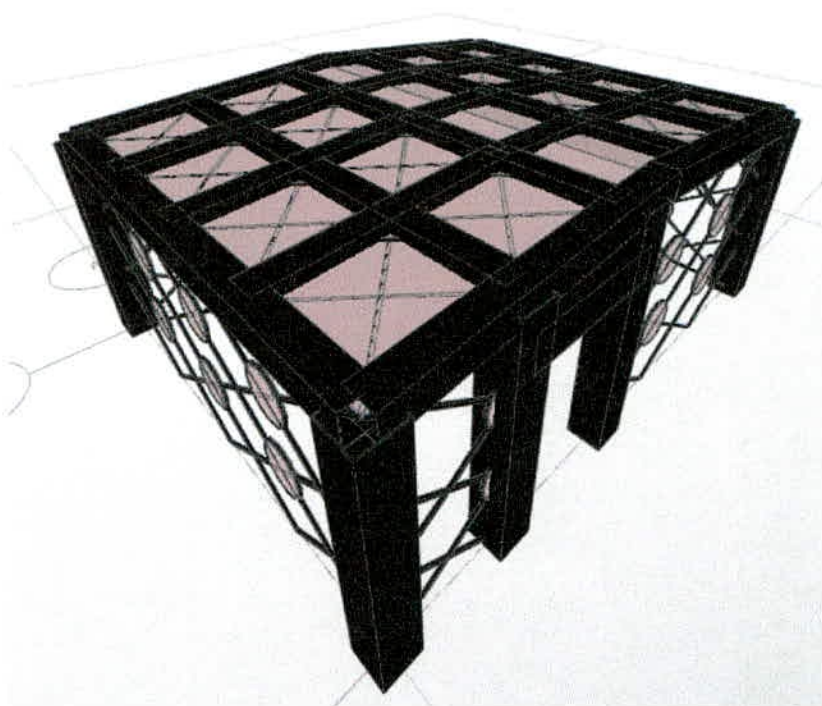




DISEÑO ESTRUCTURAL

SISTEMA ESTRUCTURAL DE VIVIENDA Y PROTECCIÓN INTEGRADO SEVPI (DANI)

BOGOTÁ D.C.
SEPTIEMBRE 2016

TABLA DE FIGURAS

Figura 5-1 Modelo matemático tridimensional vista general.....	15
Figura 5-2 Modelo matemático tridimensional vista frontal	15
Figura 5-3 Modelo matemático tridimensional vista lateral.....	16
Figura 5-4 Identificación nudos	17
Figura 5-5 Identificación elementos.....	18
Figura 6-1 Distribución carga viva (kN/m)	24
Figura 6-2 Distribución carga viva vigas eje 1 (kN/m)	25
Figura 6-3 Distribución carga viva pórtico eje 2 (kN/m).....	25
Figura 6-4 Distribución carga viva (kN/m)	26
Figura 6-5 Distribución carga viva vigas eje 1 (kN/m)	26
Figura 6-6 Distribución carga viva pórtico eje 2 (kN/m).....	27
Figura 10-1 Diagrama de momento pórtico eje 1 (kN-m)	46
Figura 10-2 Diagrama de momento pórtico eje 2 (kN-m)	46
Figura 10-3 Diagrama de momento pórtico eje A (kN-m)	47
Figura 10-4 Diagrama de momento pórtico eje B (kN).....	47
Figura 10-5 Diagrama de fuerzas cortante portico eje 1 (kN).....	48
Figura 10-6 Diagrama de fuerzas cortante pórtico eje 2 (kN).....	48
Figura 10-7 Diagrama de fuerzas cortante pórtico eje A (kN)	49
Figura 10-8 Diagrama de fuerzas cortante pórtico eje B (kN)	49
Figura 11-1 Índice de sobreesfuerzos elementos de cubierta.....	53

TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
2. EVALUACIÓN DE CARGAS	6
3. ANALISIS SÍSMICO	8
4. COMBINACIONES DE CARGA.....	10
5. MODELO	13
5.1 CRITERIOS DE MODELACIÓN.....	14
5.2 MODELO MATEMÁTICO TRIDIMENSIONAL	15
5.3 IDENTIFICACIÓN DE NUDOS.....	17
5.4 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS	18
6. DATOS DE ENTRADA.....	19
6.1 MATERIALES UTILIZADOS	20
6.2 PROPIEDADES DE LAS SECCIONES	20
6.3 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN ELEMENTOS.....	24
7. REVISIÓN DE DERIVAS	28
7.1 DERIVAS	29
7.2 UMBRAL DE DAÑO	33
8. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL	37
9. PARTICIPACIÓN MODAL	40
10. SOLICITACIONES	45
11. RESULTADOS DISEÑO DE REFUERZO DE LA ESTRUCTURA	50
11.2 COLUMNAS.....	53
12. DISEÑO DE APOYOS	56
13. CONCLUSIONES.....	60
ANEXO	62
ANEXO 1	63
DATOS DE ENTRADA.....	63
ANEXO 2	96
DATOS DE SALIDA	96

Figura 11-2 Indice de sobreesfuerzos elementos eje 1.....53

Figura 11-3 Indice de sobreesfuerzos elementos eje 2.....54

Figura 11-4 Indice de sobreesfuerzos elementos eje A54

Figura 11-5 Indice de sobreesfuerzos elementos eje B55

Figura 12-1 Identificación nudos de cimentación57



1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

PROYECTO ESTRUCTURAL

El proyecto SISTEMA DE PROTECCIÓN ESTRUCTURAL, VIVIENDA COMERCIAL, INSTITUCIONAL U OTRO, se basó en la geometría BASICA PRODUCTO DE ESTA PATENTE, para su modelación y se desarrolló utilizando el programa SAP 2000 de análisis tridimensional.

Las características generales del proyecto estructural son las siguientes para **SEVPI (DANI)** ubicado en un primer piso el cual resiste el desplome de un Edificio de 4 pisos, siendo multiples las versiones para el numero de pisos para el cual se requiera proteger de desplome :

EDIFICACIÓN

- | | | | |
|-----|-------------------------------------|---|---|
| a.) | Número de Pisos | : | Uno (1) |
| b.) | Uso | : | Edificación
indispensable-Institucional |
| c.) | Área de Construcción | : | 20 m ² |
| d.) | Altura máxima respecto a los apoyos | : | 2.30 m |
| e.) | Sistema Estructural | : | Pórticos resistentes a momento |
| f.) | Método de Cálculo usado | : | Resistencia Ultima |
| g.) | Método de Cálculo Sismo-resistente | : | Fuerza Horizontal equivalente |
| h.) | Procesamiento Digital | : | Programa SAP2000
Análisis Tridimensional |
| i.) | Materiales especificados | : | Acero Estructural -Grado 50
Soldadura 7018 |
| j.) | Tipo de Apoyo | : | Apoyos elastomericos, apoyados sobre vigas estructurales |
| k.) | Tipo de Cubierta | : | Llantas para disipación de impacto, sobre malla de triple torsión |
| l.) | Cargas | : | Carga Viva: Placa 1000 Kg-f/m ² · (1 t/m ²) +100% de impacto por carga viva TOTAL=2 t/m²
Carga Muerta: Placa 200 Kg-f/m ² · 0.2 t/m ² · |

m.) Normas

Sismo acorde a Análisis Espectral
: Normas Colombianas de Diseño y Construcción
Sismorresistente NSR-10. Ley 400 de 1997.
Decreto 926 de 2010. Decreto 92 de 2011

2. EVALUACION DE CARGAS

3. EVALUACIÓN DE CARGAS

EDIFICIO : ESTRUCTURA METÁLICA RESISTENTE A IMPACTOS

ago-16

PESO ESTRUCTURA

Nivel	Sección	Nº elementos	Largo m	Area m²	Peso unit Kg/m3	Peso total Kg
2	PT 12X12	1	13.45	0.0116	7,850	1,224.8
	PT10X10	1	49.07	0.0060	7,850	2,295.8
	PT 1 1/4"	1	157.78	0.0008	7,850	983.4
	PLATINAS	1				358.9
Total:						4,862.9

Cubierta

Carga Muerta	:	200	Kg-f/m2
Carga Viva	:	<u>1,000.0</u>	Kg-f/m2
TOTAL	:	1,200.0	Kg-f/m2

3. ANALISIS SÍSMICO

EDIFICIO: ESTRUCTURA METÁLICA RESISTENTE A IMPACTOS

jul-16

ANÁLISIS SISMICO

NSR - 10

Coeficiente de sitio : $F_a = 0.90$ $F_v = 2.40$
 Zona : **PERFIL TIPO E**
 Coeficiente de importancia : $I = 1.1$
 Coeficiente disipación de energía : $R_o = 7.0$ **DMO**
 Irregularidad : $R = \phi_a \phi_p \phi_r R_o = 7$
 $\phi_a = 1.0$
 $\phi_p = 1.0$
 $\phi_r = 1.0$
 Coef Disipación de energía: $R_c = (R-1) T/T_c + 1 < R$ $R_c = 2.90$

H edif : **2.20** m

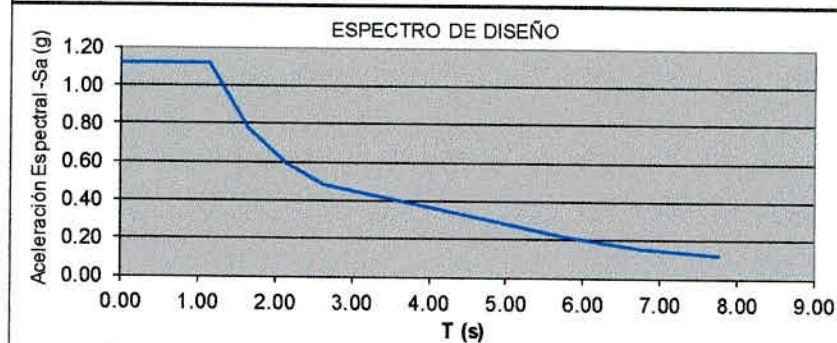
T modelo: 0.360 seg

Tc : 1.14 seg

Aa : 0.45 Aceleración horizontal pico efectiva

Av : 0.40 Aceleración velocidad horizontal pico efectiva

ZONA	F_a (475)	F_v (475)	T_c (s)	TL (s)	A_o (g)
PERFIL TIPO E	0.90	2.40	1.14	5.76	0.40
	Factor de amplificación periodos cortos	Factor de amplificación periodos intermedios	Periodo corto	Periodo largo	Aceleración horz pico efectiva

Sa : 1.11 aceleración espectral para 0 - Tc

T	Sa
0.00	1.11
1.14	1.11
1.64	0.77
2.14	0.59
2.64	0.48
5.76	0.22
6.76	0.16
7.76	0.12

Siguiendo lo establecido en NSR-10 en el Capítulo B.2.4 de CARGAS se tomaron las combinaciones para diseño:

COMB 1	1.4 D
COMB 2	1.2D+1.6L
COMB 3	1.2D+1.0L+1.0Ex+0.3Ey
COMB 4	1.2D+1.0L+1.0Ex-0.3Ey
COMB 5	1.2D+1.0L-1.0Ex+0.3Ey
COMB 6	1.2D+1.0L-1.0Ex-0.3Ey
COMB 7	1.2D+1.0L+0.3Ex+1.0Ey
COMB 8	1.2D+1.0L-0.3Ex+1.0Ey
COMB 9	1.2D+1.0L+0.3Ex-1.0Ey
COMB 10	1.2D+1.0L-0.3Ex-1.0Ey
COMB 11	0.9D+1.0Ex+0.3Ey
COMB 12	0.9D+1.0Ex-0.3Ey
COMB 13	0.9D-1.0Ex+0.3Ey
COMB 14	0.9D-1.0Ex-0.3Ey
COMB 15	0.9D+0.3Ex+1.0Ey
COMB 16	0.9D-0.3Ex+1.0Ey
COMB 17	0.9D+0.3Ex-1.0Ey
COMB 18	0.9D-0.3Ex-1.0Ey
ENV	<u>(COMB1 + COMB2 + COMB3 + COMB4 + COMB5 + COMB6 + COMB7 + COMB8 + COMB9 + COMB10 + COMB11 + COMB12 + COMB14 + COMB14 + COMB15 + COMB16 + COMB17 + COMB18)*5</u>

Para la verificación de derivas se tomaron las siguientes combinaciones:

DER 1	1.0 D+1.0L+1.0Sx+0.3Sy
DER 2	1.0 D+1.0L+1.0Sx-0.3Sy
DER 3	1.0 D+1.0L-1.0Sx+0.3Sy
DER 4	11.0 D+1.0L-1.0Sx-0.3Sy
DER 5	1.0 D+1.0L+0.3Sx+1.0Sy
DER 6	1.0 D+1.0L-0.3Sx+1.0Sy
DER 7	1.0 D+1.0L+0.3Sx-1.0Sy
DER 8	1.0 D+1.0L-0.3Sx-1.0Sy

De donde:

D = Carga Muerta.

L = Carga Viva.

Ex = Carga Sísmica dividida por el coeficiente de disipación de energía en el sentido longitudinal.

Ey = Carga Sísmica dividida por el coeficiente de disipación de energía en el sentido transversal.

Fx = Carga sísmica en sentido longitudinal.

Fy = Carga sísmica en sentido transversal.

- Las solicitaciones de cargas a las cuales se sometió la estructura en su diseño , equivale a 33 veces la carga (CM+CV) que se presenta en el diseño de una estructura de vivienda convencional, acorde con la NSR10.

5. MODELO

El modelo estructural se genera a partir de la geometría planteada en los planos arquitectónicos, se evalúan las secciones de los elementos de acuerdo a las cargas generadas por las condiciones de uso, se incluyen en el modelo matemático las propiedades de los materiales, peso volumétrico. Modulo de elasticidad, y siguiendo lo estipulado en la NSR - 10.

El análisis de la estructura se realiza considerando un modelo tridimensional, desarrollado a partir de la discretización con elementos tipo "Frame" para las vigas y columnas. La geometría de la estructura, la continuidad y las condiciones de apoyo respectivas se simulan por medio del programa de computadora especializado en análisis de estructuras SAP2000, verificando los resultados con la ayuda de tablas electrónicas en el análisis y diseño de cada elemento. Debe someterse el modelo correspondiente a todas las condiciones de carga y sus combinaciones para obtener los esfuerzos internos.

Se tuvieron en cuenta todas las cargas involucradas para el sistema estructural de la edificación (gravitacionales como lo son la muerta y la viva, sísmicas) y sus respectivas combinaciones, de acuerdo con los criterios estructurales. La evaluación de cargas sísmicas se realizó mediante el método de fuerza horizontal equivalente.

5.1 CRITERIOS DE MODELACIÓN

- Elementos tipo "frame" con seis grados de libertad por nudo para vigas y columnas.
- Elementos Tipo "Shell" para cubierta. Malla triple torsión
- Empotramientos en la base.
- Los nudos de los pórticos son continuos y resistentes a momentos.
- En Los arsisotramientos y diagonales no hay transferencia de momentos
- Análisis sísmico ESPECTRAL.
- Coeficiente de disipación de energía $R = 7.0$

5.2 MODELO MATEMÁTICO TRIDIMENSIONAL

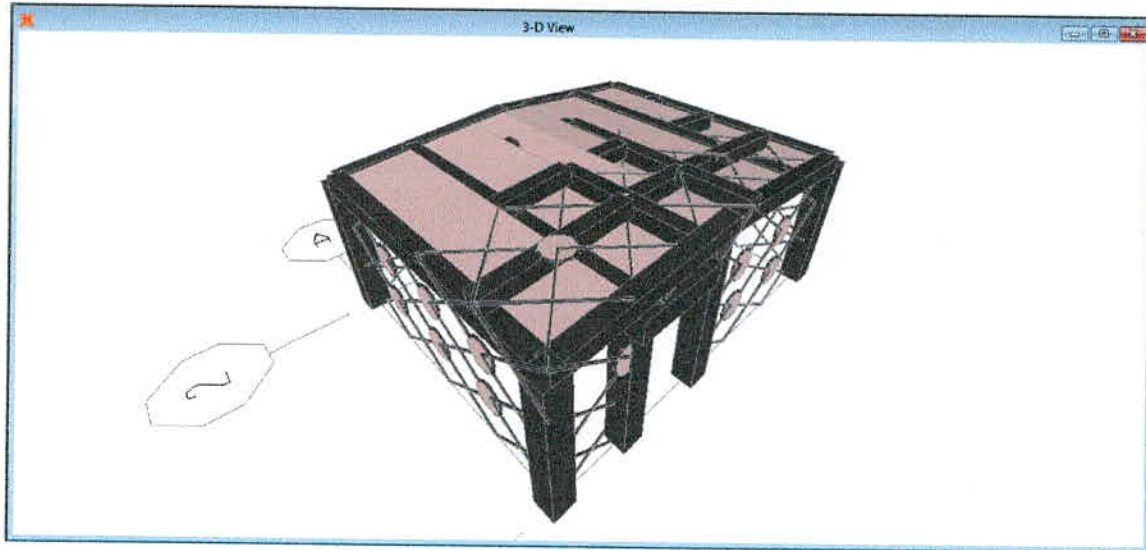


Figura 5-1 Modelo matemático tridimensional vista general

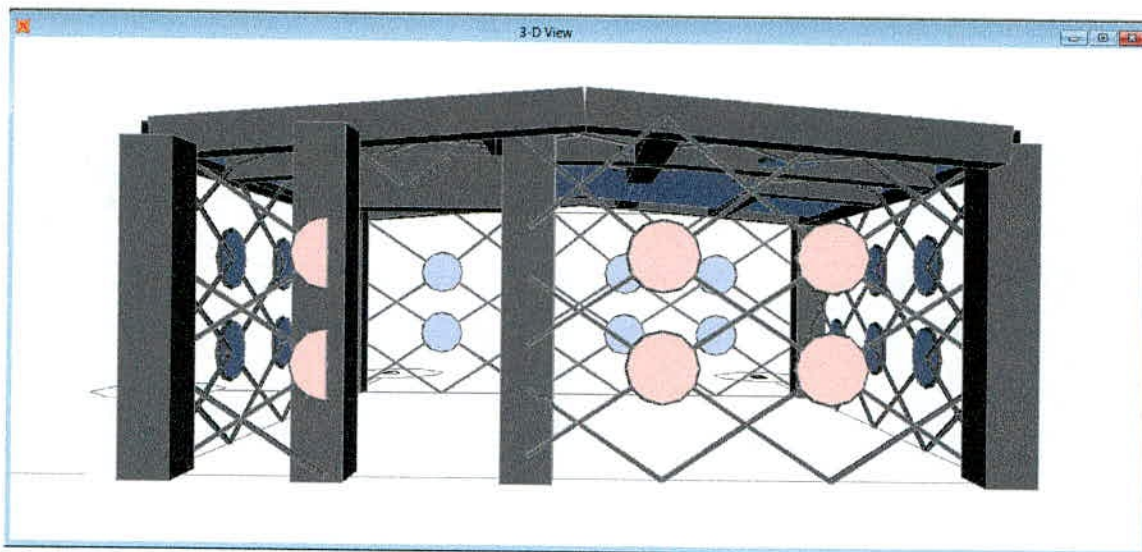


Figura 5-2 Modelo matemático tridimensional vista frontal

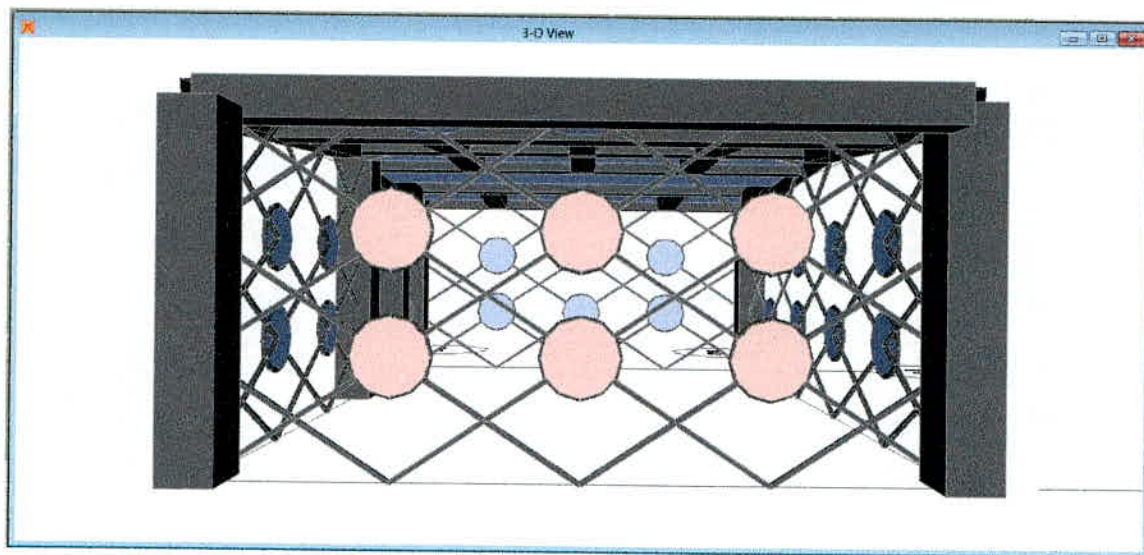


Figura 5-3 Modelo matemático tridimensional vista lateral

5.3 IDENTIFICACIÓN DE NUDOS

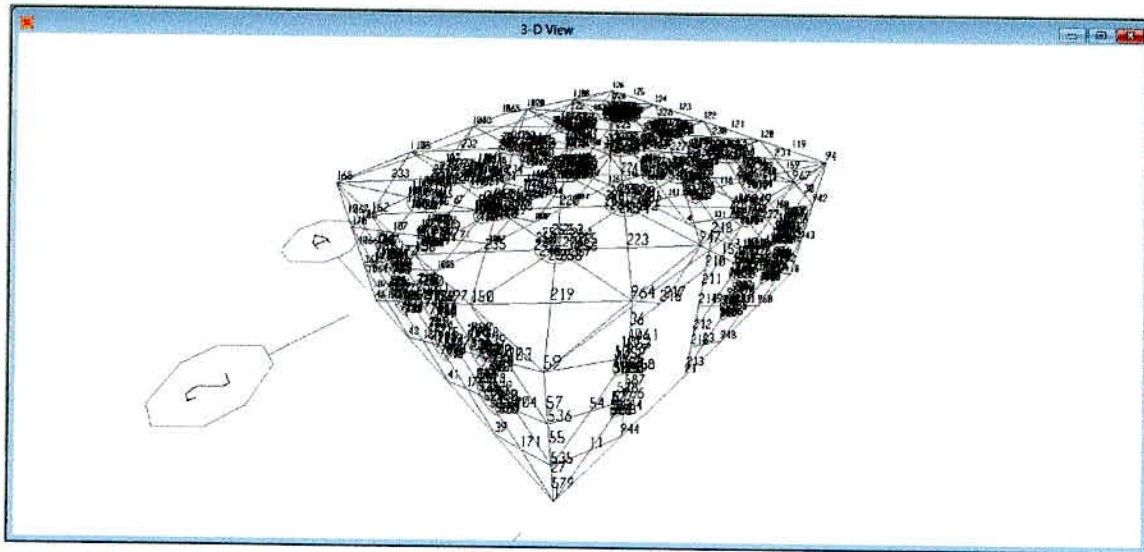


Figura 5-4 Identificación nudos

5.4 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS

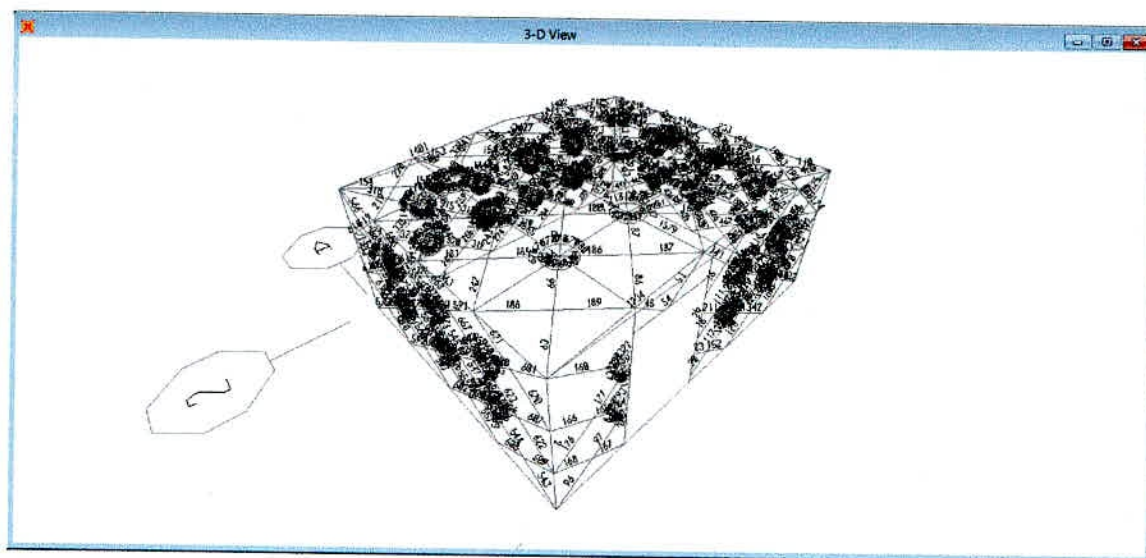


Figura 5-5 Identificación elementos

6. DATOS DE ENTRADA

6.1 MATERIALES UTILIZADOS

TABLE: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties						
Material	UnitWeight	UnitMass	E1	G12	U12	A1
Text	KN/m3	KN-s2/m4	KN/m2	KN/m2	Unitless	1/C
A572Gr50	76.973	7.849	199947978.8	76903068.77	0.3	0.0000117
A992Fy50	76.973	7.849	199947978.8	76903068.77	0.3	0.0000117

6.2 PROPIEDADES DE LAS SECCIONES

TABLE: Frame Section Properties 01 - General										
SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw	Area	TorsConst	I33	I22
Text	Text	Text	m	m	m	m	m2	m4	m4	m4
PT1	A572Gr50	Box/Tube	0.22	0.22	0.007	0.007	0.005964	0.000068	0.000045	0.000045
PT2	A572Gr50	Box/Tube	0.3	0.3	0.01	0.01	0.0116	0.000244	0.000163	0.000163
PT3	A572Gr50	Box/Tube	0.075	0.075	0.003	0.003	0.000864	0.00000112	7.478E-07	7.478E-07
PT3A	A572Gr50	Box/Tube	0.1	0.1	0.005	0.005	0.0019	0.000004287	0.000002866	0.000002866

TABLE: Frame Section Properties 02 - General										
SectionName	AS2	AS3	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22	TotalWt	TotalMass
Text	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m	m	KN	KN-s2/m
PT1	0.00308	0.00308	0.00041	0.00041	0.000477	0.000477	0.087004	0.087004	22.527	2.3
PT2	0.006	0.006	0.001085	0.001085	0.001262	0.001262	0.118462	0.118462	10.941	1.12
PT3	0.00045	0.00045	0.00002	0.00002	0.000023	0.000023	0.029419	0.029419	8.829	0.9
PT3A	0.001	0.001	0.000057	0.000057	0.000068	0.000068	0.038837	0.038837	3.836	0.39

TABLE: Groups 3 - Masses and Weights

GroupName	SelfMass	SelfWeight	TotalMassX	TotalMassY	TotalMassZ
Text	KN-s2/m	KN	KN-s2/m	KN-s2/m	KN-s2/m
All	6.07	59.528	6.07	6.07	6.07

Box/Tube Section

Section Name: PT1

Section Notes:

Properties:

Property Modifiers:

Material:

Dimensions:

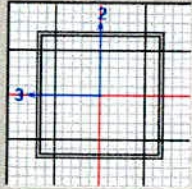
Outside depth (t3):

Outside width (t2):

Flange thickness (tf):

Web thickness (tw):

☐ Display Color



Box Tube Section

Section Name: PT2

Section Notes:

Properties:

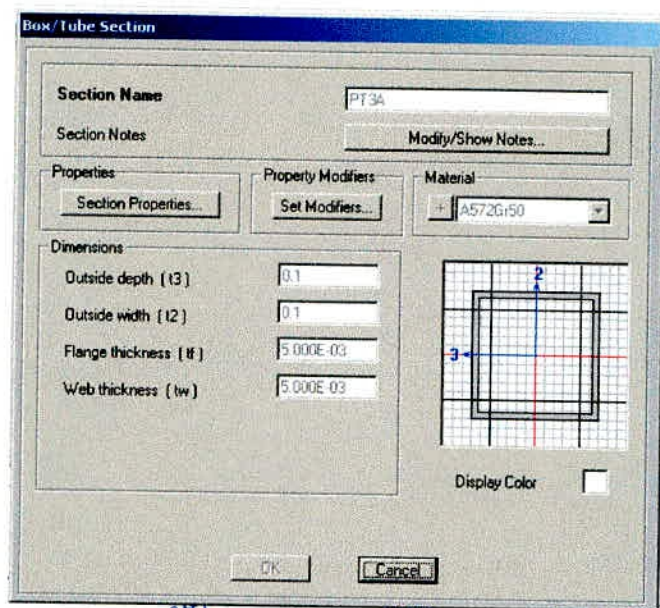
Property Modifiers:

Material: A572G50

Dimensions:

Outside depth (t3)	0.3
Outside width (t2)	0.3
Flange thickness (tf)	0.01
Web thickness (tw)	0.01

☐ Display Color



6.3 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN ELEMENTOS

6.3.1 CARGA MUERTA

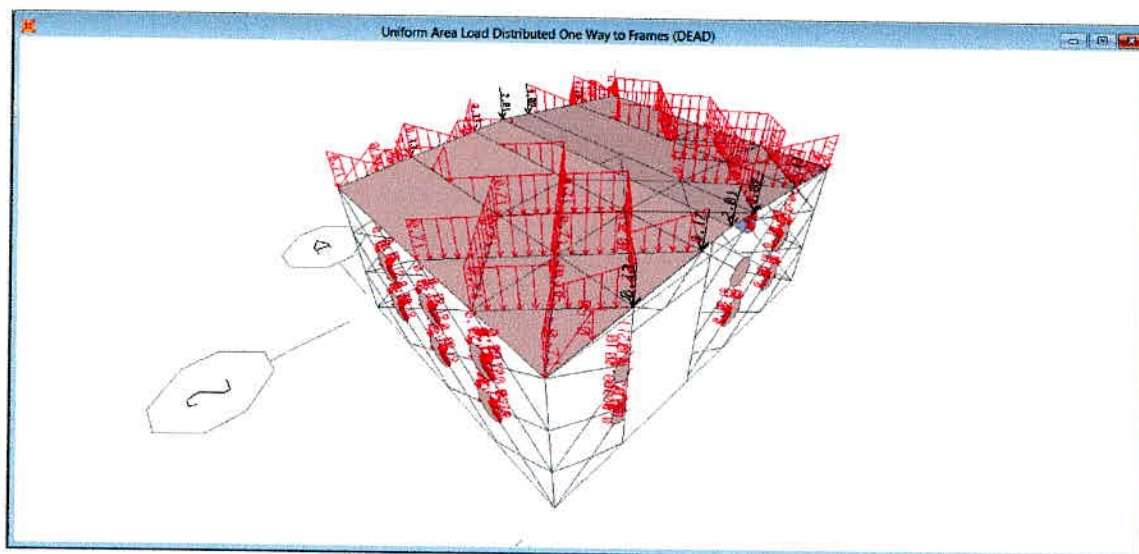


Figura 6-1 Distribución carga viva (kN/m)

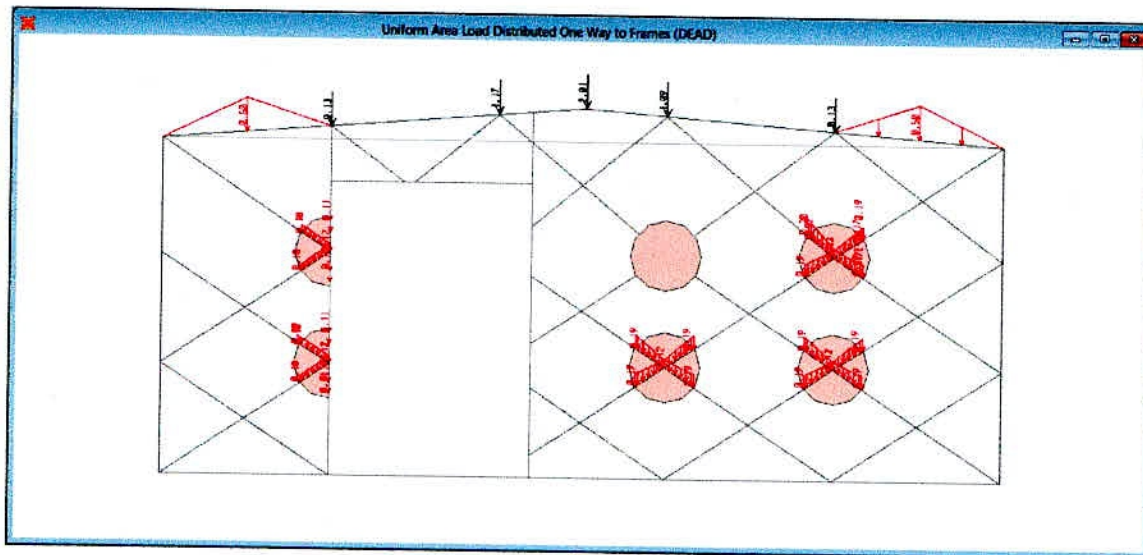


Figura 6-2 Distribución carga viva vigas eje 1 (kN/m)

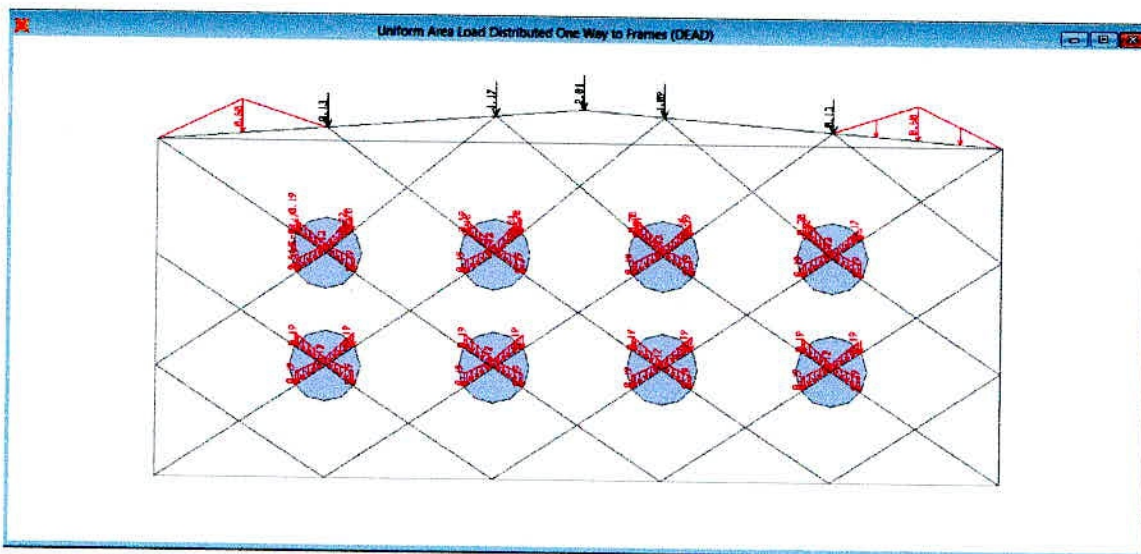


Figura 6-3 Distribución carga viva pórtico eje 2 (kN/m)

6.3.2 CARGA VIVA

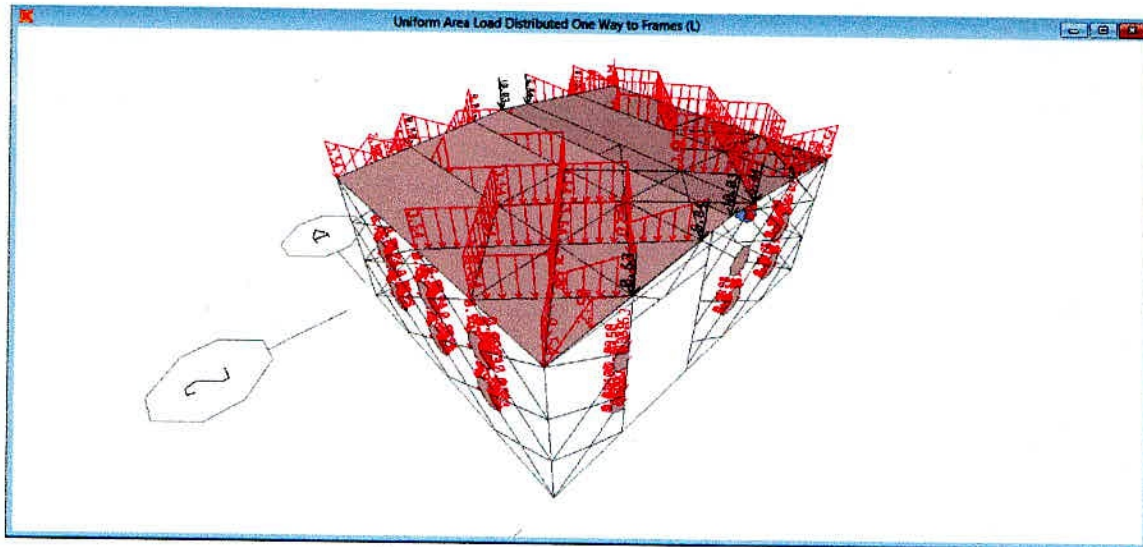


Figura 6-4 Distribución carga viva (kN/m)

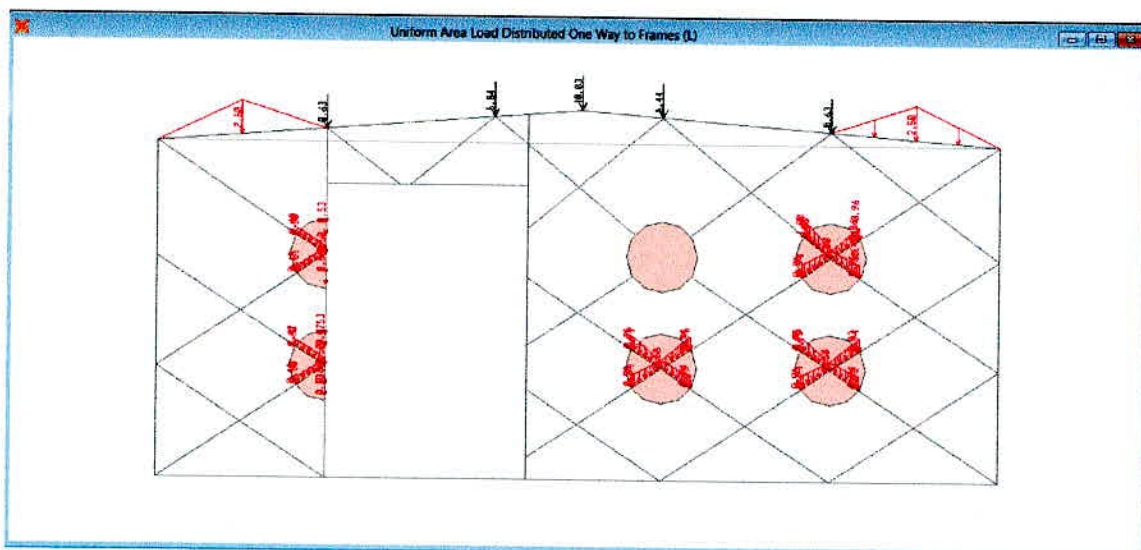


Figura 6-5 Distribución carga viva vigas eje 1 (kN/m)

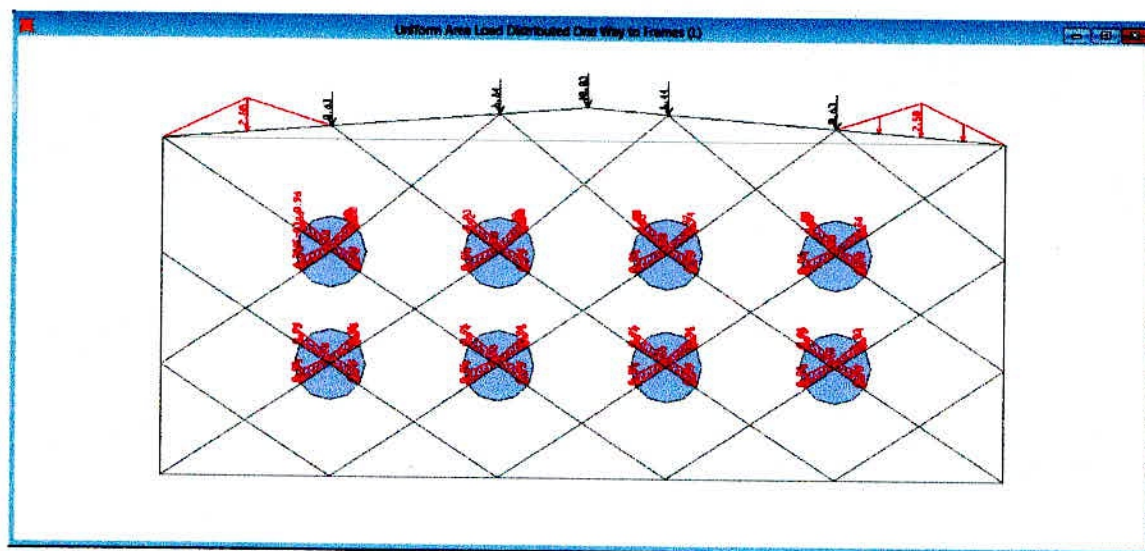


Figura 6-6 Distribución carga viva pórtico eje 2 (kN/m)

7. REVISIÓN DE DERIVAS

7.1 DERIVAS

CONTROL DE DERIVAS

$$\Delta_a = ((U_{xi} - U_{xi-1})^2 + (U_{yi} - U_{yi-1})^2)^{1/2}$$

- Δ_a = Deriva de Analisis
 U_{xi} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i
 U_{xi-1} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i-1
 U_{yi} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i
 U_{yi-1} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i-1

Altura de Entrepiso h_n (m)

Límite = 1% h_n

SISMO EN X

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	% h_n	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.23	0.09				1	
			0.25	2.00	0.01		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				1	

SISMO EN Y

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	% h_n	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.15	0.17				1	
			0.23	2.00	0.01		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				1	

CONTROL DE DERIVAS

$$\Delta_a = ((U_{xi} - U_{xi-1})^2 + (U_{yi} - U_{yi-1})^2)^{1/2}$$

- Δ_a = Deriva de Analisis
 U_{xi} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i
 U_{xi-1} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i-1
 U_{yi} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i
 U_{yi-1} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i-1

Altura de Entrepiso h_n (m) Límite = 1% h_n

SISMO EN X

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	% h_n	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.22	0.13				10	
			0.26	2.00	0.01		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				10	

SISMO EN Y

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	% h_n	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.14	0.22				10	
			0.26	2.00	0.01		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				10	

CONTROL DE DERIVAS

$$\Delta_a = ((U_{xi} - U_{xi-1})^2 + (U_{yi} - U_{yi-1})^2)^{1/2}$$

Δ_a = Deriva de Analisis

U_{xi} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i

U_{xi-1} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i-1

U_{yi} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i

U_{yi-1} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i-1

Altura de Entrepiso h_n (m)

Límite = 1% h_n

SISMO EN X

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	% h_n	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.10	0.14				45	
			0.17	2.00	0.01		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				45	

SISMO EN Y

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	% h_n	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.05	0.21				45	
			0.22	2.00	0.01		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				45	

CONTROL DE DERIVAS

$$\Delta_a = ((U_{xi} - U_{xi-1})^2 + (U_{yi} - U_{yi-1})^2)^{1/2}$$

Δ_a = Deriva de Analisis

U_{xi} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i

U_{xi-1} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i-1

U_{yi} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i

U_{yi-1} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i-1

Altura de Entrepiso h_n (m)

Límite = 1% h_n

SISMO EN X

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	% h_n	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.10	0.09				136	
			0.13	2.00	0.01		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				136	

SISMO EN Y

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	% h_n	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.06	0.17				136	
			0.18	2.00	0.01		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				136	

CONTROL DE DERIVAS

$$\Delta_a = ((U_{xi} - U_{xi-1})^2 + (U_{yi} - U_{yi-1})^2)^{1/2}$$

Δ_a = Deriva de Analisis

U_{xi} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i

U_{xi-1} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i-1

U_{yi} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i

U_{yi-1} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i-1

Altura de Entrepiso h_n (m)

Límite = $0.4\%h_n$

SISMO EN X

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	$\%h_n$	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.10	0.06				10	
			0.12	2.00	0.006		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				10	

SISMO EN Y

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	$\%h_n$	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.09	0.07				10	
			0.11	2.00	0.006		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				10	

CONTROL DE DERIVAS

$$\Delta a = ((U_{xi} - U_{xi-1})^2 + (U_{yi} - U_{yi-1})^2)^{1/2}$$

$\Delta a =$ Deriva de Analisis

$U_{xi} =$ Desplazamiento en el sentido X en el piso i

$U_{xi-1} =$ Desplazamiento en el sentido X en el piso i-1

$U_{yi} =$ Desplazamiento en el sentido Y en el piso i

$U_{yi-1} =$ Desplazamiento en el sentido Y en el piso i-1

Altura de Entrepiso h_n (m)

Límite = $0.4\%h_n$

SISMO EN X

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	$\%h_n$	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.02	0.06				45	
			0.06	2.00	0.003		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				45	

SISMO EN Y

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	$\%h_n$	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.02	0.07				45	
			0.07	2.00	0.004		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				45	

CONTROL DE DERIVAS

$$\Delta_a = ((U_{xi} - U_{xi-1})^2 + (U_{yi} - U_{yi-1})^2)^{1/2}$$

- Δ_a = Deriva de Analisis
 U_{xi} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i
 U_{xi-1} = Desplazamiento en el sentido X en el piso i-1
 U_{yi} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i
 U_{yi-1} = Desplazamiento en el sentido Y en el piso i-1

Altura de Entrepiso h_n (m) Límite = $0.4\%h_n$

SISMO EN X

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	$\%h_n$	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.03	0.02				136	
			0.03	2.00	0.002		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				136	

SISMO EN Y

PISO	U_x (mm)	U_y (mm)	Δ	h_n (m)	$\%h_n$	Nudo	Observaciones
2do Nivel	0.03	0.02				136	
			0.04	2.00	0.002		O.K
1er Nivel	0.00	0.00				136	

8. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL

8.0 EVALUACIÓN DE IRREGULARIDADES TORSIONALES

Tipo 1P - Irregularidad torsional - $\phi_p = 0.9$

$$\Delta_1 > 1.2 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$$

Nudo 1	1
Nudo 2	10

DER 1 (1.2 MUERTA +1.00 VIVA+SISMOX)			
Piso	Δ_1	$1.2*(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Verificación
2	0.25	0.30	No hay Irregularidad Torsional

DER 2 (1.2 MUERTA +1.00 VIVA+SISMOY)			
Piso	Δ_1	$1.2*(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Verificación
2	0.23	0.29	No hay Irregularidad Torsional

Nudo 1	45
Nudo 2	136

DER 1 (1.2 MUERTA +1.00 VIVA+SISMOX)			
Piso	Δ_1	$1.2*(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Verificación
2	0.17	0.18	No hay Irregularidad Torsional

DER 2 (1.2 MUERTA +1.00 VIVA+SISMOY)			
Piso	Δ_1	$1.2*(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Verificación
2	0.22	0.24	No hay Irregularidad Torsional

8.0 EVALUACIÓN DE IRREGULARIDADES TORSIONALES

Tipo 1P - Irregularidad torsional - $\phi_p = 0.9$

$$\Delta_1 > 1.2 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$$

Nudo 1	1
Nudo 2	45

DER 1 (1.2 MUERTA +1.00 VIVA+SISMOX)			
Piso	Δ_1	$1.2*(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Verificación
2	0.25	0.25	No hay Irregularidad Torsional

DER 2 (1.2 MUERTA +1.00 VIVA+SISMOY)			
Piso	Δ_1	$1.2*(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Verificación
2	0.23	0.27	No hay Irregularidad Torsional

Nudo 1	10
Nudo 2	136

DER 1 (1.2 MUERTA +1.00 VIVA+SISMOX)			
Piso	Δ_1	$1.2*(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Verificación
2	0.26	0.23	Hay Irregularidad Torsional

DER 2 (1.2 MUERTA +1.00 VIVA+SISMOY)			
Piso	Δ_1	$1.2*(\Delta_1+\Delta_2)/2$	Verificación
2	0.26	0.26	No hay Irregularidad Torsional

9. PARTICIPACIÓN MODAL

51

TABLE: Modal Participation Factors								
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	ModalMass	ModalStiff
Text	Text	Unitless	Sec	KN-s2	KN-s2	KN-s2	KN-m-s2	KN-m
MODAL	Mode	1	0.061004	0.000033	0.415344	-0.023186	1	10608.14326
MODAL	Mode	2	0.045519	-0.41315	-0.018937	0.026654	1	19053.41678
MODAL	Mode	3	0.043598	0.39401	-0.011986	0.029382	1	20769.51324
MODAL	Mode	4	0.029718	-0.024939	0.313624	-0.066371	1	44701.77418
MODAL	Mode	5	0.028672	-0.050355	-2.138953	0.339139	1	48020.82803
MODAL	Mode	6	0.02589	-0.495195	-0.455242	-0.995306	1	58898.06496
MODAL	Mode	7	0.025644	-2.158335	0.210668	0.302523	1	60031.37237
MODAL	Mode	8	0.024833	0.206346	0.612125	0.737032	1	64019.37125
MODAL	Mode	9	0.023464	-0.011427	0.432145	-0.500281	1	71706.12232
MODAL	Mode	10	0.02129	-0.074659	-0.002112	0.04642	1	87101.30193
MODAL	Mode	11	0.021216	-0.018934	0.016648	0.010867	1	87706.44973
MODAL	Mode	12	0.020817	0.212448	0.003744	0.203253	1	91099.10868
MODAL	Mode	13	0.020533	-0.393396	0.019483	0.12431	1	93642.44115
MODAL	Mode	14	0.0189	-0.411486	-0.017024	-0.035685	1	110521.1296
MODAL	Mode	15	0.018483	0.080836	0.008127	0.024395	1	115558.6687
MODAL	Mode	16	0.017259	-0.013801	0.004195	-0.046186	1	132532.2445
MODAL	Mode	17	0.01724	-0.021986	-0.025507	-0.011861	1	132830.6525
MODAL	Mode	18	0.016482	0.014301	0.058578	-0.117945	1	145324.7749
MODAL	Mode	19	0.01605	-0.004702	0.081452	0.151715	1	153256.9095
MODAL	Mode	20	0.015947	-0.00835	0.09932	-0.12675	1	155245.5549
MODAL	Mode	21	0.015262	-0.047381	0.002555	-0.048404	1	169489.9137
MODAL	Mode	22	0.014895	-0.044224	-0.001951	-0.038209	1	177944.4718
MODAL	Mode	23	0.014687	0.025414	-0.01791	-0.078476	1	183015.4345
MODAL	Mode	24	0.01462	0.002484	-0.00744	0.102975	1	184704.5242
MODAL	Mode	25	0.01424	-0.003318	-0.036556	-0.003243	1	194695.7572
MODAL	Mode	26	0.013946	0.063897	0.031528	0.064502	1	202987.8458
MODAL	Mode	27	0.013723	0.019075	0.000464	-0.066748	1	209635.836
MODAL	Mode	28	0.013323	0.00879	-0.000371	-0.044851	1	222414.6073
MODAL	Mode	29	0.012865	0.036523	0.01237	0.168239	1	238526.6231
MODAL	Mode	30	0.012603	-0.036511	-0.016662	-0.404967	1	248568.1702
MODAL	Mode	31	0.012394	0.002532	0.012357	0.078433	1	256997.4773
MODAL	Mode	32	0.011963	-0.003821	-0.051744	-0.038194	1	275859.2216
MODAL	Mode	33	0.011603	-0.000555	-0.033315	0.007762	1	293247.7635
MODAL	Mode	34	0.011149	-0.004766	0.026858	0.003969	1	317618.874
MODAL	Mode	35	0.009789	0.004198	0.004737	0.323037	1	411984.791
MODAL	Mode	36	0.009648	0.00279	0.014032	-0.133629	1	424135.806
MODAL	Mode	37	0.009616	-0.013977	-0.008113	0.732554	1	426930.013
MODAL	Mode	38	0.009194	0.036388	0.001976	0.039211	1	466989.422
MODAL	Mode	39	0.009106	0.00327	0.001217	-0.087157	1	476055.161
MODAL	Mode	40	0.008983	0.038293	0.024579	0.356772	1	489225.271
MODAL	Mode	41	0.008937	0.025002	-0.015194	-0.500641	1	494304.796
MODAL	Mode	42	0.008851	0.016596	-0.02396	0.198401	1	503928.021
MODAL	Mode	43	0.008764	-0.0148	0.008548	0.102635	1	514007.86
MODAL	Mode	44	0.008711	-0.003197	0.025667	0.163939	1	520317.086
MODAL	Mode	45	0.008682	0.000749	-0.001395	0.074989	1	523779.394
MODAL	Mode	46	0.008044	0.004709	0.036173	0.109136	1	610097.362
MODAL	Mode	47	0.007989	0.000747	-0.006623	-0.003527	1	618510.301
MODAL	Mode	48	0.007758	-0.017462	0.010255	-0.022347	1	656008.546
MODAL	Mode	49	0.007694	0.007953	-0.023041	0.087553	1	666817.551
MODAL	Mode	50	0.007655	0.010765	0.021424	0.162241	1	673642.271

En el modelo se utilizaron 50 modos de vibración para obtener una participación de masas mayor al 80% en los 2 sentidos. Los resultados se muestran en la tabla a continuación:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.061004	1.8E-10	0.02903	1.8E-10	0.02903
MODAL	Mode	2	0.045519	0.02872	0.00006033	0.02872	0.02909
MODAL	Mode	3	0.043598	0.02612	0.00002417	0.05484	0.02911
MODAL	Mode	4	0.029718	0.0001	0.01655	0.05494	0.04566
MODAL	Mode	5	0.028672	0.00043	0.76977	0.05537	0.81543
MODAL	Mode	6	0.02589	0.04126	0.03487	0.09663	0.8503
MODAL	Mode	7	0.025644	0.78379	0.00747	0.88042	0.85777
MODAL	Mode	8	0.024833	0.00716	0.06304	0.88758	0.92081
MODAL	Mode	9	0.023464	0.00002197	0.03142	0.8876	0.95223
MODAL	Mode	10	0.02129	0.00094	7.503E-07	0.88854	0.95223
MODAL	Mode	11	0.021216	0.00006032	0.00004663	0.8886	0.95228
MODAL	Mode	12	0.020817	0.00759	0.000002359	0.89619	0.95228
MODAL	Mode	13	0.020533	0.02604	0.00006387	0.92223	0.95235
MODAL	Mode	14	0.0189	0.02849	0.00004876	0.95072	0.9524
MODAL	Mode	15	0.018483	0.0011	0.00001111	0.95182	0.95241
MODAL	Mode	16	0.017259	0.00003205	0.000002962	0.95185	0.95241
MODAL	Mode	17	0.01724	0.00008133	0.00011	0.95193	0.95252
MODAL	Mode	18	0.016482	0.00003441	0.00058	0.95197	0.9531
MODAL	Mode	19	0.01605	0.000003719	0.00112	0.95197	0.95421
MODAL	Mode	20	0.015947	0.00001173	0.00166	0.95198	0.95587
MODAL	Mode	21	0.015262	0.00038	0.000001098	0.95236	0.95587
MODAL	Mode	22	0.014895	0.00033	6.404E-07	0.95269	0.95587
MODAL	Mode	23	0.014687	0.00011	0.00005397	0.9528	0.95593
MODAL	Mode	24	0.01462	0.000001038	0.000009314	0.9528	0.95594
MODAL	Mode	25	0.01424	0.000001852	0.00022	0.9528	0.95616
MODAL	Mode	26	0.013946	0.00069	0.00017	0.95349	0.95633
MODAL	Mode	27	0.013723	0.00006122	3.623E-08	0.95355	0.95633
MODAL	Mode	28	0.013323	0.000013	2.313E-08	0.95356	0.95633
MODAL	Mode	29	0.012865	0.00022	0.00002575	0.95379	0.95636
MODAL	Mode	30	0.012603	0.00022	0.00004671	0.95401	0.9564
MODAL	Mode	31	0.012394	0.000001078	0.00002569	0.95401	0.95643
MODAL	Mode	32	0.011963	0.000002456	0.00045	0.95402	0.95688
MODAL	Mode	33	0.011603	5.177E-08	0.00019	0.95402	0.95706
MODAL	Mode	34	0.011149	0.000003822	0.00012	0.95402	0.95719
MODAL	Mode	35	0.009789	0.000002964	0.000003776	0.95402	0.95719
MODAL	Mode	36	0.009648	0.00000131	0.00003313	0.95402	0.95722
MODAL	Mode	37	0.009616	0.00003287	0.00001107	0.95406	0.95723
MODAL	Mode	38	0.009194	0.00022	6.573E-07	0.95428	0.95723
MODAL	Mode	39	0.009106	0.000001799	2.494E-07	0.95428	0.95724
MODAL	Mode	40	0.008983	0.00025	0.0001	0.95453	0.95734
MODAL	Mode	41	0.008937	0.00011	0.00003884	0.95463	0.95738
MODAL	Mode	42	0.008851	0.00004634	0.00009659	0.95468	0.95747
MODAL	Mode	43	0.008764	0.00003685	0.00001229	0.95472	0.95748

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	44	0.008711	0.00000172	0.00011	0.95472	0.9576
MODAL	Mode	45	0.008682	9.434E-08	3.274E-07	0.95472	0.9576
MODAL	Mode	46	0.008044	0.00000373	0.00022	0.95472	0.95782
MODAL	Mode	47	0.007989	9.397E-08	0.000007379	0.95472	0.95782
MODAL	Mode	48	0.007758	0.0000513	0.00001769	0.95477	0.95784
MODAL	Mode	49	0.007694	0.00001064	0.00008933	0.95478	0.95793
MODAL	Mode	50	0.007655	0.0000195	0.00007722	0.9548	0.95801

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0.061004	16.392	103	10608
MODAL	Mode	2	0.045519	21.969	138.03	19053
MODAL	Mode	3	0.043598	22.937	144.12	20770
MODAL	Mode	4	0.029718	33.65	211.43	44702
MODAL	Mode	5	0.028672	34.877	219.14	48021
MODAL	Mode	6	0.02589	38.625	242.69	58898
MODAL	Mode	7	0.025644	38.995	245.01	60031
MODAL	Mode	8	0.024833	40.269	253.02	64019
MODAL	Mode	9	0.023464	42.619	267.78	71706
MODAL	Mode	10	0.02129	46.971	295.13	87101
MODAL	Mode	11	0.021216	47.134	296.15	87706
MODAL	Mode	12	0.020817	48.037	301.83	91099
MODAL	Mode	13	0.020533	48.703	306.01	93642
MODAL	Mode	14	0.0189	52.911	332.45	110520
MODAL	Mode	15	0.018483	54.103	339.94	115560
MODAL	Mode	16	0.017259	57.94	364.05	132530
MODAL	Mode	17	0.01724	58.006	364.46	132830
MODAL	Mode	18	0.016482	60.672	381.21	145320
MODAL	Mode	19	0.01605	62.306	391.48	153260
MODAL	Mode	20	0.015947	62.709	394.01	155250
MODAL	Mode	21	0.015262	65.523	411.69	169490
MODAL	Mode	22	0.014895	67.137	421.83	177940
MODAL	Mode	23	0.014687	68.087	427.8	183020
MODAL	Mode	24	0.01462	68.4	429.77	184700
MODAL	Mode	25	0.01424	70.226	441.24	194700
MODAL	Mode	26	0.013946	71.706	450.54	202990
MODAL	Mode	27	0.013723	72.871	457.86	209640
MODAL	Mode	28	0.013323	75.059	471.61	222410
MODAL	Mode	29	0.012865	77.73	488.39	238530
MODAL	Mode	30	0.012603	79.349	498.57	248570
MODAL	Mode	31	0.012394	80.683	506.95	257000
MODAL	Mode	32	0.011963	83.592	525.22	275860
MODAL	Mode	33	0.011603	86.186	541.52	293250
MODAL	Mode	34	0.011149	89.696	563.58	317620
MODAL	Mode	35	0.009789	102.16	641.86	411980

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	36	0.009648	103.65	651.26	424140
MODAL	Mode	37	0.009616	103.99	653.4	426930
MODAL	Mode	38	0.009194	108.76	683.37	466990
MODAL	Mode	39	0.009106	109.81	689.97	476060
MODAL	Mode	40	0.008983	111.32	699.45	489230
MODAL	Mode	41	0.008937	111.9	703.07	494300
MODAL	Mode	42	0.008851	112.98	709.88	503930
MODAL	Mode	43	0.008764	114.11	716.94	514010
MODAL	Mode	44	0.008711	114.8	721.33	520320
MODAL	Mode	45	0.008682	115.18	723.73	523780
MODAL	Mode	46	0.008044	124.31	781.09	610100
MODAL	Mode	47	0.007989	125.17	786.45	618510
MODAL	Mode	48	0.007758	128.91	809.94	656010
MODAL	Mode	49	0.007694	129.96	816.59	666820
MODAL	Mode	50	0.007655	130.63	820.76	673640

En el modelo se utilizaron 50 modos de vibración para obtener una participación de masas mayor al 80% en los 2 sentidos. En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de carga estática y dinámica que participa en la estructura.

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.9167	95.4804
MODAL	Acceleration	UY	99.9291	95.8008
MODAL	Acceleration	UZ	97.7214	59.2123

10. SOLICITACIONES

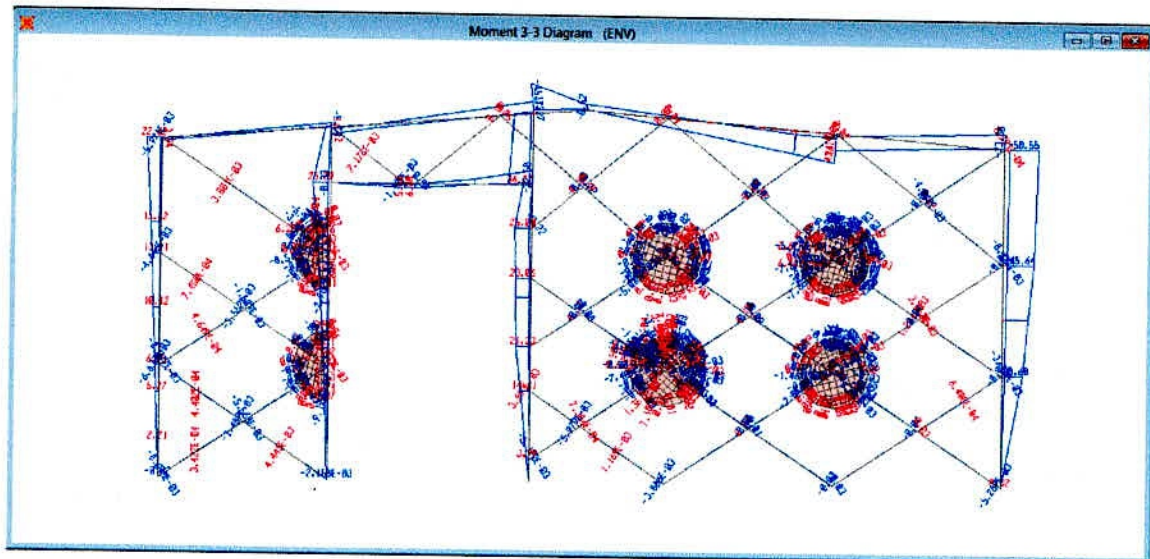


Figura 10-1 Diagrama de momento p3-3 eje 1 (kN-m)

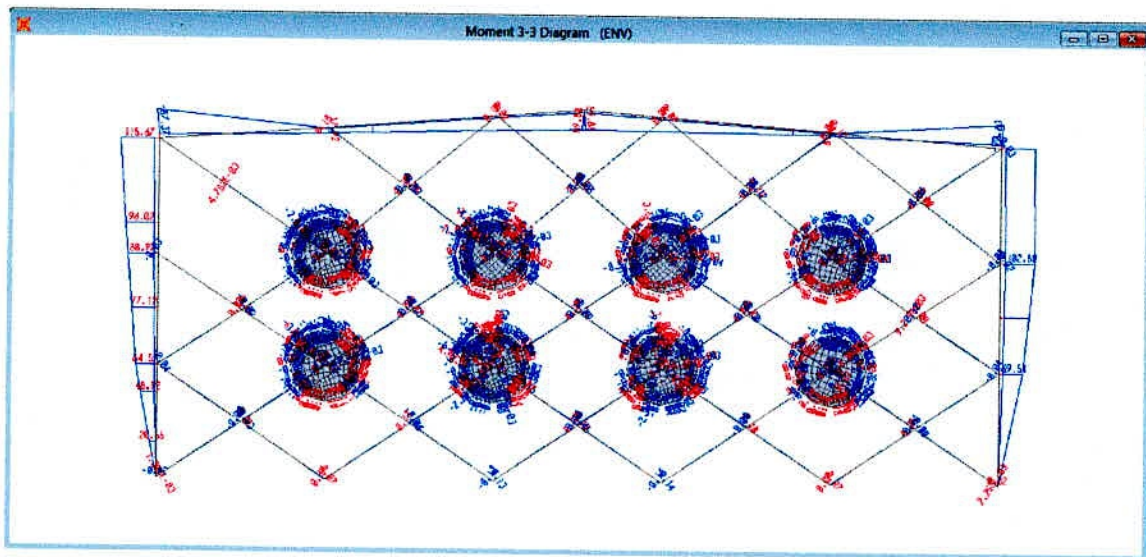


Figura 10-2 Diagrama de momento p3-3 eje 2 (kN-m)

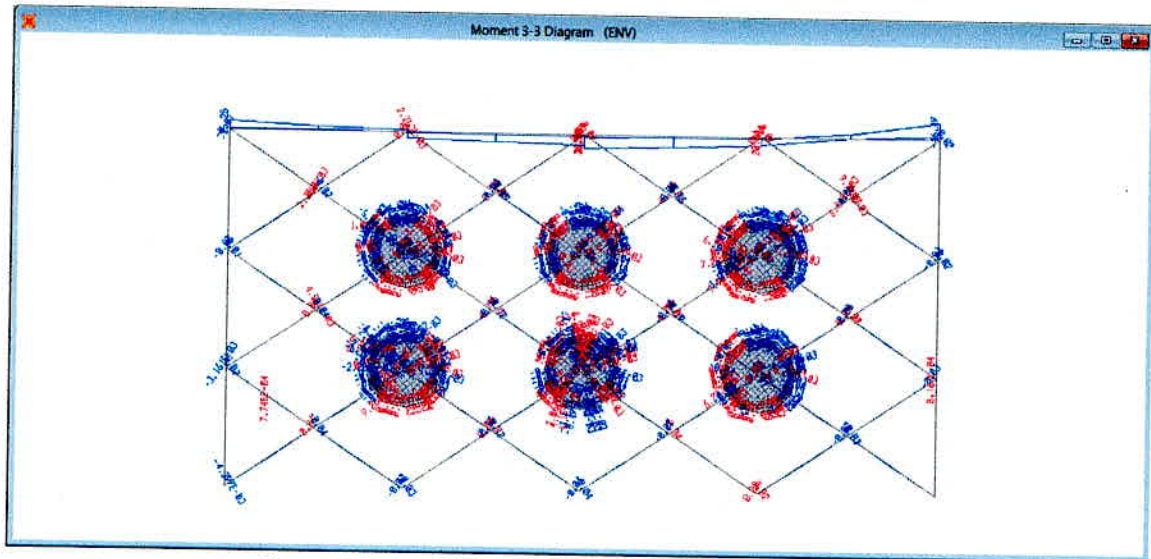


Figura 10-3 Diagrama de momento pórtico eje A (kN-m)

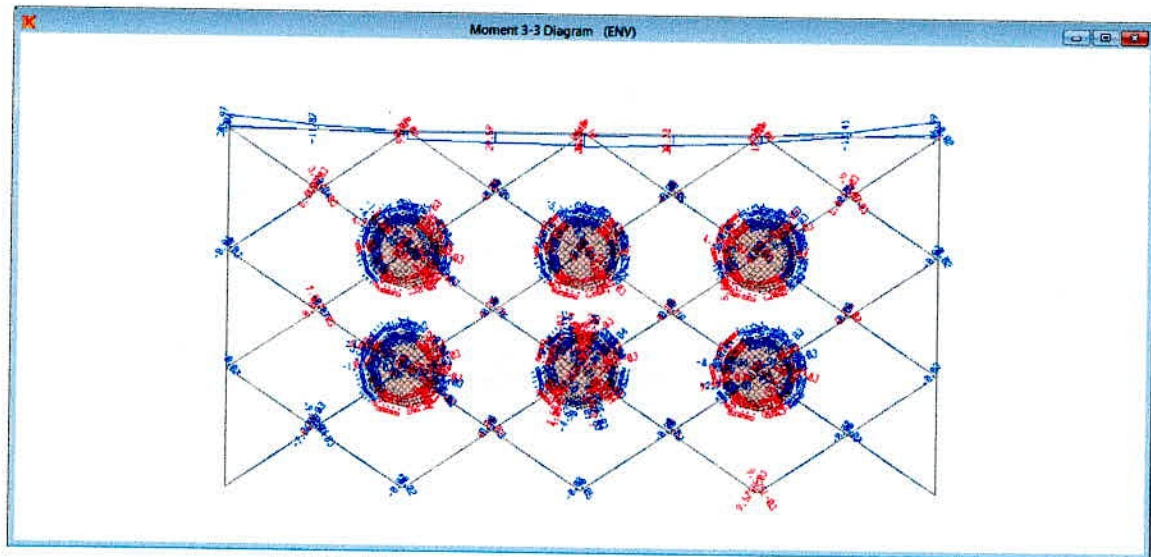


Figura 10-4 Diagrama de momento pórtico eje B (kN)

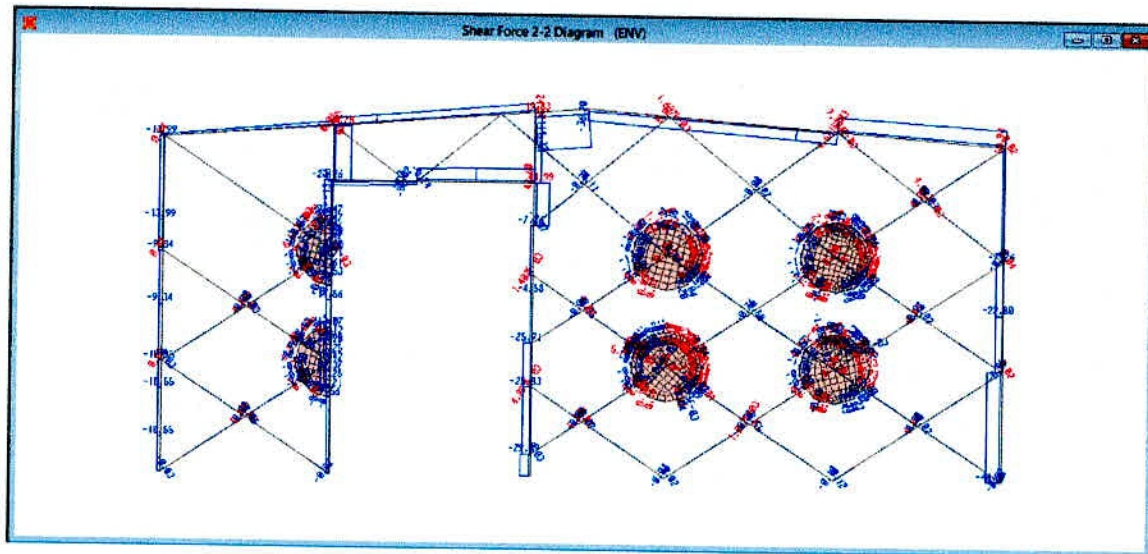


Figura 10-5 Diagrama de fuerzas cortante portico eje 1 (kN)

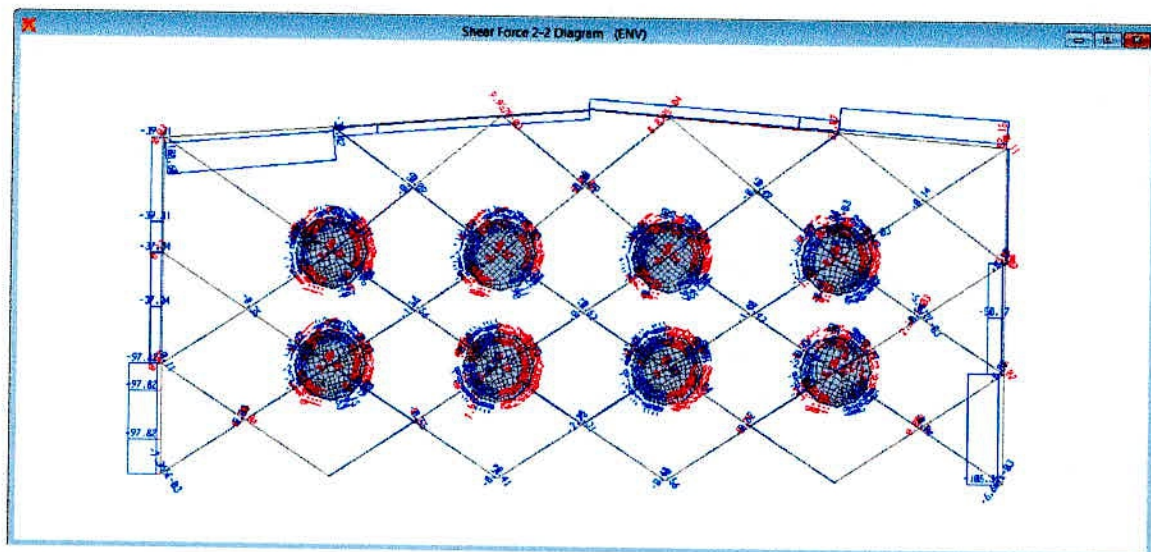


Figura 10-6 Diagrama de fuerzas cortante pórtico eje 2 (kN)

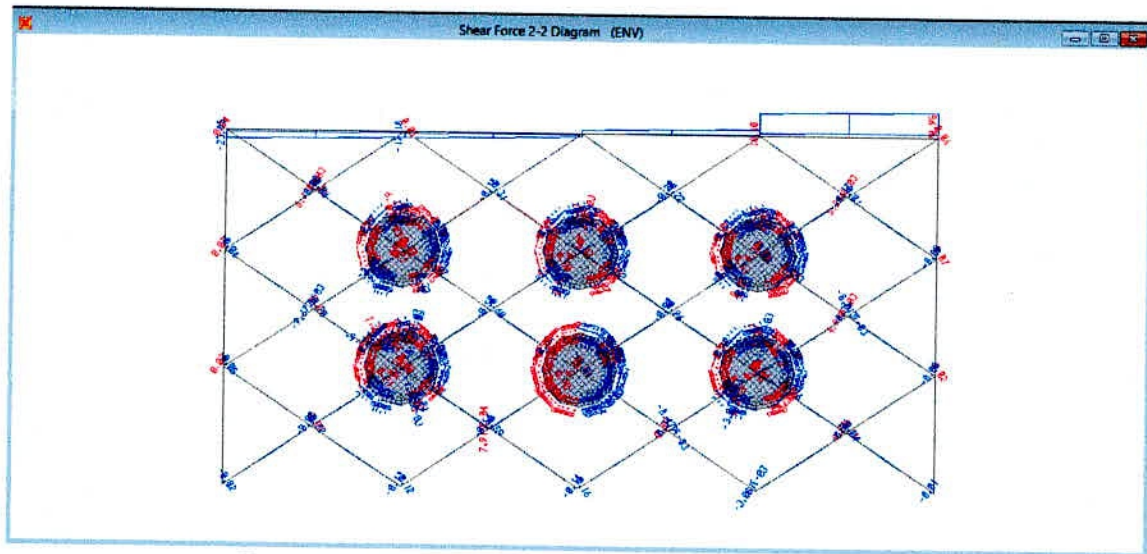


Figura 10-7 Diagrama de fuerzas cortante pórtico eje A (kN)

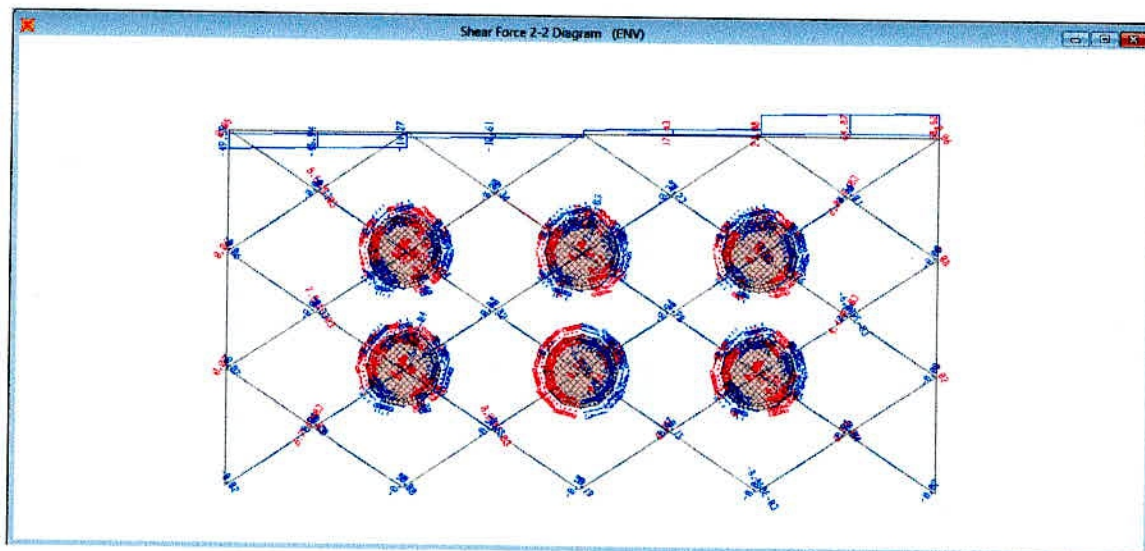


Figura 10-8 Diagrama de fuerzas cortante pórtico eje B (kN)

11. RESULTADOS DISEÑO DE REFUERZO DE LA ESTRUCTURA