado un  $q_{adm} = 28.0t/m^2$ , las deformaciones debido a combinaciones que incluyen las fuerzas sísmicas se presentan en la Figura 35 y las presiones resultantes en la Figura 36, para el sismo en dirección X; y en la Figura 37 y en la Figura 38 para el sismo en dirección Y .

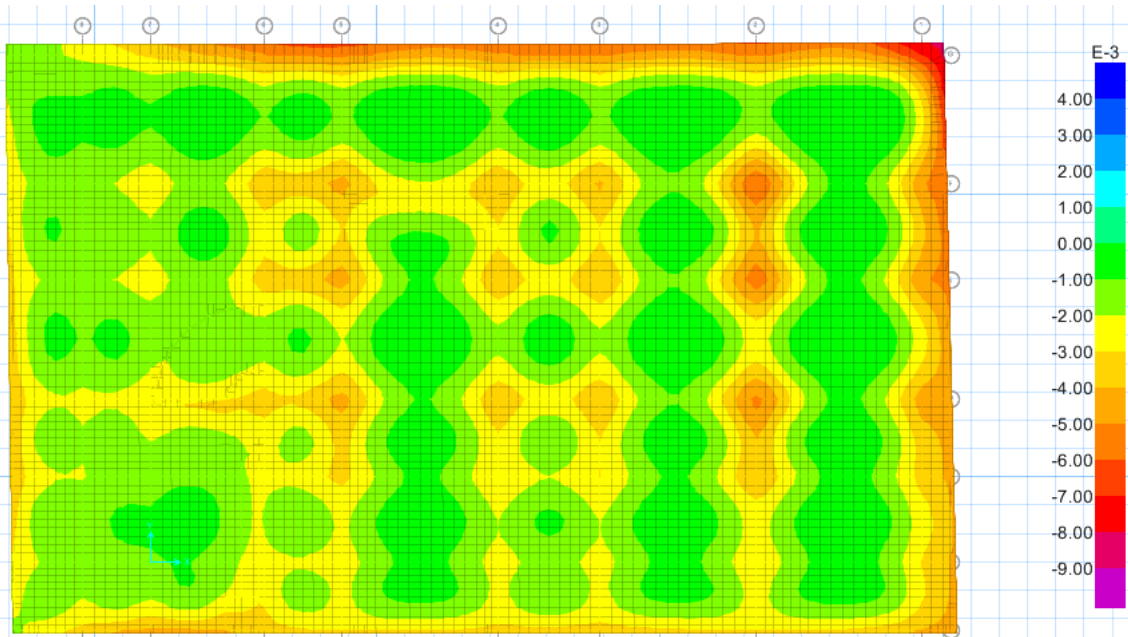


Figura 35 Deformación del suelo debido a sismo X (m).

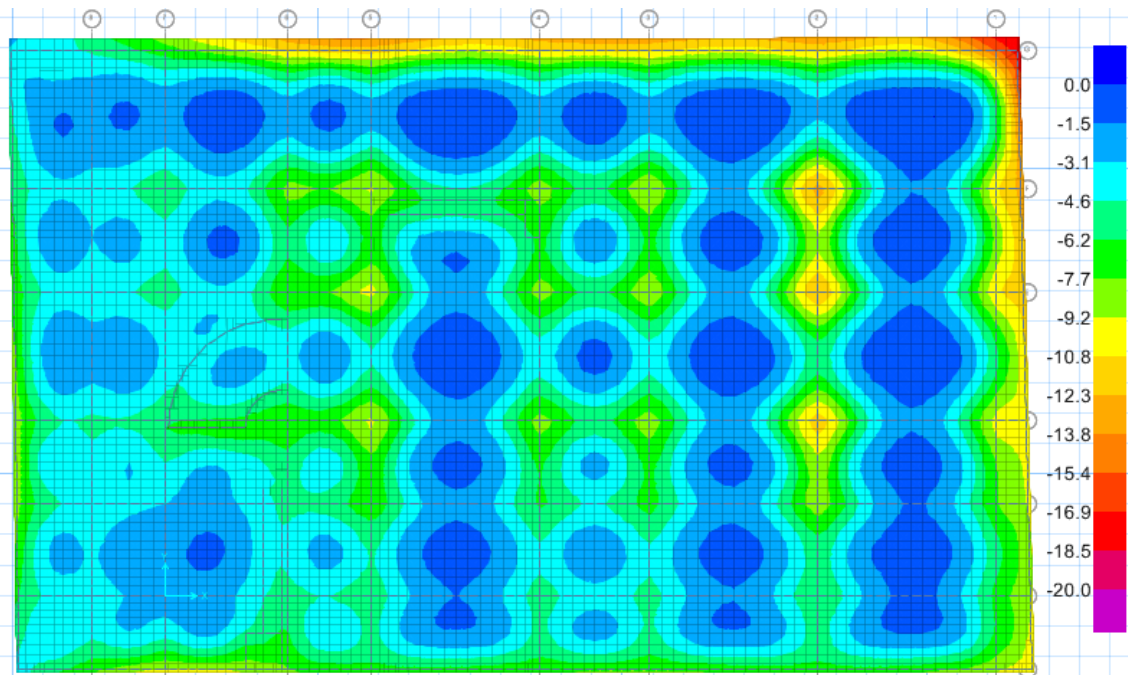


Figura 36 Presión sobre suelo debido a sismo en X ( $t/m^2$ ).

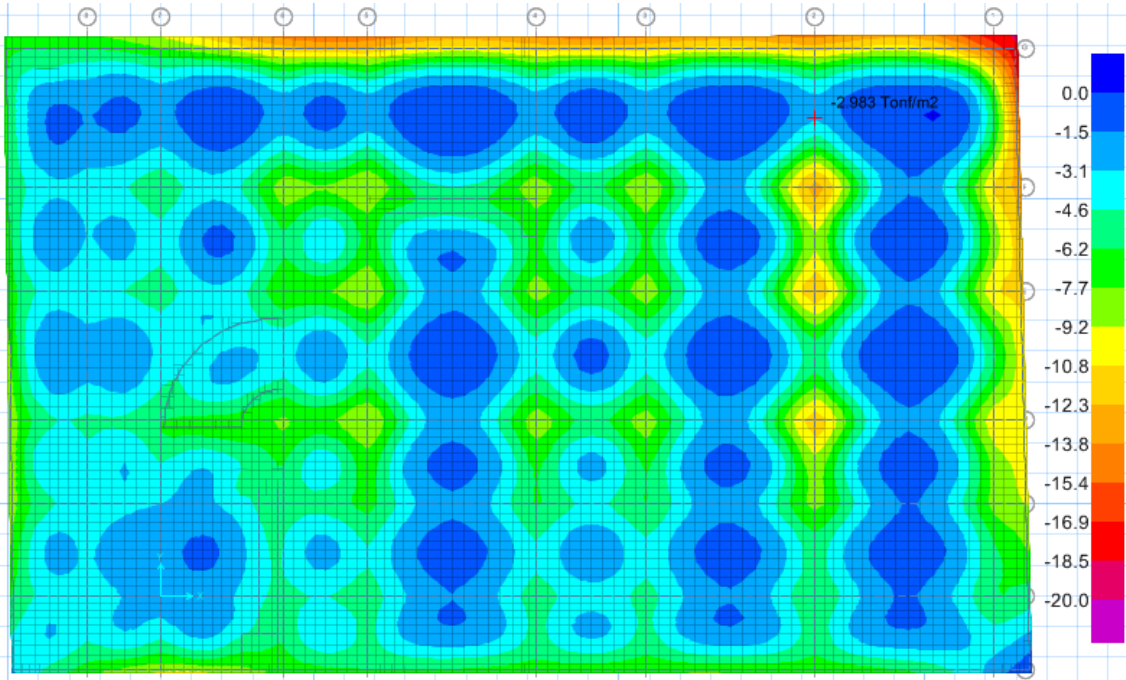


Figura 37 Deformación del suelo debido a sismo en Y (m).

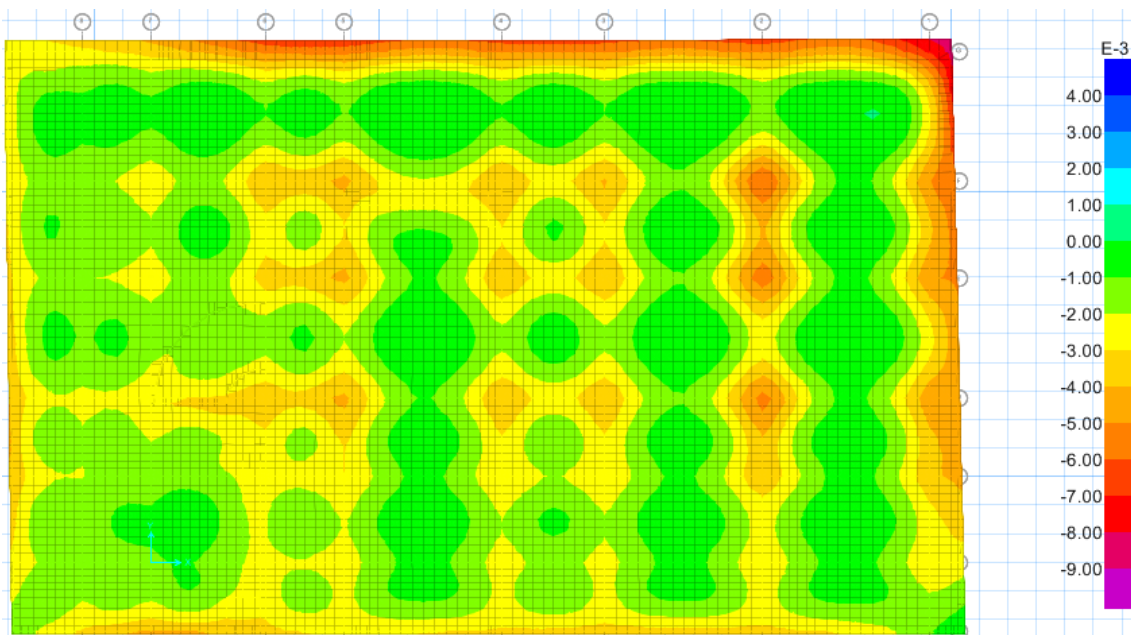


Figura 38 Presión sobre suelo debido a sismo en Y ( $t/m^2$ ).

A continuación en la Figura 39 se presenta el resultado de acero longitudinal de las vigas de la losa de cimentación.



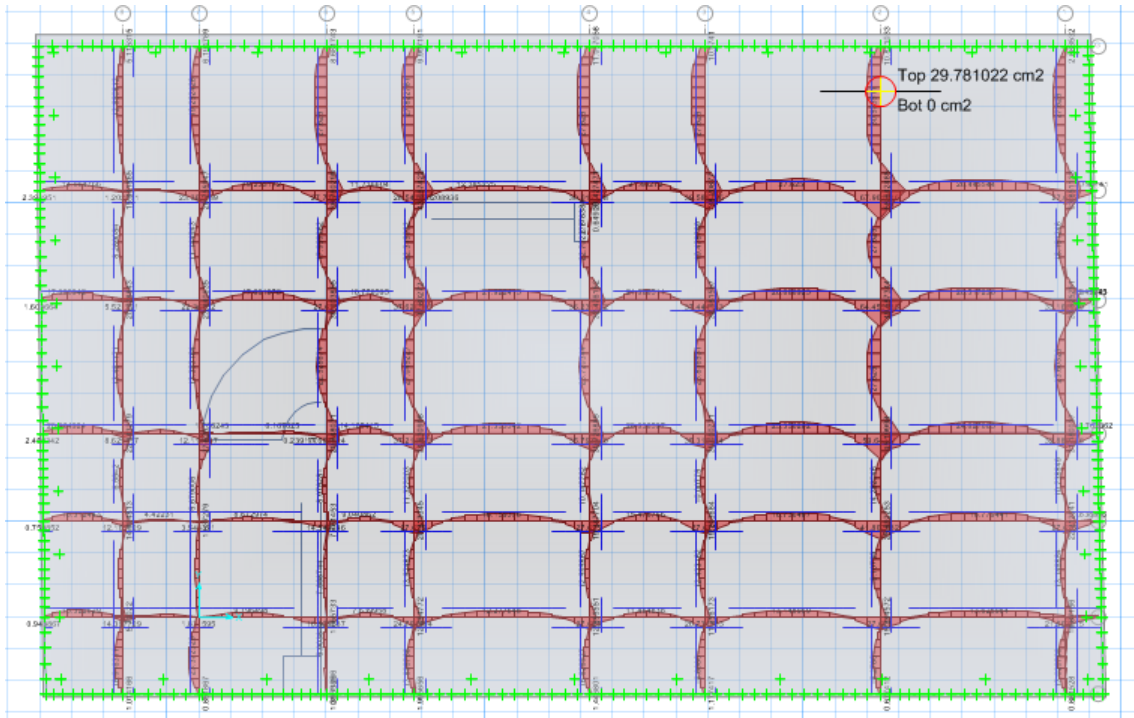


Figura 39 Acero de refuerzo en vigas de la losa de cimentación.

A continuación en la Figura 40 se presenta el resultado de acero longitudinal de la losa de cimentación.

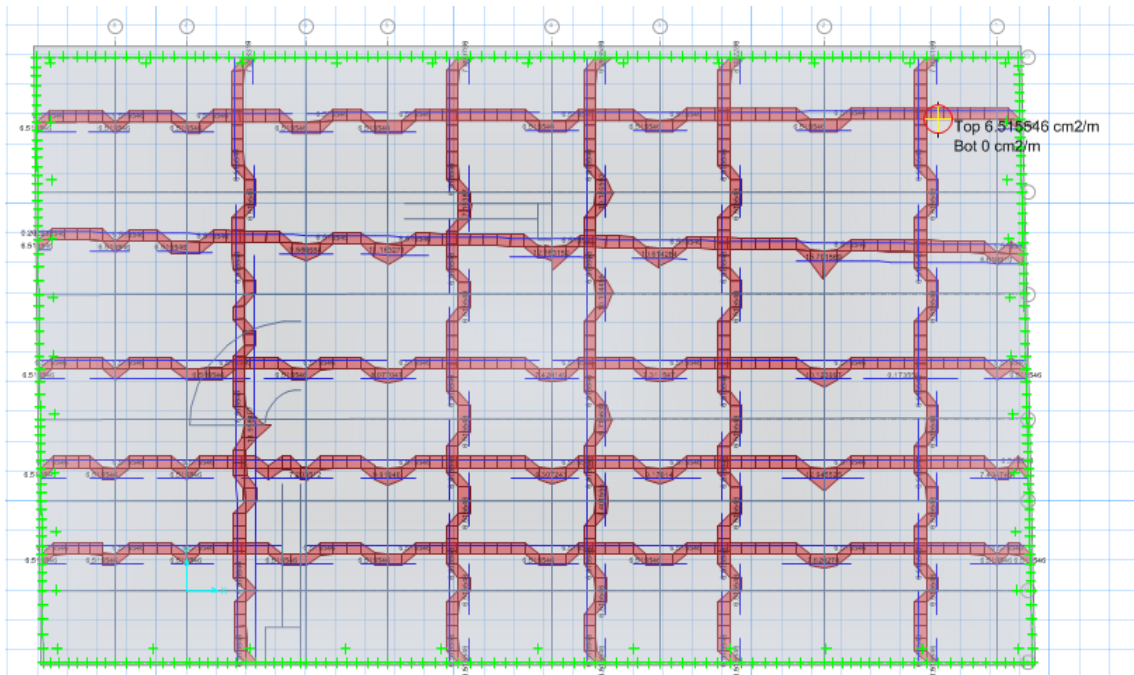


Figura 40 Acero de refuerzo en losa de cimentación.

## 7.4 Diseño de conexiones.

### 7.4.1 Conexión viga-columna.

De acuerdo con AISC-341-16, las conexiones principales de pórticos resistentes a momentos deben ser diseñadas para la 1.1 veces el máximo esfuerzo posible de la viga, a fin de poder acomodar una deformación relativa del 0.04 del piso.

A continuación se presentan los valores de verificación tanto en las placas como en soldaduras para el momento descrito en la Figura 41.

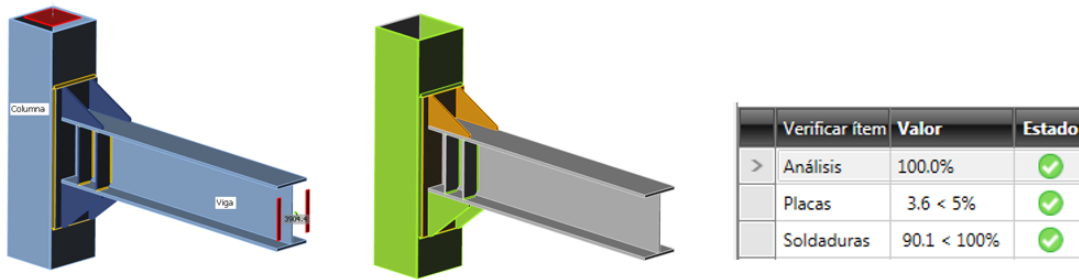


Figura 41 Diseño conexión viga-columna.

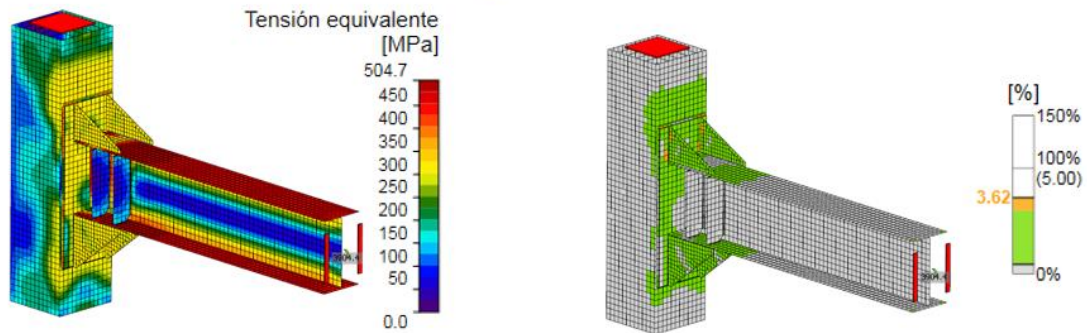


Figura 42 Diseño conexión viga-columna (tensión equivalente y porcentaje de deformación).

### 7.4.2 Conexión viga-viga

Al tratarse de un elemento ordinario a momento este se diseñó para la carga máxima transmitida de un elemento a otro como se observa en la Figura 43.

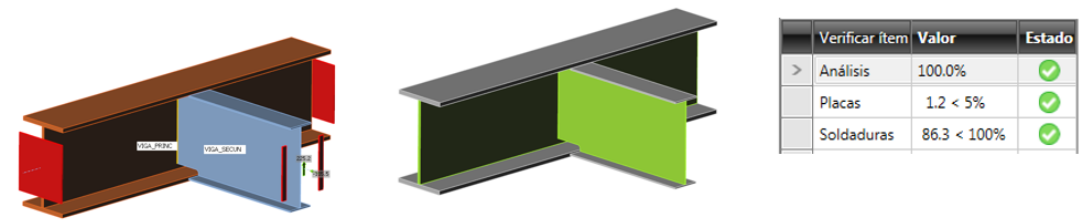


Figura 43 Diseño conexión viga-viga.

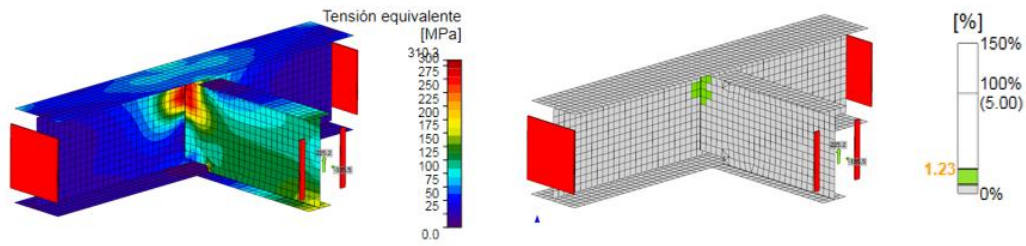


Figura 44 Diseño conexión viga-viga (tensión equivalente y porcentaje de deformación).

### 7.4.3 Conexión columnas-viga secundaria

Al tratarse de un elemento ordinario a momento este se diseñó para la carga máxima transmitida de un elemento a otro como se observa en la Figura 45

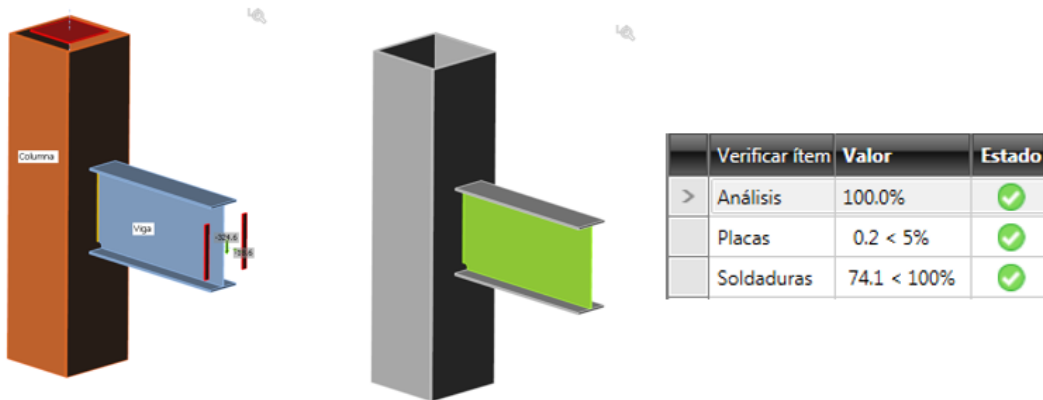


Figura 45 Diseño conexión columna-viga secundaria.

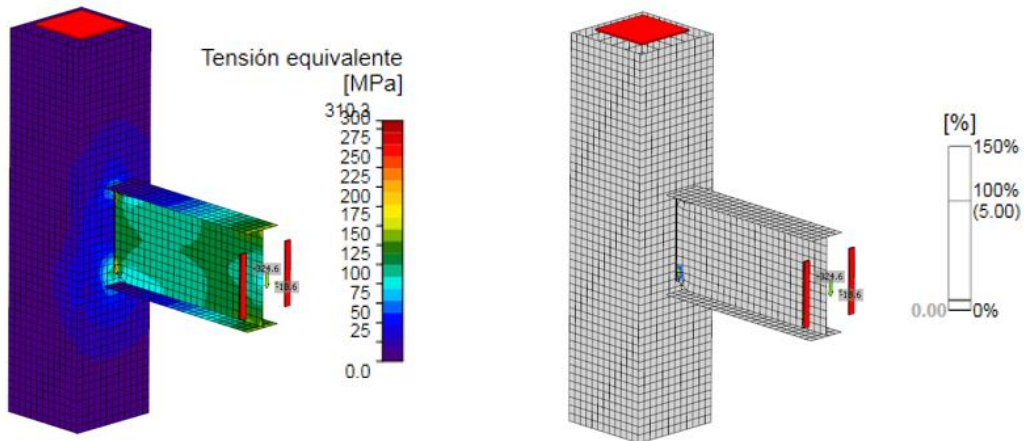


Figura 46 Diseño conexión columna-viga secundaria (tensión equivalente y porcentaje de deformación).

#### 7.4.4 Conexión muro-viga secundaria

Al tratarse de un elemento ordinario a momento este se diseñó para la carga máxima transmitida de un elemento a otro como se observa en la Figura 47.

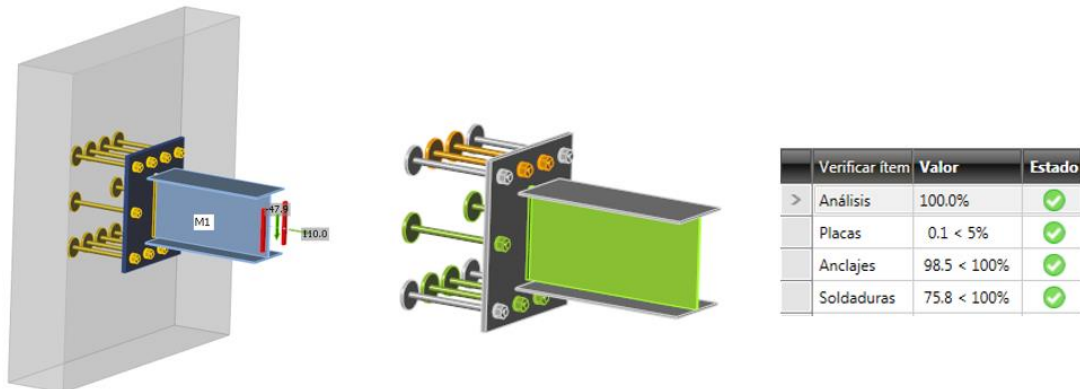


Figura 47 Diseño conexión muro-viga secundaria.

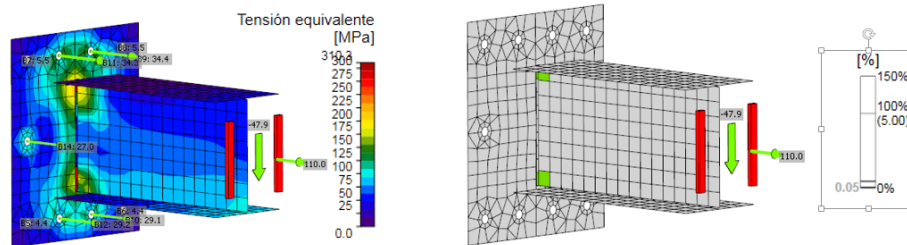


Figura 48 Diseño conexión muro-viga secundaria (tensión equivalente y porcentaje de deformación).

#### 7.4.5 Conexión base columna secundaria.

Al tratarse de un elemento ordinario a momento este se diseñó para la carga máxima transmitida de un elemento a otro como se observa en la Figura 49.

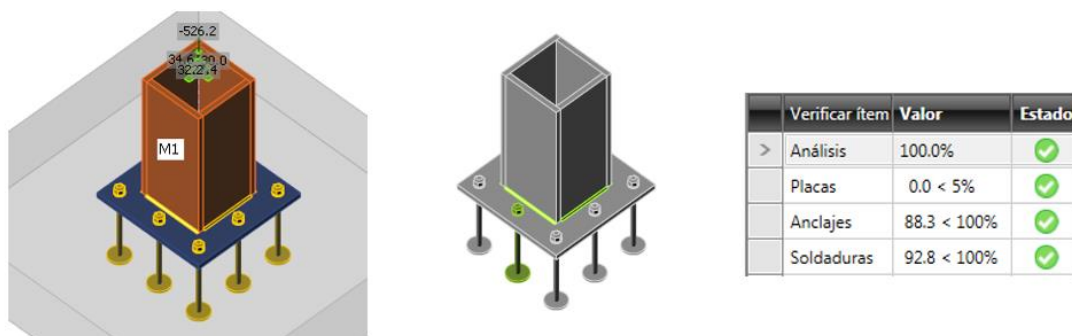


Figura 49 Diseño conexión base columna secundaria.

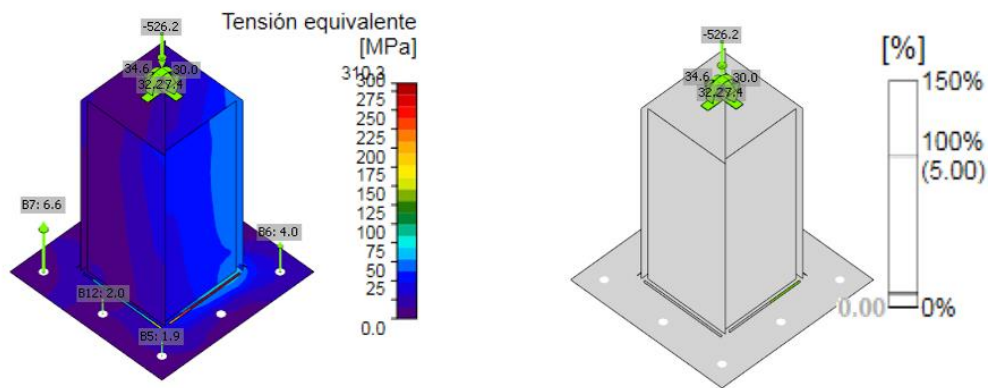


Figura 50 Diseño conexión base columna secundaria (tensión equivalente y porcentaje de deformación).

#### 7.4.6 Conexión base columna principal.

El diseño de la conexión base principal se la realizo mediante subrutinas de cálculo que permitan considerar el acero de refuerzo que conforma el cabezal, disminuyendo la dimensión de este cabezal.

Se consideraron los casos más extremos de todas las reacciones de la edificación para uniformizar las conexiones y evitar posibles errores en construcción, en la Tabla 23, Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26 se tienen las reacciones para las mayores sollicitaciones.

Tabla 23 Mayor descarga en columna.

Descripción	P (ton)	Vx (ton)	Vy (ton)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)
Muerta	192.121	-0.071	2.495	-3.793	-0.031
Viva	115.004	-0.115	0.463	-0.638	-0.183
Granizo	13.488	-0.039	0.004	-0.015	-0.048
SismoX_dinamico Max	0.538	4.206	1.038	2.490	4.264
SismoY_dinamico Max	1.637	3.991	2.197	6.240	4.780
Viento	-0.058	0.084	0.017	0.078	0.094

Tabla 24 Menor descarga en columna.

Descripción	P (ton)	Vx (ton)	Vy (ton)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)
Muerta	11.736	-1.238	6.211	-5.822	-0.374
Viva	4.169	0.487	-1.887	2.451	0.091
Granizo	1.102	0.095	-0.321	0.334	0.015
SismoX_dinamico Max	0.669	2.545	0.594	1.639	0.688
SismoY_dinamico Max	0.356	2.546	1.409	3.989	0.693
Viento	0.001	0.056	-0.029	0.085	0.015

Tabla 25 Mayor momento en y debido a sismo.

Descripción	P (ton)	Vx (ton)	Vy (ton)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)
Muerta	36.857	2.146	2.398	-3.983	2.934
Viva	45.045	-0.420	2.999	-4.947	-0.583
Granizo	2.455	-0.270	0.130	-0.216	-0.416
SismoX_dinamico Max	1.425	3.949	0.710	1.842	10.282
SismoY_dinamico Max	0.635	1.611	1.546	4.238	4.237
Viento	0.006	-0.019	-0.039	0.106	-0.052

Tabla 26 Mayor momento en x debido a sismo.

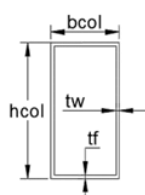
Descripción	P (ton)	Vx (ton)	Vy (ton)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)
Muerta	70.261	-6.092	-0.999	1.886	-9.550
Viva	38.558	-4.511	-0.120	0.168	-7.064
Granizo	8.199	-0.151	-0.459	0.693	-0.239
SismoX_dinamico Max	0.866	1.338	1.652	5.028	1.807
SismoY_dinamico Max	1.074	0.903	4.303	13.247	1.183
Viento	-0.019	-0.001	-0.079	0.319	-0.004

Los datos principales se pueden observar en la Tabla 27.

Tabla 27 Datos principales de la conexión base.

**Datos Columna**

Long = 1.0 m  
 h<sub>col</sub> = 50.0 cm  
 b<sub>col</sub> = 50.0 cm  
 t<sub>f</sub> = 2.0 cm  
 t<sub>w</sub> = 2.0 cm



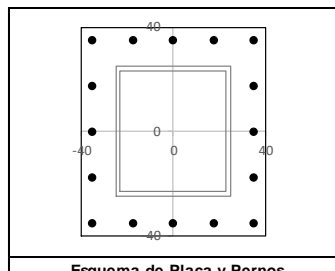
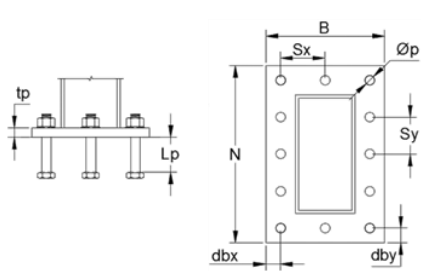
Propiedades	
A =	384.00 cm <sup>2</sup>
Z <sub>x</sub> =	6916.00 cm <sup>3</sup>
Z <sub>y</sub> =	6916.00 cm <sup>3</sup>
M <sub>px</sub> =	292.89 t-m
M <sub>py</sub> =	292.89 t-m
V <sub>px</sub> =	292.89 ton
V <sub>py</sub> =	292.89 ton

**Datos Materiales**

Tipo Acero: A572 Gr. 50  
 F<sub>y</sub> = 3500.0 kg/cm<sup>2</sup>  
 f<sub>c</sub> = 280.0 kg/cm<sup>2</sup>  
 β<sub>1</sub> = 0.85

**Datos de la placa y pernos**

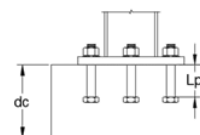
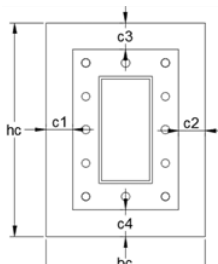
N = 80.0 cm  
 B = 80.0 cm  
 d<sub>by</sub> = 5.0 cm  
 d<sub>bx</sub> = 5.0 cm  
 Tipo de perno: A325  
 Tipo de cabeza: Arandela USS  
 φ<sub>p</sub> = 1 1/2 in  
 n<sub>y</sub> = 5.0  
 n<sub>x</sub> = 5.0  
 s<sub>y</sub> = 17.5 cm  
 s<sub>x</sub> = 17.5 cm  
 L<sub>p</sub> = 45.0 cm



**Datos Base de hormigon**

c<sub>a1</sub> = 17.5 cm  
 c<sub>a2</sub> = 17.5 cm  
 c<sub>a3</sub> = 17.5 cm  
 c<sub>a4</sub> = 17.5 cm  
 d<sub>c</sub> = 90.0 cm

h<sub>c</sub> = 115.0 cm  
 b<sub>c</sub> = 115.0 cm



A continuación se presenta las combinaciones de carga utilizados para el cheque de los elementos, cabe recalcar que además de las combinaciones establecidas en NEC SE se consideraron las combinaciones de carga con sobre resistencia para sismo establecidas en ASCE 7-16.

Tabla 28 Combinaciones de carga.

Combinación	P <sub>U</sub> (ton)	V <sub>xU</sub> (ton)	V <sub>yU</sub> (ton)	M <sub>xxU</sub> (t-m)	M <sub>yyU</sub> (t-m)	Definición
Comb 1	324.028	2.104	2.173	3.156	3.259	1.4D
Comb 2	604.638	2.891	3.007	4.336	4.511	1.4D+1.6L
Comb 3	457.464	7.782	4.764	11.673	7.147	1.2D+L+0.2S+Ex
Comb 4	459.050	5.145	5.228	7.718	7.842	1.2D+L+0.2S+Ey
Comb 5	457.639	18.768	9.511	28.152	14.266	1.2D+L+3Ex
Comb 6	462.398	10.858	10.902	16.286	16.353	1.2D+L+3Ey
Comb 7	212.823	17.825	8.524	26.738	12.786	0.9D+3Ex
Comb 8	217.582	9.915	9.915	14.873	14.872	0.9D+3Ey
Comb 9	209.810	6.844	3.773	10.265	5.659	0.9D+Ex
Comb 10	211.396	4.207	4.236	6.310	6.354	0.9D+Ey
Comb 11	408.161	-3.500	-0.297	-5.250	-0.446	D+L+0.2S-Ex
Comb 12	406.575	-0.863	-0.761	-1.295	-1.142	D+L+0.2S-Ey
Comb 13	402.310	-14.478	-5.054	-21.717	-7.581	D+L-3Ex
Comb 14	397.551	-6.568	-6.445	-9.851	-9.667	D+L-3Ey
Comb 15	226.929	-14.969	-5.575	-22.454	-8.363	D-3Ex
Comb 16	222.169	-7.059	-6.966	-10.589	-10.449	D-3Ey
Comb 17	229.942	-3.988	-0.824	-5.982	-1.235	D-Ex
Comb 18	228.355	-1.351	-1.287	-2.027	-1.931	D-Ey

Tabla 29 Resultados para mayor descarga.

Chequeo hormigón a compresión

Combinación	M <sub>U</sub> (t-m)	α (°)	e (cm)	Y (cm)	f <sub>p</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	V <sub>U</sub> (ton)	T <sub>U</sub> (ton)	f <sub>rv</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>rt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
Comb 1	5.310	0.470	1.974	89.855	44.208	3.495		19.158	
Comb 2	6.339	3.034	1.400	93.206	73.329	4.244		23.265	
Comb 3	4.856	-56.184	1.392	115.188	56.120	6.017		32.985	
Comb 4	4.670	77.030	-1.335	101.884	56.417	6.804		37.301	
Comb 5	12.776	79.717	-3.680	92.626	59.641	14.050		77.020	
Comb 6	19.557	46.219	-5.581	99.147	62.945	15.478		84.853	
Comb 7	13.392	72.369	-7.674	86.828	33.703	13.650		74.830	
Comb 8	20.956	43.075	-11.785	81.387	39.790	14.829		81.295	
Comb 9	4.335	-77.698	2.499	97.137	28.830	5.286		28.977	
Comb 10	5.529	59.254	-3.168	105.513	29.354	5.930		32.506	
Comb 11	8.251	32.946	2.668	108.437	51.323	4.800		26.316	
Comb 12	11.789	25.114	3.825	100.581	52.845	4.253		23.314	
Comb 13	17.628	47.538	5.770	98.451	55.190	12.804		70.193	
Comb 14	27.346	32.154	9.049	87.369	60.949	12.689		69.562	
Comb 15	17.066	48.704	8.958	88.690	38.248	12.704		69.642	
Comb 16	26.710	32.551	14.267	75.354	46.381	12.721		69.736	
Comb 17	7.611	34.355	3.972	103.551	32.897	4.518		24.769	
Comb 18	11.127	25.618	5.842	94.395	34.633	4.073		22.326	

Chequeo a tensión

Combinación	T <sub>Uj, max</sub> (ton)	M <sub>pl</sub> (t-cm)	t <sub>pl, min</sub> (cm)	φN <sub>sa,i</sub> (ton)	φN <sub>cbg</sub> (ton)	φN <sub>pn,i</sub> (ton)	φN <sub>sb,i</sub> (ton)	φN <sub>sgbx</sub> (ton)	φN <sub>sgby</sub> (ton)
Comb 1		455.874	0.6						
Comb 2		662.648	1.7						
Comb 3		231.787	1.5						
Comb 4		317.768	1.1						
Comb 5		375.919	1.1						
Comb 6		254.708	2.7						
Comb 7		165.412	1.8						
Comb 8		161.064	2.2						
Comb 9		166.670	1.6						
Comb 10		123.038	1.8						
Comb 11		212.758	1.4						
Comb 12		231.308	1.3						
Comb 13		223.499	1.6						
Comb 14		253.593	1.5						
Comb 15		155.064	1.3						
Comb 16		192.615	1.3						
Comb 17		135.587	1.2						
Comb 18		150.839	1.1						

Chequeo a corte

Combinación	φV <sub>sa,i</sub> (ton)	φV <sub>cbg_x</sub> (ton)	φV <sub>cbg_y</sub> (ton)	φV <sub>cpq</sub> (ton)	f <sub>p</sub> / φ <sub>c</sub>	N <sub>ua,i</sub> / φN <sub>i</sub>	N <sub>ua</sub> / φN	V <sub>ua</sub> / φV <sub>n</sub>	A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )
Comb 1	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.286			0.048	
Comb 2	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.474			0.058	
Comb 3	30.406	72.714	72.714	N/A	0.363			0.062	
Comb 4	30.406	72.714	72.714	N/A	0.365			0.078	
Comb 5	30.406	72.714	72.714	N/A	0.386			0.171	
Comb 6	30.406	72.714	72.714	N/A	0.407			0.162	
Comb 7	30.406	72.714	72.714	N/A	0.218			0.173	
Comb 8	30.406	72.714	72.714	N/A	0.257			0.164	
Comb 9	30.406	72.714	72.714	N/A	0.186			0.057	
Comb 10	30.406	72.714	72.714	N/A	0.190			0.061	
Comb 11	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.332			0.061	
Comb 12	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.342			0.058	
Comb 13	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.357			0.176	
Comb 14	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.394			0.167	
Comb 15	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.247			0.175	
Comb 16	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.300			0.166	
Comb 17	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.213			0.059	
Comb 18	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.224			0.056	

Tabla 30 Resultados para menor descarga.

Chequeo hormigón a compresión

Combinación	M <sub>U</sub> (t-m)	α (°)	e (cm)	Y (cm)	f <sub>p</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	V <sub>U</sub> (ton)	T <sub>U</sub> (ton)	f <sub>rv</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>rt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
Comb 1	8.168	3.676	49.710	87.418	6.370	8.866	14.510	48.603	438.474
Comb 2	4.247	5.113	18.383	54.799	6.687	5.756		31.555	
Comb 3	2.849	-6.714	14.884	64.125	4.769	6.293		34.497	
Comb 4	0.587	-35.151	3.116	107.182	3.160	7.085		38.842	
Comb 5	1.749	77.370	-8.632	82.309	4.037	9.899		54.266	
Comb 6	7.628	13.035	-39.482	15.017	52.118	11.829		64.848	
Comb 7	1.758	-79.454	13.984	68.650	3.027	9.840		53.941	
Comb 8	6.950	14.517	-59.750	96.889	4.726	11.785	11.794	64.603	669.206
Comb 9	3.618	-5.576	32.210	22.839	9.000	6.346		34.790	
Comb 10	1.300	-15.898	11.910	76.259	2.437	7.143		39.157	
Comb 11	5.038	11.083	32.593	26.300	12.929	4.918		26.958	
Comb 12	7.358	7.600	46.662	90.992	5.772	4.345	12.394	23.817	544.609
Comb 13	8.616	15.814	61.988	96.610	5.797	8.763	14.490	48.038	777.315
Comb 14	15.520	8.754	104.604	87.139	9.480	8.389	28.804	45.987	943.260
Comb 15	11.014	12.793	113.195	92.124	6.306	9.917	20.123	54.363	889.707
Comb 16	17.958	7.850	168.341	85.262	10.053	9.094	34.909	49.854	1014.095
Comb 17	7.537	8.103	68.099	90.979	5.082	6.772	13.611	37.125	589.839
Comb 18	9.869	6.207	86.724	88.076	6.290	6.114	18.641	33.515	634.828

Chequeo a tensión

Combinación	T <sub>U<sub>i</sub>, max</sub> (ton)	M <sub>pl</sub> (t-cm)	t <sub>pl, min</sub> (cm)	φN <sub>sa,i</sub> (ton)	φN <sub>cgb</sub> (ton)	φN <sub>pn,i</sub> (ton)	φN <sub>sb,i</sub> (ton)	φN <sub>sgbx</sub> (ton)	φN <sub>sgby</sub> (ton)
Comb 1	4.999	44.566	0.5	53.868	10.965	85.127	N/A	N/A	N/A
Comb 2		54.288	0.6						
Comb 3		35.692	0.6						
Comb 4		12.985	0.4						
Comb 5		23.036	0.3						
Comb 6		212.283	0.9						
Comb 7		18.853	0.5						
Comb 8	7.630	21.683	0.6	53.868	9.731	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 9		71.357	0.8						
Comb 10		12.482	0.3						
Comb 11		78.649	1.0						
Comb 12	6.209	33.708	0.6	53.868	5.167	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 13	8.862	27.473	0.4	53.868	3.863	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 14	10.754	63.466	0.9	53.868	8.063	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 15	10.143	34.707	0.7	53.868	3.974	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 16	11.562	70.954	0.9	53.868	8.154	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 17	6.725	29.880	0.6	53.868	6.545	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 18	7.238	42.952	0.6	53.868	8.108	63.845	N/A	N/A	N/A

Chequeo a corte

Combinación	φV <sub>sa,i</sub> (ton)	φV <sub>cbg x</sub> (ton)	φV <sub>cbg y</sub> (ton)	φV <sub>cbg</sub> (ton)	f <sub>p</sub> / φ <sup>2</sup> <sub>c</sub>	N <sub>ua,i</sub> / φN <sub>n,i</sub>	N <sub>ua</sub> / φN <sub>n</sub>	V <sub>ua</sub> / φV <sub>n</sub>	A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )
Comb 1	30.406	-72.714	72.714	21.930	0.041	0.093	1.323	0.404	4.61
Comb 2	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.043			0.078	
Comb 3	30.406	72.714	72.714	N/A	0.031			0.084	
Comb 4	30.406	72.714	72.714	N/A	0.020			0.095	
Comb 5	30.406	72.714	72.714	N/A	0.026			0.101	
Comb 6	30.406	72.714	72.714	N/A	0.337			0.135	
Comb 7	30.406	72.714	72.714	N/A	0.020			0.101	
Comb 8	30.406	72.714	72.714	25.949	0.031	0.142	1.212	0.454	3.74
Comb 9	30.406	72.714	72.714	N/A	0.058			0.085	
Comb 10	30.406	72.714	72.714	N/A	0.016			0.096	
Comb 11	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.084			0.050	
Comb 12	30.406	-72.714	72.714	13.779	0.037	0.115	2.399	0.315	3.93
Comb 13	30.406	-72.714	72.714	10.301	0.037	0.165	3.751	0.851	4.60
Comb 14	30.406	-72.714	72.714	21.501	0.061	0.200	3.572	0.390	9.14
Comb 15	30.406	-72.714	72.714	10.597	0.041	0.188	5.064	0.936	6.39
Comb 16	30.406	-72.714	72.714	21.744	0.065	0.215	4.281	0.418	11.08
Comb 17	30.406	-72.714	72.714	17.453	0.033	0.125	2.080	0.388	4.32
Comb 18	30.406	-72.714	72.714	21.621	0.041	0.134	2.299	0.283	5.92



Tabla 31 Resultados para mayor momento en y por sismo.

Chequeo hormigón a compresión

Combinación	M <sub>U</sub> (t-m)	α (°)	e (cm)	Y (cm)	f <sub>p</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	V <sub>u</sub> (ton)	T <sub>u</sub> (ton)	f <sub>rv</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>rt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
Comb 1	6.925	-36.377	13.421	77.382	12.355	4.505		24.695	
Comb 2	13.860	-13.238	11.207	76.612	26.891	8.482		46.499	
Comb 3	15.342	-58.888	16.825	69.655	25.323	8.962		49.130	
Comb 4	8.993	-52.045	9.949	85.781	18.825	8.322		45.622	
Comb 5	34.042	-82.912	36.390	14.828	151.328	16.129		88.419	
Comb 6	15.932	79.188	-17.473	60.662	25.409	12.625		69.210	
Comb 7	33.541	86.681	-89.571	77.545	22.500	14.430	59.393	79.104	1229.106
Comb 8	17.862	59.259	-50.924	99.103	12.995	9.589	26.679	52.564	1341.911
Comb 9	13.039	-82.321	37.689	12.881	76.475	6.542		35.864	
Comb 10	6.909	84.568	-20.436	50.209	10.817	5.125		28.096	
Comb 11	13.461	36.540	16.625	70.655	22.437	5.235		28.696	
Comb 12	13.357	8.481	16.338	61.879	21.645	3.877		21.253	
Comb 13	31.952	63.100	41.161	92.888	27.273	10.636	42.290	58.307	1686.303
Comb 14	23.997	25.581	29.997	41.215	50.781	3.197		17.527	
Comb 15	29.486	71.187	90.501	87.749	19.092	9.706	48.905	53.206	1681.346
Comb 16	19.350	30.353	55.362	98.103	13.709	3.498	29.389	19.179	1404.546
Comb 17	9.376	51.596	26.463	52.466	17.345	2.471		13.544	
Comb 18	8.324	9.010	22.980	46.717	13.371	1.006		5.513	

Chequeo a tensión

Combinación	T <sub>U<sub>i</sub>, max</sub> (ton)	M <sub>pl</sub> (t-cm)	t <sub>pl, min</sub> (cm)	φN <sub>sa,i</sub> (ton)	φN <sub>cgb</sub> (ton)	φN <sub>pn,i</sub> (ton)	φN <sub>sb,i</sub> (ton)	φN <sub>sgbx</sub> (ton)	φN <sub>sgby</sub> (ton)
Comb 1		50.582	0.7						
Comb 2		149.948	1.5						
Comb 3		105.929	1.0						
Comb 4		76.758	0.9						
Comb 5		925.258	2.9						
Comb 6		156.416	0.7						
Comb 7	14.013	200.356	0.5	53.868	24.258	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 8	15.299	54.471	1.2	53.868	11.639	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 9		379.806	1.9						
Comb 10		86.401	0.4						
Comb 11		91.815	1.0						
Comb 12		148.461	1.3						
Comb 13	19.225	117.420	1.0	53.868	5.210	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 14		221.249	1.3						
Comb 15	19.169	91.423	0.7	53.868	7.870	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 16	16.013	57.594	0.7	53.868	5.049	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 17		70.652	0.9						
Comb 18		89.411	1.0						

Chequeo a corte

Combinación	φV <sub>sa,i</sub> (ton)	φV <sub>cbg x</sub> (ton)	φV <sub>cbg y</sub> (ton)	φV <sub>cbg</sub> (ton)	f <sub>p</sub> / φ <sup>t</sup> <sub>c</sub>	N <sub>ua,i</sub> / φN <sub>n,i</sub>	N <sub>ua</sub> / φN <sub>n</sub>	V <sub>ua</sub> / φV <sub>n</sub>	A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )
Comb 1	30.406	72.714	72.714	N/A	0.080			0.046	
Comb 2	30.406	72.714	72.714	N/A	0.174			0.112	
Comb 3	30.406	72.714	72.714	N/A	0.164			0.091	
Comb 4	30.406	72.714	72.714	N/A	0.122			0.102	
Comb 5	30.406	72.714	72.714	N/A	0.978			0.193	
Comb 6	30.406	72.714	72.714	N/A	0.164			0.145	
Comb 7	30.406	72.714	72.714	64.688	0.145	0.260	2.448	0.223	18.86
Comb 8	30.406	72.714	72.714	31.037	0.084	0.284	2.292	0.309	8.47
Comb 9	30.406	72.714	72.714	N/A	0.494			0.081	
Comb 10	30.406	72.714	72.714	N/A	0.070			0.051	
Comb 11	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.145			0.065	
Comb 12	30.406	72.714	72.714	N/A	0.140			0.053	
Comb 13	30.406	-72.714	72.714	13.893	0.176	0.357	8.117	0.766	13.43
Comb 14	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.328			0.043	
Comb 15	30.406	-72.714	72.714	20.987	0.123	0.356	6.214	0.462	15.53
Comb 16	30.406	-72.714	72.714	13.464	0.089	0.297	5.821	0.260	9.33
Comb 17	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.112			0.025	
Comb 18	30.406	72.714	72.714	N/A	0.086			0.012	

Tabla 32 Resultados para mayor momento en x por sismo.

Chequeo hormigón a compresión

Combinación	M <sub>U</sub> (t-m)	α (°)	e (cm)	Y (cm)	f <sub>p</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Vu (ton)	Tu (ton)	f <sub>rv</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>rt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
Comb 1	13.628	-78.829	-13.855	69.312	23.576	8.643		47.382	
Comb 2	24.843	-83.276	-15.521	62.637	40.920	15.826		86.760	
Comb 3	18.406	-65.620	-14.680	72.958	31.371	10.517		57.653	
Comb 4	23.506	-47.710	-18.717	66.769	38.919	11.325		62.081	
Comb 5	21.874	-36.799	-17.434	69.019	36.185	8.614		47.220	
Comb 6	44.753	-19.550	-35.492	27.507	145.470	14.745		80.831	
Comb 7	17.079	-10.709	-25.943	40.971	29.518	4.314		23.651	
Comb 8	41.746	-6.944	-62.815	78.391	31.710	12.327	65.923	67.579	1543.178
Comb 9	9.555	-45.265	-14.907	74.252	16.446	4.213		23.097	
Comb 10	16.682	-26.381	-25.940	49.320	29.821	5.707		31.285	
Comb 11	18.685	81.271	17.050	60.372	29.927	12.308		67.474	
Comb 12	20.991	58.221	19.190	64.759	34.207	12.786		70.093	
Comb 13	25.600	59.402	24.100	54.518	43.992	15.828		86.768	
Comb 14	42.742	28.145	40.477	90.270	37.792	19.339	53.335	106.017	1966.790
Comb 15	19.958	48.601	29.497	47.577	41.047	11.729		64.299	
Comb 16	40.058	19.085	59.754	85.648	30.571	16.459	59.256	90.231	1890.587
Comb 17	11.784	74.535	16.981	64.318	18.999	7.889		43.246	
Comb 18	15.629	43.370	22.590	59.922	26.626	8.778		48.119	

Chequeo a tensión

Combinación	T <sub>U<sub>i</sub></sub> , max (ton)	M <sub>pl</sub> (t-cm)	t <sub>pl</sub> , min (cm)	φN <sub>sa,i</sub> (ton)	φN <sub>cgb</sub> (ton)	φN <sub>pn,i</sub> (ton)	φN <sub>sb,i</sub> (ton)	φN <sub>sgb,x</sub> (ton)	φN <sub>sgb,y</sub> (ton)
Comb 1		142.872	0.7						
Comb 2		306.105	0.8						
Comb 3		138.376	1.8						
Comb 4		157.629	2.1						
Comb 5		147.968	2.0						
Comb 6		687.003	3.7						
Comb 7		182.535	0.8						
Comb 8	17.594	234.609	0.7	53.868	20.638	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 9		66.533	1.4						
Comb 10		128.970	1.8						
Comb 11		202.823	1.5						
Comb 12		142.589	1.1						
Comb 13		184.552	1.3						
Comb 14	22.423	161.112	1.1	53.868	7.628	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 15		166.391	1.4						
Comb 16	21.554	145.621	0.9	53.868	7.943	63.845	N/A	N/A	N/A
Comb 17		98.491	0.7						
Comb 18		107.764	1.1						

Chequeo a corte

Combinación	φV <sub>sa,i</sub> (ton)	φV <sub>cgb,x</sub> (ton)	φV <sub>cgb,y</sub> (ton)	φV <sub>cgb</sub> (ton)	f <sub>p</sub> / φ <sup>2</sup> f <sub>c</sub>	N <sub>ua,i</sub> / φN <sub>n,i</sub>	N <sub>ua</sub> / φN <sub>n</sub>	V <sub>ua</sub> / φV <sub>n</sub>	A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )
Comb 1	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.152			0.117	
Comb 2	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.265			0.217	
Comb 3	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.203			0.145	
Comb 4	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.252			0.151	
Comb 5	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.234			0.107	
Comb 6	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.940			0.159	
Comb 7	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.191			0.056	
Comb 8	30.406	-72.714	72.714	55.035	0.205	0.327	3.194	0.224	20.93
Comb 9	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.106			0.057	
Comb 10	30.406	-72.714	72.714	N/A	0.193			0.063	
Comb 11	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.193			0.165	
Comb 12	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.221			0.159	
Comb 13	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.284			0.201	
Comb 14	30.406	-72.714	-72.714	20.341	0.244	0.416	6.992	0.951	16.93
Comb 15	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.265			0.139	
Comb 16	30.406	-72.714	-72.714	21.181	0.198	0.400	7.460	0.777	18.81
Comb 17	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.123			0.102	
Comb 18	30.406	-72.714	-72.714	N/A	0.172			0.096	

El armado del cabezal para la conexión base extrayendo los resultados de las tablas anteriores.

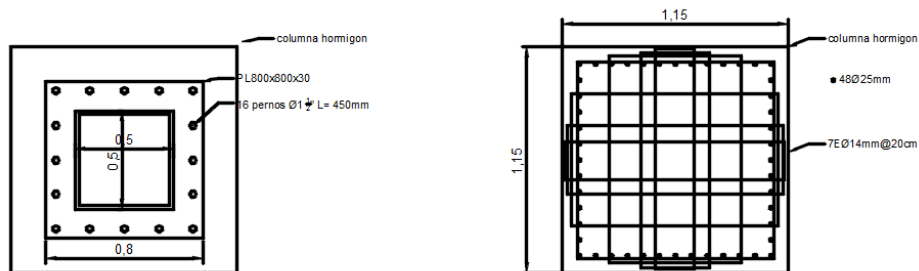


Figura 51 Esquema de Conexión Base.

## 7.5 Diseño de muros.

Para el diseño de los muros se tomaron las recomendaciones de NEC SE CM, durante el proceso constructivo del edificio el muro va a trabajar como un muro en cantiliver, los factores de seguridad para esta etapa son los que se presentan en la

Tabla 33 Factores de seguridad NEC SE CM.

CONDICIÓN	CONSTRUCCIÓN	ESTÁTICO	SISMO	PSEUDO ESTÁTICO
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de:				
Momento Resistente/Momento Actuante	$\geq 3.00$	$\geq 3.00$	Diseño	$\geq 2.00$
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	$\leq 1/6$	$\leq 1/6$	Diseño	$\leq 1/4$

Los datos geométricos del muro se presentan en la Tabla 34.

Tabla 34 Datos geométricos del muro.

### Datos Geometricos

$$H_t = 5.52 \text{ m}$$

$$H_p = 4.32 \text{ m}$$

### Zapata

$$B_z = 3.10 \text{ m}$$

$$L_2 = 0.40 \text{ m}$$

$$L_1 = 2.35 \text{ m}$$

$$H_z = 0.50 \text{ m}$$

$$H_{rell} = 1.20 \text{ m}$$

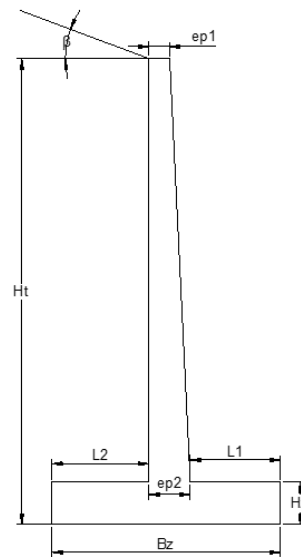
### Cuerpo

$$e_{p1} = 0.35 \text{ m}$$

$$e_{p2} = 0.35 \text{ m}$$

### Pendiente suelo

$$\beta = 0^\circ$$



Los datos de los materiales tanto que conforman el muro como el material a retenerse determinado mediante el estudio de suelos que complementa este estudio se presentan en la

Tabla 35 Datos de materiales y suelo.

### Datos suelo

$$\gamma_s = 1.83 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 30.0^\circ$$

$$\delta = 28.0^\circ$$

$$\theta = 90.0^\circ$$

$$\text{OCR} = 1.0$$

$$q_n = 18.0 \text{ t/m}^2$$

Clasificación: C

### Datos de materiales

$$\gamma_c = 2.40 \text{ ton/m}^3$$

$$f_c = 280.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200.00 \text{ kg/cm}^2$$

### Datos Sísmicos

$$\text{PGA} = 0.400 \text{ g}$$

$$F_a = 1.200$$

$$A_s = 0.480 \text{ g}$$

$$d_{adm} = 15.0 \text{ cm}$$

$$k_h = 0.190$$

$$K_{AE} = 0.455$$

Tabla 36 Diseño del muro.

**Sobrecarga (Carga Viva)**

$$h_{eq} = 0.696 \text{ m}$$

**Chequeo de estabilidad y capacidad portante**

Descripción	P (t)	X (m)	Y (m)
Zapata	3.720	1.550	0.250
Pantalla	3.629	2.525	2.660
	0.000	2.350	1.940
Relleno posterior	3.162	2.900	2.660
	0.000	2.967	5.520
Relleno frontal	3.010	1.175	0.350
Empuje	8.263	3.100	-1.840
Sobre carga	1.107	0.000	-2.760
Empuje+Sismo	12.683	3.100	-1.840

Combinación	P (t)	M (t-m)	e (m)	$q_d$ (t/m <sup>2</sup> )	$q_t$ (t/m <sup>2</sup> )	$R_R$ (t)	$FS_{desliz}$	$FS_{volc}$
D + H + L	17.40	23.18	0.22	6.38	4.85	35.11	4.22	3.01
D + Eae + L	19.48	20.53	0.50	8.23	4.34	65.77	4.84	1.76

**Diseño de la pantalla**

h (m)	E (t)	$P_{LS}$ (t)	$P_{IR}$ (t)	$E_{AE}$ (t)	$M_E$ (t-m)	$M_{LS}$ (t-m)	$M_{IR}$ (t-m)	$M_{AE}$ (t-m)
0.86	0.20	1.10	0.26	0.31	0.06	0.48	0.11	0.09
1.73	0.81	2.20	0.52	1.24	0.47	1.90	0.45	0.72
2.59	1.82	3.30	0.77	2.80	1.57	4.28	1.00	2.42
3.46	3.24	4.40	1.03	4.97	3.73	7.61	1.78	5.73
4.32	5.06	5.50	1.29	7.77	7.29	11.88	2.78	11.19

h (m)	$M_U$ (t-m)	h (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\emptyset$ (mm)	s (cm)	$A_{sreal}$ (cm <sup>2</sup> )	R D/C	$A_{sdistr}$ (cm <sup>2</sup> )
0.86	0.85	35.00	2.35	25	30	16.36	0.055	2.513
1.73	3.79	35.00	4.73				0.245	
2.59	9.36	35.00	9.41	0.264				
3.46	18.14	35.00	19.56	22	15	41.70	0.512	
4.32	30.68	35.00	35.24				0.865	

h (m)	$V_U$ (t)	$d_v$ (cm)	R D/C	Agrietamiento
0.864	2.085	25.200	0.049	Ok
1.728	4.817	25.200	0.144	Ok
2.592	8.197	25.200	0.238	Ok
3.456	12.225	25.200	0.441	Ok
4.32	16.901	25.200	0.778	Ok

**Diseño Zapata**

Combinación	P (t)	M (t-m)	e (m)	$q_{dedo}$ (t/m <sup>2</sup> )	$q_{talón}$ (t/m <sup>2</sup> )	$M_{Udedo}$ (t-m)	$M_{Utalón}$ (t-m)
1.2D + 1.6E + 1.6L	27.90	53.04	-0.35	2.88	15.12	16.496	0.439
0.9D + 1.6E + 1.6L	23.84	44.75	-0.33	2.83	12.56	14.592	0.243
1.2D + EQ + L	22.18	26.06	0.38	12.35	1.96	26.850	-0.536
0.9D + EQ + L	18.12	17.77	0.57	12.32	0.00	25.430	-0.686

**Diseño del Dedo**

	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\emptyset$ (mm)	s (cm)	$A_{sreal}$ (cm <sup>2</sup> )	R D/C	Agrietamiento	$A_{sdistr}$ (cm <sup>2</sup> )
AS <sub>superior</sub>	3.022	22	15	25.34	0.000	Ok	3.14
AS <sub>inferior</sub>	16.184	22	15	25.34	0.697	Ok	1 $\emptyset$ 10mm@25cm

**Diseño del Talón**

	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$\emptyset$ (mm)	s (cm)	$A_{sreal}$ (cm <sup>2</sup> )	R D/C
AS <sub>superior</sub>	3.022	22	15	25.34	0.018
AS <sub>inferior</sub>	3.022	22	15	25.34	0.011

En la Tabla 36 de esta memoria de diseño estructural, se demuestra el cumplimiento de los factores de seguridad así como el diseño del acero de refuerzo de los componentes del muro.

Elaborado por:           Ing. MSc. Andrés López

Consultor:                Ing. Marcelo Trujillo