

Apéndice 4

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO
ESTRUCTURAL DEL MÓDULO 4- “MERCA PLAZA”**

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INTERVENCIÓN A LA ESTRUCTURA.

En el presente documento se desarrolla el estudio de vulnerabilidad sísmica estructural conforme al capítulo A-10 de la NSR-10 con fines de reconocimiento estructural del proyecto denominado estudio de evaluación plaza de mercado en el barrio Nuevo Oriente del Municipio de Lorica, Córdoba.

El edificio actualmente cuenta únicamente con la cimentación y los pórticos en concreto, presenta lesiones de tipo físicas evidentes a la vista. A demás cuenta con una losa en la fachada principal de la estructura. Las especificaciones técnicas de los materiales para los diferentes elementos estructurales son:

- Columnas: Concreto 15,8 MPa
- Vigas: Concreto de 17,3 MPa.
- Zapatas: 21 MPa

El nivel superior no cuenta con una cubierta a pesar que el tipo de estructura y su uso la hace necesaria. Las fachadas no tienen elementos verticales que eviten el flujo de aire libre dentro del edificio.

Teniendo en cuenta lo anterior, se revisará el diseño en general de la estructura (Columnas, vigas, cimentación), constatando que cumpla con los requisitos que establece la NSR-10; en el caso que deba realizarse algún tipo de reforzamiento estructural se planteará y diseñará para posteriormente ser construido.

En la siguiente fotografía se observa el estado actual de la edificación:





2. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE.

2.1 Documentos técnicos de diseño y la construcción original consultados

Para la evaluación de la estructura existente y su conocimiento se realizaron diferentes tomas de muestras y ensayos del concreto, además de levantamientos de dimensiones de los elementos que componen la estructura (Columnas, vigas, zapatas) y los ejes de los mismos.

2.2 Evaluación de la estructura existente.

2.2.1 Verificación de la estructura existente y su sistema de cimentación.

Se verificó la estructura existente, la cual en términos generales es bastante visible, encontrando que corresponde a la estructura de pórticos resistente a momentos.

Se verificaron ejes, dimensiones de columnas y secciones transversales.

A continuación se muestran algunas imágenes captadas dentro del proceso de revisión:



Foto 1 y 2: Extracción de Nucleos de Concreto para Verificación Resistencia.

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



Foto 3 y 4: Verificación de dimensiones y espaciamientos.



Foto 5 : Ensayo de Carbonatación

Se consideró pertinente efectuar pruebas o ensayos al concreto estructural tanto de columnas como vigas para verificar su resistencia; realizando ensayos a compresión de núcleos de concreto y de Resistencia

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

De lo obtenido de la inspección visual realizada, las constataciones de dimensiones de elementos, medidas entre ejes y los documentos técnicos de los diseños estructurales y los resultados de los ensayos realizados, la información se considera suficiente para efectuar la evaluación estructural y obtener aproximación a la realidad del comportamiento estructural de la edificación en su estado actual, tanto en resistencia del concreto, como para determinar las diferentes condiciones de frontera.

2.2.2 Calificación de la calidad de la construcción, diseño original y estado de conservación.

Una vez verificada la edificación original, se encuentra que en términos generales es regular, ya que algunos requisitos de la norma sismo resistente vigente en el momento, correspondiente a la NSR-10 no se cumplieron, por ejemplo el espaciamiento de los estribos en la zona confinada.

Frente al estado de conservación la estructura presenta fisuras y algunos tipo de lesiones lo que hace que se pueda considerar como inadecuada.

Por lo anterior se puede definir que los coeficientes ϕ_c y ϕ_e especificados en la tabla A.10.4-1 de la NSR-10 se tomarán igual a 0.8 para un estado de la edificación regular.

Tabla A.10.4-1
Valores de ϕ_c y ϕ_e

	Calidad del diseño y la construcción, o del estado de la edificación		
	Buena	Regular	Mala
ϕ_c o ϕ_e	1.0	0.8	0.6

2.2.3 Resultados de la evaluación de la estructura

2.2.3.1 Avalúo de solicitaciones equivalentes

a) Muerta

Al ser una estructura con grande áreas libres se tiene en cuenta únicamente el peso de la cubierta y el peso de los muros perimentrales, ya que no posee entrepisos ni muros divisorios.

Carga Muerta Cubierta	
Tipo	Carga KN/m ²
Teja Termoacustica Trapezoidal A360	0.06
Iluminación	0.20
Otros (Parlantes)	0.10
TOTAL	0.36

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

b) Viva

Tipo	Carga KN/m ²
Cubierta pendiente < 15°	0.50

c) Carga de Viento

Son las acciones producidas por la incidencia del viento sobre los elementos expuestos a él. Para su determinación se considera que éste actúa perpendicularmente a la superficie expuesta con una presión estática determinada de forma analítica.

Para la determinación de las cargas de diseño con las que debe calcularse el sistema principal de resistencia de fuerzas de viento (SPRFV) de la estructura, objeto de la presente memoria se obtienen los parámetros que incidirán en las cargas de viento según se especifica en el Método 2 Proceso analítico de la NSR-10/Título B. (B.6.5) para edificios cerrados y flexible ya que no cuenta con losa de entrepiso que genere un diafragma rígido en el plano.

Velocidad básica de viento V (m/s)	22.00
Factor de viento K _d Cubierta	0.85
Factor de viento K _d SPRV	0.85
Factor de importancia	1.00
Categoría de Rugosidad del Terreno	D
Categoría de Exposición	C
Coeficiente de Exposición K _z	0.90
Coeficiente de Exposición para la	0.90
Factor topográfico K _{zt}	1.00
Factor de efecto ráfaga G	1.00
Clasificación de cerramiento	Cerrado
Coeficiente de presión interna	0.18
	-0.18
Coeficiente de presión externa	
Barlovento 1	-0.70
Barlovento 2	-0.18
Sotavento	-0.30
Presión por velocidad q _z O q _h (N/m ²)	226.97
Fuerza de viento (Edificios cerrados-Flexibles)	
Barlovento (KN/m ²)	-0.20
Barlovento (KN/m ²)	-0.08
Sotavento (KN/m ²)	-0.11

Como lo establece la NSR-10 en el título B.6.4 las cargas de viento utilizadas en el diseño serán de 0,40 KN/m².

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

B.6.4.2.1.1 - Presiones Mínimas - Los efectos de carga de las presiones de viento de diseño de la sección B.6.4.2.1 no serán menores que el caso de carga mínima de la sección B.6.1.3.1, suponiendo presiones p_s , de $+0.40 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B, C y D y de 0 kN/m^2 para las zonas E, F, G y H.

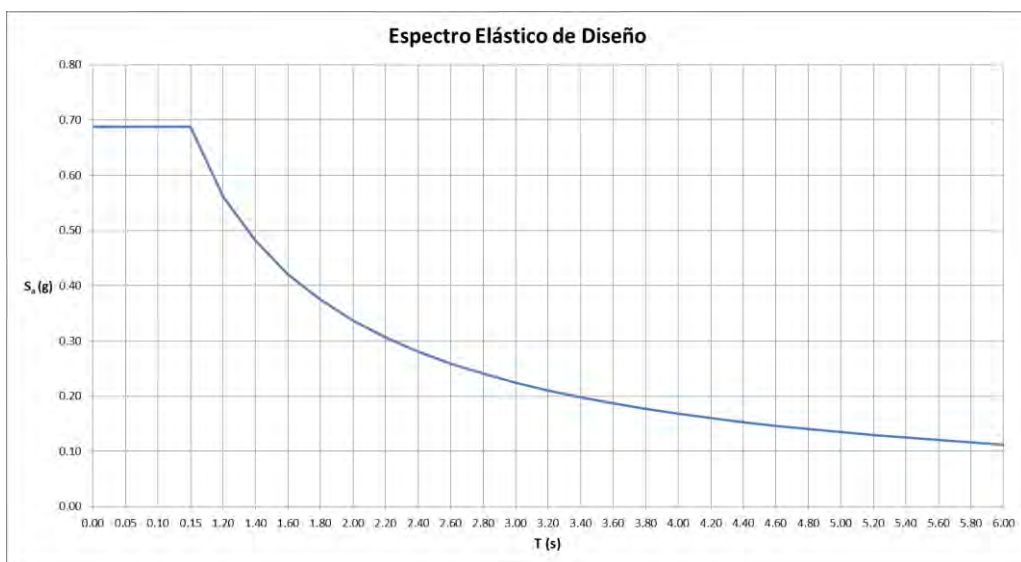
d) Cargas de Sismo

Para evaluar las fuerzas sísmicas se definen los movimientos sísmicos de diseño a partir del espectro definido por el decreto de microzonificación sísmica. Amenaza Sísmica Intermedia.

<u>Constantes</u>	
I	1.10
A _a	0.10
A _v	0.15
F _a	2.50
F _v	3.40
T ₀ (s)	0.20
T _c (s)	0.98
T _L (s)	8.16

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

T (s)	S_a
0.00	0.69
0.05	0.69
0.10	0.69
0.15	0.69
1.20	0.56
1.40	0.48
1.60	0.42
1.80	0.37
2.00	0.34
2.20	0.31
2.40	0.28
2.60	0.26
2.80	0.24
3.00	0.22
3.20	0.21
3.40	0.20
3.60	0.19
3.80	0.18
4.00	0.17
4.20	0.16
4.40	0.15
4.60	0.15
4.80	0.14
5.00	0.13
5.20	0.13
5.40	0.12
5.60	0.12
5.80	0.12
6.00	0.11



- **Masa de la edificación.**

4291,18 KN (en peso)

- **Periodo Fundamental aproximado de Vibración**

T_a (s)	0.225
C_t	0.047
h	5,70
Alfa	0.9

- **Cortante sísmico en la Base**

Este cortante será el estático y se utilizará para compararlo con el cortante dinámico con el fin de mayorarlo o no según sea del caso.

$$S_a = 0,69$$

$$V_s = 4291,18 \text{ KN} * 0,69 = 2960,91 \text{ KN}$$

e) Carga de Granizo

De acuerdo al Título B.4.8.3. de la NSR10 se establece una carga de granizo únicamente para estructuras construidas en alturas mayores a 2000 msnm y corresponde a 1 KN/m^2 , el cual no corresponde para esta estructura, por tal motivo se descarta.

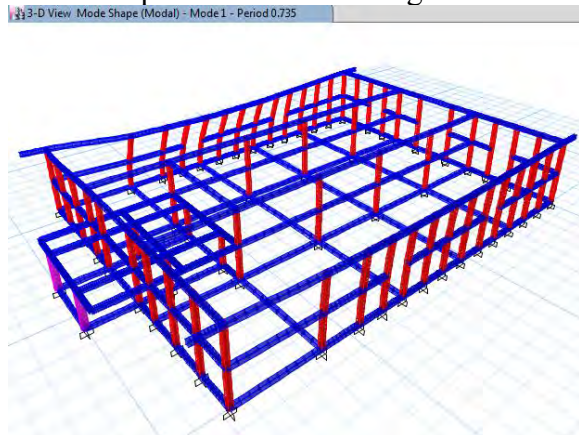
3. ANALISIS ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO EXISTENTE

A continuación se muestran los principales resultados del análisis estructural realizado a la estructura.

3.1 Periodo Fundamental de la edificación

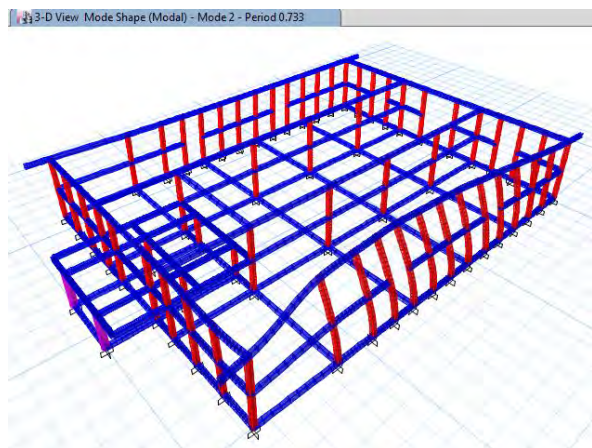
En las siguientes imágenes se observan los modos principales de la edificación:

Modo 1 – periodo $T = 0.735$ segundos



Modo 2 – periodo $T = 0.717$ segundos

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



El periodo del modo 1 se considera como el modo principal de la estructura ya que participa la mayoría de la masa del edificio. Al ser una estructura muy flexible los modos de vibraciones principales se presentan en los pórticos laterales los cuales se interconectan únicamente en un sentido (Sentido X).

3.2 Porcentaje de participación de masas

Se verifica el porcentaje de participación de masas por cada modo de vibración y la sumatoria, obteniendo un resultado satisfactorio, al considerar un porcentaje mayor al 90%. En la siguiente tabla se observan todos los modos considerados y la sumatoria de masa excitada.

Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY
		sec				
Modal	1	0.735	0.000	0.135	0.000	0.135
Modal	2	0.733	0.000	0.067	0.000	0.202
Modal	3	0.608	0.000	0.003	0.000	0.205
Modal	4	0.604	0.000	0.001	0.000	0.206
Modal	5	0.484	0.000	0.047	0.000	0.253
Modal	6	0.483	0.000	0.000	0.000	0.253
Modal	7	0.473	0.000	0.013	0.000	0.266
Modal	8	0.470	0.000	0.004	0.000	0.269
Modal	9	0.361	0.000	0.001	0.000	0.270
Modal	10	0.360	0.000	0.000	0.000	0.271
Modal	11	0.317	0.000	0.001	0.000	0.272
Modal	12	0.312	0.000	0.000	0.000	0.272
Modal	13	0.271	0.483	0.000	0.483	0.272

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	14	0.270	0.000	0.001	0.483	0.272
Modal	15	0.249	0.136	0.000	0.620	0.272
Modal	16	0.245	0.000	0.141	0.620	0.413
Modal	17	0.215	0.000	0.038	0.620	0.452
Modal	18	0.214	0.000	0.002	0.620	0.454
Modal	19	0.214	0.000	0.074	0.620	0.527
Modal	20	0.202	0.000	0.078	0.620	0.605
Modal	21	0.175	0.000	0.000	0.620	0.605
Modal	22	0.167	0.000	0.001	0.620	0.606
Modal	23	0.164	0.001	0.000	0.621	0.606
Modal	24	0.162	0.000	0.006	0.621	0.612
Modal	25	0.152	0.000	0.002	0.621	0.614
Modal	26	0.151	0.001	0.000	0.622	0.614
Modal	27	0.149	0.000	0.004	0.622	0.618
Modal	28	0.143	0.006	0.000	0.628	0.618
Modal	29	0.137	0.000	0.013	0.628	0.630
Modal	30	0.136	0.001	0.000	0.630	0.630
Modal	31	0.127	0.004	0.000	0.634	0.630
Modal	32	0.126	0.000	0.000	0.634	0.631
Modal	33	0.115	0.004	0.000	0.638	0.631
Modal	34	0.114	0.000	0.001	0.638	0.632
Modal	35	0.112	0.000	0.008	0.638	0.640
Modal	36	0.111	0.020	0.000	0.658	0.640
Modal	37	0.107	0.005	0.000	0.663	0.640
Modal	38	0.107	0.001	0.000	0.664	0.640
Modal	39	0.107	0.001	0.013	0.665	0.653
Modal	40	0.107	0.001	0.011	0.665	0.665
Modal	41	0.103	0.000	0.006	0.665	0.671
Modal	42	0.099	0.000	0.000	0.665	0.671
Modal	43	0.099	0.000	0.010	0.665	0.681
Modal	44	0.096	0.000	0.001	0.665	0.682
Modal	45	0.095	0.000	0.000	0.665	0.682
Modal	46	0.094	0.000	0.000	0.665	0.682
Modal	47	0.093	0.000	0.000	0.665	0.682
Modal	48	0.093	0.000	0.000	0.665	0.682
Modal	49	0.091	0.004	0.000	0.669	0.682
Modal	50	0.088	0.000	0.000	0.669	0.682

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	51	0.088	0.000	0.000	0.669	0.682
Modal	52	0.088	0.002	0.000	0.672	0.682
Modal	53	0.087	0.000	0.000	0.672	0.682
Modal	54	0.087	0.000	0.000	0.672	0.682
Modal	55	0.086	0.000	0.000	0.672	0.682
Modal	56	0.086	0.000	0.000	0.672	0.682
Modal	57	0.086	0.000	0.000	0.672	0.682
Modal	58	0.085	0.001	0.000	0.673	0.682
Modal	59	0.084	0.000	0.000	0.673	0.683
Modal	60	0.084	0.000	0.000	0.673	0.683
Modal	61	0.081	0.000	0.000	0.673	0.683
Modal	62	0.080	0.004	0.000	0.677	0.683
Modal	63	0.080	0.001	0.000	0.677	0.683
Modal	64	0.079	0.011	0.000	0.689	0.683
Modal	65	0.078	0.000	0.000	0.689	0.683
Modal	66	0.078	0.000	0.000	0.689	0.683
Modal	67	0.077	0.000	0.000	0.689	0.683
Modal	68	0.076	0.000	0.000	0.689	0.684
Modal	69	0.076	0.000	0.000	0.689	0.684
Modal	70	0.076	0.002	0.000	0.691	0.684
Modal	71	0.074	0.000	0.002	0.691	0.686
Modal	72	0.074	0.000	0.000	0.691	0.686
Modal	73	0.073	0.001	0.000	0.692	0.686
Modal	74	0.072	0.000	0.006	0.692	0.692
Modal	75	0.070	0.000	0.000	0.692	0.692
Modal	76	0.070	0.000	0.000	0.692	0.692
Modal	77	0.068	0.001	0.000	0.693	0.692
Modal	78	0.068	0.000	0.001	0.693	0.692
Modal	79	0.066	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	80	0.066	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	81	0.064	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	82	0.063	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	83	0.063	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	84	0.062	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	85	0.062	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	86	0.062	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	87	0.061	0.000	0.000	0.693	0.692

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	88	0.061	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	89	0.060	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	90	0.059	0.000	0.000	0.693	0.692
Modal	91	0.058	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	92	0.058	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	93	0.057	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	94	0.057	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	95	0.056	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	96	0.056	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	97	0.055	0.000	0.001	0.693	0.693
Modal	98	0.055	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	99	0.053	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	100	0.051	0.000	0.000	0.693	0.693
Modal	101	0.050	0.000	0.000	0.693	0.694
Modal	102	0.049	0.000	0.000	0.693	0.694
Modal	103	0.049	0.000	0.000	0.693	0.694
Modal	104	0.049	0.000	0.000	0.693	0.694
Modal	105	0.048	0.000	0.000	0.693	0.694
Modal	106	0.047	0.000	0.000	0.693	0.694
Modal	107	0.046	0.000	0.000	0.693	0.694
Modal	108	0.046	0.000	0.000	0.693	0.694
Modal	109	0.046	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	110	0.046	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	111	0.044	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	112	0.044	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	113	0.042	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	114	0.042	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	115	0.041	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	116	0.040	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	117	0.037	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	118	0.037	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	119	0.035	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	120	0.035	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	121	0.035	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	122	0.035	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	123	0.034	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	124	0.034	0.000	0.000	0.694	0.694

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	125	0.034	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	126	0.032	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	127	0.032	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	128	0.031	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	129	0.031	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	130	0.031	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	131	0.031	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	132	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	133	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	134	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	135	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	136	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	137	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	138	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	139	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	140	0.030	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	141	0.029	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	142	0.029	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	143	0.029	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	144	0.029	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	145	0.028	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	146	0.028	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	147	0.028	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	148	0.026	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	149	0.025	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	150	0.025	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	151	0.025	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	152	0.023	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	153	0.022	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	154	0.022	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	155	0.022	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	156	0.022	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	157	0.022	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	158	0.021	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	159	0.021	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	160	0.020	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	161	0.019	0.000	0.000	0.694	0.694

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	162	0.019	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	163	0.019	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	164	0.019	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	165	0.019	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	166	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	167	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	168	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	169	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	170	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	171	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	172	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	173	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	174	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	175	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	176	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	177	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	178	0.018	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	179	0.017	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	180	0.017	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	181	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	182	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	183	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	184	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	185	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	186	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	187	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	188	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	189	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	190	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	191	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	192	0.016	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	193	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	194	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	195	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	196	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	197	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	198	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	199	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	200	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	201	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	202	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	203	0.015	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	204	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	205	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	206	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	207	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	208	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	209	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	210	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	211	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	212	0.014	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	213	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	214	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	215	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	216	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	217	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	218	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	219	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	220	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	221	0.013	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	222	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	223	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	224	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	225	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	226	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	227	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	228	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	229	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	230	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	231	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	232	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	233	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	234	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	235	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	236	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	237	0.012	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	238	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	239	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	240	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	241	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	242	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	243	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	244	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	245	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	246	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	247	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	248	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	249	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	250	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	251	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	252	0.011	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	253	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	254	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	255	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	256	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	257	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	258	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	259	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	260	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	261	0.010	0.000	0.000	0.694	0.694
Modal	262	0.009	0.000	0.022	0.694	0.716
Modal	263	0.009	0.000	0.004	0.694	0.720
Modal	264	0.009	0.000	0.000	0.694	0.720
Modal	265	0.009	0.000	0.000	0.694	0.720
Modal	266	0.009	0.000	0.000	0.694	0.720
Modal	267	0.009	0.000	0.000	0.694	0.720
Modal	268	0.009	0.000	0.000	0.694	0.720
Modal	269	0.009	0.000	0.000	0.694	0.720
Modal	270	0.009	0.000	0.000	0.694	0.720
Modal	271	0.009	0.000	0.000	0.694	0.720
Modal	272	0.009	0.023	0.000	0.717	0.720

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	273	0.009	0.000	0.000	0.717	0.720
Modal	274	0.009	0.023	0.000	0.740	0.720
Modal	275	0.009	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	276	0.009	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	277	0.009	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	278	0.009	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	279	0.009	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	280	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	281	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	282	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	283	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	284	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	285	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	286	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	287	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	288	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	289	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	290	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	291	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	292	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	293	0.008	0.000	0.000	0.740	0.720
Modal	294	0.008	0.000	0.062	0.740	0.782
Modal	295	0.008	0.000	0.004	0.740	0.786
Modal	296	0.008	0.064	0.000	0.804	0.786
Modal	297	0.008	0.000	0.000	0.804	0.786
Modal	298	0.008	0.000	0.004	0.804	0.790
Modal	299	0.008	0.000	0.000	0.804	0.790
Modal	300	0.008	0.000	0.011	0.804	0.801
Modal	301	0.008	0.000	0.003	0.804	0.804
Modal	302	0.008	0.000	0.000	0.804	0.804
Modal	303	0.008	0.000	0.014	0.804	0.818
Modal	304	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	305	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	306	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	307	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	308	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	309	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	310	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	311	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	312	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	313	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	314	0.008	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	315	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	316	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	317	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	318	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	319	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	320	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	321	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	322	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	323	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	324	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	325	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	326	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	327	0.007	0.000	0.000	0.804	0.818
Modal	328	0.007	0.012	0.000	0.816	0.818
Modal	329	0.007	0.016	0.000	0.832	0.818
Modal	330	0.007	0.000	0.000	0.832	0.818
Modal	331	0.007	0.000	0.000	0.832	0.818
Modal	332	0.007	0.000	0.006	0.832	0.824
Modal	333	0.007	0.000	0.000	0.832	0.824
Modal	334	0.007	0.000	0.004	0.832	0.828
Modal	335	0.007	0.000	0.000	0.832	0.828
Modal	336	0.007	0.001	0.000	0.833	0.828
Modal	337	0.007	0.000	0.000	0.833	0.828
Modal	338	0.007	0.000	0.000	0.833	0.828
Modal	339	0.007	0.000	0.000	0.834	0.828
Modal	340	0.007	0.000	0.000	0.834	0.828
Modal	341	0.007	0.000	0.000	0.834	0.828
Modal	342	0.007	0.000	0.000	0.834	0.828
Modal	343	0.007	0.000	0.000	0.834	0.828
Modal	344	0.007	0.000	0.000	0.834	0.828
Modal	345	0.007	0.000	0.000	0.834	0.828
Modal	346	0.007	0.000	0.010	0.834	0.839

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	347	0.007	0.000	0.000	0.834	0.839
Modal	348	0.007	0.001	0.000	0.834	0.839
Modal	349	0.007	0.000	0.000	0.834	0.839
Modal	350	0.007	0.000	0.000	0.834	0.839
Modal	351	0.007	0.002	0.000	0.836	0.839
Modal	352	0.007	0.008	0.000	0.844	0.839
Modal	353	0.007	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	354	0.007	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	355	0.007	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	356	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	357	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	358	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	359	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	360	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	361	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	362	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	363	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	364	0.006	0.000	0.000	0.844	0.839
Modal	365	0.006	0.000	0.016	0.844	0.855
Modal	366	0.006	0.000	0.001	0.844	0.856
Modal	367	0.006	0.000	0.000	0.844	0.856
Modal	368	0.006	0.000	0.000	0.844	0.856
Modal	369	0.006	0.000	0.000	0.844	0.856
Modal	370	0.006	0.000	0.001	0.844	0.856
Modal	371	0.006	0.000	0.014	0.844	0.870
Modal	372	0.006	0.000	0.000	0.844	0.870
Modal	373	0.006	0.000	0.000	0.844	0.870
Modal	374	0.006	0.000	0.000	0.844	0.870
Modal	375	0.006	0.000	0.001	0.844	0.871
Modal	376	0.006	0.000	0.000	0.844	0.871
Modal	377	0.006	0.000	0.022	0.844	0.894
Modal	378	0.006	0.000	0.000	0.844	0.894
Modal	379	0.006	0.000	0.000	0.845	0.894
Modal	380	0.006	0.040	0.000	0.885	0.894
Modal	381	0.006	0.040	0.000	0.925	0.894
Modal	382	0.006	0.000	0.000	0.925	0.894
Modal	383	0.006	0.000	0.000	0.925	0.894

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	384	0.006	0.000	0.000	0.925	0.894
Modal	385	0.006	0.000	0.000	0.925	0.894
Modal	386	0.006	0.000	0.000	0.925	0.894
Modal	387	0.006	0.000	0.000	0.925	0.894
Modal	388	0.006	0.000	0.000	0.925	0.894
Modal	389	0.006	0.000	0.030	0.925	0.924
Modal	390	0.006	0.000	0.025	0.925	0.949
Modal	391	0.006	0.002	0.000	0.927	0.949
Modal	392	0.006	0.000	0.000	0.927	0.949
Modal	393	0.006	0.001	0.000	0.928	0.949
Modal	394	0.006	0.002	0.000	0.930	0.949
Modal	395	0.006	0.000	0.000	0.930	0.949
Modal	396	0.006	0.003	0.000	0.932	0.949
Modal	397	0.006	0.000	0.000	0.932	0.949
Modal	398	0.006	0.000	0.000	0.932	0.949
Modal	399	0.006	0.000	0.000	0.932	0.949
Modal	400	0.006	0.001	0.000	0.933	0.949
Modal	401	0.006	0.000	0.000	0.933	0.949
Modal	402	0.006	0.001	0.000	0.934	0.949
Modal	403	0.006	0.000	0.000	0.934	0.949
Modal	404	0.006	0.000	0.000	0.934	0.949
Modal	405	0.006	0.000	0.000	0.934	0.949
Modal	406	0.006	0.000	0.000	0.934	0.949
Modal	407	0.006	0.000	0.000	0.934	0.949
Modal	408	0.006	0.000	0.000	0.934	0.949
Modal	409	0.006	0.006	0.000	0.940	0.949
Modal	410	0.006	0.000	0.000	0.940	0.949
Modal	411	0.006	0.000	0.000	0.940	0.949
Modal	412	0.006	0.000	0.000	0.940	0.949
Modal	413	0.006	0.000	0.000	0.940	0.949
Modal	414	0.006	0.000	0.000	0.940	0.949
Modal	415	0.006	0.001	0.000	0.941	0.949
Modal	416	0.006	0.000	0.000	0.941	0.949
Modal	417	0.006	0.000	0.000	0.941	0.949
Modal	418	0.006	0.000	0.000	0.941	0.949
Modal	419	0.006	0.000	0.000	0.941	0.949
Modal	420	0.006	0.000	0.000	0.941	0.949

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	421	0.006	0.000	0.000	0.941	0.949
Modal	422	0.006	0.000	0.000	0.941	0.949
Modal	423	0.006	0.000	0.000	0.941	0.949
Modal	424	0.006	0.000	0.002	0.941	0.951
Modal	425	0.006	0.000	0.000	0.941	0.951
Modal	426	0.006	0.000	0.010	0.941	0.960
Modal	427	0.006	0.001	0.002	0.942	0.962
Modal	428	0.006	0.002	0.000	0.944	0.962
Modal	429	0.006	0.003	0.000	0.947	0.962
Modal	430	0.006	0.000	0.001	0.947	0.963
Modal	431	0.006	0.000	0.000	0.947	0.963
Modal	432	0.006	0.000	0.000	0.947	0.963
Modal	433	0.006	0.000	0.000	0.947	0.963
Modal	434	0.006	0.000	0.000	0.947	0.963
Modal	435	0.006	0.000	0.000	0.947	0.963
Modal	436	0.006	0.000	0.000	0.947	0.963
Modal	437	0.006	0.000	0.000	0.947	0.963
Modal	438	0.006	0.007	0.000	0.954	0.963
Modal	439	0.006	0.007	0.000	0.961	0.963
Modal	440	0.006	0.000	0.000	0.961	0.963
Modal	441	0.006	0.000	0.000	0.961	0.963
Modal	442	0.006	0.000	0.000	0.961	0.963
Modal	443	0.005	0.000	0.000	0.961	0.963
Modal	444	0.005	0.000	0.000	0.961	0.963
Modal	445	0.005	0.000	0.000	0.961	0.963
Modal	446	0.005	0.000	0.000	0.961	0.963
Modal	447	0.005	0.000	0.001	0.961	0.965
Modal	448	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	449	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	450	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	451	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	452	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	453	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	454	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	455	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	456	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	457	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965

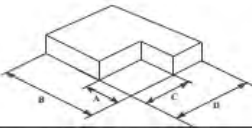
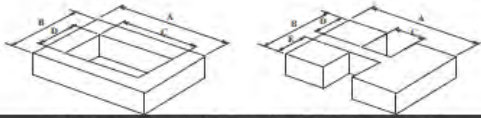
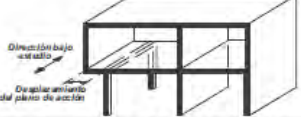
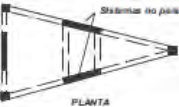
Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	458	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	459	0.005	0.000	0.000	0.961	0.965
Modal	460	0.005	0.000	0.010	0.961	0.974
Modal	461	0.005	0.000	0.001	0.961	0.976
Modal	462	0.005	0.000	0.000	0.961	0.976
Modal	463	0.005	0.000	0.000	0.961	0.976
Modal	464	0.005	0.000	0.000	0.961	0.976
Modal	465	0.005	0.000	0.000	0.961	0.976
Modal	466	0.005	0.000	0.000	0.961	0.976
Modal	467	0.005	0.006	0.000	0.966	0.976
Modal	468	0.005	0.000	0.000	0.966	0.976
Modal	469	0.005	0.000	0.000	0.966	0.976
Modal	470	0.005	0.005	0.000	0.972	0.976
Modal	471	0.005	0.000	0.000	0.972	0.976
Modal	472	0.005	0.000	0.004	0.972	0.980
Modal	473	0.005	0.000	0.001	0.972	0.981
Modal	474	0.005	0.000	0.000	0.972	0.981
Modal	475	0.005	0.000	0.000	0.972	0.981
Modal	476	0.005	0.000	0.000	0.972	0.981
Modal	477	0.005	0.000	0.000	0.972	0.981
Modal	478	0.005	0.001	0.000	0.972	0.981
Modal	479	0.005	0.012	0.000	0.985	0.981
Modal	480	0.005	0.000	0.000	0.985	0.981
Modal	481	0.005	0.000	0.000	0.985	0.981
Modal	482	0.005	0.000	0.001	0.985	0.982
Modal	483	0.005	0.000	0.000	0.985	0.983
Modal	484	0.005	0.001	0.000	0.986	0.983
Modal	485	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	486	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	487	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	488	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	489	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	490	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	491	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	492	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	493	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	494	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	495	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	496	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	497	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	498	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	499	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983
Modal	500	0.005	0.000	0.000	0.986	0.983

3.3 Verificación del grado o no de irregularidad de la estructura existente

Irregularidades en planta NSR-10		
Tipo 1aP — Irregularidad torsional — $\phi_p = 0.9$ $1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right) \geq \Delta_1 > 1.2 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$ 	Tipo 1bP — Irregularidad torsional extrema — $\phi_p = 0.8$ $\Delta_1 > 1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$	Debe evaluarse únicamente en estructuras con diafragma rígido. NO APLICA
Tipo 2P — Retrocesos en las esquinas — $\phi_p = 0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$ 		
Tipo 3P — Irregularidad del diafragma — $\phi_p = 0.9$ 1) $C \times D > 0.5 A \times B$ 2) $(C \times D + C \times E) > 0.5 A \times B$ 		NO APLICA
Tipo 4P — Desplazamiento de los planos de Acción — $\phi_p = 0.8$ 		Existe continuidad de las columnas desde la base hasta la planta superior. NO APLICA
Tipo 5P — Sistemas no paralelos — $\phi_p = 0.9$ 		NO APLICA

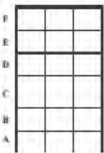
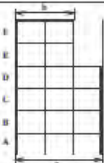
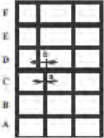
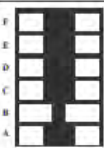
La irregularidad torsional no se evalúa en este edificio ya que la no cuenta con un diafragma rígido como se explicó anteriormente y gracias a la aclaración que realiza la norma NSR-10 en la tabla A.3-6 (Irregularidades en planta) como se puede ver a continuación:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Tabla A.3-6
Irregularidades en planta

Tipo	Descripción de la irregularidad en planta	ϕ_p	Referencias
1aP	Irregularidad torsional — La irregularidad torsional existe cuando en una edificación con diafragma rígido, la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es más de 1.2 y menor o igual a 1.4 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia.	0.9	A.3.3.6, A.3.4.2, A.3.6.3.1, A.3.6.7.1, A.3.6.8.4, A.5.2.1.
1bP	Irregularidad torsional extrema — La irregularidad torsional extrema existe cuando en una edificación con diafragma rígido, la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es más de 1.4 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia.	0.8	A.3.3.6, A.3.4.2, A.3.6.3.1, A.3.6.7.1, A.3.6.8.4, A.5.2.1.

Como se muestra posteriormente la estructura tampoco presenta irregularidades en altura:

Irregularidades en altura NSR-10		
Tipo 1aA — Piso flexible $\phi_s = 0.9$ $0.60 \text{ Rigidez } K_D \leq \text{Rigidez } K_C < 0.70 \text{ Rigidez } K_D$ o $0.70 (K_D + K_C + K_F) / 3 \leq \text{Rigidez } K_C < 0.80 (K_D + K_C + K_F) / 3$ Tipo 1bA — Piso flexible extremo $\phi_s = 0.8$ $\text{Rigidez } K_C < 0.60 \text{ Rigidez } K_D$ o $\text{Rigidez } K_C < 0.70 (K_D + K_C + K_F) / 3$		NO APLICA
Tipo 2A — Distribución masa — $\phi_s = 0.9$ $m_D > 1.50 m_C$ o $m_D > 1.50 m_C$		NO APLICA
Tipo 3A — Geométrica — $\phi_s = 0.9$ $a > 1.30 b$		NO APLICA
Tipo 4A — Desplazamiento dentro del plano de acción — $\phi_s = 0.8$ $b > a$		NO APLICA
Tipo 5aA — Piso débil $\phi_s = 0.9$ $0.65 \text{ Resist. Piso C} \leq \text{Resist. Piso B} < 0.80 \text{ Resist. Piso C}$ Tipo 5bA — Piso débil extremo $\phi_s = 0.8$ $\text{Resistencia Piso B} < 0.65 \text{ Resistencia Piso C}$		NO APLICA

De acuerdo al análisis realizado anteriormente la estructura no presenta ninguna irregularidad ni en planta ni el altura, por lo que se cataloga como una estructura regular.

3.4 Cortante basal dinámico y ajuste de resultados

En el siguiente cuadro se observa el resultado del cortante dinámico en cada dirección en comparación con el cortante estático antes de realizar el respectivo ajuste de resultados con lo cual se logra que en cada dirección sea mayor al 80%:

Tipo	KN	Porcentaje
Cortante estático	2960,91	
Cortante en X	1966,64	66.4%
Cortante en Y	1139,35	38.5%

Por lo anterior se realiza el ajuste de resultados según A.5.4.5. En el siguiente cuadro se presenta el resultado del cortante dinámico en cada dirección en comparación con el cortante estático después de realizar el respectivo ajuste de resultados:

Tipo	KN	Porcentaje
Cortante estático	2960,91	
Cortante en X	2366,95	80,0%
Cortante en Y	2426,86	81,9%

3.5 Verificación de ausencia de redundancia

De acuerdo a lo estipulado en el Título A.3.3.8.2 de la NSR-10 para edificaciones con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) el factor de reducción de la resistencia por ausencia de redundancia se le asigna un valor igual a 0,75 considerando que la estructura en su parte central cuenta con grandes luces y pocas columnas.

3.7 Coeficiente de capacidad de disipación de energía R'

Se aplica lo establecido en Capítulo A.3.3-1 y A.10.4.2.4 sobre el coeficiente de capacidad de disipación de energía R':

$$R = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r R_o =$$

R_o = 5 (Edificaciones con capacidad de disipación de energía moderada)

R' = 5,0 X 0,75 = 3,75 Dicho valor queda contenido en las combinaciones de carga.

3.8 Acotaciones sobre el modelo matemático

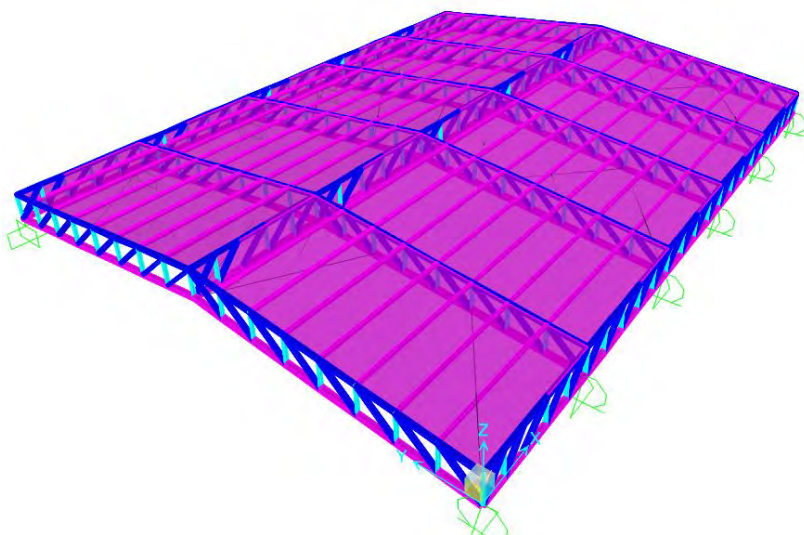
De acuerdo a la información recolectada a través de las distintas visitas realizadas se realizó un modelo matemático que represente lo más cercano a la realidad el comportamiento dinámico de la edificación.

Para el caso que nos ocupa se consideró que el análisis más apropiado, teniendo en cuenta el tipo de estructura, corresponde a un análisis dinámico modal espectral. El análisis se considera lineal elástico, ya que no se realizó una verificación de la degradación en la resistencia y rigidez propia de la estructura, en comparación con la sollicitación en el tiempo.

El análisis realizado es DINÁMICO ELÁSTICO ESPECTRAL.

Se utilizó el software especializado SAP 2000 para realizar un modelo tridimensional de la cubierta y el ETABS V16 para simular el comportamiento de la estructura, utilizando elementos tipo frame y Shell.

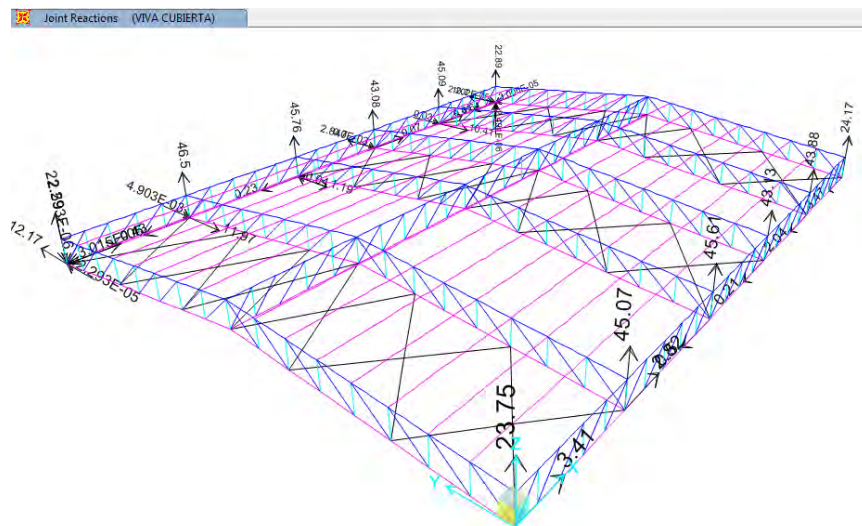
El modelo matemático para efectuar el análisis estructural para la evaluación de la cubierta fue el siguiente:



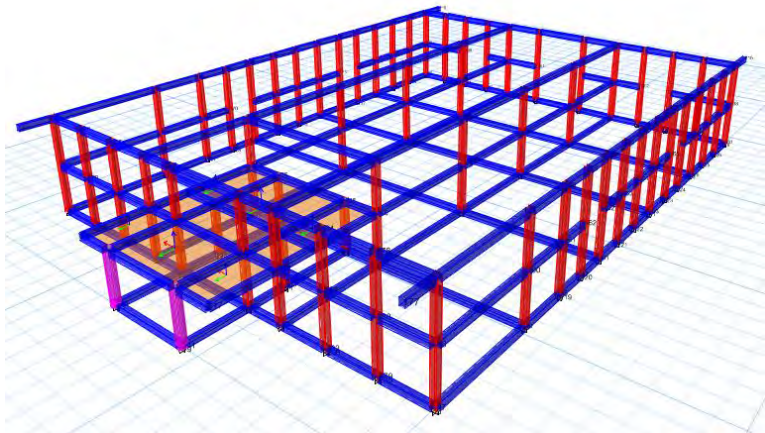
La cubierta se compone de cerchas principales apoyadas sobre las columnas laterales del edificio. Estas cerchas tienen un peralte de 1,3m y una longitud de 26,50 m, sobre ellas descansan las correas espaciadas cada 1,6 m las cuales soportan una teja termoacustica trapezoidal y de las cuales se presento el avaluo de cargas en capítulos anteriores de este trabajo. Con el fin de disminuir las deformaciones de la cubierta se colocaron ariostramientos en los paños laterales y central.

A partir del modelo de la cubierta utilizado en SAP2000 se obtienen las reacciones en los “apoyos” para cada caso de carga; dichas cargas se asignaran en el modelo de la edificación.

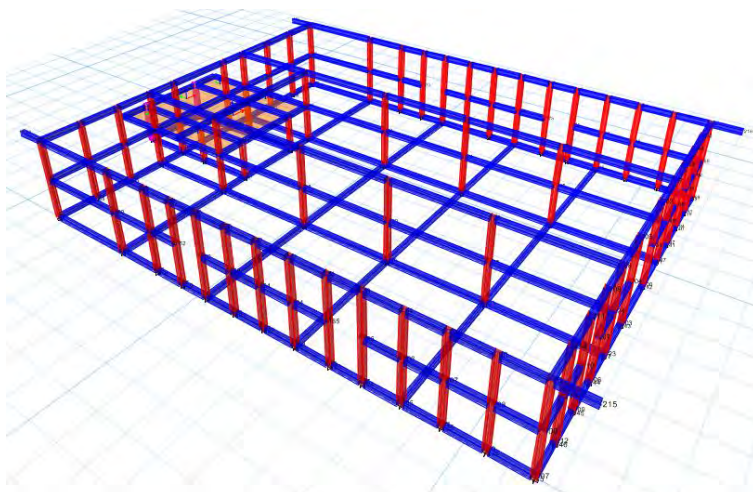
Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



El modelo realizado en ETABS se presenta a continuación:



Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



La resistencia a la compresión (f'_c) y módulos de elasticidad (E) del concreto utilizados en los modelos corresponden a valores determinados a partir de los ensayos realizados a muestras tomadas de la edificación :

Elemento	F'_c (MPa)	Modulo de Elasticidad (MPa)
Columnas	15,8	18682
Vigas	17,3	19548
Zapatas	21,0	21538

$$E = 4700 * \text{raíz}(f'_c)$$

Adicionalmente se verifican las condiciones de frontera (apoyo) de cada uno de los nudos y se hacen las siguientes observaciones importantes:

- La estructura original fue construida mediante un sistema de pórticos resistentes a momento con disipación moderada de energía (DMO) en ambos sentidos, a la luz de la NSR-10.

Tabla A.3-3
Sistema estructural de pórtico resistente a momentos (Nota 1)

C. SISTEMA DE PÓRТИCO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			Alta		Intermedia		baja	
		uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.		
2. Pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)									
a. De concreto (DMO)	el mismo	5.0	3.0	no se permite	si	sin límite	si	sin límite	

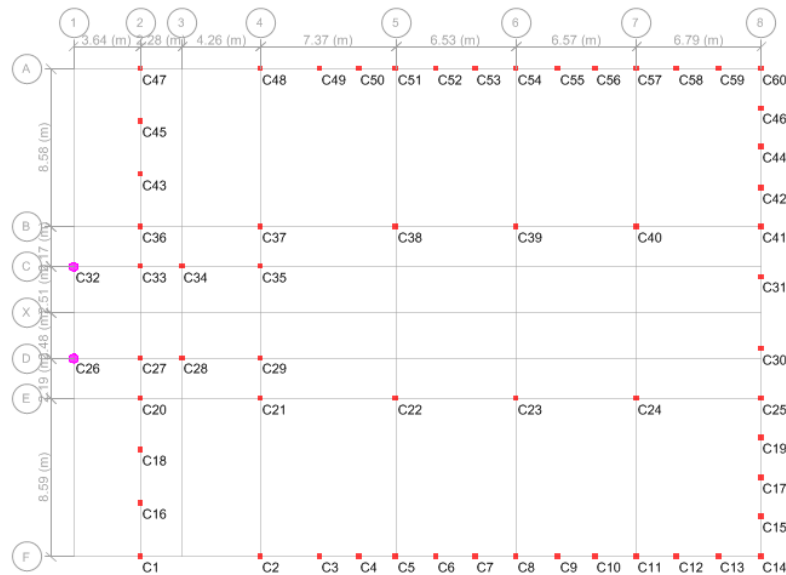
- En segunda instancia se considera que las columnas se encuentran empotradas en la base.
- De otro lado, al no existir placas de entrepiso no se generan un diafragma rigido.

3.9 Índice de flexibilidad

Mediante el análisis estructural realizado con base en el software ETABS 16, se calculan las derivas en la estructura para los casos de sismo en el sentido X y Y, las cuales inmediatamente se llevan a porcentaje. Así mismo, debido al sistema estructural es sabido que la deriva debe ser menor al 1%, por lo cual el índice de flexibilidad de la estructura será directamente calculado como la deriva de este análisis.

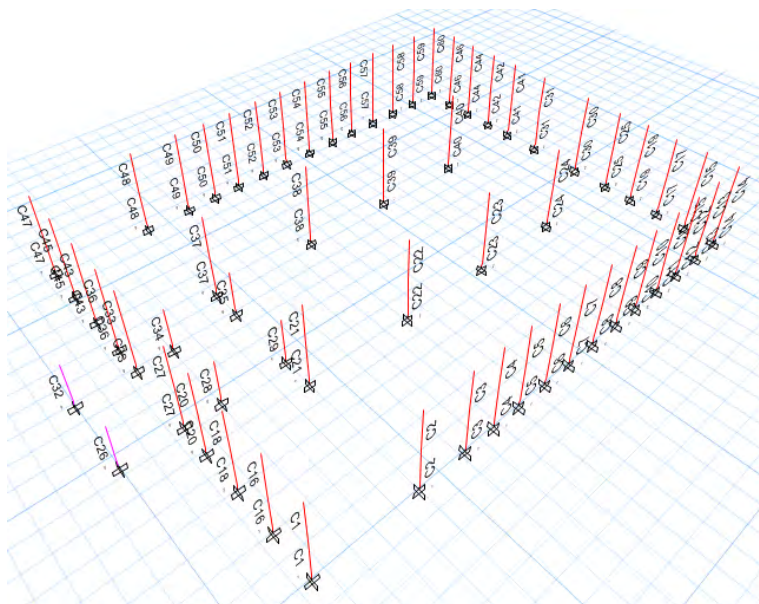
A continuación se muestra la numeración de las columnas y de los ejes:

Vista en planta



Vista 3D

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



La NSR-10 define al índice de flexibilidad así:

A.10.4.3.5 — Definición del índice de flexibilidad — Debe determinarse un índice de flexibilidad, el cual indica la susceptibilidad de la estructura a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por el Reglamento. Tiene dos acepciones:

- (a) **Índice de flexibilidad del piso** — el cual se define como el cociente entre la deflexión o deriva obtenida del análisis de la estructura, y la permitida por el Reglamento, para cada uno de los pisos de la edificación, y
- (b) **Índice de flexibilidad de la estructura** — definido como el mayor valor de los índices de flexibilidad de piso de toda la estructura. Se debe evaluar para las deflexiones verticales y para las derivas.

Índice de Flexibilidad espectro sísmico de aceleraciones (Más crítico):

Etiquetas de Columna	Nivel	Sismo X Max			Sismo Y Max			Deriva Maxima mm	Deriva Max. NSR-10 mm	Índice de Flexibilidad
		Der. X	Der. Y	Result. Der	Der. X	Der. Y	Result. Der			
C51	Cimentación	0								
	Base	0.55	0.0	0.2	0.1	0.4	0.4	0.4	5.5	0.07
	Story1	3.4	8.1	47.8	13.8	82.1	83.3	83.3	28.5	2.92
	Story2	6.25	7.6	93.9	13.1	161.4	161.9	161.9	28.5	5.68

Lo anterior muestra que la estructura presenta índices de flexibilidad muy altos en las columnas centrales debidos principalmente a la falta de un diafragma rígido. A demás como consecuencia de no contar con vigas en el sentido Y las columnas no cuenta con restricciones en este sentido que generen desplazamientos mas pequeños.

En conclusión, los desplazamientos o derivas de la estructura no cumplen los requisitos establecidos en la NSR-10 siendo mas critico el sentido Y.

3.10 Índice de sobre esfuerzo.

En la NSR-10 se define el índice de sobre esfuerzo de la siguiente manera:

A.10.4.3 — RELACIÓN ENTRE DEMANDA Y CAPACIDAD — Deben determinarse unos índices de sobreesfuerzo y de flexibilidad, que permitan definir la capacidad de la estructura existente de soportar y responder adecuadamente ante las solicitaciones equivalentes definidas en A.10.4.2.

A.10.4.3.1 — Definición del índice de sobreesfuerzo — El índice de sobreesfuerzo se expresa como el cociente entre las solicitaciones equivalentes, calculadas de acuerdo con A.10.4.2 y la resistencia efectiva. Tiene dos acepciones:

- (a) **Índice de sobreesfuerzo de los elementos** — el cual se refiere al índice de sobreesfuerzo de cada uno de los elementos estructurales individuales, y
- (b) **Índice de sobreesfuerzo de la estructura** — cuando se determina para toda la estructura, evaluando los elementos con un mayor índice de sobreesfuerzo individual y tomando en consideración su importancia dentro de la resistencia general de la estructura como un conjunto.

A.10.4.3.2 — Determinación del índice de sobreesfuerzo — Para todos los elementos de la estructura y para todos los efectos tales como cortante, flexión, torsión, etc., debe dividirse la fuerza o esfuerzo que se le exige al aplicarle las solicitaciones equivalentes, mayoradas de acuerdo con el procedimiento dado en el Título B del Reglamento y para las combinaciones de carga dadas allí, por la resistencia efectiva del elemento. El índice de sobreesfuerzo para toda la estructura corresponderá al mayor valor obtenido de estos cocientes, entre los elementos que puedan poner en peligro la estabilidad general de la edificación.

Para el caso del índice de sobre esfuerzo se puede obtener directamente desde el ETABS a partir de la relación demanda/capacidad, ya que los factores F_i y F_c se definieron iguales a 0,80.

En las siguientes imágenes se puede observar el índice por cada uno de los elementos:

Columnas:

Dentro de la estructura se encuentra dos (2) tipos de columnas:

- Columna Tipo 1: Rectangular 30X30 cm.
- Columna Tipo 2: Circular (Diametro=49cm).

A continuación se presentan fotografías tomadas in situ de las dimensiones del refuerzo longitudinal y transversal de las columnas:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

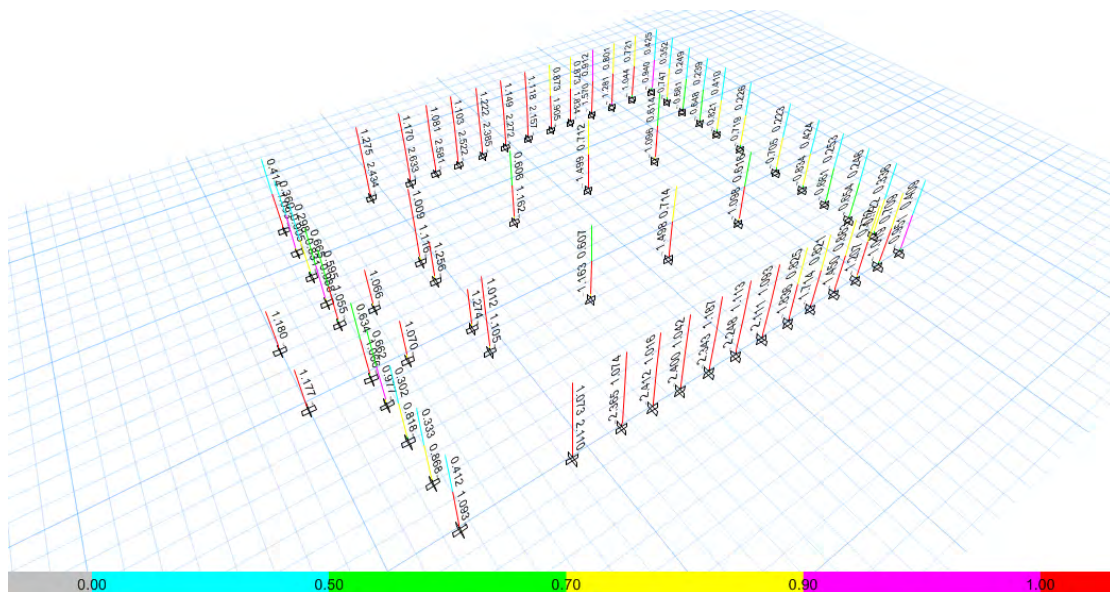
Refuerzo longitudinal
(Columnas)



Refuerzo Transversal
(Columnas)

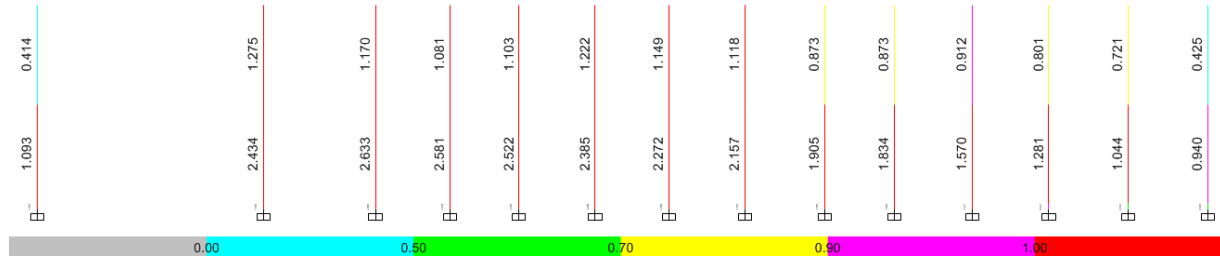


De acuerdo a las dimensiones y refuerzo existente en los elementos estructurales (columnas) se procede a realizar la revisión demanda/capacidad.

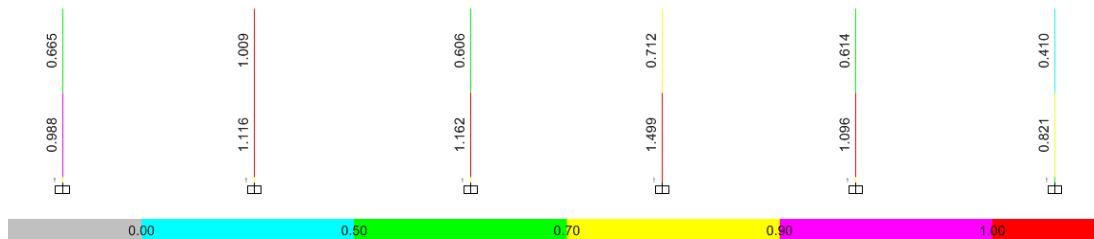


Eje A

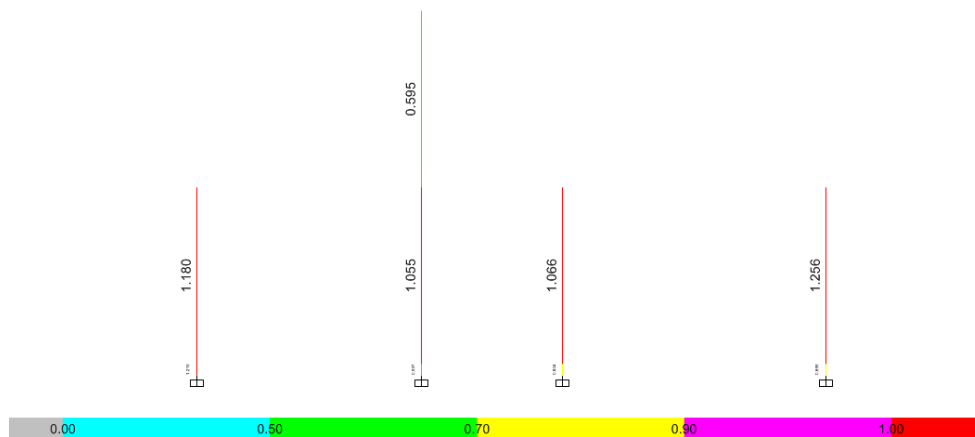
Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



Eje B

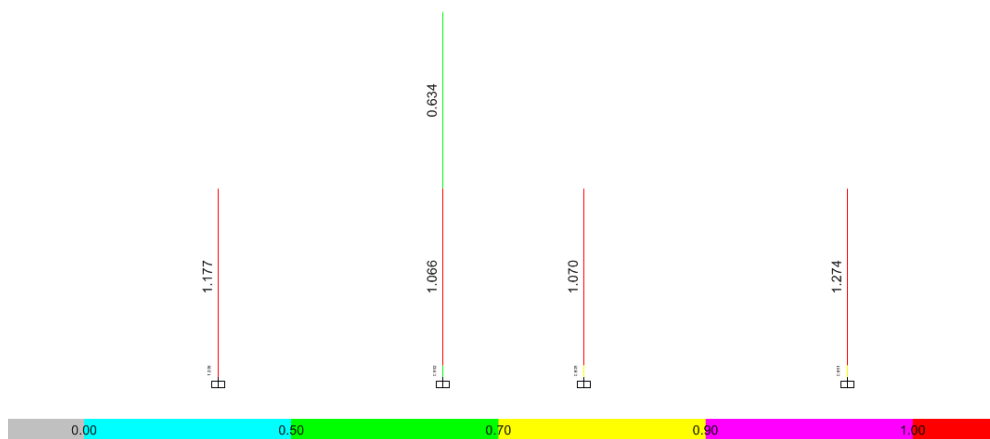


Eje C

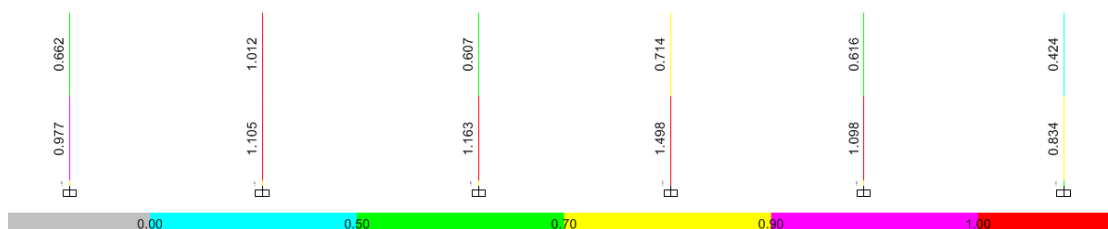


Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

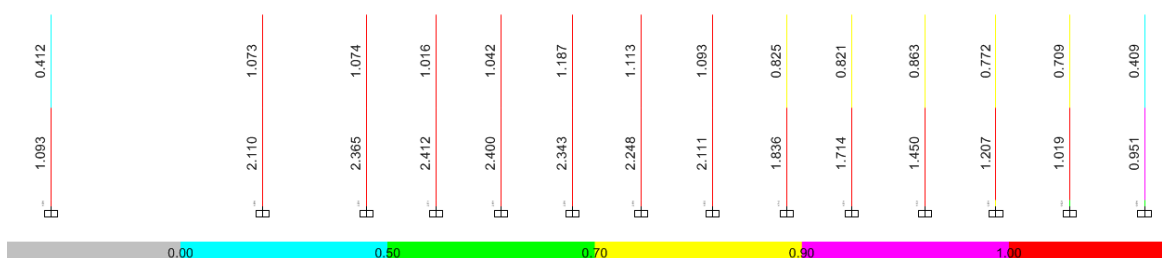
Eje D



Eje E



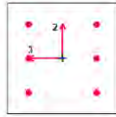
Eje F



De acuerdo a los resultados del software Etabs se encuentra que aproximadamente el 85% de las columnas tienen un índice de sobreesfuerzo mayor a 1 lo que indica que el refuerzo longitudinal (6 N°5) no cumple las solicitaciones de la estructura como se puede observar en la siguiente imagen:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

ACI 318-08 Column Section Design



Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (mm)	LLRF	Type
Story1	C6	66	COL 30X30	Comb7-7	2500	2650	1	Sway Special

Section Properties

b (mm)	h (mm)	dc (mm)	Cover (Torsion) (mm)
300	300	57.5	27.3

Material Properties

E _c (MPa)	f _c (MPa)	LLWt Factor (Unitless)	f _y (MPa)	f _{yk} (MPa)
18662	15.8	1	413.09	413.89

Design Code Parameters

Φ_f	Φ_{CTHR}	Φ_{CTHR}	Φ_{VLR}	Φ_{VLR}	Φ_{VLR}
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.85

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u, M_{u1}, M_{u2}

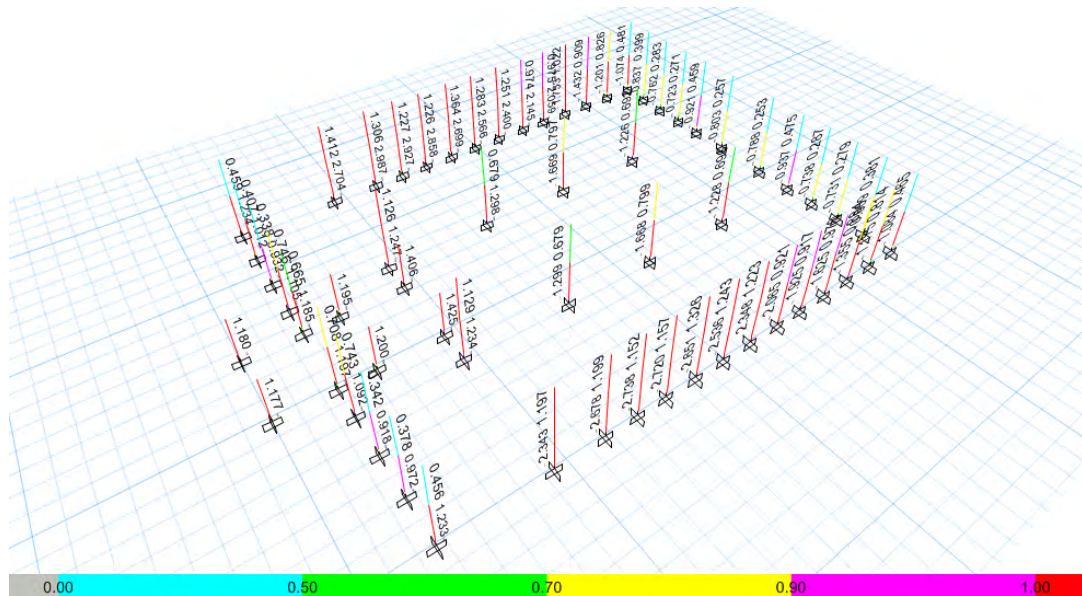
Design P _u kN	Design M _{u1} kN-m	Design M _{u2} kN-m	Minimum M ₂ kN-m	Minimum M ₁ kN-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
28.1912	-47.3876	19.0924	0.8831	0.8831	1.33(O/S #35)	1.148(O/S #35)

Uno de los aspectos que no se considero en los resultados anteriores fue la perdida de area del refuerzo longitudinal ocasionada por corrosión estimada en un 15% del area total, por tal motivo se realiza el análisis que se presenta a continuación donde se disminuye el area del acero de acuerdo a la aclaración anterior.

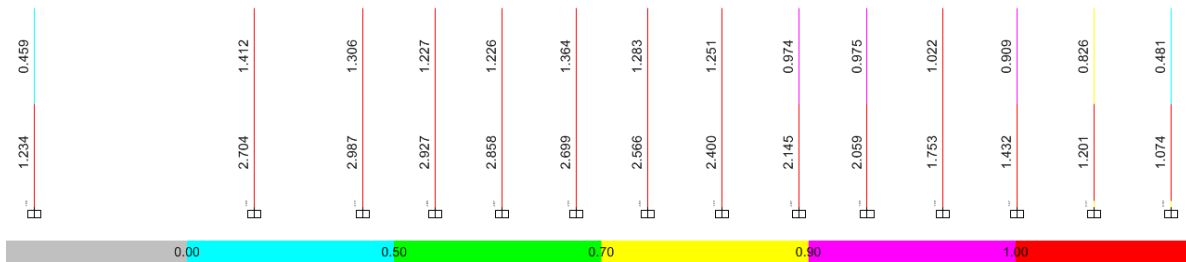
Refuerzo longitudinal	Area total (mm ²)
6 N°5 (Sin Corrosión)	1200
6 N°5 (Con Corrosión)	1020

Después de comparar los resultados obtenidos en el diseño considerando la corrosión, se observó como era de esperarse que el indice de sobreesfuerzo aumento, pero su valor no es muy significativo como se puede ver en las siguientes imágenes:

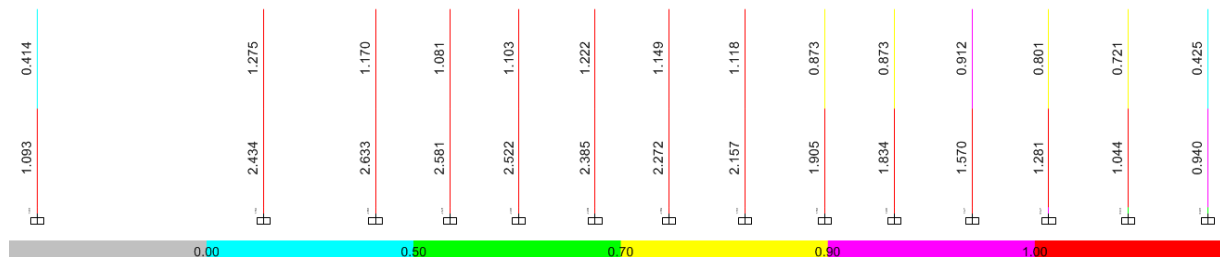
Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



Eje A (con corrosión)



Eje A (sin corrosión)



Como conclusión se determina que las columnas requieren reforzamiento porque el acero longitudinal no cubre las solicitaciones ni antes ni después de haberse presentado la corrosión.

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Story	Columnas que requieren reforzamiento
1	C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8,C9,C10,C11,C12,C13,C14,C20,C21,C22,C23,C24,C26,C27,C28,C29,C32,C,33,C34,C35,C36,C37,C38,C39,C40,C45,C47,C48,C49,C50,C51,C52,C53,C54, C55,C56,C57,C58,C59,C60.
2	C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8,C21,C37,C48,C49,C50,C51,C52,C53,C54, C57.

Vigas:

En este caso es necesario revisar el área de refuerzo longitudinal y transversal necesaria para cada una de las vigas apartir del diseño en Etabs y comparar con el de la estructura existente de los cuales se tienen los planos.

➤ **Refuerzo longitudinal.**

Base

[illegible]

Story 1

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Story 2

40

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

LEVEL	VIGA	SECTION	Refuerzo Solicitado			Refuerzo Estructura Existente						INDICE SOBRE ESFUERZO		
			M- (mm²)	M+ (mm²)	M- (mm²)	M- (mm)		M+ (mm)		M- (mm)		M-	M+	M-
Base	B2	35X25	334	250	348	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.84	0.63	0.87
Base	B3	35X25	250	152	207	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.38	0.52
Base	B4	35X25	212	146	184	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.53	0.37	0.46
Base	B5	35X25	164	145	160	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.41	0.36	0.40
Base	B6	35X25	159	120	182	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.40	0.30	0.46
Base	B7	35X25	182	132	181	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.46	0.33	0.45
Base	B8	35X25	181	128	185	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.45	0.32	0.46
Base	B9	35X25	180	121	169	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.45	0.30	0.42
Base	B10	35X25	152	133	152	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.38	0.33	0.38
Base	B11	35X25	164	120	179	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.41	0.30	0.45
Base	B12	35X25	179	127	183	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.45	0.32	0.46
Base	B13	35X25	175	117	179	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.44	0.29	0.45
Base	B14	35X25	190	145	188	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.48	0.36	0.47
Base	B29	35X25	166	94	190	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.42	0.24	0.48
Base	B31	35X25	192	96	195	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.48	0.24	0.49
Base	B32	35X25	176	88	172	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.44	0.22	0.43
Base	B33	35X25	173	87	175	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.43	0.22	0.44
Base	B34	35X25	182	89	168	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.46	0.22	0.42
Base	B40	35X25	149	94	142	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.37	0.24	0.36
Base	B41	35X25	149	96	152	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.37	0.24	0.38
Base	B43	35X25	143	88	159	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.36	0.22	0.40
Base	B53	35X25	149	87	142	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.37	0.22	0.36
Base	B54	35X25	148	89	152	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.37	0.22	0.38
Base	B56	35X25	143	63	159	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.36	0.16	0.40
Base	B64	35X25	166	77	190	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.42	0.19	0.48
Base	B66	35X25	192	88	195	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.48	0.22	0.49
Base	B67	35X25	176	88	172	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.44	0.22	0.43
Base	B68	35X25	172	89	175	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.43	0.22	0.44
Base	B69	35X25	182	73	168	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.46	0.18	0.42
Base	B82	35X25	335	250	347	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.84	0.63	0.87
Base	B83	35X25	250	153	205	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.38	0.52
Base	B84	35X25	214	143	182	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.54	0.36	0.46
Base	B85	35X25	165	144	158	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.41	0.36	0.40
Base	B86	35X25	160	120	181	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.40	0.30	0.45
Base	B87	35X25	183	130	180	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.46	0.33	0.45
Base	B88	35X25	183	130	183	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.46	0.33	0.46
Base	B89	35X25	181	120	168	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.45	0.30	0.42
Base	B90	35X25	154	132	150	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.39	0.33	0.38

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

LEVEL	VIGA	SECTION	Refuerzo Solicitado			Refuerzo Estructura Existente						INDICE SOBRE ESFUERZO		
			M- (mm²)	M+ (mm²)	M- (mm²)	M- (mm)		M+ (mm)		M- (mm)		M-	M+	M-
Base	B91	35X25	166	121	177	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.42	0.30	0.44
Base	B92	35X25	181	123	181	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.45	0.31	0.45
Base	B93	35X25	177	116	177	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.44	0.29	0.44
Base	B94	35X25	191	146	186	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.48	0.37	0.47
Base	B49	35X25	127	54	125	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.32	0.14	0.31
Base	B17	35X25	151	72	166	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.38	0.18	0.42
Base	B23	35X25	154	59	150	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.39	0.15	0.38
Base	B25	35X25	154	60	134	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.39	0.15	0.34
Base	B36	35X25	142	70	139	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.36	0.18	0.35
Base	B50	35X25	119	46	117	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.30	0.12	0.29
Base	B59	35X25	143	68	140	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.36	0.17	0.35
Base	B71	35X25	138	60	152	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.35	0.15	0.38
Base	B73	35X25	153	59	151	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.38	0.15	0.38
Base	B79	35X25	167	72	146	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.42	0.18	0.37
Base	B19	35X25	258	194	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.65	0.49	0.63
Base	B38	35X25	231	106	188	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.58	0.27	0.47
Base	B52	35X25	143	58	141	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.36	0.15	0.35
Base	B61	35X25	195	105	227	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.49	0.26	0.57
Base	B74	35X25	250	196	288	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.49	0.72
Base	B20	35X25	285	219	259	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.72	0.55	0.65
Base	B46	35X25	250	141	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.35	0.63
Base	B75	35X25	259	220	296	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.65	0.55	0.74
Base	B21	35X25	268	207	266	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.67	0.52	0.67
Base	B47	35X25	252	141	252	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.35	0.63
Base	B76	35X25	266	207	273	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.67	0.52	0.69
Base	B22	35X25	250	153	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.38	0.63
Base	B48	35X25	250	141	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.35	0.63
Base	B77	35X25	250	154	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.39	0.63
Base	B16	35X25	113	65	118	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.28	0.16	0.30
Base	B18	35X25	113	53	99	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.28	0.13	0.25
Base	B24	35X25	88	41	85	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.22	0.10	0.21
Base	B26	35X25	107	58	120	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.27	0.15	0.30
Base	B39	35X25	125	54	121	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.31	0.14	0.30
Base	B44	35X25	90	32	87	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.23	0.08	0.22
Base	B57	35X25	126	54	121	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.32	0.14	0.30
Base	B70	35X25	125	51	104	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.31	0.13	0.26
Base	B72	35X25	88	39	83	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.22	0.10	0.21
Base	B78	35X25	103	49	108	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.26	0.12	0.27
Base	B80	35X25	122	68	107	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.31	0.17	0.27

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

LEVEL	VIGA	SECTION	Refuerzo Solicitado			Refuerzo Estructura Existente						INDICE SOBRE ESFUERZO		
			M- (mm²)	M+ (mm²)	M- (mm²)	M- (mm)		M+ (mm)		M- (mm)		M-	M+	M-
Story 1	B2	35X25	521	256	524	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.31	0.64	1.32
Story 1	B3	35X25	442	250	298	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.11	0.63	0.75
Story 1	B4	35X25	376	444	461	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.94	1.12	1.16
Story 1	B6	35X25	441	264	366	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.11	0.66	0.92
Story 1	B7	35X25	300	269	321	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.75	0.68	0.81
Story 1	B8	35X25	324	264	288	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.81	0.66	0.72
Story 1	B9	35X25	332	408	463	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.83	1.03	1.16
Story 1	B11	35X25	454	416	336	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.14	1.05	0.84
Story 1	B12	35X25	278	266	330	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.70	0.67	0.83
Story 1	B13	35X25	312	267	313	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.78	0.67	0.79
Story 1	B14	35X25	355	416	427	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.89	1.05	1.07
Story 1	B27	35X25	91	189	282	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.23	0.47	0.71
Story 1	B28	35X25	309	204	40	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.78	0.51	0.10
Story 1	B30	35X25	109	228	333	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.27	0.57	0.84
Story 1	B31	35X25	334	240	299	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.84	0.60	0.75
Story 1	B32	35X25	309	218	298	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.78	0.55	0.75
Story 1	B33	35X25	295	203	290	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.74	0.51	0.73
Story 1	B34	35X25	319	250	318	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.80	0.63	0.80
Story 1	B40	35X25	446	284	270	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.12	0.71	0.68
Story 1	B41	35X25	250	156	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.39	0.63
Story 1	B43	35X25	286	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.72	0.63	0.63
Story 1	B53	35X25	445	284	269	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.12	0.71	0.68
Story 1	B54	35X25	250	156	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.39	0.63
Story 1	B56	35X25	286	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.72	0.63	0.63
Story 1	B62	35X25	90	188	280	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.23	0.47	0.70
Story 1	B63	35X25	302	200	42	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.76	0.50	0.11
Story 1	B65	35X25	109	228	332	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.27	0.57	0.83
Story 1	B66	35X25	333	239	300	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.84	0.60	0.75
Story 1	B67	35X25	308	217	298	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.77	0.55	0.75
Story 1	B68	35X25	294	202	289	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.74	0.51	0.73
Story 1	B69	35X25	317	250	318	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.80	0.63	0.80
Story 1	B82	35X25	523	257	523	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.31	0.65	1.31
Story 1	B83	35X25	446	250	296	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.12	0.63	0.74
Story 1	B84	35X25	380	448	456	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.95	1.13	1.15
Story 1	B86	35X25	446	438	362	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.12	1.10	0.91
Story 1	B87	35X25	303	272	317	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.76	0.68	0.80
Story 1	B88	35X25	328	266	284	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.82	0.67	0.71
Story 1	B89	35X25	337	412	456	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.85	1.04	1.15
Story 1	B91	35X25	461	411	331	2#5	398	2#5	398	2#5	398	1.16	1.03	0.83

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

LEVEL	VIGA	SECTION	Refuerzo Solicitado			Refuerzo Estructura Existente						INDICE SOBRE ESFUERZO		
			M- (mm²)	M+ (mm²)	M- (mm²)	M- (mm)		M+ (mm)		M- (mm)		M-	M+	M-
Story 1	B92	35X25	283	263	326	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.71	0.66	0.82
Story 1	B93	35X25	317	264	309	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.80	0.66	0.78
Story 1	B94	35X25	361	423	420	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.91	1.06	1.06
Story 1	B35	35X25	10	116	219	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.03	0.29	0.55
Story 1	B49	35X25	277	217	271	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.70	0.55	0.68
Story 1	B58	35X25	220	116	10	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.55	0.29	0.03
Story 1	B17	35X25	263	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.66	0.63	0.63
Story 1	B23	35X25	250	192	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.48	0.63
Story 1	B25	35X25	250	173	223	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.43	0.56
Story 1	B36	35X25	136	104	146	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.34	0.26	0.37
Story 1	B50	35X25	146	92	140	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.37	0.23	0.35
Story 1	B59	35X25	152	108	129	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.38	0.27	0.32
Story 1	B71	35X25	230	177	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.58	0.44	0.63
Story 1	B73	35X25	250	180	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.45	0.63
Story 1	B79	35X25	251	250	258	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.65
Story 1	B37	35X25	2	87	170	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.01	0.22	0.43
Story 1	B51	35X25	183	108	180	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.46	0.27	0.45
Story 1	B60	35X25	170	87	2	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.43	0.22	0.01
Story 1	B38	35X25	288	273	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.72	0.69	0.63
Story 1	B52	35X25	173	117	171	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.43	0.29	0.43
Story 1	B61	35X25	250	279	284	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.70	0.71
Story 1	B16	35X25	250	250	245	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.62
Story 1	B18	35X25	250	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.63
Story 1	B26	35X25	250	250	245	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.62
Story 1	B39	35X25	250	245	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.62	0.63
Story 1	B57	35X25	250	228	239	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.57	0.60
Story 1	B70	35X25	250	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.63
Story 1	B78	35X25	250	250	235	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.59
Story 1	B80	35X25	250	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.63

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

LEVEL	VIGA	SECTION	Refuerzo Solicitado			Refuerzo Estructura Existente						INDICE SOBRE ESFUERZO		
			M- (mm²)	M+ (mm²)	M- (mm²)	M- (mm)		M+ (mm)		M- (mm)		M-	M+	M-
Story 2	B1	35X25	2	35	67	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.01	0.09	0.17
Story 2	B2	35X25	275	212	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.69	0.53	0.63
Story 2	B3	35X25	253	250	252	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.64	0.63	0.63
Story 2	B4	35X25	250	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.63
Story 2	B5	35X25	250	250	231	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.58
Story 2	B6	35X25	243	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.61	0.63	0.63
Story 2	B7	35X25	250	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.63
Story 2	B8	35X25	250	250	217	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.55
Story 2	B9	35X25	217	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.55	0.63	0.63
Story 2	B10	35X25	247	211	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.62	0.53	0.63
Story 2	B11	35X25	208	227	172	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.52	0.57	0.43
Story 2	B12	35X25	216	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.54	0.63	0.63
Story 2	B13	35X25	223	184	211	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.56	0.46	0.53
Story 2	B14	35X25	250	250	286	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.72
Story 2	B15	35X25	64	33	2	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.16	0.08	0.01
Story 2	B29	35X25	250	208	253	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.52	0.64
Story 2	B31	35X25	250	139	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.35	0.63
Story 2	B32	35X25	250	147	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.37	0.63
Story 2	B33	35X25	250	143	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.36	0.63
Story 2	B34	35X25	252	193	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.48	0.63
Story 2	B64	35X25	250	208	253	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.52	0.64
Story 2	B66	35X25	250	137	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.34	0.63
Story 2	B67	35X25	250	145	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.36	0.63
Story 2	B68	35X25	250	141	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.35	0.63
Story 2	B69	35X25	250	191	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.48	0.63
Story 2	B81	35X25	2	35	67	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.01	0.09	0.17
Story 2	B82	35X25	273	210	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.69	0.53	0.63
Story 2	B83	35X25	250	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.63
Story 2	B84	35X25	250	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.63
Story 2	B85	35X25	250	250	224	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.56
Story 2	B86	35X25	238	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.60	0.63	0.63
Story 2	B87	35X25	250	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.63
Story 2	B88	35X25	250	250	208	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.52
Story 2	B89	35X25	212	250	245	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.53	0.63	0.62
Story 2	B90	35X25	240	204	242	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.60	0.51	0.61
Story 2	B91	35X25	201	220	161	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.51	0.55	0.40
Story 2	B92	35X25	218	250	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.55	0.63	0.63

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

LEVEL	VIGA	SECTION	Reforzo Solicitado			Reforzo Estructura Existente						INDICE SOBRE ESFUERZO		
			M- (mm²)	M+ (mm²)	M- (mm²)	M- (mm)		M+ (mm)		M- (mm)		M-	M+	M-
						Cant. Var.	Area (mm²)	Cant. Var.	Area (mm²)	Cant. Var.	Area (mm²)			
Story 2	B93	35X25	224	184	204	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.56	0.46	0.51
Story 2	B94	35X25	250	250	276	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.69
Story 2	B95	35X25	64	33	2	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.16	0.08	0.01
Story 2	B17	35X25	250	250	199	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.63	0.63	0.50
Story 2	B23	35X25	151	115	136	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.38	0.29	0.34
Story 2	B25	35X25	145	122	137	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.36	0.31	0.34
Story 2	B36	35X25	130	116	147	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.33	0.29	0.37
Story 2	B50	35X25	126	58	118	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.32	0.15	0.30
Story 2	B59	35X25	156	118	118	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.39	0.30	0.30
Story 2	B71	35X25	140	108	128	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.35	0.27	0.32
Story 2	B73	35X25	137	105	127	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.34	0.26	0.32
Story 2	B79	35X25	192	247	250	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.48	0.62	0.63
Story 2	B45	35X25	358	223	356	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.90	0.56	0.89
Story 2	B16	35X25	212	216	168	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.53	0.54	0.42
Story 2	B18	35X25	127	95	108	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.32	0.24	0.27
Story 2	B24	35X25	114	97	109	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.29	0.24	0.27
Story 2	B26	35X25	100	116	105	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.25	0.29	0.26
Story 2	B39	35X25	100	96	113	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.25	0.24	0.28
Story 2	B44	35X25	96	50	91	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.24	0.13	0.23
Story 2	B57	35X25	118	99	93	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.30	0.25	0.23
Story 2	B70	35X25	107	107	90	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.27	0.27	0.23
Story 2	B72	35X25	110	96	102	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.28	0.24	0.26
Story 2	B78	35X25	106	95	111	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.27	0.24	0.28
Story 2	B80	35X25	163	206	209	2#5	398	2#5	398	2#5	398	0.41	0.52	0.53

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

De acuerdo a los resultados obtenidos las únicas vigas que necesitan reforzamiento son las perimetrales del “Story 1”.

En las vigas de color rojo se tienen momentos torsionales muy altos para los cuales la sección no cumple.

➤ Refuerzo Transversal

En capítulo C.21.3.4.6 de la NSR-10 establece los espaciamientos máximos que deben tener en refuerzo transversal en las vigas y este debe ser:

En la zona confinada que debe ser igual a $2H$, el mínimo entre:

- $d/4 = 75 \text{ mm}$
- 8 veces el diámetro longitudinal más pequeña = 127 mm
- 24 veces el diámetro del estribo = 228 mm
- 300 mm

En la zona no confinada:

- $d/2 = 150 \text{ mm}$



Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



Por requisitos establecidos en la NSR-10 el espaciamiento de los estribos no cumple en la zona confinada ni en la no confinada.

Con el fin de examinar el cortante plástico en vigas se revisa para tres (3) de ellas consideradas las mas criticas por su longitud.

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

CHEQUEO CORTANTE PLASTICO EN VIGAS

Fy (Flexión))	420	
Fy (para Mpr)	NO APLICA	Mpa
Fc	24	MPa
Fi Flexión	1.00	
Fi Cortante	0.75	
B	0.25	m
d	0.3	m

Longitud de referencia viga	1.00
Carga muerta KN/m	5.50
Carga Viva KN/m	0.00
Carga Última distribuida KN/m	8.40

Viga	Lado izquierdo				Lado derecho				Longitud	Cálculo cortante de diseño						Separación
	Negativo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (1)	Positivo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (2)	Negativo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (3)	Positivo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (4)		Cortante por Carga Última	Cortante Máximo (1+4) (KN)	Cortante Máximo (2+3)	Cortante Total (KN)	FIVC (KN)	Vs	
0	3.98	47.41	3.98	47.41	3.98	47.41	3.98	47.41	6.5	27.30	14.59	14.59	41.89	46.85	-4.96	270.6

Fy (Flexión))	420	
Fy (para Mpr)	NO APLICA	Mpa
Fc	24	MPa
Fi Flexión	1.00	
Fi Cortante	0.75	
B	0.25	m
d	0.3	m

Longitud de referencia viga	1.00
Carga muerta KN/m	5.50
Carga Viva KN/m	0.00
Carga Última distribuida KN/m	8.40

Viga	Lado izquierdo				Lado derecho				Longitud	Cálculo cortante de diseño						Separación
	Negativo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (1)	Positivo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (2)	Negativo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (3)	Positivo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (4)		Cortante por Carga Última	Cortante Máximo (1+4) (KN)	Cortante Máximo (2+3)	Cortante Total (KN)	FIVC (KN)	Vs	
0	3.98	47.41	3.98	47.41	3.98	47.41	3.98	47.41	2.9	12.18	32.70	32.70	44.88	46.85	44.88	29.9

Fy (Flexión))	420	
Fy (para Mpr)	NO APLICA	Mpa
Fc	24	MPa
Fi Flexión	1.00	
Fi Cortante	0.75	
B	0.25	m
d	0.3	m

Longitud de referencia viga	1.00
Carga muerta KN/m	2.50
Carga Viva KN/m	0.00
Carga Última distribuida KN/m	4.80

Viga	Lado izquierdo				Lado derecho				Longitud	Cálculo cortante de diseño						Separación
	Negativo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (1)	Positivo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (2)	Negativo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (3)	Positivo (cm2)	Mn (-) (KN.m) (4)		Cortante por Carga Última	Cortante Máximo (1+4) (KN)	Cortante Máximo (2+3)	Cortante Total (KN)	FIVC (KN)	Vs	
0	3.98	47.41	3.98	47.41	3.98	47.41	3.98	47.41	1.8	4.32	52.68	52.68	57.00	46.85	57.00	23.5

Como se puede evidenciar de los resultados anteriores la separación entre estribos debe satisfacer los establecidos en el título C.21 pero de acuerdo al levantamiento de datos realizados de la estructura estos no cumplen.

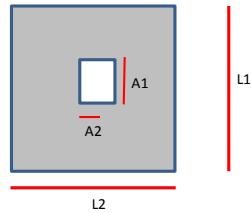
3.10 Verificación de Cimentación

La cimentación de la edificación se compone zapatas aisladas concéntricas cuadradas de 1,6X1,6m.

Las combinaciones de servicio se utilizaron para verificar las dimensiones de las zapatas concéntricas tal como se muestra en este anexo, dando un resultado satisfactorio para todas las combinaciones de carga a las cuales se verá sometida la estructura. Para el refuerzo de dichas zapatas se utilizaron las combinaciones de resistencia como se evidencia a continuación:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

DISEÑO DE ZAPATAS CONCENTRICAS



			Sección Columna				Zapata					
Columna	Tipo	f'c	A1 (m)	A2 (m)	Pu (KN)	Quit Suelo	L1 (m)	L2 (m)	H (m)	Recub. (m)	Area Zap	d
-	Concentrica	21	0,3	0,3	233,5	243	1,6	1,6	0,3	0,075	2,56	0,225

Esfuerzo Cortante					Cortante Unidireccional					Aplastamiento			Diseño					
V (d/2)	Fi Vc 1	Fi Vc 2	Fi Vc 3	Chequeo 2	Vd 1	Vd 2	Fi Vc 1	Fi Vc 2	Chequeo 3	A1	Pu	Chequeo 4	Mn 1	Mn 2	P 1	p2	As 1 (cm²)	As 2 (cm²)
233,08	1315,40	847,24	535,90	Ok	21,34	21,34	210,34	210,34	OK	0,09	1044,225	OK	30,83	30,83	0,00102	0,00102	7,20	7,20

4. INTERVENCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE Y/O DISEÑO DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL CON LA AMPLIACIÓN Y/O MODIFICACIÓN PROPUESTA

4.1. GENERALIDADES

Con base en los resultados del estudio de vulnerabilidad estructural, es recomendable reforzar la estructura en algunos puntos específicos para mejorar su respuesta y comportamiento sísmico.

La intervención se plantea acogida a los términos planteados en A.10.9.2.2 de la NSR-10:

A.10.9.2.2 — Intervención de edificaciones diseñadas y construidas dentro de la vigencia del Reglamento NSR-98 de la Ley 400 de 1997 — Las estructuras según A.10.9.1, diseñadas y construidas con posterioridad al 19 de febrero de 1998, dentro de la vigencia de la Ley 400 de 1997, deben intervenir cumpliendo los requisitos establecidos en A.10.4.2.1 con el fin de lograr un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva y tratarse de acuerdo con los criterios y requisitos del presente Reglamento, de tal manera que la edificación una vez intervenida quede con un índice de sobreesfuerzo y un índice de flexibilidad menores que la unidad.

El reforzamiento de la estructura implica el diseño y construcción de 8 pantallas en los ejes centrales de la edificación con un espesor igual a 25cm. Adicionalmente se requiere el reforzamiento de las vigas y la modificación geométrica de las zapatas.

4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Las especificaciones técnicas principales de los materiales a utilizar en el reforzamiento corresponden a las siguientes:

Sistema de resistencia sísmica principal: Sistema combinado. Muros de concreto y pórticos de concreto con capacidad moderada de disipación de energía tipo DMO.

Acero de refuerzo: $F_y = 420$ MPa (Refuerzo longitudinal)

Alambre para amarres: galvanizado mínimo número 16 o 1.3 mm

Concreto de reparación $f'_c = 21$ MPa

4.3 VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA INTERVENIDA Y/O MODIFICADA

4.3.1 Masa, periodo fundamental y cortante sísmico estático en la base

Masa de la edificación.

5395,4 KN (en peso)

- Período Fundamental aproximado de Vibración

Ta (s)	0.225
Ct	0.047
h	5.7
Alfa	0.9

- Cortante sísmico en la Base

Este cortante será el estático y se utilizará para compararlo con el cortante dinámico con el fin de mayorarlo o no según sea del caso.

$$S_a = 0,688$$

$$V_s = 5395,4 \text{ KN} * 0,688 = 3722,83 \text{ KN}$$

4.3.2. Avalúo de cargas

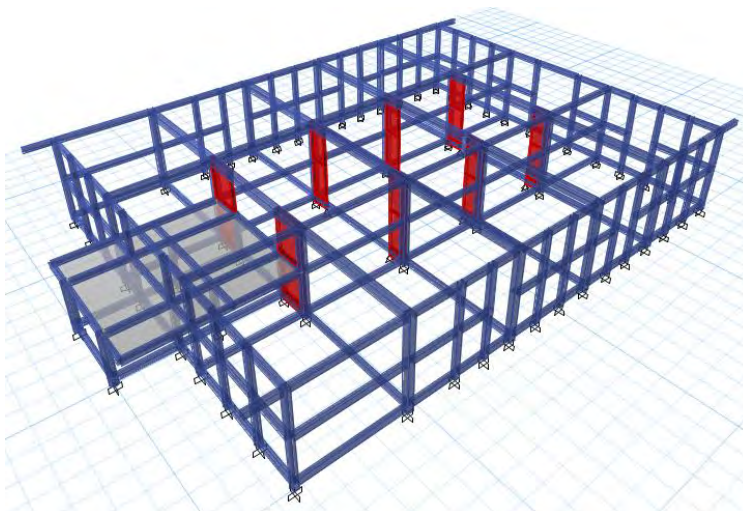
Debido a que la intervención únicamente comprende la construcción de pantallas y reforzamiento de columnas y vigas, el avalúo de cargas se mantiene igual al realizado para la evaluación de la edificación en su estado original (vulnerabilidad).

Se tiene en cuenta dentro del modelo matemático utilizado el peso de los materiales adicionados de forma automática.

4.3.3. Modelo matemático de la estructura intervenida y tipo de análisis estructural realizado

El análisis a realizar corresponde al Dinámico Elástico Espectral. Para ello se utiliza un modelo matemático en 3D construido a partir del software ETABS 16.

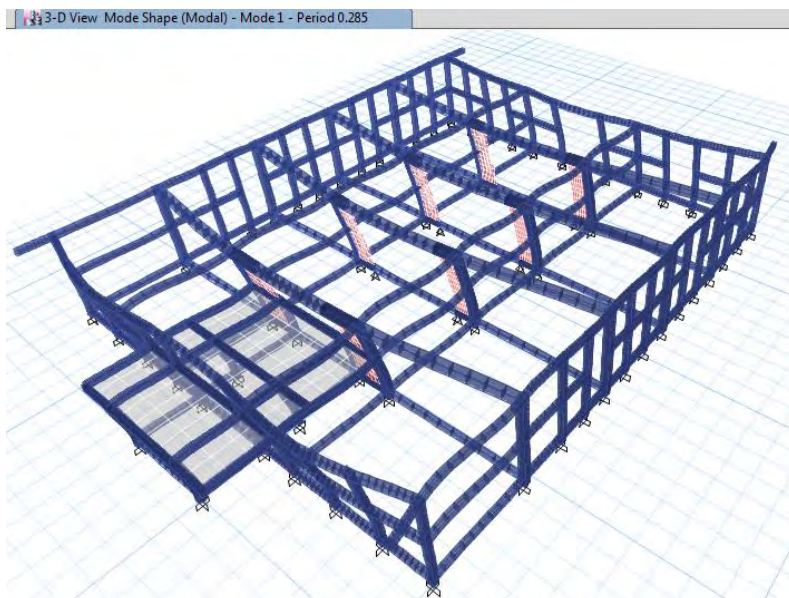
Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



4.3.4. Resultados del Análisis estructural

- Periodo fundamental

Modo 1 $T = 0.285$



- Porcentaje de participación de masas

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY
		sec				
Modal	1	0.285	0.577	0.000	0.577	0.000
Modal	2	0.260	0.000	0.003	0.577	0.003
Modal	3	0.250	0.073	0.000	0.650	0.003
Modal	4	0.211	0.000	0.126	0.650	0.129
Modal	5	0.208	0.000	0.049	0.650	0.177
Modal	6	0.183	0.000	0.000	0.650	0.177
Modal	7	0.172	0.000	0.028	0.650	0.205
Modal	8	0.168	0.000	0.006	0.651	0.212
Modal	9	0.168	0.000	0.116	0.651	0.327
Modal	10	0.166	0.000	0.149	0.651	0.476
Modal	11	0.160	0.000	0.003	0.651	0.479
Modal	12	0.152	0.000	0.002	0.651	0.480
Modal	13	0.145	0.000	0.000	0.651	0.480
Modal	14	0.137	0.000	0.080	0.651	0.560
Modal	15	0.135	0.000	0.000	0.651	0.560
Modal	16	0.132	0.000	0.000	0.651	0.560
Modal	17	0.120	0.000	0.000	0.651	0.560
Modal	18	0.117	0.000	0.001	0.651	0.561
Modal	19	0.114	0.000	0.000	0.651	0.561
Modal	20	0.108	0.000	0.001	0.651	0.562
Modal	21	0.103	0.000	0.000	0.651	0.562
Modal	22	0.100	0.000	0.002	0.651	0.564
Modal	23	0.097	0.000	0.065	0.651	0.629
Modal	24	0.097	0.051	0.000	0.702	0.629
Modal	25	0.096	0.010	0.000	0.712	0.629
Modal	26	0.096	0.000	0.000	0.712	0.629
Modal	27	0.095	0.000	0.002	0.712	0.631
Modal	28	0.091	0.000	0.024	0.712	0.655
Modal	29	0.090	0.003	0.000	0.715	0.655
Modal	30	0.089	0.000	0.003	0.715	0.658
Modal	31	0.087	0.000	0.000	0.715	0.658
Modal	32	0.086	0.000	0.000	0.715	0.658
Modal	33	0.085	0.000	0.000	0.716	0.658
Modal	34	0.085	0.000	0.000	0.716	0.658
Modal	35	0.084	0.002	0.000	0.717	0.658

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	36	0.084	0.000	0.000	0.718	0.658
Modal	37	0.083	0.000	0.000	0.718	0.658
Modal	38	0.082	0.000	0.000	0.718	0.658
Modal	39	0.080	0.003	0.000	0.720	0.658
Modal	40	0.079	0.000	0.000	0.720	0.658
Modal	41	0.079	0.000	0.001	0.720	0.659
Modal	42	0.078	0.000	0.000	0.720	0.659
Modal	43	0.077	0.001	0.000	0.722	0.659
Modal	44	0.077	0.000	0.001	0.722	0.660
Modal	45	0.077	0.000	0.001	0.722	0.661
Modal	46	0.077	0.001	0.000	0.723	0.661
Modal	47	0.076	0.005	0.000	0.727	0.661
Modal	48	0.075	0.000	0.000	0.727	0.661
Modal	49	0.073	0.000	0.005	0.727	0.666
Modal	50	0.071	0.000	0.016	0.727	0.682
Modal	51	0.070	0.001	0.001	0.728	0.683
Modal	52	0.070	0.001	0.001	0.729	0.684
Modal	53	0.068	0.000	0.000	0.729	0.684
Modal	54	0.067	0.000	0.001	0.729	0.685
Modal	55	0.066	0.000	0.000	0.729	0.685
Modal	56	0.066	0.000	0.002	0.729	0.687
Modal	57	0.065	0.009	0.000	0.738	0.687
Modal	58	0.065	0.003	0.000	0.741	0.687
Modal	59	0.064	0.000	0.000	0.741	0.687
Modal	60	0.064	0.000	0.000	0.741	0.687
Modal	61	0.064	0.000	0.000	0.741	0.687
Modal	62	0.064	0.001	0.000	0.742	0.687
Modal	63	0.063	0.000	0.004	0.742	0.691
Modal	64	0.063	0.000	0.000	0.742	0.691
Modal	65	0.062	0.001	0.000	0.744	0.691
Modal	66	0.062	0.000	0.000	0.744	0.691
Modal	67	0.061	0.000	0.000	0.744	0.691
Modal	68	0.061	0.000	0.000	0.744	0.691
Modal	69	0.060	0.000	0.001	0.744	0.692
Modal	70	0.060	0.000	0.001	0.744	0.692
Modal	71	0.059	0.000	0.000	0.744	0.692
Modal	72	0.058	0.000	0.000	0.744	0.692

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	73	0.058	0.000	0.000	0.744	0.693
Modal	74	0.058	0.000	0.000	0.744	0.693
Modal	75	0.057	0.000	0.000	0.744	0.693
Modal	76	0.057	0.000	0.000	0.744	0.693
Modal	77	0.056	0.000	0.000	0.745	0.693
Modal	78	0.056	0.000	0.000	0.745	0.693
Modal	79	0.054	0.000	0.000	0.745	0.693
Modal	80	0.053	0.000	0.000	0.745	0.693
Modal	81	0.053	0.000	0.000	0.745	0.693
Modal	82	0.053	0.000	0.000	0.745	0.693
Modal	83	0.051	0.000	0.000	0.745	0.694
Modal	84	0.050	0.000	0.000	0.745	0.694
Modal	85	0.049	0.000	0.000	0.745	0.694
Modal	86	0.048	0.000	0.000	0.745	0.694
Modal	87	0.048	0.003	0.000	0.748	0.694
Modal	88	0.048	0.000	0.000	0.749	0.694
Modal	89	0.048	0.001	0.000	0.749	0.694
Modal	90	0.047	0.000	0.000	0.749	0.694
Modal	91	0.047	0.000	0.000	0.749	0.694
Modal	92	0.046	0.000	0.000	0.749	0.694
Modal	93	0.046	0.000	0.000	0.749	0.694
Modal	94	0.046	0.000	0.000	0.749	0.695
Modal	95	0.045	0.000	0.000	0.749	0.695
Modal	96	0.044	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	97	0.044	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	98	0.043	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	99	0.043	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	100	0.042	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	101	0.041	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	102	0.040	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	103	0.039	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	104	0.039	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	105	0.038	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	106	0.035	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	107	0.035	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	108	0.035	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	109	0.034	0.000	0.000	0.750	0.695

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	110	0.034	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	111	0.034	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	112	0.034	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	113	0.033	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	114	0.033	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	115	0.033	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	116	0.033	0.000	0.000	0.750	0.695
Modal	117	0.032	0.000	0.004	0.750	0.699
Modal	118	0.032	0.000	0.000	0.750	0.699
Modal	119	0.032	0.000	0.001	0.750	0.700
Modal	120	0.032	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	121	0.031	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	122	0.031	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	123	0.030	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	124	0.030	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	125	0.030	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	126	0.030	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	127	0.030	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	128	0.030	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	129	0.029	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	130	0.029	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	131	0.029	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	132	0.029	0.000	0.000	0.750	0.700
Modal	133	0.028	0.001	0.000	0.751	0.700
Modal	134	0.028	0.000	0.000	0.751	0.700
Modal	135	0.028	0.000	0.000	0.751	0.700
Modal	136	0.027	0.000	0.002	0.751	0.702
Modal	137	0.027	0.000	0.000	0.752	0.702
Modal	138	0.026	0.000	0.000	0.752	0.702
Modal	139	0.026	0.000	0.000	0.752	0.702
Modal	140	0.026	0.000	0.000	0.752	0.702
Modal	141	0.025	0.000	0.000	0.752	0.702
Modal	142	0.025	0.000	0.000	0.752	0.702
Modal	143	0.025	0.000	0.016	0.752	0.718
Modal	144	0.025	0.000	0.000	0.752	0.718
Modal	145	0.025	0.000	0.000	0.752	0.718
Modal	146	0.025	0.000	0.000	0.752	0.718

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	147	0.025	0.000	0.000	0.752	0.718
Modal	148	0.025	0.000	0.000	0.752	0.718
Modal	149	0.025	0.000	0.002	0.752	0.720
Modal	150	0.025	0.000	0.000	0.752	0.720
Modal	151	0.023	0.000	0.000	0.752	0.720
Modal	152	0.023	0.001	0.000	0.753	0.720
Modal	153	0.023	0.002	0.000	0.755	0.720
Modal	154	0.022	0.000	0.000	0.755	0.720
Modal	155	0.022	0.000	0.000	0.755	0.720
Modal	156	0.022	0.000	0.000	0.755	0.720
Modal	157	0.022	0.000	0.000	0.755	0.720
Modal	158	0.021	0.000	0.000	0.755	0.720
Modal	159	0.020	0.000	0.000	0.755	0.720
Modal	160	0.020	0.003	0.000	0.758	0.720
Modal	161	0.020	0.000	0.009	0.758	0.729
Modal	162	0.020	0.000	0.000	0.758	0.729
Modal	163	0.020	0.000	0.000	0.758	0.729
Modal	164	0.020	0.000	0.010	0.758	0.739
Modal	165	0.020	0.000	0.004	0.758	0.743
Modal	166	0.020	0.000	0.000	0.758	0.743
Modal	167	0.020	0.000	0.000	0.758	0.743
Modal	168	0.020	0.000	0.000	0.758	0.743
Modal	169	0.019	0.000	0.000	0.758	0.743
Modal	170	0.019	0.000	0.000	0.758	0.743
Modal	171	0.019	0.007	0.000	0.765	0.743
Modal	172	0.019	0.013	0.000	0.778	0.743
Modal	173	0.019	0.012	0.000	0.790	0.743
Modal	174	0.019	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	175	0.019	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	176	0.018	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	177	0.018	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	178	0.018	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	179	0.018	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	180	0.018	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	181	0.018	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	182	0.018	0.000	0.000	0.790	0.743
Modal	183	0.018	0.002	0.000	0.793	0.743

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	184	0.018	0.002	0.000	0.794	0.743
Modal	185	0.018	0.009	0.000	0.803	0.743
Modal	186	0.018	0.000	0.004	0.803	0.747
Modal	187	0.018	0.001	0.005	0.803	0.753
Modal	188	0.018	0.000	0.000	0.803	0.753
Modal	189	0.018	0.009	0.000	0.812	0.753
Modal	190	0.017	0.001	0.000	0.813	0.753
Modal	191	0.017	0.000	0.000	0.813	0.753
Modal	192	0.017	0.000	0.000	0.813	0.753
Modal	193	0.017	0.000	0.036	0.813	0.788
Modal	194	0.017	0.002	0.000	0.814	0.788
Modal	195	0.017	0.000	0.001	0.814	0.789
Modal	196	0.017	0.000	0.000	0.814	0.789
Modal	197	0.017	0.000	0.000	0.814	0.789
Modal	198	0.017	0.000	0.000	0.815	0.789
Modal	199	0.017	0.000	0.014	0.815	0.803
Modal	200	0.017	0.000	0.001	0.815	0.804
Modal	201	0.017	0.000	0.000	0.815	0.804
Modal	202	0.017	0.000	0.002	0.815	0.805
Modal	203	0.017	0.003	0.000	0.818	0.806
Modal	204	0.016	0.000	0.000	0.818	0.806
Modal	205	0.016	0.003	0.000	0.821	0.806
Modal	206	0.016	0.000	0.000	0.821	0.806
Modal	207	0.016	0.000	0.000	0.821	0.806
Modal	208	0.016	0.000	0.000	0.821	0.806
Modal	209	0.016	0.000	0.014	0.821	0.819
Modal	210	0.016	0.000	0.000	0.821	0.819
Modal	211	0.016	0.000	0.001	0.821	0.821
Modal	212	0.016	0.000	0.001	0.821	0.822
Modal	213	0.016	0.000	0.001	0.821	0.823
Modal	214	0.016	0.005	0.000	0.826	0.823
Modal	215	0.016	0.005	0.000	0.831	0.823
Modal	216	0.016	0.000	0.000	0.831	0.823
Modal	217	0.016	0.000	0.000	0.831	0.823
Modal	218	0.016	0.000	0.000	0.831	0.823
Modal	219	0.016	0.000	0.000	0.831	0.823
Modal	220	0.016	0.001	0.000	0.832	0.823

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	221	0.016	0.008	0.000	0.840	0.823
Modal	222	0.016	0.000	0.000	0.840	0.823
Modal	223	0.015	0.000	0.000	0.840	0.823
Modal	224	0.015	0.000	0.000	0.840	0.823
Modal	225	0.015	0.000	0.000	0.840	0.823
Modal	226	0.015	0.005	0.000	0.845	0.823
Modal	227	0.015	0.000	0.000	0.845	0.823
Modal	228	0.015	0.000	0.000	0.845	0.823
Modal	229	0.015	0.000	0.000	0.845	0.823
Modal	230	0.015	0.000	0.000	0.845	0.823
Modal	231	0.015	0.000	0.000	0.845	0.823
Modal	232	0.015	0.000	0.000	0.846	0.823
Modal	233	0.015	0.000	0.000	0.846	0.823
Modal	234	0.015	0.000	0.000	0.846	0.823
Modal	235	0.015	0.000	0.000	0.846	0.823
Modal	236	0.015	0.000	0.000	0.846	0.823
Modal	237	0.015	0.000	0.000	0.846	0.823
Modal	238	0.015	0.000	0.000	0.846	0.823
Modal	239	0.015	0.000	0.001	0.846	0.823
Modal	240	0.015	0.000	0.002	0.846	0.825
Modal	241	0.015	0.000	0.000	0.846	0.825
Modal	242	0.015	0.000	0.000	0.846	0.825
Modal	243	0.015	0.000	0.002	0.846	0.827
Modal	244	0.015	0.000	0.001	0.846	0.828
Modal	245	0.015	0.000	0.000	0.846	0.828
Modal	246	0.015	0.000	0.000	0.846	0.828
Modal	247	0.015	0.000	0.000	0.846	0.828
Modal	248	0.014	0.000	0.000	0.846	0.828
Modal	249	0.014	0.000	0.000	0.846	0.828
Modal	250	0.014	0.000	0.000	0.846	0.828
Modal	251	0.014	0.000	0.000	0.846	0.828
Modal	252	0.014	0.000	0.000	0.846	0.828
Modal	253	0.014	0.000	0.000	0.846	0.829
Modal	254	0.014	0.006	0.000	0.852	0.829
Modal	255	0.014	0.003	0.007	0.854	0.836
Modal	256	0.014	0.002	0.010	0.856	0.846
Modal	257	0.014	0.000	0.000	0.856	0.846

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	258	0.014	0.000	0.037	0.856	0.883
Modal	259	0.014	0.000	0.001	0.856	0.883
Modal	260	0.014	0.000	0.010	0.856	0.894
Modal	261	0.014	0.000	0.000	0.856	0.894
Modal	262	0.014	0.008	0.000	0.864	0.894
Modal	263	0.014	0.000	0.000	0.864	0.894
Modal	264	0.014	0.000	0.000	0.864	0.894
Modal	265	0.013	0.000	0.000	0.864	0.894
Modal	266	0.013	0.000	0.000	0.864	0.894
Modal	267	0.013	0.000	0.000	0.864	0.894
Modal	268	0.013	0.000	0.000	0.864	0.894
Modal	269	0.013	0.000	0.000	0.864	0.894
Modal	270	0.013	0.000	0.000	0.865	0.894
Modal	271	0.013	0.027	0.000	0.892	0.894
Modal	272	0.013	0.015	0.000	0.907	0.894
Modal	273	0.013	0.000	0.000	0.907	0.894
Modal	274	0.013	0.000	0.000	0.907	0.894
Modal	275	0.013	0.000	0.000	0.907	0.894
Modal	276	0.013	0.000	0.004	0.907	0.898
Modal	277	0.013	0.000	0.000	0.907	0.898
Modal	278	0.013	0.000	0.000	0.907	0.898
Modal	279	0.013	0.000	0.000	0.907	0.898
Modal	280	0.013	0.000	0.000	0.907	0.898
Modal	281	0.013	0.000	0.000	0.907	0.898
Modal	282	0.013	0.000	0.000	0.907	0.898
Modal	283	0.013	0.001	0.000	0.908	0.898
Modal	284	0.013	0.000	0.000	0.908	0.898
Modal	285	0.013	0.000	0.000	0.908	0.898
Modal	286	0.013	0.000	0.000	0.908	0.898
Modal	287	0.013	0.000	0.000	0.908	0.898
Modal	288	0.013	0.000	0.000	0.908	0.898
Modal	289	0.012	0.000	0.000	0.908	0.898
Modal	290	0.012	0.009	0.000	0.917	0.898
Modal	291	0.012	0.009	0.000	0.925	0.898
Modal	292	0.012	0.000	0.000	0.925	0.898
Modal	293	0.012	0.000	0.000	0.925	0.898
Modal	294	0.012	0.005	0.000	0.930	0.898

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	295	0.012	0.005	0.000	0.934	0.898
Modal	296	0.012	0.001	0.001	0.935	0.899
Modal	297	0.012	0.003	0.000	0.938	0.899
Modal	298	0.012	0.000	0.001	0.938	0.900
Modal	299	0.012	0.001	0.000	0.939	0.901
Modal	300	0.012	0.000	0.000	0.939	0.901
Modal	301	0.012	0.000	0.001	0.939	0.901
Modal	302	0.012	0.000	0.000	0.939	0.901
Modal	303	0.012	0.000	0.006	0.939	0.908
Modal	304	0.012	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	305	0.012	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	306	0.012	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	307	0.012	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	308	0.012	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	309	0.012	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	310	0.012	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	311	0.011	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	312	0.011	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	313	0.011	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	314	0.011	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	315	0.011	0.000	0.000	0.939	0.908
Modal	316	0.011	0.009	0.000	0.948	0.908
Modal	317	0.011	0.004	0.000	0.952	0.908
Modal	318	0.011	0.004	0.000	0.956	0.908
Modal	319	0.011	0.000	0.002	0.956	0.910
Modal	320	0.011	0.002	0.000	0.957	0.910
Modal	321	0.011	0.000	0.000	0.957	0.910
Modal	322	0.011	0.000	0.000	0.957	0.910
Modal	323	0.011	0.000	0.000	0.957	0.910
Modal	324	0.011	0.000	0.000	0.957	0.910
Modal	325	0.011	0.000	0.000	0.957	0.910
Modal	326	0.011	0.000	0.000	0.957	0.911
Modal	327	0.011	0.000	0.000	0.957	0.911
Modal	328	0.011	0.001	0.000	0.958	0.911
Modal	329	0.011	0.000	0.013	0.958	0.924
Modal	330	0.011	0.000	0.000	0.958	0.924
Modal	331	0.011	0.000	0.007	0.958	0.932

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	332	0.011	0.000	0.000	0.958	0.932
Modal	333	0.011	0.000	0.000	0.958	0.932
Modal	334	0.011	0.000	0.000	0.958	0.932
Modal	335	0.011	0.000	0.000	0.958	0.932
Modal	336	0.011	0.000	0.000	0.958	0.932
Modal	337	0.010	0.000	0.002	0.958	0.934
Modal	338	0.010	0.000	0.000	0.958	0.934
Modal	339	0.010	0.000	0.000	0.958	0.934
Modal	340	0.010	0.000	0.000	0.958	0.934
Modal	341	0.010	0.000	0.000	0.958	0.934
Modal	342	0.010	0.000	0.000	0.958	0.934
Modal	343	0.010	0.000	0.000	0.959	0.934
Modal	344	0.010	0.000	0.000	0.959	0.934
Modal	345	0.010	0.000	0.000	0.959	0.934
Modal	346	0.010	0.000	0.000	0.959	0.934
Modal	347	0.010	0.000	0.009	0.959	0.944
Modal	348	0.010	0.000	0.000	0.959	0.944
Modal	349	0.010	0.000	0.000	0.959	0.944
Modal	350	0.009	0.002	0.000	0.962	0.944
Modal	351	0.009	0.000	0.000	0.962	0.944
Modal	352	0.009	0.000	0.000	0.962	0.944
Modal	353	0.009	0.000	0.000	0.962	0.944
Modal	354	0.009	0.000	0.000	0.962	0.944
Modal	355	0.009	0.000	0.000	0.962	0.944
Modal	356	0.009	0.000	0.000	0.962	0.944
Modal	357	0.009	0.017	0.000	0.978	0.944
Modal	358	0.009	0.000	0.000	0.978	0.944
Modal	359	0.009	0.000	0.000	0.979	0.944
Modal	360	0.009	0.000	0.000	0.979	0.944
Modal	361	0.009	0.002	0.000	0.980	0.944
Modal	362	0.009	0.000	0.000	0.980	0.944
Modal	363	0.009	0.000	0.000	0.981	0.944
Modal	364	0.009	0.000	0.000	0.981	0.944
Modal	365	0.009	0.000	0.000	0.981	0.944
Modal	366	0.009	0.000	0.000	0.981	0.944
Modal	367	0.009	0.000	0.000	0.981	0.944
Modal	368	0.009	0.000	0.000	0.981	0.944

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	369	0.009	0.000	0.000	0.981	0.944
Modal	370	0.009	0.000	0.000	0.981	0.944
Modal	371	0.009	0.003	0.000	0.984	0.944
Modal	372	0.009	0.000	0.000	0.984	0.944
Modal	373	0.008	0.000	0.000	0.984	0.944
Modal	374	0.008	0.000	0.000	0.984	0.944
Modal	375	0.008	0.000	0.000	0.984	0.944
Modal	376	0.008	0.000	0.000	0.985	0.944
Modal	377	0.008	0.001	0.000	0.986	0.944
Modal	378	0.008	0.000	0.000	0.986	0.944
Modal	379	0.008	0.000	0.000	0.986	0.944
Modal	380	0.008	0.000	0.000	0.986	0.944
Modal	381	0.008	0.000	0.000	0.986	0.945
Modal	382	0.008	0.000	0.001	0.986	0.945
Modal	383	0.008	0.001	0.000	0.987	0.945
Modal	384	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	385	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	386	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	387	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	388	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	389	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	390	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	391	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	392	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	393	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	394	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	395	0.008	0.000	0.001	0.987	0.946
Modal	396	0.008	0.000	0.000	0.987	0.946
Modal	397	0.008	0.000	0.000	0.987	0.947
Modal	398	0.007	0.000	0.000	0.987	0.947
Modal	399	0.007	0.000	0.000	0.987	0.947
Modal	400	0.007	0.000	0.000	0.987	0.947
Modal	401	0.007	0.000	0.007	0.987	0.954
Modal	402	0.007	0.000	0.008	0.987	0.961
Modal	403	0.007	0.000	0.000	0.987	0.961
Modal	404	0.007	0.000	0.005	0.987	0.966
Modal	405	0.007	0.000	0.000	0.987	0.966

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	406	0.007	0.000	0.000	0.987	0.966
Modal	407	0.007	0.000	0.000	0.987	0.966
Modal	408	0.007	0.000	0.001	0.987	0.966
Modal	409	0.007	0.000	0.000	0.987	0.966
Modal	410	0.007	0.000	0.000	0.987	0.966
Modal	411	0.007	0.000	0.003	0.987	0.970
Modal	412	0.007	0.000	0.000	0.987	0.970
Modal	413	0.007	0.000	0.000	0.987	0.970
Modal	414	0.007	0.000	0.000	0.987	0.970
Modal	415	0.007	0.000	0.001	0.987	0.971
Modal	416	0.007	0.000	0.001	0.987	0.972
Modal	417	0.007	0.001	0.000	0.988	0.972
Modal	418	0.007	0.000	0.000	0.988	0.972
Modal	419	0.007	0.000	0.008	0.988	0.980
Modal	420	0.007	0.000	0.000	0.988	0.980
Modal	421	0.007	0.000	0.000	0.988	0.980
Modal	422	0.007	0.001	0.000	0.989	0.980
Modal	423	0.007	0.000	0.000	0.989	0.980
Modal	424	0.007	0.000	0.001	0.989	0.981
Modal	425	0.007	0.000	0.000	0.989	0.981
Modal	426	0.007	0.000	0.000	0.989	0.981
Modal	427	0.007	0.000	0.000	0.989	0.981
Modal	428	0.007	0.000	0.000	0.989	0.981
Modal	429	0.007	0.000	0.000	0.989	0.981
Modal	430	0.007	0.003	0.000	0.992	0.981
Modal	431	0.007	0.001	0.000	0.993	0.981
Modal	432	0.007	0.000	0.000	0.993	0.981
Modal	433	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	434	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	435	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	436	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	437	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	438	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	439	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	440	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	441	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	442	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	443	0.007	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	444	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	445	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	446	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	447	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	448	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	449	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	450	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	451	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	452	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	453	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	454	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	455	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	456	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	457	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	458	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	459	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	460	0.006	0.000	0.000	0.994	0.981
Modal	461	0.006	0.000	0.005	0.994	0.985
Modal	462	0.006	0.000	0.000	0.994	0.985
Modal	463	0.006	0.000	0.000	0.994	0.985
Modal	464	0.006	0.000	0.000	0.994	0.985
Modal	465	0.006	0.000	0.005	0.994	0.990
Modal	466	0.006	0.000	0.000	0.994	0.990
Modal	467	0.006	0.000	0.004	0.994	0.994
Modal	468	0.006	0.000	0.000	0.994	0.994
Modal	469	0.006	0.000	0.000	0.994	0.994
Modal	470	0.006	0.000	0.000	0.994	0.994
Modal	471	0.006	0.000	0.000	0.994	0.994
Modal	472	0.006	0.000	0.000	0.994	0.994
Modal	473	0.006	0.000	0.001	0.994	0.995
Modal	474	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	475	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	476	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	477	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	478	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	479	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Modal	480	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	481	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	482	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	483	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	484	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	485	0.006	0.000	0.000	0.994	0.995
Modal	486	0.006	0.001	0.000	0.995	0.995
Modal	487	0.006	0.000	0.000	0.995	0.995
Modal	488	0.006	0.000	0.000	0.995	0.995
Modal	489	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	490	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	491	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	492	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	493	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	494	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	495	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	496	0.006	0.000	0.001	0.995	0.996
Modal	497	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	498	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	499	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996
Modal	500	0.006	0.000	0.000	0.995	0.996

- Verificación del grado o no de irregularidad de la estructura intervenida

Las irregularidades de la estructura son las mismas que aplican para la estructura inicial ya que no afectan la geometría en general de la edificación. De acuerdo a los resultados del análisis de irregularidades se trata de una estructura clasificada como **Regular**.

4.3.5. Cortante basal dinámico y ajuste de resultados

En el siguiente cuadro se observa el resultado del cortante dinámico en cada dirección en comparación con el cortante estático después de realizar el respectivo ajuste de resultados con lo cual se logra que en cada dirección sea mayor al 80%:

Tipo	KN	Porcentaje
Cortante estático	3722.83	
Cortante en X	3123.93	83.9%
Cortante en Y	3333.76	80.5%

4.3.7 Verificación de ausencia de redundancia

De acuerdo a lo estipulado en el Título A.3.3.8.2 de la NSR-10 no se especifica ningún factor de reducción de la resistencia por ausencia de redundancia para sistemas combinados pero manteniendo el mismo criterio considerado en la estructura original se asigna un valor de 0,75.

4.3.8 Coeficiente de capacidad de disipación de energía R

Se aplica lo establecido en Capítulo A.3.3-1 y A.10.4.2.4 sobre el coeficiente de capacidad de disipación de energía R :

$$R = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r R_o =$$

$R_o = 5$ (Sistema combinado muros de concreto y pórticos resistente a momentos (DMO))

$R = 5,0 \times 0,75 = 3,75$ Dicho valor queda contenido en las combinaciones de carga.

4.3.9 Chequeo de derivas de la edificación intervenida

En los siguientes reportes y diagramas obtenidos a partir del software ETABS se chequean las derivas para cada dirección del sismo, una vez la edificación ha sido intervenida, encontrando que ésta se encuentra dentro del límite del 1% correspondiente.

- Sismo en X

Story Response - Maximum Story Drifts

Summary Description

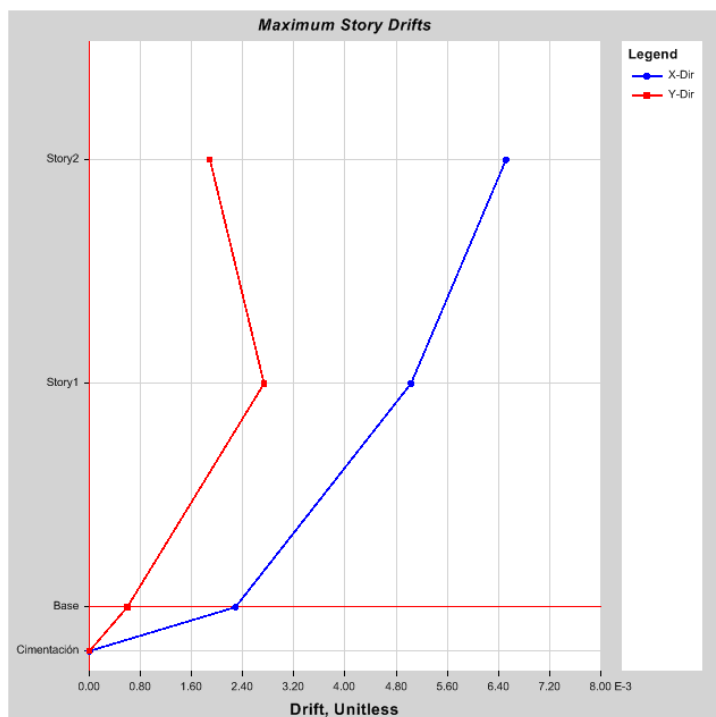
This is story response output for a specified range of stories and a selected load case or load combination.

Input Data

Name	StoryResp1		
Display Type	Max story drifts	Story Range	User Specified
Load Case	Sismo X	Top Story	Story2
Output Type	Not Applicable	Bottom Story	Cimentación

Plot

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
Story2	5.7	Top	0.006521	0.001882
Story1	2.85	Top	0.005035	0.002725
Base	0	Top	0.002289	0.000596
Cimentación	-0.55	Top	0	0

- Sismo en Y

Story Response - Maximum Story Drifts

Summary Description

This is story response output for a specified range of stories and a selected load case or load combination.

Input Data

Name StoryResp1

Display Type Max story drifts

Load Case Sismo Y

Output Type Not Applicable

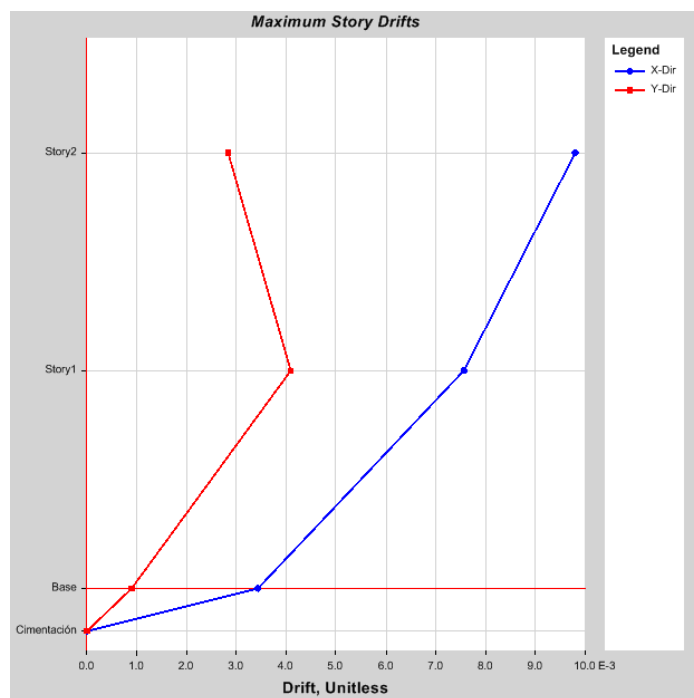
Story Range User Specified

Top Story Story2

Bottom Story Cimentación

Plot

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



Story Response Values

Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
Story2	5.7	Top	0.009791	0.002826
Story1	2.85	Top	0.007561	0.004092
Base	0	Top	0.003437	0.000895
Cimentación	-0.55	Top	0	0

Como se observa ninguna de las derivas del umbral de daño excede un 0.9%

5. ELEMENTOS QUE REQUIEREN REFORZAMIENTO DISEÑO ESTRUCTURAL

De acuerdo a los resultados obtenidos de la vulnerabilidad de la estructura es necesario el diseño y/o reforzamiento de algunos elementos que componen el edificio, como se puede observar en el siguiente cuadro:

Cantidad	Elemento	Diseño	Reforzamiento
18	Columnas	No	Si
28	Vigas	Si	Si
8	Muros Estructurales	Si	No
8	Cimentación	Si	No

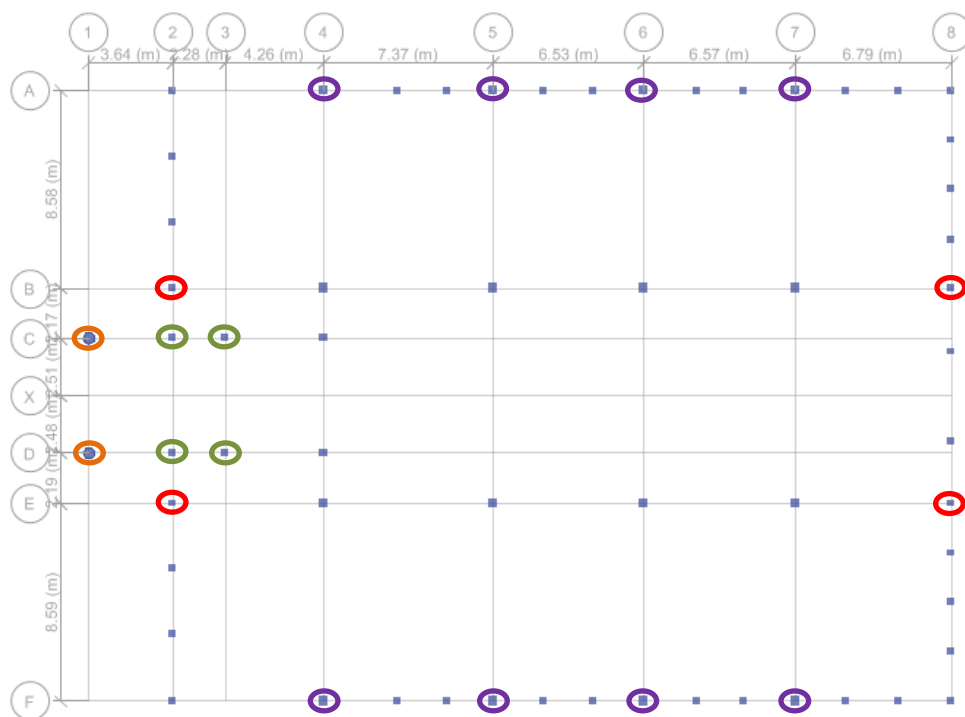
5.1 Columnas que requieren reforzarse

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Con el fin de garantizar que el índice de sobreesfuerzo de las columnas sea menor a 1 y teniendo en cuenta la corrosión presente en el refuerzo longitudinal se presentan cuatro (4) tipos de reforzamiento.

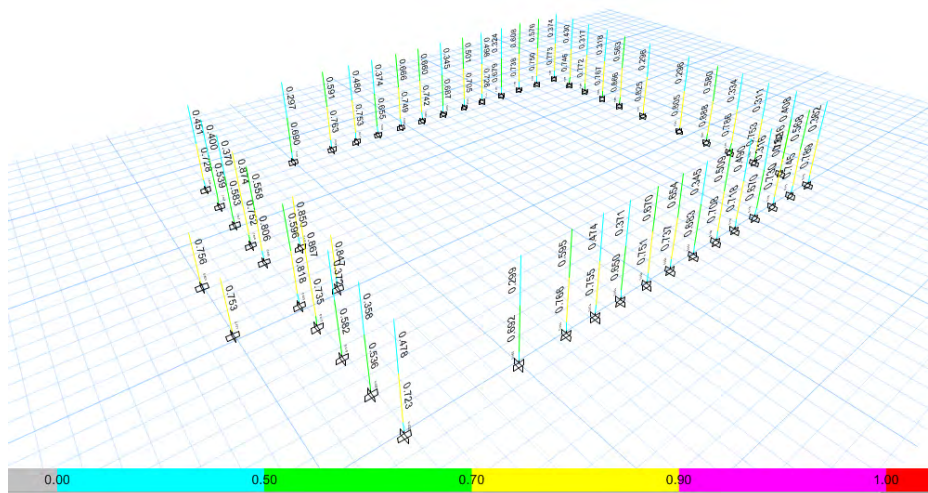
Elemento	Tipo de Reforzamiento	Cant.	Características
Col 30X30	T1 (○)	4	Agregar 2 barras N°4
Col 30X30	T2 (○)	4	Agregar 2 barras N°6
Col 30X30	T3 (○)	8	Recalzar columna a 40X40 y Agregar 6 barras N°4
Col 49 cm	T4 (○)	2	Agregar 4 barras N°5

A continuación se presentan la posición y el tipo de reforzamiento para cada una de las columnas.



De acuerdo a los reforzamientos o modificaciones geométricas de las columnas se presentan los resultados de índices de sobreesfuerzo:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural



Todos los resultados tienen un índice menor a 1.

5.2 Vigas que requieren reforzarse o diseñarse

El diseño del reforzamiento estructural en vigas se realiza a partir de los resultados obtenidos en el software ETABS 16 y de los cuales se presentaron los resultados anteriormente. El reforzamiento realizado se presenta en el siguiente cuadro:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

LEVEL	VIGA	SECTION	Refuerzo Solicitado			INDICE SOBRE ESFUERZO ANTES DE REFORZAMIENTO			REFORZAMIENTO PLANTEADO						INDICE SOBRE ESFUERZO DESPUÉS DE REFORZAMIENTO		
									Area Faltante (mm²)			Varillas a Colocar					
			M- (mm²)	M+ (mm²)	M- (mm²)	M-	M+	M-	M-	M+	M-	M-	M+	M-	M-	M+	M-
Story 1	B2	35X25	521	256	524	1.31	0.64	1.32	123	0	126	1#4		1#4	0.99	0.64	0.99
Story 1	B3	35X25	442	250	298	1.11	0.63	0.75	44	0	0	1#3			0.94	0.63	0.75
Story 1	B4	35X25	376	444	461	0.94	1.12	1.16	0	46	63		1#3	1#3	0.94	0.95	0.98
Story 1	B6	35X25	441	264	366	1.11	0.66	0.92	43	0	0	1#3			0.94	0.66	0.92
Story 1	B9	35X25	332	408	463	0.83	1.03	1.16	0	10	65		1#3	1#3	0.83	0.87	0.99
Story 1	B11	35X25	454	416	336	1.14	1.05	0.84	56	18	0	1#3		1#3	0.97	0.89	0.84
Story 1	B14	35X25	355	416	427	0.89	1.05	1.07	0	18	29		1#3	1#3	0.89	0.89	0.91
Story 1	B40	35X25	446	284	270	1.12	0.71	0.68	48	0	0	1#3			0.95	0.71	0.68
Story 1	B53	35X25	445	284	269	1.12	0.71	0.68	47	0	0	1#3			0.95	0.71	0.68
Story 1	B82	35X25	523	257	523	1.31	0.65	1.31	125	0	125	1#4		1#4	0.99	0.65	0.99
Story 1	B83	35X25	446	250	296	1.12	0.63	0.74	48	0	0	1#3			0.95	0.63	0.74
Story 1	B84	35X25	380	448	456	0.95	1.13	1.15	0	50	58		1#3	1#3	0.95	0.96	0.97
Story 1	B86	35X25	446	438	362	1.12	1.10	0.91	48	40	0	1#3		1#3	0.95	0.93	0.91
Story 1	B89	35X25	337	398	456	0.85	1.00	1.15	0	0	58			1#3	0.85	1.00	0.97
Story 1	B91	35X25	461	411	331	1.16	1.03	0.83	63	13	0	1#3		1#3	0.98	0.88	0.83
Story 1	B94	35X25	361	423	420	0.91	1.06	1.06	0	25	22			1#3	0.91	0.90	0.90

Nota: El refuerzo adicional corresponden a la columna “varillas a colocar” allí se determina si es en la parte superior o inferior de la viga que debe colocarse, y posteriormente se revisa el índice de sobre esfuerzo en las vigas incluyendo el acero de reforzamiento.

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Como se indicó en capítulos anteriores de este mismo documento algunas vigas presentaban inconvenientes por torsión y se observaban de color rojo. Con las modificaciones planteadas y reforzamientos todas las vigas dejan de tener dichos problemas como se puede observar a continuación:

Base

152 37 144	73 66 71	253 128 250	103 25 100	51 43 49	250 145 250	337 105 371	250 97 241	225 130 181	180 80 80	230 85 183	171 68 173	230 130 230	229 180 185	180 58 180	229 117 227	230 111 214	180 65 181	250 75 185
						209 241 230	182 116 135	130 110 140	180 87 84	130 110 131	130 84 130	130 130 180	130 130 180	130 57 80	180 130 181	180 130 130	179 65 180	180 130 180
252 127 250	103 25 100	51 43 49	250 145 250	219 158 240	250 135 250	250 66 250	250 72 250	250 72 250	250 72 250	250 75 250	250 75 250	250 75 250	250 72 250	250 72 250	250 72 250	250 72 250	250 72 250	250 72 250
						128 112 137	144 109 144	144 109 144	144 109 144	145 114 141	145 114 141	145 114 141	142 111 139	142 111 139	142 111 139	142 111 139	142 111 139	142 111 139
250 145 250	103 25 100	51 43 49	250 145 250	219 158 240	250 135 250	250 68 250	250 73 250	250 73 250	250 73 250	250 74 250	250 74 250	250 74 250	250 71 250	250 71 250	250 71 250	250 71 250	250 71 250	250 71 250
						127 114 140	142 109 145	142 109 145	142 109 145	144 113 143	144 113 143	144 113 143	141 110 140	141 110 140	141 110 140	141 110 140	141 110 140	141 110 140
130 44 147	78 78 78	71 60 69	68 61 59	222 69 217	119 131 117	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217
						222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217	222 69 217
336 105 372	250 96 242	234 130 180	180 87 84	130 110 131	130 84 130	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242	250 96 242
						208 241 230	182 116 136	130 110 140	180 87 84	130 110 131	130 84 130	130 130 180	130 130 180	130 57 80	180 130 181	180 130 130	179 65 180	180 130 180

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Story 1

[illegible]

Story 2

[illegible]

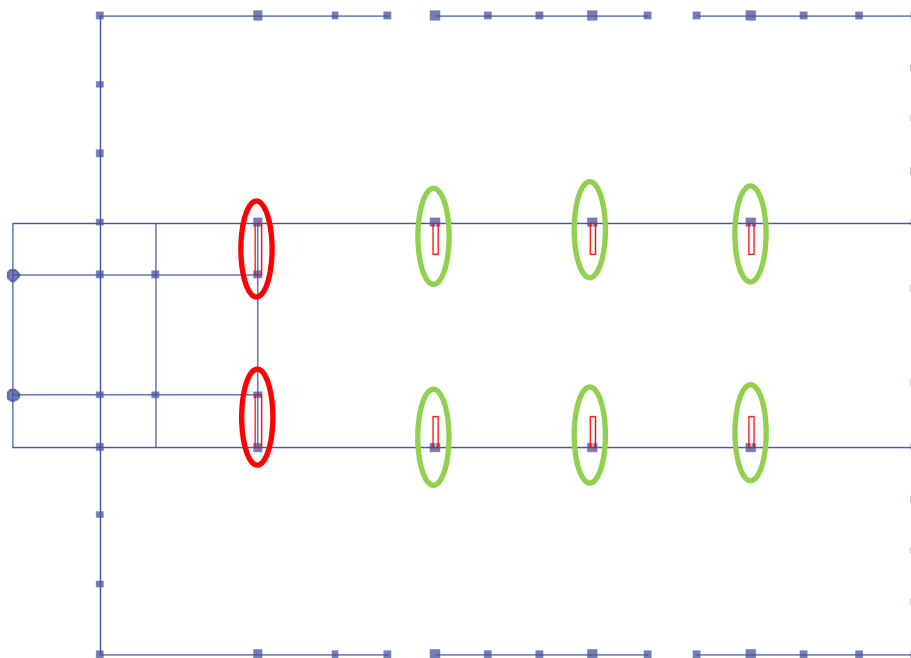
Las vigas a diseñar corresponden a las centrales del “story 2” y las cuales se señalan en la imagen anterior. Dicho diseño se realizó con la ayuda del software ETABS V.16 y con los requisitos establecidos en el título C. de la NSR-10.

De acuerdo a la dirección de las vigas (Horizontal o Vertical) se plantearon dos vigas tipo. Las verticales (**VG-1**, Cant. 4) tienen 3 barras N°5 en la parte superior y en la parte inferior 2 N°5 en toda su longitud y los estribos en la zona confinada tienen un espaciamiento de 8,5 cm y en la zona no confinada de 17 cm.

Las vigas horizontales (**VG-2**, Cant. 2) tienen 2 barras N°5 en la parte superior e inferior en toda su longitud y los estribos N°3 una separación de 7,5 cm en la zona confinada y 15 cm en la no confinada.

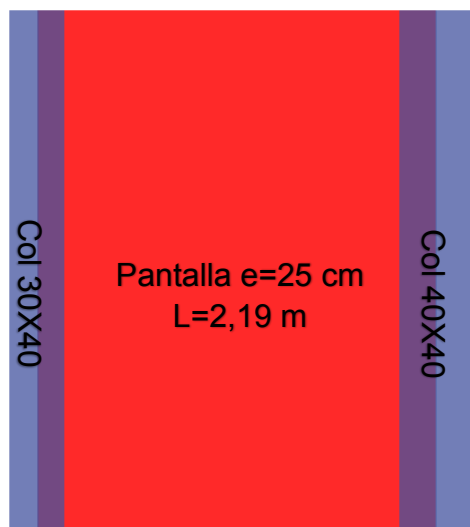
5.3 Diseño de pantallas

Como se planteo es necesario el diseño de 8 pantallas de concreto ubicados en la parte central de la edificación con el fin de disminuir los desplazamientos en sentido Y producidos por el sismo.

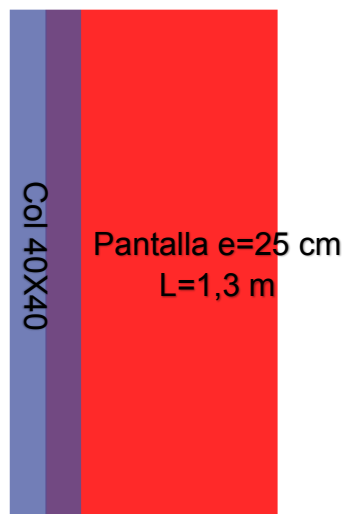


Gracias a la ubicación de las pantallas se diseñan dos (2) tipos de pantallas aprovechando las columnas como elementos de borde.

Pantalla T1 (Rojo)



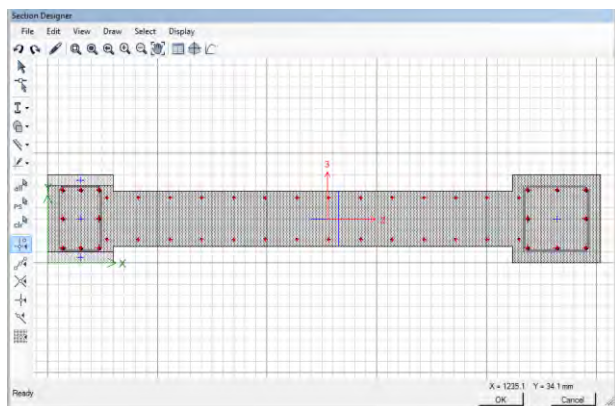
Pantalla T2 (Verde)



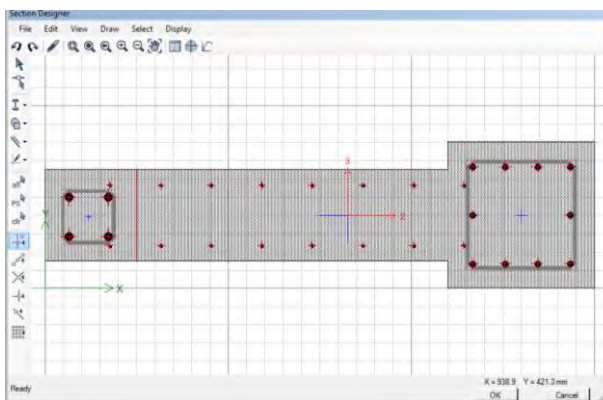
El diseño de las pantallas se realiza con la ayuda del software ETABS utilizando la sección “Shear Wall Design”. El procedimiento consistió en dibujar las dimensiones y refuerzo de cada pantalla y posteriormente revisar si cumplía para las solicitaciones de la estructura, así:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Pantalla 1



Pantalla 2



El mayor índice demanda/capacidad obtenido para las pantallas fue de 0,87 por lo que todas las demás se encuentran en el rango adecuado de diseño.

Las columnas de las pantallas se deben recalzar y agregar refuerzo longitudinalmente de la siguiente forma:

En la **pantalla T1** las columnas pasan de 30X30 a 30X40 y 40X40, y se adicionan 2 barras N°6 en cada una de ellas.

En la **pantalla T2** la columna pasa de 30X30 a 40X40 y se adicionan 2 barras N°6. En el otro extremo se coloca un elemento de borde de 25X25 con 4 barras N°7 confinadas con sus respectivos flejes N°3.

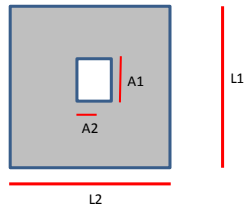
5.4 Chequeo y diseño de cimentación

Debido a que algunas columnas fueron recalzadas y a la adición de nuevos elementos en la edificación, es necesario revisar las zapatas concéntricas de las columnas centrales; por otro lado debido al diseño de pantallas es necesario modificarlas por zapatas excéntricas (caso de pantalla T2) en algunos casos y en otros por una zapata combinada (caso de pantalla T1).

A continuación se presenta el chequeo para la cimentación de las columnas de 40x40, las cuales fueron recalzadas:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

DISEÑO DE ZAPATAS CONCENTRICAS



		Sección Columna				Zapata								
Columna	Tipo	f'c	A1 (m)	A2 (m)	Pu (KN)	Quit Suelo	L1 (m)	L2 (m)	H (m)	Recub. (m)	Area Zap	d	Chequeo 1	Q.neta Col
	Concentrica	21	0.4	0.4	323	243	1.6	1.6	0.3	0.075	2.56	0.225	OK	126.171875

Esfuerzo Cortante					Cortante Unidireccional					Aplastamiento			Diseño					
V (d/2)	Fi Vc 1	Fi Vc 2	Fi Vc 3	Chequeo 2	Vd 1	Vd 2	Fi Vc 1	Fi Vc 2	Chequeo 3	A1	Pu	Chequeo 4	Mn 1	Mn 2	P 1	p2	As 1 (cm²)	As 2 (cm²)
321.98	1565.95	898.59	637.98	Ok	27.25	27.25	210.34	210.34	OK	0.16	1856.4	OK	36.34	36.34	0.00120	0.00120	7.20	7.20

La cimentación de las columnas centrales no requiere ningún tipo de modificación en la geometría ni adición de refuerzo.

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

Para el diseño de la cimentación de las pantallas T1 se plantea una cimentación combinada como se presenta:

DISEÑO DE ZAPATAS COMBINADAS

Características de Columnas			
	Columna 1	Columna 2	
h	0.4	0.4	m
b	0.3	0.4	m
f'c	21	21	Mpa
fy	420	420	Mpa
P servicio	283	339	KN
Pu	376	445	KN

Dimensiones de Zapata		
L1	0.8	m
L2	2.19	m
H zapata	0.4	m
Recubrim.	0.075	m
d zapata	0.325	m
Qadm	81	KN/m2

Revisión de la presión de contacto		
Columna 1		
Pu max	1499.4	KN
CUMPLE		
Columna 2		
Pu max	1999.2	KN
CUMPLE		

Longitud de zapata		
Resultante Pu	821.00	KN
Cg	1.19	m
L zap sugerido	3.97	m
L zap final	4.00	m

Ancho de zapata		
Result Servicio	622.00	KN
Area de Zapata	7.68	m2
B zap Sugerido	1.93	m
B zap final	1.60	m

Armadura longitudinal		
Wu	205.25	KN/m
1. Momentos de Diseño		
M Col 1	65.68	KN/m
M Luz	43.60	KN/m
M Col 2	94.04	KN/m
p1	0.0010	
p2	0.0007	
p3	0.0015	
As1	1716.000	mm2
As2	1716.000	mm2
As3	1716.000	mm2

Altura de Cimiento		
1. Refuerzo a Corte		
Vu (d)	213.93	KN
Fi Vc	303.82	KN
CUMPLE		
2. Momento promedio		
Mu	68.82	KN.m
a	0.042	
p	0.0011	OK

Armadura Transversal		
Ancho vig 1	0.95	m
qt 1	235.00	KN/m
Vu (borde) 1	141.00	KN
Fi Vc	180.40	KN
CUMPLE		
M (Borde) 1	106.04	KN.m
p	0.00289	
As	893.72	mm2
Ancho vig 2	1.05	m
qt 1	278.13	KN/m
Vu (borde) 1	166.88	KN
Fi Vc	199.39	KN
CUMPLE		
M (Borde) 1	153.32	KN.m
p	0.003830	
As	1307.07	mm2

Las cargas P servicio y Pu se obtuvieron a partir del modelo tridimensional de ETABS para los casos más desfavorables.

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

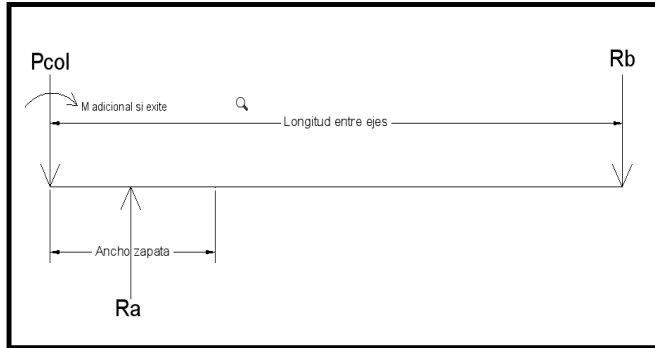
De acuerdo al diseño anteriormente presentado se tiene una zapata combinada con las siguientes dimensiones: Largo=4,0m, Ancho=1,6m y un espesor de 0,4m. El refuerzo longitudinal de la zapata combinada es de 9 barras N°5 cada 20 cm y el transversal barras N°4 y N°5 cada 20 y 15 cm respectivamente.

Para el diseño de la cimentación de las pantallas T2 se plantea una zapata excéntrica aprovechando las columnas perimetrales como contrapeso. Las cargas resultantes y momentos se obtuvieron a partir de los resultados de ETABS.

A continuación se presenta el diseño y revisión para los casos más extremos que pueden presentar:

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

DISEÑO DE ZAPATAS EXCÉNTRICAS



	CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Tipo de carga	Cargas en servicio	Cargas en RU	Cargas en servicio	Cargas en RU	Cargas en servicio	Cargas en RU	Cargas en servicio	Cargas en RU
Tamaño del pedestal y/o columna en el sentido de la viga (m)	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Tamaño del pedestal y/o columna en el sentido perpendicular (m)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Carga Axial en columna (KN) (+ sentido de la gravedad)	316.0	432.0	86.3	104.0	143.0	225.0	282.0	406.3
Momento adicional (KN.m) (+en sentido horario)	139.0	166.0	32.0	22.0	-177.8	250.0	147.0	209.6
Longitud entre ejes (m)	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25
Factor de seguridad		3		3		3		3
Capacidad de carga admisible y/o última según el caso (KN/m2)	81	243	81	243	81	243	81	243
Ancho de la zapata descentrada (supuesta) b	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
Altura de la zapata	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Reacción sobre zapata excéntrica (KN) (R_a)	342.6	471.4	94.3	115.7	184.7	225.4	303.0	436.8
Longitud zapata excéntrica (m)	1.9	1.6	0.5	1.6	1.0	1.6	1.7	1.6
Presión sobre el suelo bajo zapata aislada (KN/m2)	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Reacción mínima requerida en zapata interior (KN) (R_b)	26.6	39.4	8.0	11.7	41.7	0.4	21.0	30.5
Longitud a cortante cero	2.46	2.48	2.48	2.54	3.18	2.25	2.43	2.43
Momento en la viga a cara de la columna (KN.m)	-239.6	-352.6	-71.6	-103.6	-358.7	-13.6	-190.0	-276.0
Momento en la viga a cara de la zapata (KN.m)	-186.5	-275.7	-56.1	-81.8	-291.8	-2.7	-146.7	-213.2
Momento en el apoyo interior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cortante en la cara de la columna (diseño viga-zapata) (KN)	186.6	253.9	50.7	60.3	73.2	139.9	167.6	241.3
Cortante en 1D para la zapata en sentido perpendicular	171.3	235.7	47.2	57.8	92.3	112.7	151.5	218.4
Cortante en 1D a d/2 de la cara de la columna (KN)	-10.9	-58.9	-135.1	-14.5	-89.9	-28.2	-30.8	-54.6
Momento de diseño para flexión en la zapata (perpendicular a la zapata) (KN.m)	60.5	67.1	1.6	16.5	13.3	32.1	45.4	62.2

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

F _c	21.0	MPa
F _y	420.0	MPa
F _i flexión	0.9	
F _i Cortante	0.75	
F _i cortante sismo	0.75	

Elemento	Tipo	VKN (análisis)	MKN.m (análisis)	M _{or} (KN.m)	BASE (m)	h (m)	D (m)	m	K	Recubrimiento	P mínimo	P (análisis y agrietamiento)	AS (cm ² /m)	F _{ivc}	V _s (KN)	Límite V _s (KN)	Chequeo límite cortante	S N° 3 (cm)
		KN	KN.m															
Viga cimentación C1	Acero negativo	-58.9	-352.6	56.3	0.40	0.50	0.43	23.53	4879.82	0.075	0.0033	0.0159	27.0	99.33	OK	386	OK	Concreto suficiente
Zapata de Col C1	Acero positivo	-58.9	67.1	114.0	2.25	0.30	0.23	23.53	1000.81	0.075	0.0020	0.0027	13.8	295.79	OK	1148	OK	Concreto suficiente
Viga cimentación C2	Acero negativo	-14.5	-103.6	56.3	0.40	0.50	0.43	23.53	1433.22	0.075	0.0033	0.0040	6.8	99.33	OK	386	OK	Concreto suficiente
Zapata de Col C2	Acero positivo	-14.5	16.5	114.0	2.25	0.30	0.23	23.53	1000.81	0.075	0.0020	0.0027	13.8	295.79	OK	1148	OK	Concreto suficiente
Viga cimentación C3	Acero negativo	-28.2	-13.6	56.3	0.40	0.50	0.43	23.53	779.18	0.08	0.0033	0.0021	5.6	99.33	OK	386	OK	Concreto suficiente
Zapata de Col C3	Acero positivo	-28.2	32.1	114.0	2.25	0.30	0.23	23.53	1000.81	0.075	0.0020	0.0027	13.8	295.79	OK	1148	OK	Concreto suficiente
Viga cimentación C4	Acero negativo	-54.6	-276.0	56.3	0.40	0.50	0.43	23.53	3820.12	0.08	0.0033	0.0117	19.9	99.33	OK	386	OK	Concreto suficiente
Zapata de Col C4	Acero positivo	-54.6	62.2	114.0	2.25	0.30	0.23	23.53	1000.81	0.075	0.0020	0.0027	13.8	295.79	OK	1148	OK	Concreto suficiente

Estudio de Vulnerabilidad Estructural y Reforzamiento Estructural

El diseño de la zapata excéntrica con viga de enlace es el siguiente:

Las dimensiones de la zapata son: **Largo**=2,7m, **Ancho**=1,6m, **espesor**=0,3m, y de la viga de enlace: 40X50 cm.

El refuerzo longitudinal de la zapata son 8 barras N°4 cada 20 cm y el transversal 20 barras N°3 cada 14 cm únicamente en parte inferior.

El refuerzo de la viga son 5 barras N°8 y 1N°5 en la parte superior, en la parte inferior 4 barras N°4, los estribos N°3 tienen una separación de 10 cm en la zona confinada y de 20 cm en la no confinada.