

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y SUBSESTRUCTURAL DEL EXSHOPPING DE VILLA MERCEDES, SAN LUIS

Caffaro, Gerónimo ^a; Cruz, María Pía ^b

^a Ing. Civil, U.N.C., Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Arquitectura, Argentina.
gcaffaro@unc.edu.ar

^b Ing. Civil, U.C.C., Universidad Católica de Córdoba, Facultad de Ingeniería, Argentina.
9606773@ucc.edu.ar

Palabras clave: refuncionalización, fundación, ensayos de hormigón y geotécnicos

RESUMEN

El trabajo refleja la caracterización de los aspectos estructurales y subestructurales de un edificio construido en 1950 de aproximadamente 2930 m², al cual se le cambiará el destino, pasando de shopping a viviendas agrupadas en altura, totalizando entre la superficie reacondicionada y nueva, 4230 m². Ante la falta de legajos técnicos confiable para evaluar la refuncionalización del edificio, se planificó una campaña de auscultación estructural y geotécnica. La caracterización estructural incluyó ensayos de rotura de testigos de hormigón de elementos estructurales, ensayos esclerométricos, ultrasonidos y de pulsos eco. Además, se procedió a determinar las dimensiones reales y la ubicación de armaduras, implementando métodos indirectos (pachómetro) o directos (remoción de recubrimiento y auscultación directa), preferentemente sobre los elementos más solicitados. La caracterización subestructural se efectuó por medio de pozos a cielo abierto, con el fin de identificar la estratigrafía del suelo existente y relevar las dimensiones de las fundaciones. Finalmente, se formulan consideraciones estructurales tanto para las ampliaciones requeridas por el nuevo proyecto como para la ejecución de refuerzos o intervenciones en los distintos elementos estructurales.

ABSTRACT

This work reflects the characterization of the structural and substructural aspects of a building constructed in 1950, approximately 2,930 m² in area, which will be repurposed from a shopping center to multi-story residential units, totaling 4,230 m² between the renovated and new areas. Given the lack of technical documentation for the building's repurposing, a structural and geotechnical inspection campaign was planned. The structural characterization included concrete core tests of structural elements, sclerometer tests, and ultrasonic and pulse-echo tests. Furthermore, the actual dimensions and location of reinforcement were determined using indirect methods (pachometer) or direct methods (cover removal and direct inspection), primarily focusing on the most stressed elements. The substructural characterization was carried out using open pits to identify the existing soil stratigraphy and determine the dimensions of the foundations. Finally, structural considerations are provided for any required expansions of the new project, as well as for the implementation of reinforcements or repairs to the various structural elements to accommodate their new use.

Organiza:

1.0 INTRODUCCIÓN, UBICACIÓN Y OBJETIVO

La intervención de edificios existentes exige conocer con precisión su comportamiento resistente real. La refuncionalización suele implicar incrementos de carga derivados de modificaciones o de nuevas configuraciones espaciales respecto del proyecto original. Asimismo, debe considerarse la actualización de la normativa aplicable. El edificio aquí estudiado, se localiza en la intersección de las calles Pescadores y Pedernera en el barrio Centro de la ciudad de Villa Mercedes en la provincia de San Luis (Argentina). Se trata de un inmueble inaugurado en el año 1914, insertado en un entorno urbano y reconocido inicialmente como La Casa Rosas. Posteriormente, el inmueble fue remodelado en 1999 y refuncionalizado como shopping de la ciudad de Villa Mercedes, ver Figura 1. Luego de casi diez años de funcionamiento, se planteó una nueva remodelación destinada a transformar el edificio en un conjunto de viviendas agrupadas en altura. El objetivo general del presente trabajo es exponer los estudios realizados sobre la estructura y la subestructura para evaluar la viabilidad de su refuncionalización.



Figura 1. Shopping de Villa Mercedes (San Luis). a) Vista por calle Pescadores. b) Vista de la esquina. c) Vista por calle Pedernera.

La documentación disponible incluía planos municipales del edificio correspondiente a la remodelación de 1999, en los cuales se identificaban un subsuelo técnico para la caja de ascensores, una planta baja y tres niveles superiores, ver Figura 2. No se contaban con planos originales de su construcción inicial, ni antecedentes de las modificaciones realizadas. En una primera etapa se buscó estudiar y definir el estado de la estructura de hormigón y de sus fundaciones, además de establecer criterios para una eventual realización de refuerzos, plantear condicionamientos de proyecto o rehabilitación estructural, para dar funcionalidad al proyecto de viviendas agrupadas diseñado por los arquitectos Rolando, Fuzs, Gramoy y Caballero, ver la Figura 3 y la Figura 4.

La información técnica disponible sobre la intervención de 1999 debió verificarse mediante una campaña de auscultación estructural y subestructural (incluyendo aspectos geotécnicos para fundar un nuevo sector sin construcción), ver Figura 4. El relevamiento permitió identificar tres bloques de intervención (Bloque A, Bloque B y Bloque C) y determinar las características de los materiales, las dimensiones de los elementos estructurales, la tipología y disposición de las armaduras, las patologías existentes y las condiciones del suelo de fundación.

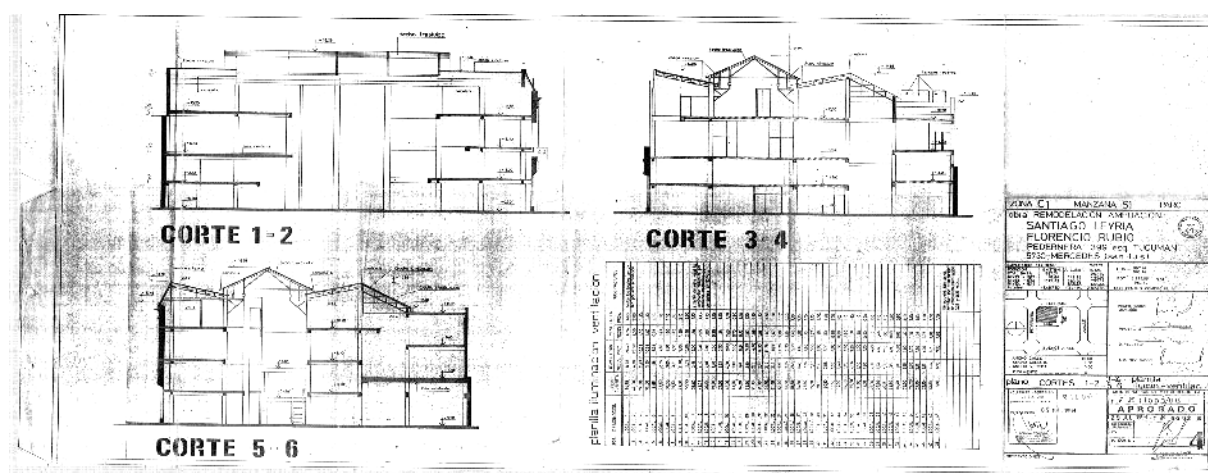


Figura 2. Cortes de los planos antecedentes de estructuras (shopping).



Figura 3. Render del nuevo proyecto de viviendas agrupadas en Villa Mercedes (San Luis). a) Vista por Pescadores. b) Vista de la esquina. c) Vista por Pedernera.

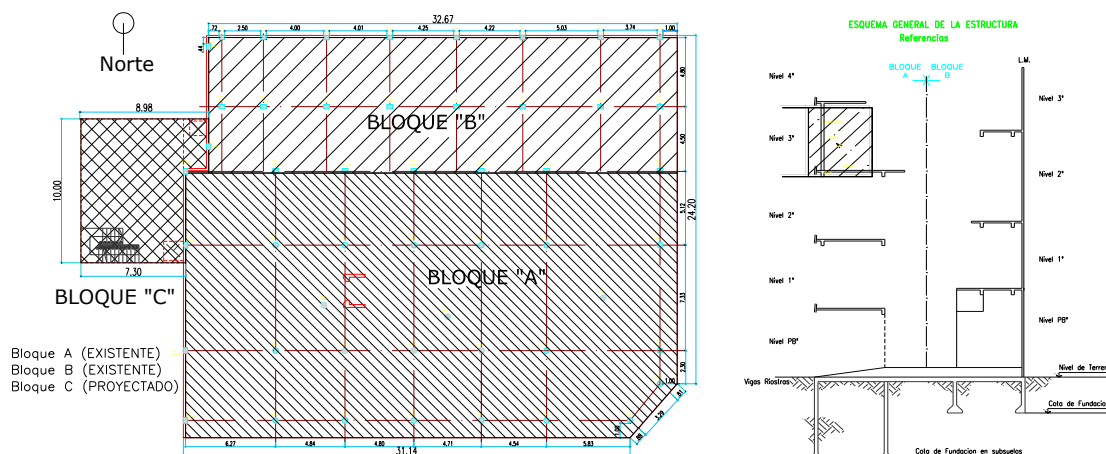


Figura 4. Planta general con la identificación de los tres bloques a intervenir. Corte esquemático los bloques existentes, A y B.

2.0 TRABAJOS REALIZADOS Y ANALISIS GENERAL

2.1 Relevamiento estructural.

La auscultación estructural, se diseñó en dos grandes etapas: una primera orientada a verificar la calidad del hormigón y una segunda destinada a cuantificar armaduras y relevar su disposición real en los elementos resistentes. Para ello se recurrió a ensayos directos e indirectos sobre hormigón, incluyendo extracción y rotura de testigos de hormigón en laboratorio, realización de ensayos in-situ, esclerometría, ultrasonido y pulsos eco. Los ensayos destructivos y no destructivos se realizaron por sectores en coincidencia con los bloques existentes, dado que estos, según el proyectista, fueron construidos en diferentes etapas. La Tabla 1. presenta un resumen de estos trabajos realizados, cuyos detalles se desarrolla en las Tablas 2 a 7.

El relevamiento de armaduras se realizó por métodos indirectos, como el pachómetro, y por métodos directos mediante remoción del recubrimiento hasta exponer las barras. Estas tareas permitieron identificar cantidad, diámetro, posición, tipo de acero y estado aparente de barras en vigas, columnas y losas. La Figura 5 presenta imágenes de la campaña de auscultación estructural realizada en agosto de 2009 por el equipo técnico del Laboratorio de Estructuras de la UNC.

Bloque A

Bloque A

PUNTO	ESTRUCTURA	NIVEL	ENSAYOS						TENSION DE ROTURA (Mpa)	
			PULSO ECO (m/seg)	ULTRA SONIDO (m/seg)	ESCLEROMETRIA (Mpa)	TESTIGO (Mpa)	ULTRA S. TESTIGO (m/seg)	CARBONATACION (mm)	A	B
1	C 7	3°	3044	3282	xxx	xxx	xxx	xxx	20.3	21.9
2	C 12	3°	2959	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	19.9	xxx
3	C 13	3°	3249	3262	xxx	xxx	xxx	xxx	21.8	22.2
4	C 11	3°	3152	3360	xxx	xxx	xxx	xxx	21.1	22.9
5	C 14	3°	2960	xxx	39	20.9	3033	9.7	19.9	20.9
6	C 19	3°	3072	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	20.5	xxx
7	C 19	3°	3432	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	23.2	xxx
8	C 27	3°	3249	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	21.8	xxx
9	C 22	3°	3328	xxx	38	xxx	xxx	xxx	22.4	21.2
13	Viga C9-C13	Piso del 3°	3313	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	22.3	xxx
16	C 9	2°	3320	xxx	37	xxx	xxx	xxx	22.4	20.2
17	Viga C9-C7	Piso del 3°	3096	xxx	xxx	21.0	3079	5.3	20.7	21.0
18	C 4	2°	2848	xxx	39	xxx	xxx	xxx	18.9	22.2
19	C 19	2°	4651	xxx	40	xxx	xxx	xxx	32.2	23.2
20	C 22	2°	2778	xxx	36	xxx	xxx	xxx	18.3	18.9
22	Losa Juego	Piso del 1°	3041	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	27.0	xxx
23	C 27	1°	2806	xxx	39	xxx	xxx	xxx	18.6	22.2
24	C 20	1°	3300	xxx	xxx	17.8	2772	17.0	22.2	17.8
25	C 8	1°	3048	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	20.3	xxx
26	C9	PB	2938	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	19.5	xxx
27	C 20	PB	2968	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	19.8	xxx
28	C10	PB	3096	xxx	36	xxx	xxx	xxx	20.7	xxx
35	C 27	2°	xxx	xxx	36	xxx	xxx	xxx	18.9	xxx
38	C 22	1°	xxx	xxx	44	xxx	xxx	xxx	27.2	xxx
40	C 29	2°	xxx	xxx	xxx	24.8	3847	35.0	24.8	xxx
43	C 22	PB	xxx	xxx	xxx	25.0	3678	xxx	25.0	xxx
50	Viga C11-C15	Piso de PB	3351	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	22.6	xxx

PUNTO	ESTRUCTURA	NIVEL	PULSO ECO (m/seg)	ULTRA SONIDO (m/seg)	ESCLEROMETRIA (Mpa)	TESTIGO (Mpa)	ULTRA S. TESTIGO (m/seg)	CARBONATACION (mm)	TENSION DE ROTURA (Mpa)	
									A	B
10	C 37	2°	3423	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	19.8	xxx
11	Viga C31-C32	Piso del 2°	3351	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	18.0	xxx
12	Viga C43-C44	Piso del 3°	3153	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	13.1	xxx
14	C 35	3°	3222	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	20.5	xxx
15	C 38	3°	3437	xxx	32	xxx	xxx	xxx	20.2	15.6
21	Viga C44-C46	2°	3981	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	33.3	xxx
29	C10	PB	3797	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	29.2	xxx
30	C 40	PB	3339	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	17.7	xxx
31	C 45	SS	3930	4045	xxx	38.7	4150	14.3	35.4	38.7
32	Viga C22-C30	Piso del 3°	xxx	xxx	39	xxx	xxx	xxx	38.0	xxx
33	C 34	3°	xxx	xxx	24.1	3697	22.3	xxx	24.1	xxx
36	C 37	1°	xxx	xxx	33	xxx	xxx	xxx	27.6	xxx
37	C 44	1°	xxx	xxx	40	xxx	xxx	xxx	xxx	32.4
39	C 46	2°	xxx	xxx	24.0	3661	16.0	24.0	28.0	xxx
41	C 32	1°	xxx	xxx	28.0	3549	10.7	28.0	xxx	xxx
42	C 22	PB	xxx	xxx	18.9	3455	12.7	18.6	xxx	xxx
44	C 46	PB	3327	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	17.4	xxx
45	C 31	PB	3271	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	16.0	xxx
48	C 37	3°	xxx	xxx	40	xxx	xxx	xxx	0.0	23.8
49	C 34	2°	xxx	xxx	41	xxx	xxx	xxx	24.8	xxx

Tabla 1. Resumen de ensayos destructivos y no destructivos para el Bloque A y B.



Figura 5. Relevamiento fotográfico de algunos ensayos estructurales realizados.

Bloque A

Bloque B

Identificación de testigos	PUNTO	Fecha de ensayo	CARGA DE ROTURA		TENSION DE ROTURA		TENSION CORREGIDA	
			KN	Tn	MPa	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²
7224-1	5	28-08-09	81	8.3	22	221	20.9	210
7224-4	17	28-08-09	78	8.0	21	213	21.0	213
7224-5	40	28-08-09	94	9.5	25	255	24.8	252
7224-7	24	28-08-09	68	6.9	18	185	17.8	183
7224-9	43	28-08-09	92	9.4	25	251	25.0	251

Identificación de testigos	PUNTO	Fecha de ensayo	CARGA DE ROTURA		TENSION DE ROTURA		TENSION CORREGIDA	
			KN	Tn	MPa	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²
7224-2	33	28-08-09	93	9.5	24	250	24.1	251
7224-3	39	28-08-09	89	9.1	24	243	24.0	243
7224-6	41	28-08-09	103	10.5	28	282	28.0	282
7224-8	42	28-08-09	71	7.3	19	195	18.9	194
7224-10	31	28-08-09	145	14.8	39	395	38.7	392

Tabla 2. Identificación y características de las muestras de testigos de hormigón Norma IRAM 1551 en el Bloque A y B.

Bloque A

Identificación de testigos		Tipo de Medición	D mm	Lectura μseg	VELOCIDAD DE ULTRASONIDO m/seg	TENSION DE ROTURA (Mpa)
SILABO	PUNTO					
7224-1	5	Directo	91	30.0	3033	20.9
7224-4	17	Directo	137	44.5	3079	21.0
7224-5	40	Directo	128	35.1	3647	24.8
7224-7	24	Directo	125	45.1	2772	17.8
7224-9	43	Directo	135	38.7	3678	25.0

Bloque B

Identificación de testigos		Tipo de Medición	D mm	Lectura μseg	VELOCIDAD DE ULTRASONIDO m/seg	TENSION DE ROTURA (Mpa)
SILABO	PUNTO					
7224-2	33	Directo	139	37.8	3697	24.1
7224-3	39	Directo	134	36.8	3661	24.0
7224-6	41	Directo	137	38.8	3549	28.0
7224-8	42	Directo	133	38.5	3455	18.9
7224-10	31	Directo	127	30.8	4150	38.7

Tabla 3. Identificación y características de los ultrasonidos en testigos de hormigón endurecido en el Bloque A y B.

Bloque A

PUNTO	ESTRUCTURA	Tipo de Medición	D mm	Lectura μseg	VELOCIDAD DE ULTRASONIDO m/seg	TENSION DE ROTURA (Mpa)
1	C 7 3º Nivel	Directo	400	123.0	3252	21.9
3	C 13 3º Nivel	Directo	400	121.5	3292	22.2
4	C 11 3º Nivel	Directo	400	118.0	3390	22.9

Bloque B

PUNTO	ESTRUCTURA	Tipo de Medición	D mm	Lectura μseg	VELOCIDAD DE ULTRASONIDO m/seg	TENSION DE ROTURA (Mpa)
31	C 45 3º Nivel	Directo	305	75.4	4045	35.4
31	C 45 3º Nivel	Semi Directo	114	27.4	4161	38.4

Tabla 4. Identificación y características de los ultrasonidos en elementos estructurales de hormigón in-situ en el Bloque A y B.

Bloque A

PUNTO	ESTRUC TURA	Espe sor (cm)	ENSAYOS (cm)									PROME DIO	VEL (m/s)	Resist encia Mpa
			1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	C 7 3º Nivel	40.0	LECTURA 48.9	44.7	48.9	48.9	48.9	...	...	...	...	48.1	3044	20.3
			Δ 0	4	0	0	0	0	0	0	0			
2	C 12 3º Nivel	40.0	LECTURA 48.9	51.4	48.9	48.9	48.9	46.7	48.9	...	...	48.9	2089	19.9
			Δ 0	2	0	0	0	0	2	0	0			
3	C 13 3º Nivel	40.0	LECTURA 44.7	44.7	44.7	46.7	44.7	44.7	...	...	...	45.0	3249	21.8
			Δ 0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	C 11 3º Nivel	40.0	LECTURA 44.7	46.7	46.7	46.7	46.7	46.7	46.7	...	...	46.4	3152	21.1
			Δ 2	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	C 14 3º Nivel	30.0	LECTURA 38.7	...	...	...	...	...	...	...	...	38.7	2090	19.9
			Δ 0	...	...	...	...	...	...	...	...			
6	C 19 3º Nivel	30.0	LECTURA 31.1	31.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.4	...	35.7	3072	20.5
			Δ 8	8	2	2	2	2	2	0	...			
7	C 19 3º Nivel	41.5	LECTURA 44.7	44.7	42.8	44.7	...	...	...	...	...	44.2	3432	23.2
			Δ 0	0	1	0	...	...	...	...	...			
8	C 27 3º Nivel	42.0	LECTURA 46.7	48.9	44.7	44.7	51.4	...	...	...	...	47.3	3249	21.8
			Δ 1	2	3	3	4	...	...	...	...			
9	C 22 3º Nivel	36.0	LECTURA 41.1	41.1	38.1	39.5	41.1	39.5	36.7	...	...	39.6	3326	22.4
			Δ 2	2	1	0	2	0	3	...	...			
13	Viga C9-C13 Piso 3º N	25.5	LECTURA 28.5	27.8	...	...	...	...	...	...	...	28.2	3313	22.3
			LC 29	28	...	...	...	...	...	...	...			
			Δ 0	0	...	...	...	...	...	...	...			
16	C 9 2º Nivel	40.0	LECTURA 42.8	44.7	44.7	42.8	44.7	44.7	...	...	...	44.1	3320	22.4
			Δ 1	1	1	1	1	1	1	...	...			
17	Viga C9-C17 Piso 3º N	24.0	LECTURA 28.5	28.5	28.3	28.4	27.8	30.2	27.8	...	...	28.4	3098	20.7
			LC 29	29	28	28	28	30	28	...	...			
			Δ 0	0	0	2	1	1	2	1	...			

Bloque B

PUNTO	ESTRUC TURA	Espe sor (cm)	ENSAYOS (cm)									PROME DIO	VEL (m/s)	Resist encia Mpa
			1	2	3	4	5	6	7	8	9			
10	C 37 2º Nivel	31	LECTURA 31.1	32.1	32.1	32.1	36.3	38.1	32.1	31.1	...	33.1	3423	19.8
			Δ 2	1	1	1	3	5	1	2	...			
11	Viga C31-C32 Piso 2º Nivel	21	LECTURA 22.8	20.5	22.8	23.4	25.1	...	...	...	...	22.9	3351	18.0
			LC 23	21	23	23	25	...	...	...	...			
			Δ 0	2	0	0	2	...	...	...	...			
12	Viga C43-C44 Piso 3º Nivel	20	LECTURA 26.1	23.4	22.8	25.1	22.3	20.5	...	...	...	23.2	3153	13.1
			LC 26	23	23	25	22	21	...	...	...			
			Δ 2	0	0	2	1	3	...	...	...			
14	C 35 3º Nivel	35	LECTURA 38.1	38.1	39.1	41.1	39.5	41.1	41.1	...	...	39.7	3222	14.8
			Δ 2	2	1	1	0	1	1	...	...			
15	C 38 3º Nivel	42	LECTURA 44.7	...	...	...	...	...	...	...	...	44.7	3437	20.2
			Δ 0	...	...	...	...	...	...	...	...			
21	Viga C45-C46 Piso 1º Nivel	20	LECTURA 18.7	18.7	18	...	...	...	...	...	...	18.5	3961	33.3
			LC 19	19	18	...	...	...	...	...	...			
			Δ 0	0	0	...	...	...	...	...	...			
29	C 10 PB	20	LECTURA 19.8	21	17	...	...	...	...	...	...	19.3	3797	29.2
			Δ 1	2	2	...	...	...	...	...	...			
30	C 40 PB	40	LECTURA 42.8	42.8	48.9	42.8	42.8	42.8	...	...	...	43.8	3339	17.7
			Δ 1	1	5	1	1	1	...	...	...			
31	C 45 S.S.	30.5	LECTURA 31.1	26.7	31.1	26.7	31.1	27	27	...	...	28.4	3930	32.6
			Δ 3	3	3	3	3	1	1	...	...			
44	C 48 PB	38	LECTURA 36.7	38.1	44.7	44.7	44.7	...	...	...	...	41.8	3327	17.4
			Δ 5	4	3	3	3	...	...	...	...			
45	C 31 P.B.	40	LECTURA 44.7	46.7	42.8	42.8	44.7	44.7	46.7	...	...	44.7	3271	16.0
			Δ 0	2	2	2	0	0	2	...	...			

Tabla 5. Identificación y características de algunos pulsos eco para determinar la velocidad de ultra sonido en la estructura de hormigón del Bloque A y B.

Bloque A

PUNTO N°	ANGULO IMPACTO		IMPACTOS									PROMEDIOS		INDICE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	P1	P2	
5			LECTURA	40	44	38	38	38	38	42	38			P2+8
			α	0	0	0	0	0	0	0	0			
COL 14	0°		LC	40	44	38	38	38	38	42	38			
3° NIVEL			Δ	1	5	1	3	3	3	1	1			39

PUNTO N°	ANGULO IMPACTO		IMPACTOS									PROMEDIOS		INDICE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	P1	P2	
9			LECTURA	34	38	38	38	40	38	38	40			P2+8
			α	0	0	0	0	0	0	0	0			
COL 22	0°		LC	34	38	38	38	40	38	38	40			
3° NIVEL			Δ	4	0	0	2	2	0	0	2			38

PUNTO N°	ANGULO IMPACTO		IMPACTOS									PROMEDIOS		INDICE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	P1	P2	
19			LECTURA	42	38	40	41	42	44	38	38			P2+8
			α	0	0	0	0	0	0	0	0			
BLOQUE A	0°		LC	42	38	40	41	42	44	38	38			
COL 19	2° NIVEL		Δ	2	2	0	1	2	4	2	4			40

PUNTO N°	ANGULO IMPACTO		IMPACTOS									PROMEDIOS		INDICE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	P1	P2	
35			LECTURA	38	37	34	38	35	34	36				P2+8
			α	0	0	0	0	0	0	1				
BLOQUE A	0°		LC	38	37	34	38	35	34	37				
COL 27	2° NIVEL		Δ	2	1	2	0	1	2	1				36

Bloque B

PUNTO N°	ANGULO IMPACTO		IMPACTOS									PROMEDIOS		INDICE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	P1	P2	
48			LECTURA	42	40	40	40	38	42	42	40			P2+8
			α	0	0	0	0	0	0	0	0			
COL 87	0°		LC	42	40	40	40	38	42	42	40			
3° NIVEL			Δ	2	0	0	0	4	2	2	0			40

PUNTO N°	ANGULO IMPACTO		IMPACTOS									PROMEDIOS		INDICE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	P1	P2	
15			LECTURA	32	30	30	32	34	32	32	30			P2+8
			α	0	0	0	0	0	0	0	0			
COL 88	0°		LC	32	30	30	32	34	32	32	30			
3° NIVEL			Δ	0	2	2	0	2	0	2	2			32

PUNTO N°	ANGULO IMPACTO		IMPACTOS									PROMEDIOS		INDICE
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	P1	P2	
32			LECTURA	38	42	38	40	38	36	42	38			P2+8
			α	0	0	0	0	0	0	0	0			
VIGA C28 -	0°		LC	38	42	38	40	38	36	42	38			
C22			Δ	1	3	1	1	1	3	3	1			39

Tabla 6. Identificación y características de algunas esclerometrías en estructuras de hormigón del Bloque A y B según Norma IRAM 1694.

Bloque A

Identificación de testigos	Fecha de ensayo	Profundidad Carbonatada				Observaciones
		1	2	3	Promedio	
7224-1	25 y 28-08-09	7	8	14	9.7	
7224-4	25 y 28-08-09	7	8	3	5.3	
7224-5	25 y 28-08-09	37	32	36	35.0	
7224-7	25 y 28-08-09	20	14	17	17.0	
7224-9	25 y 28-08-09	0	0	0	0.0	** Ver nota

Bloque B

Identificación de testigos	Fecha de ensayo	Profundidad Carbonatada				Observaciones
		1	2	3	Promedio	
7224-2	25 y 28-08-09	12	23	32	22.3	
7224-3	25 y 28-08-09	13	16	19	16.0	
7224-6	25 y 28-08-09	15	8	9	10.7	
7224-8	25 y 28-08-09	14	12	12	12.7	
7224-10	25 y 28-08-09	16	4	23	14.3	

Tabla 7. Identificación y características de la determinación de la carbonatación en testigos endurecidos.

Los ensayos realizados sobre la estructura existente permitieron estimar resistencias compatibles con hormigones de clases H-17 a H-21, según se muestra en la Figura 4. En el Bloque A, la correlación entre ultrasonido y resistencia a compresión simple de las probetas extraídas, mostró una relación lineal con buen ajuste. Mientras que en el Bloque B también se obtuvo una tendencia aceptable, aunque con mayor dispersión. El relevamiento de las armaduras mostró presencia de acero torsionado ADN-420 y acero liso AL-220.

La inspección visual mostró que el hormigón de las columnas del Bloque A presentaba una compactación más adecuada que el de las columnas del Bloque B. Esta observación se efectuó después de remover parcialmente el recubrimiento de las columnas y también se pudo observar que las armaduras no presentaban signos de corrosión. Sin embargo, se detectaron deficiencias en las longitudes de empalme de barras longitudinales en vigas y columnas, así como daños visibles en los recubrimientos. En las losas se identificaron distintas tipologías constructivas y, en algunos sectores, barras de acero liso con signos de corrosión, ver Figura 6.



Figura 6. a) Acero corroído. b) Deficiencia longitud de empalme. c) Falta de recubrimiento.

2.2 Relevamiento subestructural.

Complementariamente a lo descripto en el punto anterior, la auscultación subsuperficial se organizó en dos etapas: un relevamiento de los cimientos existentes y la carnetización del perfil de geotécnicos. La primera etapa comprendió la ejecución manual de tres pozos a cielo abierto, desde el alumbramiento de las bases existentes a nivel del subsuelo técnico en el sector denominado Bloque A y Bloque B. El objetivo de esta etapa fue relevar dimensiones, cuantía y recubrimiento de los cimientos existentes a través de mediciones indirectas con pulso eco. Además de extraer una muestra inalterada del mejoramiento de suelo-cemento por debajo del cimiento aislado en el bloque A. Esta muestra fue entregada al laboratorio para ser ensayada tenso-deformacionalmente y conocer la capacidad portante existente. Finalmente, sobre esta muestra se ejecutó un ensayo de compresión simple y compresión confinada del mejoramiento de suelo-cemento, en la Figura 7a) se puede ver en el plano especificaciones del mejoramiento.

En la segunda etapa, se realizó un sondeo SPT (Standard Penetration Test) que consiste en la determinación de la resistencia que ofrece el suelo a la penetración dinámica (altura de caída 76 cm., peso 63,5 Kg.) intercalando el cono a punta perdida (hinca dinámica, diámetro 51 mm) con el muestreador Terzaghi para extraer muestras de suelos alteradas (diámetro externo 51mm. y diámetro interno 35mm.) en el sector del Bloque C, ver Figura 8. El objetivo de esta etapa fue identificar el perfil general geotécnico general, establecer la profundidad, el tipo de fundación y método de excavación para construir el nuevo Bloque C que demandaba el proyecto actual.

En la Figura 7.b) se observan las posiciones donde se ubicaron los pozos a cielo abierto (PCA-1 al PCA-3) para alumbrar los cimientos existentes, como así también, la ubicación del sondeo de penetración SPT-1.

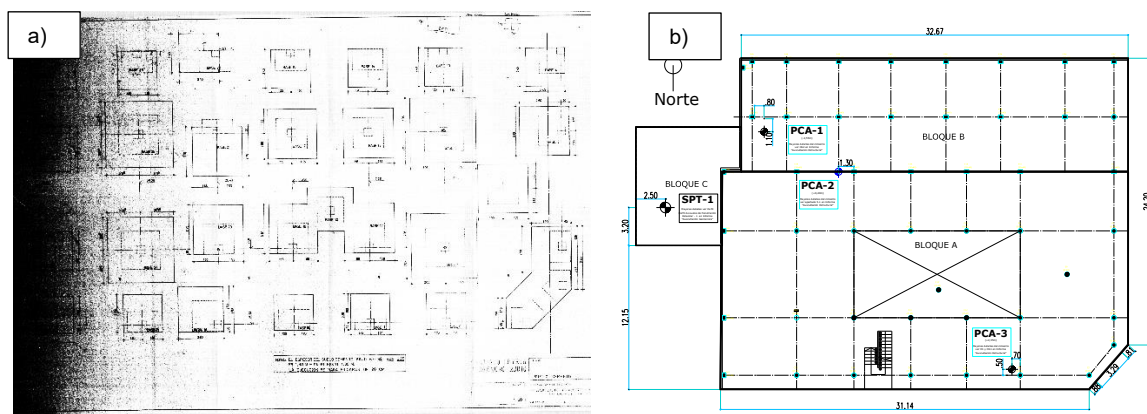


Figura 7. a) Planta de mejoramiento de suelo-cemento. b) Planta de ubicación de las exploraciones subsuperficiales.



Figura 8. Fotografía del sondeo SPT-1 en el Bloque C y vista de algunas muestras.

Mediante los pozos a cielo abierto ejecutados manualmente se pudo reconocer fehacientemente el perfil del suelo e identificar los tipos de fundación existentes, ver Tabla 8. En el sector del Boque A con el PCA-3, se constató que las dimensiones de la zapata aislada N.º 6 coincidían con las indicadas en el plano de fundaciones y con esto corroborar la fiabilidad de la documentación existente. Dado que algunas zapatas estaban expuestas se hicieron mediciones de velocidad de ultrasonido sobre la misma y sobre el contrapiso para determinar espesores del recubrimiento. Desde este estudio indirecto se determinó que el espesor del contrapiso armado era superior a 20cm según lo explorado in situ mediante una auscultación directa (remoción por picado y constatación visual). Esta observación motivó la ampliación del pozo y la extracción de una muestra inalterada del suelo mejorado de apoyo para poder identificar y caracterizar las propiedades que presentaba ese mejoramiento al que se le atribuía un aumento en la resistencia por medición indirecta.

En la Figura 10 se presentan los resultados de los ensayos de compresión confinada y simple, así como una imagen de la muestra inalterada de suelo-cemento. A partir de esta intervención, se ratificó la existencia del mejoramiento de suelo según el plano 7.a), estos ensayos confirmaron que el suelo de apoyo había sido mejorado y que ya no presentaba comportamiento colapsable y cuya presión de fluencia saturada es del orden $1,7\text{kg/cm}^2$, muy superior a la del suelo natural sin mejorar.

Identificación del testigo	Punto 47: Piso del Sub Suelo entre zapata 4 y 11. Zapata/base 6.
Del pulso eco se determinaron las velocidades de ultra sonido:	V1 = 3733 m/seg, V2 = 2887 m/seg, V3 = 4439 m/seg, V4 = 3716 m/seg
Se calibró el equipo para cada velocidad y se determinaron los espesores	E1 = 61,0cm, E2 = 54,1cm, E3 = 39,0cm, E4 = 69,6cm

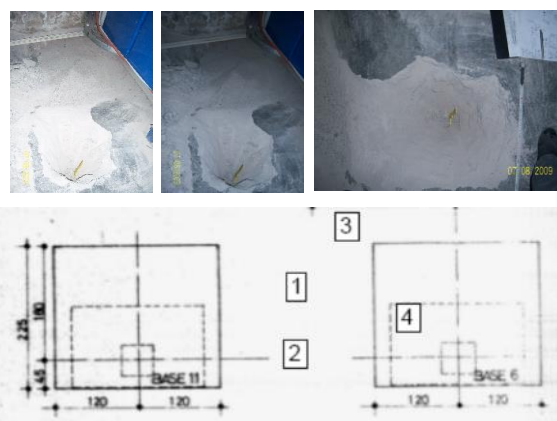


Tabla 8. Determinación del espesor de recubrimiento de elementos en Bloque A.

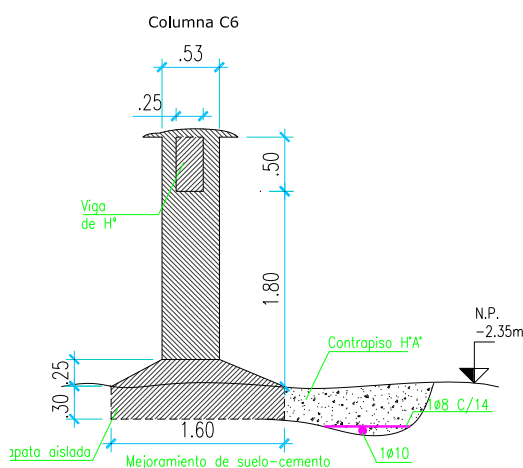
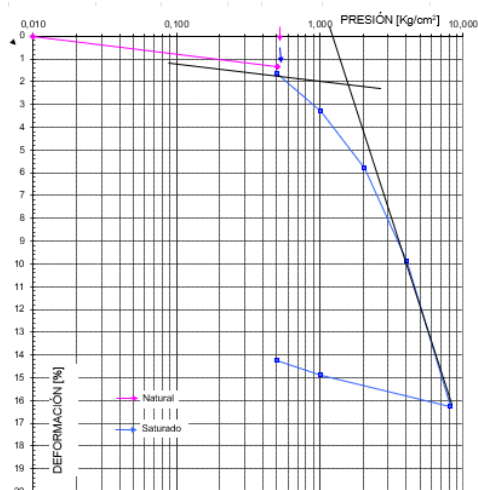


Figura 9. Fotografía y corte de la zapata N 6 existente y relevada en el Bloque A.



Fotografía de muestra inalterada

Resultados del ensayo de compresión confinada doble edómetro



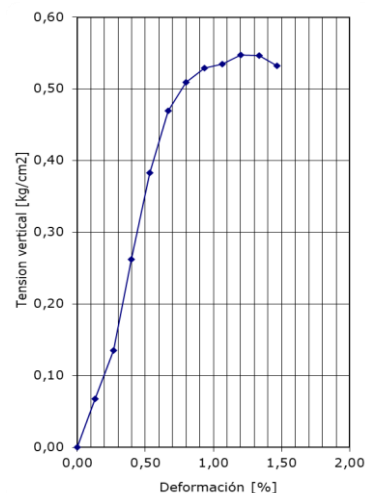
Resultados a humedad saturación

(evalua peor condición)

$$P_{f_{sat}} = 1,7 \text{ kg/cm}^2$$

Salto por colapso = 0,32 % (no es colapsable)

Resultados del ensayo de compresión simple



Resultados a humedad natural

$$S_u = 0,27 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{\text{inicial}} = 50,6 \text{ kg/cm}^2$$

Angulo fricción interno = 10°

Figura 10. Fotografía de la muestra de suelo-cemento y resultados tenso-deformacional.

La segunda etapa tuvo por objeto obtener los parámetros geotécnicos necesarios para diseñar las fundaciones del nuevo Bloque C. Para ello se realizó un ensayo de penetración estándar (ASTM D1586) y se ensayaron en laboratorio las muestras obtenidas, realizando ensayos como: contenido de humedad (ASTM D2216), límites de consistencia (ASTMD4318) y lavado pasante tamiz N°200 (ASTM D1140). En la Figura 11, se observa los resultados obtenidos en el perfil de suelos general de la exploración identificada como SPT-1. Durante la campaña realizada el 5 de agosto de 2009 se detectó el nivel freático (NF) a 8,20 m de profundidad respecto del terreno natural en el SPT-1. Esta información se complementó con antecedentes recopilados del sector, donde el NF podría ascender hasta los 6 metros en otra época del año.

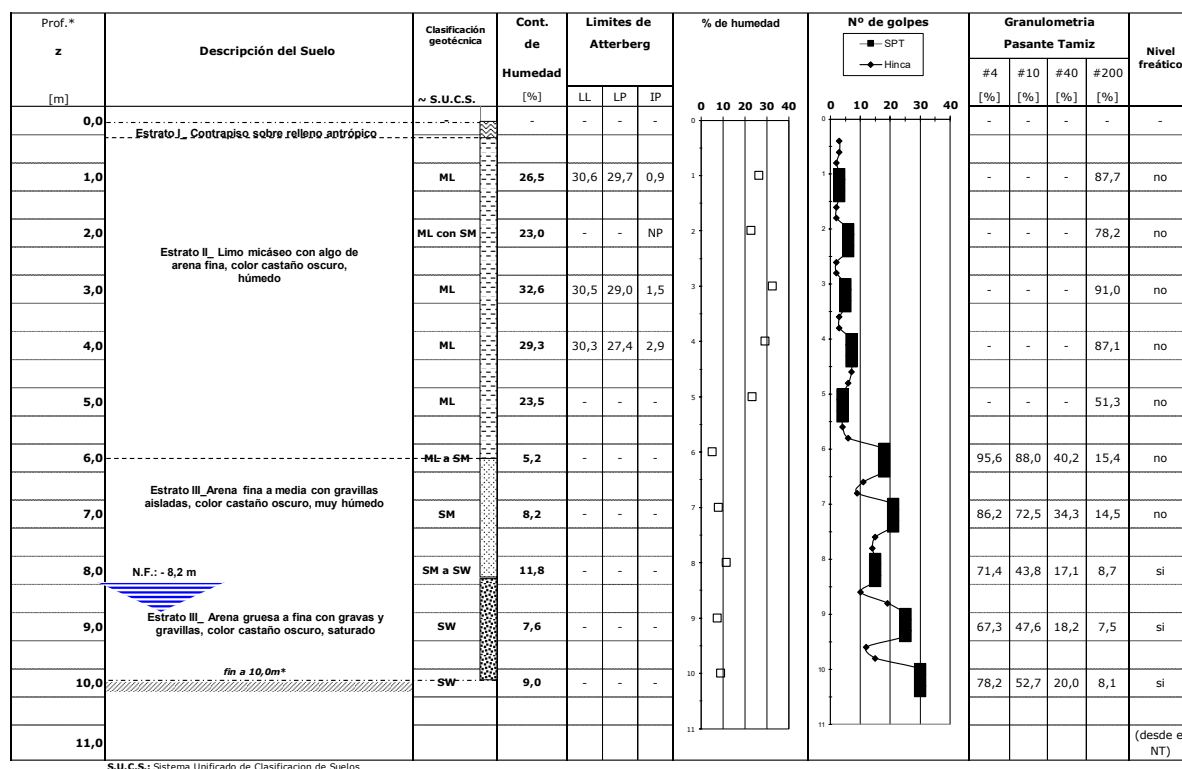
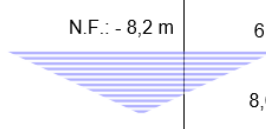


Figura 11. Resumen de ensayos in situ y laboratorio en el Bloque C.

El nuevo Bloque C contemplaba la construcción de seis niveles superiores. Se recomendó adoptar fundaciones profundas hasta aproximadamente 7,0 m respecto del nivel del terreno natural, hasta alcanzar el estrato de arenas medias con gravillas y presencia de limos. Se sugirió utilizar como elementos de fundación pilotes o pozos romanos excavados por medio de técnicas manuales con elementos de contención (aros de hormigón). No se consideró factible ejecutar campanas o ensanchamientos de punta debido a la presencia de suelos desmoronables (SM a SW según la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

La fundación profunda propiamente será de hormigón elaborado H-17 y acero normalizado ADN-420. Los parámetros de cálculo a adoptar para esta alternativa serán los indicados en la Tabla 9. Se utilizó el método de Meyerhof para determinar la resistencia de punta y el método “ β ” para determinar la resistencia friccional de estos suelos granulares.



Profundidad [m]	Estrato	Resistencia friccional admisible [Kg/cm ²] ^{I y II}	Tensión de punta Admisible [Kg/cm ²] ^{I y II}
0,0 a ~0,5	Estrato I_ Relleno antrópico	0,00	0,00
0,5 a 3,0 3,0 a 6,0	Estrato II_ Limo micáceo	0,00 0,10	0,00 0,55
6,0 a 8,0	Estrato III_ Arena fina a media con gravillas aisladas	0,20	2,0 ^{III}
8,0 a 10,0	Estrato III_ Arena fina a gruesa con gravas y gravillas	0,30	5,0 ^{III}

Nota

^I: 1 [kg/cm²]-10 [Tn/m²]

^{II}: Desde el punto de vista sísmico los suelos son dinámicamente estables y para la verificación de las fundaciones aplicando las solicitaciones obtenidas mediante el reglamento INPRES-CIRSOC 103 (solicitaciones últimas) pueden mayorarse las tensiones admisibles obtenidas por los criterios anteriores, utilizando los lineamientos que figuran en el Capítulo 17, Artículo 17.5.2 del IC-103.

^{III}: Según los antecedentes consultados, este valor puede ser mayor dependiendo del material alumbrado y la profundidad donde se ubique, para ello habría que intensificar los estudios, los cuales escapan al alcance de este informe.

Tabla 9. Determinación de parámetros de diseño para un sistema de fundación profundidad para la construcción del nuevo Bloque C.

3.0 CONCLUSIONES GENERAL

Luego de la realización de los diferentes ensayos y de su análisis de manera singular y general se puede obtener las siguientes conclusiones:

- Se constató que las estructuras correspondientes a los Bloques A y B pueden resistir las cargas gravitatorias actuales, pero no disponen de margen suficiente para afrontar el nuevo estado de cargas sin ejecutar refuerzos frente al nuevo escenario de uso y carga asociado a la refuncionalización del proyecto de viviendas agrupadas. En particular, las vigas y columnas presentan deficiencias frente a acciones sísmicas, por lo que deberán ser intervenidas con refuerzos directos e indirectos.
- La estructura del nuevo Bloque C, deberá diseñarse y construirse de manera independiente a los Bloque existentes (A y B). Deberán disponerse juntas estructurales que eviten la transferencia de cargas entre los bloques y permitan únicamente su vinculación funcional.

- El perfil de suelos que se desarrollan en profundidad presenta dos estratos, el estrato I y estrato II que son de baja capacidad portante para apoyar las fundaciones puntuales del nuevo Bloque C. El estrato III ofrece mayor capacidad resistente a partir de los 7 m de profundidad; siendo utilizado pilotes o pozos romanos excavados manualmente con elementos de contención lateral.
- Las fundaciones superficiales existentes del Bloque A y B apoyadas sobre el mejoramiento de suelos-cemento, sobre el estrato I, presentan una adecuada capacidad portante para el actual y futuro estado cargas de viviendas agrupadas. Por ende, no se necesita planificar refuerzos o submuraciones a las zapatas o bases existentes.
- Se remarca la importancia de realizar estudios de caracterización estructural y geotécnica en edificios existentes que serán objeto de remodelaciones, cambios de uso o intervenciones significativas. Estos estudios son de vital importancia cuando la documentación técnica y los registros de obra son incompletos o inexistentes, o simplemente se quiera reutilizar y refuncionalizar obras existentes de cierta antigüedad o signos de abandono.

Finalmente, cabe mencionar que la caracterización detallada y la reutilización de la estructura existente no solo resuelven la viabilidad técnica del proyecto, sino que representan un beneficio significativo en términos de sostenibilidad ambiental y optimización económica, al reducir drásticamente la huella de carbono y los costos de demolición y disposición de escombros, demostrando el valor de la rehabilitación urbana frente a la construcción nueva.

4.0 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Jorge y Nello Rosas, propietarios del proyecto como así también al grupo de arquitectos Diego Rolando, Gonzalo Fuzs, Diego Gramoy y Raul Caballero por confiar en nuestro profesionalismo. Finalmente, se mencionada que el proyecto de vivienda apareadas se inauguró en el año 2013.