

**Estudio Patológico del Proyecto San Carlos
en el Municipio de Soacha Cundinamarca**

Jhonathan Smith Noguera Vargas
Edisson Marcelo Rosas Romero

Universidad Santo Tomás
Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia
Especialización Patología de la Construcción
Bogotá D. C.
Agosto De 2022

The following pathology study was carried out for the multi-family project SAN CARLOS, which is located in Carrera 8 east with street 9 super block 2, municipality of Soacha Cundinamarca; which involves the construction of 12 towers of six (6) floors, common areas, communal hall, porter, storage tank and substation electricity, 73 communal parking lots and 19 visitor parking lots. From floor 1 to roof concrete screens and masonry walls will be built loaded with grouting molten dovelas, reinforced with rods as vertical reinforcement overlapped floor by floor, in the butts and internally in each structural unit. There is a height between plates from floor one (1) to floor five (6) of 2.40 m.

The pathologies presented are considered indirect and direct, as they were possibly caused first by a precision error in the construction process and second by a poor quality material, which will be analyzed and evaluated in this study.

El siguiente estudio de patología se adelantó para el proyecto multifamiliar SAN CARLOS que está localizado en la Carrera 8 este con calle 9 super manzana 2 municipio de Soacha Cundinamarca; el cual contempla la construcción de 12 torres de seis (6) pisos, zonas comunes, salón comunal, portería, tanque de almacenamiento y subestación eléctrica, 73 estacionamientos comunes y 19 estacionamientos de visitantes. De piso 1 hasta cubierta se construirán pantallas en concreto y muros en mampostería cargados con dovelas fundidas en grouting, reforzados con varillas como refuerzo vertical traslapados pisos por piso, en las culatas e internamente en cada unidad estructural. Se tiene una altura entre placas desde el piso uno (1) hasta el piso cinco (6) de 2,40 m.

Las patologías presentadas se consideran de tipo indirecto y directo, ya que fueron causadas posiblemente primero por un error de precisión en el proceso constructivo y segundo por un material de mala calidad, los cuales serán analizados y evaluados en el presente estudio.

1.	Justificación	1
2.	Objetivos	2
	Objetivo General	2
	Objetivos Específicos.....	2
3.	Marco de Referencia	3
	3.1 Marco Teórico.....	3
	3.2 Marco Teórico.....	6
	3.3 Marco Histórico	6
4.	Alcance y Limitaciones.....	8
	4.1 Alcance	8
	4.2 Limitaciones.....	8
5.	Metodología	9
	5.1 Descripción de la selección del paciente	9
	5.2 Preparación y planteamiento del estudio	9
	5.3 Inspección preliminar del paciente	10
	5.4 Recopilación de información necesaria para el estudio	10
	5.5 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente	11
	5.6 Definición del equipo de trabajo que realizó la exploración	11
	5.7 Definición de los medios para realizar la exploración.....	11
6.	Historia Clínica	12
	6.1 Responsable del estudio.....	12
	6.2 Fecha de realización del estudio	12
	6.3 Datos generales del paciente.....	12
	6.4 Sistema Constructivo	13
	6.5 Técnica constructiva	14
	6.6 Importancia del paciente	14
	6.7 Normativa actual que rige el método constructivo	15
	6.8 Especificaciones Técnicas de los materiales para elementos estructurales	15
	6.9 Especificaciones Técnicas de los materiales para elementos No estructurales	15

7. Fichas Técnicas	16
7.1 Ficha 1.....	16
7.2 Ficha 2.....	17
7.3 Ficha 3.....	18
7.4 Ficha 4.....	19
7.5 Ficha 5.....	21
7.6 Ficha 6.....	22
8. Diagnostico	23
9. Propuesta de Estudio.....	26
10. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica.....	30
10.1 Metodología análisis de vulnerabilidad sísmica	31
10.2 Microzonificación de la zona.....	31
10.3 Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente	36
10.4 Descripción de la patología más relevante.....	39
11. Intervención	40
11.1 Muros en concreto.....	40
11.2 Placa de Entrepiso	44
11.3 Recomendaciones técnicas para la ejecución de la intervención.....	47
11.4 Presupuesto inicial para al desarrollo de las actividades de intervención propuestas.	49
12. Conclusiones	50
13. Referencias Bibliográficas	52

Lista de Tablas

vi

Tabla 1. Datos resultados de cilindros a 7 y 28 días.....	25
Tabla 2. Resultados de prueba de núcleos – Laboratorio CONCRELAB.....	27
Tabla 3. Resultados de prueba de núcleos – Laboratorio PROCEMCO.....	27
Tabla 4. Parámetros básicos de diseño estructura sismo-resistente, según NSR-10.....	36
Tabla 5. Presupuesto estimado para la intervención.....	49

Figura 1 Localización general Municipio Soacha – Cundinamarca	4
Figura 2 Localización catastral en el Municipio Soacha	4
Figura 3 Localización predio en el Municipio Soacha	5
Figura 4 Localización del predio del proyecto en el municipio de Soacha	5
Figura 5 Vista general construcción de torres.....	14
Figura 6 Ensayo de esclerómetro	28
Figura 7 Ensayo de extracción de núcleos laboratorio CONCRELAB	28
Figura 8 Ensayo de extracción de núcleos laboratorio PROCEMCO	28
Figura 9 Localización de ensayos realizados de extracción de núcleos y esclerómetro.....	29
Figura 10 Control de fisuras con testigos	30
Figura 11 Fallas geológicas en Colombia.....	32
Figura 12 Zonificación sísmica de Colombia	33
Figura 13 Localización inicial del predio del proyecto	34
Figura 14 Localización de material tipo areniscas en cercanías al predio.....	34
Figura 15 Localización de fallas geológicas en cercanía al predio.....	35
Figura 16 Localización de perforaciones de estudio de suelo.	35
Figura 17 Descripción grafica sistema estructural de la edificación	39
Figura 18 Detalle constructivo de muros	42
Figura 19 Diagrama interno de muros en concreto de piso 1 a 6	43
Figura 20 Manejo para la demolición y reconstrucción de los muros	44
Figura 21 Diagrama interno de áreas de placa de entrepiso a intervenir	46

1. Justificación

Los nuevos proceso constructivos implementados especialmente en proyectos de vivienda multifamiliares ha venido realizando importantes avances y desarrollos urbanísticos, con el propósito de mejorar su efectividad y eficacia al fin de satisfacer las necesidades que presenta la sociedad actual, en cuanto a costos - beneficios y oferta – demanda, lo cual abarca la modernización de las características físicas de las instalaciones como de los mismos procesos constructivos, para el caso en particular, se analizara desde el ámbito investigativo las instalaciones físicas de los bloques de apartamentos, lo cual ha generado algunas lesiones producto posiblemente de fallas los procesos constructivos como los materiales implementados, que han ocasionado algunas lesiones afectando la vida útil de la estructura.

El presente estudio pretende mediante una metodología propuesta, la recolección de datos o información que será objeto de análisis y estudio de acuerdo a los parámetros requeridos para un diagnostico técnico de las fallas que presenta las instalaciones objeto de estudio, y unas posibles alternativas de solución a dichas falencias, atacando directamente la causa que las produce, minimizando de esta manera que se persista estas novedades y que presenten nuevas lesiones de manera directa o indirecta a estas instalaciones, garantizando la preservación de la vida útil de los materiales constructivos y el correcto funcionamiento de las instalaciones.

2. Objetivos

Objetivo General

Realizar un estudio patológico al Proyecto Multifamiliar San Carlos, aplicando los conocimientos adquiridos en el Postgrado de Patología de la Construcción, realizando un diagnóstico de las afectaciones presentes en los elementos de la estructura, identificando las alternativas de intervención, planeación, ejecución y mantenimiento de los elementos afectados.

.

Objetivos Específicos

- Inspeccionar los muros pantalla, mampostería estructural y placa de entrepiso, con el fin de lograr identificar posibles lesiones y tipo de fallas que se presentan.
- Analizar las posibles causas de las lesiones presentadas en los diferentes elementos de la estructura, planteando la historia clínica de los elementos y posibles ensayos a adelantar para toma de muestras.
- Describir la metodología de intervención a utilizar teniendo en cuenta el actual sistema estructural, la historia clínica, los ensayos adelantados y las inspecciones realizadas.
- Adelantar una propuesta de intervención a realizar para mitigar las posibles patologías que presenta la edificación

3. Marco de Referencia

3.1 Marco Teórico

El Proyecto San Carlos, está localizado en la Carrera 8 este con calle 9 super manzana 2 municipio de Soacha Cundinamarca, fue desarrollado por la constructora PROKSOL, la cual se encarga de la gerencia, diseños, venta y construcción del proyecto. El proyecto cuenta con un lote de 8860 m² para la construcción de 288 unidades de apartamentos, con 12 torres con 4 apartamentos por piso.

El proyecto San Carlos, contempla la construcción de 12 torres de seis (6) pisos, zonas comunes, salón comunal, portería, tanque de almacenamiento y subestación eléctrica, 73 estacionamientos comunes y 19 estacionamientos de visitantes. De piso 1 hasta cubierta se construyeron pantallas en concreto y muros en mampostería cargados con dovelas fundidas en grouting, reforzados con varillas como refuerzo vertical traslapados pisos por piso, en las culatas e internamente en cada unidad estructural. Se tiene una altura entre placas desde el piso uno (1) hasta el piso cinco (6) de 2,40 m.

Para adelantar la geolocalización del proyecto, en nuestro caso está ubicado en el municipio de Soacha-Cundinamarca el cual pertenece como región a la Sabana de Bogotá, la cual está ubicada en la parte central de la Cordillera Oriental, por lo tanto, se presenta una zona de amenaza sísmica intermedia.

•



Figura 2 Localización catastral en el Municipio Soacha
Fuente: Localización general Municipio Soacha. Fuente www.Google

Fuente: Localización general Municipio Soacha. Fuente www.Google

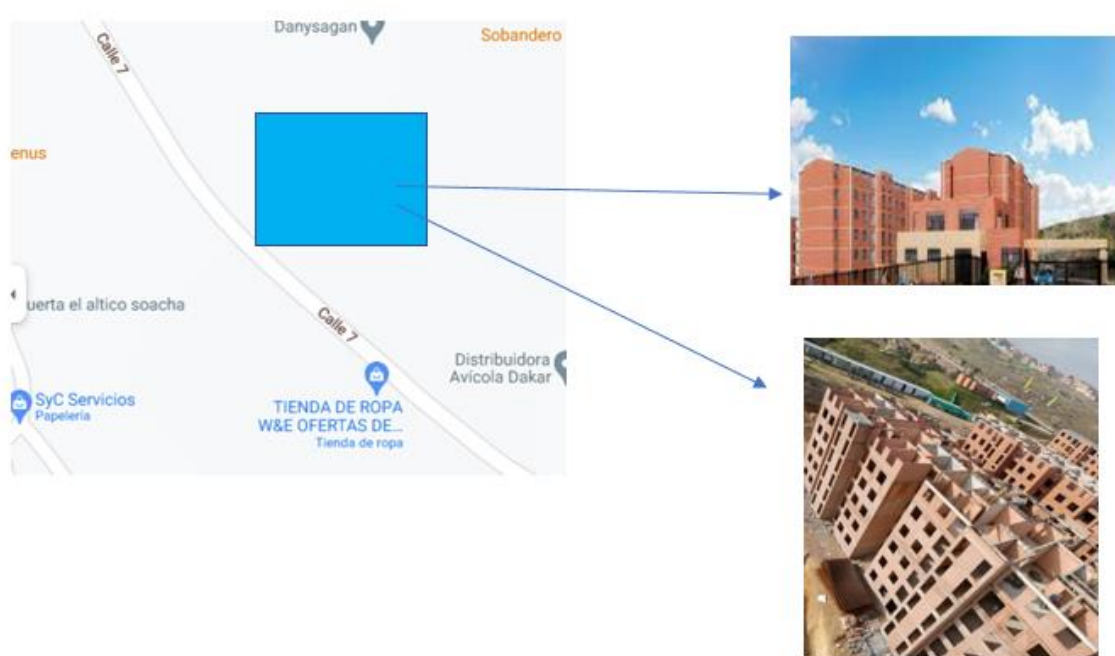


Figura 4 Localización del predio del proyecto en el municipio de Soacha
Fuente: Propia

3.2 Marco Teórico

La licencia de construcción tiene la modalidad de obra nueva y cerramiento para el proyecto de uso residencial - vivienda de interés del 20 de febrero de 2020 con una vigencia de 24 meses.

El diseño estructural fue ejecutado por la empresa IPI Ingeniería y proyectos de infraestructura en octubre de 2020 se entregaron diseño de muros portantes en mampostería y concreto reforzado de piso 1 a 6. La estructura de edificaciones comunales fue diseñada en sistema de columnas y placas en a porticado, cumpliendo con los parámetros establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10 actualizado mediante el Decreto 926 de marzo 19 de 2010.

3.3 Marco Histórico

El edificio fue diseñado y construido desde julio de 2019 hasta junio de 2022, de acuerdo con el estudio de mercado y de características del sector, se planteó un proyecto dedicado a solucionar las necesidades de vivienda de interés social para habitantes del municipio de Soacha y sus alrededores.

La normativa que se mencionó anteriormente ha sido resultado de modificaciones y actualizaciones a través del tiempo, principalmente las realizadas al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes NSR-10, donde se ha tenido en cuenta las disposiciones del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal, lo inherente al índice de edificabilidad y demás requerimientos que exige la curaduría urbana para otorgar la licencia de construcción.

La implementación de este tipo de edificios de mampostería estructural tipo VIS de 6 pisos ha tenido como objetivo principal atender las necesidades de acceso y vivienda para las familias de menores ingresos.

4. Alcance y Limitaciones

El presente estudio patológico se centrará en las zonas de las placas de entrepiso y muros de las torres 6 del proyecto que presentaron resistencias bajas a compresión, y es el lugar donde se presenta las lesiones más relevantes que pueden comprometer la estructura, llevando así, el presente caso patológico en una obra civil a nivel académico con las limitantes que ello implica.

4.1 Alcance

- Inspección visual de la patología más relevante presentada en elementos estructurales como losas de entrepiso y muros pantalla perimetrales de la torre 6
- Inspección, medición y seguimiento de las anomalías encontradas.
- Descripción, análisis y diagnóstico de las posibles causas de la afectación.
- Propuestas de intervención de forma viable donde se incluye presupuesto.

4.2 Limitaciones

- Imposibilidad de realizar la ejecución de las propuestas de ejecución por costos a asumir teniendo en cuenta que se analizar de manera pedagógica las patologías presentadas

5. Metodología

5.1 Descripción de la selección del paciente

Durante el transcurso del posgrado de especialización en Patología de la Construcción, se han dado pautas que se deben tener en cuenta para la sección del paciente, durante la búsqueda del mismo, se evaluó en primera instancia un paciente que cumpliera con la mayor cantidad de información y documentación, así como la facilidad para realizar inspecciones de campo para conocer de primera mano las patologías que presenta, para el caso en particular se selecciono el proyecto de vivienda multifamiliar San Carlos ubicado en el Municipio de Soacha Cundinamarca, debido a la facilidad para el acceso a las instalaciones, además de las características de las patologías que se presentaban.

5.2 Preparación y planteamiento del estudio

Para realizar el estudio patológico del proyecto de mampostería estructural se realizó un análisis por etapas para lograr un alcance adecuado para el posgrado de patología en la construcción.

- **Recopilación de información:** Se recopila información relevante como estudio de suelo, planos estructurales, planos de proceso constructivo especificaciones de los materiales que se usaron en la obra, así como el grado de disipación de energía frente a un sismo.

- Inspección de campo: Se realizó visita al proyecto para obtener registro fotográfico de los elementos afectados, medición identificación de los tipos de lesiones que presenta la estructura.
- Diagnóstico: De acuerdo con la información obtenida se identificó la posible causa de las lesiones, y se realizó un diagnóstico donde se revisa el grado de afectación que presentan los elementos estructurales.

5.3 Inspección preliminar del paciente

Se realizaron visitas al proyecto durante marzo, abril y mayo de 2022 para recolectar la información requerida para cumplir con el programa de posgrado en Patología de la Construcción, identificando las lesiones más relevantes y apropiadas para realizar el presente estudio de patología.

5.4 Recopilación de información necesaria para el estudio

Se solicito documentación técnica del mismo, argumentando la necesidad de realizar una inspección de obra con el fin de cumplir con el programa de estudio cursado, obteniendo así documentos como planos estructurales, arquitectónicos, estudio de suelos, licencia de construcción, ensayos de concreto y acero, se informó cada una de las actividades a realizar, , para realizar registro fotográfico, acceder a los ensayos de laboratorio para las muestras de concreto y acero, así como la revisión de planos

estructurales para realizar las fichas de patología e identificar con precisión cada uno de los elementos estructurales que presentaron algún tipo de afectación.

5.5 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente

Mediante la solicitud dirigida al constructor se informó cada una de las actividades a realizar, para realizar registro fotográfico, acceder a los ensayos de laboratorio para las muestras de concreto y acero, así como la revisión de planos estructurales para realizar las fichas de patología e identificar con precisión cada uno de los elementos estructurales que presentaron algún tipo de afectación.

5.6 Definición del equipo de trabajo que realizó la exploración

El presente estudio patológico es responsabilidad de los estudiantes Jhonathan Smith Noguera Vargas y Edison Marcelo Rosas Romero, de los cuales el primero fue quien accedió a las instalaciones del proyecto, quien al momento de la visita inicial se encontró en un avance del 80% de su construcción.

5.7 Definición de los medios para realizar la exploración

Para la identificación de lesiones en los elementos estructurales, se requirió equipo y herramienta menor como cámara fotográfica, planillera, flexómetro, cinta métrica, fisurometros, planos estructurales y ensayos de laboratorio con resultados de muestras de concreto y resultados de ensayos de acero para determinar si cumplen con las especificaciones técnicas indicadas en el diseño estructural.

6. Historia Clínica

6.1 Responsable del estudio

Los responsables del presente estudio patológico son los estudiantes Jhonathan Smith Noguera Vargas y Edison Marcelo Rosas Romero, que a la fecha están cursando la Especialización Patología de la Construcción, cuya formación profesional corresponde al área de la Ingeniería Civil

6.2 Fecha de realización del estudio

El presente estudio se inició desde el segundo semestre académico del año 2021, como requisito para aprobar los módulos académicos denominados TPI I y TPI II (Trabajo Profesional Integrado), el cual es requisito para la titulación de la Especialización en Patología de la Construcción.

6.3 Datos generales del paciente

- Nombre: Proyecto SAN CARLOS
- Localización: El paciente se encuentra ubicado en el municipio de Soacha – Cundinamarca, localidad Carrera 9 este con calle 8 super manzana 2.
- Uso: proyecto de viviendas multifamiliares.
- Fecha de construcción: Año 2019

6.4 Sistema Constructivo

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo – Resistente NSR-10, Título A - Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo – Resistente, Capítulo A.3.2. Sistemas Estructurales, corresponde a un sistema estructural con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), constituyendo un sistema de resistencia tanto para cargas verticales como horizontales (sísmicas), de forma tal que se presentan muros en los dos sentidos ortogonales (X e Y); es decir, la estructura de edificaciones comunales fue diseñada en sistema de columnas y placas en aporticado.

La cimentación está compuesta por una cimentación superficial con vigas y placa de contrapiso en concreto reforzado de 50cm, unidas a vigas con anchos de 25 a 35 cm y placa de 10 cm.

En cuanto a la altura presenta un total de 13,80 m para 6 pisos, y un área total construida es de 8860 m² distribuida en 12 torres de 6 pisos y zonas comunes.

La construcción tiene fecha de finalización el 2 semestre del año 2022, la estructura se observa estable ya que es una construcción nueva que clasifica al paciente en la categoría pediátrica.

Fidelidad de los planos: Los planos estructurales fueron realizados por la empresa de diseño estructural IPI

6.5 Técnica constructiva

De piso 1 hasta cubierta se construyeron pantallas en concreto y muros en mampostería cargados con dovelas fundidas en grouting, reforzados con varillas como refuerzo vertical traslapados pisos por piso, en las culatas e internamente en cada unidad estructural. Se tiene una altura entre placas desde el piso uno (1) hasta el piso cinco (6) de 2,40 m.



Figura 5 Vista general construcción de torres

Fuente: Propia

6.6 Importancia del paciente

Toda construcción debe garantizar y salvaguardar la vida humana, sin importar el uso que tenga debe cumplir con un grado de desempeño que permita la disipación de las ondas sísmicas y así la evacuación total de las personas que se encuentren en ese momento. El estudio de las afectaciones que presenta el paciente en estudio se enfoca a nivel de muros y placas de la torre 6 y considerado de gran importancia debido a la vulnerabilidad que puede ser progresiva, y con el paso del tiempo afectar a todo el sistema de resistencia sísmica de la edificación.

6.7 Normativa actual que rige el método constructivo

El edificio fue concebido y construido bajo el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010, así como las normas NTC aplicables a los materiales para elementos estructurales y no estructurales usados para su construcción.

6.8 Especificaciones Técnicas de los materiales para elementos estructurales

Concreto cimentación = 21, MPa (210 kgf/cm²) = 3.000 psi

Concreto muros piso 1 a 6 = 21,0 MPa (210 kgf/cm²) = 3.000 psi Concreto muros vigas de cubierta = 21,0 MPa (2100 kgf/cm²) = 3.000 psi

Acero para #3 y mayores $f_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$

Acero para #2 $f_y = 2.400 \text{ kg/cm}^2$

6.9 Especificaciones Técnicas de los materiales para elementos No estructurales

Los elementos no estructurales son principalmente muros en mampostería estructural que tienen un grado de desempeño bueno, se encuentran involucrados a la estructura mediante refuerzo vertical (dovelas) y dilatado de los elementos estructurales como pacas y muros de concreto , algunos muros presentan remates superiores con viga canchada (cinta superior en concreto reforzado que usa como formaleta las caras de las unidades de mampostería), mitigando así la posibilidad de volcamiento o fractura que pueda comprometer el desempeño de la estructura u obstaculizar las vías de evacuación durante un evento sísmico.

7. Fichas Técnicas

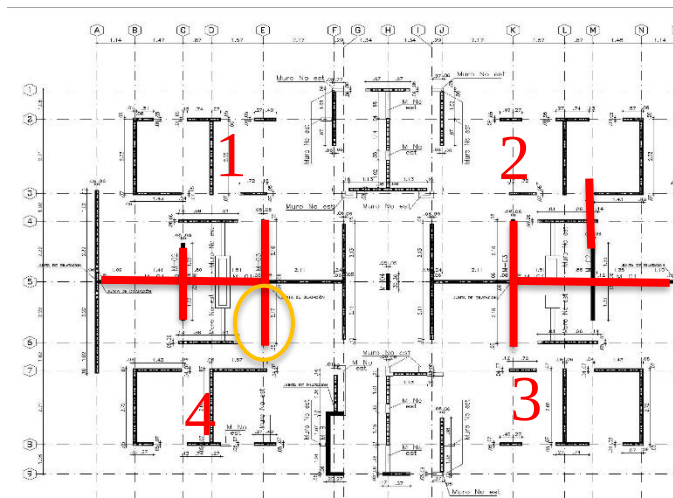
7.1 Ficha 1

Acción: Carácter Mecánico

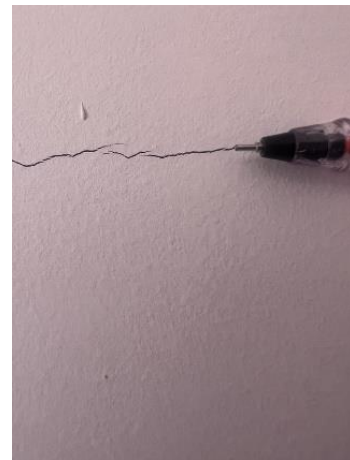
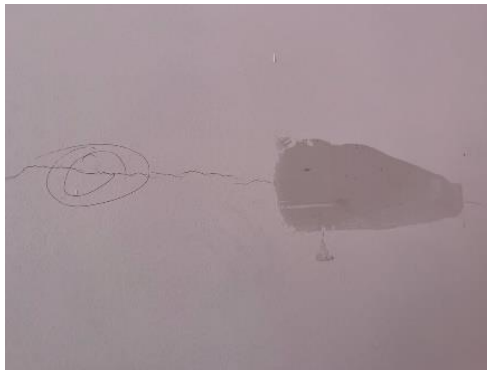
Identificación: Fisuras

Localización: Muros concreto piso 5 torre 6

Tipo de material: Concreto reforzado de 21 MPa (210 kgf/cm²) = 3.000 psi



Registro fotográfico



Descripción: Se observa muros pantalla con fisuras longitudinales, inicialmente en los muros de apartamento serie 4 muro 3 donde se observa fisuras sobre muros con estuco y pintura, se procedió a colocar testigos en yeso (Marzo 2022)

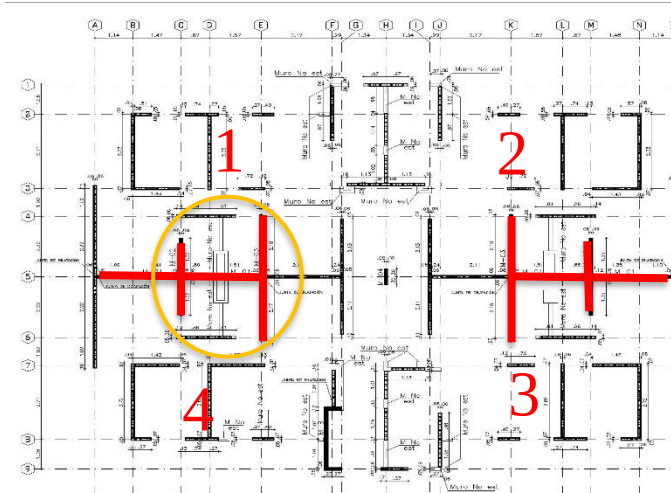
7.2 Ficha 2

Acción: Carácter Mecánico

Identificación: Fisuras

Localización: Muros concreto piso 5 torre 6

Tipo de material: Concreto reforzado de 21 MPa (210 kgf/cm²) = 3.000 psi



Registro fotográfico



Descripción: Se identifican nuevas fisuras el durante el mes de marzo del 2022 sobre muros 2 Y 3 de los apartamentos serie 1 y 4 con ayuda del fisurómetro se registra espesor de 0.05mm

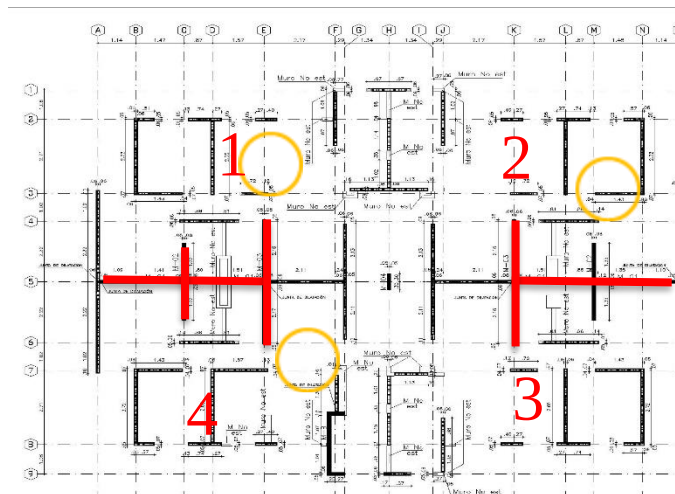
7.3 Ficha 3

Acción: Carácter Mecánico

Identificación: Fisuras en placa

Localización: Muros concreto piso 5 torre 6

Tipo de material: Concreto reforzado de 21 MPa (210 kgf/cm^2) = 3.000 psi



Registro fotográfico



Descripción: Se observa en placa de piso 5 torre 6 con fisuras longitudinales, apartamento serie 1 ,2 y 4, se procedió a colocar testigos en yeso (Marzo 2022)

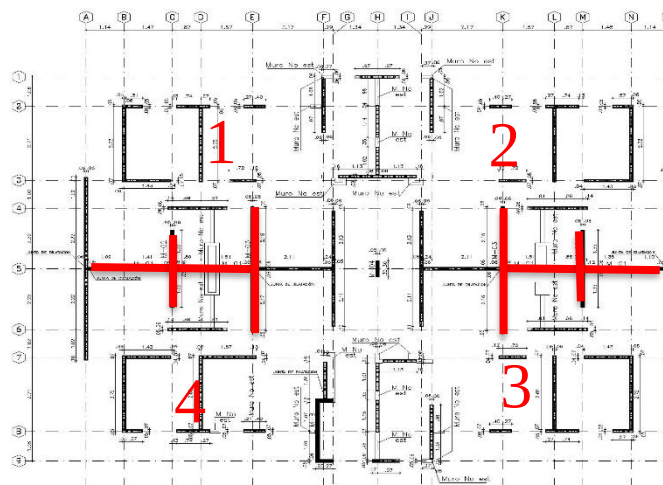
7.4 Ficha 4

Acción: Carácter Mecánico

Identificación: Materiales

Localización: Muros concreto piso 5 torre 6

Tipo de material: Concreto reforzado de 21 MPa (210 kgf/cm²) = 3.000 psi



Registro fotográfico

Cod Cilindro	Localizacion	Fecha Toma	Fecha Rotura	Edad		Resistencia nominal MPa	Resistencia kg/cm 2	Resistencia MPa	Resistencia a kg/cm 2	% Resistencia	Promedio	Promedio Movil de tres consecutivos a 28 dias.	Comentario
C-83	Torre 8 piso 3 escalera y T6, P5 placa y escalera, T4, P5 y T1 cubierta y vigas etapa 1.	25/01/2022	01/02/2022	7	152	21,0	90,0	8,9	90	42,2%	42%	73%	NO CUMPLE
C-83	Torre 8 piso 3 escalera y T6, P5 placa y escalera, T4, P5 y T1 cubierta y vigas etapa 1.	25/01/2022	01/02/2022	7	152	21,0	89,0	8,7		41,6%			
C-83	Torre 8 piso 3 escalera y T6, P5 placa y escalera, T4, P5 y T1 cubierta y vigas etapa 1.	25/01/2022	22/02/2022	28	152	21,0	149,0	14,6	148	69,6%	69%		
C-83	Torre 8 piso 3 escalera y T6, P5 placa y escalera, T4, P5 y T1 cubierta y vigas etapa 1.	25/01/2022	22/02/2022	28	152	21,0	146,0	14,3		68,3%			
C-84	Torre 6 piso 5 muros.	26/01/2022	02/02/2022	7	152	21,0	95,0	9,4	99	44,7%	47%	72%	NO CUMPLE
C-84	Torre 6 piso 5 muros.	26/01/2022	02/02/2022	7	152	21,0	103,0	10,2		48,5%			
C-84	Torre 6 piso 5 muros.	26/01/2022	23/02/2022	28	152	21,0	163,0	16,1	161	76,4%	75%		
C-84	Torre 6 piso 5 muros.	26/01/2022	23/02/2022	28	152	21,0	159,0	15,7		74,0%			

Descripción: Para el estudio base se tomó y se asilo unas de las torres del proyecto para adelantar el estudio y posible intervención de paciente, para el caso de estudio se tomó como referencia las torre 6 del proyecto que presenta resistencias bajas en las placa y muros donde se presenta resultados obtenidos de los ensayos de concretos 7 y 28 días.

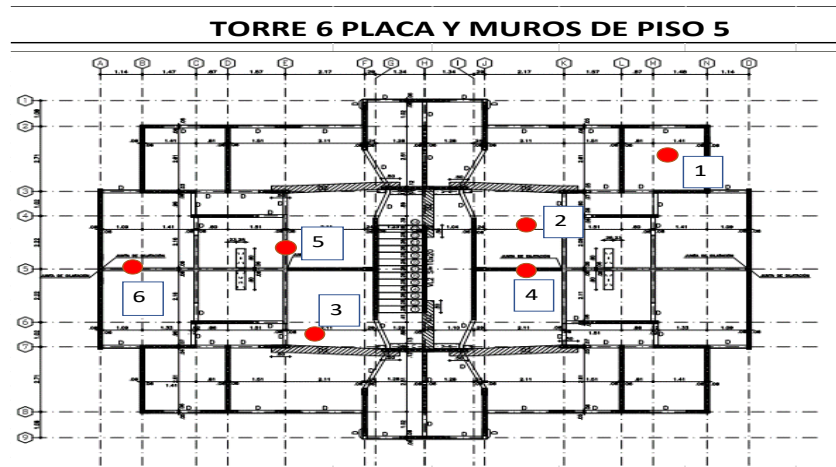
7.5 Ficha 5

Acción: Carácter Mecánico

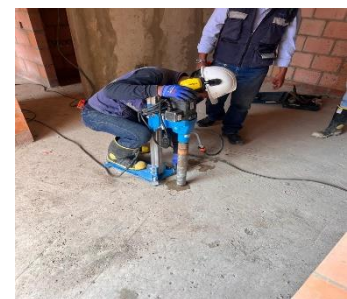
Identificación: Materiales

Localización: Muros concreto piso 5 torre 6

Tipo de material: Concreto reforzado de 21 MPa (210 kgf/cm²) = 3.000 psi

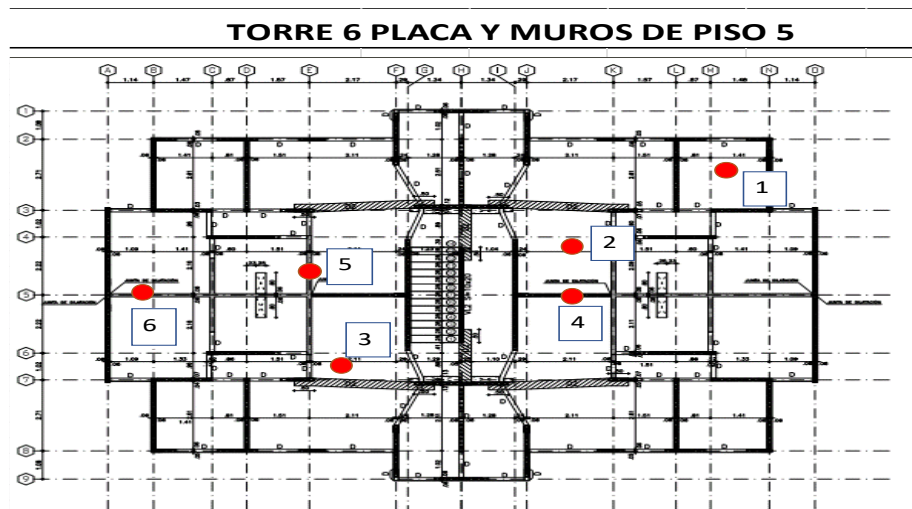


Registro fotográfico



Descripción: En base a los resultados como primera media se realizaron ensayos de esclerometría y ensayos de extracción de núcleos, para la evaluación de los resultados como se indica en la NRS 10 capítulo C5 calidad del concreto, mezclado y colocación. Se realizaron extracciones con dos laboratorios los cuales fueron procemco y concrelab, donde se analizó los diferentes resultados y diferencia entre ellos donde al momento de ensayar se encontró muy marcada una relación de diferencia de porcentajes en la resistencia del 16 al 19% y se llegó a la conclusión que esto se deba al método de ensayo realizado por cada uno de los laboratorios, donde el laboratorio concrelab realizó corrección de cilindros cortando las caras laterales, mientras que el laboratorio de procemco realizó ensayos corrigiendo cilindros por medio de cortes y copinado.

7.6 Ficha 6

Acción: Carácter Mecánico**Identificación:** Materiales**Localización:** Muros concreto piso 5 torre 6**Tipo de material:** Concreto reforzado de 21 MPa (210 kgf/cm²) = 3.000 psi

Registro resultados de núcleos

LOCALIZACION	# Núcleos procemco	Carga en Mpa	Resistencia corregida Mpa	Resistencia corregida	Resistencia promedio %
PLACA DE PISO 5 TORRE	1	16,45	16,5	79,90%	75,1%
	2	15,16	15,2	73,30%	
	3	14,87	14,9	72,20%	
MUROS PISO 5 TORRE 6	4	11,89	11,8	57,20%	60,0%
	5	11,9	11,9	57,70%	
	6	13,43	13,4	65,00%	

LOCALIZACION	# Núcleos concrelab	Carga en Mpa	Resistencia corregida Mpa	Resistencia corregida	Resistencia promedio %
PLACA DE PISO 5 TORRE	1	11,8	118,8	56,40%	56,0%
	2	12,8	12,1	57,40%	
	3	11,4	11,4	54,20%	
MUROS PISO 5 TORRE 6	4	8,8	8,8	42,00%	43,8%
	5	9,4	9,4	44,60%	
	6	9,4	9,4	44,80%	

Descripción: Se pudo evidenciar que los resultados de los núcleos no cumplieron con los criterios de aceptación, presentando un promedio de 56% y 43 % en el primer ensayo por lo cual se recomendó realizar una contramuestra con otro laboratorio las cuales tampoco presentaron unos resultados adecuados con un 75% y 60% lo cual no cumple el código de sismo resistencia NRS 10 C5

Al no cumplir estos parámetros hay que realizar nuevos controles para poder determinar qué tipo de intervención se debe realizar.

8. Diagnostico

El proyecto contemplo la construcción de 16 torres de seis (6) pisos, zonas comunes, salón comunal, portería, tanque de almacenamiento y subestación eléctrica, 100 estacionamientos comunes y 30 estacionamientos de visitantes.

De piso 1 hasta cubierta se construyeron pantallas en concreto y muros en mampostería cargados con dovelas fundidas en grouting, reforzados con varillas como refuerzo vertical traslapados pisos por piso, en las culatas e internamente en cada unidad estructural. Se tiene una altura entre placas de 2.40 m

El proyecto cuenta con diseños estructurales y estudios de suelos los cuales se encuentran cumpliendo la NRS 10 el proyecto de infraestructura cuenta con diseño de muros portantes en mampostería y concreto reforzado de piso 1 a 6.

En los interiores en el sentido de los ejes literales y numéricos de la estructura se contempla una mezcla de muros de concreto reforzados de 12 cm de espesor y muros de mampostería reforzada de 11,5 cm, contruidos con ladrillos y bloques de arcilla de perforación vertical con doble pared. Conformando así un sistema estructural con capacidad moderada de disipación de energía (DMO); constituyendo un sistema de resistencia tanto para cargas verticales como horizontales (sísmicas), de forma tal que se presentan muros en los dos sentidos ortogonales (X e Y).

Las losas de entrepiso están conformadas por losas macizas de concreto reforzado de 10 cm de espesor y la cubierta es diseñada con perfiles estructurales en lamina soportada a las vigas de concreto con ángulos en lámina de acero y pernados.

Teniendo en cuenta el Código Colombiano de Construcción Sismo – Resistente NSR-10, Título A.10.2.2.1 – La calificación de la construcción es buena ya que contó con un diseño estructural y una revisión al diseño, realizado por empresas reconocidas de consultoría y diseño, además hubo control de supervisión técnica permanente durante la construcción que realizó trazabilidad de los materiales estructurales garantizando la calidad de la construcción. se realiza una calificación del estado actual de la estructura de la edificación, basada en la afectación que presenta como fisuración en placas y muros por imposición de carga y concretos de baja resistencia.

Con referencia al concreto implementado en este proyecto, se observó que durante su construcción se tienen resistencias bajas sobre muestras de muros y placas con resultados a 28 días del 42 a 72% de las muestras tomadas, donde se evidencio fisuras en placas en las esquinas por acciones de esfuerzos cortantes donde se evidencia filtraciones de agua afectado el acero, se observó en algunos muros con mallas calcadas y con falta de recubrimientos por malos procesos de constructivos de obra.

Para el estudio base se tomó y se asilo unas de las torres del proyecto para adelantar el estudio y posible intervención de paciente, para el caso de estudio se tomó como referencia

la torre 6 del proyecto que presenta resistencias bajas en las placa y muros donde se presenta a continuación los resultados obtenidos de los ensayos de concretos 7 y 28 días.

Tabla 1. Datos resultados de cilindros a 7 y 28 días.

Cod Cilindro	Localizacion	Fecha Toma	Fecha Rotura	Edad	Resistencia kg/cm ²	Resistencia MPa	Resistencia kg/cm ²	% Resistencia	Promedio
C-83	torre 6 placa de piso 5	25/01/2022	01/02/2022	7	90,0	8,9	90	42,2%	42%
C-83	torre 6 placa de piso 5	25/01/2022	01/02/2022	7	89,0	8,7		41,6%	
C-84	Torre 6 piso 5 muros.	26/01/2022	02/02/2022	7	95,0	9,4	99	44,7%	47%
C-84	Torre 6 piso 5 muros.	26/01/2022	02/02/2022	7	103,0	10,2		48,5%	

Fuente: Laboratorio CONCRELAB

El diagnóstico inicial es que la presencia de fisuras en estos elementos se deben a varios motivos una causa puede deducirse que se debe a retracción por cambios de temperatura por controles constructivo durante los procedimientos de curado de los elementos fundidos los cuales pudieron haber sido deficientes que sumado a concretos de resistencias bajas ha causado que en algunos elementos se presenten fisuras prolongadas y en áreas extensas como lo son los muros y placa, donde también se evidencian filtraciones de agua que pueden atacar el refuerzo y causar otro problema como lo es la corrosión del acero, pérdida de PH del concreto o carbonataciones.

La patología se considera de tipo indirecto y directo, ya que fue causada primero un error de precisión en el proceso constructivo y segundo por un material de mala calidad.

9. Propuesta de Estudio

Teniendo en cuenta el análisis de las patologías, encontramos afectaciones de tipo mecánico, químico y físico, siendo las primeras las más relevantes a corto plazo, estas afectaciones mecánicas pueden generar a su vez otra afectación al asumir sobrecargas no consideradas o movimientos excesivos que pueden generar fracturas en los elementos estructurales, estos fenómenos pueden comprometer la estructura y aumentar la vulnerabilidad sísmica de los mismos.

En base a los resultados como primera media se realizaron ensayos de esclerometría y ensayos de extracción de núcleos, para la evaluación de los resultados como se indica en la NRS 10 capítulo C5 calidad del concreto, mezclado y colocación. Se realizaron extracciones con dos laboratorios los cuales fueron PROCEMCO y CONCRELAB, donde se analizó los diferentes resultados y diferencia entre ellos donde al momento de ensayar se encontró muy marcada una relación de diferencia de porcentajes en la resistencia del 16 al 19% donde se llegó a la conclusión que esto se presentaba por el método de ensayo realizado por cada uno de los laboratorios, donde el laboratorio CONCRELAB realizó corrección de cilindros cortando las caras laterales, mientras que el laboratorio de PROCEMCO realizó ensayos corrigiendo cilindros por medio de cortes y capinado las muestras, a continuación se evidencia resultados y fotografías de los ensayos.

Como criterio de aceptación los resultados son evaluados bajo dos principios básicos que cita la NSR10 (C.5.6.5.4): donde el promedio de los tres núcleos tomados de los elementos

representativos en duda debe tener el 85% de resistencia teórica, como mínimo y la resistencia individual de cada uno de los núcleos, sea como mínimo del 75% de la resistencia teórica. Para poder evaluar una posible aceptación de los elementos de estudio.

Tabla 2. Resultados de prueba de núcleos – Laboratorio CONCRELAB.

LOCALIZACION	# Núcleos concrelab	Carga en Mpa	Resistencia corregida Mpa	Resistencia corregida	Resistencia promedio %
PLACA DE PISO 5 TORRE 6, T	1	11,8	118,8	56,40%	56,0%
	2	12,8	12,1	57,40%	
	3	11,4	11,4	54,20%	
MUROS PISO 5 TORRE 6	4	8,8	8,8	42,00%	43,8%
	5	9,4	9,4	44,60%	
	6	9,4	9,4	44,80%	

Fuente: Laboratorio CONCRELAB

Tabla 3. Resultados de prueba de núcleos – Laboratorio PROCEMCO.

LOCALIZACION	# Núcleos procemco	Carga en Mpa	Resistencia corregida Mpa	Resistencia corregida	Resistencia promedio %
PLACA DE PISO 5 TORRE 6, T	1	16,45	16,5	79,90%	75,1%
	2	15,16	15,2	73,30%	
	3	14,87	14,9	72,20%	
MUROS PISO 5 TORRE 6	4	11,89	11,8	57,20%	60,0%
	5	11,9	11,9	57,70%	
	6	13,43	13,4	65,00%	

Fuente: Laboratorio PROCEMCO

Se pudo observar que la muestra que los núcleos no cumplieron con los criterios de aceptación, presentando un promedio de 56% y 43 % por lo cual se debió realizar una contramuestra con otro laboratorio las cuales tampoco presentaron unos resultados adecuados con un 75% y 60% lo cual no cumple el código de sismo resistencia.

Al no cumplir estos parámetros hay que realizar nuevos controles para poder determinar qué tipo de intervención se debe realizar.



Figura 6 Ensayo de esclerómetro

Fuente: Propia



Figura 7 Ensayo de extracción de núcleos laboratorio CONCRELAB

Fuente: Obra



Figura 8 Ensayo de extracción de núcleos laboratorio PROCEMCO

Fuente: Obra

Para el estudio base se tomó y se asilo unas de las torres del proyecto para adelantar el estudio y posible intervención de paciente, para el caso de estudio se tomó como referencia la torre 6 del proyecto que presenta resistencias bajas en las placa y muros donde se presenta a continuación los resultados obtenidos de los ensayos de concretos 7 y 28 días.

Durante el acompañamiento se realizó registro y ubicación de los ensayos realizados para llevar una trazabilidad adecuada y así realizar un análisis correcto de los resultados obtenidos los cuales se presentan a continuación en las siguientes graficas.

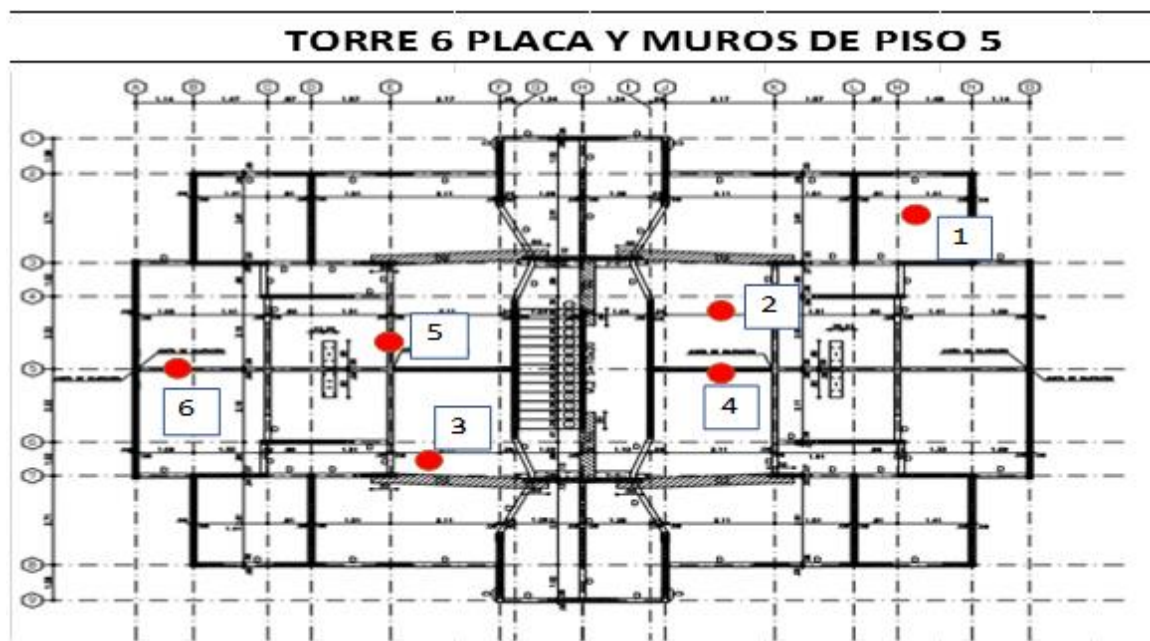


Figura 9 Localización de ensayos realizados de extracción de núcleos y esclerómetro

Fuente: Propia

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 en el Título A.10.5, se requiere conocer el índice de sobre esfuerzo y de flexibilidad que presentan los elementos afectados para determinar el grado de intervención que requieren,

de acuerdo con su respuesta sísmica y la hipótesis de la secuencia del mecanismo de falla. Para el estudio del presente caso se tendrá en cuenta las inspecciones visuales realizadas a la estructura, donde se evidencia elementos con fisuras que afectan su capacidad de resistencia ante cargas verticales y horizontales causando afectaciones físicas y químicas dadas por la humedad en el concreto y las resistencias bajas de los núcleos extraídos

Como medida adicional de control, se realizaron control de fisuras y aplicación de testigos con yeso a las fisuras para evidenciar si estas se encuentran activas y poder realizar un análisis para la posible intervención del paciente en estudio. Se deberá realizar un control y seguimiento semanal para evidenciar cómo evoluciona la patología detectada.



Figura 10 Control de fisuras con testigos

Fuente: Propia

10. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

. El proyecto cuenta con un lote de 8859.16 m² para la construcción de 288 unidades de apartamentos, con 12 torres con 4 apartamentos por piso. Este proyecto

contempla la construcción de 12 torres de seis (6). De piso 1 hasta cubierta se construirán pantallas en concreto y muros en mampostería cargados con dovelas fundidas en grouting, reforzados con varillas como refuerzo vertical traslapados pisos por piso, en las culatas e internamente en cada unidad estructural. Se tiene una altura entre placas desde el piso uno (1) hasta el piso cinco (6) de 2,40 m.

10.1 Metodología análisis de vulnerabilidad sísmica

Para realizar el respectivo análisis se tomará como referencia los parámetros establecidos en las diferentes normas, entre las que se encuentra el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente de 2010 (NSR-10), en particular los títulos A y B, adicionalmente de los parámetros establecidos por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). Los cuales son la base para establecer los parámetros de diseño y construcción de edificaciones en Colombia.

El paciente presenta algunos síntomas patológicos en los muros tipo pantalla, mampostería estructural y losas de entrepiso, los cuales serán analizados y evaluados más adelante

10.2 Microzonificación de la zona

Para adelantar la geolocalización del proyecto, se debe analizar en particular en nuestro caso está ubicado en el municipio de Soacha el cual pertenece como región a la Sabana de

Bogotá, la cual está ubicada en la parte central de la Cordillera Oriental, por lo tanto, se presenta una zona de amenaza sísmica intermedia.

Estas corresponden a una zona de fracturas o fractura de la corteza terrestre acompañada por el movimiento de bloques rocosos paralelos a la fractura, para el caso colombiano se presentan las siguientes fallas geológicas identificadas hasta el momento:

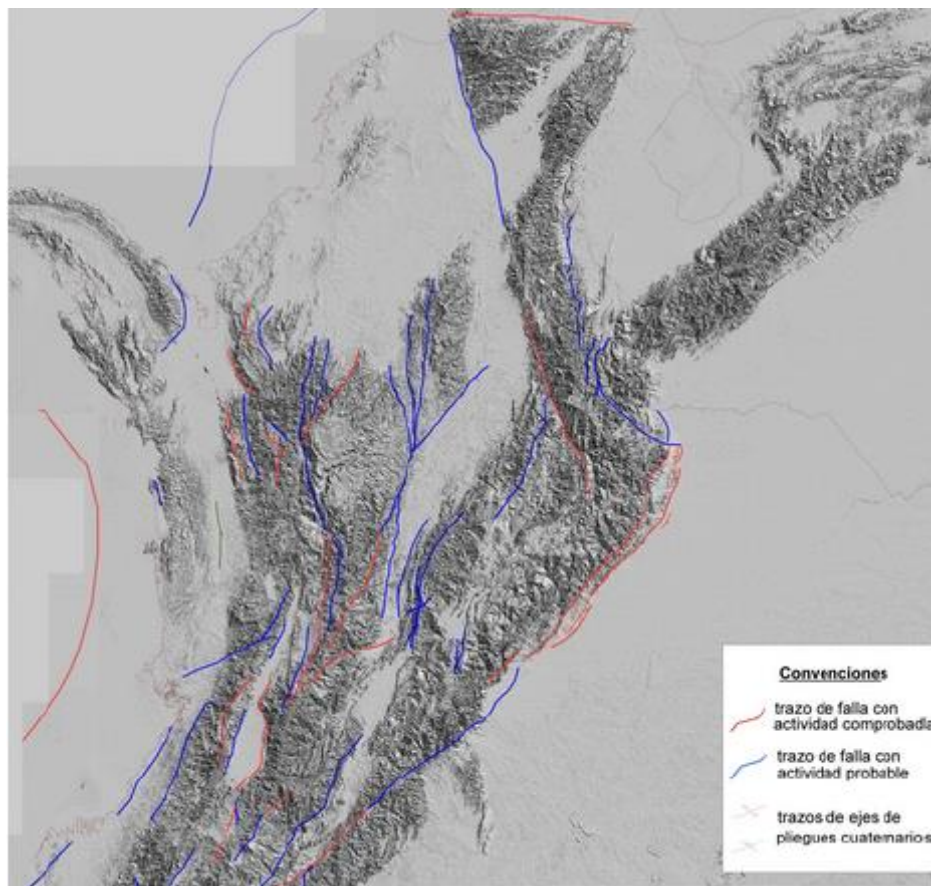


Figura 11 Fallas geológicas en Colombia

Fuente: Tomo 1. Prefacio. Tectónica y sismicidades colombianas. NSR-10

En virtud de lo anterior, y de los históricos de terremotos presentados en el país, se pudo establecer el mapa de zonificación sísmica de Colombia que se describe a continuación:

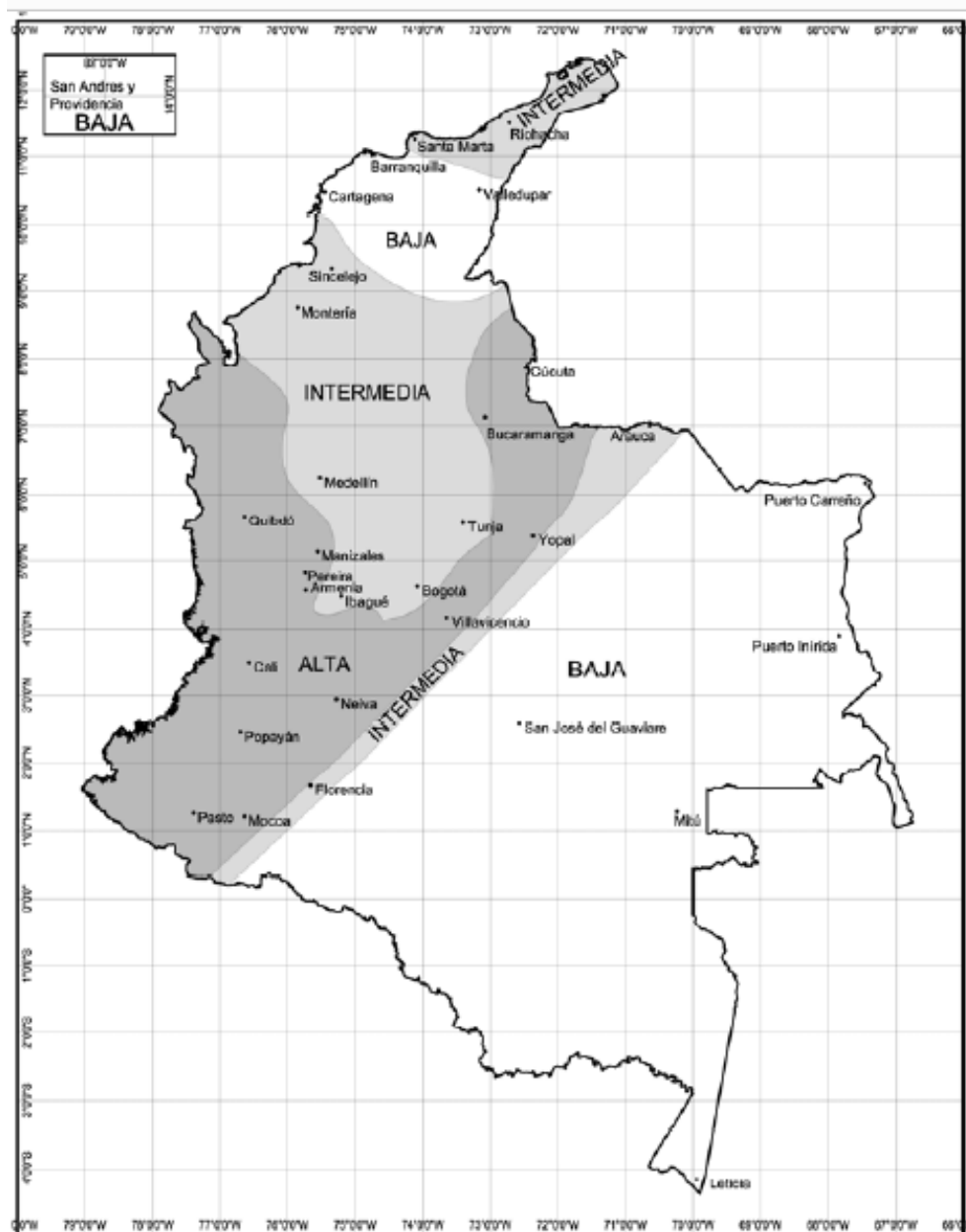


Figura 12 Zonificación sísmica de Colombia

Fuente: Tomo 1. Prefacio. Tectónica y sismicidades colombianas. NSR-10

En nuestro caso en particular, el municipio de Soacha pertenece como región a la Sabana de Bogotá, la cual está ubicada en la parte central de la Cordillera Oriental, por lo tanto, se presenta una zona de amenaza sísmica intermedia.

En el siguiente registro fotográfico se observa rellenos antrópicos, ocasionados por la disposición de material de escombros de construcciones y vías aledañas al predio, así:

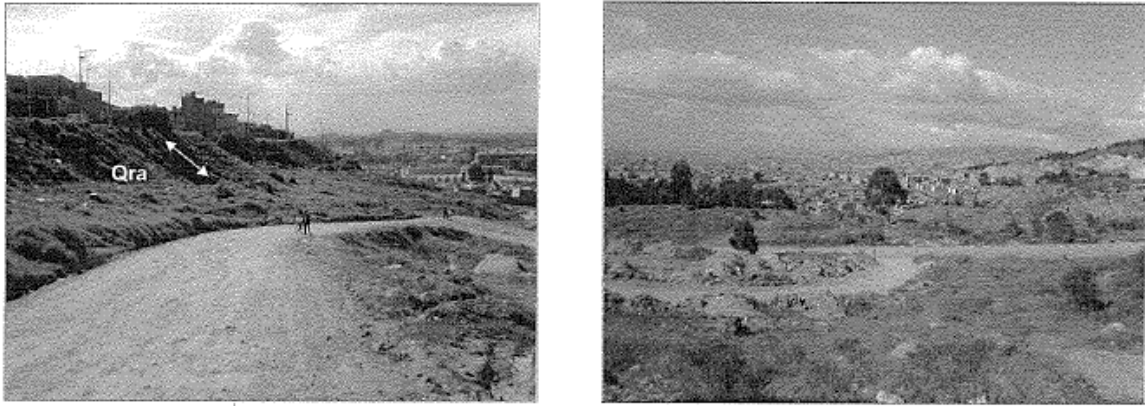


Figura 13 Localización inicial del predio del proyecto

Fuente: Estudio de Suelo. Alfonso Uribe S. y Cia. S.A.

Se observa además depósitos coluviales, en gran área del predio, donde sobresalen algunos bloques de areniscas.

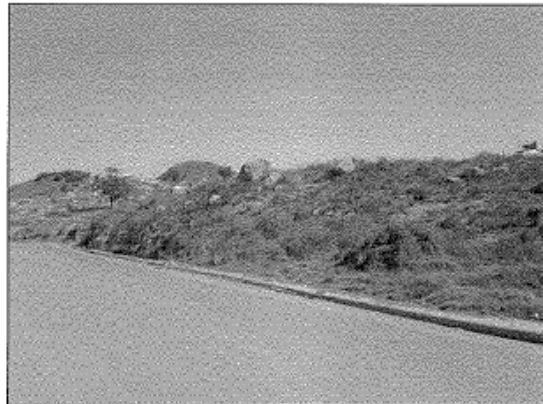


Figura 14 Localización de material tipo areniscas en cercanías al predio

Fuente: Estudio de Suelo. Alfonso Uribe S. y Cia. S.A.

En la zona de estudio no se observaron fallas regionales o locales, debido a que la zona está cubierta de sedimentos y depósitos recientes, la falla más cercana corresponde a la

Falla de Sibaté, que sigue rumbo aproximado al sureste-noroeste, remontando la zona más elevada de los cerros, así:

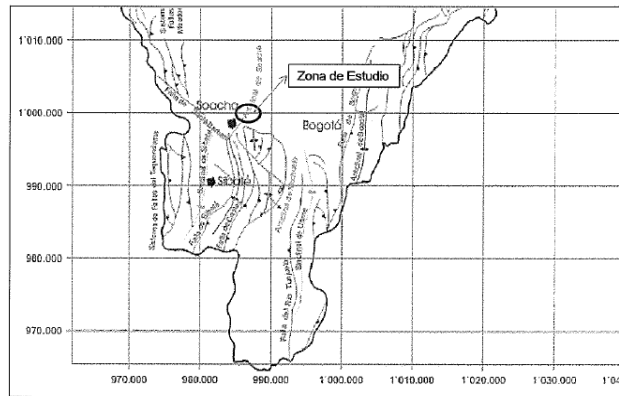


Figura 15 Localización de fallas geológicas en cercanía al predio

Fuente: Informe Geología de la Sabana de Bogotá, INGEOMINAS – 2005.

Hay en el estudio de suelos se indica que en el terrero se encuentran arcillas y arcillas arenosas de color gris verdoso y café con una consistencia media a dura y que llegan profundidades entre 11.4 y 15.1 m bajo la superficie. Y por último se encuentran arenas finas arcillosas de color amarillo, con una densidad muy compacta. A continuación, se presenta plano con perforaciones realizadas en el lote de estudio.

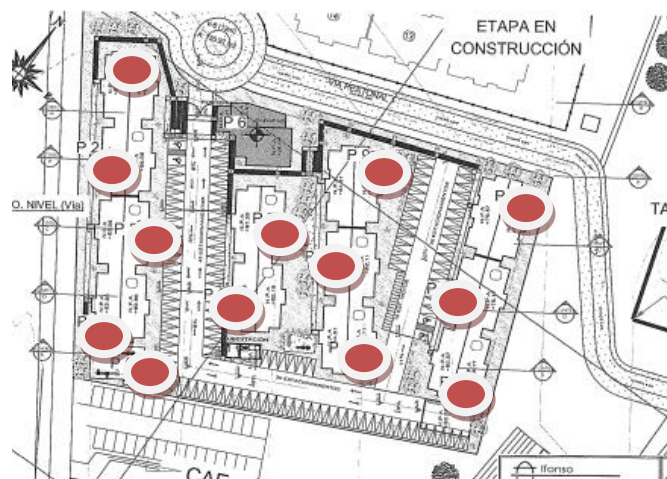


Figura 16 Localización de perforaciones de estudio de suelo.

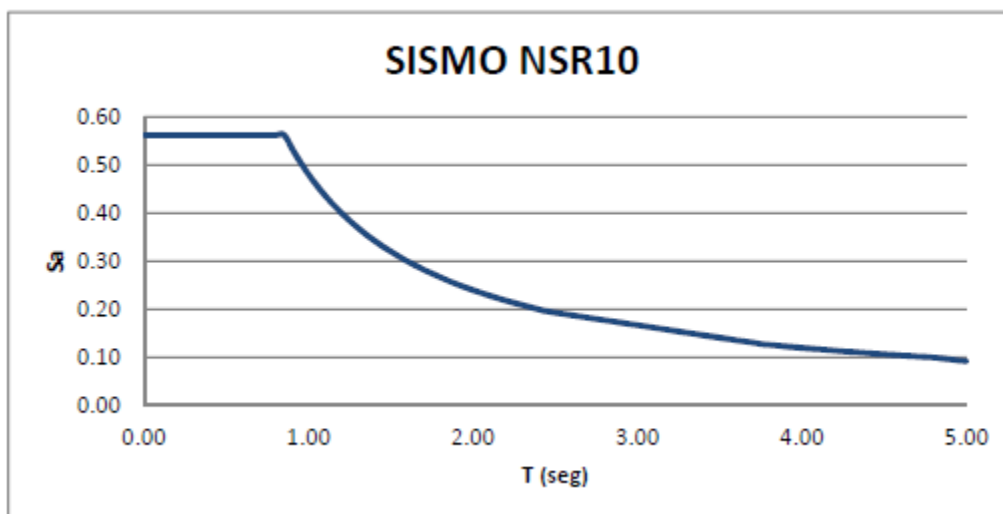
Fuente: Estudio de Suelo. Alfonso Uribe S. y Cia. S.A.

10.3 Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente

Por lo anteriormente expuesto, y tomando como base el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente de 2010 (NSR-10), donde de acuerdo a su Título A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente, e interpolando la ubicación del proyecto (municipio de Soacha – Cundinamarca) y el tipo de proyecto (vivienda multifamiliar de 6 pisos), se tuvo los siguientes parámetros básicos de diseño:

Tabla 4. Parámetros básicos de diseño estructura sismo-resistente, según NSR-10.

Ciudad SOACHA (Cundinamarca)	
Zona de Amenaza Sísmica	Intermedia
Tipo de Perfil de Suelo	D
Aa	0.15
Av	0.20
Fa	1.50
Fv	2.00
Grupo de Uso	I
I	1.00
Datos para el Espectro	
To	0.18
Tc	0.85
TL	4.80



SISTEMA ESTRUCTURAL			Muros de Rigidez		
CAPACIDAD DE DISIPACION DE ENERGIA			DMO		
	R_o	2.50		Ω_o	2.50
	ϕ_p	1.00			
	ϕ_a	1.00	1.00	$R=$	2.50
	ϕ_r	1.00			

EVALUACIÓN DE IRREGULARIDADES

IRREGULARIDADES EN PLANTA		Aplicable?	ϕ_p
1aP	Irregularidad Torsional	No	1.00
1bP	Irregularidad Torsional Extrema	No	1.00
2P	Retroceso excesivo en las esquinas	No	1.00
3P	Discontinuidades en el diafragma	No	1.00
4P	Desplazamiento del plano de accion en elementos verticales	No	1.00
5P	Sistemas No Paralelos	No	1.00
1. En zonas de Amenaza sísmica Intermedia para edificaciones pertenecientes al grupo de Uso I, la evaluación de la irregularidad se puede limitar a las irregularidades de los tipo 1aP, 1bP, 3P y 4P		ϕ_p	1.00
2. En zonas de Amenaza sísmica Baja para edificaciones pertenecientes al grupo de Uso I y II, la evaluación de la irregularidad se puede limitar a las irregularidades de los tipo 1aP y 1bP			

METODO DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

Altura Edificacion	14.30
C_t	0.049
α	0.75
T_a	0.360
C_u	1.270
T_{max}	0.458

FUERZA SISMICA	
T_{usado}	0.458
S_a	0.56
K	1.0

Fuente: Propia

Como resultado del estudio de suelos y el cálculo estructural se obtuvo un sistema estructural con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), constituyendo un sistema de resistencia tanto para cargas verticales como horizontales (sísmicas), de forma tal que se presentan muros en los dos sentidos ortogonales (X e Y). En la mampostería estructural se adecuaron ventanas de inspección, en la parte inferior de cada muro (celda) para remover los residuos de mortero y material fino de los elementos producto de la

sondeada con una varilla corrugada; las ventanas funcionan como control de calidad para la inyección del grouting. Las losas de entrepiso están conformadas en general por losas macizas de concreto reforzado de 10 cm de espesor. La cubierta es diseñada con perfiles estructurales en lamina soportada a las vigas de concreto con ángulos en lámina de acero y pernados. La estructura de edificaciones comunales fue diseñada en sistema de columnas y placas en aporticado.

Para el estudio base se tomó y se aisló unas de las torres del proyecto para adelantar el estudio y posible intervención de paciente, para el caso de estudio se tomó como referencia las torre 6 del proyecto que presenta resistencias bajas en las placa y muros donde se presenta los resultados obtenidos de los ensayos de concretos 7 y 28 días.

Para el estudio del presente estudio se tendrá en cuenta las inspecciones visuales realizadas a la edificación, así como las fichas de patología presentadas, donde se evidencia las lesiones del paciente que afectan su capacidad de resistencia ante cargas verticales y horizontales, especialmente en algunos muros de carga y placas de entrepiso.

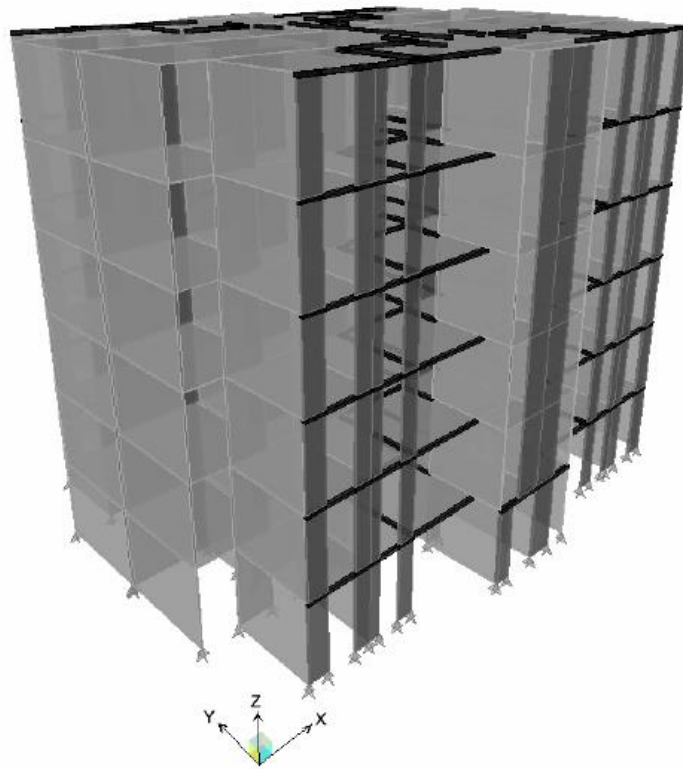


Figura 17 Descripción grafica sistema estructural de la edificación

Fuente: Estudio de Suelo. Alfonso Uribe S. y Cia. S.A.AUS 11476-5

10.4 Descripción de la patología más relevante

Teniendo en cuenta el análisis de las fichas de patología, encontramos afectaciones de tipo mecánico, físico, siendo las primeras las más relevantes a corto plazo, estas afectaciones mecánicas pueden generar a su vez otra afectación al asumir sobrecargas no consideradas o movimientos excesivos que pueden generar fractura de los elementos estructurales, estos fenómenos pueden comprometer la estructura y aumentar la vulnerabilidad sísmica de los mismos. Durante la inspección de las afectaciones mecánicas registradas en la ficha de patología #1 se encontró elementos que se encuentran elementos afectados son los muros

y placa del piso 6 donde se observan fisuras longitudinales a lo largo de los elementos que atraviesan las secciones, se realizaron testigos en yeso para comprobar el estado de las mismas, encontrando las fisuras de los muros se encuentran activas se corroboraron resistencias de los muros a 28 días donde se encuentra resistencias con un promedio del 72 % en muros y placa el piso 5 d la torre 6 , donde se realizaron núcleos de los elementos afectados arrojando promedios entre 60% y 74% lo cual no cumple el código sismo resistente NSR10 (C.5.6.5.4), y puede ser la causa principal de fisuras activas en los elementos estructurales.

11. Intervención

11.1 Muros en concreto

De acuerdo con el resultado obtenido de inspecciones se determina que una de la intervención más relevante para los muros que presentaron esta afectación de fisuras con resistencias bajas de tipo estructural se puede realizar una intervención tipo de ampliación adosada de acuerdo con el Título A.10.6 de la NSR-10, con el fin de aumentar de sección transversal para garantizar que los elementos asuman su carga para la cual fueron diseñados.

Otra intervención más adecuada que se puede realizar en los muros es demoler y reconstruir las secciones de muros fundiendo nuevamente los muros ya que las resistencias obtenidas de los núcleos están por debajo del 85% de resistencia de diseño de 21 Mpa y se recomendó utilizar concreto de mayor especificación a la inicialmente indicada en los planos del

proyecto como un concreto de 28 Mpa para garantizar que las cargas de la construcción sean asumidas adecuadamente por los muros.

El procedimiento para esta alternativa es demoler el concreto en toda la sección de la pantalla a intervenir, teniendo la precaución de no cortar el refuerzo existen; si se presenta daño en el refuerzo, éste debe ser remplazado por otro, teniendo en cuenta las mismas especificaciones de planos.

Se deben Formaletear los muros, conservando las dimensiones originales y la correspondiente dilatación entre ellos. Fundir el nuevo concreto, con la resistencia estipulada en planos $f'_c = 21$ Mpa o de mayor especificación.

De debe realizar en la superficie de contacto entre concreto nuevo aplicar adhesivo epóxico tipo sikadur 32 Primer o equivalente, previo a la preparación y limpieza de la superficie, para ello se debe realizar un picado manual dejando una rugosidad promedio de ± 6 mm y garantizar que la superficie quede libre de mortero, polvo y/u otro material suelto que impida la adherencia entre los dos concretos.

El anterior procedimiento puede ser simultáneo, entre los muros a intervenir teniendo en cuenta de garantizar la dilatación entre ellos.

También de acuerdo con las cargas que se transmiten sobre cada uno de los elementos afectados por las bajas resistencias obtenidas, se debe proceder a soportar por los puntales la estructura antes de la realización del reforzamiento en el piso 5 del bloque 6 donde se requerirán estos elementos para soportar las cargas en cada uno de los pisos de la estructura, de esta manera los elementos deben ser capaces de resistir los esfuerzos transmitidos por la estructura durante el desarrollo y finalización de la intervención.

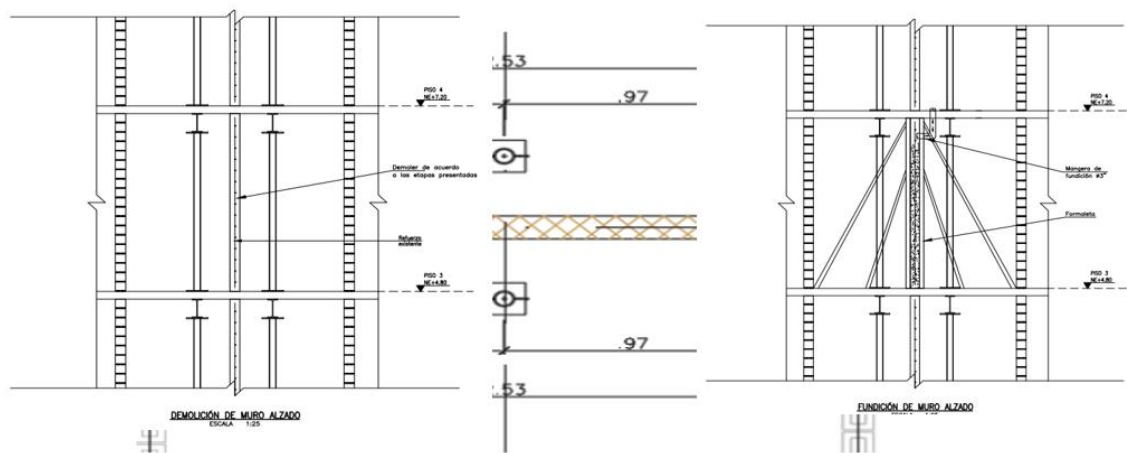


Figura 18 Detalle constructivo de muros

Fuente: Planos constructivos de detalles

La torre cuenta con muros estructurados en forma de T y L que hacen parte del diagrama principal de transmisión de cargas en el interior en el sentido de los ejes literales y numéricos de la estructura se contempla una mezcla de muros de concreto reforzados de 12 cm de espesor y muros de mampostería reforzada de 11,5 cm, contruidos con ladrillos y bloques de arcilla de perforación vertical con doble pared. Conformando así un sistema estructural con capacidad moderada de disipación de energía (DMO); constituyendo un sistema de resistencia tanto para cargas verticales como horizontales (sísmicas), de forma tal que se

presentan muros en los dos sentidos ortogonales X, Y como se presenta en el siguiente diagrama.

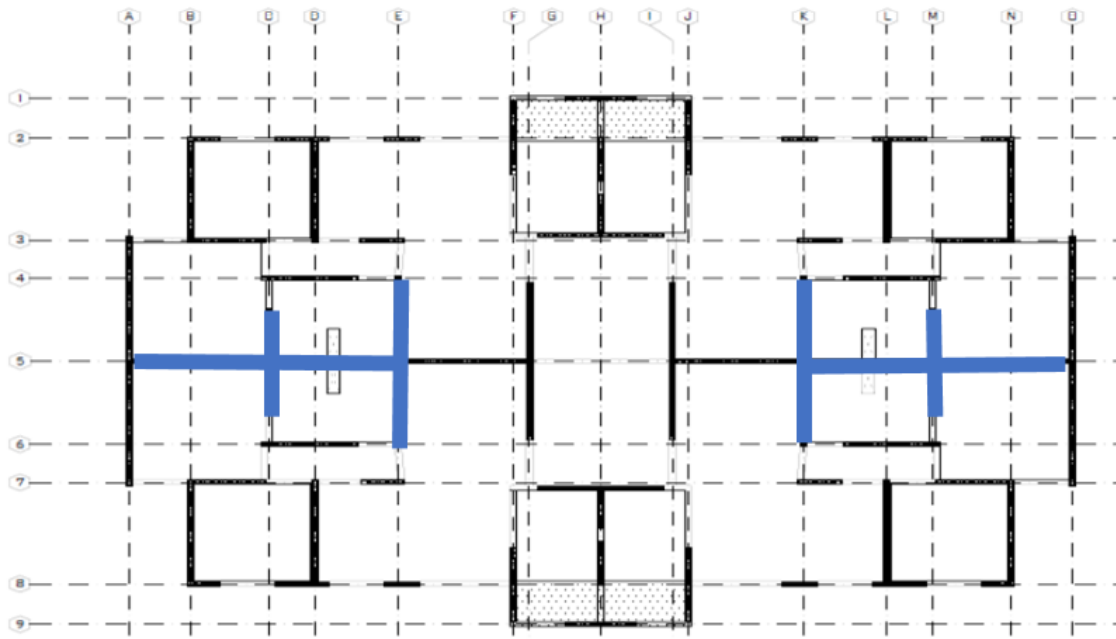


Figura 19 Diagrama interno de muros en concreto de piso 1 a 6

Fuente: Planos constructivos de detalles

Para realizar este tipo de intervención se debe realizar demolición por etapas con el fin de no afectar la estructura y producir otro tipo de patologías o afectar la capacidad estructural de la edificación por esto se presenta el siguiente planteamiento para poder realizar este tipo de intervención. Se presenta a continuación un plan de manejo para la demolición y reconstrucción de los muros.

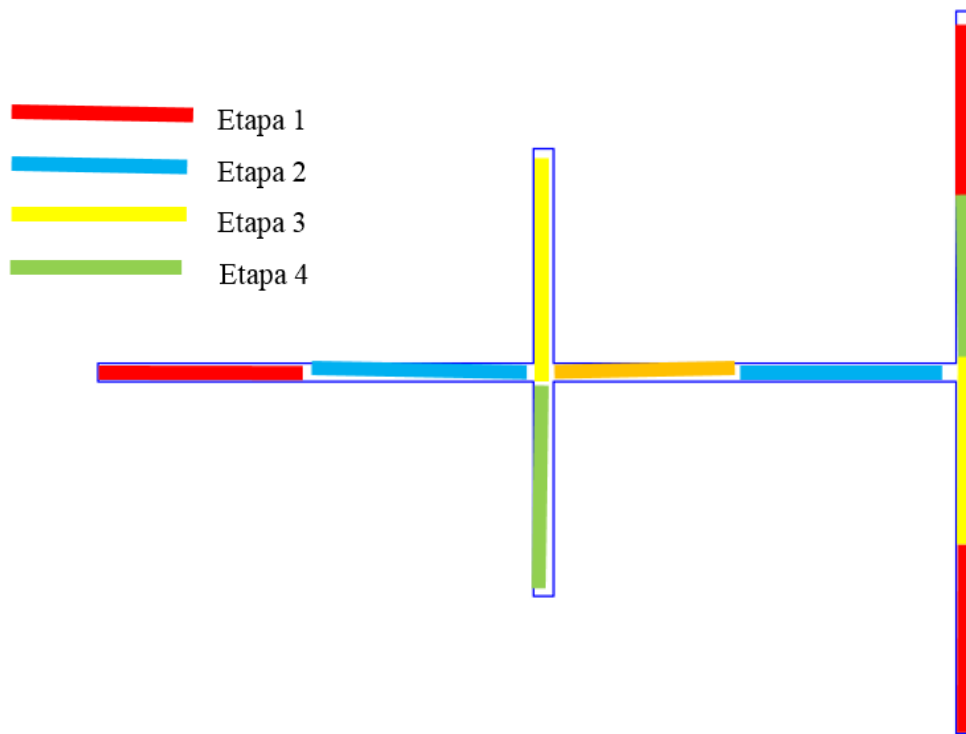


Figura 20 Manejo para la demolición y reconstrucción de los muros

Fuente: Propia

En cada etapa se deberá realizar una la demolición del elemento por secciones propuestas y realizar fundida de elementos sin dejar pasar más de 36 horas entre fundida y fundida con el fin de garantizar una buena adherencia y cohesión de los concretos

11.2 Placa de Entrepiso

De Las losas de entrepiso están conformadas en general por losas macizas de concreto reforzado de 10 cm de espesor.

Con respecto a las losas de entrepiso, se puede realizar manejo con polímeros reforzados como lo son las platinas de Sikacarbodur, como una armadura externa de refuerzo adicional

con el fin de mejorar la capacidad de carga de la estructura. La Instalación del sistema Sika Carbodur debe tener procedimientos de preparación de superficie donde se debe generar un perfil de anclaje y limpieza a lo largo de la zona a reforzar y se deben definir las zonas a reforzar por el equipo profesional.

Se deberán realizar los siguientes procedimientos

- Delimitar por medio de medición y cimbra respectiva los sitios exactos donde se deberá colocar cada platina, con los anchos respectivos, dejando tolerancia de 1cm más de ancho
- Ejecutar abuzardado de superficie de anclaje donde irán colocadas platinas por medio de taladro roto percutor operado con bujarda de tuxteno en toda el área generando una rugosidad pareja en esa superficie y no mayor a 2 mm de profundidad
- Limpiar superficialmente con escoba de cerdas duras el polvo restante que quede.
- Proceder con la preparación de platinas sikacarbodur, cortándolas transversalmente con segueta o disco de pulidora en la medida exacta. limpiar su superficie
- Preparar el epoxico de pega sikadur 30 acorde con la cantidad de platina a instalar y en proporción requerida; mezclar los dos componentes (relación 1(a) a 3(b)) uniformemente y proceder a aplicar una capa pareja de max 2 mm de espesor sobre toda la superficie del concreto preparado, y una capa pareja de 1mm de espesor sobre una cara de la platina a instalar; ambas aplicaciones con espátula metálica.

- Proceder inmediatamente a ligar la platina con epoxico sobre la zona preparada del concreto ejecutando presión a lo largo de la platina para garantizar que esta quede totalmente ligada sobre la superficie; rematar los bordes laterales dejando el epoxico rematado a ras.

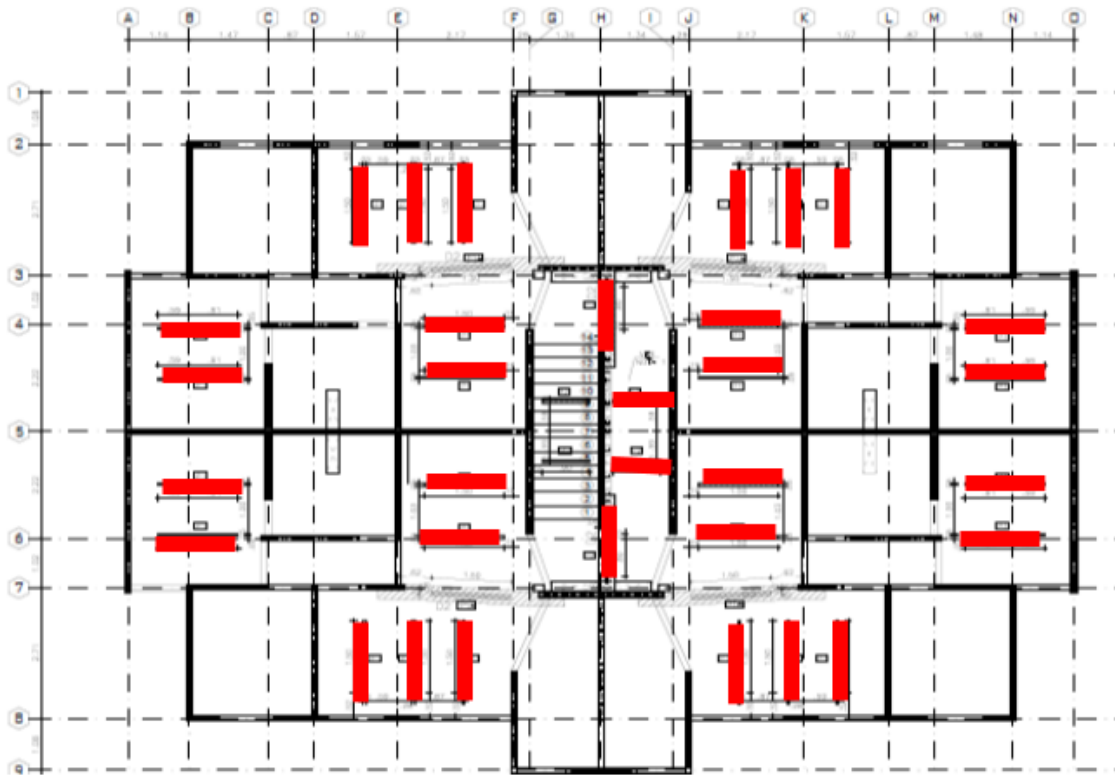


Figura 21 Diagrama interno de áreas de placa de entepiso a intervenir

Fuente: Propia

El reforzamiento se priorizo en las zonas de grandes luces y bajo las vigas estructurales donde se presentan las mayores cargas de la edificación.

Se debe tener en cuenta que, si se observan fisuras en las zonas intervenidas, estas deben ser inyectadas y selladas previamente para garantizar el monolitismo de la estructura, estas generalmente se hacen visibles una vez se prepara superficie y es importante tratarlas.

11.3 Recomendaciones técnicas para la ejecución de la intervención

Como equipo y herramienta se requiere buzardas para dar rugosidad, puente de adherencia para concretos de diferentes edades, como por ejemplo Sikadur 32, se requiere equipo para realizar anclaje de barras el cual se compone de taladro, brocas, soplador eléctrico, pistola calafateadora y material epóxico de anclaje como Duragel de Tóxement o Simpson. Por último, se requiere de un concreto tipo tremie con resistencia igual a la de diseño de los elementos estructurales. Para dar inicio a la intervención se requiere iniciar dando rugosidad y limpieza a la superficie de los muros pantalla que estarán en contacto con la sección adicional del bárrete, posteriormente se iniciarán las actividades de anclaje de barras usando broca de tungsteno de un (1) octavo de pulgada mayor al diámetro de la barra a anclar, con el fin de crear un volumen vacío que será llenado con el material epóxico.

Durante la actividad de anclajes debe estar presente el ingeniero encargado con el fin de garantizar el retiro de material suelto, y las dimensiones de cada una de las perforaciones, pues la menor cantidad de polvo o material suelto no permite la adherencia del material epóxico. Una vez finalizada la actividad de anclaje del refuerzo horizontal, se debe completar el armado de acero de refuerzo vertical, para aplicar el puente de adherencia entre concreto de diferentes edades.

Se debe usar una formaleta que cumpla con las dimensiones requeridas y aplicar desmoldante, si no se usa concreto de baja retracción es conveniente realizar una

perforación de la placa inmediatamente superior con el fin de realizar el vaciado de concreto desde ese nivel. Se estima que estas actividades para los dos barretes afectados se pueden realizar en un tiempo máximo de 30 días, teniendo en cuenta que se deben intervenir en los tres sótanos y que se cuente con una cuadrilla de trabajo.

El nivel de intervención a los elementos estructurales es mínimo ya que no se encuentra comprometido más de 50% de su capacidad de soporte de carga. El tipo de obra no es destructiva y se puede denominar dentro de las actividades de reforzamiento. En cuanto a las afectaciones identificadas en las fichas de patología #2, #3 y #4 por humedad en los muros pantalla, se propone sellar las juntas de los elementos mediante el empleo de productos epóxicos que se encuentran en el mercado para impedir principalmente que dicha filtración además de crear eflorescencias, oxidación y carbonatación, afecte la estabilidad del suelo que contiene a través del drenaje de material fino por el paso del agua.

Como medida preliminar (primeros auxilios) se requiere realizar actividades que permitan el sello de juntas entre los módulos de muro pantalla, usando productos como por ejemplo juntas hidro- expansivas (ver figura 45) que se encuentran en el mercado y que evitarán que continúe el proceso de afectación por paso de agua

11.4 Presupuesto inicial para el desarrollo de las actividades de intervención propuestas.

Tabla 5. Presupuesto estimado para la intervención

PRESUPUESTO REHABILITACION DE MUROS Y PLACA DE CONCRETO.						
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	COSTO SIN IVA	PRESUPUESTO TOTAL
CONCRETO RECONSTRUCCIONB DE MUROS		M3	6	\$ 447.796	\$ 2.686.776,00	\$ 3.197.263,44
REHABILITACION DE MUROS EQUIPO VIGAS CERCHAS		UN/DIA	15	\$ 343.750	\$ 5.156.250,00	\$ 6.135.937,50
DEMOLOCION Y RECONSTRUCCION DE MUROS		GLOBAL	1	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000,00	\$ 23.800.000,00
SUMINISTRO DEL PRODUCTO SIKA CARBODUR S512		ML	60	\$ 237.335	\$ 14.240.100,00	\$ 16.945.719,00
SUMINISTRO DEL PRODUCTO SIKA CARBODUR S1012		ML	10	\$ 474.665	\$ 4.746.650,00	\$ 5.648.513,50
3. SUMINISTRO DEL PRODUCTO SIKADUR 30 (UNIDAD DE 6 KILOS)		UN	6	\$ 1.202.830	\$ 7.216.980,00	\$ 8.588.206,20
INSTALACIÓN DEL SISTEMA SIKA CARBODUR S512		GLOBAL	1	\$ 8.669.325	\$ 8.669.325,00	\$ 10.316.496,75
					TOTAL	\$ 74.632.136,39

Fuente: Propia.

Es de vital importancia que el equipo de trabajo para la actividad de reforzamiento debe estar conformado por un ingeniero civil o arquitecto con experiencia en obra, un maestro de obra, y una cuadrilla de personal calificado para tal fin dada la importancia de la intervención y así garantizar una correcta ejecución de todas las actividades.

12. Conclusiones

Atendiendo las patologías propuestas y sus causas, se puede establecer claramente dos causas principales que incidieron considerablemente en su ocurrencia, falencias en los procesos constructivos en muros y placas de entrepiso de la torre 6, además de falencia en la calidad de los materiales utilizados por el constructor, así las cosas, se desprenden algunas conclusiones subsecuentes:

- Durante la ejecución de la obra es de vital importancia dar cumplimiento a los requisitos técnicos planteados en los diseños y especificaciones técnicas, formulada por la respectiva consultoría y/o responsables de dichos estudios técnicos, incluyendo detalles constructivos que se presenten.
- Durante la ejecución de la obra, se debe realizar los respectivos ensayos de control de calidad a los materiales implementados en las diferentes etapas de la obra, es decir, ante, durante y después; esto con el fin de minimizar riesgos a la infraestructura, al personal de la obra, como posibles sobrecostos por falencias en los procesos constructivos
- Se debe tener en cuenta la disponibilidad de personal idóneo tanto en la parte operativa como directiva, para el cumplimiento de los requisitos técnicos solicitados en el proyecto, aunado a esto el respectivo al acompañamiento de una supervisión y/o interventorías técnicas que verifique de manera imparcial el cumplimiento de dichos requisitos.
- Al momento de la ocurrencia de las patologías, se debe realizar un estudio acucioso que permita determinar sus posibles causas, sus características (físicas, químicas y

mecánicas) y posibles alternativas de solución; lo cual se debe desarrollar para el caso en particular en la brevedad del tiempo, toda vez que se observó el incumplimiento de algunos de los requisitos técnicos planteados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente de 2010, y como fue para el caso en estudio, se tiene una propuesta de solución donde se planteó la demolición y reconstrucción de los elementos tipo muros y el reforzamiento estructural de las losas de entrepiso, esto con el fin de garantizar la estabilidad y funcionabilidad de la estructura, y si no es atendido de manera inmediata se pone en riesgo a los futuros ocupantes de estos bloques de vivienda multifamiliar debido a un posible colapso de la edificación.

13. Referencias Bibliográficas

ALFONSO URIBE S. Y CIA. S.A, Julio 2018 Estudios de suelos

INGEOMINAS, 2005 Informe Geología De La Sabana De Bogotá

COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES. 2010. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente de 2010 (NSR-10).

“DURAR” (Durabilidad de la Armadura).1998. Manual de inspección, evaluación y diagnóstico de corrosión en estructuras de hormigón armado. Programa Iberoamericano De Ciencia Y Tecnología Para El Desarrollo.

American Concrete Institute. ACI 224.1R-93. Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón. Recuperado de: <https://aulavirtualposgrados.ustadistancia.edu.co/mod/folder/view.php?id=11617>

American Concrete Institute. ACI 224R-01. Control de la Fisuración en Estructuras de Hormigón. Recuperado de: <https://aulavirtualposgrados.ustadistancia.edu.co/mod/folder/view.php?id=11617>

JUAN JOSÉ FLORES MARTÍNEZ. Instituto Salvadoreño Del Cemento Y Del Concreto. Videoconferencia Petrografía Una Herramienta En La Evaluación De Los Agregados Y Las Estructuras De Concreto. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=OcxGZ3M4iUw>

PATOLOGÍAS+REHABILITACIÓN+CONSTRUCTION. Carbonatación a fondo (3) Ensayo y determinación 1 de 2.. Recuperado de: <https://www.patologiasconstruccion.net/2014/05/carbonatacion-fondo-3-ensayo-y-determinacion-1-de-2/>

KATHERINE MORALES. ALVARO CISNEROS. Tecnologías para realizar ensayos no destructivos y analizar patologías en el concreto. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=2Maola5_bwU