Medellín, agosto 01 de 2023.

Señores:
DESUR
Ing. Sergio Ríos
Arq. Valentina Chacón

Cordial Saludo

El presente oficio se realiza con el fin de dar veracidad en la revisión de los diseños del proyecto Paraíso IV localizado en el municipio de Envigado, en el alto de las palmas, ubicado en la vereda las palmas, este diseño cumple con los requisitos exigidos en la NSR-10, en cuanto a derivas, deflexiones en los elementos y condiciones de sobre esfuerzos de todos los elementos estructurales y no estructurales bajo las cargas entregadas para la construcción de este proyecto (carga muerta, carga viva, carga sísmica y demás cargas requeridas por el código NSR-10).

Atentamente



Julio Garcés Lengua
M.P 05202227120ANT
Especialista en Estructuras – Universidad Nacional
Maestría en Ingeniería – Universidad EAFIT

1. REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL PROYECTO CDI EL DORADO

1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo solicitado por el cliente, se elaboró un informe para la revisión de los diseños estructurales del proyecto Paraíso IV, localizado en el alto de las palmas, ubicado en la vereda las palmas, municipio de Envigado. Este informe constituye un resumen de los resultados y características del diseño estructural, conforme a los requerimientos de la resolución 0017 de 2017 y a la NSR-10.

Se proyecta la ejecución de unas unidades de casas residenciales de tres niveles, el sistema estructural está compuesto de mampostería y se pretende conformar un conjunto de 72 unidades de vivienda con dos tipologías.

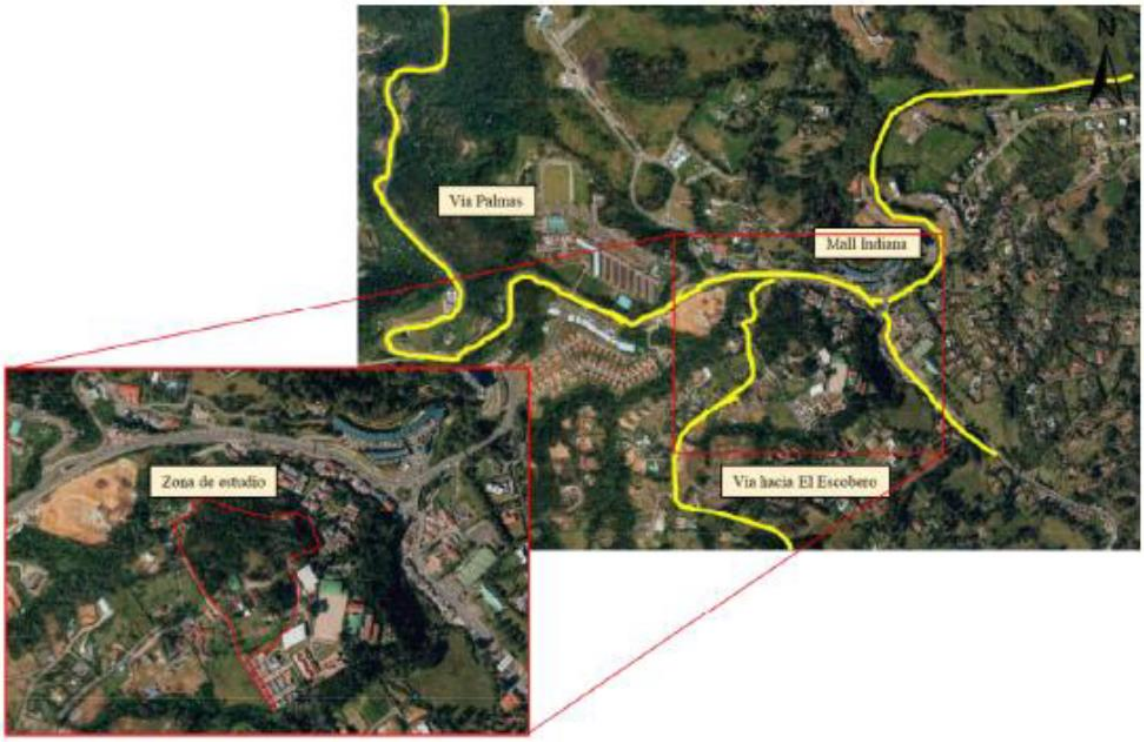


Figura 1-1: Ubicación en planta. Localización.

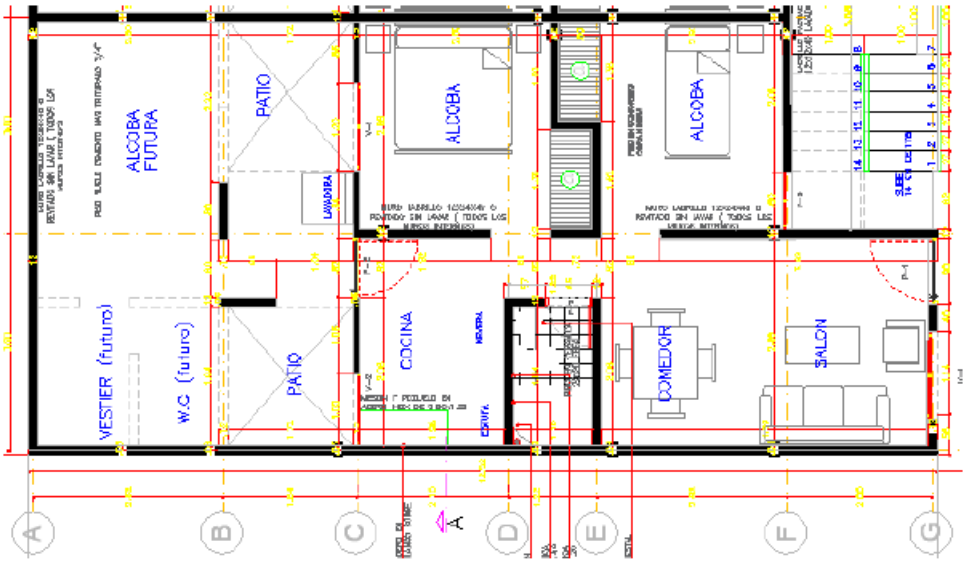


Figura 1-2: Planta Nivel 1 arquitectónica. Nivel +0.00.

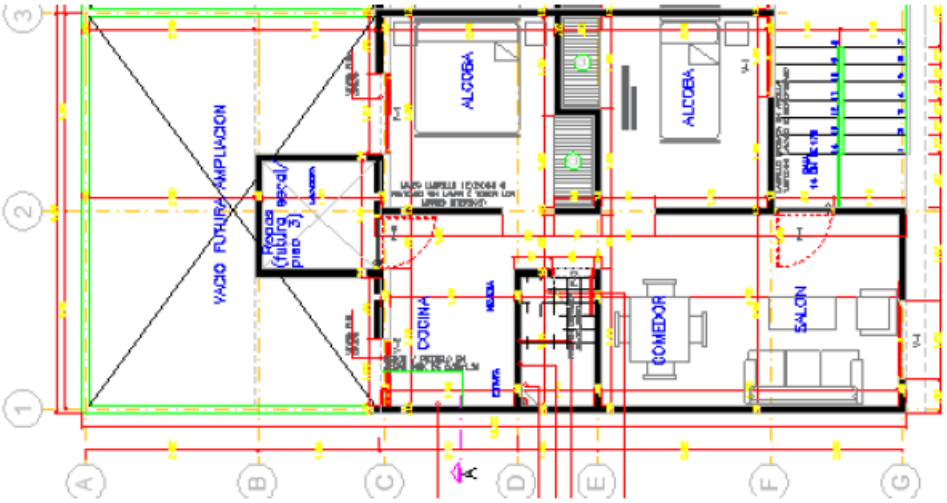


Figura 1-3: Planta Nivel 2, arquitectónica. Nivel +2.20.

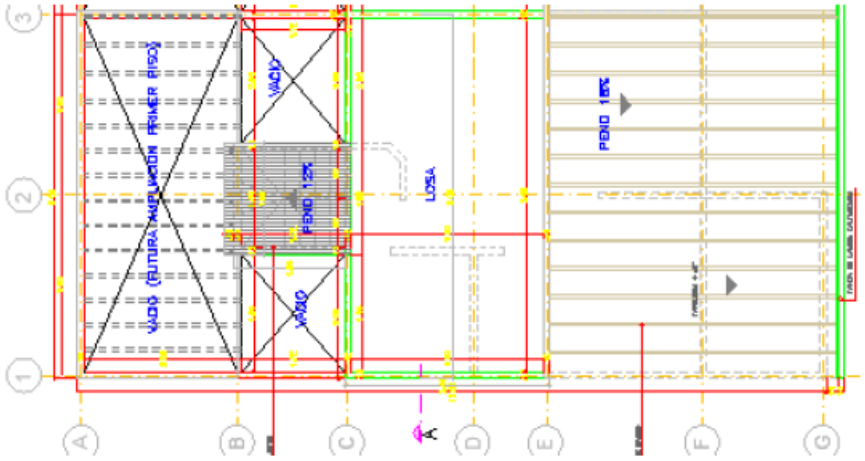


Figura 1-4: Planta Nivel 3, arquitectónica. Nivel +4.40.



Figura 1-5: Planta Nivel 1 arquitectónica. Nivel +0.00. Modulo doble

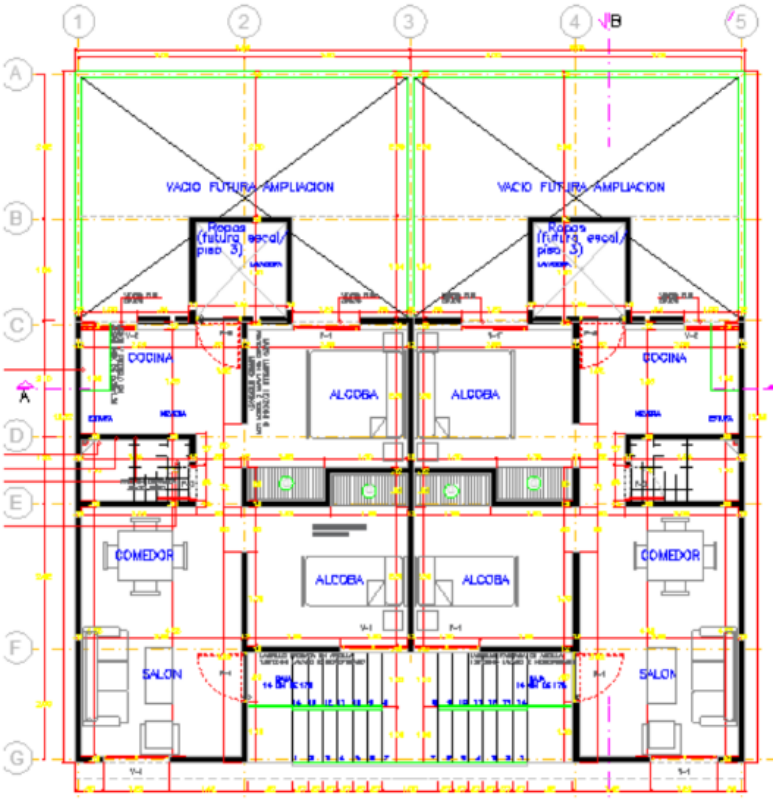


Figura 1-6: Planta Nivel 2 arquitectónica. Nivel +2.20. Modulo doble

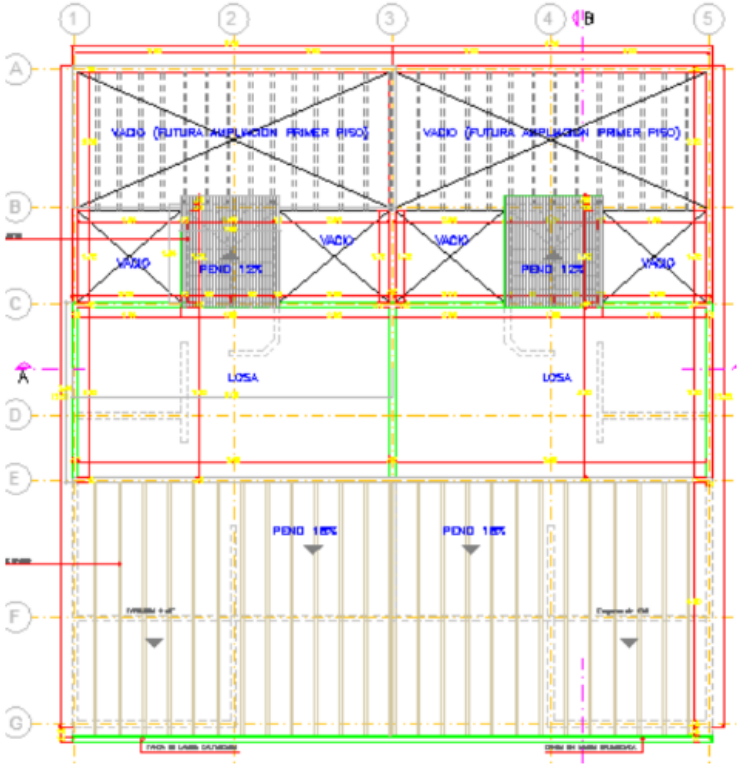


Figura 1-7: Planta Nivel 3 arquitectónica. Nivel +4.40. Modulo doble

Construcción y Diseño de Estructuras Metálicas.
Tel: 574-5898324. info@obracero.com, gerencia@obracero.com.
Cra. 50 D # 65 – 74 Medellín – Antioquia - Colombia

Debido a la configuración arquitectónica del edificio, que incluye luces menores, se conforma el sistema estructural de muros de carga en mampostería parcialmente reforzada con capacidad de disipación moderada (DMO), de acuerdo con las indicaciones de la NSR-10, capítulo A.3.2.

Los elementos de mampostería estructural en mampostería de arcilla de 12cm con una resistencia a la compresión **f'm=11.53 MPa.** Con mortero **tipo M. f'cu=24 MPa , f'cp=17.5 MPa, f'cr=12.5MPa.**

Para el diseño por capacidad de los elementos estructurales de este proyecto, se siguieron las combinaciones de cargas mayoradas usando el método de resistencia, según las hipótesis de solicitaciones del artículo B.2.4, de la norma NSR-10.

Los parámetros de capacidad utilizados en el sistema de fundaciones están en concordancia con el informe geotécnico IF-2022-10-E-P-V1. VIS Paraiso IV de julio del 2022, el cual fue elaborado por la empresa Suelo ambiente y obras S.A.S, en dicho informe se presentó la evaluación de cimentaciones profundas como pilas máximo a 5m de profundidad.

El refuerzo de los elementos de concreto consiste en varillas corrugadas de acero con diámetros desde 4mm hasta 1 ¼" y las siguientes resistencias a tensión (fy):

- *Varillas de refuerzo con ϕ = 3/8" a 1 ¼":* 4200 kgf/cm2
- *Malla electro-soldada con ϕ = 4mm a 8mm:* 4900 kgf/cm2

El acero de refuerzo utilizado debe cumplir con la norma NTC2289 (ASTM A706M), debe ser refuerzo corrugado con módulo de elasticidad de 2 000 000 kgf/cm².

1.2. OBJETO

Se realiza la revisión a los diseños estructurales para determinar la idoneidad de los procedimientos empleados y el cumplimiento de los requisitos de diseño y de las recomendaciones dadas en el estudio de suelos de acuerdo con los requerimientos del **REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR – 10.**

Según resolución 0017 de 2017, numeral 3.6.2, se menciona los pasos que debe contener el memorial de revisión, los cuales se mencionan a continuación y van a ser parte integra de este informe.

El revisor debe estudiar y emitir concepto sobre el cumplimiento del Reglamento NSR-10 con respecto
a lo siguiente:
1. Avalúo de cargas utilizado.
2. Definición de los parámetros de diseño sísmico.
3. Procedimiento de análisis estructural empleado.
4. Verificación de las derivas y deflexiones verticales de la estructura.
5. Procedimientos de diseño de los miembros estructurales.
6. Procedimientos de diseño de la resistencia al fuego de los elementos estructurales.
7. Revisión de los planos estructurales.
8. Contenido de las especificaciones y recomendaciones de construcción.
9. Revisión del seguimiento de las recomendaciones del estudio geotécnico.

Siendo así a continuación se presenta el análisis de cada uno de estos puntos.

1.2.1. AVALÚO DE CARGAS UTILIZADAS

El avalúo de cargas realizado para carga viva y carga muerta, es apropiado para ser empleado en la modelación de la estructura y está de acuerdo con las cargas estipuladas en el titulo B de la NSR – 10. A continuación se presenta un resumen de las cargas implementadas.

Peso propio de los elementos estructurales:

Todos los elementos de concreto reforzado: 2400 kgf/m3

Cargas adicionales al peso propio de los elementos estructurales (gravitacionales):

Carga viva residencial: 180 kgf/m2
Carga viva balcones: 500 kgf/m²
Carga viva de corredores y escaleras: 300 kgf/m2
Carga viva de cubierta: 50 kgf/m2
Cargas de acabados y redes: 190 kgf/m2 (total)
- Acabado de piso: 160 kgf/m2 (5cm: 4cm de mortero y 1cm revestimiento)
- Particiones: 30 kgf/m2

Tabla 4 residencial

Caso de carga	Magnitud
D-ACABADOS	1.60 kN/m²
D-REDES	0.30 kN/m²
L-USO	1.80 kN/m²

Tabla 5 terraza

Caso de carga	Magnitud
D-ACABADOS	1.60 kN/m²
D-REDES	0.30 kN/m²
L-USO	5.00 kN/m²
G-GRANIZO	1.00 kN/m²

Tabla 6 Escaleras

Caso de carga	Magnitud
D-REDES	0.30 kN/m²
D-ACABADOS	1.60 kN/m²
L-USO	3.00 kN/m²

COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de carga con las cuales se obtiene la envolvente máxima de esfuerzos en los miembros estructurales, para este caso se tomaron las siguientes, como lo recomienda el Código NSR-10 en el Capítulo B.2.4 - COMBINACIONES DE CARGAS MAYORADAS USANDO EL MÉTODO DE RESISTENCIA

Para el diseño de los elementos estructurales de acero:

1.4D (B.2.4-1)

$$1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad \text{(B.2.4-2)}$$

$$1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) + (1.0L \text{ ó } 0.5W) \quad \text{(B.2.4-3)}$$

$$1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad \text{(B.2.4-4)}$$

$$1.2D + 1.0E + 1.0L \quad \text{(B.2.4-5)}$$

$$0.9D + 1.0W \quad \text{(B.2.4-6)}$$

$$0.9D + 1.0E \quad \text{(B.2.4-7)}$$

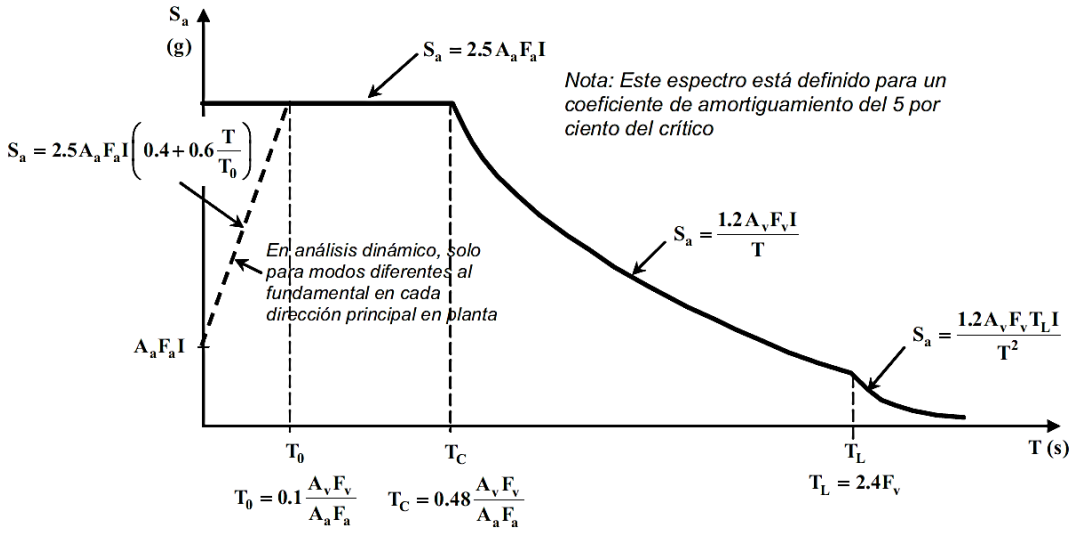
En donde:

D: Carga muerta, la cual incluye el peso propio de los elementos
L: Carga Viva
Lr: Carga viva de Cubierta
W: Carga de Viento
Ex: Sismo en la dirección X
Ey: Sismo en la dirección Y

Los efectos ortogonales están incluidos dentro de las combinaciones de sismo.

1.2.2. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO.

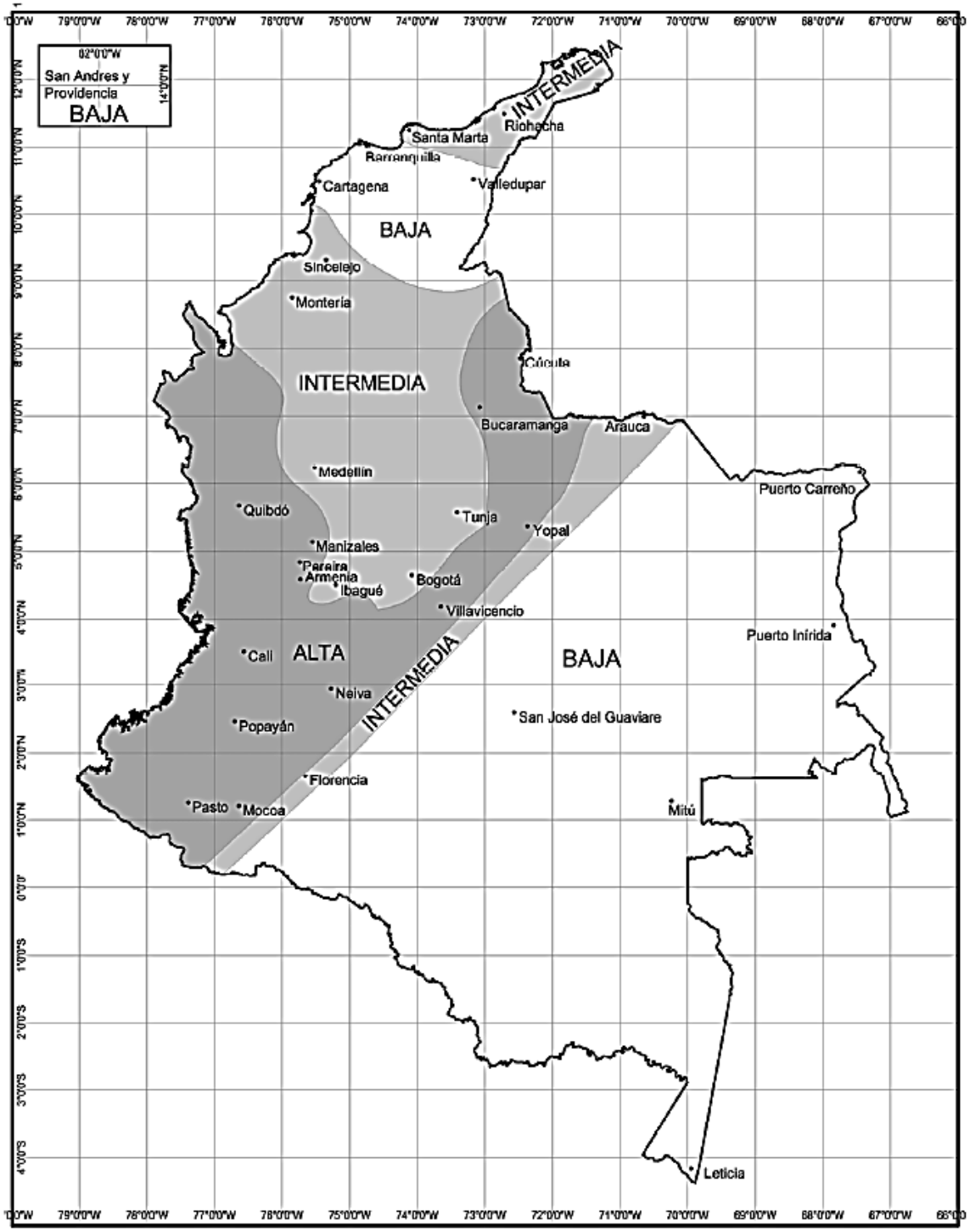
Figura 1-1: Espectro de diseño



Fuente. Norma NSR-10

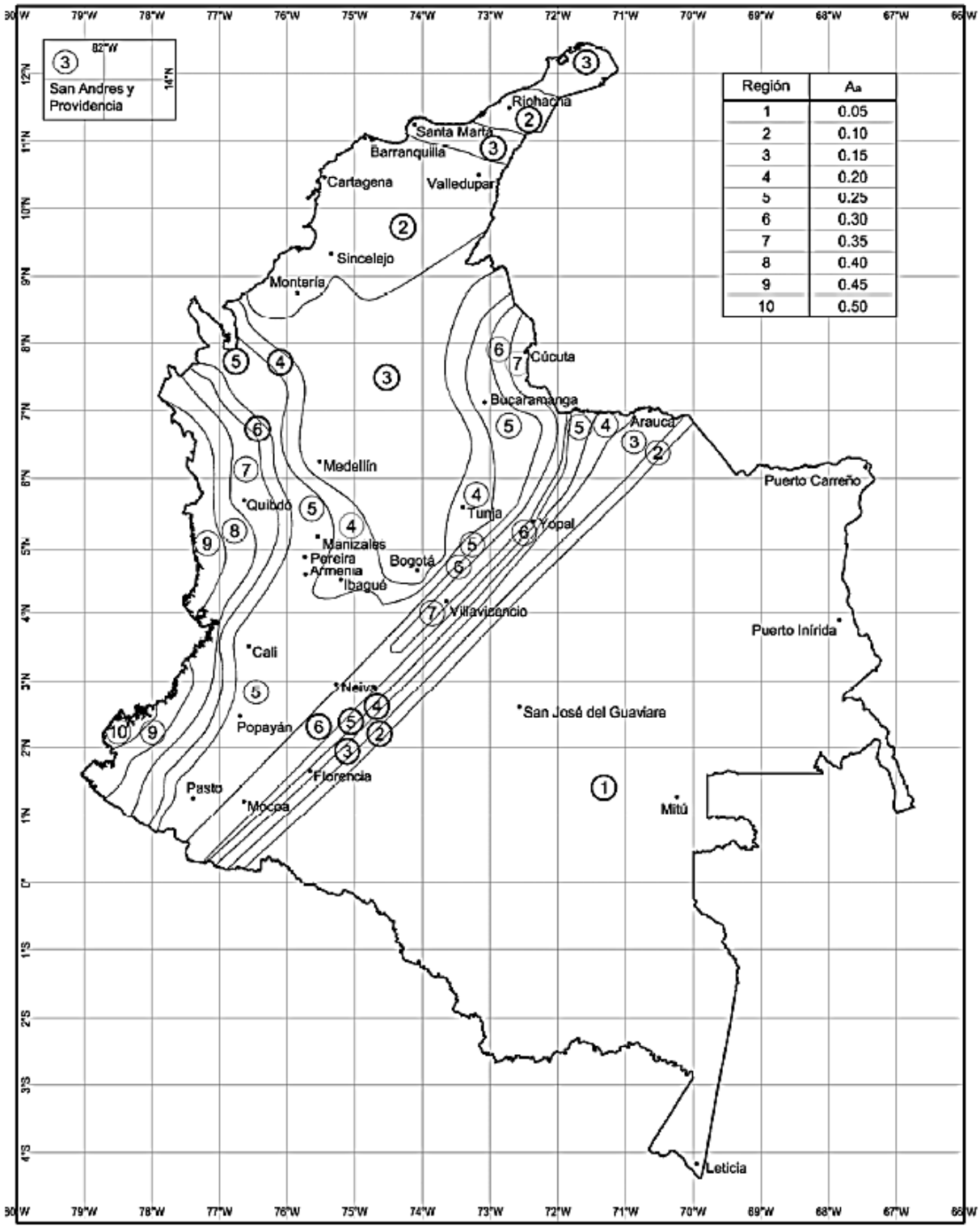
Zona de amenaza sísmica

Figura 1-2: Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av.



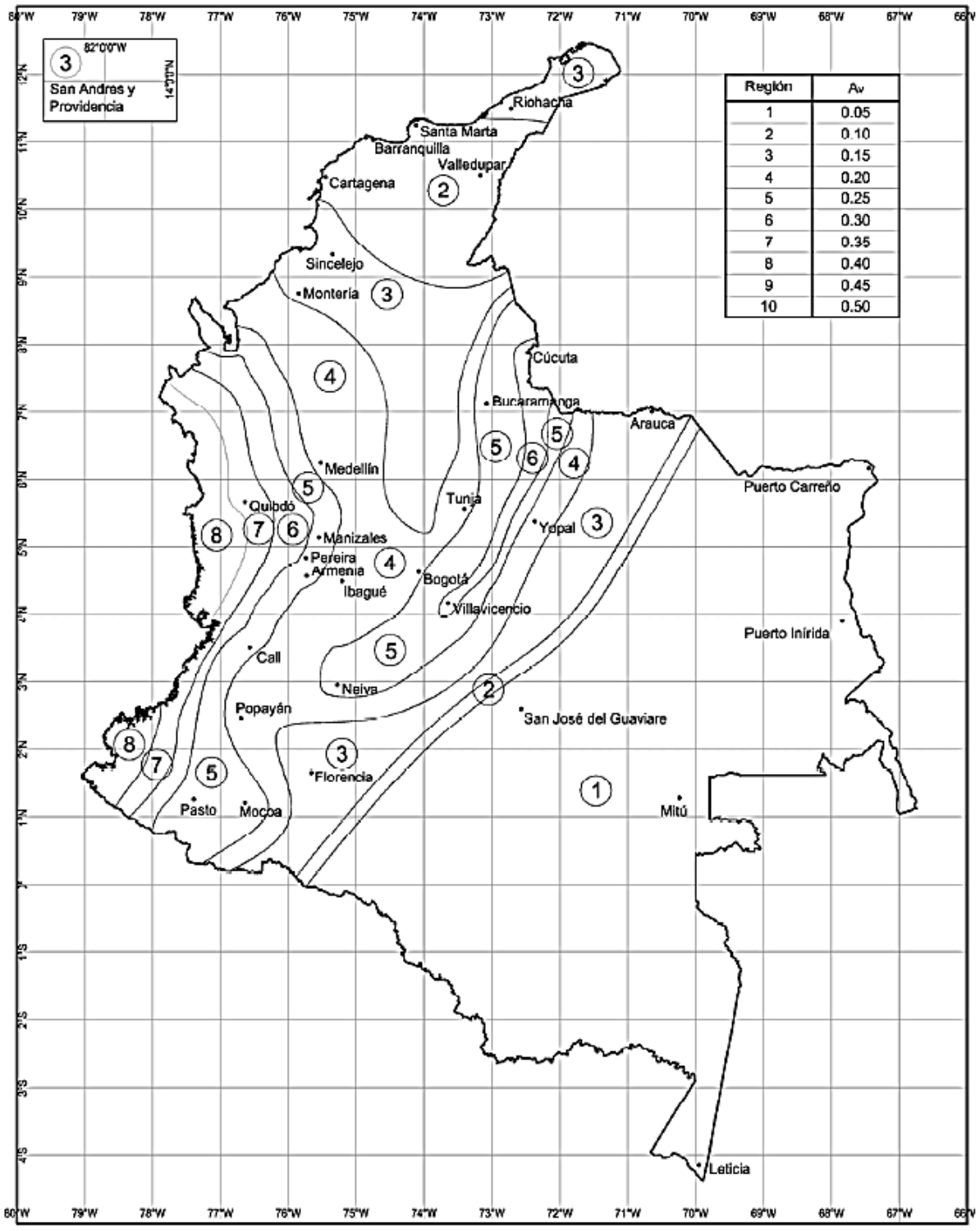
Fuente. Norma NSR-10

Figura 1-3: Mapa de valores de Aa.



Fuente. Norma NSR-10

Figura 1-4: Mapa de valores de Av.



Fuente. Norma NSR-10

Tomando el espectro a utilizar en la Norma NSR-10, y sabiendo que Envigado se encuentra en una Zona 2 para valores de Aa y Zona 3 para valores de Av, tenemos que para Envigado, Aa = 0.10 y Av = 0.15, para una zona de amenaza sísmica Intermedia.

Efectos locales

De título A (A.2.4.4 — DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO) de la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10) obtenemos la Tabla A.2.4-1

Clasificación de los perfiles de suelo:

Según el estudio de geotécnico tenemos un perfil **Tipo D** para el suelo de cimentación.

De título A (A.2.4.5.5) de la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10) obtenemos la tabla A.2.4-3 (NSR-10) de la que se toman los valores del coeficiente Fa que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos cortos del orden de T0 , como muestra la figura A.2.4-1 (NSR-10). Para valores intermedios de Aa se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla 1-1: Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente. Norma NSR-10

Para Envigado Aa = 0.10 y para el perfil **Tipo D** tenemos que Fa = 1.50.

De título A (A.2.4.5.6) de la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10) obtenemos la tabla A.2.4-4 (NSR-10) donde se dan los valores del coeficiente Fv que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos intermedios del orden de 1s. Estos coeficientes se presentan también en la figura A.2.4-2 (NSR-10). Para valores intermedios de Av se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla 1-2: Valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_V \leq 0.1$	$A_V = 0.2$	$A_V = 0.3$	$A_V = 0.4$	$A_V \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente. Norma NSR-10

Para Envigado Av = 0.15 y para el perfil **Tipo D** tenemos que Fv = 2.00.

Coeficiente de importancia

En esta sección se definen los grupos de tipo de uso y los valores del coeficiente de importancia.

De título A (A.2.5.1.2) de la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10) obtenemos:

A.2.5.1.4 — Grupo I — Estructuras de ocupación normal — Todas la edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

El Coeficiente de Importancia, I, modifica el espectro, y con ello las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso a que esté asignada la edificación para tomar en cuenta que para edificaciones de los grupos II, III y IV deben considerarse valores de aceleración con una probabilidad menor de ser excedidos que aquella del diez por ciento en un lapso de cincuenta años considerada en el numeral A.2.2.1. Los valores de I se dan en la tabla A.2.5-1.

Tabla 1-3: Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente. Norma NSR-10

Para el Grupo I — Estructuras de ocupación normal - tenemos un coeficiente de importancia I = 1.25.

Espectro de Diseño NSR – 10

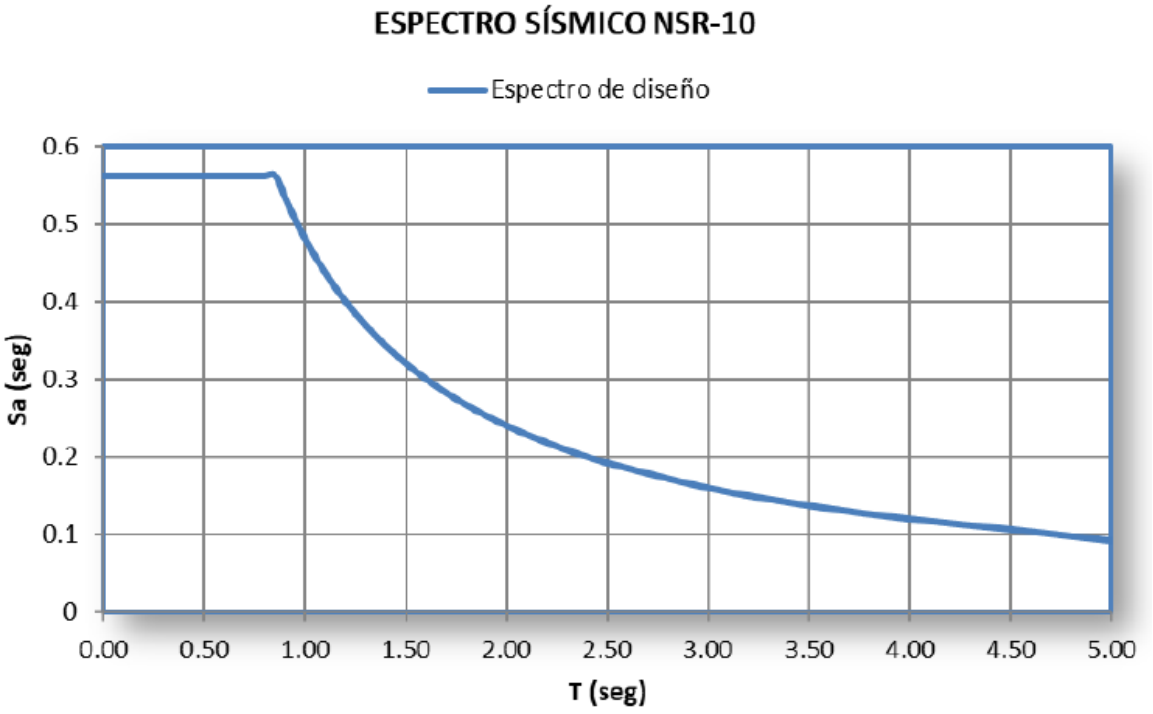
Finalmente se obtenemos:

Tabla 1-4: Datos básicos del espectro NSR-10

Aa	0.10
Av	0.15
Fa	1.50
Fv	2.00
I	1.05
To	0.18
Tc	0.85
TL	4.80

Fuente. Elaboración propia

Figura 1-5: Espectro de Diseño



Fuente. Elaboración propia

1.2.3. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL EMPLEADO.

El procedimiento utilizado en el diseño de la estructura cumple con los pasos definidos en el apéndice I del procedimiento de diseño establecido en la sección A.1.3.

R0 = 2.5 Según la tabla A.3-1, Sistema estructural de muros de carga, compuesto por muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical con capacidad moderada de disipación de energía DMO.

Nota: Esto aplica para ambas estructuras.

Se revisaron específicamente las posibles irregularidades en planta y en alzado y la falta de redundancia estructural, se encontró que la estructura no posee ningún tipo de irregularidad, Siendo así **R=2.5**. Solo para la dirección X se aplicó una reducción en altura, por lo que **Φa=0.80** y **R=2.00**.

1.2.4. VERIFICACIÓN DE LAS DERIVAS Y DEFLEXIONES VERTICALES DE LA ESTRUCTURA.

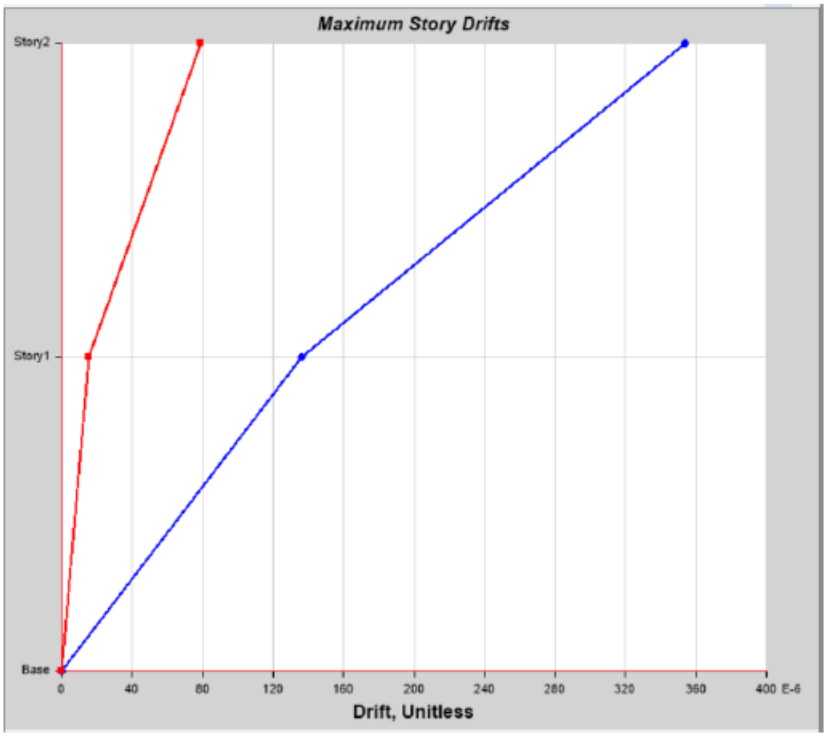
1.2.4.1 Deflexiones:

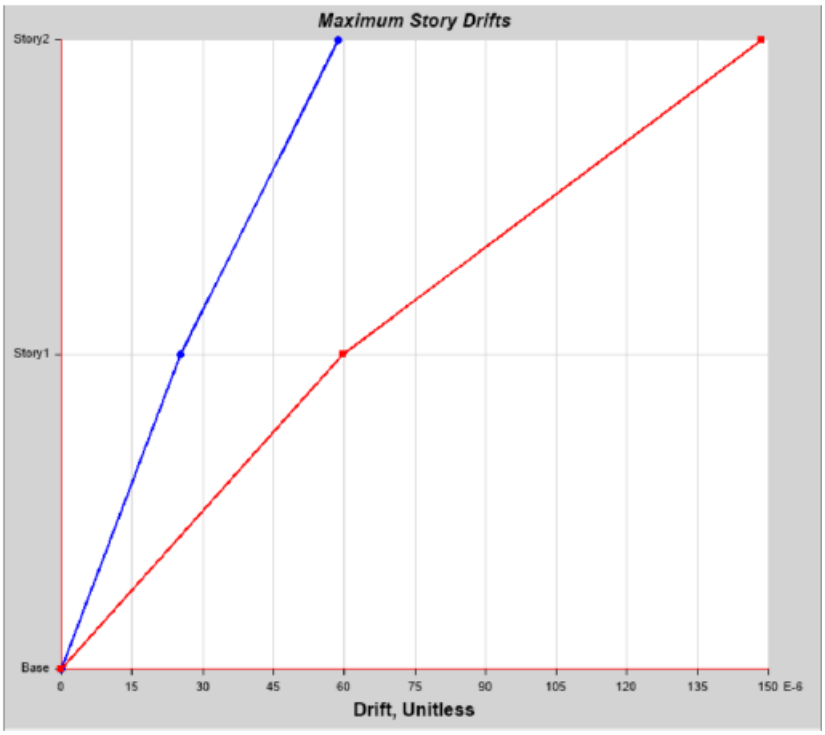
Se revisaron las losas de piso, verificando que las deflexiones debidas a las cargas permanentes y a la carga viva no excedan los valores indicados en el código.

1.2.4.2 Evaluación de derivas:

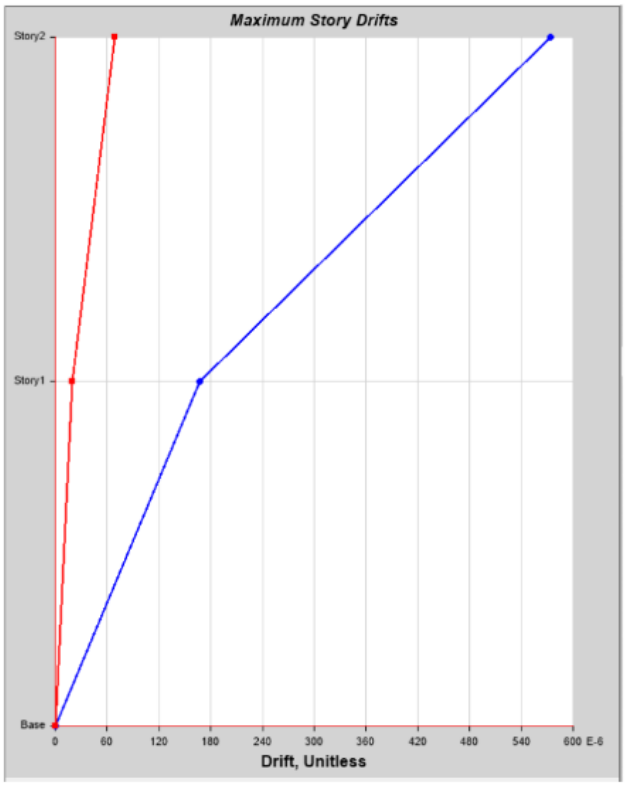
Para la evaluación de derivas se emplean los desplazamientos máximos resultantes del análisis empleando las fuerzas sísmicas sin dividir por el valor R.
De acuerdo con la Norma Colombiana, la deriva máxima no puede exceder en este caso el 0.5% de la altura de piso. En la tabla siguiente se dan los valores de deriva obtenidos como porcentaje de la altura de piso.

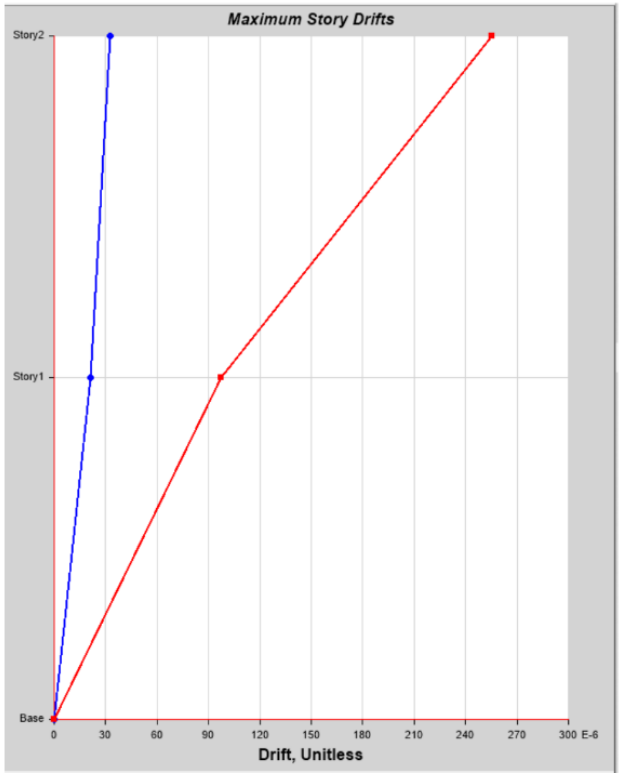
1.2.4.1.1 Derivas.





Las imágenes anteriores corresponden a la deriva en X y Y del bloque sencillo.





Las imágenes anteriores corresponden a la deriva en X y Y del módulo doble.

1.2.5. PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO DE LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES.

Para el diseño de los elementos de concreto reforzado se emplearon los resultados del módulo de diseño del programa de diseño utilizado (ETABS), verificando los resultados con la ayuda de hojas de cálculo configuradas especialmente para el cálculo del refuerzo de elementos de concreto, ajustándose a los requerimientos del Título C del código NSR-10 (Método del estado límite de resistencia) y trabajando bajo los principios expuestos a continuación. Adicionalmente se usa la ayuda del software DC-CAD para preparar los despieces de vigas, columnas y muros. Las placas de entrepiso y la placa de cimentación se analizaron y diseñaron con el programa SAFE.

1.2.6. PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO DE LA RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Se realizó una revisión al cumplimiento de los requisitos generales de protección contra incendio en las edificaciones (capitulo J1) de acuerdo con la clasificación por grupo y subgrupo de ocupación (tabla J1.1 -1) y los requisitos del capítulo J3 de resistencia contra incendio en las edificaciones en función del riesgo de pérdida de vidas humanas o amenaza de combustión y según las categorías de riesgo de las mismas (tabla J 3.3-1)

Se constató que los elementos estructurales de la edificación cumplen con los requisitos mínimos de resistencia requerida al fuego normalizado NTC 1480 (ISO 834) en horas, para el grupo de ocupación, según la tabla J.3 4-4.

En resumen, cada bloque clasifica en el grupo de ocupación R- 2 (multifamiliar) y en la categoría de riesgo I. Para los cuales el requerimiento máximo es de una hora.

1.2.7. REVISIÓN DE LOS PLANOS ESTRUCTURALES

Se realizó una revisión de los planos conforme lo exige el titulo A de la NSR-10 y se constata que se da cumplimiento a lo elaborado en los modelos matemáticos, adicionalmente los planos entregados a curaduría corresponden a la última versión de planos y corresponden a la revisión externa como lo exige el decreto 945 de 2017.

1.2.8. CONTENIDO DE LAS ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Dentro de los planos estructurales y memorias de cálculo se presentan las recomendaciones y especificaciones técnicas para la construcción del proyecto, las cuales deben ser seguidas por el constructor y supervisión técnica como lo exige el decreto 1203 de 2017.

1.2.9. REVISIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LAS RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO GEOTECNICO

Los parámetros de capacidad utilizados en el sistema de fundaciones están en concordancia con el informe geotécnico IF-2022-10-E-P-V1. VIS Paraiso IV de julio del 2022, el cual fue elaborado por la empresa Suelo ambiente y obras S.A.S, en dicho informe se presentó la evaluación de cimentaciones profundas como pilas máximo a 5m de profundidad.

Profundidad (m)	Capacidad admisible del suelo (kN)		
	D= 1.0 m	D= 1.2 m	D= 1.5 m
3,0	90,31	130,05	203,21
4,0	107,81	155,25	242,57
5,0	125,31	180,44	281,94
6,0	142,80	205,64	321,31

Para las cuales se debe respetar una separación mínima de 2.5 veces el diámetro de la campana, por esto mismo hay algunas pilas que no cumplen con la capacidad propuesta en el estudio de suelo.

	DEMANDA (KN)	CAPACIDAD (KN)	PROF (m)	FUSTE (m)	CAMPANA (m)
1	171.411	180.44	5	1	1.2
2	477.914			1	
3	384.6161			1	
4	111.7504	125.31	5	1	SIN CAMPANA
7	203.0498	203.21	3	1	1.5
5	252.8074	281.94	5	1	1.5
8	356.6009			1	
6	224.6323	242.57	4	1	1.5
9	256.096	281.94	5	1	1.5
10	109.8178	125.31	5	1	SIN CAMPANA
11	252.5376	281.94	5	1	1.5
12	224.6405	242.57	4	1	1.5
13	171.4004	180.44	5	1	1.2
14	477.9322			1	
15	384.6067			1	

De acuerdo con la revisión realizada al diseño estructural, se determina que el cálculo del proyecto fue realizado adecuadamente y cumpliendo los procedimientos, métodos y parámetros establecidos en el Reglamento de Construcciones sismorresistentes NSR -10, para este tipo de estructura.

Las recomendaciones y requerimientos al diseño fueron relacionados y transmitidos al diseñador durante el proceso de diseño del proyecto, quien en su momento los verifico y corrigió en los casos necesarios.



Julio Garcés Lengua
M.P 05202227120ANT
Especialista en Estructuras – Universidad Nacional
Maestría en Ingeniería – Universidad EAFIT