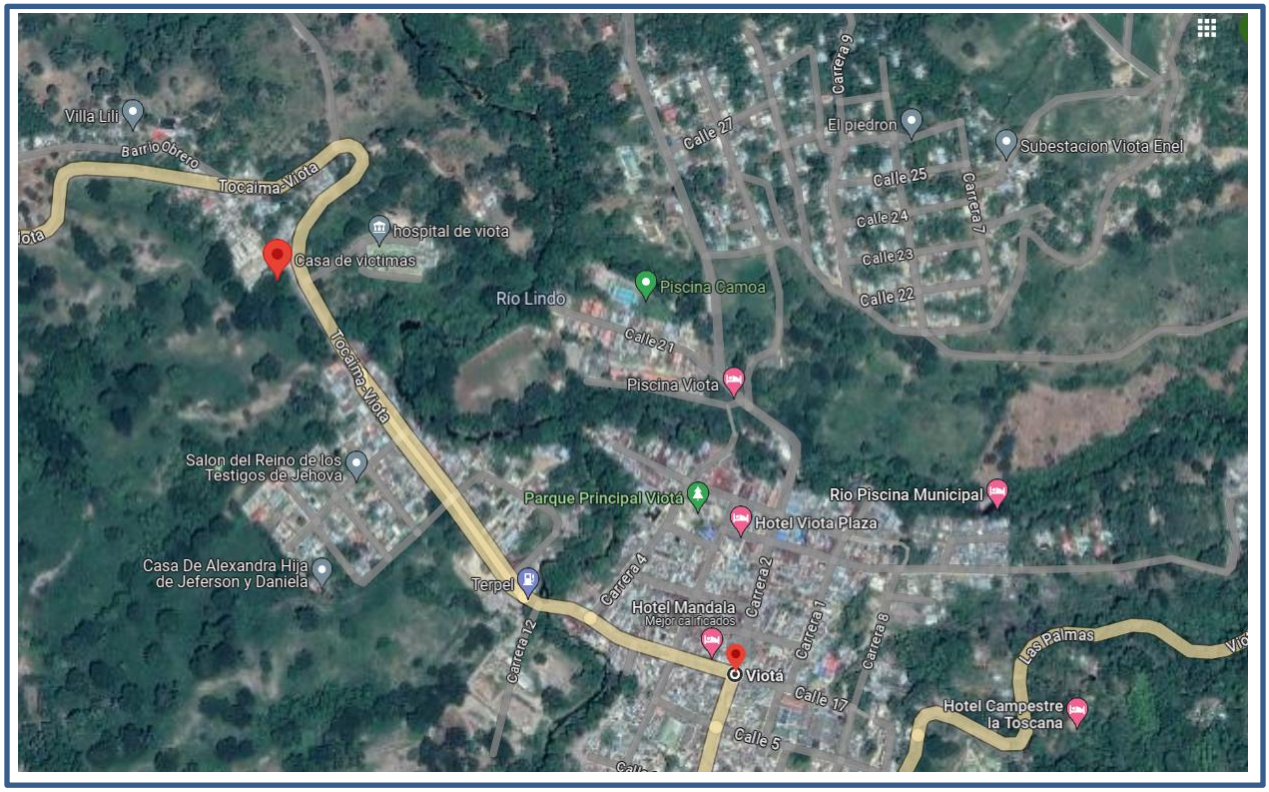
REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA.

CONTRATO NO. 422 DE 2023

INFORME ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VICTIMAS CRAV DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ – DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA



GRUPO ARTINCO S.A.S.

NIT: 900492.777-9

MEDELLÍN, FEBRERO DE 2024

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Contrato de Consultoría No. Contrato No 422 de 2023
Título del Documento: Informe vulnerabilidad sísmica CRAV
Código del Documento: 20210506_Informe_Vulnerabilidad_Viotá
Fecha Redacción: Febrero de 2024

Consultor:	Elaborado por:
GRUPO ARTINCO S.A.S. ARQ. CNT. OSCAR MAURICIO GARCÍA MP. 05702004812ANT DIRECTOR DE PROYECTOS	INGENIERO CIVIL DANIEL ALEJANDRO BRAVO HERNANDEZ MP. 0110370553284ANT INGENIERO CIVIL

Elaborado por:	Revisado por:
INGENIERO CIVIL DANIEL ALEJANDRO BRAVO HERNANDEZ MP. 0110370553284ANT INGENIERO CIVIL ESPECISLISTA EN INGENIERIA SISMO RESISTENTE	

REGISTRO DE MODIFICACIONES:

VERSIÓN		DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
NÚMERO	FECHA	
1.0	15/02/2024	Creación del documento

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE ILUSTRACIONES ***5***

LISTA DE TABLAS ***5***

RESUMEN ***7***

1. INTRODUCCIÓN ***8***

2. OBJETIVOS ***9***

2.1 OBJETIVO GENERAL 9

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 9

3. GENERALIDADES ***10***

3.1 INTRODUCCION Y DEFINICIONES 10

3.1.1 LESIONES FÍSICAS. 10

3.1.2 LESIONES MECÁNICAS. 10

3.1.3 LESIONES QUÍMICAS. 11

3.1.4 LESIONES BIOLÓGICAS. 11

3.1.5 LESIONES CONTEXTO. 12

3.2 LOCALIZACIÓN 12

3.3 DESCRIPCIÓN PREDIO Y ESTRUCTURA A ANALIZAR 13

4. MARCO TEÓRICO ***13***

4.1 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES 14

4.1.1 MUROS ESTRUCTURALES 14

4.1.2 PÓRTICOS 15

4.2 MODELACIÓN ESTRUCTURAL 15

4.3 LA VULNERABILIDAD SÍSMICA 15

4.3.1 LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL 16

4.3.2 VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL 16

5. DESCRIPCIÓN DE FASES Y ETAPAS ***17***

5.1 FASE 1(PRELIMINARES) 17

5.1.1 ETAPA 1 - ALCANCE 17

5.1.2 ETAPA 2 - RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 17

5.1.3 ETAPA 3 - CALIFICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL (BUENO, REGULAR O MALO) 17

5.2 FASE 2 (EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE) 17

5.2.1 ETAPA 4 - SOLICITACIONES EQUIVALENTES 17

5.2.2 ETAPA 5 – ANÁLISIS DE ELÁSTICO 18

5.2.3 ETAPA 6 – RESISTENCIA DE LA ESTRUCTURA 18

5.2.4 ETAPA 7 – RESISTENCIA EFECTIVA 18

5.2.5 ETAPA 8 - CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SOBREESFUERZO 18

5.2.6 ETAPA 9 - DERIVAS 18

5.2.7 ETAPA 10 - CÁLCULO DEL ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD 18

5.3 FASE 3 (RESULTADOS) 18

5.3.1 ETAPA 11 - INTERVENCIÓN 19

5.3.2 ETAPA 12 - DIAGNÓSTICO 19

6. ETAPA 2 – RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE ***20***

6.1 CÁLCULOS, MEMORIAS Y PLANOS 20

6.2 INFORMACIÓN PREVIA 20

6.3 ANÁLISIS DE REFUERZO POR MEDIO DE FERROSCAN 21

6.4 VERIFICACIÓN DE ACEROS MEDIANTE REGATAS 25

6.5 ENSAYO DE ESCLERÓMETRO 33
6.6 EXTRACCIÓN Y RESISTENCIA DE NÚCLEOS EN CONCRETO 38
6.7 ESTUDIOS DE CARBONATACIÓN 43
6.8 REPARACIÓN DE REGATAS Y EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS 47

7. IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS DE LA EDIFICACIÓN 51
7.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA. 51
7.1.1 FUNDACIONES. 51
7.1.2 SISTEMA ESTRUCTURAL. 51
7.1.3 MAMPOSTERÍA. 51
7.1.4 CUBIERTA. 51
7.1.5 CANOAS, TRAGANTES Y BAJANTES. 52
7.1.6 CIELOS FALSOS Y REMATES DE CUBIERTA. 52
7.1.7 ACABADOS MUROS. 52
7.1.8 PISOS INTERIORES. 52
7.1.9 PISOS EN CONCRETO. 52
7.1.10 PUERTAS Y VENTANAS. 52
7.1.11 RED DE ABASTO, DESAGÜES Y APARATOS SANITARIOS. 52
7.1.12 RED ELÉCTRICA. 53
7.2 LEVANTAMIENTO DE LESIONES. 54

8. DESARROLLO METODOLÓGICO 66
8.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR 66
8.1.1 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA CONSTRUCCIÓN 66
8.1.2 LOCALIZACIÓN Y ZONA DE AMENAZA SÍSMICA 67
8.1.3 PARÁMETROS DEL PERFIL DE SUELO 68
8.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA 69
8.1.5 ESPECTRO DE ACELERACIÓN DE DISEÑO 72
8.1.6 ASIGNACIÓN DE CARGAS 74
8.1.7 COMBINACIÓN DE CARGAS 75
8.1.8 DETERMINACIÓN FUERZAS SÍSMICAS 78
8.1.9 ANÁLISIS DE DERIVAS E ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD 82
8.1.10 RELACIÓN ENTRE DEMANDA Y CAPACIDAD 85

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 105

10. REFERENCIAS 109

11. ANEXOS 110
11.1 ANEXO 1. ANÁLISIS DINÁMICO 110
11.2 ANEXO 2. RESULTADO DE ENSAYOS 110
11.3 ANEXO 3. CATALOGO ELEMENTOS ESTRUCTURALES 110
11.4 ANEXO 4. ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD 110
11.5 ANEXO 5. ÍNDICE SOBRESFUERZOS VIGAS 110
11.6 ANEXO 6. ÍNDICE SOBRESFUERZOS COLUMNAS 110
11.7 ANEXO 7. ÍNDICE SOBRESFUERZOS ZAPATAS 110
11.8 ANEXO 8. ARCHIVOS_ETABS 20.3.0 110
11.9 ANEXO 9. PLANOS ESTRUCTURALES 110

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización Municipio de Viotá, Cundinamarca. 12
Ilustración 2. Esquema básico Bloque B. 13
Ilustración 3. Lesiones mampostería perimetral - Fuente: Autor 54
Ilustración 4. Lesiones cubierta - Fuente: Autor 56
Ilustración 5. Lesiones mampostería interior - Fuente: Autor 59
Ilustración 6. Lesiones pisos en concreto y piso interior - Fuente: Autor 60
Ilustración 7. Lesiones canoas, tragantes y bajantes- Fuente: Autor 63
Ilustración 8. Lesiones cielo raso- Fuente: Autor 64
Ilustración 9. Zonas de amenaza sísmica - Fuente: Capitulo A.2.3 de la NSR-10 67
Ilustración 10. Irregularidad en planta 2P- Fuente: Figura A.3.1 de la NSR-10 70
Ilustración 11. Irregularidad en planta- Fuente: Figura A.3.1 de la NSR-10 70
Ilustración 12. Irregularidad en planta- Fuente: Tabla A.3.3.3 de la NSR-10 71
Ilustración 13. Factor R de diseño 72
Ilustración 14. Espectro de aceleración para un coeficiente de amortiguamiento critico del 5% - Fuente: Autor 72
Ilustración 15. Espectro de aceleración - Fuente: ETABS 20.3.0 73
Ilustración 16. Cubierta y ejes locales - Fuente: ETABS 20.3.0 75
Ilustración 17. Planta de vigas - Fuente: ETABS 20.3.0 75
Ilustración 18. Combinaciones de carga- Fuente: ETABS 20.3.0 76
Ilustración 19. Combinaciones de carga de servicio- Fuente: Capitulo B.2.3 y de la NSR-10 76
Ilustración 20. Combinaciones de carga de última- Fuente: Capitulo B.2.4 de la NSR-10 76
Ilustración 21. Distribución de carga muerta y carga viva en la cubierta- Fuente: ETABS 20.3.0 77
Ilustración 22. Cortante Basal - Fuente: ETABS 20.3.0 78
Ilustración 23. Periodo de la estructura - Fuente: ETABS 20.3.0 79
Ilustración 24. Factor de corrección en X - Fuente: ETABS 20.3.0 79
Ilustración 25. Factor de corrección en Y - Fuente: ETABS 20.3.0 80
Ilustración 26. Cortante Basal corregida - Fuente: ETABS 20.3.0 80
Ilustración 27. Masa de la estructura - Fuente: ETABS 20.3.0 81
Ilustración 28. Fuerza sísmica horizontal por nivel - Fuente: A.4.3-2 NSR-10 81
Ilustración 29. Calculo Φ Mn:Momento nominal – Ver Anexo 1 86
Ilustración 30. Despiece en planos viga VA(A-111) 87
Ilustración 31. Índice de sobreesfuerzo vigas- Ver Anexo 5 91
Ilustración 32. Diagrama de iteración - Fuente: MATLAB 92
Ilustración 33. Diagrama de iteración por sección de columna – Ver Anexo 6 92
Ilustración 34. Diagrama de iteración por sección de columna y momentos actuantes - Ver Anexo 6 93
Ilustración 35. Índice de sobreesfuerzo columnas- Ver Anexo 6 96
Ilustración 36. Índice de sobreesfuerzo a cortante en columnas- Ver Anexo 2 98
Ilustración 46. Refuerzo a flexión con fibra de carbono 108

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas de muros estructurales 14
Tabla 2. Ventajas y desventajas de pórticos 15
Tabla 3. Análisis de refuerzo por medio de Ferroscan 21
Tabla 4. Verificación de aceros mediante regatas 25
Tabla 5. Ensayo de esclerómetro 33
Tabla 6. Extracción y resistencia de núcleos de concreto 38
Tabla 7. Estudios de carbonatación 43
Tabla 8. Reparación de regatas y de la extracción de núcleos 47
Tabla 9. Levantamiento lesiones mampostería perimetral 54

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

Tabla 10. Levantamiento lesiones cubierta 56
Tabla 11. Levantamiento lesiones mampostería interior 58
Tabla 12. Levantamiento lesiones pisos en concreto y piso interior 60
Tabla 13. Levantamiento lesiones canoas, tragantes y bajantes 62
Tabla 14. Levantamiento lesiones cielo raso 64
Tabla 15. Calificación cualitativa de la estructura 66
Tabla 16. Parámetros iniciales de diseño 68
Tabla 17. Valores del coeficiente de Fa- Fuente: Capitulo A.2.4-3 de la NSR-10 68
Tabla 18. Valores del coeficiente de Fv- Fuente: Capitulo A.2.4-4 de la NSR-10 68
Tabla 19. Coeficientes de amplificación. 68
Tabla 20. Características del sistema estructural 69
Tabla 21. Valores del coeficiente de Fv- Fuente: Capitulo A.4.2-1 de la NSR-10 69
Tabla 22. Irregularidades de la estructura 71
Tabla 23. Cargas vivas mínimas en cubierta- Fuente: Capitulo B.4.2.1-2 de la NSR-10 74
Tabla 24. Cargas muertas cielo raso - Fuente: Capitulo B.3.4.1-1 de la NSR-10 74
Tabla 25. Cálculo fuerza sísmica por nivel - Fuente: Autor 82
Tabla 26. Derivas máximas - Fuente: Tabla A.6.4-1 82
Tabla 27. Derivas máximas – Ver Anexo 3 83
Tabla 28. Índice de sobreesfuerzo para vigas principales– Ver Anexo 1 86
Tabla 29. Cálculo índice de sobreesfuerzo a cortante para vigas VA– Ver Anexo 5 87
Tabla 30. Cálculo índice de sobreesfuerzo a flexión para vigas VA– Ver Anexo 5 89
Tabla 31. Cálculo índice de sobreesfuerzo a flexión para vigas VG– Ver Anexo 5 90
Tabla 32. Índice de sobreesfuerzo ΦPn para Columnas – Ver Anexo 6 93
Tabla 33. Índice de sobreesfuerzo ΦMnx para Columnas – Ver Anexo 6 94
Tabla 34. Índice de sobreesfuerzo ΦMny para Columnas – Ver Anexo 6 95
Tabla 35. Índice de sobreesfuerzo a cortante ΦVnx para Columnas – Ver Anexo 6 96
Tabla 36. Índice de sobreesfuerzo a cortante ΦVny para Columnas – Ver Anexo 2 97
Tabla 37. Resumen de cargas de servicio y ultima de las zapatas – Ver Anexo 7 100
Tabla 38. Revisión por excentricidad – Ver Anexo 7 101
Tabla 39. Revisión por cortante– Ver Anexo 7 102
Tabla 40. Revisión por flexión – Ver Anexo 11 103

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

RESUMEN

El respectivo estudio y evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación en el centro regional de atención a víctimas - CRAV para la atención a la comunidad realizado en el municipio de Viotá, Cundinamarca, correspondiente al grupo III, a partir de la aplicación de conocimientos metodológicos, procedimentales y modelaciones en software pertinentes, se evalúa y diagnostica el estado actual de la estructura; mediante la identificación de aspectos técnicos como la observación visual del estado de la edificación tanto en la estructura y cubierta, la tipología o sistema estructural empleado, la irregularidad en planta y altura de la construcción, el cálculo de derivas con el fin de poder diagnosticar que estas edificaciones son cumplidoras de los requerimientos establecidos por la (NSR-10) Norma de Sismo Resistencia Colombiana.

Se inicia con la recolección previa de información secundaria existente tales como planos arquitectónicos, estructurales, estudios y cálculos (si los hay), luego se emplea y se recolecta a través de una ficha técnica la mayor información de las condiciones constructivas de la edificación, toma de medidas en campo de los elementos estructurales, levantamiento de planos, modelación de las edificaciones verificando el cumplimiento de la (NSR-10).

Para tal fin, inicialmente fue necesario evaluar las características constructivas de los elementos y una identificación de los materiales utilizados en las estructuras, a través de la inspección visual y ensayos que permitirán un primer acercamiento para la definición del estado de esta. El presente documento contiene el resumen de las actividades de campo, y la caracterización de las patologías más evidentes y típicas que presentan las construcciones mencionadas. Los resultados del análisis de vulnerabilidad sísmica cumpliendo con los parámetros del capítulo A.10 del título A de la NSR-10.

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene información correspondiente a la inspección preliminar para determinar la vulnerabilidad física y funcional realizado sobre el centro regional de atención a víctimas - CRAV ubicada cerca a la vía Tocaima-Viotá en la carrera 16 No. 17-39, barrio Obrero, frente al hospital San Francisco de Viotá carrera 26#6-125 en el municipio de Viotá, Cundinamarca. Esta estructura presenta una documentación técnica, referente a los planos estructurales y arquitectónicos, sin embargo, no se presentan memorias de cálculo.

Para tal fin fue necesario evaluar las características constructivas de los elementos y una identificación de los materiales utilizados en las estructuras, a través de la inspección visual que permitirán un primer acercamiento para la definición del estado de las mismas.

El presente documento contiene el resumen de las actividades de campo, los resultados de dichas inspecciones, los resultados de análisis de modelación en el software ETABS 20.3.0 y la caracterización de las patologías más evidentes y típicas en esté.

Finalmente, los resultados de la investigación se convertirán en la fase diagnóstica previa a la propuesta de reforzamiento de la estructura existente en el centro regional de atención a víctimas CRAV, la cual debe cumplir con el principio de economía y eficacia, así́ como emplear materiales de uso convencional para su realización.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una evaluación de vulnerabilidad sísmica y un diagnóstico de la edificación en el centro regional de atención a víctima - CRAV para la atención a la comunidad correspondiente al grupo III realizado en el municipio de Viotá, Cundinamarca. Determinando su estado y comportamiento actual siguiendo los parámetros establecidos por la NSR-10 título A-10 y las especificaciones técnicas del presente contrato.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el reconocimiento visual de las zonas registradas con lesiones patológicas dentro de las estructuras y demás elementos que las componen, evaluando los posibles fallas de carácter estructural.

- Realizar el levantamiento de las lesiones patológicas con la clasificación respectiva y mayor tendencia que se presenta en la estructura con el fin de realizar una calificación cualitativa.

- Realizar la inspección visual de los sistemas y materiales empleados en la construcción de las estructuras, planteando las posibles lesiones patológicas que se están presentando y las afectaciones ocasionadas, considerando el aprovechamiento y puesta nuevamente en funcionamiento del inmueble.

- Levantar la información estructural de la edificación que no cuentan con dichos soportes técnicos y/o verificar las condiciones estructurales de campo de aquellas que cuenten con los mismos.

- Extracción de núcleos en concreto y estudios de carbonatación, incluye reparación.

- Ensayo de esclerómetro.

- Verificación de aceros mediante regatas incluye reparación (muestras representativas).

- Análisis de refuerzo por medio de ferroscan.

- Modelar en un software especializado (ETABS 20.3.0) los índices de sobresfuerzo y la deriva, de las edificaciones de dos o más pisos, según los estándares de las NSR-10

- Establecer una propuesta de reforzamiento de la estructura existente requerida para el cumplimiento de los mínimos establecidos en la NSR-10 para edificaciones de atención a la comunidad. (Análisis, descripción y recomendaciones de la edificación).

3. GENERALIDADES

3.1 INTRODUCCION Y DEFINICIONES

En el presente informe se presentan y definen las patologías generales encontradas durante el proceso de inspección visual que atañen al reconocimiento de las fallas y lesiones en las construcciones, que se convierte en el primer paso para el estudio, diagnostico, intervención y propuesta de recuperación de los elementos y edificaciones existentes.

Las lesiones o manifestaciones de problemas constructivos se convierten en el punto de partida y del cual dependerá la elección correcta para el tratamiento y procura en la recuperación de las estructuras estudiadas. El conjunto de lesiones que pueden aparecer en la edificación es muy extenso debido a la diversidad de materiales y procesos constructivos empleados. En general proponemos dividirlas en tres grupos bases en función de su carácter y la tipología del proceso patológico así: físicas, mecánicas y químicas. Adicional a ello, contemplamos dos factores adicionales durante el ejercicio del levantamiento de las lesiones como son los biológicos y el contexto general en la posible generación de la lesión.

3.1.1 Lesiones físicas.

Consideramos todas aquellas en las que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, presencia de aguas, etc. y donde normalmente su evolución dependerá de estos procesos físicos.

- **Humedad:** Se da cuando hay una presencia de agua en porcentajes mayores al considerado como normal en un material o elemento constructivo, que pueden llegar a producir variaciones en sus características físicas.
    - **Humedad Capilar:** agua procedente del suelo y que asciende por los elementos verticales.
    - **Humedad de filtración:** es la que procede del exterior y se penetra en el interior de la edificación a través de fachadas y cubiertas.
    - **Humedad de condensación:** producida por la condensación del vapor del agua desde los ambientes con mayor presión del vapor (Interiores), hacia los de presión más baja (exteriores).
    - **Humedad accidental:** producida por ruptura de conducciones y redes con focos muy puntuales de humedad.
- **Erosión:** La consideramos como la pérdida o transformación superficial, total o parcial en un material por la acción física de los agentes atmosféricos.
- **Suciedad:** Acumulación o depósitos de partículas en suspensión sobre las superficies de los materiales o sistemas constructivos.

3.1.2 Lesiones mecánicas.

Consideramos las lesiones mecánicas todas aquellas en las que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, abertura o separaciones de materiales o elementos constructivos.

- **Grietas y fisuras.** Las grietas son las aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor del elemento constructivo. Las fisuras son aquellas aberturas que solo afectan a la superficie de un elemento constructivo o acabado de dicho elemento y se

consideran la etapa previa a la aparición de una grieta. Estas pueden ser causadas por exceso de carga o por dilataciones o contracciones.

- **Deformaciones.** Son cualquier variación en la forma del material sufridos tanto en elemento estructurales como de cerramientos y que son consecuencia de esfuerzos mecánicos (flechas, pandeos, desplomes, alabeos).
- **Desprendimiento.** Considerando como la separación entre un material de acabado y su estructura de soporte.
- **Erosiones mecánicas.** Perdida de material superficial debido a esfuerzos mecánicos, como golpes, rozaduras o acción eólica.

3.1.3 Lesiones químicas.

Producidas a partir de un proceso patológico de carácter químico y que suelen presentarse por la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material y reduce su durabilidad.

- **Eflorescencias.** Proceso patológico que suele tener como causa directa previa la aparición de humedad. Los materiales contienen sales solubles que son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y se cristalizan en la superficie del material.
- **Oxidación.** Es la transformación de los metales en oxido al entrar en contacto con el oxígeno. La superficie del metal puro o en aleación tiende a transformase en oxido que es químicamente más estable y de este modo protege al resto del metal de la acción del oxígeno.
- **Corrosión.** Considerada como la pérdida progresiva de partículas de la superficie del material.
- **Carbonatación**. Es la reacción química que se da cuando baja el PH de la armadura de acero, lo que hace que la corrosión pueda avanzar en ella. Este descenso del PH, que suele producirse de manera lenta y progresiva, está causada por la aparición de carbonato cálcico como respuesta a la reacción entre el hidróxido cálcico o cal apagada y el dióxido de carbono (CO_2) del aire.
- **Alcalinidad.** La alcalinidad perjudica a los edificios cuando no se han resguardado de manera adecuada los hormigones, los morteros o el cemento fresco. Unas manchas blanquecinas suelen ser la manifestación habitual de que se está produciendo este daño, así como un cambio en los colores de la pintura de la fachada. También puede aparecer cuando no se ha esperado el tiempo suficiente de curado de los cementos frescos ante de darle acabado con pintura.
- **Erosiones.** Las del tipo químico son aquellas que a causa de la reacción química de sus componentes con otras sustancias, producen transformaciones moleculares en la superficies de los materiales pétreos.

3.1.4 Lesiones biológicas.

Producidas a partir de un proceso patológico generado por la presencia de organismos animales o vegetales que afectan la superficie de los materiales. El aporte de sustancias que segregar los organismos alteran la estructura química de los materiales donde se alojan, pero también afectan su estructura física.

3.1.5 Lesiones contexto.

Hacemos referencias a los posibles factores externos que pudiesen haber generado la lesión, para lo cual consideramos acciones que no están directamente relacionas a los materiales o procesos constructivos empleados en las edificaciones.

3.2 LOCALIZACIÓN

Geográficamente, el municipio de Viotá, está ubicado en el oriente del departamento de Cundinamarca, en el centro de Colombia, ubicado entre los 4º26'17'' de latitud norte y los 74º31'26'' de longitud oeste. Cuenta con una altitud media de 567 msnm y Tiene una extensión territorial de 208 km² y su temperatura promedio es de 21 ºC.

Límites del municipio:

- Oriente: Municipio de Silvania y Granada
- Occidente: Municipio de Tocaima
- Norte: Municipio de Apulo y El Colegio
- Sur: Municipio de Nilo y Tibacuy

La localización del predio se encuentra en la zona urbana del municipio de Viotá, Cundinamarca tal como se puede ver en la Ilustración 1.

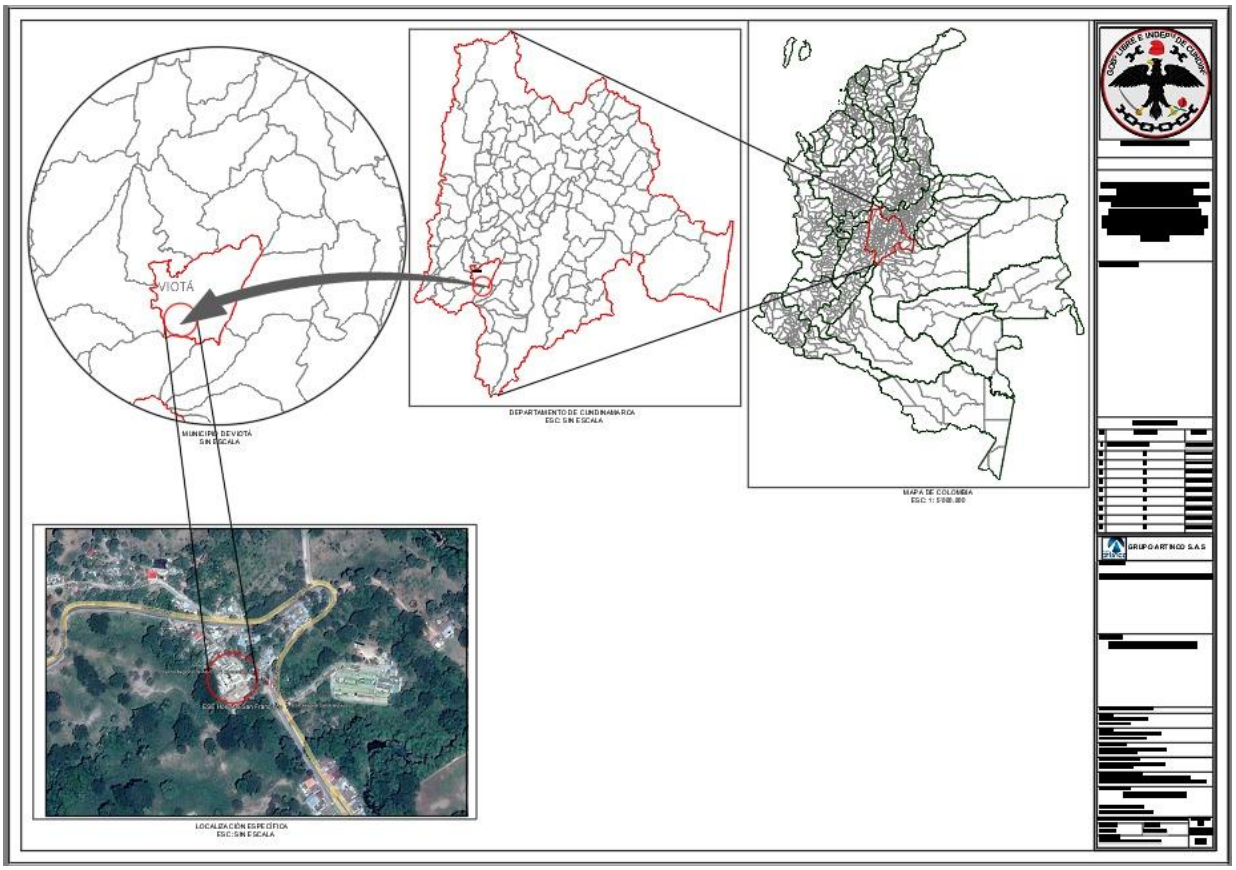


Ilustración 1. Localización Municipio de Viotá, Cundinamarca.

3.3 DESCRIPCIÓN PREDIO Y ESTRUCTURA A ANALIZAR

El Centro Regional de Atención a Víctimas – CRAV ubicado en el municipio de Viotá – Cundinamarca, se encuentran construidos dos bloques, continuo el uno del otro separado por zonas comunes y peatonales los cuales se nombrarón (A y B) segun el informe de la "VISITA TECNICA – VISUAL OCULAR INFRAESTRUCTRUA CENTRO REGIONAL DE ATENCION A VICTIMAS- CRAV, VIOTA (CUNDINAMARCA)" realizado por la ingenieria Clerida Carrión Bolaños especialista en patología de la construcción en Marzo del 2022.

Para este informe se analizará el bloque al cual se nombró B, la cual es una construcción relativamente nueva, con una vetustez aproximada de 5 años, la estructura se ubica en un lote de terreno de configuración trapezoidal con medidas aproximadas de 199.5 metros, de longitud en la base menor, 227metros de longitud en la base mayor por una altura de 114 metros, para un área aproximada de 24282.5 m2, dicho lote se ubica cerca a la vía Tocaima -Viotá, en el municipio de Viotá – Cundinamarca.

El Bloque B, se ubica en el costado occidental en sentido norte-sur del lote, el bloque B se encuentra construido en pórticos a un nivel de altura aproximadamente de 4.2 metros, con una configuración en L con tres sub-bloques rectangulares, en los cuales se ubican oficinas, baterías de baños, hacia el costado nor-occidental cuenta con una abertura que comunica las oficinas a través de una rampa y en este espacio se ubica una zona abierta o un patio, para un área construida, cuenta con hall de circulación y un espacio de servicios múltiples).

Se plantea el análisis de la estructura conformada por un sistema aporticado en concreto de vigas y columnas con una sección de 35x45 cm y 35x35 cm correspondientemente, una losa de piso en concreto y acabado en baldosa, muros en mampostería y cubiertas en tejas UPVC cresta baja calibre de 2 mm en color blanco apoyada sobre correas PTE 150x50x4mm, las cuales descansan sobre cerchas en ángulo de sección principal L3/16"x2" y sección secundaria L3/16"x1 ½".

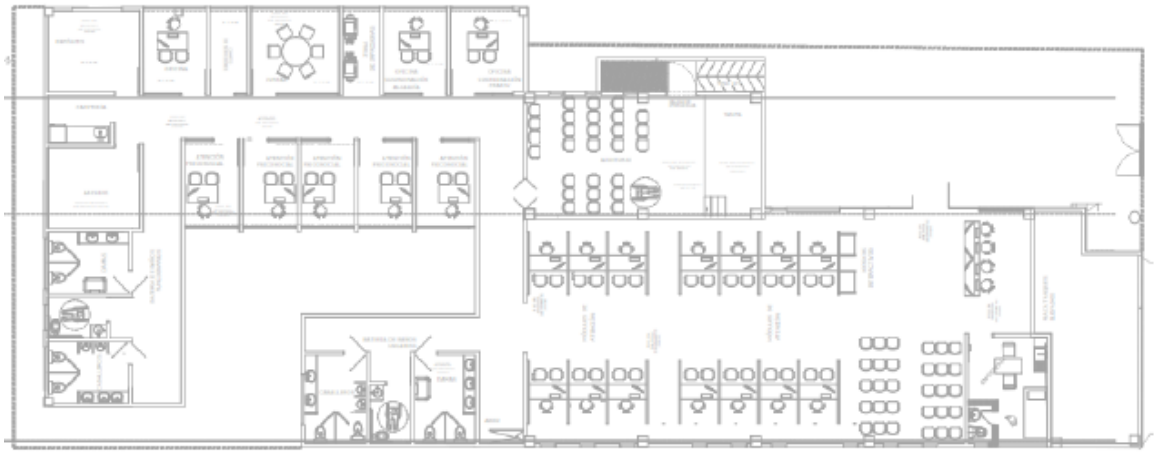


Ilustración 2. Esquema básico Bloque B.
Tomado de: (construcción, Marzo 2022)

4. MARCO TEÓRICO

4.1 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES

Se refiere a la respuesta de una estructura bajo un estado de cargas el cual dependerá de su modelo constructivo, sistema estructural, localización y otros aspectos como las diferentes acciones para las que se postule o establezca cual debe ser la capacidad de respuesta.

Sobre una estructura pueden actuar diferentes tipos de acciones exteriores que también deben ser tenidas en cuenta las cuales son:

- Acción del suelo: Empujes activos y asentamientos.
- Acción gravitatoria: Peso propio de la estructura, cargas permanentes y sobrecargas.
- Acciones térmicas: Flujo de calor por conducción, convección o radiación.
- Acciones teológicas: Retracción, fluencia.

4.1.1 Muros estructurales

Según (Bosso y Barbat, 2005), Los muros estructurales son un sistema estructural en el cual los muros funcionan como paredes de carga para soportar las cargas de generadas en la losa. Este sistema genera gran resistencia y rigidez lateral, pero si la disposición de los muros se hace en una sola dirección o se utiliza una configuración asimétrica en la distribución de los muros, no se genera una adecuada distribución de cargas.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de muros estructurales
Tomado de (Buitrago Álzate et, al 2019)

Ventajas	Desventajas
Es un sistema que bien configurado es poco propenso al colapso, ya que ofrece gran resistencia a los esfuerzos laterales.	Ya que los muros son continuos dificulta la distribución de los espacios internos. Generalmente se requiere en la planta baja mayores espacios libres, ya sea para estacionamientos o en el caso de un hotel para el lobby.
Es un sistema que constructivamente es rápido de ejecutar, es decir tiene un alto rendimiento.	Por ser un sistema que posee gran rigidez, estará expuesto a grandes esfuerzos sísmicos, los cuales tienen que ser disipados por las fundaciones, esto significa que debe estar sustentado por un suelo con gran capacidad portante.
Comparado a un sistema porticado tradicional, el sistema tipo Túnel puede costar entre un 25 a 30% menos. Además de su rápida ejecución, el hecho de ya tener muros permite un ahorro en costos en la construcción de las paredes de bloques y el precio de las mismas.	Por poseer losas de delgado espesor, la longitud de los ramales de instalaciones de aguas servidas es limitada. En algunos casos se tiene que llegar a aumentar el espesor de la losa donde van ubicados los baños para poder cumplir con las pendientes.
Como es un sistema muy rígido, donde casi no se producen desplazamientos laterales, los elementos no estructurales no sufren daños considerables.	
Termina siendo una estructura mucho más	

liviana que el sistema a porticado, y gracias a su rigidez lateral se pueden llegar a construir edificios de más de 30 pisos de altura.	

4.1.2 Pórticos

El sistema porticado tradicional está formado por vigas y columnas, conectados entre sí permitiéndose la transferencia de cargas axiales, cortantes y momentos flectores hacia la cimentación.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de pórticos
Tomado de (Buitrago Álzate et, al 2019)

Ventajas	Desventajas
Disipan grandes cantidades de energía gracias a la ductilidad que poseen los elementos y la gran híper-elasticidad del sistema.	Es difícil mantener las derivas bajo los requerimientos normativos.
Son estructuras muy flexibles que atraen pequeñas solicitaciones sísmicas.	Por su alta flexibilidad, el sistema da lugar a periodos fundamentales largos, lo cual no es recomendable en suelos blandos.
Permite más distribuciones en los espacios internos del edificio.	El sistema en general presenta una baja resistencia y rigidez a las cargas laterales.
	Su gran flexibilidad permite grandes desplazamientos lo cual produce daños en los elementos no estructurales.
	El uso de este sistema estructural está limitado a estructuras bajas o medianas. Ya que a medida que el edificio tenga más pisos, mayores tendrían que ser las dimensiones de las columnas, lo cual puede hacer el proyecto inviable económica y arquitectónicamente.

4.2 MODELACIÓN ESTRUCTURAL

El modelo se refiere a realizar la simulación del diseño en tercera dimensión y analizar sus resultados.

Según (Hibbeler, 2012), el análisis se refiere al comportamiento mecánico de una estructura, teniendo en diferentes aspectos las cuales varían dependiendo del lugar, terreno y uso. Con esto se analizan los esfuerzos, tensiones, movimientos y deformaciones y con base a esto se revisan o bien, diseñan los diferentes elementos estructurales.

4.3 LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

Según (Melone, 2003), la vulnerabilidad se define como el grado de daño que resulta en una estructura debido a un evento sísmico cercano al sitio, se debe resaltar que no existen metodologías estándares para estimar la vulnerabilidad de las estructuras. El resultado de los estudios de vulnerabilidad es un índice de daño que caracteriza la degradación que sufriría una

estructura de una tipología estructural dada, sometida a la acción de un sismo de determinadas características.

La vulnerabilidad es una condición previa que se manifiesta antes del desastre, e informa la necesidad de mejorar la estructura por prevención y mitigación. Por lo tanto, las formas de vulnerabilidad que existen son:

4.3.1 La vulnerabilidad estructural

El término estructural, o componentes estructurales, se refiere a aquellas partes de un edificio que lo mantienen en pie. Esto incluye cimientos, columnas, muros portantes, vigas y diafragmas (entendidos estos como los pisos y techos diseñados para transmitir fuerzas horizontales, como las de sismos, a través de las vigas y columnas hacia los cimientos).

4.3.2 Vulnerabilidad no estructural

El término no estructural se refiere a aquellos componentes de un edificio que están unidos a las partes estructurales (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), que cumplen funciones esenciales en el edificio (plomería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.), o que simplemente están dentro de las edificaciones (equipos médicos, mecánicos, muebles, etc.); pudiendo así agruparlos en tres categorías: arquitectónicos, instalaciones y equipos.

5. DESCRIPCIÓN DE FASES Y ETAPAS

De acuerdo con lo establecido en el capítulo 10 del título A de la NSR – 10, el desarrollo del proyecto está conformado por tres fases:

5.1 FASE 1(PRELIMINARES)

Recolección de información primaria: se realiza visita al Centro Regional de Atención a Víctimas – CRAV, con la respectiva autorización de ingreso al centro objeto de estudio y la información preliminar correspondiente a los planos estructurales “ESTRUCTURAL FINAL VIOTA.dwg” realizado por el ingeniero Oscar Antonio Morales Tiuso M.P 25202-22215 CND en diciembre del 2014.

5.1.1 Etapa 1 - Alcance

Debe verificarse que la intervención esté cubierta por el alcance dado en el capítulo A.10.1.3, en este caso aplica A.10.1.3.5 Reforzamiento estructural el cual será empleado en actualización y rehabilitación sísmica de edificaciones existentes.

5.1.2 Etapa 2 - Recolección de Información

Este es el punto de partida del proyecto, es una etapa investigativa y práctica, puesto que fue necesario consultar datos históricos acerca de la construcción objeto de estudio y de otras similares para complementar información, la información técnica tuvo que ser generada, se definieron parámetros sísmicos de diseño, se realizó un levantamiento arquitectónico y una configuración estructural de la edificación a partir de los planos entregados por la supervisión, para conocer las características físico-mecánicas de los materiales, en esta etapa se usaron fichas de caracterización patológica, toma de ensayos en campo tales como toma de núcleos de concreto, ensayos de esclerometría, ensayos de carbonatación, verificación del acero por medio de ferroscan y regatas. Dichos ensayos se especifican en el capítulo 8 del presente informe.

5.1.3 Etapa 3 - Calificación del Sistema Estructural (bueno, regular o malo)

El sistema estructural se califica según la calidad de diseño de la construcción original y el estado de la estructura, para hacer la calificación se tomó la información obtenida en la etapa anterior.

5.2 FASE 2 (EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE)

La evaluación sísmica busca determinar el estado actual de la edificación, el comportamiento ante acciones sísmicas y la necesidad de realizar una intervención que permita mejorar y conservar la construcción, esta evaluación se desarrolló siguiendo los parámetros dados por la NSR-10 y las especificaciones técnicas del presente contrato.

5.2.1 Etapa 4 - Solicitaciones equivalentes

Se debe determinar una solicitaciones con los requisitos del capitulo A.10.4.2 de la NSR-10, para este caso aplica el subcapítulo A.10.4.2.1 Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva, tomando los movimientos sísmicos de diseño que prescribe el capítulo A.2 de la NSR-10 para el lugar en que se encuentre la edificación, para el grupo de uso con el fin de analizar la estructura como si fuera una edificación nueva.

5.2.2 Etapa 5 – Análisis de Elástico

Debe llevarse a cabo un análisis elástico de la estructura y de su sistema de cimentación para las solicitaciones equivalentes definida en la Etapa 4. El análisis elástico es un procedimiento desarrollado mediante un software computarizado (ETABS V20.3.0) que permite simular el comportamiento de la construcción bajo acciones sísmicas. Las cargas vivas y muertas del edificio se identificaron analizando los elementos que lo constituyen, la losa de cubierta, el peso de los muros y de sus componentes, el uso que se le da a los espacios de la construcción permite asignar un valor de carga viva, con estas cargas se calculó el peso de la construcción y la fuerza sísmica actuante y por último se definieron las combinaciones de carga usadas para realizar el análisis elástico.

5.2.3 Etapa 6 – Resistencia de la estructura

La resistencia de la estructura debe determinarse utilizando los requisitos del subcapítulo A.10.4.3.3 de la NSR-10

5.2.4 Etapa 7 – Resistencia efectiva

Se debe obtener una resistencia efectiva de la estructura, a partir de la resistencia existente, afectándola por dos coeficientes de reducción de resistencia obtenidos de los resultados de la calificación llevada a cabo en la Etapa 3.

5.2.5 Etapa 8 - Cálculo del Índice de Sobreesfuerzo

El índice de sobreesfuerzo permite medir la relación entre la demanda y la capacidad de los elementos estructurales. 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. Este análisis se llevó a cabo bajo los valores de las solicitaciones equivalentes mayoradas y las combinaciones de carga dadas por el NSR-10.

5.2.6 Etapa 9 - Derivas

Utilizando los desplazamientos horizontales obtenidos en el análisis de la Etapa 5 deben obtenerse las derivas de la estructura.

5.2.7 Etapa 10 - Cálculo del Índice de Flexibilidad

Debe determinarse un índice de flexibilidad por efectos horizontales como el máximo cociente entre las derivas obtenidas en la Etapa 9 y las derivas permitidas por el Reglamento en el Capítulo A.6. Igualmente debe determinarse un índice de flexibilidad por efectos verticales como el máximo cociente entre las deflexiones verticales medidas en la edificación y las deflexiones permitidas por el presente Reglamento.

5.3 FASE 3 (RESULTADOS)

Todos los cálculos realizados en las anteriores etapas son insumos fundamentales para realizar el diagnóstico del estado de la construcción, aquí se incluyen los cálculos de las derivas, los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo y la resistencia efectiva de los elementos, estos resultados son indispensables para determinar la necesidad de realizar una intervención en la estructura.

5.3.1 Etapa 11 - Intervención

La intervención estructural debe definirse de acuerdo con el tipo de modificación establecida en A.10.6 dentro la categoría (c) Actualización al Reglamento.

5.3.2 Etapa 12 - Diagnóstico

Basándose en los procedimientos realizados en las etapas anteriores se presentó un diagnóstico del estado de la construcción y del posible comportamiento que esta tendría ante un evento sísmico, a partir del cual se determina si existe la necesidad de realizar una intervención que permita rehabilitar o mejorar las condiciones estructurales del Centro Regional de Atención a Víctimas - CRAV, si su estado actual le permite resistir acciones sísmicas y conservarse en buenas condiciones, así como también se plantea una propuesta de las posibles técnicas que pudieran ser utilizadas para dicha rehabilitación de ser necesario.

6. ETAPA 2 – RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

6.1 CÁLCULOS, MEMORIAS Y PLANOS

Una relación de los documentos de diseño y construcción de la edificación original que fueron utilizados en la evaluación y diseño de las modificaciones, tales como: planos arquitectónicos y estructurales, memorias de cálculo, estudios de suelos y diseño de las cimentaciones, registros de la interventoría, libros de obra, consultas personales a profesionales que participaron en el diseño o construcción, etc.

En este caso se contó con los planos estructurales “ESTRUCTURAL FINAL VIOTA.dwg” realizado por el ingeniero Oscar Antonio Morales Tiuso M.P 25202-22215 CND en diciembre del 2014. Una vez en campo se verificó

6.2 INFORMACIÓN PREVIA

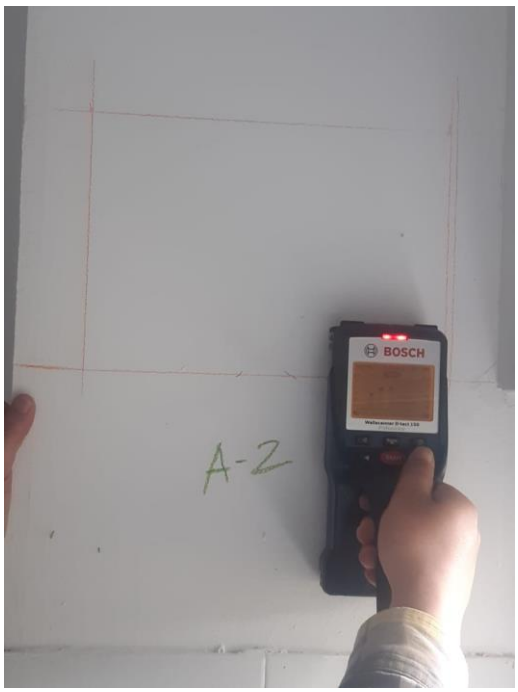
Se realizaron investigaciones sobre la construcción existente, tendientes a determinar los siguientes aspectos acerca de ella:

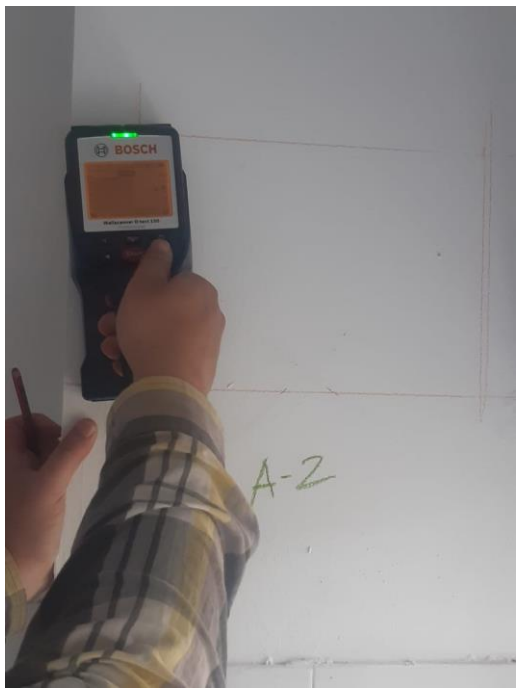
(a) Al disponer de los planos estructurales y su sistema de cimentación original, se verificó en el sitio su concordancia con la construcción tal como se encontró en la visita técnica realizado por la presente consultoría. Se realizaron exploraciones en lugares representativos y se deja constancia del alcance de estas exploraciones en el subcapítulo 6.2.1 del presente informe.
(b) La calidad de la construcción de la estructura original debe determinarse de una manera cualitativa.
(c) El estado de conservación de la estructura debe evaluarse de una manera cualitativa.
(d) Debe investigarse la estructura con el fin de determinar su estado a través de evidencia de fallas locales, deflexiones excesivas, corrosión de las armaduras y otros indicios de su comportamiento.
(e) Debe investigarse la ocurrencia de asentamientos de la cimentación y su efecto en la estructura.
(f) Debe determinarse la posible ocurrencia en el pasado de eventos extraordinarios que hayan podido afectar la integridad de la estructura, debidos a explosión, incendio, sismo, remodelaciones previas, colocación de acabados que hayan aumentado las cargas, y otras modificaciones.

6.3 ANÁLISIS DE REFUERZO POR MEDIO DE FERROSCAN

Tabla 3. Análisis de refuerzo por medio de Ferroscan
Ver Anexo 2.1 Refuerzo por ferroscan

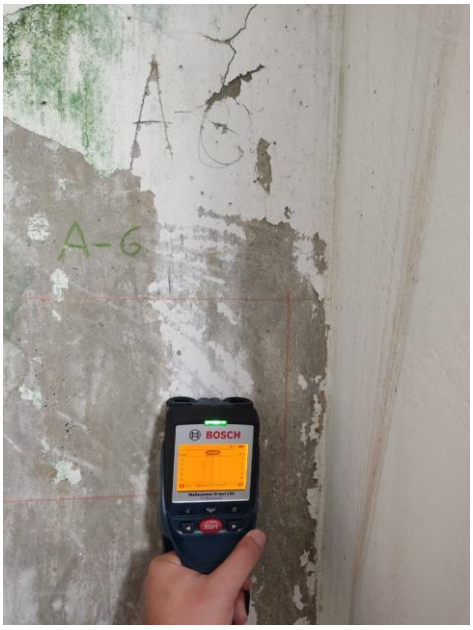
A-2





A-6





C-1





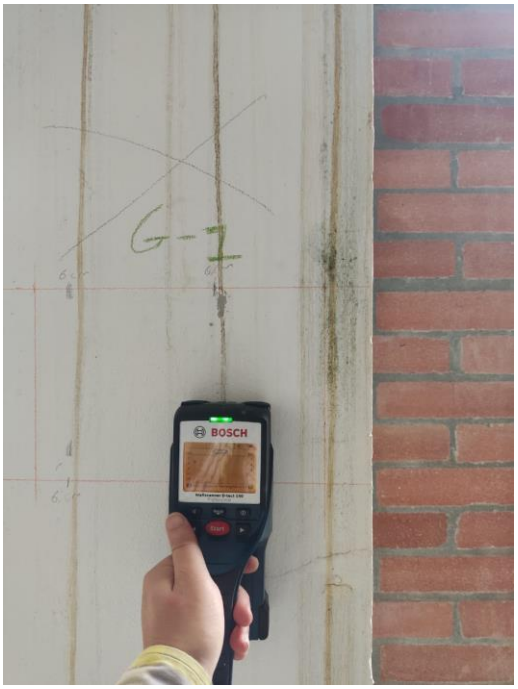
E-6





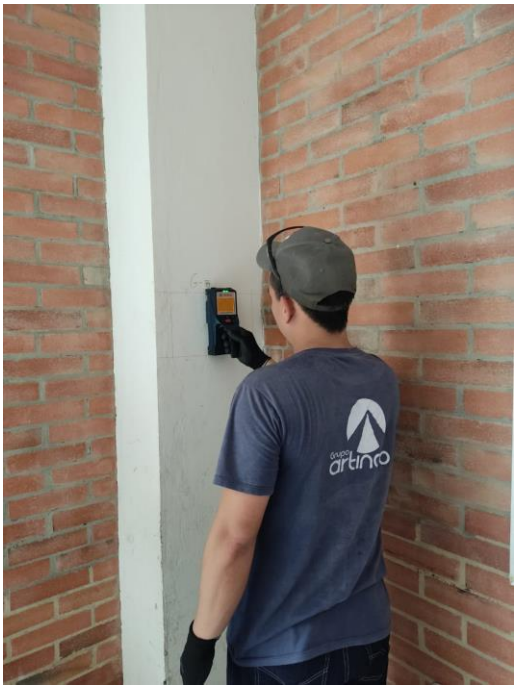
G-1





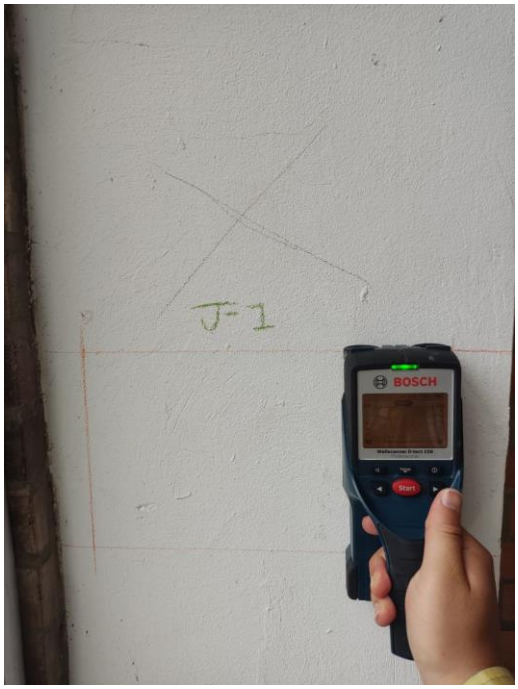
G-5





Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

J-1





J-4





Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

6.4 VERIFICACIÓN DE ACEROS MEDIANTE REGATAS

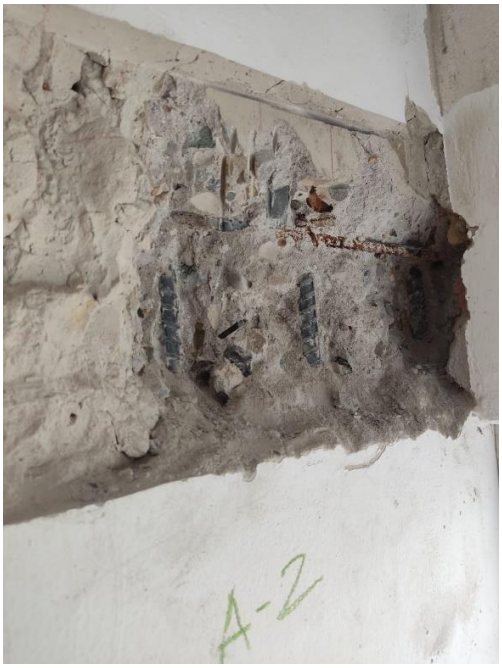
Tabla 4. Verificación de aceros mediante regatas
Ver Anexo 2.2 Regatas

A-2









Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

A-6









Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

C-1









Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

E-6









Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

G-1









Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

G-5





Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

J-1









J-4









Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

6.5 ENSAYO DE ESCLERÓMETRO

Tabla 5. Ensayo de esclerómetro
Ver Anexo 2.3 Esclerometría

A-2





A-6





Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

C-1





E-6



Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

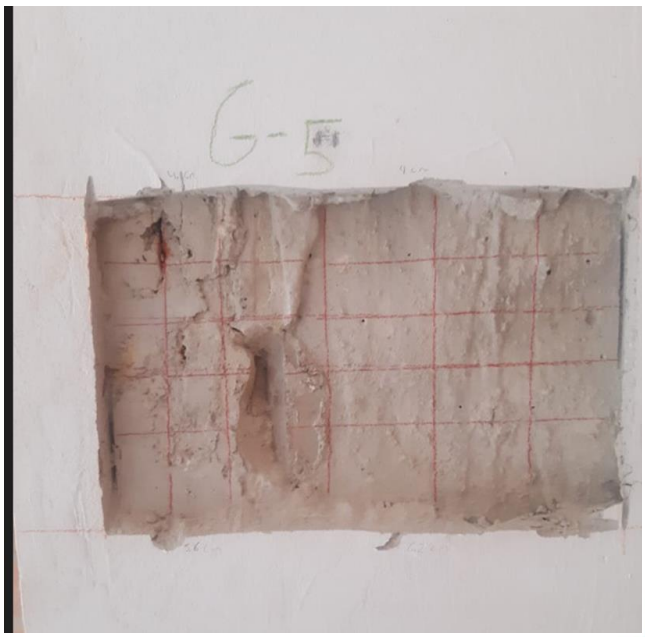
G-1





G-5





Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

J-1



J-4



Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

VF-1





V-4





Elemento	Eje	IR	Resistencia(Mpa)
Columna	A-2	35,00	34,32
Columna	A-6	29,13	24,54
Columna	C-1	29,13	24,54
Columna	E-6	28,63	23,73
Columna	G-1	34,38	33,26
Columna	G-5	35,63	35,39
Columna	J-1	40,38	43,70
Columna	J-4	37,88	39,29
Columna	C-1	29,13	24,54
Viga de Fundación	Eje 1 entre G-H	31,38	28,23
Viga de Fundación	Eje 2 entre A-B	29,38	24,95
Viga Aerea	Eje 4 entre J-I	29,25	24,74
Viga Aerea	Eje I entre 3-4	29,38	24,95

6.6 EXTRACCIÓN Y RESISTENCIA DE NÚCLEOS EN CONCRETO

Tabla 6. Extracción y resistencia de núcleos de concreto
Ver Anexo 2.4_Toma y Ensayo de núcleos de concreto

A-6





Cimentación





J-1



Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

J-4





Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO
NORMA NTC 3658 (2018)

Obra: CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA OFERTA SGO-CMC NO.422 DE 2023 DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ, CUNDINAMARCA,

Núcleo N°	Muestra	Localización	Fecha de Toma	Edad	Fecha Ensayo	Dirección aplicación carga	Tipo de Fractura	Longitud Promedio sin Caping (mm)	Longitud promedio Caping (mm)	Longitud núcleo extraido (mm)	Diámetro Promedio (mm)	Área (mm^2)	Densidad (kg/m^3)	Resistencia (MPa)	Cumple Norma Dimensiones	Relación L/D
1	C-1	Diámetro de la muestra 4" Elemento estructural: Zapata - Viotá Cundinamarca Edad de la estructura 9 años.	2023-12-28	25	2024-01-22	Vertical	2	152,7	157,1	157	100	7786	2200	23,7	SI	1,58
2	A-2	Diámetro de la muestra 4" Elemento estructural: Zapata - Viotá Cundinamarca Edad de la estructura 9 años.	2023-12-28	25	2024-01-22	Vertical	3	152,3	157,3	170	99	7755	2100	15,6	SI	1,58
3	I-1	Diámetro de la muestra 4" Elemento estructural: Zapata - Viotá Cundinamarca Edad de la estructura 9 años.	2023-12-28	25	2024-01-22	Vertical	4	132.0	136.1	130	100	7812	2100	16.8	SI	1.36
4	G-1	Diámetro de la muestra 4" Elemento estructural: Zapata - Viotá Cundinamarca Edad de la estructura 9 años.	2023-12-28	25	2024-01-22	Vertical	3	127,0	130,2	146	100	7791	2100	27,0	SI	1,31
5	V-1	Diámetro de la muestra 2" Elemento estructural: Viga - Viotá Cundinamarca Edad de la estructura 9 años.	2023-12-28	25	2024-01-22	Vertical	3	102,5	106,3	158	50	1974	2000	15,7	SI	2,12
6	G-5	Diámetro de la muestra 2" Elemento estructural: Columna - Viotá Cundinamarca Edad de la estructura 9 años.	2023-12-28	25	2024-01-22	Vertical	3	102,9	106,1	180	51	2011	2000	19,4	SI	2,10
7	G-1	Diámetro de la muestra 2" Elemento estructural: Columna - Viotá Cundinamarca Edad de la estructura 9 años.	2023-12-28	25	2024-01-22	Vertical	3	101,4	106,1	200	51	2035	2000	17,4	SI	2,1

Observaciones

Los siguientes núcleos presentan concreto con fragmentos de roca : Núcleo C1: hasta 138 mm; Núcleo A2: hasta 120 mm; Núcleo I1: hasta110 mm; Núcleo G1: hasta 105 mm

Los siguientes núcleos presentan agregado grueso: Núcleo V1: hasta 35 mm; Núcleo G5: hasta 22 mm; Núcleo G1: hasta 25 mm

Equipo empleado	Marca	N° Inventario	Fecha Calibración
Pie de rey	Mitutoyo	SCP#8	2023-02-02
Balanza	Precisa	46722	2023-08-10
Prensa	ELE	8120100	2023-03-03
Termohigrómetro	Elitech	SCP#2	2023-11-18

Nota:

Cumple dimensiones norma" indica que las dimensiones del cilindro, altura y/o diámetro están o no cumpliendo las especificaciones exigidas por la norma.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO
NORMA NTC 3658 (2018)

Proyecto: **CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA OFERTA SGO-CMC NO.422 DE 2023 DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ, CUNDINAMARCA."**

Núcleo de Concreto C-1 Diámetro 4" Elemento estructural: Zapata



Antes



Después

Núcleo de Concreto A-2 Diámetro 4" Elemento estructural: Zapata



Antes



Después

Núcleo de Concreto I-1 Diámetro 4" Elemento estructural: Zapata



Antes



Después

Núcleo de Concreto G-1 Diámetro 4" Elemento estructural: Zapata



Antes

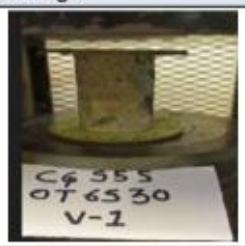


Después

Núcleo de Concreto V-1 Diámetro d 2" Elemento estructural: Viga



Antes

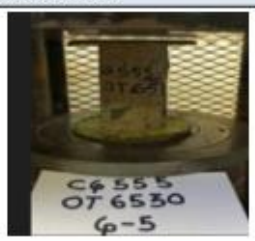


Después

Núcleo de Concreto G-5 Diámetro 2" Elemento estructural: Columna



Antes



Después

Núcleo de Concreto G-1 Diámetro 2" Elemento estructural: Columna



Antes



Después

Observaciones _____

6.7 ESTUDIOS DE CARBONATACIÓN

Tabla 7. Estudios de carbonatación
Ver Anexo 2.5 Ensayo de carbonatación

A-6





E-6





G-1



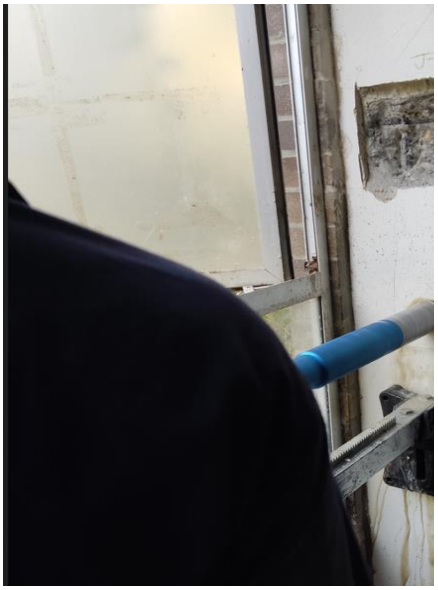

Proyecto:
Viga:
Columna: G-1

G-5


Grupo artinco


Proyecto:
Viga:
Columna: G-5

J-1




Proyecto:
Viga:
Columna: J-1

J-4


Grupo
artinco


Proyecto:
Viga:
Columna: J-4

V-1





V-2


V-2
Latitud: 4.442046
Longitud: -74.527525
Elevación: 594.86±12 m
Precisión: 9.0 m
Tiempo: 12-29-2023 09:46


Proyecto:
Viga: 2
Columna:
V-2

6.8 REPARACIÓN DE REGATAS Y EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS

Tabla 8. Reparación de regatas y de la extracción de núcleos
Ver Anexo 2.2 Regatas

A-2



A-6



Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

C-1



E-6



Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

G-1



G-5



Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

J-1



J-4



Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

7. IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS DE LA EDIFICACIÓN

7.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Se trata de una estructura con un área de 543.059 m2, de un solo nivel con muros perimetrales de 6cm de espesor, construidas en ladrillo bocadillo con perforaciones verticales de 0.245*0.12*0.06 m colocados de planchón y con junta ranurada de 2.0 cm de espesor acabado exterior en ladrillo e interior con revoque, estuco y pintura. Las divisiones internas son en mampostería con ladrillo bocadillo con perforaciones verticales de 0.245*0.12*0.06 m colocados de planchón. Se evidencian dovelas, algunos muros no cuentan con cintas de amarre como elementos estructurales en la mampostería. La cubierta es en teja UPVC de cresta baja sobre una estructura de metálica en cerchas de ángulos y PTE, apoyadas directamente sobre las vigas en la cubierta no se evidencia remates contra muros ni caballete central. Los bajantes son en tubería de 4" y canoa perimetral metálica este sistema de aguas lluvias se evidencia que esta obstruido por hojas de árboles lo que genera estancamiento del agua lluvia. Los pisos perimetrales son en concreto vaciado rustico y al interior presenta un piso acabado en baldosa de gres de 0.25*0.25m aproximadamente.

7.1.1 Fundaciones.

Se realizaron 5 apiques exploratorios a una profundidad de 1.5m con el fin de verificar las fundaciones de la estructura puesto que no se encuentran en los planos estructurales, dichos apiques se ubicaron en las esquinas de la estructura y en lugares intermedios donde se encontraban columnas, en total se hicieron 5 apiques donde se evidencian una viga de cimentación de sección 35x45cm de ancho y alto correspondientemente, apoyada en dados de concreto ciclópeo de sección cuadrada de 1.3x1.3 m con un espesor de 0.6m, estos dados se localizan en los nodos de la viga y columna. A su vez, se realizó un estudio de suelo con tres perforaciones en SPT para poder tener las propiedades del suelo.

7.1.2 Sistema estructural.

Se trata de un sistema aporticado en concreto de vigas y columnas con una sección de 35x45 cm y 35x35 cm correspondientemente, una losa de piso en concreto y acabado en baldosa, muros en mampostería y cubiertas en tejas UPVC cresta baja calibre de 2 mm en color blanco apoyada sobre correas PTE 150x50x4mm, las cuales descansan sobre cerchas en ángulo de sección principal L3/16"x2" y sección secundaria L3/16"x1 ½".

7.1.3 Mampostería.

Construida en ladrillo bocadillo con perforaciones verticales de 6x12x25cm colocados de planchón, con juntas ranuradas de 2 cm de espesor. Se evidencian dovelas y vigas perimetrales sobre algunos elementos. Los acabados del muro hacia el exterior está expuesto a la vista, mientras que al interior presenta revoque, estuco y pintura y otras expuestas a la vista. En ambos sentidos presentan notables signos de deterioro, presencia de hongos por humedad, desprendimientos del revoque, grietas y fisuras.

7.1.4 Cubierta.

Sistema de cubiertas en tejas UPVC cresta baja calibre de 2 mm en color blanco apoyada sobre correas PTE 150x50x4mm, las cuales descansan sobre cerchas en ángulo de sección principal L3/16"x2" y sección secundaria L3/16"x1 ½".

7.1.5 Canoas, tragantes y bajantes.

Construidos en lámina galvanizada con acabado en pintura adosados directamente a la estructura metálica que recoge las aguas de la cubierta y entregan al terreno natural a través de los bajantes de 4". Estos se encuentran en malas condiciones, presentando obstrucción por basuras lo que genera estancamiento del agua haciendo que esté se sature y desborde por el muro, también se evidencia falta de remates de la teja con el muro y entre ellas, no se evidencia ruana ni caballete lo que genera que constantemente caiga basura y agua a la edificación internamente.

7.1.6 Cielos falsos y remates de cubierta.

Cielo falso en placas de PVC en módulos de 25 cm x 6m de ancho y largo correspondientemente, con estructura en ángulos metálicos los cuales se apoyan sobre las correas PTS 150x150x4mm. El cielo falso y los remates de cubierta se encuentra en muy mal estado por daños, ingreso de aguas desde la cubierta y obstrucción de las canoas que genera desborde de aguas.

7.1.7 Acabados muros.

Se presentan tres tipos básicos de acabados: revoques, enchapes en baldosa cerámica tipo baldosín y pintura. Estos se encuentran en muy malas condiciones dadas la presencia de humedad generando hongos y desprendimientos de material.

7.1.8 Pisos interiores.

Se observa una baldosa tipo Payan de fondo blando de grano de 25x25cm aproximadamente, con presencia de Estalagmitas y desgaste natural por el uso y por la falta de mantenimiento.

7.1.9 Pisos en concreto.

Se observa por el perímetro de la edificación un andén en concreto paleteado con secciones entre 1.2 m y 1.2 m que inicia en la parte inferior del muro. Los andenes presentan afloración de hongos y maleza entre las juntas de construcción cuyos sellos desaparecieron completamente, aumentando la dilatación entre las placas y permitiendo la filtración del agua. En algunos tramos la superficie se encuentra completamente cubierta por hongos que muestra la presencia de humedad permanente.

7.1.10 Puertas y ventanas.

Ventanas con marcos, rejas y celosías en lamina metálica y secciones variables. Las puertas principales tienen marcos y alas en lamina metálica con acabado en pintura y secciones variables. En general los elementos metálicos muestran oxidación, corrosión por la presencia de humedad y falta de mantenimiento, algunos vidrios se presentan ya fisuras y las chapas no están en un buen funcionamiento. En los baños se observan puertas en madera en mal estado.

7.1.11 Red de abasto, desagües y aparatos sanitarios.

Se observa la existencia de un sistema de abasto y desagües, se logra evidenciar un buen funcionamiento. Los aparatos sanitarios, lavamanos y accesorios en lavamanos, se encuentra sin funcionamiento por falta de accesorios como llaves tapones entre otros.

7.1.12 Red eléctrica.

Se observa un sistema de canalización, cajas para el sistema eléctrico, cableado, tableros, breaker y tomas en buen estado, pero algunos tomas se encuentran en contacto con el agua.

7.2 LEVANTAMIENTO DE LESIONES.

Tabla 9. Levantamiento lesiones mampostería perimetral

UBICACIÓN: Edificación	**ELEMENTO:** Mampostería perimetral	**TIPO DE LESIÓN:** Físicas, mecánica, biológica
DESCRIPCIÓN: Se evidencian fisuras y grietas en algunos lugares de la mampostería especialmente en los machones y esquinas de ventanearías, presenta deterioro por acción de agentes atmosféricos, humedades, erosión y falta de mantenimiento. La humedad por capilaridad y filtración ha afectado el interior del inmueble, en general la mampostería se ve estable con los acabados afectados por la presencia de humedad.		



Ilustración 3. Lesiones mampostería perimetral - Fuente: Autor

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

INFORMACIÓN DE LA LESIÓN						
FÍSICA	HUMEDAD		SUCIEDAD		EROSIÓN	
	X		X		X	
MECÁNICA	GRIETAS	FISURAS	DEFORMACION	DESPRENDIM.	EROSIÓN MECANICA	
		X				
QUÍMICA	EFLORECENCIAS	OXIDACIÓN	CORROSIÓN	CARBONATAC.	ALCALINIDAD	EROSIÓN QUIMICA
	X					
BIOLÓGICAS	ORGANISMO ANIMALES		FLUIDOS – MATER. DESCO.		ORGANISMO VEGETALES	
					X	
CONTEXTO	DESASTRE NATURALES		DESASTRES TECNOLÓGICOS			

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

Tabla 10. Levantamiento lesiones cubierta

UBICACIÓN: Edificación	**ELEMENTO:** Cubierta	**TIPO DE LESIÓN:** Físicas y Biológicas
DESCRIPCIÓN: La estructura metálica se encuentran en buen estado no presentan procesos de corrosión , no se evidencia remates de la teja de cubierta contra estructura exístete (ruanas) ni caballete en las terminaciones de la teja lo que permite el ingreso del agua lluvia y basuras		



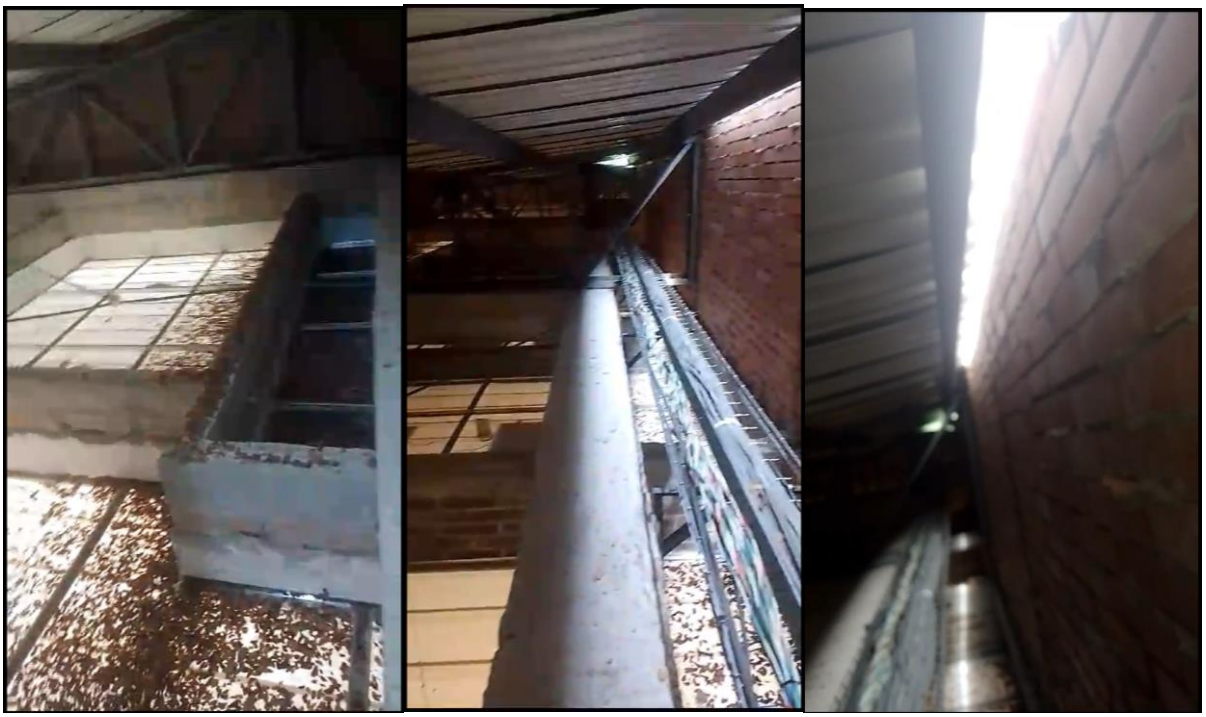


Ilustración 4. Lesiones cubierta - Fuente: Autor

INFORMACIÓN DE LA LESIÓN						
FÍSICA	HUMEDAD		SUCIEDAD		EROSIÓN	
	X		X			
MECÁNICA	GRIETAS	FISURAS	DEFORMACION	DESPRENDIM.	EROSIÓN MECANICA	
QUÍMICA	EFLORECENCIAS	OXIDACIÓN	CORROSIÓN	CARBONATAC.	ALCALINIDAD	EROSIÓN QUIMICA
BIOLÓGICAS	ORGANISMO ANIMALES		FLUIDOS – MATER. DESCO.		ORGANISMO VEGETALES	
			X		X	
CONTEXTO	DESASTRE NATURALES		DESASTRES TECNOLÓGICOS			

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

Tabla 11. Levantamiento lesiones mampostería interior

UBICACIÓN: Edificación	**ELEMENTO:** Mampostería interior	**TIPO DE LESIÓN:** Físicas, Mecánicas y Biológicas
DESCRIPCIÓN: La mampostería interior, muestra fisuras y grietas en sus acabados, con alta presencia de moho por la humedad generada por los bajantes obstruidos que permiten el ingreso del agua lluvias esto ha generado el crecimiento de pequeñas plantas entre las fisuras.		
		
		

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia





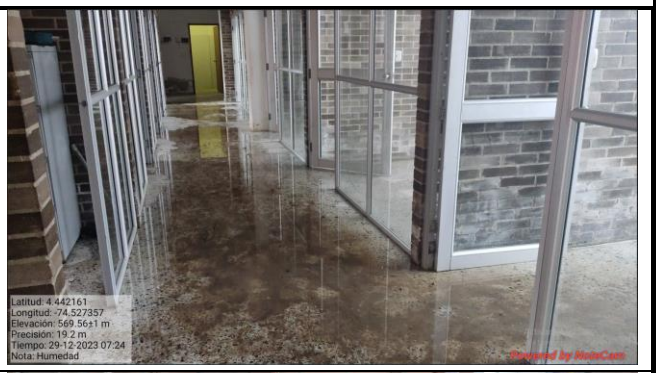
Ilustración 5. Lesiones mampostería interior - Fuente: Autor

INFORMACIÓN DE LA LESIÓN						
FÍSICA	HUMEDAD		SUCIEDAD		EROSIÓN	
	X		X		X	
MECÁNICA	GRIETAS	FISURAS	DEFORMACION	DESPRENDIM.	EROSIÓN MECANICA	
	X	X		X		
QUÍMICA	EFLORECENCIAS	OXIDACIÓN	CORROSIÓN	CARBONATAC.	ALCALINIDAD	EROSIÓN QUIMICA
BIOLÓGICAS	ORGANISMO ANIMALES		FLUIDOS – MATER. DESCO.		ORGANISMO VEGETALES	
			X		X	
CONTEXTO	DESASTRE NATURALES		DESASTRES TECNOLÓGICOS			

Tabla 12. Levantamiento lesiones pisos en concreto y piso interior

UBICACIÓN: Edificación	**ELEMENTO:** Pisos en concreto y piso interior	**TIPO DE LESIÓN:** Físicas, Mecánicas y Biológicas
DESCRIPCIÓN: Se ha perdido el sello permitiendo la afloración de maleza, aumentando la dilatación entre las placas permitiendo la filtración del agua y se evidencia eflorescencia en la baldosa.		









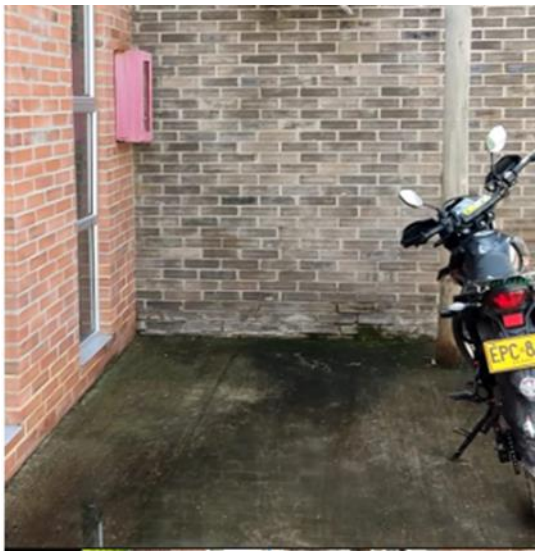




Ilustración 6. Lesiones pisos en concreto y piso interior - Fuente: Autor

INFORMACIÓN DE LA LESIÓN						
FÍSICA	HUMEDAD		SUCIEDAD		EROSIÓN	
	X		X			
MECÁNICA	GRIETAS	FISURAS	DEFORMACION	DESPRENDIM.	EROSIÓN MECANICA	
		X		X		
QUÍMICA	EFLORECENCIAS	OXIDACIÓN	CORROSIÓN	CARBONATAC.	ALCALINIDAD	EROSIÓN QUIMICA
BIOLÓGICAS	ORGANISMO ANIMALES		FLUIDOS – MATER. DESCO.		ORGANISMO VEGETALES	
					X	
CONTEXTO	DESASTRE NATURALES		DESASTRES TECNOLÓGICOS			

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

Tabla 13. Levantamiento lesiones canoas, tragantes y bajantes

UBICACIÓN: Edificación	**ELEMENTO:** Canoas, tragantes y bajantes	**TIPO DE LESIÓN:** Físicas, Mecánicas y Biológicas
DESCRIPCIÓN: Se presentan tramos de tubería faltantes o rotos, los desagües están descargando directamente al terreno, la canoa y los desagües se encuentran obstruidos por hojas y basuras.		
		
		





Ilustración 7. Lesiones canoas, tragantes y bajantes- Fuente: Autor

INFORMACIÓN DE LA LESIÓN						
FÍSICA	**HUMEDAD**		**SUCIEDAD**		**EROSIÓN**	
	X		X			
MECÁNICA	**GRIETAS**	**FISURAS**	**DEFORMACION**	**DESPRENDIM.**	**EROSIÓN MECANICA**	
			X	X		
QUÍMICA	**EFLORECENCIAS**	**OXIDACIÓN**	**CORROSIÓN**	**CARBONATAC.**	**ALCALINIDAD**	**EROSIÓN QUIMICA**
BIOLÓGICAS	**ORGANISMO ANIMALES**		**FLUIDOS – MATER. DESCO.**		**ORGANISMO VEGETALES**	
					X	
CONTEXTO	**DESASTRE NATURALES**		**DESASTRES TECNOLÓGICOS**			

Tabla 14. Levantamiento lesiones cielo raso

UBICACIÓN: Edificación	**ELEMENTO:** Cielo raso	**TIPO DE LESIÓN:** Físicas, Mecánicas y Biológicas
DESCRIPCIÓN: Se presentan tramos faltantes de cielo raso, se encuentran desprendimientos por humedad y falta de mantenimiento a la cubierta, bajantes y canoa.		









Ilustración 8. Lesiones cielo raso- Fuente: Autor

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

INFORMACIÓN DE LA LESIÓN						
FÍSICA	HUMEDAD		SUCIEDAD		EROSIÓN	
	X		X			
MECÁNICA	GRIETAS	FISURAS	DEFORMACION	DESPRENDIM.	EROSIÓN MECANICA	
			X	X		
QUÍMICA	EFLORECENCIAS	OXIDACIÓN	CORROSIÓN	CARBONATAC.	ALCALINIDAD	EROSIÓN QUIMICA
BIOLÓGICAS	ORGANISMO ANIMALES		FLUIDOS – MATER. DESCO.		ORGANISMO VEGETALES	
			X		X	
CONTEXTO	DESASTRE NATURALES		DESASTRES TECNOLÓGICOS			

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

8. DESARROLLO METODOLÓGICO

8.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR

Es de aclarar que el análisis de la estructura fue suministrado por parte de la supervisión del contrato, los planos estructurales de la edificación existente. La presente consultoría dentro del alcance de un estudio de vulnerabilidad, tal y como lo establece la norma NSR-10, en su Título A, para la evaluación de construcciones existentes, puntualmente en su enciso A.10.2 establece que, se debe constatar que lo construido corresponda a la información primaria suministrada en relación con los planos estructurales y demás. En este ejercicio y siguiendo los mismos lineamientos de la norma, fueron ejecutadas exploraciones (5 apiques) en las cimentaciones para verificar la profundidad de desplante y la sección de la zapata, a su vez, se realizaron ensayos en los elementos estructurales tales como, regatas en vigas y columnas con el fin de corroborar el acero especificado en los planos, extracción de núcleos para ensayo de compresión y carbonatación del concreto, ensayos de esclerometría en los elementos estructurales y análisis del refuerzo por medio de ferroscan.

Se confirma entonces que la información soportada en los planos estructurales corresponde a lo construido, puntualmente en las zonas exploradas; sin embargo, se aclara que la presente consultoría parte de la buena fe de la información suministrada y en parte ya corroborada, para continuar con el análisis.

A partir de la inspección visual realizada por parte del grupo investigador y los resultados de las fichas de caracterización patológica creadas mediante un análisis cualitativo a la estructura en el capítulo 4.2 del presente informe, se pudo observar que las patologías presentes en la edificación no constituyen un riesgo representativo en el funcionamiento del sistema estructural. Se encontraron dilataciones entre la junta muro-columna y muro-viga, además, pequeñas fisuras en la luz libre del muro de mampostería, también en el frente de la fachada se observaron grietas que se propagan desde la parte inferior en el sentido del terreno y de la ventana, se intuye que pudieron presentarse debido a pequeños asentamientos de la losa, estas grietas son superficiales, aunque algunas pasan el eje del muro. Se observaron espacios en la cubierta que no representan falla estructural, más, sin embargo, facilitan el paso del agua generando zonas de humedad en los elementos.

8.1.1 Evaluación cualitativa de la construcción

La calificación del estado del sistema estructural se hizo de manera totalmente cualitativa tal como se describe en A.10.2.2 del NSR-10 a partir de una inspección visual realizada en las visitas técnicas donde se define el coeficiente cualitativo del estado de la estructura como BUENO, ya que a simple vista se observaron patologías poco severas que pudieran comprometer su estructura, en este sentido se registraron las observaciones de las visitas en las que se muestra el estado de algunos elementos afectados, la causa de la lesión observada y se hacen recomendaciones para su tratamiento, en cuanto a el coeficiente cualitativo por calidad de diseño y construcción de la estructura se estima como REGULAR, los cuales serán utilizados para obtener la resistencia efectiva en el cálculo del índice de sobreesfuerzo.

Tabla 15. Calificación cualitativa de la estructura

Coeficiente de estado Φe	1.0
Coeficiente de calidad Φc	0.8

8.1.2 Localización y zona de amenaza sísmica

Para la determinación del nivel de amenaza sísmica se identifican unos parámetros estipulados en la NSR-10 título A, teniendo en cuenta que la zona en donde se encuentra ubicado el centro Regional de Atención a Víctimas - CRAV es en el municipio de Viotá, Cundinamarca. Por tanto, de acuerdo a los mapas de zonificación sísmica disponibles en el capítulo A.2 de la NSR-10 y la información presentada en la tabla de A.2.3-2 de la NSR-10 la zona corresponde a un nivel de amenaza sísmica intermedia.

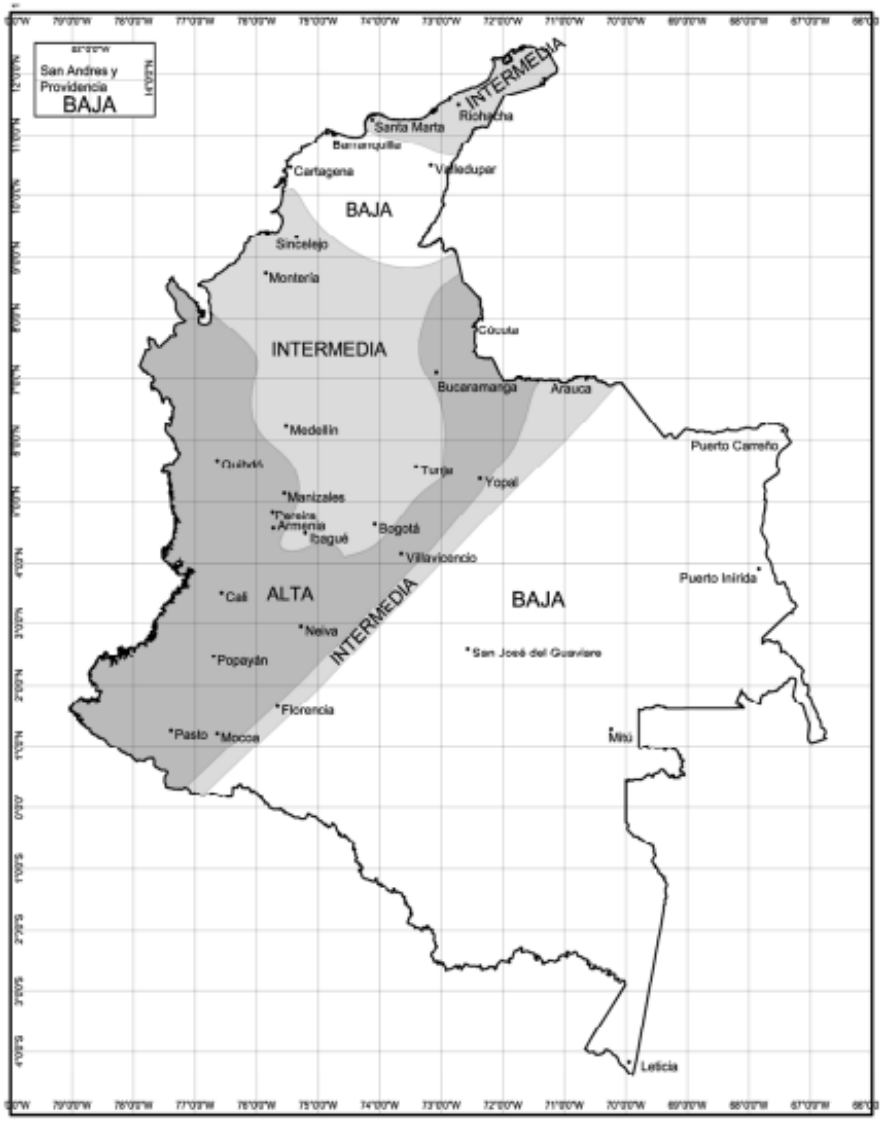


Ilustración 9. Zonas de amenaza sísmica - Fuente: Capitulo A.2.3 de la NSR-10

En la sección A.10.4.2.1 refiere que los movimientos sísmicos para un nivel de seguridad equivalente al grupo de uso IV o III como en este caso, se deben utilizar los movimientos sísmicos de diseño que prescribe el capítulo A.2 para el lugar en que se encuentre la estructura, con el fin de analizar la estructura como si fuera una edificación nueva.

Tabla 16. Parámetros iniciales de diseño

Municipio	Viotá
Amenaza sísmica	Intermedia
Aa	0.20
Av	0.20
Ae	0.10
Ad	0.05

Donde,

Aa: Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva.
Av: Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva.
Ae: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada.
Ad: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño

8.1.3 Parámetros del perfil de suelo

Para determinar los coeficientes de amplificación que afectan la aceleración en la zona de periodos cortos e intermedios es necesario conocer el tipo de perfil de suelo donde se encuentra cimentada la estructura, el cual, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por el "Estudio de suelos para el centro Regional de Atención a Víctimas - CRAD" realizado por la presente consultoría, corresponde a un suelo tipo E por consiguiente empleando la Tabla A.2.4-3 y Tabla A.2.4-4 de la NSR-10 los valores correspondientes al tipo de suelo son 1.7 para Fa y 3.2 para Fv.

Tabla 17. Valores del coeficiente de Fa- Fuente: Capitulo A.2.4-3 de la NSR-10

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

Tabla 18. Valores del coeficiente de Fv- Fuente: Capitulo A.2.4-4 de la NSR-10

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

Tabla 19. Coeficientes de amplificación.

Tipo de perfil de suelo	E
Fa	1.7
Fv	3.2

Donde,

Fa: Coeficiente de Amplificación (periodos cortos)

Fv: Coeficiente de Amplificación (periodos intermedios)

8.1.4 Características de la estructura

Previamente identificados los coeficientes Aa y Av, se define el coeficiente de importancia (I) que es un indicador del grupo de uso al que pertenece la estructura, para este caso aplica al grupo III, edificaciones de atención de la comunidad con un valor correspondiente 1.25.

Tabla 20. Características del sistema estructural

Grupo de Uso	III
III	1.25
Sistema estructural	Pórticos en concreto resistentes a momentos
Disipación de energía	DMO

- **Determinación del periodo fundamental de la edificación.**

El valor el periodo fundamental de la edificación T, debe obtenerse a partir de las propiedades de sistema de resistencia sísmica de acuerdo al sistema estructural, en la tabla A.4.2.1 de la NSR-10.

Alternativamente el valor de T puede ser igual al periodo fundamental aproximado Ta obteniéndose a partir de la siguiente ecuación:

$$T_a = C_t h^{\alpha}$$
$$T_a = 0.047(5.20)^{0.9}$$
$$T_a = 0.20725\ s$$

Donde Ct y α son parámetros encontrados en la siguiente tabla, mientras que h corresponde a la altura del edificio.

Tabla 21. Valores del coeficiente de Fv- Fuente: Capitulo A.4.2-1 de la NSR-10

Sistema estructural de resistencia sísmica	$\mathbf{C_t}$	$\boldsymbol{\alpha}$
Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.047	0.9
Pórticos resistentes a momentos de acero estructural que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.072	0.8
Pórticos arriostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75
Todos los otros sistemas estructurales basados en muros de rigidez similar o mayor a la de muros de concreto o mampostería	0.049	0.75
Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural, pueden emplearse los siguientes parámetros $\mathbf{C_t}$ y $\boldsymbol{\alpha}$, donde $\mathbf{C_w}$ se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

- **Coeficientes de disipación de energía.**

Para definir el coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía se tiene en cuenta los siguientes coeficientes:

Irregularidad en planta φp: Debido a que la estructura presenta retrocesos en las esquinas, se le asigna un φp de 0.9 como se especifica en la Tabla A.3-6 Irregularidades en planta en la NSR-10.

B=43m	D=17m	A=24m	C=7.77 m
A>0.15B	24>0.15(43)	19.5>6.45	
C>0.15D	7.77>0.15(17)	20>2.55	

Tipo 2P — Retrocesos en las esquinas — $\phi_p = 0.9$

$A > 0.15B$ y $C > 0.15D$

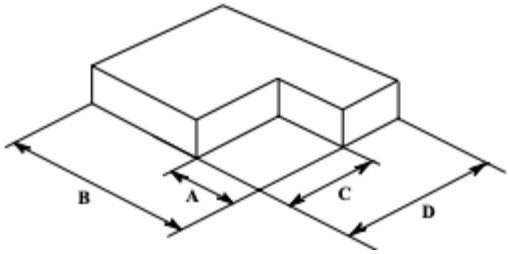


Ilustración 10. Irregularidad en planta 2P- Fuente: Figura A.3.1 de la NSR-10

Tipo 1aP — Irregularidad torsional $\phi_p = 0.9$	Tipo 1bP — Irregularidad torsional extrema $\phi_p = 0.8$
$1.4\left(\frac{\Delta_1+\Delta_2}{2}\right) \geq \Delta_1 > 1.2\left(\frac{\Delta_1+\Delta_2}{2}\right)$	$\Delta_1 > 1.4\left(\frac{\Delta_1+\Delta_2}{2}\right)$

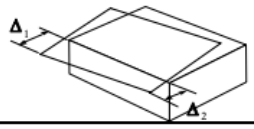


Ilustración 11. Irregularidad en planta- Fuente: Figura A.3.1 de la NSR-10

- Irregularidad en Altura φa: El coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidades en altura toma valor de 1.0, ya que no se presenta irregularidades en altura de los tipos 1aA, 1bA, 2A, ó 3A, tal como se definen en la figura A.3-2 de la NSR-10.

- Irregularidad Causada por ausencia de redundancia φr: Ya que la estructura es de un solo nivel, la irregularidad causada por ausencia de redundancia φr toma un valor de 1.

- **Coeficientes de disipación de energía de diseño R'**

Teniendo en cuenta que, para un sistema estructural de pórticos resistentes a momentos, que se ubica en la zona de amenaza sísmica intermedia, la NSR-10 data una capacidad de disipación de energía especial (DMO), por lo que se define un coeficiente de capacidad de disipación de energía básico R0 de 5.0, según lo establecido en la tabla A.3-3 de la NSR-10.

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				Alta		Intermedia		baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (*DES*)									
a. De concreto (*DES*)	el mismo	**7.0**	**3.0**	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (*DES*)	el mismo	**7.0** (Nota-3)	**3.0**	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	**7.0**	**3.0**	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
d. De acero con cerchas dúctiles (*DES*)	Pórticos de acero resistentes o no a momentos	**6.0**	**3.0**	si	30 m	si	45 m	si	sin límite
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
b. De acero (*DMO*)	el mismo	**5.0** (Nota-3)	**3.0**	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos con conexiones rígidas (*DMO*)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	**5.0**	**3.0**	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
3. Pórticos resistentes a momentos con capacidad mínima de disipación de energía (*DMI*)									
a. De concreto (*DMI*)	el mismo	**2.5**	**3.0**	no se permite		no se permite		si	Sin límite
b. De acero (*DMI*)	el mismo	**3.0**	**2.5**	no se permite		no se permite		si	Sin límite
c. Mixtos con conexiones totalmente restringidas a momento (*DMI*)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	**3.0**	**3.0**	no se permite		no se permite		si	Sin límite
d. Mixtos con conexiones parcialmente restringidas a momento	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	**6.0**	**3.0**	no se permite		si	30 m	si	50 m
e. De acero con cerchas no dúctiles	el mismo	**1.5**	**1.5**	no se permite (nota 5)		no se permite (nota 5)		si	12 m
f. De acero con perfiles de lámina doblada en frío y perfiles tubulares estructurales PTE que no cumplen los requisitos de F.2.2.4 para perfiles no esbeltos (nota 6)	el mismo	**1.5**	**1.5**	no se permite (nota 5)		no se permite (nota 5)		si	Sin límite
g. Otras estructuras de celosía tales como vigas y cerchas		No se pueden usar como parte del sistema de resistencia sísmica, a no ser que tengan conexiones rígidas a columnas, en cuyo caso serán tratadas como pórticos de celosía							

Ilustración 12. Irregularidad en planta- Fuente: Tabla A.3.3.3 de la NSR-10

$$R = \varphi p * \varphi a * \varphi r * Ro$$

$$R = 0.9 * 1 * 1 * 5$$

$$R = 4.5$$

$$\frac{I}{R} = \frac{1.25}{4.5} = 0.27778$$

Tabla 22. Irregularidades de la estructura

R0	5
φa	1
φp	0.9
φr	1
R	4.5

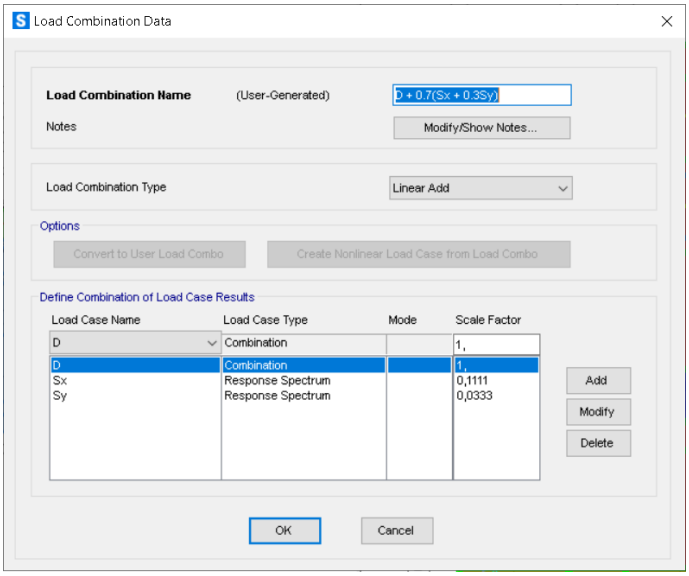


Ilustración 13. Factor R de diseño

La corrección del factor R de diseño del espectro, se realiza en las combinaciones de carga directamente a la carga sísmica, se muestra un ejemplo a continuación.

$$0.7\frac{Sx}{R} = 0.7\frac{Sx}{4.5} = 0.15556$$

$$0.7x0.3\frac{Sx}{R} = 0.7x0.3\frac{Sx}{4.5} = 0.04667$$

8.1.5 Espectro de aceleración de diseño

La estimación de las solicitaciones a la estructura, debido a los efectos del sismo de diseño, se obtiene de un análisis modal espectral, realizado en el software ETABS 20.3.0. Se construye el espectro de aceleraciones de acuerdo con la microzonificación de la zona.

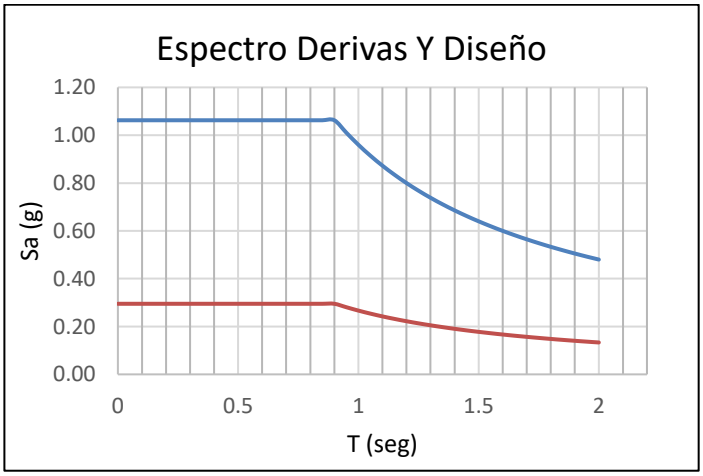


Ilustración 14. Espectro de aceleración para un coeficiente de amortiguamiento critico del 5% - Fuente: Autor

Sa= 1.0625 g

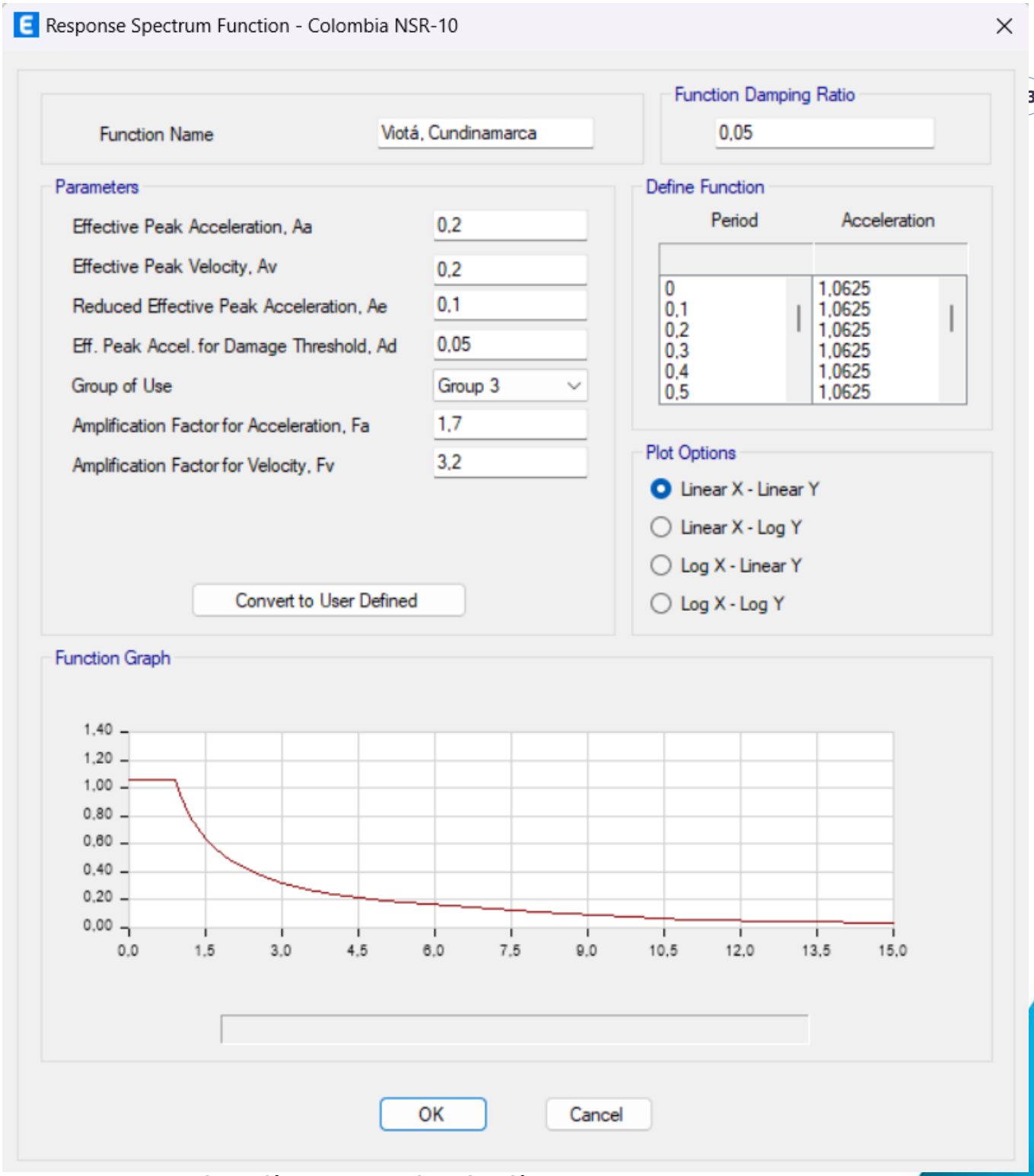


Ilustración 15. Espectro de aceleración - Fuente: ETABS 20.3.0

8.1.6 Asignación de cargas

- **Carga viva de cubierta (Lr)**

Cubierta inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada 50 kgf/ m2 ó 0.5 kN/m2 (Tabla B.4.2.1-2 de la NSR-10).

Tabla 23. Cargas vivas mínimas en cubierta- Fuente: Capitulo B.4.2.1-2 de la NSR-10

Tipo de cubierta	*Carga uniforme* (kN/m^2) *m^2 de área en planta*	*Carga uniforme* (kgf/m^2) *m^2 de área en planta*
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación (Nota-1)	la misma del resto de la edificación (Nota-1)
Cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones	5.00	500
Cubiertas inclinadas con más de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.35	35
Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.50	50

Tabla 24. Cargas muertas cielo raso - Fuente: Capitulo B.3.4.1-1 de la NSR-10

Componente	*Carga* (kN/m^2) *m^2 de área en planta*	*Carga* (kgf/m^2) *m^2 de área en planta*
Cielo raso		
Canales suspendidas de acero	0.10	10
Ductos mecánicos	0.20	20
Entramado metálico suspendido afinado en cemento.	0.70	70
Entramado metálico suspendido afinado en yeso.	0.50	50
Fibras acústicas	0.10	10
Pañete en yeso o concreto	0.25	25
Pañete en entramado de madera	0.80	80
Tableros de yeso	0.0080 (por mm de espesor)	8 (por cm de espesor)
Sistema de suspensión de madera.	0.15	15

- **Carga muerta de cubierta (SD)**

Componentes:

a. Cubierta UPVC cresta baja calibre 2mm
b. Cielo raso canales suspendidos de acero

Determinación de cargas:

a. Cubierta UPVC cresta baja calibre 2mm (Anexo 3, Ficha técnica UPVC)
   Carga por m2: **4.6 Kg/m2**

b. Cielo raso canales suspendidos de acero (NSR-10, Tabla B.3.4.1-1)
   Carga por m2: **10 kgf/m2**

SD: 14.6 kgf/m2 ó 0.146 kN/m2

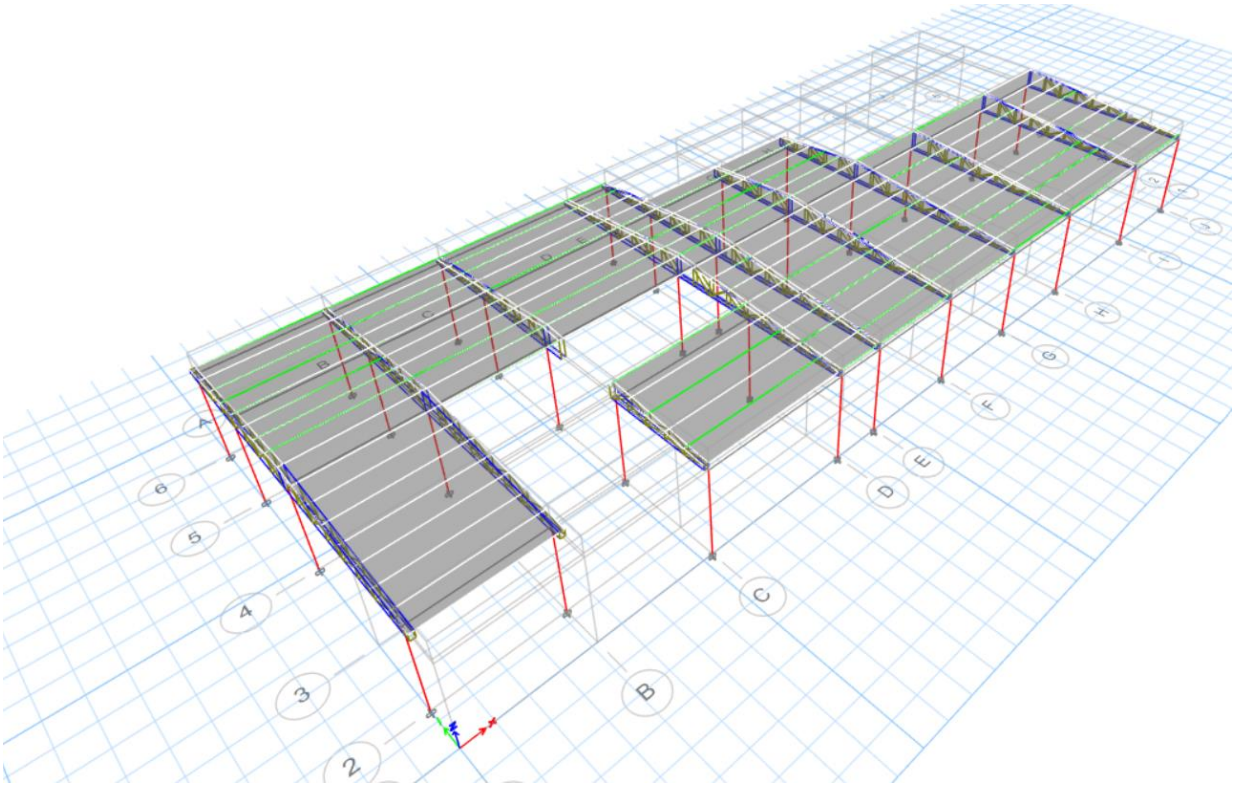


Ilustración 16. Cubierta y ejes locales - Fuente: ETABS 20.3.0

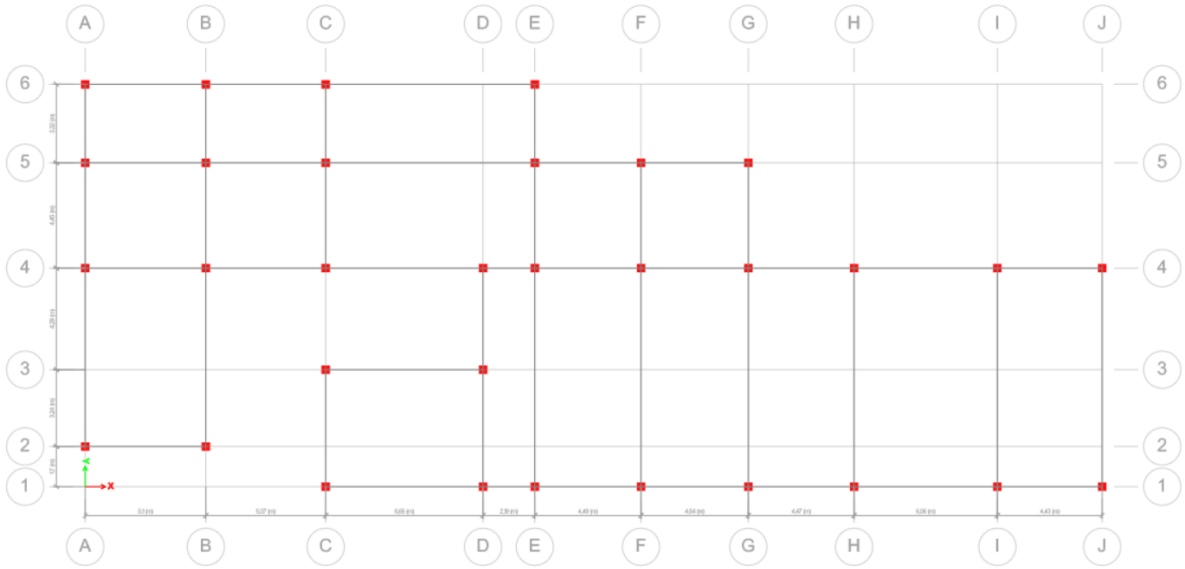


Ilustración 17. Planta de vigas - Fuente: ETABS 20.3.0

8.1.7 Combinación de cargas

Para realizar el análisis y modelamiento en ETABS 20.3.0 además de la configuración estructural y las características del material se tuvieron en cuenta las siguientes combinaciones de carga de acuerdo con el capítulo B.2.3 y B.2.4 de la NSR-10.

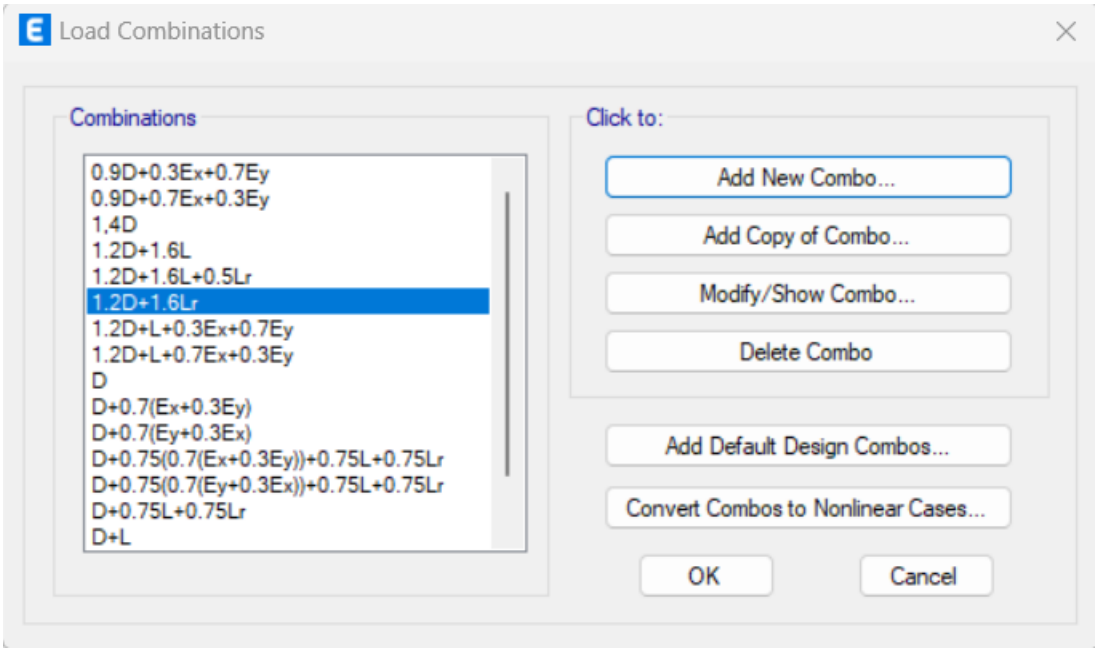


Ilustración 18. Combinaciones de carga- Fuente: ETABS 20.3.0

$D+F$	(B.2.3-1)
$D+H+F+L+T$	(B.2.3-2)
$D+H+F+(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-3)
$D+H+F+0.75(L+T)+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-4)
$D+H+F+W$	(B.2.3-5)
$D+H+F+0.7E$	(B.2.3-6)
$D+H+F+0.75W+0.75L+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-7)
$D+H+F+0.75(0.7E)+0.75L+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-8)
$0.6D+W+H$	(B.2.3-9)
$0.6D+0.7E+H$	(B.2.3-10)

Ilustración 19. Combinaciones de carga de servicio- Fuente: Capitulo B.2.3 y de la NSR-10

$1.4(D+F)$	(B.2.4-1)
$1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-2)
$1.2D+1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)+(L \text{ ó } 0.8W)$	(B.2.4-3)
$1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-4)
$1.2D+1.0E+1.0L$	(B.2.4-5)
$0.9D+1.6W+1.6H$	(B.2.4-6)
$0.9D+1.0E+1.6H$	(B.2.4-7)

Ilustración 20. Combinaciones de carga de última- Fuente: Capitulo B.2.4 de la NSR-10

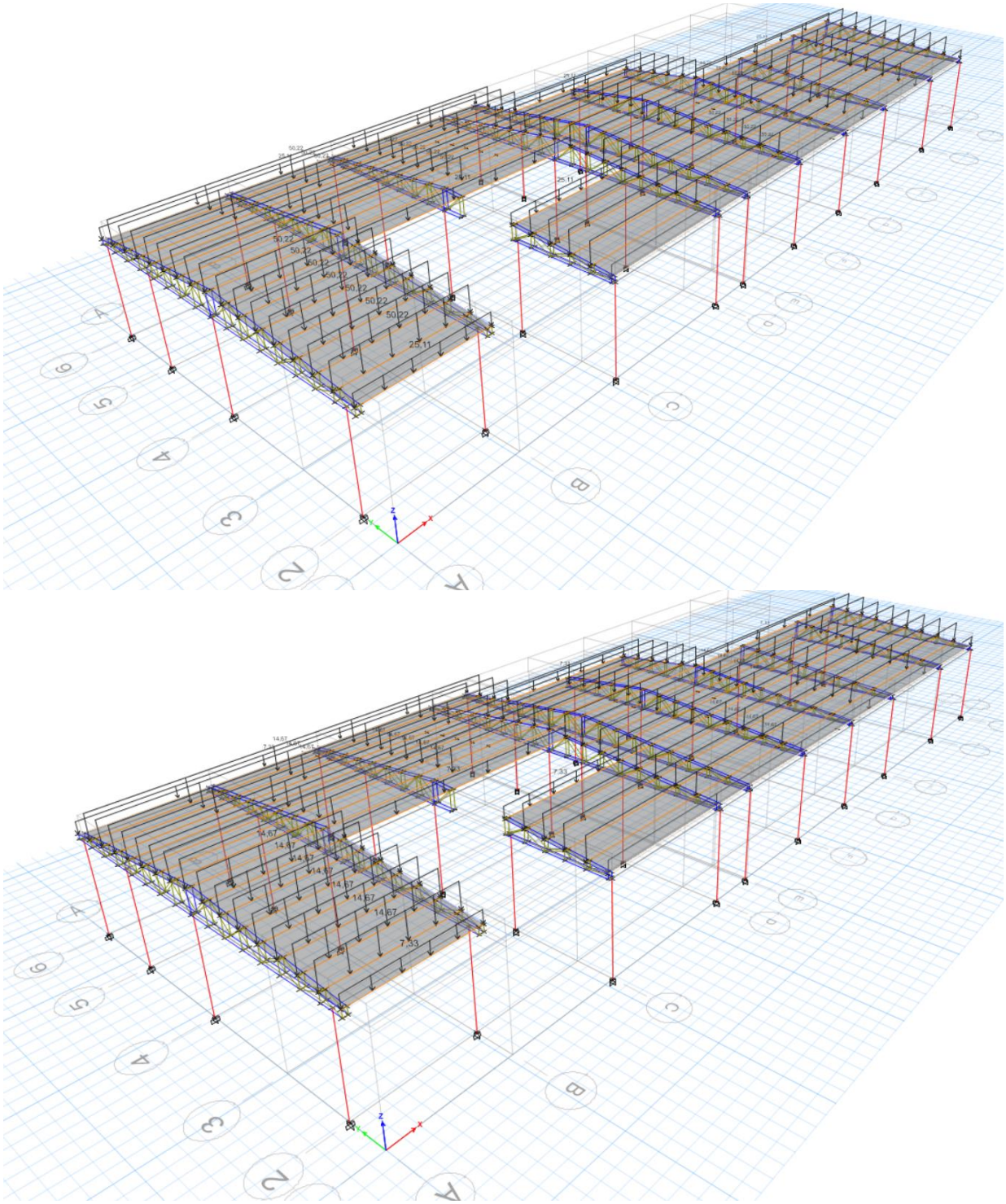


Ilustración 21. Distribución de carga muerta y carga viva en la cubierta- Fuente: ETABS 20.3.0

8.1.8 Determinación fuerzas sísmicas

Base Reactions

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Base Reactions

Filter: None

Output Case	Case Type	Step Type	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m	X m
Qx	LinStatic		-148398,43	0	0	0	-640852,32	1272537,67	0
Qy	LinStatic		0	-148398,43	0	640852,32	0	-3128725,58	0
Ex	LinRespSpec	Max	105077,33	2814,75	0	12112,41	452171,82	846686,14	0
Ey	LinRespSpec	Max	2814,75	139755,38	0	600813,81	12079,31	2304217,53	0

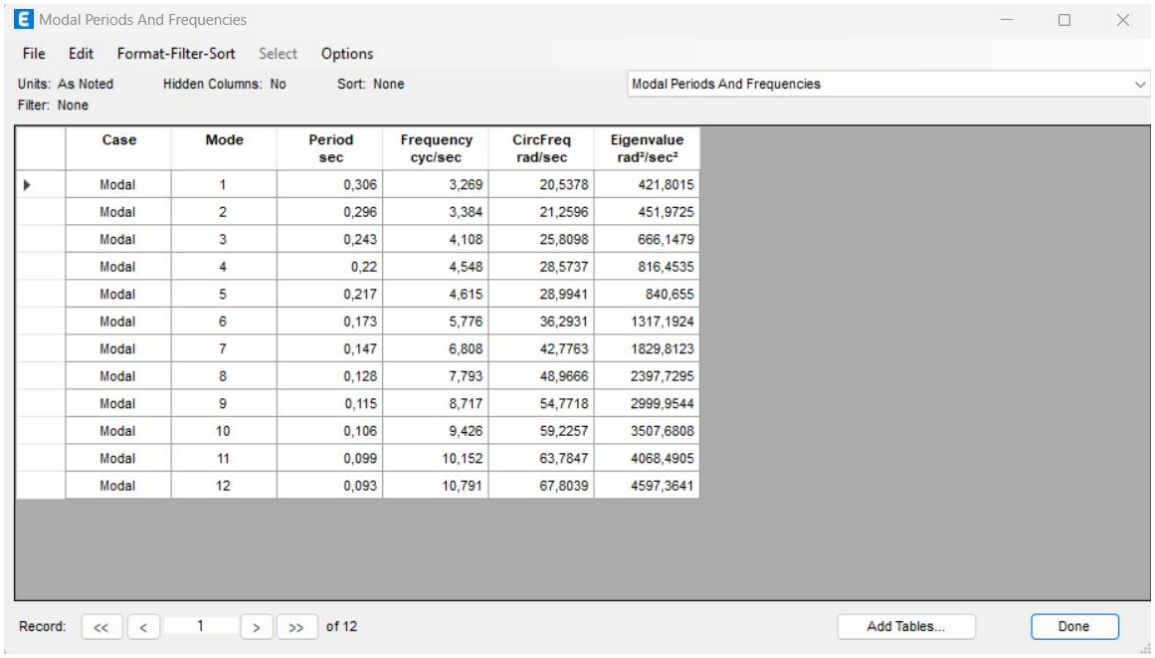
Record: << < 1 > >> of 4 Add Tables... Done

Ilustración 22. Cortante Basal - Fuente: ETABS 20.3.0

Obtención de los factores de ajuste T = 0.306 s

$$0.9\frac{Qx}{Ex} = 0.9\frac{148398.43}{105077.33} = 1.27105$$

$$0.9\frac{Qy}{Ey} = 0.8\frac{148398.43}{139755.38} = 0.95566$$



Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad²/sec²
Modal	1	0,306	3,269	20,5378	421,8015
Modal	2	0,296	3,384	21,2596	451,9725
Modal	3	0,243	4,108	25,8098	666,1479
Modal	4	0,22	4,548	28,5737	816,4535
Modal	5	0,217	4,615	28,9941	840,655
Modal	6	0,173	5,776	36,2931	1317,1924
Modal	7	0,147	6,808	42,7763	1829,8123
Modal	8	0,128	7,793	48,9666	2397,7295
Modal	9	0,115	8,717	54,7718	2999,9544
Modal	10	0,106	9,426	59,2257	3507,6808
Modal	11	0,099	10,152	63,7847	4068,4905
Modal	12	0,093	10,791	67,8039	4597,3641

Ilustración 23. Periodo de la estructura - Fuente: ETABS 20.3.0

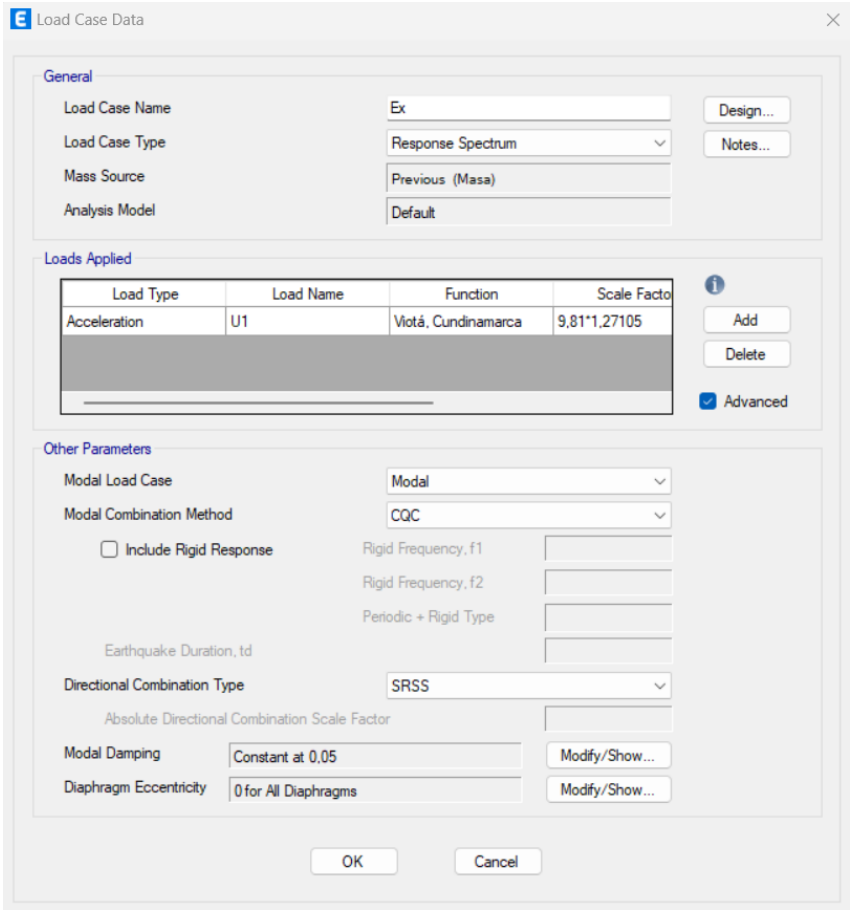


Ilustración 24. Factor de corrección en X - Fuente: ETABS 20.3.0

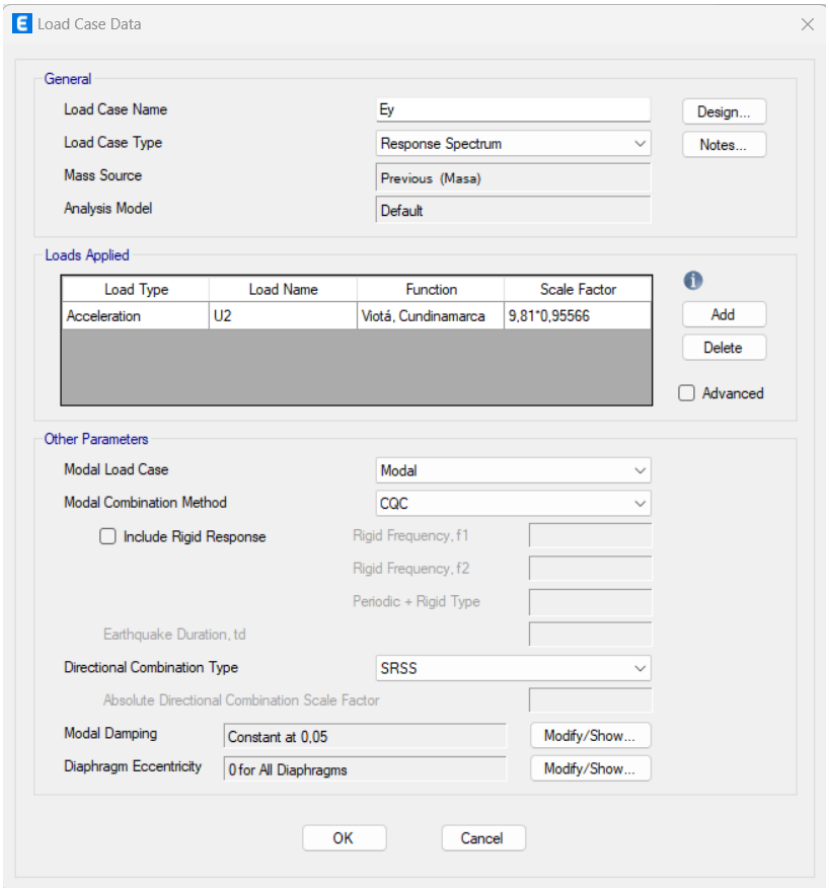


Ilustración 25. Factor de corrección en Y - Fuente: ETABS 20.3.0

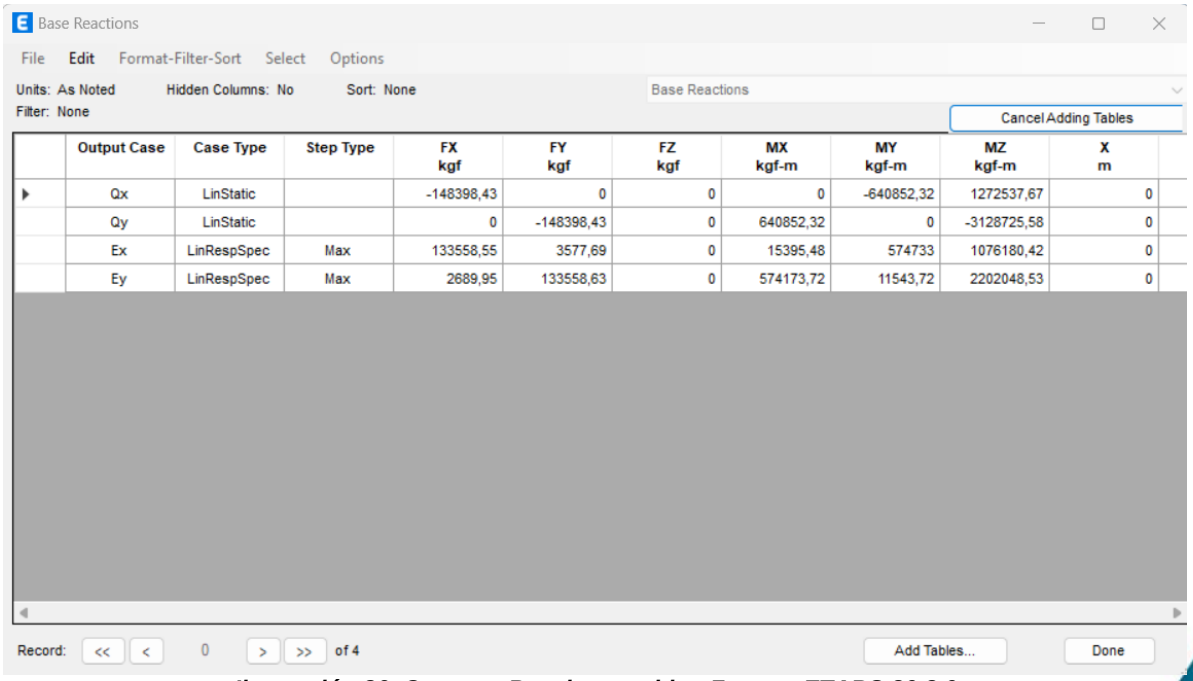


Ilustración 26. Cortante Basal corregida - Fuente: ETABS 20.3.0

Load Pattern Definitions - Auto Seismic - User Coefficient

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Load Pattern Definitions - Auto Seismic - User Coefficient

Filter: None

	ıs	Y Dir?	Y Dir Plus Ecc?	Y Dir Minus Ecc?	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used kgf	Base Shear kgf
▶		No	No	No	0,05	Cubierta Sup	Base	1,0625	1	139669,11	148398,43
		No	Yes	No	0,05	Cubierta Sup	Base	1,0625	1	139669,11	148398,43

Record: << < 1 > >> of 2 Add Tables... Done

Ilustración 27. Masa de la estructura - Fuente: ETABS 20.3.0

Cortante sísmico en la base (A.4.3.1 NSR-10)
Masa = 139669.11 kgf
Vs base = 148398.43 kgf

A.4.3.1 — El cortante sísmico en la base, V_s, equivalente a la totalidad de los efectos inerciales horizontales producidos por los movimientos sísmicos de diseño, en la dirección en estudio, se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$V_s = S_a\, g\, M \qquad \text{(A.4.3-1)}$$

El valor de S_a en la ecuación anterior corresponde al valor de la aceleración, como fracción de la de la gravedad, leída en el espectro definido en A.2.6 para el período T de la edificación.

A.4.3.2 — La fuerza sísmica horizontal, F_x, en cualquier nivel x, para la dirección en estudio, debe determinarse usando la siguiente ecuación:

$$F_x = C_{vx}\, V_s \qquad \text{(A.4.3-2)}$$

y

$$C_{vx} = \frac{m_x\, h_x^k}{\sum_{i=1}^{n} \left(m_i\, h_i^k \right)} \qquad \text{(A.4.3-3)}$$

Ilustración 28. Fuerza sísmica horizontal por nivel - Fuente: A.4.3-2 NSR-10

Fuerza sísmica horizontal por nivel (A.4.3-2 NSR-10)

Tabla 25. Cálculo fuerza sísmica por nivel - Fuente: Autor

W (Kgf)	k	h (m)	hk	w*h^k (Kgf*m)	Cvx	Sa(g)	FS (Kgf)
139669.11	1	5.20	4.20	726279.38	1	1.0625	148398.43
				726279.38			148398.43

Vs= 1455.79 kN

8.1.9 Análisis de derivas e índice de flexibilidad

En el capítulo A.6.3.1.2 de la NSR-10 dice que, las edificaciones que tengan irregularidades en planta de los tipos 1aP o 1bP, la deriva máxima en cualquier punto del piso i, se puede obtener como la diferencia entre los desplazamientos horizontales máximos del punto en el piso i y los desplazamientos horizontales totales máximos de un punto localizado en el mismo eje vertical en el piso inmediatamente inferior (i-1), por medio de la siguiente ecuación:

$$\Delta^i max = \sqrt{\sum_{j=1}^{2}(\delta_{tot,j}^{i} - \delta_{tot,j}^{i-1})^2}$$

Fuente: NSR-10 (A.6.3-21)

Ahora bien, se debe de comprobar que las derivas no excedan los limites según la tabla A.6.4-1 para estructuras de concreto reforzado, donde esta deriva debe ser menor o igual al 1% de la altura de entrepiso. La altura de entrepiso en el Centro Regional de Atención a Víctimas - CRAV es de 5.2m, entonces la deriva máxima debe ser menor o igual que 0.052m.

Tabla 26. Derivas máximas - Fuente: Tabla A.6.4-1

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	$1.0\% \left(\Delta^{i}_{max} \leq 0.010 \ h_{pi}\right)$
de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3	$0.5\% \left(\Delta^{i}_{max} \leq 0.005 \ h_{pi}\right)$

La NSR-10 en el capítulo A.10.4.3.5 indica que el índice de flexibilidad da la susceptibilidad de la estructura a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por el reglamento.

Índice de flexibilidad del piso: Se define como el cociente entre la deflexión o deriva obtenida del análisis de la estructura a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por la NSR-10, para cada uno de los pisos de la edificación.

Índice de flexibilidad de la estructura: Se define como el mayor de los índices de flexibilidad de piso de toda la estructura. Se debe evaluar para las deflexiones verticales y las derivas.

En el capítulo A.10.5.1.d indica que el inverso del índice de flexibilidad de la edificación expresa la vulnerabilidad sísmica de la edificación como una fracción de la rigidez que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos de la NSR-10.

Tabla 27. Derivas máximas – Ver Anexo 3

Eje	Combinación de carga	Δ X	Δ Y	Delta total	Verificación	IF
6E-2	Sismo	0.013787	0.01422	0.01981	CUMPLE	0.3809
6E-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
6C-2	Sismo	0.013787	0.015605	0.02082	CUMPLE	0.4004
6C-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
6B-2	Sismo	0.013787	0.016652	0.02162	CUMPLE	0.4157
6B-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
6A-2	Sismo	0.013787	0.017852	0.02256	CUMPLE	0.4338
6A-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
5G-2	Sismo	0.013747	0.013533	0.01929	CUMPLE	0.3710
5G-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
5F-2	Sismo	0.013747	0.013777	0.01946	CUMPLE	0.3743
5F-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
5E-2	Sismo	0.013747	0.01422	0.01978	CUMPLE	0.3804
5E-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
5C-2	Sismo	0.013747	0.015605	0.02080	CUMPLE	0.3999
5C-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
5B-2	Sismo	0.013747	0.016652	0.02159	CUMPLE	0.4153
5B-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
5A-2	Sismo	0.013747	0.017852	0.02253	CUMPLE	0.4333
5A-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4J-2	Sismo	0.0137	0.014246	0.01976	CUMPLE	0.3801
4J-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4I-2	Sismo	0.0137	0.013798	0.01944	CUMPLE	0.3739
4I-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4H-2	Sismo	0.0137	0.013503	0.01924	CUMPLE	0.3699
4H-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4G-2	Sismo	0.0137	0.013533	0.01926	CUMPLE	0.3703
4G-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4F-2	Sismo	0.0137	0.013777	0.01943	CUMPLE	0.3736
4F-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4E-2	Sismo	0.0137	0.01422	0.01975	CUMPLE	0.3797
4E-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4D-2	Sismo	0.0137	0.014504	0.01995	CUMPLE	0.3837
4D-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4C-2	Sismo	0.0137	0.015605	0.02077	CUMPLE	0.3993
4C-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4B-2	Sismo	0.0137	0.016652	0.02156	CUMPLE	0.4147

4B-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
4A-2	Sismo	0.0137	0.017852	0.02250	CUMPLE	0.4327
4A-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
3D-2	Sismo	0.013662	0.014504	0.01993	CUMPLE	0.3832
3D-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
3C-2	Sismo	0.013662	0.015605	0.02074	CUMPLE	0.3989
3C-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
2B-2	Sismo	0.013638	0.016652	0.02152	CUMPLE	0.4139
2B-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
2A-2	Sismo	0.013638	0.017852	0.02247	CUMPLE	0.4320
2A-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
1J-2	Sismo	0.013627	0.014246	0.01971	CUMPLE	0.3791
1J-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
1I-2	Sismo	0.013627	0.013798	0.01939	CUMPLE	0.3729
1I-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
1H-2	Sismo	0.013627	0.013503	0.01918	CUMPLE	0.3689
1H-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
1G-2	Sismo	0.013627	0.013533	0.01921	CUMPLE	0.3693
1G-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
1F-2	Sismo	0.013627	0.013777	0.01938	CUMPLE	0.3727
1F-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
1E-2	Sismo	0.013627	0.01422	0.01970	CUMPLE	0.3788
1E-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
1D-2	Sismo	0.013627	0.014504	0.01990	CUMPLE	0.3827
1D-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000
1C-2	Sismo	0.013627	0.015605	0.02072	CUMPLE	0.3984
1C-1	Sismo	0	0	0	CUMPLE	0.0000

En este caso el mayor índice de flexibilidad de la estructura es en la columna 6A, con una deriva máxima de 0.02256 m y un índice de flexibilidad de 0.4338, por lo tanto, el valor de vulnerabilidad sísmica de la estructura es de 2.30521 lo que permite concluir que el Centro Regional de Atención a Víctimas - CRAV tiene un 230.52% de la rigidez que tendría esta estructura si fuera diseñada y construida en base a la presente versión de la NSR-10. Por lo cual se está dentro de los rangos aceptables por la normativa.

$$H = 5.2m$$

$$\Delta max = 0.01H = 0.01(5.2) = 0.052$$

$$\Delta^i max = \sqrt{\sum_{j=1}^{2} (\delta^i_{tot,j} - \delta^{i-1}_{tot,j})^2}$$

$$IF = \frac{\Delta^i max}{\Delta max} = \frac{0.0256}{0.052} = 0.4338$$

$$VRI = \frac{1}{IF} = \frac{1}{0.4338} = 2.30521 = 230.52\%$$

8.1.10 Relación entre demanda y capacidad

Según el capítulo A.10.4.3 de la NSR 10 para la relación entre demanda y capacidad deben determinarse unos índices de sobreesfuerzo y de flexibilidad (calculado anteriormente), los cuales permitirán definir la capacidad de la estructura existente de soportar y responder adecuadamente ante las solicitaciones equivalentes en el capítulo A.10.4.2 de la NSR-10.

El índice de sobreesfuerzo de los elementos se refiere a los índices de sobreesfuerzo de cada uno de los elementos estructurales individuales, mientras que, el índice de sobreesfuerzo de la estructura se define como la evaluación de 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. Con base en esta definición se entiende como Índice de sobreesfuerzo del piso como el mayor valor de los índices de sobreesfuerzo determinados para los elementos que conforman el piso.

8.1.10.1 Vigas principales y secundarias

Para el cálculo de los índices de sobre esfuerzo de las vigas, se exportaron los cortantes y momentos últimos para la combinación de carga envolvente de los ejes de vigas principales, y secundarias, luego se calcularon los valores de cortante y momento nominal obtenidos para cada una de las secciones de viga con su respectivo refuerzo. En el anexo 1 se presentan los resultados de los cálculos resumidos anteriormente, además, en la tabla 26 se presenta el resumen de los índices de sobre esfuerzo de las vigas basado en la solución matemática , teniendo en cuenta el coeficiente de estado Φe y el coeficiente de calidad Φc de la siguiente manera:

Para el cálculo de la posición del eje neutro, se supone inicialmente que el acero en compresión y tensión están fluyendo, de tal manera que el eje neutro se determina con la siguiente expresión:

$$c = \frac{(As - As')Fy}{F'c * b * \beta 1}$$

Revisión de la deformación unitaria del acero en compresión

$$\varepsilon' s = \frac{0.003}{c}(c - d') \geq 0.0021$$

$$\varepsilon s = \frac{0.003}{c}(d - c) \geq 0.0021$$

$$a = \beta 1 * c$$

$$\emptyset Mn = \Phi e * \Phi c * \emptyset * \left[As' Fy\left(d - \frac{d'}{2}\right) + (As - As')Fy\left(d - \frac{a}{2}\right)\right]$$

Si el valor obtenido con esta expresión es menor que 0.0021 el acero de compresión no fluye, por lo que se calcula el eje neutro con la siguiente expresión.

$$c = \frac{(0.003As'Es - A_s f_y) \pm \sqrt{(0.003As'Es - Asf_y)^2 + 4 * 0.85 * f'c * \beta 1 * b * 0.003 * As'E_s d')}}{2 * 0.85 * f'c * \beta 1 * b}$$

$$\emptyset Mn = \Phi e * \Phi c * \emptyset * \left[As'Es * \varepsilon s \left(d - \frac{d'}{2}\right) + (As - As')Fy \left(d - \frac{a}{2}\right)\right]$$

IS = Mu / ΦMn

Donde:

ΦMn: Momento Nominal

Mu: Momento ultimo obtenido del análisis estructural por cargas verticales y horizontales

IS = Vu / ΦVn

Donde:

ΦVn: Cortante Nominal

Vu: Cortante último obtenido del análisis estructural por cargas verticales y horizontales

ACERO EN VIGAS SOMETIDAS A COMPRESION EN VIGAS DE HORMIGON ARMADO							
DATOS:							
Tipo elemento:	Viga VA(A-111)						
f'c =	210.00 kgf/cm²	= 2.10 MPa					
SECCION							
b=	35.00 cm	= 350.00 mm					
h=	45.00 cm	= 450.00 mm					
d=	40.00 cm	= 400.00 mm					
Número varillas	4	**DIAMETRO VARILLAS =**	No. 4	= 4/8 pulg	= 129.00 mm²	Area varilla	
As =	**5.1600 cm²**					ρ mín=	0.0033
fy =	4200.00 kgf/cm²	= 420.00 MPa				ρ máx=	0.025
FACTORES DE REDUCCION:		**Øc =**	Coeficiente por Calidad del diseño y construccion de la es				1.00
Beta	0.85	**Øe =**	Coeficiente por estado de la edificación =				0.80

Ilustración 29. Calculo Φ Mn:Momento nominal – Ver Anexo 1

Tabla 28. Índice de sobreesfuerzo para vigas principales– Ver Anexo 1

VIGA		Índice de sobreesfuerzo	
		Flexión	Cortante
A-106	V1	0.40	0.08
A-105	V2	0.25	0.06
A-104	V3	0.31	0.07
A-103	V4	0.38	0.11
A-102	V5	0.54	0.12
A-101	V6	0.64	0.12
A-111	VA	0.50	0.13
A-112	VB	0.52	0.14

A-113	VC	0.31	0.09
A-114	VD	0.43	0.14
A-115	VE	0.67	0.14
A-116	VF	0.61	0.18
A-117	VG	0.81	0.17
A-118	VH	0.72	0.20
A-119	VI	0.77	0.21
A-120	VJ	0.51	0.13
Índice de sobreesfuerzo max		0.81	0.21
Vulnerabilidad		1.232	123.2%

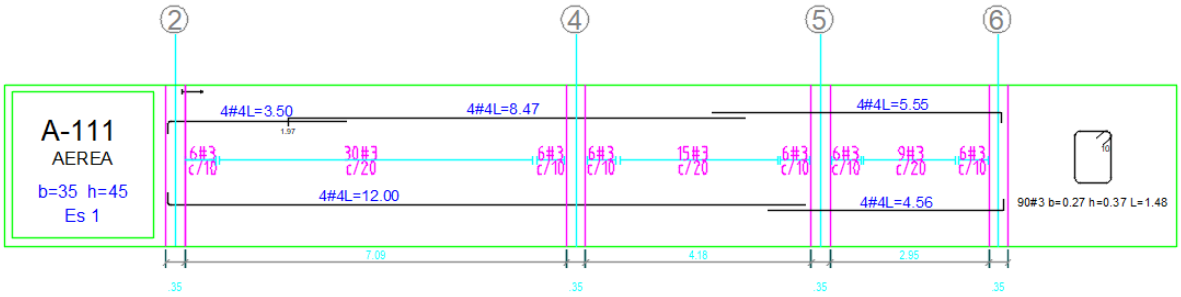


Ilustración 30. Despiece en planos viga VA(A-111)

Tabla 29. Cálculo índice de sobreesfuerzo a cortante para vigas VA– Ver Anexo 5

VIGA	DISTANCIA (m)	Envolvente max		Envolvente min		S(cm)	Φvu(kg)	Índice de sobreesfuerzo a cortante
		V2(Kgf)	M3(Kgf.m) +	V2(Kgf)	M3(Kgf) -			
VA(A2)	0.175	-920.51	739.34	-2356.36	-1934.94	10.00	26136.34	0.09
VA	0.4	-843.88	939.14	-2254.19	-1483.80	20.00	17158.12	0.13
VA	0.4	-577.14	939.16	-1662.16	-1483.75	20.00	17158.12	0.10
VA	0.9	-406.85	1254.83	-1435.10	-779.68	20.00	17158.12	0.08
VA	1.4	-236.55	1536.34	-1208.03	-239.44	20.00	17158.12	0.07
VA	1.4	-209.96	1536.29	-1049.01	-239.47	20.00	17158.12	0.06
VA	1.9	-39.66	1677.45	-821.95	149.61	20.00	17158.12	0.05
VA	2.4	130.64	1706.36	-594.89	452.25	20.00	17158.12	0.03
VA	2.4	28	1706.35	-591.07	452.24	20.00	17158.12	0.03
VA	2.9	198.3	1766.18	-364.01	661.50	20.00	17158.12	0.02
VA	3.4	401.6	1756.69	-170.10	784.78	20.00	17158.12	0.02
VA	3.4	230.24	1756.68	-237.56	784.77	20.00	17158.12	0.01
VA	3.9	456.18	1648.81	-66.28	858.12	20.00	17158.12	0.03
VA	4.4	683.24	1427.41	104.02	776.77	20.00	17158.12	0.04

VA	4.4	557.96	1427.42	5.85	776.78	20.00	17158.12	0.03
VA	4.9	785.02	1116.47	176.15	502.13	20.00	17158.12	0.05
VA	5.4	1012.08	831.78	346.45	141.44	20.00	17158.12	0.06
VA	5.4	987.21	831.79	245.49	141.46	20.00	17158.12	0.06
VA	5.9	1214.27	552.05	415.78	-294.57	20.00	17158.12	0.07
VA	6.4	1441.34	259.64	586.08	-916.29	20.00	17158.12	0.08
VA	6.4	1566.63	259.67	562.61	-916.25	20.00	17158.12	0.09
VA	6.9	1793.7	-67.59	732.91	-1746.14	20.00	17158.12	0.10
VA	7.4	2020.76	-477.65	903.20	-2691.91	10.00	26136.34	0.08
VA	7.4	2369.91	-477.7	1014.62	-2691.99	10.00	26136.34	0.09
VA(A4)	7.53	2428.95	-613.16	1058.89	-2992.95	10.00	26136.34	0.09
VA(A4)	7.53	-659.87	-291.8	-1916.44	-2575.04	10.00	26136.34	0.07
VA	7.965	-511.71	-35.6	-1718.89	-1785.73	10.00	26136.34	0.07
VA	8.4	-363.55	158.25	-1521.35	-1084.47	20.00	17158.12	0.09
VA	8.4	-309.34	158.26	-1326.31	-1084.45	20.00	17158.12	0.08
VA	8.9	-139.04	272.83	-1099.25	-480.53	20.00	17158.12	0.06
VA	9.4	31.25	350.65	-872.19	-38.64	20.00	17158.12	0.05
VA	9.4	91.24	350.64	-702.79	-38.65	20.00	17158.12	0.04
VA	9.9	261.53	386.73	-475.73	206.03	20.00	17158.12	0.03
VA	10.4	457.88	489.17	-274.92	37.11	20.00	17158.12	0.03
VA	10.4	558.27	489.17	-217.45	37.12	20.00	17158.12	0.03
VA	10.9	785.33	511.8	-47.15	-255.36	20.00	17158.12	0.05
VA	11.4	1012.39	454.62	123.14	-666.40	10.00	26136.34	0.04
VA	11.4	1155.49	454.61	189.38	-666.42	10.00	26136.34	0.04
VA(A5)	11.98	1418.88	285.56	386.92	-1411.07	10.00	26136.34	0.05
VA(A5)	11.98	89.88	751.33	-1855.67	-1747.67	10.00	26136.34	0.07
VA	12.4	232.93	683.66	-1664.94	-1008.46	10.00	26136.34	0.06
VA	12.4	289.81	683.67	-1547.90	-1008.43	10.00	26136.34	0.06
VA	12.9	460.1	525.37	-1320.84	-320.65	20.00	17158.12	0.08
VA	13.4	630.4	413.43	-1093.78	222.88	20.00	17158.12	0.06
VA	13.4	703.15	413.41	-1018.91	222.88	20.00	17158.12	0.06
VA	13.9	884.82	765.13	-803.72	-170.62	20.00	17158.12	0.05
VA	14.4	1111.88	1104.27	-633.42	-649.89	20.00	17158.12	0.06
VA	14.4	1221.74	1104.26	-631.24	-649.89	20.00	17158.12	0.07
VA	14.7575	1384.09	1270.64	-509.48	-1078.34	20.00	17158.12	0.08
VA(A6)	15.115	1546.44	1403.82	-387.71	-1574.31	10.00	26136.34	0.06

Tabla 30. Cálculo índice de sobreesfuerzo a flexión para vigas VA– Ver Anexo 5

VIGA	DISTANCIA (m)	Envolvente max		Envolvente min		AS	AS'	ΦMn(kgf.m)	Índice de sobreesfuerzo a flexión
		V2(Kgf)	M3(Kgf.m) +	V2(Kgf)	M3(Kgf) -				
VA(A2)	0.175	-920.51	739.34	-2356.36	-1934.94	5.16	5.16	5947.11	0.33
VA	0.4	-843.88	939.14	-2254.19	-1483.80	5.16	5.16	5947.11	0.25
VA	0.4	-577.14	939.16	-1662.16	-1483.75	5.16	5.16	5947.11	0.25
VA	0.9	-406.85	1254.83	-1435.10	-779.68	5.16	5.16	5947.11	0.21
VA	1.4	-236.55	1536.34	-1208.03	-239.44	5.16	5.16	5947.11	0.26
VA	1.4	-209.96	1536.29	-1049.01	-239.47	5.16	5.16	5947.11	0.26
VA	1.9	-39.66	1677.45	-821.95	149.61	5.16	5.16	5947.11	0.28
VA	2.4	130.64	1706.36	-594.89	452.25	5.16	5.16	5947.11	0.29
VA	2.4	28	1706.35	-591.07	452.24	5.16	5.16	5947.11	0.29
VA	2.9	198.3	1766.18	-364.01	661.50	5.16	5.16	5947.11	0.30
VA	3.4	401.6	1756.69	-170.10	784.78	5.16	5.16	5947.11	0.30
VA	3.4	230.24	1756.68	-237.56	784.77	5.16	5.16	5947.11	0.30
VA	3.9	456.18	1648.81	-66.28	858.12	5.16	5.16	5947.11	0.28
VA	4.4	683.24	1427.41	104.02	776.77	5.16	5.16	5947.11	0.24
VA	4.4	557.96	1427.42	5.85	776.78	5.16	5.16	5947.11	0.24
VA	4.9	785.02	1116.47	176.15	502.13	5.16	5.16	5947.11	0.19
VA	5.4	1012.08	831.78	346.45	141.44	5.16	5.16	5947.11	0.14
VA	5.4	987.21	831.79	245.49	141.46	5.16	5.16	5947.11	0.14
VA	5.9	1214.27	552.05	415.78	-294.57	5.16	5.16	5947.11	0.09
VA	6.4	1441.34	259.64	586.08	-916.29	5.16	5.16	5947.11	0.15
VA	6.4	1566.63	259.67	562.61	-916.25	5.16	5.16	5947.11	0.15
VA	6.9	1793.7	-67.59	732.91	-1746.14	5.16	5.16	5947.11	0.29
VA	7.4	2020.76	-477.65	903.20	-2691.91	5.16	5.16	5947.11	0.45
VA	7.4	2369.91	-477.7	1014.62	-2691.99	5.16	5.16	5947.11	0.45
VA(A4)	7.53	2428.95	-613.16	1058.89	-2992.95	5.16	5.16	5947.11	0.50
VA(A4)	7.53	-659.87	-291.8	-1916.44	-2575.04	5.16	5.16	5947.11	0.43
VA	7.965	-511.71	-35.6	-1718.89	-1785.73	5.16	5.16	5947.11	0.30
VA	8.4	-363.55	158.25	-1521.35	-1084.47	5.16	5.16	5947.11	0.18
VA	8.4	-309.34	158.26	-1326.31	-1084.45	5.16	5.16	5947.11	0.18
VA	8.9	-139.04	272.83	-1099.25	-480.53	5.16	5.16	5947.11	0.08
VA	9.4	31.25	350.65	-872.19	-38.64	5.16	5.16	5947.11	0.06
VA	9.4	91.24	350.64	-702.79	-38.65	5.16	5.16	5947.11	0.06

VA	9.9	261.53	386.73	-475.73	206.03	5.16	5.16	5947.11	0.07
VA	10.4	457.88	489.17	-274.92	37.11	5.16	5.16	5947.11	0.08
VA	10.4	558.27	489.17	-217.45	37.12	5.16	5.16	5947.11	0.08
VA	10.9	785.33	511.8	-47.15	-255.36	5.16	5.16	5947.11	0.09
VA	11.4	1012.39	454.62	123.14	-666.40	5.16	5.16	5947.11	0.11
VA	11.4	1155.49	454.61	189.38	-666.42	5.16	5.16	5947.11	0.11
VA(A5)	11.98	1418.88	285.56	386.92	-1411.07	5.16	5.16	5947.11	0.24
VA(A5)	11.98	89.88	751.33	-1855.67	-1747.67	5.16	5.16	5947.11	0.29
VA	12.4	232.93	683.66	-1664.94	-1008.46	5.16	5.16	5947.11	0.17
VA	12.4	289.81	683.67	-1547.90	-1008.43	5.16	5.16	5947.11	0.17
VA	12.9	460.1	525.37	-1320.84	-320.65	5.16	5.16	5947.11	0.09
VA	13.4	630.4	413.43	-1093.78	222.88	5.16	5.16	5947.11	0.07
VA	13.4	703.15	413.41	-1018.91	222.88	5.16	5.16	5947.11	0.07
VA	13.9	884.82	765.13	-803.72	-170.62	5.16	5.16	5947.11	0.13
VA	14.4	1111.88	1104.27	-633.42	-649.89	5.16	5.16	5947.11	0.19
VA	14.4	1221.74	1104.26	-631.24	-649.89	5.16	5.16	5947.11	0.19
VA	14.7575	1384.09	1270.64	-509.48	-1078.34	5.16	5.16	5947.11	0.21
VA(A6)	15.115	1546.44	1403.82	-387.71	-1574.31	5.16	5.16	5947.11	0.26

Tabla 31. Cálculo índice de sobreesfuerzo a flexión para vigas VG– Ver Anexo 5

VIGA	DISTANCIA (m)	Envolvente max		Envolvente min		AS	AS'	ΦMn(kgf.m)	Índice de sobreesfuerzo a flexión
		V2(Kgf)	M3(Kgf.m) +	V2(Kgf)	M3(Kgf) -				
VG(G1)	0.175	-1373.22	-210.19	-3167.66	-2365.92	5.16	5.16	5947.11	0.40
VG	0.6375	-1215.69	388.5	-2957.62	-1316.82	5.16	5.16	5947.11	0.22
VG	1.1	-1058.17	992.6	-2747.59	-443.52	5.16	5.16	5947.11	0.17
VG	1.1	-866.33	992.6	-2092.88	-443.52	5.16	5.16	5947.11	0.17
VG	1.6	-696.04	1549.63	-1865.82	164.31	5.16	5.16	5947.11	0.26
VG	2.1	-525.74	2382.39	-1638.76	686.99	5.16	5.16	5947.11	0.40
VG	2.1	-477.6	2382.36	-1225.28	686.98	5.16	5.16	5947.11	0.40
VG	2.6	-307.31	2938.24	-998.22	1062.07	5.16	5.16	5947.11	0.49
VG	3.1	-137.01	3380.59	-771.16	1352.01	5.16	5.16	5947.11	0.57
VG	3.1	-108.77	3380.56	-491.39	1352.00	5.16	5.16	5947.11	0.57
VG	3.6	61.52	3517.21	-264.33	1512.26	5.16	5.16	5947.11	0.59
VG	4.1	259.56	3540.33	-65.10	1587.37	5.16	5.16	5947.11	0.60
VG	4.1	156.5	3540.31	-120.22	1587.36	5.16	5.16	5947.11	0.60
VG	4.6	363.61	3415.27	50.07	1604.86	5.16	5.16	5947.11	0.57
VG	5.1	590.67	3176.69	220.37	1536.88	5.16	5.16	5947.11	0.53
VG	5.1	713.1	3176.7	163.59	1536.88	5.16	5.16	5947.11	0.53
VG	5.6	940.16	2763.38	333.89	1323.11	5.16	5.16	5947.11	0.46
VG	6.1	1167.22	2236.54	504.18	1000.78	5.16	5.16	5947.11	0.38

VG	6.1	1223.37	2236.55	420.86	1000.79	5.16	5.16	5947.11	0.38
VG	6.6	1450.44	1568.1	591.16	625.09	5.16	5.16	5947.11	0.26
VG	7.1	1677.5	786.12	761.45	164.24	5.16	5.16	5947.11	0.13
VG	7.1	1938.23	786.13	760.10	164.25	5.16	5.16	5947.11	0.13
VG	7.6	2165.3	189.66	930.40	-444.55	5.16	5.16	5947.11	0.07
VG	8.1	2392.36	-318.12	1100.69	-1379.17	5.16	5.16	5947.11	0.23
VG	8.1	2728.26	-318.07	1172.71	-1379.07	5.16	5.16	5947.11	0.23
VG	8.6	2955.32	-947.02	1343.01	-2799.97	5.16	5.16	5947.11	0.47
VG	9.1	3182.38	-1661.11	1513.31	-4334.39	5.16	5.16	5947.11	0.73
VG	9.1	3748.11	-1661.25	1736.46	-4334.77	5.16	5.16	5947.11	0.73
VG(G4)	9.23	3807.15	-1889.89	1780.73	-4825.86	5.16	5.16	5947.11	0.81
VG(G4)	9.23	-794.29	-978.02	-2258.16	-3681.66	5.16	5.16	5947.11	0.62
VG	9.665	-646.14	-664.34	-2060.62	-2742.33	5.16	5.16	5947.11	0.46
VG	10.1	-497.98	-414.78	-1863.07	-1888.93	5.16	5.16	5947.11	0.32
VG	10.1	-408.5	-414.77	-1607.16	-1888.88	5.16	5.16	5947.11	0.32
VG	10.6	-238.2	-252	-1380.10	-1180.61	5.16	5.16	5947.11	0.20
VG	11.1	-67.9	-171.55	-1153.04	-585.86	5.16	5.16	5947.11	0.10
VG	11.1	-29.11	-171.56	-1075.01	-585.90	5.16	5.16	5947.11	0.10
VG	11.6	141.19	156.49	-847.95	-249.68	5.16	5.16	5947.11	0.04
VG	12.1	311.49	513.65	-620.89	-319.19	5.16	5.16	5947.11	0.09
VG	12.1	336	513.64	-667.94	-319.19	5.16	5.16	5947.11	0.09
VG	12.6	515.49	788.66	-450.34	-527.59	5.16	5.16	5947.11	0.13
VG	13.1	742.55	951.34	-280.05	-822.31	5.16	5.16	5947.11	0.16
VG	13.1	686.42	951.34	-393.51	-822.32	5.16	5.16	5947.11	0.16
VG(G5)	13.505	870.34	1061.45	-255.57	-1115.73	5.16	5.16	5947.11	0.19

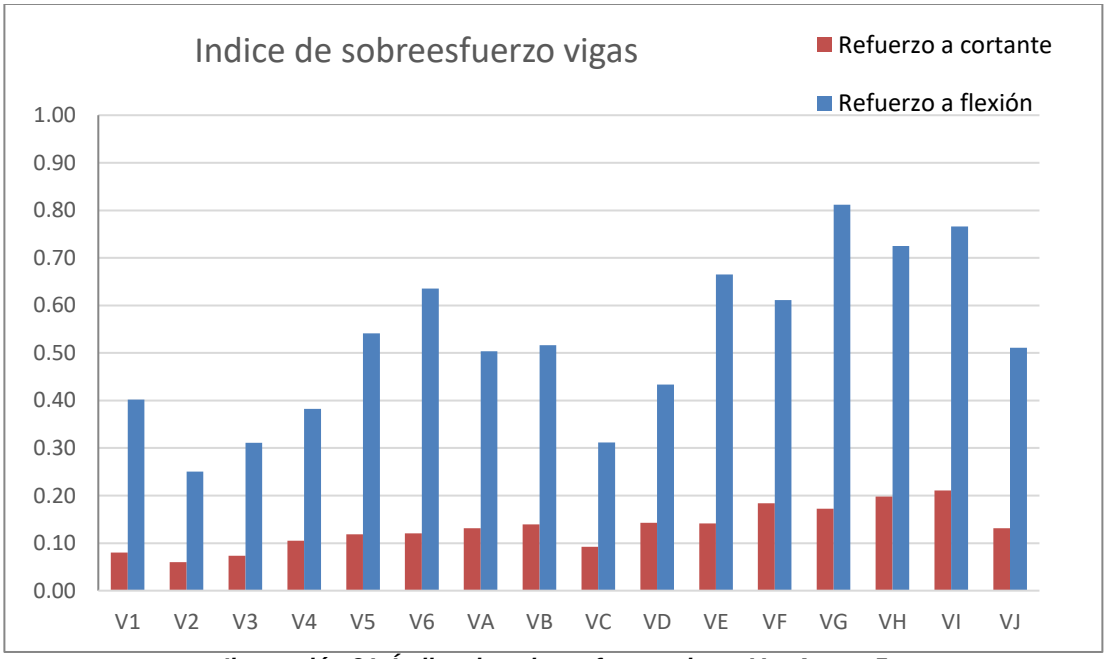


Ilustración 31. Índice de sobreesfuerzo vigas- Ver Anexo 5

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

8.1.10.2 Columnas

Para el cálculo de la resistencia a compresión y momento flexión se utilizó un algoritmo de MATLAB (ver anexo 6), el cual calcula y grafica el diagrama de iteración respectivo a cada tipo de columna con su correspondiente refuerzo, teniendo en cuenta el coeficiente de estado Φe y el coeficiente de calidad Φc. Los resultados a detalle se pueden observar en el anexo 6, a continuación, se presentan el resumen de los resultados obtenidos.

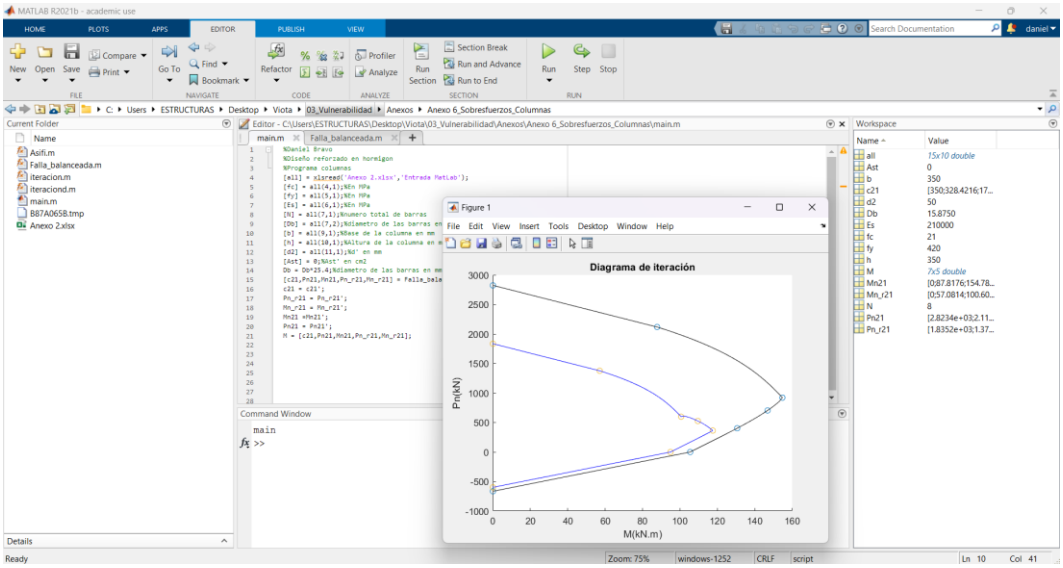


Ilustración 32. Diagrama de iteración - Fuente: MATLAB

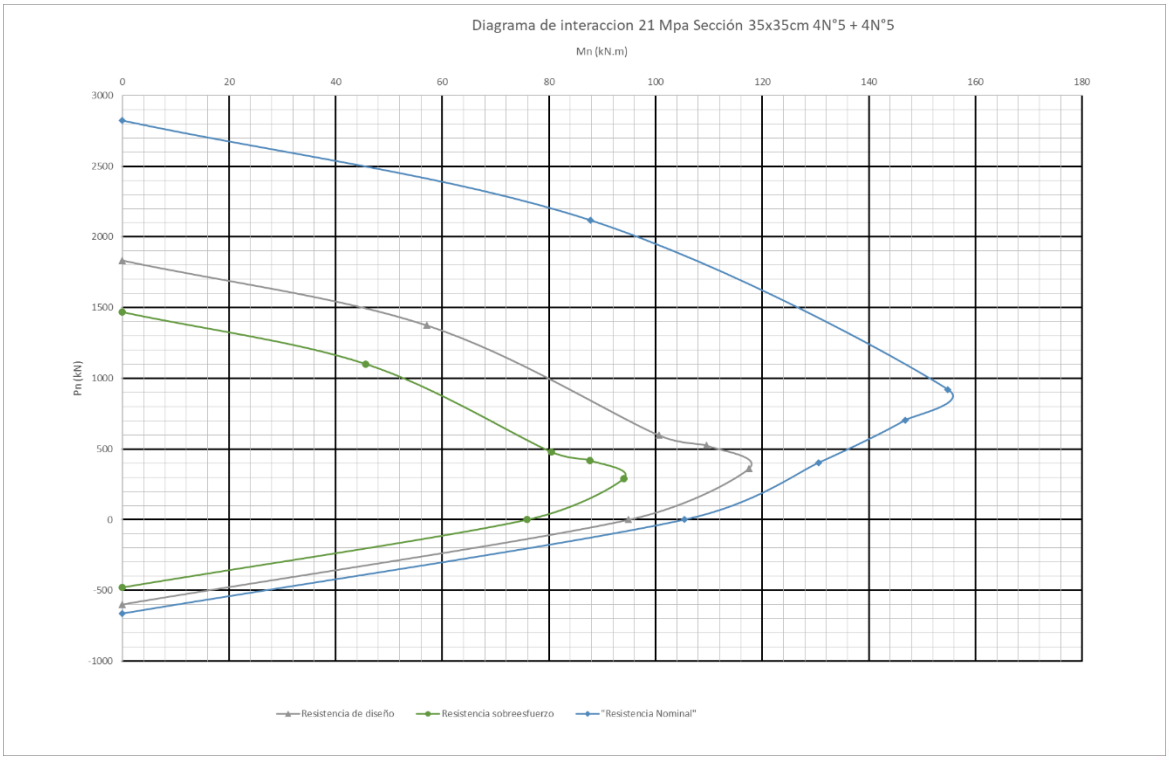


Ilustración 33. Diagrama de iteración por sección de columna – Ver Anexo 6

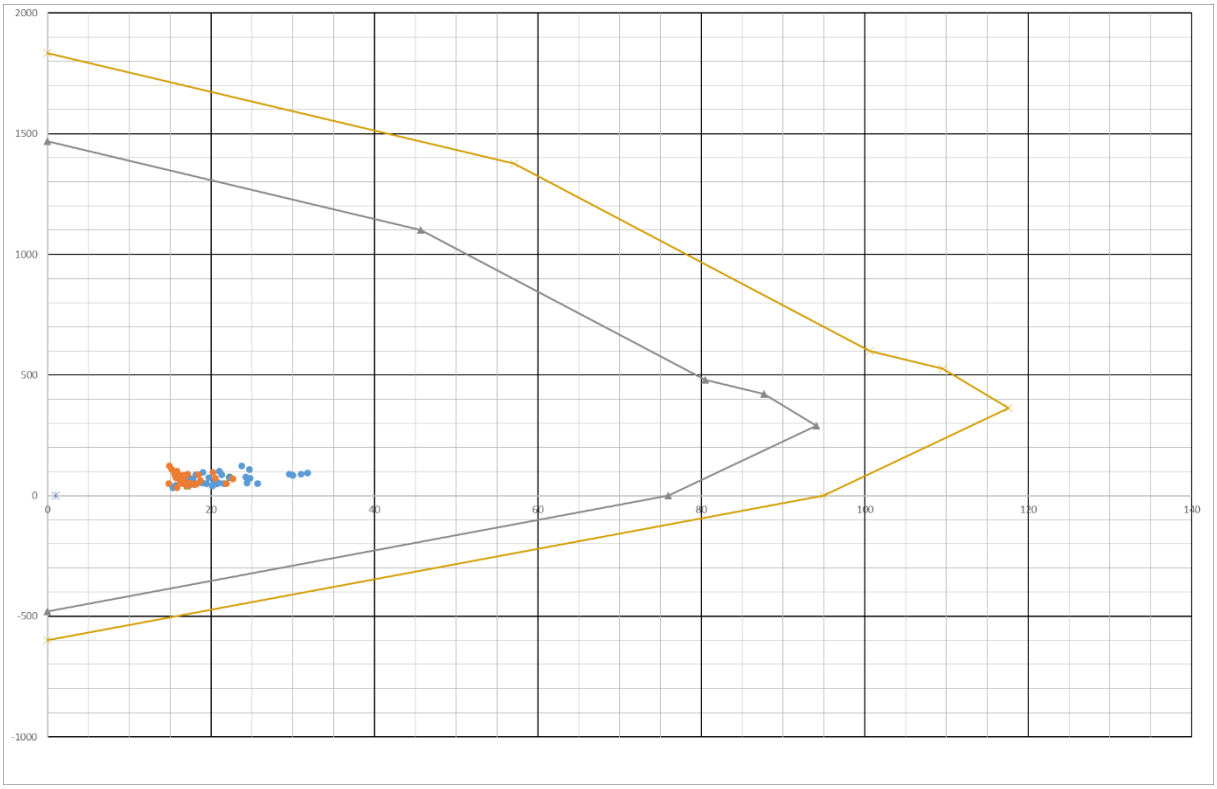


Ilustración 34. Diagrama de iteración por sección de columna y momentos actuantes - Ver Anexo 6

Tabla 32. Índice de sobreesfuerzo ΦPn para Columnas – Ver Anexo 6

Columna	Combinación	Dimensión	Acero	As(cm2)	FZ(kN)	ΦPn(kN)	IS
A2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	49.6675	1468.1752	0.0338
A4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	74.5264	1468.1752	0.0508
A5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	51.4218	1468.1752	0.0350
A6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	41.2562	1468.1752	0.0281
B2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	51.2528	1468.1752	0.0349
B4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	101.4129	1468.1752	0.0691
B5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	74.3867	1468.1752	0.0507
B6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	52.6407	1468.1752	0.0359
C1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	45.6327	1468.1752	0.0311
C3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	49.7896	1468.1752	0.0339
C4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	75.4091	1468.1752	0.0514
C5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	96.232	1468.1752	0.0655
C6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	70.4767	1468.1752	0.0480
D1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	63.2915	1468.1752	0.0431
D3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	86.4475	1468.1752	0.0589
D4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	74.1428	1468.1752	0.0505
E1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	50.5139	1468.1752	0.0344
E4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	86.6065	1468.1752	0.0590

E5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	72.6195	1468.1752	0.0495
E6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	48.9783	1468.1752	0.0334
F1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	75.8793	1468.1752	0.0517
F4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	122.9257	1468.1752	0.0837
F5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	43.2358	1468.1752	0.0294
G1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	71.1534	1468.1752	0.0485
G4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	109.0314	1468.1752	0.0743
G5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	33.0757	1468.1752	0.0225
H1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	84.3066	1468.1752	0.0574
H4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	89.5911	1468.1752	0.0610
I1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	88.327	1468.1752	0.0602
I4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	92.8118	1468.1752	0.0632
J1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	51.6395	1468.1752	0.0352
J4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	51.0345	1468.1752	0.0348

Tabla 33. Índice de sobreesfuerzo ΦMnx para Columnas – Ver Anexo 6

Columna	Combinación	Dimension	Acero	As(cm2)	MX(kN.m)	ΦMnX(kN.m)	IS
A2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	21.6093	80	0.2701
A4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	22.2973	80	0.2787
A5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	20.9883	80	0.2624
A6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	20.1541	80	0.2519
B2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	20.4136	80	0.2552
B4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	21.0362	80	0.2630
B5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	19.7118	80	0.2464
B6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	18.9695	80	0.2371
C1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.4647	80	0.2183
C3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	19.4497	80	0.2431
C4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.978	80	0.1997
C5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	19.0433	80	0.2380
C6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.8125	80	0.2227
D1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.3975	80	0.2050
D3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	18.1876	80	0.2273
D4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.3003	80	0.2163
E1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	19.4424	80	0.2430
E4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	21.3398	80	0.2667
E5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.9394	80	0.2117
E6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.6881	80	0.2086
F1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	24.2939	80	0.3037
F4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	23.7786	80	0.2972
F5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.7456	80	0.1968
G1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	24.809	80	0.3101
G4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	24.717	80	0.3090

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

G5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.3253	80	0.1916
H1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	30.028	80	0.3754
H4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	29.6263	80	0.3703
I1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	31.0654	80	0.3883
I4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	31.8169	80	0.3977
J1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	24.3979	80	0.3050
J4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	25.7222	80	0.3215

Tabla 34. Índice de sobreesfuerzo ΦMny para Columnas – Ver Anexo 6

Columna	Combinación	Dimensión	Acero	As(cm2)	MY(kN.m)	ΦMnY(kN.m)	IS
A2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.0702	80	0.2134
A4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.7089	80	0.1964
A5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.4613	80	0.2058
A6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.1235	80	0.2140
B2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.4784	80	0.2185
B4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.8265	80	0.1978
B5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.7396	80	0.2092
B6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.3732	80	0.2172
C1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	18.0219	80	0.2253
C3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	18.2862	80	0.2286
C4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.8708	80	0.1984
C5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	20.2157	80	0.2527
C6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	22.6665	80	0.2833
D1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	18.7577	80	0.2345
D3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	18.4695	80	0.2309
D4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.579	80	0.2072
E1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.1623	80	0.2145
E4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.0319	80	0.2004
E5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	20.5219	80	0.2565
E6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	21.8784	80	0.2735
F1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.4225	80	0.2053
F4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	14.9141	80	0.1864
F5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.0228	80	0.2128
G1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.6052	80	0.2076
G4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.1853	80	0.1898
G5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.8543	80	0.1982
H1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.5677	80	0.2071
H4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.5854	80	0.1948
I1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	17.1754	80	0.2147
I4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	15.6687	80	0.1959
J1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	16.2121	80	0.2027
J4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	15.92	14.8402	80	0.1855

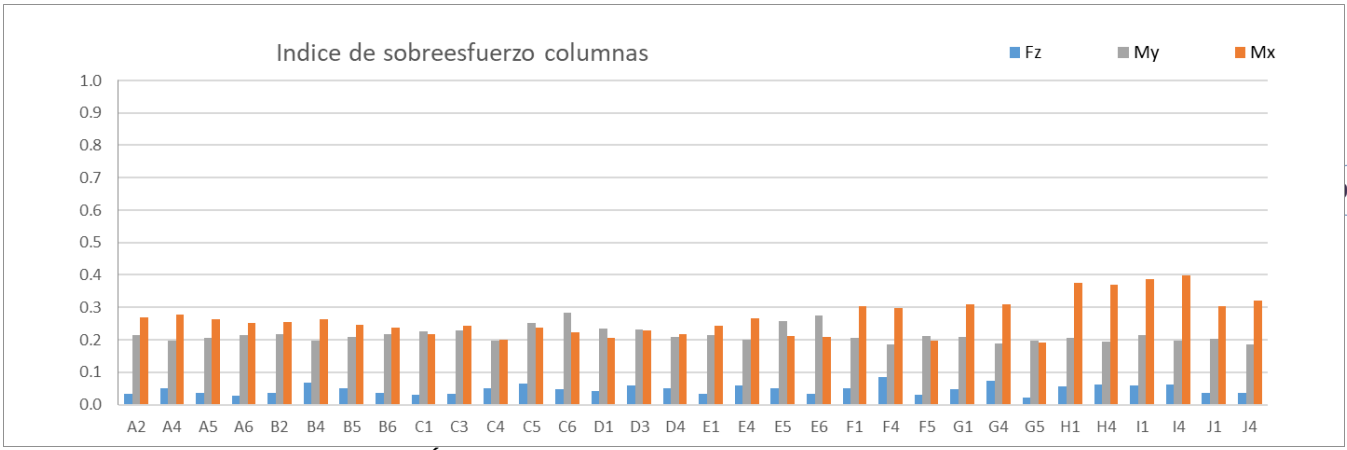


Ilustración 35. Índice de sobreesfuerzo columnas- Ver Anexo 6

Tabla 35. Índice de sobreesfuerzo a cortante ΦVnx para Columnas – Ver Anexo 6

Columna	Combinación	Dimensión	Acero	Av(cm2)	FX(kN)	ΦVnx(kN)	IS
A2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.1766	146.87	0.0557
A4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.3906	146.87	0.0503
A5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.69	146.87	0.0524
A6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.9812	146.87	0.0543
B2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.3699	146.87	0.0570
B4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.4853	146.87	0.0510
B5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.9662	146.87	0.0542
B6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.2856	146.87	0.0564
C1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.8009	146.87	0.0599
C3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.1714	146.87	0.0624
C4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.5075	146.87	0.0511
C5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.2461	146.87	0.0630
C6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	10.209	146.87	0.0695
D1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.2055	146.87	0.0627
D3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.2503	146.87	0.0630
D4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.0284	146.87	0.0547
E1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.1807	146.87	0.0557
E4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.6239	146.87	0.0519
E5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.3178	146.87	0.0634
E6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	11.5361	146.87	0.0785
F1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.5207	146.87	0.0512
F4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.1948	146.87	0.0490
F5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.0951	146.87	0.0551
G1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.6525	146.87	0.0521
G4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.0227	146.87	0.0478
G5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.3275	146.87	0.0499
H1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.84	7.7517	146.87	0.0528
H4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	3.55	7.3016	146.87	0.0497

I1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.0639	146.87	0.0549
I4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.3714	146.87	0.0502
J1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.3689	146.87	0.0502
J4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	6.7737	146.87	0.0461

Tabla 36. Índice de sobreesfuerzo a cortante ΦVny para Columnas – Ver Anexo 2

Columna	Combinación	Dimensión	Acero	Av(cm2)	FY(kN)	ΦVny(kN)	IS
A2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	10.5704	146.8725	0.0720
A4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	10.6671	146.8725	0.0726
A5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.7225	146.8725	0.0662
A6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.1206	146.8725	0.0621
B2	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	10.127	146.8725	0.0690
B4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.9755	146.8725	0.0679
B5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.1458	146.8725	0.0623
B6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.6102	146.8725	0.0586
C1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.3705	146.8725	0.0570
C3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.2541	146.8725	0.0630
C4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.2977	146.8725	0.0497
C5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.9607	146.8725	0.0610
C6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.0727	146.8725	0.0550
D1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.9816	146.8725	0.0543
D3	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	8.6265	146.8725	0.0587
D4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.9867	146.8725	0.0544
E1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	10.2691	146.8725	0.0699
E4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	9.7696	146.8725	0.0665
E5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.7813	146.8725	0.0530
E6	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	7.6001	146.8725	0.0517
F1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	11.6669	146.8725	0.0794
F4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	11.6669	146.8725	0.0794
F5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	6.9829	146.8725	0.0475
G1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	11.8108	146.8725	0.0804
G4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	10.9394	146.8725	0.0745
G5	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	6.6803	146.8725	0.0455
H1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	12.9988	146.8725	0.0885
H4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	13.7633	146.8725	0.0937
I1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	13.4588	146.8725	0.0916
I4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	14.4108	146.8725	0.0981
J1	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	12.5336	146.8725	0.0853
J4	Envolvente	35x35	4N5+4N5	2.13	13.6985	146.8725	0.0933

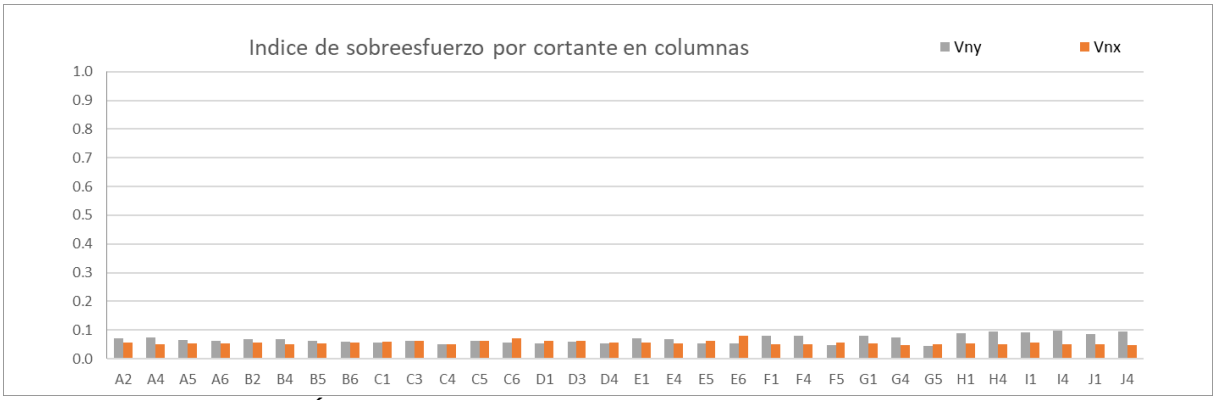


Ilustración 36. Índice de sobreesfuerzo a cortante en columnas- Ver Anexo 2

En este caso el mayor índice de sobreesfuerzo de la estructura es en la columna I4, con un valor de 0.3977, por lo que permite concluir que el Centro Regional de Atención a Víctimas CRAV tiene un 251% de la rigidez que tendría esta estructura si fuera diseñada y construida en base a la presente versión de la NSR-10.

$$VRI = \frac{1}{IS} = \frac{1}{0.3977} = 251\%$$

8.1.10.3 Zapatas

Para el cálculo de la revisión a punzonamiento y momento flexión se utilizó un algoritmo en MATLAB, el cual calcula y grafica el diagrama la capacidad de carga ultima respectivo a cada tipología de zapata con su correspondiente cuantía de refuerzo, teniendo en cuenta el coeficiente de estado Φe y el coeficiente de calidad Φc. Los resultados a detalle se pueden observar en el anexo 11, a continuación, se presentan el resumen de los resultados obtenidos.

- Se determina la excentricidad e:

$$es = \frac{Ms}{Ps} \quad eu = \frac{Mu}{Pu}$$

- Se verifica el ancho de la zapata B, de tal forma que se cumpla que:

$$Bmin \geq l\,e\,l + \sqrt{\frac{Ps}{qs\,max} + l\,es\,l^2}$$

- Revisar punzonamiento o corte bidireccional

$$Vubd = Pu - \frac{qu\max + qu\,min}{2} * [(lc + d)(bc + d)]$$

$$qu\max = \frac{Pu}{Bl} * (1 + \frac{6e}{l})$$

$$qu\min = \frac{Pu}{Bl} * (1 - \frac{6e}{l})$$

Se debe cumplir lo siguiente donde $\phi v = 0.75$

Vubd < $\phi v * 0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \lambda \sqrt{f'c} * bo * d$

Vubd < $\phi v * 0.083 \left(\frac{as\, d}{bo} + 2\right) \lambda \sqrt{f'c} * bo * d$

Vubd < $\phi v * 0.33 * \lambda \sqrt{f'c} * bo * d$

Donde

$\phi v = 0.75$

$as = 40$

$bo = 2(\mathrm{bc} + \mathrm{lc} + 2\mathrm{d})$

$\lambda = 1\ para\ concretos\ normales$

- Revisar cortante unidireccional

Fuerza cortante en el sentido longitudinal:

$$Vuud = \frac{qu\max + qu\ min}{2} * \left(\frac{(B - bc)}{2} - d\right) * l$$

Fuerza cortante en el sentido transversal:

$$Vuud = \frac{qud + qu\ max}{2} * \left(\frac{(l - lc)}{2} - d\right) * B$$

Donde

$$qud = qu\max - \frac{qu\ max - qu\ min}{l} * \left(\frac{(l - lc)}{2} - d\right)$$

Se debe cumplir que $Vuud < \phi v\, Vc$

$$\phi v\, Vc = 0.75 * 0.17 \lambda \sqrt{f'c} * B * d$$

Revisar el momento para calcular el acero de refuerzo

Refuerzo en el sentido longitudinal

$$Mu = (\left(\frac{qu\,max - quf}{2}\right) * \left(\frac{2 * lv^2}{3}\right) + quf\frac{lv^2}{2}) * B$$

Donde

$$quf = qu\max - (\frac{qu\,max - qu\,min}{l}) * (\frac{(l - lc)}{2})$$

$$Lv = \frac{l - lc}{2}$$

Refuerzo en el sentido transversal

$$Mu = (\left(\frac{qu\,max - qu\,min}{2}\right) * (\frac{lv^2}{2}) * l$$

$$Lv = \frac{B - bc}{2}$$

Se debe cumplir

$$\phi f\ Mn \geq Mu$$

$$\phi f\ Mn = \phi f * B * d^2 * fy * \rho * (1 - \frac{\beta * fy * \rho}{\alpha * f'c})$$

Revisar el aplastamiento

$$Pu < \phi a * 0{,}85 * f'c * A1 * \sqrt{\frac{A2}{A1}}$$

$$A1 = lc * bc$$

$$A2 = (lc + 4h) * (bc + 4h)$$

Tabla 37. Resumen de cargas de servicio y ultima de las zapatas – Ver Anexo 7

Zapata / columna	Carga de servicio		Carga ultima		B real	qult	qmax	Altura de la loza de la zapata	Recubrimiento	Distancia efectiva
	Ps(kN)	Msy(kN.m)	Pu(kN)	Muy(kN.m)	B(m)	(kN/m2)	(kN/m2)	h(m)	d' (m)	d(m)
1C-1	39,626	16,975	45,633	18,022	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
1D-1	53,918	17,925	63,292	18,758	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
1E-1	44,057	16,598	50,514	17,162	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
1F-1	59,134	15,927	75,879	16,423	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
1G-1	55,828	16,094	71,153	16,605	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
1H-1	65,602	16,025	84,307	16,568	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
1I-1	69,100	16,578	88,327	17,175	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225

1J-1	44,627	15,583	51,640	16,212	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
2A-1	42,901	16,345	49,668	17,070	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
2B-1	44,114	16,705	51,253	17,478	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
3C-1	43,673	17,355	49,790	18,286	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
3D-1	67,030	17,581	86,448	18,470	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4A-1	60,527	15,300	74,526	15,709	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4B-1	77,660	15,647	101,413	15,827	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4C-1	60,332	15,600	75,409	15,871	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4D-1	61,343	16,270	74,143	16,579	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4E-1	70,401	15,846	86,607	16,032	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4F-1	92,516	14,862	122,926	14,914	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4G-1	84,173	15,088	109,031	15,185	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4H-1	69,152	15,393	89,591	15,585	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4I-1	72,090	15,510	92,812	15,669	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
4J-1	44,414	14,612	51,035	14,840	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
5A-1	44,767	15,837	51,422	16,461	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
5B-1	59,664	16,323	74,387	16,740	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
5C-1	74,688	17,786	96,232	18,618	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
5E-1	60,336	17,777	72,620	18,613	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
5F-1	37,657	16,575	43,236	17,023	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
5G-1	28,131	15,373	33,076	15,854	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
6A-1	35,494	16,324	41,256	17,124	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
6B-1	45,874	16,777	52,641	17,373	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
6C-1	60,486	19,072	70,477	20,211	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225
6E-1	43,232	20,187	48,978	21,878	1,20	812,34	406,17	0,30	0,075	0,225

Tabla 38. Revisión por excentricidad – Ver Anexo 7

Zapata / columna	Excentricidad		qu min	qu max	qud	Ancho de zapata minimo	
	eux(m)	esx(m)	kN/m2	kN/m2	kN/m2	Bmin	IS
1C-1	0,39493	0,42839	-30,88667	94,26542	73,4067	0,9586	0,79880001
1D-1	0,29637	0,33245	-21,17847	109,08333	87,3730	0,8257	0,68805779
1E-1	0,33975	0,37673	-24,51222	94,67042	74,8066	0,8771	0,73094251
1F-1	0,21643	0,26933	-4,32861	109,71653	90,7090	0,7364	0,61364502
1G-1	0,23337	0,28828	-8,24486	107,06903	87,8500	0,7579	0,63159548
1H-1	0,19652	0,24428	1,01951	116,07299	96,8974	0,7146	0,59548594
1I-1	0,19445	0,23991	1,70139	120,97500	101,0961	0,7171	0,59755775
1J-1	0,31395	0,34918	-20,43125	92,15278	73,3888	0,8306	0,69219339

2A-1	0,34369	0,38100	-24,78021	93,76285	74,0057	0,8818	0,73481287
2B-1	0,34102	0,37868	-25,09667	96,28111	76,0515	0,8807	0,73390527
3C-1	0,36727	0,39738	-28,91764	98,06986	76,9053	0,9126	0,76048103
3D-1	0,21365	0,26229	-4,09722	124,16319	102,7865	0,7458	0,6215302
4A-1	0,21078	0,25277	-2,79035	106,29924	88,1176	0,7142	0,59516324
4B-1	0,15606	0,20147	15,47250	125,37875	107,0610	0,6829	0,56910265
4C-1	0,21046	0,25856	-2,73951	107,47438	89,1054	0,7227	0,60222152
4D-1	0,22361	0,26523	-6,07792	109,05403	89,8654	0,7357	0,6131094
4E-1	0,18511	0,22509	4,47708	115,80972	97,2543	0,6984	0,58196732
4F-1	0,12133	0,16064	33,58000	137,15014	119,8884	0,6642	0,55350312
4G-1	0,13927	0,17925	22,98951	128,44299	110,8674	0,6685	0,55708429
4H-1	0,17396	0,22260	8,10007	116,33201	98,2934	0,6914	0,57619656
4I-1	0,16882	0,21515	10,04743	118,85785	100,7228	0,6882	0,57350083
4J-1	0,29079	0,32900	-16,08785	86,96910	69,7929	0,7955	0,66289063
5A-1	0,32012	0,35377	-21,44771	92,86688	73,8144	0,8389	0,69910482
5B-1	0,22503	0,27359	-6,46618	109,78104	90,4065	0,7445	0,62040413
5C-1	0,19347	0,23814	2,18160	131,47396	109,9252	0,7286	0,60719878
5E-1	0,25631	0,29464	-14,19757	115,05799	93,5154	0,7798	0,64981728
5F-1	0,39372	0,44016	-29,08208	89,13181	69,4295	0,9754	0,81280552
5G-1	0,47933	0,54649	-32,08042	78,01889	59,6690	1,1531	0,96087703
6A-1	0,41505	0,45992	-30,80646	88,10674	68,2879	1,0066	0,83887368
6B-1	0,33003	0,36572	-23,76757	96,87965	76,7718	0,8624	0,71866261
6C-1	0,28678	0,31531	-21,23563	119,11993	95,7273	0,8137	0,67804283
6E-1	0,44670	0,46694	-41,95396	109,97938	84,6572	1,0366	0,86380874

Tabla 39. Revisión por cortante– Ver Anexo 7

Zapata / columna	Fuerza cortante bidireccional					fuerza cortante en el sentido longitudinal			fuerza cortante en el sentido Transversal		
	Vubd(kN)	Vubd1(kN)	Vubd2(kN)	Vubd3(kN)	IS	Vuud	ϕvVc	IS	Vuud	ϕvVc	IS
1C-1	35,16	725,67	698,33	469,55	0,07	7,61	126,20	0,06	20,12	126,20	0,16
1D-1	48,76	725,67	698,33	469,55	0,10	10,55	126,20	0,08	23,57	126,20	0,19
1E-1	38,92	725,67	698,33	469,55	0,08	8,42	126,20	0,07	20,34	126,20	0,16
1F-1	58,46	725,67	698,33	469,55	0,12	12,65	126,20	0,10	24,05	126,20	0,19
1G-1	54,82	725,67	698,33	469,55	0,12	11,86	126,20	0,09	23,39	126,20	0,19
1H-1	64,95	725,67	698,33	469,55	0,14	14,05	126,20	0,11	25,56	126,20	0,20
1I-1	68,05	725,67	698,33	469,55	0,14	14,72	126,20	0,12	26,65	126,20	0,21
1J-1	39,78	725,67	698,33	469,55	0,08	8,61	126,20	0,07	19,86	126,20	0,16
2A-1	38,26	725,67	698,33	469,55	0,08	8,28	126,20	0,07	20,13	126,20	0,16

2B-1	39,49	725,67	698,33	469,55	0,08	8,54	126,20	0,07	20,68	126,20	0,16
3C-1	38,36	725,67	698,33	469,55	0,08	8,30	126,20	0,07	21,00	126,20	0,17
3D-1	66,60	725,67	698,33	469,55	0,14	14,41	126,20	0,11	27,23	126,20	0,22
4A-1	57,42	725,67	698,33	469,55	0,12	12,42	126,20	0,10	23,33	126,20	0,18
4B-1	78,13	725,67	698,33	469,55	0,17	16,90	126,20	0,13	27,89	126,20	0,22
4C-1	58,10	725,67	698,33	469,55	0,12	12,57	126,20	0,10	23,59	126,20	0,19
4D-1	57,12	725,67	698,33	469,55	0,12	12,36	126,20	0,10	23,87	126,20	0,19
4E-1	66,72	725,67	698,33	469,55	0,14	14,43	126,20	0,11	25,57	126,20	0,20
4F-1	94,70	725,67	698,33	469,55	0,20	20,49	126,20	0,16	30,84	126,20	0,24
4G-1	84,00	725,67	698,33	469,55	0,18	18,17	126,20	0,14	28,72	126,20	0,23
4H-1	69,02	725,67	698,33	469,55	0,15	14,93	126,20	0,12	25,76	126,20	0,20
4I-1	71,50	725,67	698,33	469,55	0,15	15,47	126,20	0,12	26,35	126,20	0,21
4J-1	39,32	725,67	698,33	469,55	0,08	8,51	126,20	0,07	18,81	126,20	0,15
5A-1	39,62	725,67	698,33	469,55	0,08	8,57	126,20	0,07	20,00	126,20	0,16
5B-1	57,31	725,67	698,33	469,55	0,12	12,40	126,20	0,10	24,02	126,20	0,19
5C-1	74,14	725,67	698,33	469,55	0,16	16,04	126,20	0,13	28,97	126,20	0,23
5E-1	55,95	725,67	698,33	469,55	0,12	12,10	126,20	0,10	25,03	126,20	0,20
5F-1	33,31	725,67	698,33	469,55	0,07	7,21	126,20	0,06	19,03	126,20	0,15
5G-1	25,48	725,67	698,33	469,55	0,05	5,51	126,20	0,04	16,52	126,20	0,13
6A-1	31,78	725,67	698,33	469,55	0,07	6,88	126,20	0,05	18,77	126,20	0,15
6B-1	40,55	725,67	698,33	469,55	0,09	8,77	126,20	0,07	20,84	126,20	0,17
6C-1	54,30	725,67	698,33	469,55	0,12	11,75	126,20	0,09	25,78	126,20	0,20
6E-1	37,73	725,67	698,33	469,55	0,08	8,16	126,20	0,06	23,36	126,20	0,19

Tabla 40. Revisión por flexión – Ver Anexo 11

Zapata / columna	Refuerzo sentido longitudinal				Refuerzo sentido transversal			Aplastamiento				
	quf	Mu(kN.m)	⌀f Mn (kN.m)	IS	Mu(kN.m)	⌀f Mn (kN.m)	IS	A1	A2	raiz(A2/A1)	Pu<	Cumple
1C-1	49,94	8,61	54,39	0,16	3,43	54,39	0,06	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
1D-1	62,95	10,16	54,39	0,19	4,76	54,39	0,09	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
1E-1	52,46	8,74	54,39	0,16	3,80	54,39	0,07	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
1F-1	69,33	10,43	76,08	0,14	5,71	76,08	0,08	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
1G-1	66,23	10,13	76,08	0,13	5,36	76,08	0,07	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
1H-1	75,32	11,11	65,24	0,17	6,34	65,24	0,10	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
1I-1	78,73	11,58	76,08	0,15	6,65	76,08	0,09	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
1J-1	52,28	8,55	86,93	0,10	3,89	86,93	0,04	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
2A-1	51,78	8,64	86,93	0,10	3,74	86,93	0,04	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
2B-1	53,29	8,88	86,93	0,10	3,86	86,93	0,04	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
3C-1	53,10	9,00	76,08	0,12	3,75	76,08	0,05	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
3D-1	78,74	11,82	108,25	0,11	6,51	108,25	0,06	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4A-1	67,66	10,12	108,25	0,09	5,61	108,25	0,05	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4B-1	86,45	12,18	86,93	0,14	7,63	86,93	0,09	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

4C-1	68,44	10,24	76,08	0,13	5,68	76,08	0,07	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4D-1	68,28	10,35	86,93	0,12	5,58	86,93	0,06	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4E-1	76,38	11,13	86,93	0,13	6,52	86,93	0,07	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4F-1	100,47	13,54	108,25	0,13	9,25	108,25	0,09	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4G-1	91,09	12,57	86,93	0,14	8,21	86,93	0,09	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4H-1	78,00	11,22	65,24	0,17	6,74	65,24	0,10	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4I-1	80,32	11,49	54,39	0,21	6,99	54,39	0,13	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
4J-1	50,47	8,11	76,08	0,11	3,84	76,08	0,05	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
5A-1	52,38	8,60	108,25	0,08	3,87	108,25	0,04	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
5B-1	68,61	10,41	108,25	0,10	5,60	108,25	0,05	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
5C-1	85,68	12,59	119,19	0,11	7,24	119,19	0,06	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
5E-1	69,28	10,82	210,54	0,05	5,47	210,54	0,03	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
5F-1	47,26	8,15	86,93	0,09	3,25	86,93	0,04	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
5G-1	39,03	7,05	210,54	0,03	2,49	210,54	0,01	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
6A-1	45,99	8,03	54,39	0,15	3,10	54,39	0,06	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
6B-1	54,15	8,96	76,08	0,12	3,96	76,08	0,05	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
6C-1	69,41	11,11	76,08	0,15	5,30	76,08	0,07	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI
6E-1	56,17	9,98	86,93	0,11	3,69	86,93	0,04	0,12	2,40	4,43	2010,03	SI

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez analizados los elementos, encontramos que tanto la cimentación, las columnas y las vigas cumplen resistencia, ya que los índices de flexibilidad y de sobreesfuerzos cumplen con las exigencias del capítulo 10 Título A de la NSR-10.

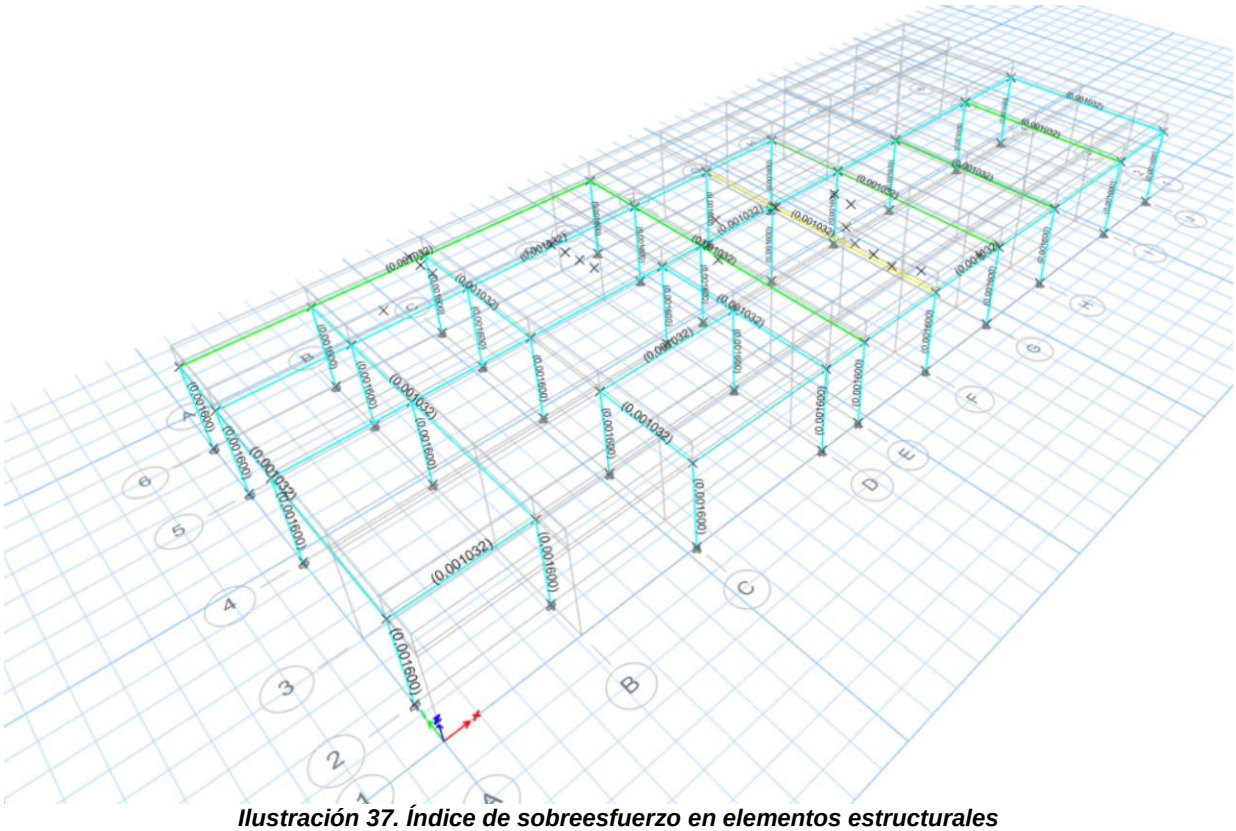


Ilustración 37. Índice de sobreesfuerzo en elementos estructurales
Fuente: ETABS 20.3.0

Sin embargo, se deben de realizar reforzamientos o reemplazos en los elementos no estructurales como la cubierta y el muro, ya que de acuerdo al levantamiento patológico realizado en el sitio se encontraron como por ejemplo muros con altas húmedas y/o hongos por lo cual requieren de un proceso de lavado e impermeabilización. A continuación se presentan las soluciones planteadas dado el caso.

9.1 MUROS DE MAMPOSTERÍA

9.1.1 CORTE Y COLOCACIÓN DE JUNTAS ENTRE COLUMNA Y MUROS

Como se puede observar en la siguiente Ilustración, no se observa una junta entre las columnas y los muros perimetrales y/o internos, teniendo en cuenta que los muros son elementos no estructurales se deben de separar de las columnas teniendo en cuenta que el sistema estructural es porticado. Por lo cual se deben de realizar cortes, suministro y colocación de juntas perimetrales entre columnas y muros con Yumbolon y Bronco sismo resistente o similar, Esta actividad incluye el corte, suministro, transporte de los materiales y todo lo necesario para su correcta colocación y funcionamiento según especificaciones del proveedor.



Ilustración 38. Índice de sobreesfuerzo en elementos estructurales
Fuente: ETABS 20.3.0

9.1.2 CORTE Y COLOCACIÓN DE JUNTAS ENTRE COLUMNA Y MUROS

Tabla 11

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

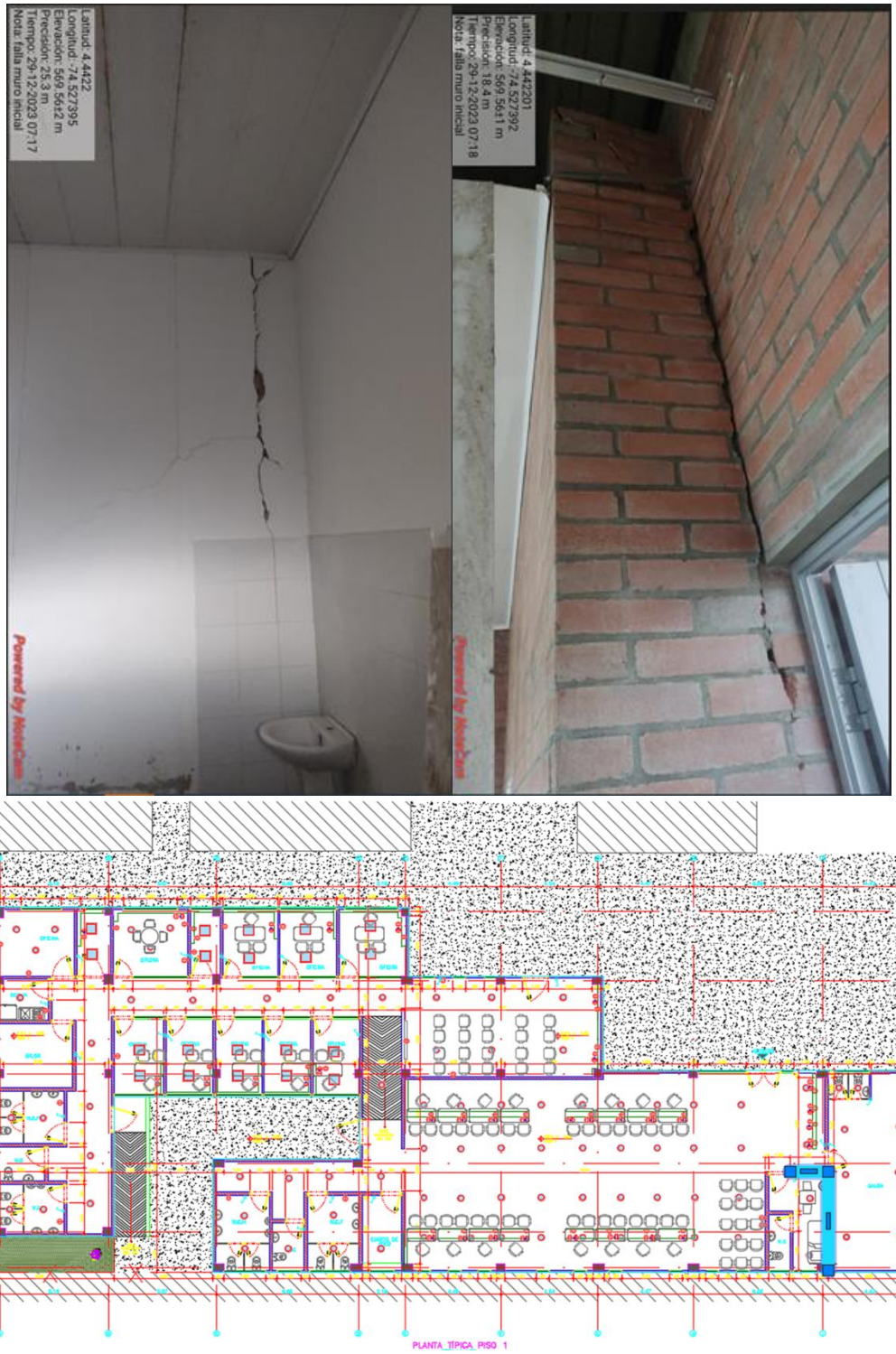


Ilustración 39. Demolición de muro interno

Recomendación de reforzamiento con fibra de carbono.

Ilustración 40. Refuerzo a flexión con fibra de carbono

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

10. REFERENCIAS

NILSON, Arhur H. Diseño de estructuras de concreto. 12 edición. Mc Graw Hill. 1999.

ROCHEL, A. Roberto. Hormigón reforzado. Universidad EAFIT. 1998.

SEGURA, F. Jorge. Estructuras de concreto. Universidad Nacional de Colombia. 1999.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10- Titulo A.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10- Titulo B.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10- Titulo C.

Caicedo Caicedo, C., Barbat Barbat, H. A., Canas Torres, J. A., & Aguiar Falconí, R. (1994). Vulnerabilidad sísmica de edificios.

Buitrago Álzate et, al 2019. Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones

Hibbeler, Russel (2012). Análisis Estructural, Octava Edición. México: Editorial PEARSON EDUCACIÓN.

Safina Melone, S. (2003). Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico. Universitat Politècnica de Catalunya.

https://www.acesco.com.co/

Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings — Basic Procedures Manual", FEMA 306, Federal Emergency Management Agency, Building Seismic Safety Council, Washington, D.C., USA, 1999.

Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings — Technical Resources", FEMA 307, Federal Emergency Management Agency, Building Seismic Safety Council, Washington, D.C., USA, 1999.

Repair of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings. FEMA 308, Federal Emergency Management Agency, Building Seismic Safety Council, Washington, D.C., USA, 1999

Seismic Rehabilitation of Existing Buildings", ASCE/SEI 41-06, American Society of Civil Engineers, Reston Virginia, USA, 2006.

11. ANEXOS

11.1 **Anexo 1.** Análisis Dinámico
11.2 **Anexo 2.** Resultado de Ensayos
11.3 **Anexo 3.** Catalogo elementos estructurales
11.4 **Anexo 4.** Índice de Flexibilidad
11.5 **Anexo 5.** Índice Sobresfuerzos Vigas
11.6 **Anexo 6**. Índice Sobresfuerzos Columnas
11.7 **Anexo 7.** Índice Sobresfuerzos Zapatas
11.8 **Anexo 8.** Archivos_ETABS 20.3.0
11.9 **Anexo 9.** Planos estructurales

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (054) 4238208
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia