



Ilustración 38 - Carbonatación N1



Ilustración 39 - Carbonatación N2



Ilustración 40 - Carbonatación N3





Ilustración 41 - Carbonatación N4



Ilustración 42 - Localización Carbonatación N5



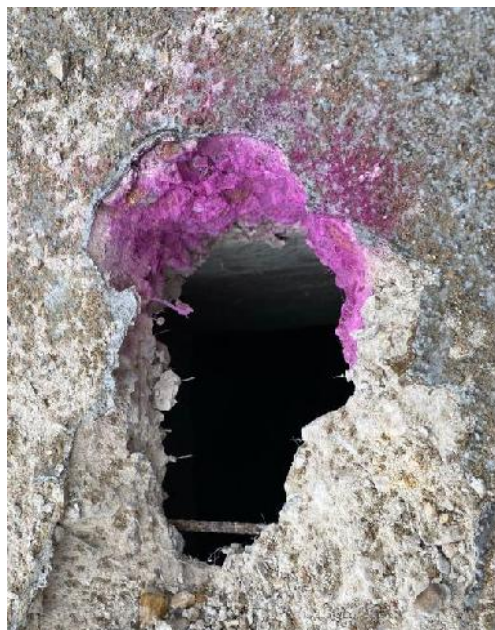


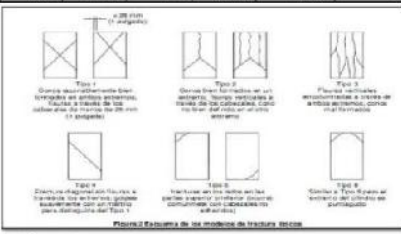
Ilustración 43 - Carbonatación N5. Se observa refuerzo de 4mm +/- 1mm de diámetro



9.5.5. Resultados de las pruebas a compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN NUCLEOS DE CONCRETO NTC 673-NTC 3658														
FECHA		OCTUBRE 16 DE 2023												
OBRA		CONJUNTO RESIDENCIAL NOGAL NOVATERRA												
MOSQUERA CUNDINAMARCA														
Referencia del Nucleo	Fecha de Toma	Fecha de Rotura	Peso del espécimen (g)	diámetro del espécimen (cm)	volumen del espécimen (cm ³)	Densidad del Nucleo g/cm ³	Altura de tola del elemento h (cm)	Carga Máxima KN	Resistencia Kg/l.	Resistencia Kg/cm ²	Factor corrección resistencia	Resistencia Kg/cm ² Corregida	Resistencia lb/pq ² (Psi)	Localización del muestreo y observaciones
1	06-oct-23	09-oct-23	325.9	5.08	205.93	1.583	10.16	14.1	1.438	70.94	0.99	70.23	1,002.9	VIGA
2	06-oct-23	09-oct-23	314.1	5.08	205.93	1.525	10.16	29.3	2.988	147.41	0.99	145.94	2,084.0	VIGA
3	06-oct-23	09-oct-23	309.9	5.08	205.93	1.505	10.16	35.2	3.589	177.09	0.99	175.32	2,503.6	VIGA
4	06-oct-23	09-oct-23	317.7	5.08	205.93	1.543	10.16	42.1	4.293	211.81	0.99	209.69	2,994.4	VIGA





OBSERVACIONES: en las 4 roturas se evidencia falla tipo 3 (roturas verticales en columnadas o traves de ambos extremos conos mal formados).

9.5.6. Resultados de las pruebas de Ferroskan

ELEMENTO	CODIGO	Ø MM	REC. MM	SEP. MM	No. OBJ
PUNTO 1	2591	12.6	25.0	125.3	16.0
	2592	14.7	41.0	88.0	3.0
PUNTO 2	2593	13.5	79.0	192.8	11.0
	2594	14.9	77.0	136.5	3.0
PUNTO 3	2596	13.3	29.0	118.2	23.0
	2597	15.4	46.0	86.5	3.0
PUNTO 4	2598	13.4	57.0	158.8	13.0
	2599	14.7	64.0	134.5	3.0
PUNTO 5	2600	14.8	68.0	153.0	2.0
	2601	14.1	23.0	158.7	13.0
PUNTO 6	2602	15.1	54.0	109.0	3.0
	2603	13.7	56.0	121.5	5.0
PUNTO 7	2604	13.2	16.0	129.4	32.0
	2605	14.1	18.0	65.0	3.0
PUNTO 8	2606	14.1	52.0	152.6	14.0
	2607	14.0	70.0	132.0	3.0
PUNTO 9	2608	14.8	73.0	175.0	2.0
	2609	13.5	35.0	97.4	18.0
PUNTO 10	2610	16.0	47.0	93.0	2.0
	2613	12.6	58.0	114.6	14.0
PUNTO 11	2614	13.9	48.0	69.5	3.0



Ø MM :		REC. MM: RECUBRIMIENTO		SEP. MM SEPARACIÓN	
ELEMENTO	CODIGO	Ø MM	REC. MM	SEP. MM	No. CBJ
TANQUE 3					
PUNTO 10	2618	12.6	51.0	213.6	8.0
	2619	12.0	70.0	145.4	11.0
PUNTO 11	2620	12.9	41.0	147.8	12.0
	2621	12.0	35.0	154.5	11.0
PUNTO 12	2622	12.1	56.0	149.3	11.0
	2623	12.0	55.0	143.4	8.0
PUNTO 13	2624	12.1	52.0	150.8	11.0
	2625	12.0	47.0	149.6	11.0
PUNTO 14	2626	13.5	30.0	149.2	10.0
	2627	12.8	34.0	132.1	13.0

10. TIPO DE SUELO Y CARACTERISTICAS

10.1. TIPO DE SUELO Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo con el estudio de suelos se ha podido caracterizar el tipo de suelo y sus parámetros de diseño generales. En el estudio de suelos se hace una descripción del perfil estratigráfico típico para la zona del proyecto y se dan recomendaciones para la cimentación a partir de los ensayos geotécnicos realizados.

A continuación, se muestra el perfil general del suelo:

Profundidad [m]		Descripción	U.S.C.S.
Inicial	Final		
0	0,3 a 1,0	Rellenos arcillosos y descapote	MH
0,3 a 1,0	1,3 a 2,0	Arcillas color café y arcillas orgánicas cafés con raicillas.	CH
1,3 a 2,0	2,8 a 3,4	Arcilla gris vetado a gris verdoso con raicillas.	CH
2,8 a 3,4	Límite de exploración	Limos arcillosos de color café vetado a café.	CH

De esta información se puede concluir que el tipo de suelo es predominantemente arcilla Gris de alta plasticidad (CH en clasificación U.S.C.S.) para la zona donde fue cimentado el sótano.

El material de descapote de acuerdo con el estudio de suelos tiene entre 30cm y 1m de espesor y el nivel freático se estimó a 4m de profundidad teniendo en cuentas que el agua libre en las perforaciones variaba de 3 a 8m de profundidad.

10.2. PARÁMETROS SÍSMICOS

En cuanto a los parámetros sísmicos establecidos por el estudio de suelos, se indica que el perfil de suelo en la zona del proyecto es tipo E. Adicionalmente, se indica que no existe potencial de licuefacción en estos suelos. De acuerdo a lo establecido en el Apéndice A-4 del título A, se tienen los valores de coeficientes que representa la aceleración horizontal pico





efectiva, Aa y coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño, Av

Mosquera	25473	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
----------	-------	------	------	------------	------	------

Aa: 0,15

Av: 0,20

Zona de amenaza sísmica: INTERMEDIA

10.3. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

La capacidad portante del suelo de fundación para la estructura del parqueadero es de 80kN/m², esperándose asentamientos de hasta 3 cm y asentamientos diferenciales de menos de un centímetro.

10.4. MUESTREO Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS

Para determinar la caracterización geotécnica del suelo se realizaron 21 sondeos con profundidades entre 6 y 10.4 metros bajo la superficie. El tipo de perforación fue con broca helicoidal y se realizó un muestreo continuo. Adicionalmente, se realizaron ensayos in situ de resistencia al corte con veleta Sv.

En las siguientes dos tablas, tomadas directamente del estudio de suelos, se hace un resumen de los ensayos realizados. Como se puede observar se limitaron a hacer ensayos de caracterización los cuales no aportan información en cuanto a su capacidad portante y resistencia.

Tabla 5- Reporte de resultados estudio de suelos (Tomado de estudio de suelos del proyecto original)

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN	PROPIEDADES ÍNDICE						ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				CLASIF. U.S.C.S.
				Wn (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	II. (%)	Rp (g/cm³)	% PASA TAMIZ				
										No.4	No.10	No.40	No.200	
5	1	0,80 - 1,20	Limo algo arenoso café oscuro	82,2	74,4	50,3	24,1	132,4	---				86,8	MH
5	3	1,60 - 2,10	Arcilla gris clara con vetas de óxido	55,1	86,2	28,7	57,5	45,9	1,10					CH
5	4	2,10 - 3,00	Arcilla gris clara con vetas de óxido	69,1	96,6	27,7	68,9	60,0	0,50					CH
5	5	3,00 - 8,70	Arcilla gris clara	69,6	87,7	28,0	59,7	69,6	0,30					CH
5	6	8,70 - 9,90	Arcilla gris oscura	91,9	164,4	43,9	120,6	39,8	0,50					CH
7	1	0,50 - 1,00	Limo algo arenoso café oscuro	80,2	78,0	50,3	27,7	108,0	---				87,0	MH
7	3	1,50 - 2,10	Arcilla gris clara	56,1	83,7	28,0	55,7	50,3	0,75					CH
7	4	2,10 - 2,90	Arcilla gris clara con vetas de óxido	68,8	100,5	28,9	71,6	55,7	0,50					CH
7	5	2,90 - 8,00	Arcilla gris clara	70,5	91,4	30,9	60,5	65,4	0,20					CH
7	6	8,00 - 10,40	Arcilla gris oscura	84,7	143,7	41,0	102,7	42,5	0,40					CH

Tabla 6- Reporte de resultados estudio de suelos (Tomado de estudio de suelos del proyecto original)

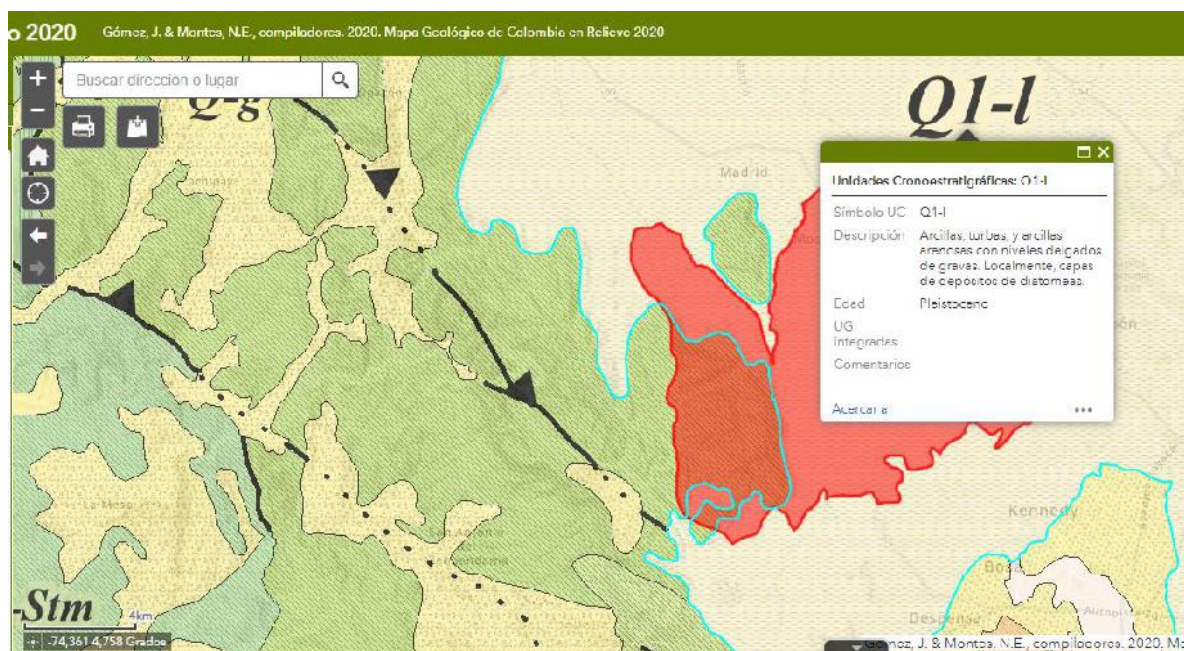


Ilustración 44- Geología de la zona de estudio. Fuente:
https://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Mapa_Geologico_Colombiano_2020/

El Pleistoceno del interior de la sabana se compone de arcillas plásticas, lacustre y paludales más limosas con la profundidad, grises, de arcillas turbosas, restos de maderos, de diatomitas y de arenas finas hasta medianas. Los cascajos y en general el material transportado por los ríos son escasos y se hallan por ejemplo en la salida del Tunjuelo a la Sabana en el valle de Sibaté.

La estratigrafía es irregular, tanto en las márgenes como en el interior de la Sabana. El espesor es muy variable y difícil de fijar en su máximo en razón al límite preciso entre el Pleistoceno y la Tiltatá. La formación Tiltatá del Pleistoceno continental está formada por capas horizontales entre Tiltatá y la represa del Sisga, formada alternativamente de gredas, gredas y arenas y capas arenosas y cascajos, con espesor inferior a 100 m., pero en el interior de la Sabana puede tener una mayor longitud.

La tendencia Geológica ha definido las arcillas Bogotá como esquema generalizado y predominante, con variaciones en su composición de plasticidad y compresibilidad por su combinación limosa y trazas de arena. La cadena montañosa que bordea la Sabana por el oriente debió tener unos 200 m. más de altura al final del Plioceno.

De allí se socavaron los materiales arrastrados por la acción de las corrientes de agua y llenaron el pliegue de apoyo de la Sabana.

El depósito se compone de arcillas sedimentarias por origen, afectadas por oxidación y descomposición (turbas superficiales de transición), producto de la circulación de agua subterránea y de infiltración, que han generado una desecación superficial con variaciones de resistencia con la profundidad. Estas condiciones particulares que delimitan los estudios de suelos en la ciudad de Santa Fe de Bogotá y sus alrededores, son base de la consideración



sísmica. Su rigidez estructural y la presencia en su sector de falla clasifican la zona como de riesgo Sísmico intermedio

12. ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SISMICA

La construcción en estudio la cual corresponde al paciente identificado como “Estructura de parqueadero del conjunto residencial el Nogal de la ciudadela Novaterra”, hasta la fecha en que se realizó la recopilación de la información para el desarrollo del presente documento, no ha sido sometida a estudios de vulnerabilidad sísmica.

Esta información fue investigada, indagada y corroborada con personal de la administración del conjunto residencial.

13. HISTORICO DE SISMOS

El proyecto en estudio se encuentra localizado en la Ciudadela Residencial Novaterra El Nogal, del municipio de Mosquera Cundinamarca.



Ilustración 45- Ubicación del paciente (Tomado de Google Maps)

De acuerdo con la clasificación establecida en NSR-10, el municipio de Mosquera tiene una amenaza sísmica Intermedia.

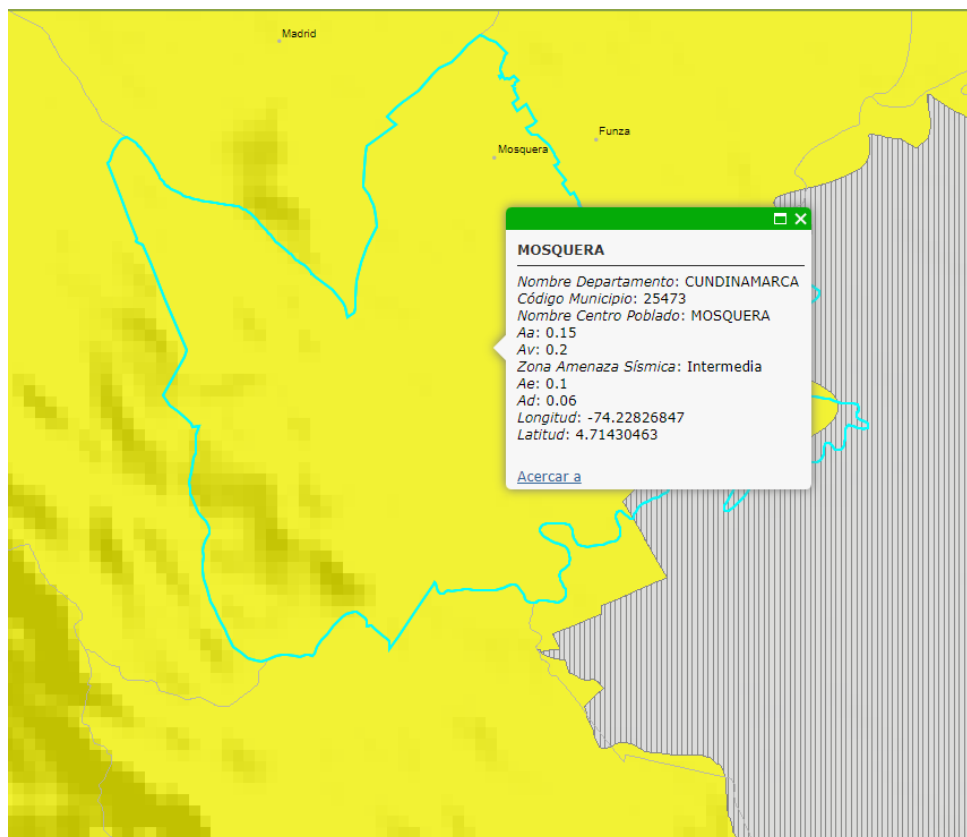


Ilustración 46- Amenaza sísmica Mosquera. Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

Al encontrarse en una zona de amenaza sísmica Intermedia, se puede estimar que los movimientos sísmicos que allí se generen, tengan un orden de magnitud medio; pero no se puede despreciar los movimientos que se presenten a ciertos kilómetros del municipio y que alcancen a tener alguna incidencia sobre la estructura del paciente. Es por esto, que es de vital importancia, conocer, el registro sísmico al cual ha estado sometida la estructura del parqueadero, con el fin de ir determinando, si los sismos han o pueden generar algún proceso patológico.

Como se citó anteriormente en este documento, el paciente analizado, entró en funcionamiento a mediados del año 2017, esto es una información muy relevante, ya que es un dato de entrada para la consulta de los registros sísmicos de la zona. Gracias a la información brindada por el SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO⁷, se puede de una consultar los registros sísmicos que se han presentado en el territorio colombiano. Se analizan dos variables para tener en cuenta para la consulta del catálogo sísmico:

- 1) Consulta de los sismos, enfocando al municipio de MOSQUERA, como epicentro de dicho evento telúrico.
- 2) Consulta de los sismos, situando al municipio de MOSQUERA, como centro de un radio de acción de aproximadamente 270 km. Esto con el fin de abarcar zonas de amenaza

⁷ <http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>



sísmica alta (Como lo es LOS SANTOS, en SANTANDER municipio conocido por su alta actividad sísmica diaria).

Información de sismos, donde el Municipio de MOSQUERA, haya sido el epicentro.

Como dato de entrada se colocará una fecha desde el 1 de agosto del 2017 hasta el día 6 de septiembre del 2023.

Cabe resaltar que la información de consulta en la página web del SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, esta segmentada en dos partes.

- Registros sísmicos desde el 01 de junio de 1993 al 28 de febrero de 2018
- Registros sísmicos desde el 01 de marzo de 2018 hasta la fecha.



El catálogo de sismicidad del Servicio Geológico Colombiano -SGC se compone de dos períodos:

El primero corresponde al catálogo comprendido entre el 1 de junio de 1993 y el 28 de febrero de 2018; Este incluye todos los eventos localizados en el territorio nacional, los cuales fueron adquiridos a través del software Earthworm¹ y procesados con el software SEISAN². El segundo corresponde al catálogo comprendido entre 1 de marzo de 2018 hasta la fecha; los eventos reportados en este periodo han sido adquiridos y procesados haciendo uso del software SeisComp3³. Todos los eventos reportados en los catálogos han sido revisados manualmente por analistas de sismología del SGC.

Para más información, envíe su solicitud a: cliente@sgc.gov.co

¹ Earthworm es un software de adquisición y procesamiento de datos sísmicos de código abierto que se utiliza globalmente para la localización de eventos sísmicos en redes regionales y locales desarrollado por ISTI.

² El sistema de análisis sísmico SEISAN es un conjunto completo de programas para el análisis de eventos sísmicos obtenidos a partir de datos analógicos y digitales desarrollado por GEUS.

³ SeisComp3 es un software sismológico para la adquisición, procesamiento, distribución y análisis interactivo de datos desarrollado por GFZ y GEMPA.

● Catálogo sísmico: 1 Junio de 1993 - 28 Febrero de 2018

● Catálogo sísmico: 1 Marzo de 2018 a la fecha

Ilustración 47- Fechas de registro catalogo sísmico. Fuente: <http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>



Catálogo de sismicidad instrumental reportado por el Servicio Geológico Colombiano a partir de 1 de junio de 1993 hasta el 28 de febrero de 2018. Complete el siguiente formulario para realizar consultas por rangos de tiempo, profundidad y magnitud en el territorio colombiano. Los valores que aparecen por defecto en el formulario corresponden a los valores mínimos y máximos para realizar la consulta.

Seleccione el Departamento - Municipio

CUNDINAMARCA MOSQUERA

Rango Tiempo

Fecha Mínima			Fecha Máxima		
Día	Mes	Año	Día	Mes	Año
01/08/2017			28/02/2018		

Parámetros avanzados +

Consultar

Ilustración 48- Sismos con epicentro en Mosquera desde el 01-08-2017 al 28-02-2018 Fuente: <http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>

De acuerdo con la información ingresada, se obtiene que no se cuenta con ningún tipo de registro.

Total de registros:		0 registros encontrados
Generar Reporte Excel:		 Descargar Excel
		Ver Mapa Sismicidad

Fecha	Hora (UTC)	Lat (°)	Long (°)	Prof (Km)	Magnitud MI	Magnitud Mw	Fases	Rms (Seg)	Gap (°)	Error Lat (km)	Error Long (km)	Error Prof (km)	Departamento	Municipio	Sfile	Forma de onda	Mapa Estado
-------	------------	---------	----------	-----------	-------------	-------------	-------	-----------	---------	----------------	-----------------	-----------------	--------------	-----------	-------	---------------	-------------

Ilustración 49- Resultados registros entre el 01-08-2017 y 28-02-2018 Fuente: <http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>

Se realiza la búsqueda desde el 01 de marzo del 2018 hasta la fecha de hoy.



Total de registros:		0	
Graficar:		Ver Mapa Sismicidad	
Generar KML:		Generar KML	
Generar Excel:		Generar Excel	
Tipo de consulta:		cuadrante	
Departamento:	Cundinamarca	Municipio:	Mosquera
Fecha inicial:	2018-03-01	Fecha final:	2023-09-06
Longitud mínima:	-90 °	Longitud máxima:	-66 °
Latitud mínima:	-07 °	Latitud máxima:	15 °
Magnitud mínima:	0	Magnitud máxima:	9
Prof. min.:	0	Prof. máx.:	700
RMS min.:	0	RMS máx.o:	10
Gap min.:	0	Gap máx.:	360
Error prof. min.:	0	Error prof. máx.:	999
Error long. min.:	0	Error long. máx.:	999
Error lat. min.:	0	Error lati. máx.:	999

Ilustración 50- Ilustración 5. Resultados registros entre el 01-03-2018 y 07-09-2023 Fuente: <http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>

La información consultada, establece que, desde el 01 de agosto del 2017, hasta el 6 de septiembre del 2023, NO se ha presentado ningún evento sísmico con epicentro en el municipio de Mosquera, por lo tanto, esta condición de la actividad sísmica donde el epicentro sea en el municipio no es representativa por lo cual se debe analizar la segunda variable anteriormente expuesta.

Consulta de los sismos, situando al municipio de MOSQUERA, como centro de un radio de acción de aproximadamente 270 km

Se realiza una búsqueda de los sismos que cumplan esta condición.

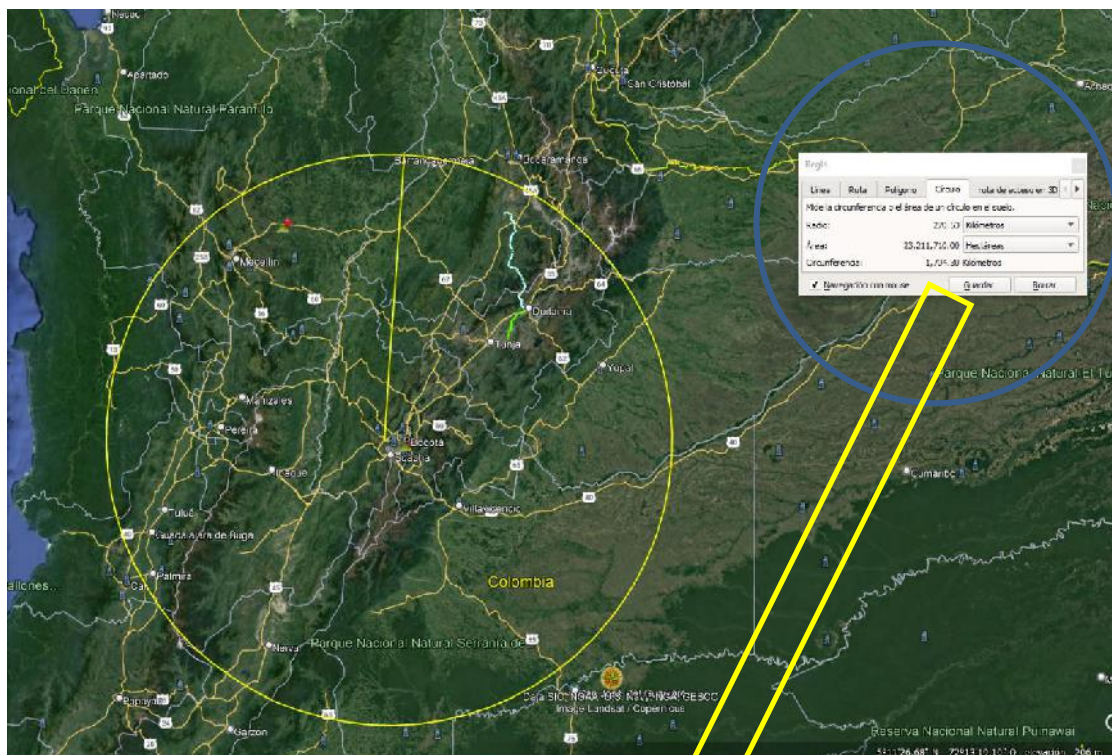


Ilustración 51- Radio de acción de los sismos a consultar. Fuente: Google Earth.

El centro del radio de acción se sitúa en las coordenadas 4°41'54.7"N 74° 14'04.49" O.

Como primera consulta, se muestran los sismos desde el 01 de agosto de 2017 hasta el 28 de febrero de 2018, con un radio de acción de 270 km.





Rango Tiempo

Fecha Mínima			Fecha Máxima		
Día	Mes	Año	Día	Mes	Año
01/08/2017			28/02/2018		

Parámetros avanzados

Seleccione el tipo de Consulta

☒ Consulta Circular

☐ Consulta Cuadrante

Coordenadas límite en el espacio, coordenadas geográficas

Longitud Mínima	-90	Longitud Máxima	-66
Latitud Mínima	-07	Latitud Máxima	15

Centro y radio del círculo

Latitud Central	4.6983993	Longitud Central	-74.234357
Radio (Km)		270	

Rango de Magnitud local(MI)

Magnitud Mínima	0	Magnitud Máxima	9
-----------------	---	-----------------	---

Rango de Magnitud de momento(Mw)

Magnitud Mínima	0	Magnitud Máxima	9
-----------------	---	-----------------	---

Rango de Profundidad, Km

Profundidad Mínima	0	Profundidad Máxima	700
--------------------	---	--------------------	-----

Errores, Seg.

RMS Mínima	0	RMS Máxima	10
------------	---	------------	----

Gap, Grados

Gap Mínimo	0	Gap Máximo	360
------------	---	------------	-----

Ilustración 52- Parámetros de búsqueda Fuente:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/Consulta_Experta/consultaexperta_2.php#

Se tiene un total 6453 sismos encontrados, de acuerdo a las condiciones indicadas.

Tabla 7- Registro de sismos entre el 01-08-2017 y 28-02-2018.Fuente:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/Consulta_Experta/consulsismo3.php





Total de registros:	6453 registros encontrados
Generar Reporte Excel:	 Descargar Excel
Ver Mapa Sismicidad	

Fecha	Hora (UTC)	Lat (°)	Long (°)	Prof (Km)	Magnitud MI	Magnitud Mw	Fases	Rms (Seg)	Gap (°)	Error Lat (Km)	Error Long (Km)	Error Prof (Km)	Departamento	Municipio	Sfile	Forma de onda	Mapa	Estado
2017-08-01	00:23:21	6.792	-73.124	145.5	1.4		8	0.40	140	4.7	5.2	6.8	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	00:45:12	4.732	-74.568	2	1		4	0.40	217	1.9	10.9	7.5	CUNDINAMARCA	QUIPILE				revisado
2017-08-01	02:42:14	6.747	-73.106	146.7	1.4		9	0.50	144	5.1	5.9	6.7	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	03:55:45	6.755	-73.112	146	1.7		13	0.60	124	3.8	4.1	6	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	04:57:45	4.421	-76.215	4	1		6	0.50	155	2.1	3.2	6.4	VALLE DEL CAUCA	ROLDANILLO				revisado
2017-08-01	05:15:30	6.818	-73.201	147.6	.9		4	0.40	275	8.7	6.4	8.5	SANTANDER	ZAPATOCA				revisado
2017-08-01	05:51:57	6.796	-73.149	147	1.9		14	0.40	112	2.9	3.1	4.8	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	06:40:45	6.76	-73.142	145.3	1.3		10	0.50	113	4.1	4.1	6.9	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	06:44:12	4.725	-76.137	94.9	1.1		6	0.20	125	1.6	2.6	4.1	VALLE DEL CAUCA	ARGELIA				revisado
2017-08-01	06:47:49	3.552	-74.193	0	2.1		21	0.70	94	3.9	2.8	4.8	META	LEJANIAS				revisado
2017-08-01	07:19:21	6.697	-73.173	154.3	.8		4	0.20	226	4.4	4.2	4.4	SANTANDER	VILLANUEVA				revisado
2017-08-01	07:54:45	6.799	-73.112	147.4	1.9		14	0.70	100	4.7	4.2	7.3	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	08:35:36	6.788	-73.129	140.5	1.8		15	0.70	114	4.5	4.5	7.2	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	08:46:02	6.781	-73.162	140.4	.8		5	0.40	135	4.9	4.4	7.5	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	08:53:21	6.791	-73.146	146.8	1.1		5	0.30	237	6.2	5.6	6.3	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	10:19:17	4.399	-76.296	123.1	1.7		8	0.40	112	3.4	3.2	6.2	VALLE DEL CAUCA	EL DOVIO				revisado
2017-08-01	10:52:54	6.79	-73.096	141.1	1.3		6	0.40	168	8.6	6.1	7.8	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	11:58:58	6.738	-73.072	146.2	1.8		9	0.40	149	5.1	4.8	6.9	SANTANDER	JORDAN				revisado
2017-08-01	12:22:44	6.766	-73.138	138	2.1		14	0.60	114	4.1	4	6.2	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	15:14:20	6.806	-73.116	145.1	1.5		4	0.20	243	5.7	4.4	5.2	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	15:16:44	6.664	-73.073	138.1	1.3		4	0.40	246	10.2	10.8	8	SANTANDER	CURITI				revisado
2017-08-01	17:57:48	6.777	-73.144	140.1	1.6		6	0.40	138	4.8	4.3	6.7	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	18:44:41	6.825	-73.155	140.6	2.9		24	0.60	64	3.3	3	5.5	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	19:29:55	6.856	-73.152	142.9	2.1		12	0.50	109	3.7	3.6	5.8	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	19:49:42	6.797	-73.169	144	2		9	0.30	134	2.4	2.4	3.9	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	20:48:57	6.808	-73.125	144.8	1.7		8	0.40	139	4.1	4.3	6.2	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	20:58:21	6.801	-73.147	148	1.7		9	0.40	119	3.4	3.5	5.2	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	22:11:06	6.786	-73.097	150	1.8		10	0.30	143	2.5	3.2	4.8	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-01	23:55:27	3.38	-74.616	15.6	1.5		6	0.30	204	4.2	3.6	5.2	HUILA	COLOMBIA				revisado
2017-08-02	02:44:55	6.84	-73.15	146.6	2.5		26	0.80	64	3.5	3.8	6.7	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado
2017-08-02	03:53:53	6.793	-73.136	147.8	1.6		11	0.50	114	4.3	4.4	6.6	SANTANDER	LOS SANTOS				revisado

La Tabla 4, muestra la ubicación de los sismos consultados

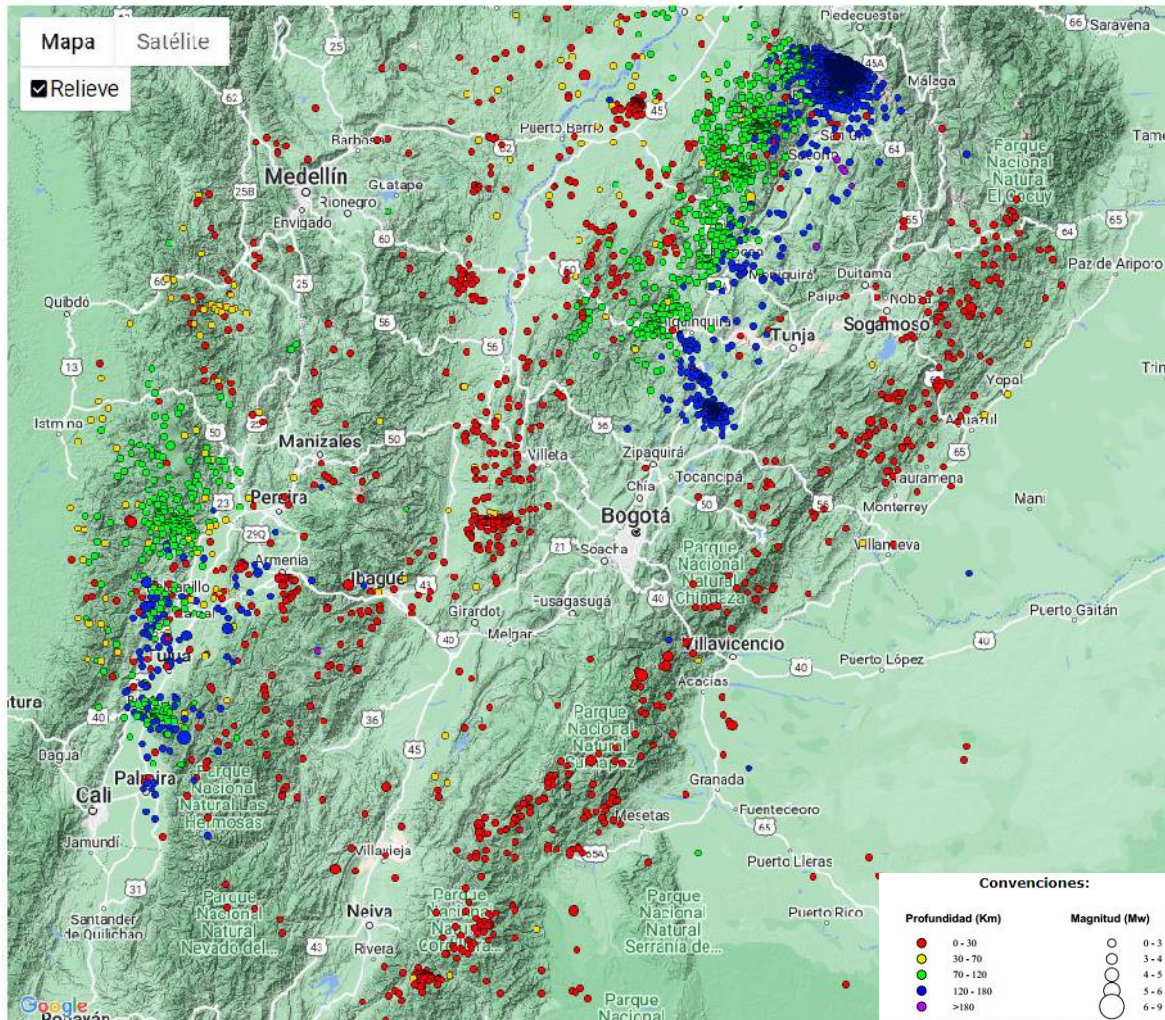


Ilustración 53- Ubicación de los sismos consultados. Fuente:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/Consulta_Experta/mapa_sismicidad_experta_2.php?total=6453&id=1959

Realizando un análisis estadístico con el fin de resumir la información consultada, se tiene una distribución de los sismos de la siguiente manera:

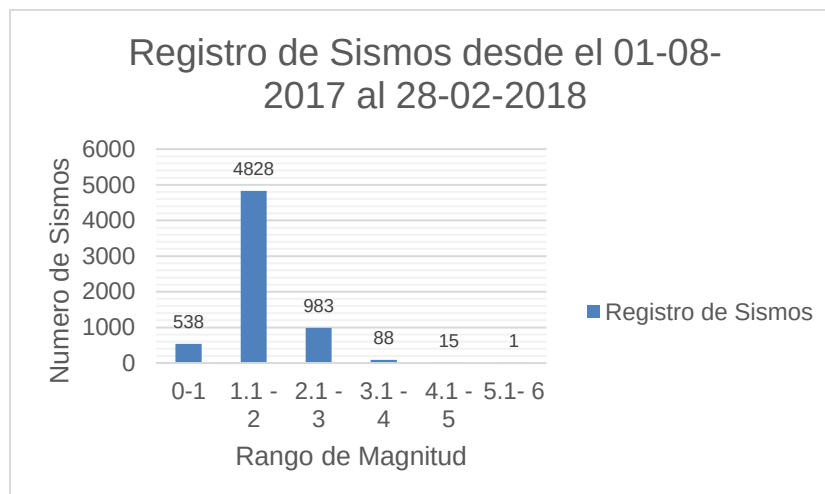


Ilustración 54- Gráfico registro de sismos. Fuente: Autores.

Como segunda consulta, se muestran los sismos desde el 1 de Marzo de 2018 hasta el 6 de Septiembre de 2023, con un radio de acción de 270 km.

Seleccione el Departamento - Municipio

SELECCIONE EL DEPARTAMENTO SELECCIONE EL MUNICIPIO

Rango Tiempo

Fecha Mínima			Fecha Máxima		
Día	Mes	Año	Día	Mes	Año
01/03/2018			06/09/2023		

Parámetros avanzados

Seleccione el tipo de Consulta

☒ Consulta Circular ☐ Consulta Cuadrante

Coordenadas límite en el espacio, coordenadas geográficas

Longitud	Longitud
Mínima -90	Máxima -66
Latitud	Latitud
Mínima -07	Máxima 15

Centro y radio del círculo

Latitud	Longitud
Central 4.6983993	Central -74.234357

Radio (Km) 270

Rango de Magnitud

Magnitud	Magnitud
Mínima 0	Máxima 9

Rango de Profundidad, Km

Profundidad	Profundidad
Mínima 0	Máxima 700

Errores, Seg.

RMS	RMS
Mínima 0	Máxima 10

Gap, Grados

Gap	Gap
Mínimo 0	Máximo 360

Error en Profundidad, Longitud, Latitud (Km)

Error	Error
Profundidad	Profundidad
Mínima 0	Máxima 999
Error Longitud	Error Longitud
Mínima 0	Máxima 999
Error Latitud	Error Latitud
Mínima 0	Máxima 999

Ilustración 55- Parámetros de búsqueda Fuente:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/Consulta_Experta/consultaexperta_2.php#

La búsqueda arroja un total de 90141 sismos encontrados, de acuerdo con las condiciones indicadas.





Total de registros:		90141	
Graficar:		Ver Mapa Sismicidad	
Generar KML:		Generar KML	
Generar Excel:		Generar Excel	
Tipo de consulta:		circular	
Departamento:		Municipio:	
Fecha inicial:	2018-03-01	Fecha final:	2023-09-06
Latitud central	4.6983993 °	Longitud central:	-74.234357 °
Radio:		270 Km	
Magnitud mínima:	0	Magnitud máxima:	9
Prof. min.:	0	Prof. máx.:	700
RMS min.:	0	RMS máx.o:	10
Gap min.:	0	Gap máx.:	360
Error prof. min.:	0	Error prof. máx.:	999
Error long. min.:	0	Error long. máx.:	999
Error lat. min.:	0	Error lati. máx.:	999

Ilustración 56- Registro de sismos. Fuente:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/Consulta_Experta/consulsismo3.php

Dado que el número de registros es muy alto y consolidar esta información en este documento, puede ser muy extenso, se muestran los registros de los sismos con una intensidad entre 4° y 7° para el análisis de la información.

Total de registros:		291	
Graficar:		Ver Mapa Sismicidad	
Generar KML:		Generar KML	
Generar Excel:		Generar Excel	
Tipo de consulta:		circular	
Departamento:		Municipio:	
Fecha inicial:	2018-03-01	Fecha final:	2023-09-06
Latitud central	4.6983993 °	Longitud central:	-74.234357 °
Radio:		270 Km	
Magnitud mínima:	4	Magnitud máxima:	7
Prof. min.:	0	Prof. máx.:	700
RMS min.:	0	RMS máx.o:	10
Gap min.:	0	Gap máx.:	360
Error prof. min.:	0	Error prof. máx.:	999
Error long. min.:	0	Error long. máx.:	999
Error lat. min.:	0	Error lati. máx.:	999

Ilustración 57- Registro de los sismos consultados. Fuente:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/Consulta_Experta_Seiscomp/consulta_sismo.php



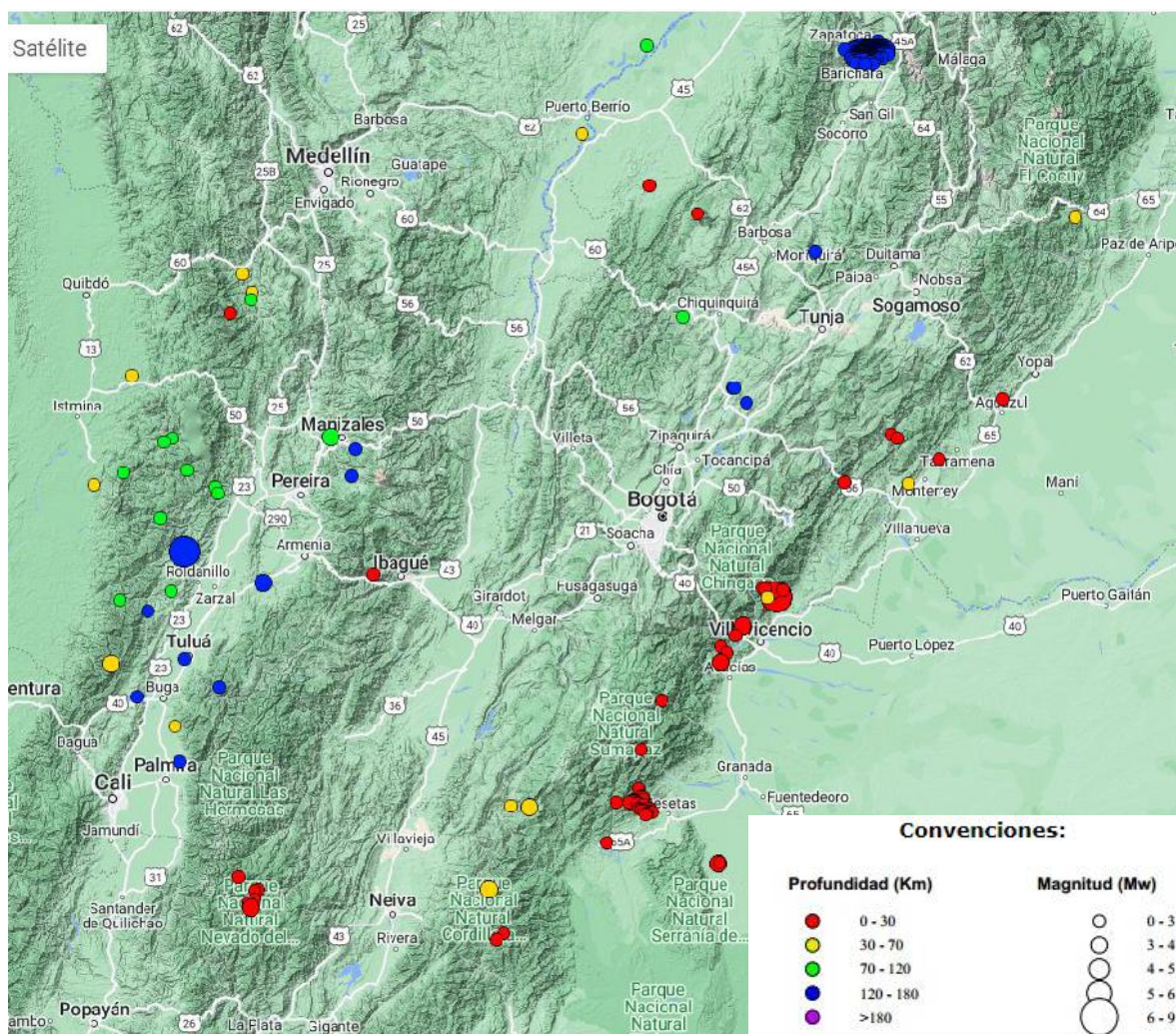


Ilustración 58- Ubicación de los sismos consultados. Fuente:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/Consulta_Experta/mapa_sismicidad_experta_2.php?total=6453&id=1959

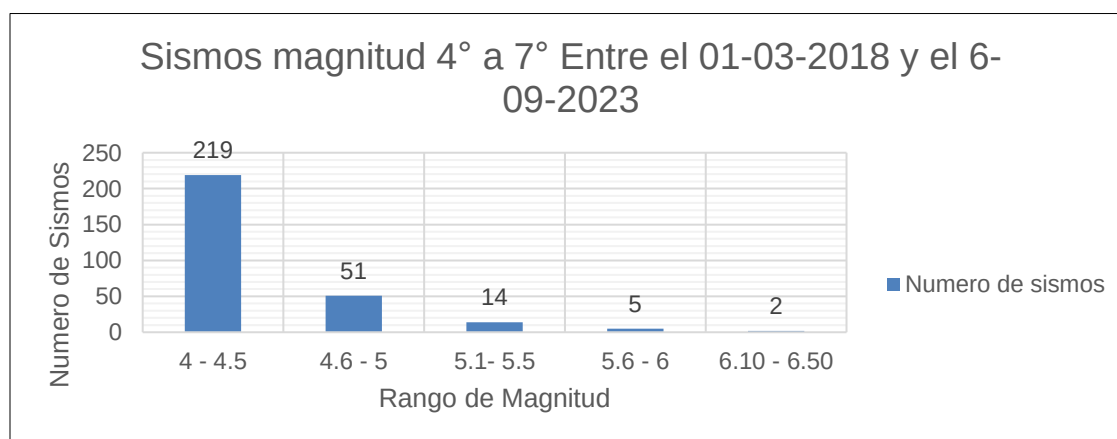


Ilustración 59- Grafica registro de sismos. Fuente: Autores.

Con base en la información presentada en el grafico 2, se puede establecer que los sismos representativos que podrían generar algún proceso patológico al paciente son aquellos que



están por encima 5° de Magnitud, por lo tanto, se presenta la información correspondiente a esos 28 eventos sísmicos, que fueron percibidos en el municipio de Mosquera.

Tabla 8- Registro de sismos mayores a 5° Fuente:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/Consulta_Experta_Seiscomp/consulta_sismo.php

FECHA - HORA UTC	PROF. (Km)	MAGNITUD	REGION	ESTADO
2018-04-23 15:42:10	117.24	5.5	Manizales - Caldas, Colombia	manual
2018-05-31 03:02:10	148.99	5.5	Los Santos - Santander, Colombia	manual
2018-07-19 05:39:33	43.81	5.2	Colombia - Huila, Colombia	manual
2019-01-24 03:04:57	151.51	5.4	Zapatoca - Santander, Colombia	manual
2019-01-28 21:07:09	5.85	5.6	Planadas - Tolima, Colombia	manual
2019-03-23 19:21:17	126.46	6.1	Versalles - Valle del Cauca, Colombia	manual
2019-09-22 00:36:44	152.77	5.2	Los Santos - Santander, Colombia	manual
2019-12-24 19:03:52	9	5.9	Mesetas - Meta, Colombia	manual
2019-12-24 19:19:04	12.48	5.8	Mesetas - Meta, Colombia	manual
2020-03-28 05:55:10	148.6	5.1	Los Santos - Santander, Colombia	manual
2020-07-09 03:22:52	150.18	5.3	Zapatoca - Santander, Colombia	manual
2020-12-16 23:32:29	147.46	5	Zapatoca - Santander, Colombia	manual
2021-01-23 21:12:17	30.45	5	Baraya - Huila, Colombia	manual
2021-01-27 07:57:31	157.3	5.1	La Victoria - Valle del Cauca, Colombia	manual
2021-06-14 16:25:34	150.98	5	Zapatoca - Santander, Colombia	manual
2021-10-05 19:37:47	153.55	5	Zapatoca - Santander, Colombia	manual
2021-10-12 04:51:46	158.24	5.1	Zapatoca - Santander, Colombia	manual
2022-03-07 18:34:29	153.82	5	Los Santos - Santander, Colombia	manual
2022-05-12 21:23:28	65.9	5.3	El Litoral del San Juan (Docordó) - Chocó, Colombia	manual
2022-09-19 06:12:41	143.59	5	Los Santos - Santander, Colombia	manual
2023-02-15 13:04:10	143.83	5.2	Zapatoca - Santander, Colombia	manual
2023-03-10 09:18:41	150.52	5.5	Los Santos - Santander, Colombia	manual
2023-05-14 06:04:17	9.94	5	Acacías - Meta, Colombia	manual
2023-05-28 15:45:56	149.1	5.6	Zapatoca - Santander, Colombia	manual
2023-06-30 01:52:29	23.3	5.2	Vistahermosa - Meta, Colombia	manual
2023-08-17 17:04:51	12.99	6.1	San Juanito - Meta, Colombia	manual
2023-08-17 17:17:18	12.87	5.6	Guayabetal - Cundinamarca, Colombia	manual
2023-08-18 01:15:26	12.87	5.1	Restrepo - Meta, Colombia	manual

Para visualizar mejor la información, se presenta el grafico.

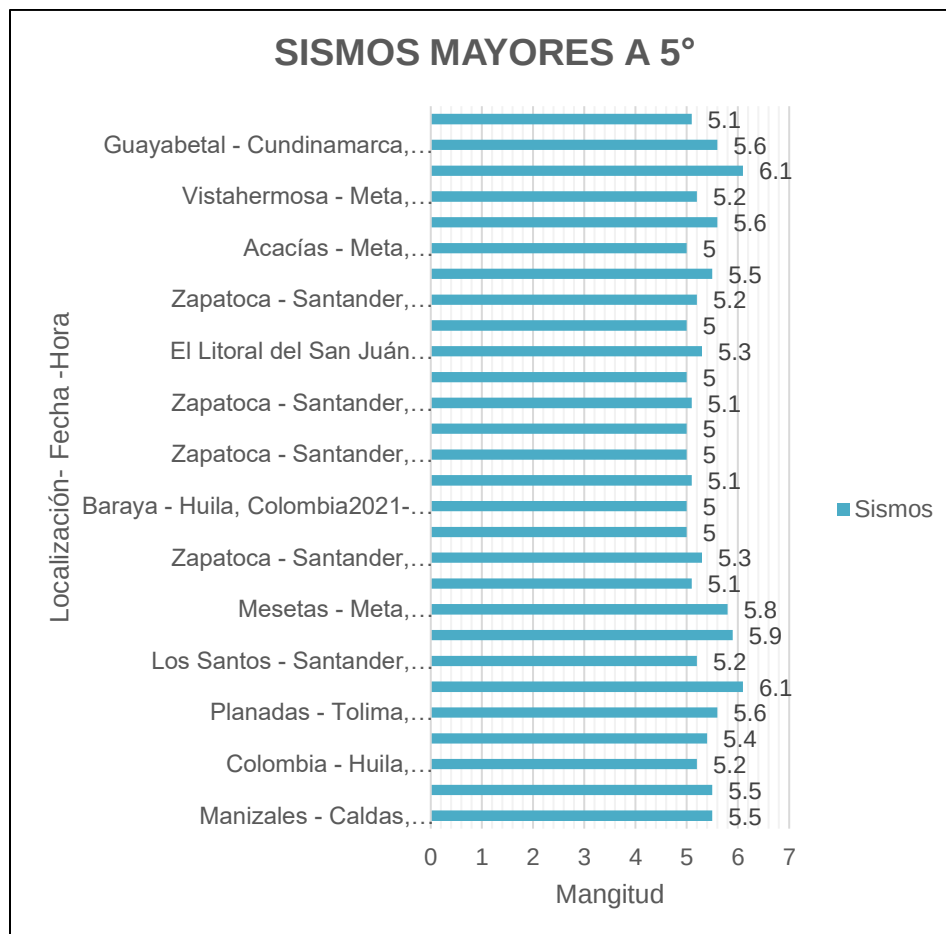


Ilustración 60- Gráfico sismos mayores a 5°. Fuente: Autores.

14. FICHAS Y MATRIZ DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PACIENTE

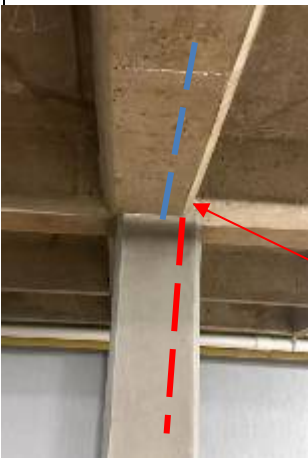
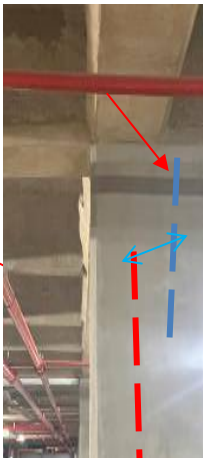
Si bien no se tiene un análisis de vulnerabilidad sísmica previa del paciente, se toma la información recolectada en campo de cada elemento estructural del paciente y se analiza desde el punto de vista de vulnerabilidad, atendiendo a las patologías que presentan, las probabilidades de ocurrencia de un sismo en la zona o área donde se emplaza el paciente y la clasificación del riesgo, determinando así la matriz de vulnerabilidad sísmica de este, estableciendo todos estos factores en tres fichas de vulnerabilidad sísmica. Los elementos analizados fueron: Vigas, columnas, losa de entrepiso y muro de contención.

ESTUDIO PATOLOGICO DE LA ESTRUCTURA DE PARQUEADERO DEL CONJUNTO NOGAL, CIUDADELA NOVATERRA EN MOSQUERA CUNDINAMARCA

FICHA DE VULNERABILIDAD No. 1 MECANISMOS DE FALLA POR PROCESO PATOLOGICO EN ELEMENTOS
 ESTRUCTURALES- COLUMNAS

COLUMNAS					
LOCALIZACION	DAÑO / FALLA		CRITERIO / JUSTIFICACION	REGISTRO	COLOR
	TIPO	ESTADO			
GENERAL SOTANO	EFLORECENCIA	LEVE	No se presenta escarificación, escamacion o delaminación del concreto de recubrimiento, la lesión es estética		



SOTANO	SEPARACION MENSULA	LEVE	Se evidencia separación forma triangular de la ménsula con relación a la viga que recibe, se evidencia fisura inferior	 	
SOTANO	VIGA FUERA DEL EJE DE LA COLUMNA	LEVE	No se evidencia fractura en la conexión viga columna	 	

ESTUDIO PATOLOGICO DE LA ESTRUCTURA DE PARQUEADERO DEL CONJUNTO NOGAL, CIUDADELA NOVATERRA EN MOSQUERA CUNDINAMARCA

FICHA DE VULNERABILIDAD No. 2

MECANISMOS DE FALLA POR PROCESO PATOLOGICO EN ELEMENTOS EESTRUCTURALES-
LOSA

LOSA ALIGERADA					
LOCALIZACION	DAÑO / FALLA		CRITERIO / JUSTIFICACION	REGISTRO	COLOR
	TIPO	ESTADO			
LOSA ALIGERADA	GRIETAS DIAGONAL	MODERADA	La lesión evidenciada consiste en una grieta que compromete la losa y vigas, no se evidencia deflexión en las vigas		

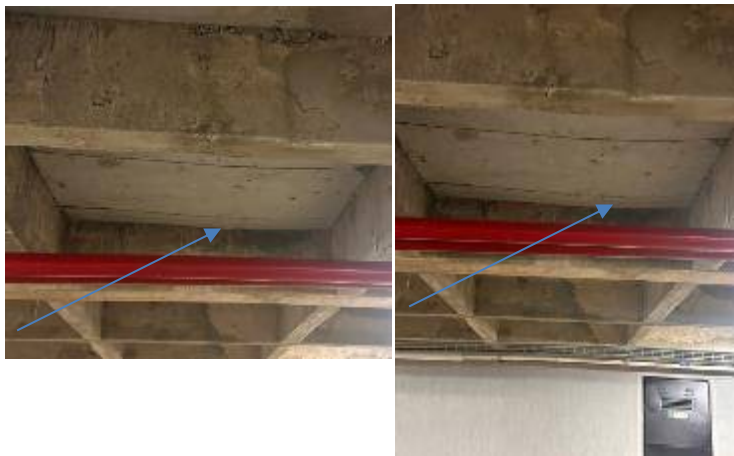


LOSA ALIGERADA	GRIETAS DIAGONAL	LEVE	La lesión compromete una zona limitada de la losa y una vigueta, no compromete viga primaria, no se evidencia deflexión		
LOSA ALIGERADA	EFLORECENCIA	LEVE	No se evidencia segregación de óxidos que suponga un ataque a las armaduras de refuerzo		



LOSA ALIGERADA	GRIETAS CRUZADAS	MODERADA	La lesión se extiende a lo largo y ancho de un paño completo de la losa aligerada lo que podría representar una falla ante la aplicación de carga puntual al centro del elemento		
LOSA ALIGERADA	GRIETAS EN VARIAS DIRECCIONES	MODERADA	La lesión se extiende a lo largo y ancho de un paño completo de la losa aligerada con afectación en zona de borde lo que podría representar una falla ante la aplicación de carga puntual al centro del elemento		



LOSA ALIGERADA	GRIETA DIAGONAL	MODERADA	El elemento no presenta deflexión excesiva		
LOSA ALIGERADA	DEFLEXION	GRAVE	Se evidencia reemplazo parcial de elemento (sección de losa), el nuevo elemento presenta deflexión excesiva en un tramo de poca distancia entre apoyos		

ESTUDIO PATOLOGICO DE LA ESTRUCTURA DE PARQUEADERO DEL CONJUNTO NOGAL, CIUDADELA NOVATERRA EN MOSQUERA CUNDINAMARCA

FICHA DE VULNERABILIDAD No. 3

MECANISMOS DE FALLA POR PROCESO PATOLOGICO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES- VIGAS- VIGUETAS

VIGAS Y VIGUETAS					
LOCALIZACION	DAÑO / FALLA		CRITERIO / JUSTIFICACION	REGISTRO	COLOR
	TIPO	ESTADO			
VIGUETA- BLOQUE 5	GRIETA	MODERADA	No se evidencia desplazamiento del elemento en sus extremos; sin embargo, se extiende por toda la sección de la vigueta		



VIGA - BLOQUE 5	DEFLEXION	GRAVE	La lesión se localiza en un elemento con altas solicitaciones por ubicación y tipo, adicionalmente se evidencia una ubicación por fuera del eje de la columna		
VIGA BORDE - BLOQUE 4 A 5	FISURA Y EFLORECENCIA	MODERADA	No se evidencia deflexión apreciable, se evidencia reparación previa ya afectada		



VIGA - BLOQUE 3	PERDIDA DE CONTINUIDAD	MODERADA	Se evidencia la construcción de vigas principales con conexión a vigueta		
VIGA - BLOQUE 2	DEFLEXION	GRAVE	La lesión se localiza en un elemento con altas solicitaciones por ubicación y tipo.		

The diagram illustrates the relationship between three key components of risk assessment:

- ETAPAS DE VULNERABILIDAD (Stages of Vulnerability):** A table with three columns: Probabilidad de Ocurrencia (Probability of Occurrence), Definición (Definition), and Categoría (Category).

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	DEFINICION	CATEGORIA
Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia	A
Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia	B
Remoto	Baja probabilidad de ocurrencia	C
Extremadamente remoto	Difícil que ocurra	D
- CLASIFICACION DEL RIESGO (Risk Classification):** A table with two columns: Categoría (Category) and Riesgo (Risk).

CATEGORIA	RIESGO
1	MUY ALTO
2	ALTO
3	MEDIO
4	BAJO
- MATRIZ DE VULNERABILIDAD (Vulnerability Matrix):** A matrix that combines Probability (Frecuente, Posible, Ocasional, Remota, Improbable) and Reverbidad (Muy leve, Leve, Seria, Grave, Catastrofica) to determine the level of vulnerability (1 to 5). The matrix uses a color-coded system: Green for low vulnerability (1-2), Yellow for medium (3), and Red for high (4-5).

		MATRIZ DE VULNERABILIDAD				
PROBABILIDAD		REVERVIDAD				
		1	2	3	4	5
Frecuente	5	Green	Yellow	Red (X)	Red	Red
Posible	4	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Ocasional	3	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Remota	2	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
Improbable	1	Green	Green	Green	Green	Yellow

Arrows in the diagram indicate the flow of information: from the 'Categoría' column of the first table to the 'Categoría' column of the second table, and from the 'Categoría' column of the second table to the 'Probabilidad' row of the third table.

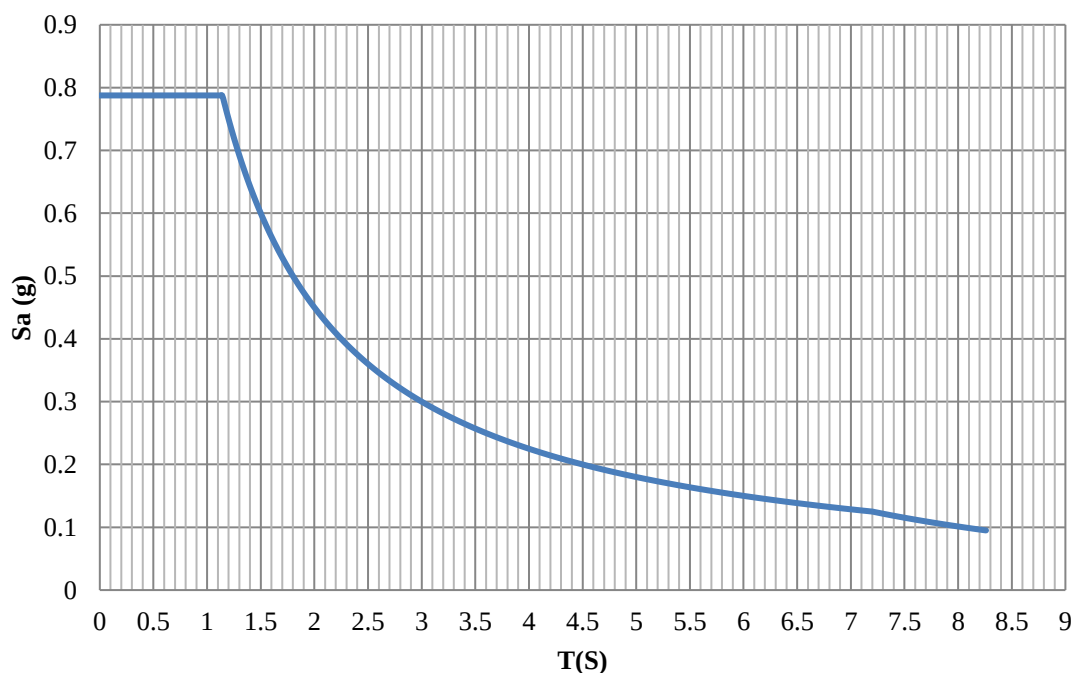
Aunque para este capítulo, no se establece desarrollar una modelación estructural para determinar el grado de desempeño del paciente, se considera importante la información del espectro elástico de aceleraciones en fracción de la gravedad.



Tabla 9. Parámetros Sísmicos. Fuente: Autores.

Ciudad	MOSQUERA
Aa	0.15
Av	0.25
Tipo Suelo	E
Fa	2.1
Fv	3
To	0.2381
Tc	1.1429
TL	7.2000
Grupo de Uso	I
Factor de Importancia I	1

Espectro Diseño para Perfil de Suelo E



14.1. CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el título A.10.2.1 y A.10.2.2, Debe calificarse el estado del sistema estructural de la edificación de una manera totalmente cualitativa con base en la calidad del diseño y construcción de la estructura original y en su estado actual. Esta calificación se debe realizar de la manera prescrita a continuación:

Tabla A.10.4-1
Valores de ϕ_c y ϕ_e

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

Ilustración 61. Tabla de calificación estado de la estructura (Tomado de NSR-10).

14.1.1. Por diseño y construcción (A. 10.2.2.1-NSR10).

Esta calificación se define en términos de la mejor tecnología existente en la época en que se construyó la edificación. Al respecto se puede utilizar información tal como: registros de interventoría de la construcción y ensayos realizados especialmente para ello. Dentro de la calificación debe tenerse en cuenta el potencial de mal comportamiento de la edificación debido a distribución irregular de la masa o la rigidez, ausencia de diafragmas, anclajes, amarres y otros elementos necesarios para garantizar su buen comportamiento ante las distintas sollicitaciones. La calidad del diseño y la construcción de la estructura original deben calificarse como buena, regular o mala.

Para calificar este parámetro, la decisión se basa en los registros fotográficos que se pudieron consultar en la página web de la constructora que desarrolló la construcción. Como se ha mencionado antes, muy seguramente la estructura de los parqueaderos fue diseñada bajo los lineamientos de la Norma Sismo Resistente NSR-10, que actualmente es el código de diseño vigente para la república de Colombia. Además, se utilizó un sistema de respuesta sísmica avalado por dicho reglamento. En este aspecto se puede calificar como **REGULAR**, por lo tanto $\phi_c=0.8$.



14.1.2. Por estado de la estructura (A. 10.2.2.1-NSR10).

Debe hacerse una calificación del estado actual de la estructura de la edificación, basada en aspectos tales como: sismos que la puedan haber afectado, fisuración por cambios de temperatura, corrosión de las armaduras, asentamientos diferenciales, reformas, deflexiones excesivas, estado de elementos de unión y otros aspectos que permitan determinar su estado actual. El estado de la estructura existente debe calificarse como bueno, regular o malo.

Con base en el registro fotográfico aquí adjuntado, y la visita de campo realizada el día 21 de mayo del presente año, se evidenció que hay presencia de múltiples lesiones en cuanto su naturaleza y magnitud, que pueden poner en riesgo la seguridad estructural de la zona de parqueaderos. El común denominador de estas lesiones son fisuras en la losa maciza de entrepiso que sirve como zona de estacionamiento. Cabe resaltar que las lesiones se presentan en la losa maciza, las vigas y viguetas; por ende, en este momento la estructura tiene una afectación y por tal motivo el estado de la estructura se califica como **REGULAR $\phi_e = 0,80$** .

Aunque el alcance del trabajo, no indica desarrollar un análisis detallado de la estructura existente, se considera pertinente indicar la metodología expuesta en la NSR-10, en el título **A.10.1.4**, en el entendido que los procesos patológicos inciden en la resistencia y durabilidad de los elementos, por lo tanto, se enumeran cada una de las etapas descritas en la norma:

INFORMACIÓN PRELIMINAR

- **Etapla 1** — Debe verificarse que la intervención esté cubierta por el alcance dado en A.10.1.3.
- **Etapla 2** — Debe recopilarse y estudiarse la información existente acerca del diseño geotécnico y estructural, así como del proceso de construcción de la edificación original y sus posteriores modificaciones y deben hacerse exploraciones en la edificación, todo esto de acuerdo con A.10.2.
- **Etapla 3** — El estado del sistema estructural debe calificarse con respecto a: **(a)** la calidad del diseño de la estructura original y su sistema de cimentación y de la construcción de la misma y **(b)** el estado de mantenimiento y conservación. Esta calificación debe hacerse de acuerdo con los requisitos de A.10.2

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

- **Etapla 4** — Deben determinarse unas solicitudes equivalentes de acuerdo con los requisitos de A.10.4.2.
- **Etapla 5** — Debe llevarse a cabo un análisis elástico de la estructura y de su sistema de cimentación para las solicitudes equivalentes definidas en la Etapa 4.
- **Etapla 6** — La resistencia existente de la estructura debe determinarse utilizando los requisitos de A.10.4.3.3.



- **Etapas 7** — 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.
- **Etapas 8** — Debe determinarse un índice de sobreesfuerzo como el máximo cociente obtenido para cualquier elemento o sección de éste, entre las fuerzas internas solicitadas obtenidas del análisis estructural realizado
- en la Etapa 5 para las solicitaciones equivalentes definidas en la Etapa 4 y la resistencia efectiva obtenida en la Etapa 7.
- **Etapas 9** — Utilizando los desplazamientos horizontales obtenidos en el análisis de la Etapa 5 deben
- obtenerse las derivas de la estructura.
- **Etapas 10** — 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.

INTERVENCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

- **Etapas 11** — La intervención estructural debe definirse de acuerdo con el tipo de modificación establecida en A.10.6 dentro de una de tres categorías: **(a)** Ampliaciones adosadas, **(b)** Ampliaciones en altura y **(c)** Actualización al Reglamento.
- **Etapas 12** — El conjunto debe analizarse nuevamente incluyendo la intervención propuesta, la cual debe diseñarse para las fuerzas y esfuerzos obtenidos de este nuevo análisis. El diseño geotécnico y estructural y la construcción deben llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos que para cada tipo de modificación establece el presente Capítulo.

14.2. METODOLOGIA FEMA 178

Una metodología alterna para la evaluación sísmica del paciente es: “NEHRP Handbook for Seismic Evaluation of Existing Buildings”, FEMA 178, Federal Emergency Management Agency / Building Seismic Safety Council, Washington, D.C., USA, 1992”.

FEMA-178, un procedimiento preparado por el Building Seismic Safety Council de EE.UU. puede también ser utilizado para llevar a cabo la evaluación y diagnóstico sísmico de cualquier edificación existente. Este documento presenta una guía para determinar qué tan vulnerable y peligrosa (en cuanto a pérdida de vidas) es una estructura existente. Se incluye una guía en forma de lista para determinar algunas zonas o puntos débiles dentro de la estructura que podrían precipitar el colapso local o total de la estructura.

Cabe anotar que las guías y los procedimientos del FEMA-178 son utilizados únicamente para evaluar la capacidad de la edificación en cuanto a si es peligrosa para ser ocupada o no. El uso de la estructura después del terremoto no se está evaluando en este caso.

14.2.1. Procedimiento de Evaluación

La metodología del FEMA-178 plantea una serie de interrogantes para cada tipo de estructura (por ejemplo, edificio tipo 8 = pórticos resistentes a momento, o edificio tipo 4 = pórtico de acero arriostrado), para el sistema estructural, pórticos a momento, diafragmas, conexiones y amenazas geológicas entre otros. Los interrogantes están diseñados para descubrir defectos, puntos débiles o zonas vulnerables dentro de la edificación.

En la lista guía se marcan con "Verdadero" o "Falso" cada una de las declaraciones. Interrogantes que han sido hallados que son verdaderos indican que son revisiones que están de acuerdo con el criterio del FEMA 178 y pueden hacerse a un lado; mientras que los interrogantes que sean falsos identifican aspectos que necesitan mayor investigación y análisis.

Dentro de la revisión del sistema estructural se miran aspectos tales como:

- Si la trayectoria de cargas es continua para los efectos de fuerzas sísmicas.
- Si hay redundancia estructural o no.
- Si se tiene un piso débil o no.
- Si se tiene un piso flexible en la edificación.
- Se revisa si existen irregularidades geométricas o de masa en la edificación.
- Se revisa que los elementos del sistema de resistencia sísmica formen un sistema balanceado el cual no sufre de torsión relevante.
- Se estudia si existen o no construcciones adyacentes a la estructura con el fin de evitar golpeteos.
- Si existe o no existe deterioro visible del concreto o del acero de refuerzo en los elementos de los pórticos principales.

Adicionalmente existen otras listas según el sistema de resistencia sísmica que se tenga. Por ejemplo, para edificaciones cuyo sistema de resistencia sísmica consiste en pórticos resistentes a momento, la resistencia a fuerzas laterales se desarrolla a través de la resistencia a flexión y a la continuidad de los elementos vigas y columnas. Si el pórtico es proporcionado y está bien detallado y despiezado, éste puede desarrollar articulaciones plásticas que pueden a su vez, absorber energía y como consecuencia permitir al pórtico sobrevivir a desplazamientos mayores que para los que fue diseñado elásticamente.



Si la edificación fue diseñada con detalles y despieces para desarrollar un buen nivel de ductilidad, entonces se puede afirmar que los extremos de las vigas y columnas (zonas de momento sísmico máximo) fueron diseñados para resistir varios ciclos inelásticos de carga.

Esta última lista se dedica a evaluar y diagnosticar si las articulaciones plásticas se pueden formar o no, y también de chequear si los nudos viga-columna tienen la suficiente ductilidad para sostener los desplazamientos esperados. Se revisan entonces interrogantes como:

- Que todos los muros divisorios o particiones de concreto o de mampostería que estén colocados en los pórticos resistentes a momento estén aislados de los elementos estructurales.
- Si el edificio cumple con el Chequeo Rápido de Cortante de los esfuerzos en las columnas.
- Si el edificio cumple con el Chequeo Rápido de Derivas.

14.2.2. Análisis de Resultados y Conclusiones FEMA-178

La revisión del FEMA-178 es bastante sencilla y muy indicativa de las zonas vulnerables de las edificaciones existentes. Luego de realizar esta evaluación a cualquier edificación, se deben encontrar deficiencias estructurales que nos determinan dónde quedan localizadas las zonas débiles y vulnerables de la estructura y nos sirve para determinar las recomendaciones de reforzamiento. Los criterios descritos en las secciones anteriores se utilizan para comparar los requisitos de diseño y construcción que existían en la época que se construyó la edificación en estudio con los requisitos de diseño sísmico actuales.

Como se mencionó anteriormente, si se encuentran deficiencias por el método FEMA-178, se recomienda hacer un estudio más detallado en los aspectos encontrados deficientes.

15. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Se ha realizado un análisis estructural de cargas verticales para chequear el diseño realizado de la losa, viguetas y vigas y poder descartar posibles errores de diseño. No se han empleado los factores de reducción por diseño, construcción y deterioro considerando que el objetivo es determinar si el diseño fue correcto:

15.1. REVISIÓN LOSA

Carga muerta: $0.06\text{m} \times 24\text{kN/m}^3 = 1.44\text{kN/m}^2$

Carga viva: 2.5kN/m^2



No se emplean Factores de seguridad puesto que no se está diseñando sino verificando si existe probabilidad de falla del concreto. No se consideró peso adicional de acabados, teniendo en cuenta que el acabado es una pintura epóxica.

Placa en dos direcciones con apoyos en todos los extremos a 1.3m de distancia. Ecuaciones C.13-8 y C.13-9.

Momento Negativo.

$$M_{as} = 0.061 \cdot (1.44 + 2.5) \cdot 1.3^2 = 0.4 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Momento positivo

$$M_{as} = 0.023 \cdot (1.44) \cdot 1.3^2 + 0.03 \cdot (2.5) \cdot 1.3^2 = 0.056 + 0.127 = 0.187 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Refuerzo requerido por resistencia: $0.5 \text{ cm}^2/\text{m}$ haciendo el ejercicio con factores de seguridad el refuerzo se mantiene por debajo del requerido por temperatura.

Refuerzo requerido por temperatura (Cuantía 0.0018): $1.06 \text{ cm}^2/\text{m}$

Refuerzo encontrado: $\phi 4.5 \text{ mm} @ 150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$.

El chequeo realizado fue con 5 MPa de f'_c por lo que la resistencia del concreto deficiente no debería causar debilidad por esfuerzos. Teniendo en cuenta que la placa de concreto finalmente construida es de un espesor mayor (7 cm) no se cumpliría el refuerzo por temperatura, pero tendría una mayor resistencia a la flexión.

Deflexión aproximada considerando el momento en una sola dirección: 0.6 mm que se encuentra lejos del límite de la NSR-10, por lo que cumple.



15.2. REVISIÓN VIGUETA

h	0.38	m
b	0.1	m
Luz	7.1	m
f'c	21	MPa
E	17872	MPa
I	0.00045727	m ⁴
Espesor placa	0.06	m
Peso placa	1.44	kN/m ²
CV	2.5	kN/m ²

	Sin FS	Con FS
CM (kN/m)	2.64	3.168
CV (kN/m)	3.25	5.2
Carga total (kN/m)	2.945	4.184
Momento (-) (kN*m)	12.37	17.58
Momento (+) (kN*m)	6.19	8.79
Cuantía requerida cm ² (-)	1.15	1.40
Cuantía requerida cm ² (+)	0.67	0.91
Cuantía en planos cm ² (-)	1.42	Cumple
Cuantía en planos cm ² (+)	1.42	Cumple

	Deflexión	Factor de deflexión real	Factor de deflexión límite
Deflexión carga viva (m)	0.0072	992.4	360
Deflexión a largo plazo + carga viva (m)	0.0090	785.0	240

Aclaraciones:

1. Considerando que las viguetas están trabajando en dos direcciones, las cargas fueron divididas por 2.
2. No se realiza análisis con sección en T de la vigueta con la placa.

Conclusiones:

El diseño de la vigueta parece cumplir con condiciones mínimas.

La resistencia de las vigas sí se ve afectada por la resistencia del concreto por debajo 21MPa, siendo la resistencia mínima considerando el refuerzo existente de cerca de 17 MPa para la condición sin factores de seguridad.

Se debe tener en cuenta que el módulo de elasticidad no mantendrá la relación de 3900 si el concreto es de mala calidad, por lo que seguramente habrá mayores deflexiones en la realidad.



15.3. REVISIÓN VIGA

h	0.4	m
b	0.3	m
Luz	6	m
f'c	21	MPa
E	17872.0	MPa
I	0.0016	m ⁴
Espesor placa	0.06	m
Peso placa	1.44	kN/m ²
ancho aferente	7.1	
CV	2.5	kN/m ²

	Sin FS	Con FS
CM (kN/m) centro de luz	39.06	46.87
CV (kN/m) centro de luz	17.75	28.4
CM (kN/m) apoyo	2.448	2.9376
CV (kN/m)	0	0
Carga total (kN/m)	1.224	1.4688
Momento (-) (kN*m)	109.00	144.00
Momento (+) (kN*m)	64.80	85.70
Cuantía requerida cm2 (-)	8.81	12.28
Cuantía requerida cm2 (+)	4.96	6.72
Cuantía en planos cm2 (-)	12.39	Cumple
Cuantía en planos cm2 (+)	5.86	No cumple con FS

	Deflexión	Factor de deflexión real	Factor de deflexión límite
Deflexión carga viva (m)	0.0015	4109.6	360
Deflexión a largo plazo + carga viva (m)	0.0048	1257.9	240

15.4. REVISIÓN SISTEMA ESTRUCTURAL

Se verificó el cumplimiento de los requisitos para pórticos resistentes a momento DMO del capítulo C21.3 de la NSR-10. De los numerales revisados se encontró que el refuerzo cumple con las generalidades; sin embargo, se verificó el cumplimiento de viga débil columna fuerte y se puede observar que en el sentido débil de las columnas no se cumple el requisito, teniendo en cuenta que las columnas tienen una sección de 30 por 40 y las vigas tienen las mismas dimensiones, pero en el nudo se debe tener en cuenta que la rigidez es de dos vigas y una sola columna por lo que no es posible cumplir el requisito.

16. DIAGNÓSTICO

De todos los análisis realizados se pueden concluir los siguientes puntos para establecer un diagnóstico claro:



- El diseño realizado de la placa, las viguetas y las vigas cumple con los requisitos de resistencia y deflexiones de la NSR-10.
- No se observa un patrón de agrietamiento que coincida con los puntos de mayor esfuerzo de la placa, lo que refuerza la hipótesis de que las grietas no son causadas por los esfuerzos de operación.
- Se encontró que el concreto se encuentra deteriorado con presencia de carbonatación de hasta 3.5 cm de espesor en la superficie visible desde el sótano.
- Las pruebas de compresión de las diferentes muestras tomadas indican que hay una deficiencia en la resistencia al concreto respecto al diseño.
- Durante la extracción de los núcleos se evidenció que la matriz del concreto de la placa no presentaba una consistencia sólida.

Teniendo en cuenta los puntos anteriores, se puede concluir que la causa de las fisuras en la placa es una deficiencia en los materiales de construcción de las vigas, viguetas y placa, en particular del concreto. No obstante, se fundieron 5 diferentes placas en tiempos diferentes (cada bloque por aparte) y todas presentan las mismas lesiones lo que sugiere una fuente común y por lo tanto no es accidental sino un error sistemático en la selección del agregado, diseño de la mezcla, calidad de la mezcla o proceso de fraguado del concreto.

Para identificar el error sistemático de la construcción se recomienda la ejecución de un ensayo de petrografía.

17. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Lamentablemente, el diagnóstico final implica que todo el concreto debe ser reemplazado para lograr una solución confiable, durable y de buena calidad para el conjunto residencial y para la protección de la vida y la propiedad

La solución más directa y simple a nivel de diseño y construcción consiste en la demolición y reconstrucción de toda la placa aérea. Sin embargo, esta solución implica que la plataforma salga de operación durante un tiempo prolongado y por lo tanto los residentes no puedan hacer uso de toda la estructura y se complica guardar los carros durante este periodo de tiempo.

Con el fin de presentar una opción más cómoda para los usuarios de la plataforma de parqueaderos, se ha considerado el reemplazo total de la placa en diferentes pasos y así lograr su uso continuo sin afectar de manera importante a dichos usuarios.

La solución planteada se puede dividir en cinco pasos por cada bloque del parqueadero y plataforma:

- Reforzamiento de las columnas
- Conexión placa – muros de contención.
- Reforzamiento de las vigas principales.

- Reemplazo de viguetas.
- Reemplazo de la placa de 6cm.

Este procedimiento deberá realizarse en todos los bloques.

17.1. COLUMNAS

El reforzamiento de las columnas no se va a desarrollar por una deficiencia en su funcionamiento sino teniendo en cuenta que el reforzamiento de las vigas requiere transferir la carga desde las vigas a las columnas y debido a la solución propuesta para reforzamiento de las vigas es necesario ampliar las columnas.

Las columnas tienen una restricción en cuanto al espacio que se puede utilizar para su reforzamiento ya que al ampliarse se obstruirían los parqueaderos de los usuarios. Una solución en concreto reforzado implicaría aumentar las secciones en 10 cm o más de las columnas lo que no sería conveniente. Hacer un reforzamiento en fibras de carbono tiene la desventaja de que es bastante costoso y por otro lado, el objetivo de transferir la carga de los recalces de columnas al suelo no se realizaría de manera eficiente.

Debido a lo anterior, la solución que se considera más viable es un encamisado con láminas de acero y unas ménsulas en la parte superior que soporten las vigas de concreto.

El procedimiento constructivo para el reforzamiento de las columnas consistirá primero en excavar hasta destapar las zapatas luego hacer anclajes epóxicos en la superficie de la cara superior de la Zapata. Realizar la escarificación de toda la columna hasta descubrir el refuerzo, posteriormente realizar anclajes epóxicos al concreto de la columna que servirán de conectores de cortante entre las láminas y la columna existente.

Luego se deberán instalar las láminas de acero encamisando la columna manteniendo una distancia de máximo 2 cm al concreto escarificado. Los anclajes epóxicos serán unidos a las láminas de acero por medio de soldaduras de tapón localizando las perforaciones en las láminas por medio de una plantilla.

Las láminas de acero deberán tener perforaciones adicionales de 50 mm de diámetro que permitan verter grouting cementoso sin contracción a través de ellos y así lograr sellar el vacío entre la lámina de acero y el concreto de la columna existente. Los orificios deberán ser taponados por láminas circulares soldadas.

En la parte inferior de la columna, donde las láminas de acero quedarían en contacto con el suelo, se ha propuesto un recubrimiento en concreto reforzado para así evitar la corrosión de este concreto. Se recomienda que este concreto termine en chaflanes a 45 grados por encima de la cara superior de la placa de contrapiso para proteger esta zona de los químicos y humedades que se puedan generar en la placa de contrapiso. Se colocará una junta de dilatación entre la placa de contrapiso y las columnas.

Teniendo en cuenta que se requiere uso de los parqueaderos mientras que se realiza el reforzamiento de las columnas los parqueaderos de visitantes deberán ser empleados por los propietarios por cada columna que se esté reforzando.

Para el caso de las columnas con ménsulas se deberá realizar un reforzamiento similar al explicado para las columnas típicas, con la diferencia que las ménsulas existentes quedarán en sánduche con la ménsula existente. Se requerirá un espesor mayor de las láminas y anclar epóxicos a la ménsula para lograr un comportamiento monolítico.

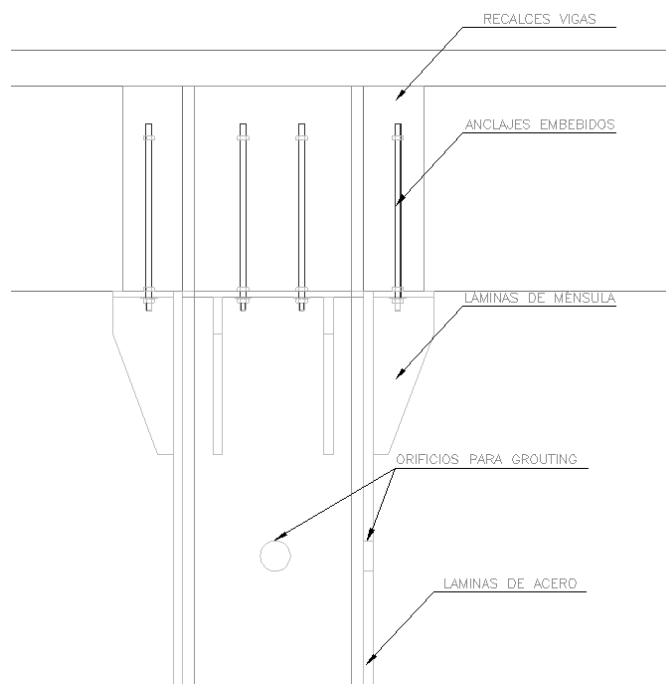


Ilustración 62 - Esquema del reforzamiento de las columnas

17.2. CONEXIÓN DEL DIAFRAGMA RÍGIDO Y LOS MUROS DE CONTENCIÓN

Ha sido de gran sorpresa encontrar que la placa aérea no está unida a los muros de contención perimetrales del sótano según los planos de diseño. Esta condición implica que las columnas del sótano están soportando todas las cargas laterales por sismo. Si bien el diseño pudo haber tenido en cuenta esta condición se ha visto que la placa no presenta una rigidez importante y por lo tanto se recomienda realizar la unión entre los muros de contención y la placa aérea.

Esta solución no afecta de manera importante a los residentes, únicamente los depósitos van a tener que ser intervenidos en el techo. La idea es realizar un anillo perimetral en la cresta del muro de contención por medio de anclajes epóxicos horizontales y luego desde la viga realizar el mismo procedimiento con anclajes epóxicos verticales.



Una vez realizados los anclajes epóxicos se deberá fundir una viga en la parte superior que embeba ambos bastones de anclaje con su correspondiente refuerzo. De esta manera se garantizará la transmisión de fuerzas laterales desde la placa aérea hacia los muros de contención y hacia el suelo.

17.3. REFORZAMIENTO DE LAS VIGAS

Las vigas en este procedimiento constructivo serán las más afectadas y de mayor cuidado durante su ejecución ya que requerirán separar estas vigas de las viguetas a su alrededor. Por lo anterior, será necesario agregar andamios de carga certificados que permitan soportar el peso de toda la placa y su operación en la parte superior.

El primer paso de esta intervención será instalar los andamios e iniciar la demolición del punto de apoyo de todas las viguetas que llegan a la viga que se van a reforzar en por lo menos 15 cm. No se considera necesario realizar la demolición total desde el punto más bajo hasta el contacto con la placa de 6 cm; sin embargo, estructuralmente no habrá resistencia de las viguetas a cortante ni a momento. Las viguetas serán soportadas en un sentido con su sistema estructural original y en el otro sentido quedarán apoyadas sobre los andamios.

Luego de demoler las viguetas se deberá instalar el nuevo refuerzo de los recalces de las vigas. Se deberán hacer perforaciones pasantes transversales a las vigas que servirán para agregar el nuevo refuerzo transversal y el refuerzo longitudinal inferior de las viguetas.

El refuerzo longitudinal inferior de las viguetas deberá ser colocado con un recubrimiento de 10 cm ya que de ser menor entraría en interferencia con el refuerzo de las vigas tanto el existente como el del recalce.

Una vez se hayan instalado todos los anclajes epóxicos sobre las vigas existentes (los verticales contra la placa aérea, y los horizontales pasantes para los flejes de los recalces y el refuerzo longitudinal de las nuevas viguetas) se procederá a hacer la fundida del concreto. Es claro que al realizar la fundida no será posible llenar todo el vacío hasta la placa aérea de 6 cm teniendo en cuenta que no habría forma de ingresar el concreto, en este paso no se considera necesario realizar la fundición de esta manera, simplemente se debe hacer lo posible porque este vacío sea lo menor posible.

Durante la construcción de las vigas se deshabilitarán cuatro parqueaderos cada uno cercano a una de las columnas de apoyo en donde se pretende hacer el recarce de las vigas en ese momento.



Posteriormente, se deberá colocar el refuerzo de las nuevas viguetas, agregar la formaleta del concreto nuevo y fundir la nueva vigueta.

El procedimiento anterior se deberá repetir con otras dos viguetas intermedias. Es decir, se colocarán un total de tres viguetas por cada vano de columnas dejando una distancia final entre viguetas cercano a los 2 m.

Durante la construcción de las viguetas se espera tener la deshabilitación de dos parqueaderos por cada vigueta que se instale. El número de frentes de construcción dependerá de la disponibilidad de parqueaderos de visitante para los residentes.

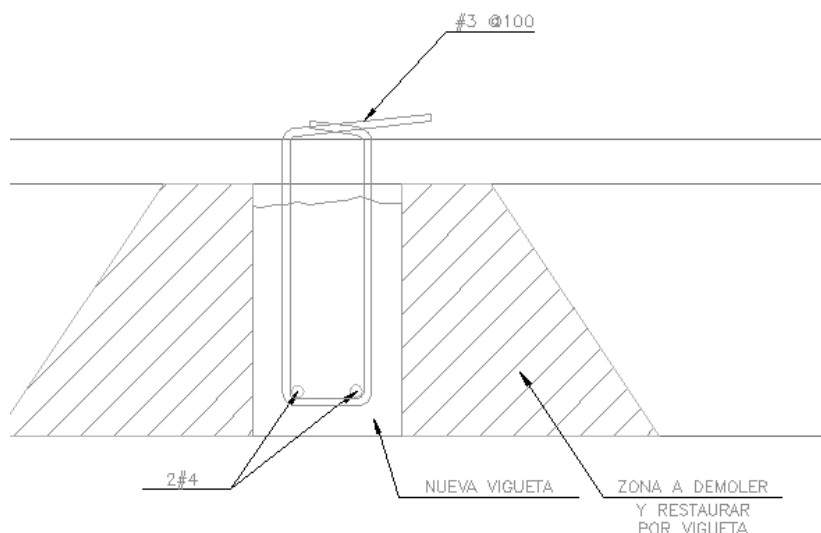


Ilustración 65 - Zona a demoler y refuerzo y sección de las nuevas viguetas

17.5. PLACA

Para la construcción de la placa de 10cm, ya teniendo toda una estructura confiable de vigas y viguetas se procederá a demoler la placa de 6 cm existente y las viguetas originales por cada vano entre viguetas. Estos vacíos que quedarán tendrán dimensiones de 2 m por 7 m aproximadamente, lo que entorpece el paso vehicular sobre estos. El constructor deberá alquilar o fabricar una plataforma modular que permita soportarse en los extremos del vacío generado y que sea capaz de soportar la carga de los vehículos de los residentes. De esta manera se podrá realizar la fundida de las placas nuevas sin interrumpir el paso vehicular en las horas pico de uso del parqueadero.

Al fundir la placa se completará el reforzamiento de las vigas y viguetas, de tal forma que el refuerzo quede arriba y abajo y adicionalmente los flejes unan las vigas y viguetas a la placa.

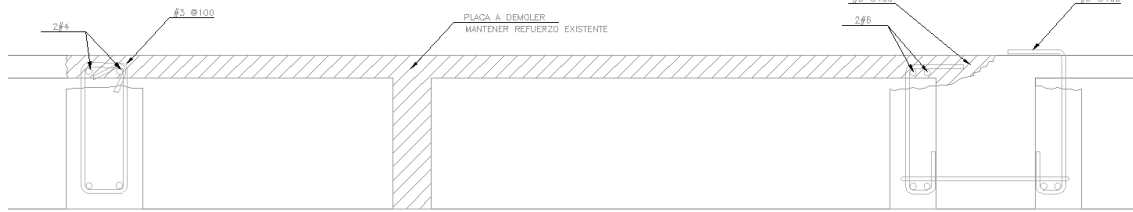


Ilustración 66 - Demolición a ejecutar en cada vano

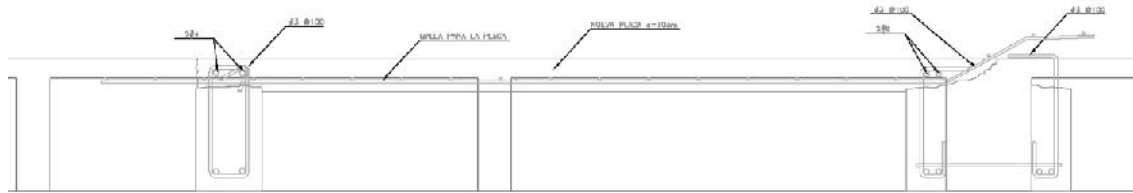


Ilustración 67 - Instalación del refuerzo e indicación para la construcción de la placa de 10cm

18. PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el presupuesto estimado para la propuesta de intervención total del paciente:

PRESUPUESTO DE OBRA						
REFORZAMIENTO PARQUEADERO CONJUNTO NOGAL - CIUDADELA NOVATERRA						
ICCU	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
	1.00	PRELIMINARES				
1.8	1.01	CERCA EN TELA VERDE H= 2.10 M	ML	685.16	\$ 27,448.00	\$ 18,806,271.68
1.41	1.02	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO CON ELEMENTOS DE PRESIÓN	M2	2,622.95	\$ 12,445.00	\$ 32,642,612.75
	1.03	ESCARIFICACIÓN DE COLUMNAS	ML	1,428.00	\$ 34,874.00	\$ 49,800,072.00
	1.04	CORTE Y DEMOLICIÓN DE VIGUETAS	ML	2,039.27	\$ 38,665.00	\$ 78,848,374.55
	1.05	PERFORACIÓN EN VIGA, DIAMETRO DE 1/2" PROFUNDIDAD 30 CM	UND	9,602.00	\$ 29,252.00	\$ 280,877,704.00
16.4	1.06	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN H=0.0-2.0 M (INCLUYERETIRO DE SOBRESANTES A UNA DISTANCIA MENOR DE 5 KM)	M3	115.50	\$ 61,761.00	\$ 7,133,395.50
		SUBTOTAL				\$ 468,108,430.48
	2.00	ACERO DE REFUERZO				
5.55	2.01	ANCLAJE 5/8" PARA MENSULAS	ML	420.00	\$ 36,977.00	\$ 15,530,340.00
	2.02	ENCAMISADO EN LAMINA DE ACERO 3/8 PARA COLUMNAS	KG	55,779.34	\$ 19,309.00	\$ 1,096,352,276.06
4.22	2.03	ACERO FIGURADO 60000 PSI	KG	55,475.78	\$ 7,163.00	\$ 397,373,012.14
4.23	2.04	REFUERZO MALLA ELECTROSOLDADA	KG	14,688.52	\$ 11,600.00	\$ 170,386,832.00
		SUBTOTAL				\$ 1,679,642,460.20
	3.00	ESTRUCTURAS EN CONCRETO				
4.15	3.01	ENTREPISO PLACA MACIZA 3500 PSI E=0.10 M	M2	2,622.95	\$ 97,335.00	\$ 255,304,838.25
	3.02	RECALCE VIGA DE AMARRE EN CONCRETO 3500 PSI	ML	1,538.86	\$ 97,326.00	\$ 149,771,088.36
	3.03	VIGUETA 3500 PSI 0.20 X 0.34 MT	ML	3,267.63	\$ 96,616.00	\$ 315,705,340.08
2.16	3.04	DADOS EN CONCRETO 3500PSI	M3	115.50	\$ 720,536.00	\$ 83,221,908.00
	3.05	ADHESIVO EPOXICO PARA PEGA ENTRE CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO	ML	2,308.29	\$ 68,440.00	\$ 157,979,367.60
	3.06	RELLENO ESTRUCTURAL SIN CONTRACCION	M3	45.70	\$ 6,560,294.00	\$ 299,805,435.80
		SUBTOTAL				\$ 1,261,787,978.09
		SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 3,409,538,868.77
		ADMINISTRACION			25%	\$ 852,384,717.19
		IMPREVISTOS			5%	\$ 170,476,943.44
		UTILIDAD			5%	\$ 170,476,943.44
		TOTAL PRESUPUESTO OBRA				\$ 4,602,877,472.84
		COSTO INTERVENTORIA (10% SOBRE EL VALOR DEL CONTRATO DE OBRA)			10%	\$ 460,287,747.28
		TOTAL PRESUPUESTO OBRA E INTERVENTORIA				\$ 5,063,165,220.12

19. PROGRAMACIÓN

En el anexo 10 se encuentra el cronograma de ejecución.

20. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda la ejecución de ensayos de petrografía para los concretos de la placa con el fin obtener un detalle claro del origen del concreto deficiente.

Se recomienda realizar nuevos núcleos de concreto ciñéndose a los requisitos de la NSR-10 y normas ASTM para confirmar de manera precisa y sin posibles incertidumbres la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad del concreto empleado.

Ejecutar pruebas de potencial de corrosión teniendo en cuenta que la presencia de eflorescencias indica un concreto bastante deteriorado que ya pudo haber avanzado a corrosión generalizada del refuerzo.

Los resultados obtenidos en este estudio, si bien se han hecho con la intención de ser científicamente rigurosos, no presentan una estadística sólida que pueda servir para definir deficiencias legales sin dar lugar a dudas. Este estudio tiene propósitos académicos que no son pruebas suficientes para un juicio.

Se realizó una revisión aleatoria de elementos de la placa (una viga, una vigueta y la placa) determinándose que el diseño en general fue bien ejecutado a cargas verticales y que presenta pocas probabilidades de resultar en inestabilidad estructural. Sin embargo, la condición de la placa verificada por los ensayos realizados implica que existe una falla en los materiales, más específicamente en el concreto.

No se cumple el requisito de columna fuerte viga débil en los pórticos resistentes a momento DMO. Para salvar esta desviación se propone unir la placa aérea al muro de contención con el fin de que el sistema de resistencia sísmico solamente se componga de la placa de diafragma rígido y los muros de contención sin pasar por las columnas que son las que no cumplen el requisito.

La propuesta de intervención consiste en reforzar las columnas y rehacer toda la placa aérea casi en su totalidad.

21. BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

- Catálogo Sismicidad. (n.d.). Bdrsnc.sgc.gov.co. Retrieved December 13, 2023, from <http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>



- Waterstop Solutions | IDENTIFYING CONCRETE CRACKS & HOW TO FIX THEM. (2020). Waterstopsolutions.com.au. <https://waterstopsolutions.com.au/identifying-concrete-cracks-how-to-fix-them/>
- ASALE, R. -, & RAE. (n.d.). patología | Diccionario de la lengua española. “Diccionario de La Lengua Española” - Edición Del Tricentenario. <https://dle.rae.es/patolog%C3%ADa>
- Historia | Constructora Capital. (n.d.). Wwww.constructoracapital.com. Retrieved December 13, 2023, from <https://www.constructoracapital.com/historia>
- Nogal | Proyecto inmobiliario en Mosquera. (n.d.). Constructora CAPITAL. Retrieved December 13, 2023, from <https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-alrededores/mosquera/89/nogal->
- Nogal | Avance | Constructora Capital. (n.d.). Wwww.constructoracapital.com. Retrieved December 13, 2023, from <https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal>
- Concrete Supply Co. (2018, November 21). 6 Types of Concrete Cracks and What They... Concrete Supply Co.; Concrete Supply Co. <https://concretesupplyco.com/6-concrete-cracks/>
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10. (2019). Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. RAM Ediciones.

22. ANEXOS.

ANEXO 1. FICHAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO GENERAL.

ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DEL BLOQUE UNO INCLUIDAS SUS LESIONES.

ANEXO 3. FICHAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DEL BLOQUE DOS INCLUIDAS SUS LESIONES.

ANEXO 4. FICHAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DEL BLOQUE TRES INCLUIDAS SUS LESIONES.

ANEXO 5. FICHAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DEL BLOQUE CUATRO INCLUIDAS SUS LESIONES.

ANEXO 6. FICHAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DEL BLOQUE CINCO INCLUIDAS SUS LESIONES.

ANEXO 7. MATRIZ RESUMEN DE LESIONES.

ANEXO 8. PLANOS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTÓNICOS.

ANEXO 9. INFORME DE RESULTADOS DE LAS EXPLORACIONES PATOLÓGICAS.

ANEXO 10 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.