

# **DAMAGE ASSESSMENT PROCESS AND MANAGEMENT STRATEGIES FOR INTERVENTION IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURAL ELEMENTS IN THE BASEMENT OF A RESIDENTIAL BUILDING**

## **PROCESO DE EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ESTRATEGIAS GERENCIALES DE INTERVENCIÓN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO ARMADO EN SÓTANO DE EDIFICIO RESIDENCIAL**

**María Alice, Olavarrieta<sup>1</sup>; Rosa, Malavé<sup>2</sup>; Maria Ysabel, Dikdan Jaua<sup>3</sup>†; María de Jesús, Galíndez<sup>4</sup>; Katerine, Giménez<sup>5</sup>**

*Recibido: 20/01/2026; Evaluado: 01/05/2026; Aprobado: 10/06/2026*

DOI: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica272.4>

### **ABSTRACT**

This study proposes a management model applicable to a condominium to assess and rehabilitate damage to reinforced concrete structural elements in basements. The methodology combines visual inspection, technical diagnosis, and intervention strategies, integrating safety, functionality, and sustainability. Administrative management is linked to technical decisions and validated in a practical case study using destructive and non-destructive testing. Leaks, cracks, concrete spalling, and steel corrosion were detected, affecting 14% of columns, 11% of beams, 33% of brackets, and 38% of slabs. The approach promotes collaborative management among residents, administrators, and professionals, optimizing resources, reducing risks, and improving structural durability in humid and confined urban environments.

**Keywords:** *structural corrosion; structural failures; corrosive environments; DURAR manual*

### **RESUMEN**

Este estudio propone un modelo gerencial aplicado en un condominio para evaluar y rehabilitar daños en elementos estructurales de concreto armado en sótanos. La metodología combina inspección visual, diagnóstico técnico y estrategias de intervención, integrando seguridad, funcionalidad y sostenibilidad. Se articula la gestión administrativa con decisiones técnicas, validándose en un caso práctico con ensayos destructivos y no destructivos. Se detectaron filtraciones, grietas, desprendimiento de concreto y corrosión del acero, afectando el 14% de columnas, 11% de vigas, 33% de ménsulas y 38% de losas. El enfoque promueve una gestión colaborativa entre residentes, administradores y profesionales, optimizando recursos, reduciendo riesgos y mejorando la durabilidad estructural en ambientes urbanos húmedos y confinados.

**Palabras clave:** *corrosión de estructuras; fallas estructurales; ambientes corrosivos; manual DURAR*

---

<sup>1</sup>María Alice, Olavarrieta. Ingeniero Civil. Docente Investigadora en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (ROR:03qgg3111). Venezuela. Miembro de ALCONPAT. Correo: [mariaalice@ucla.edu.ve](mailto:mariaalice@ucla.edu.ve). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0464-7170>

<sup>2</sup>Rosa, Malavé. Magister Scientiarum en Metalurgia y Ciencia de los Materiales en el IVIC. Docente investigadora de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (ROR:03qgg3111). Venezuela. Correo: [rmalave@ucla.edu.ve](mailto:rmalave@ucla.edu.ve). ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8443-025X>

<sup>3</sup>Maria Ysabel, Dikdan Jaua†. Doctora en Ingeniería Civil. Especialista en Patología de la Construcción. Gerencia y Coordinación de Obras Civiles. Docente Investigadora de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (ROR:03qgg3111). Venezuela. Correo: [mydikdan@ucla.edu.ve](mailto:mydikdan@ucla.edu.ve).

<sup>4</sup>María de Jesús, Galíndez. Ingeniero civil. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (ROR:03qgg3111). Venezuela. Correo: [galindezneazoamariadejesus@gmail.com](mailto:galindezneazoamariadejesus@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5407-8775>

<sup>5</sup>Katerine, Giménez. Ingeniero civil. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (ROR:03qgg3111). Venezuela. Vice presidenta de Construcciones Macuservicios, C.A Correo: [katherinegimenezc@gmail.com](mailto:katherinegimenezc@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5280-0935>

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, numerosos conjuntos residenciales bajo régimen de propiedad horizontal descrito en la Ley de propiedad horizontal de la República Bolivariana de Venezuela [1], han evidenciado la aparición de fallas estructurales que comprometen la seguridad, funcionalidad y durabilidad de sus edificaciones. Ante esta problemática, resulta fundamental establecer mecanismos eficaces de asesoramiento técnico y normativo dirigidos a los copropietarios, canalizados a través de las juntas de condominio. El personal de estas instancias debe ser capacitada para identificar, priorizar y gestionar adecuadamente las intervenciones requeridas, garantizando así una respuesta oportuna y sostenible frente a los daños emergentes.

Por tanto, a través del presente estudio se propone un modelo gerencial aplicado en un condominio en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela, para evaluar y rehabilitar daños en elementos estructurales de concreto armado en sótanos. Se articula la gestión administrativa con decisiones técnicas, validándose en un caso práctico con ensayos destructivos y no destructivos. El enfoque promueve una gestión colaborativa entre residentes, administradores y profesionales, optimizando recursos, reduciendo riesgos y mejorando la durabilidad estructural en ambientes urbanos húmedos y confinados.

En Venezuela el concreto armado es uno de los materiales más empleados en la construcción de obras civiles, gracias a sus propiedades de resistencia mecánica y durabilidad, pero la mayoría de las edificaciones han sido diseñadas bajo criterios técnicos centrados en la resistencia estructural. Sin embargo, estas estructuras están expuestas de forma constante a factores ambientales que aceleran su deterioro. Por ello, la durabilidad de las mismas ha cobrado creciente relevancia, lo que ha impulsado investigaciones donde se plantea la necesidad de incorporar en el diseño no solo criterios de resistencia mecánica, sino también la capacidad para resistir ataques de naturaleza química, física y biológica [2].

Las fallas estructurales pueden ser diversas, y

muchas de ellas provocan daños permanentes, por ello, es fundamental que las edificaciones cuenten con un adecuado programa de mantenimiento, que permita corregir oportunamente los deterioros y garantizar tanto la seguridad como la prolongación de su vida útil.

Cabe destacar que, en numerosos casos, las fallas no se deben únicamente a la falta de mantenimiento o al uso inadecuado de las áreas, sino que también pueden originarse por deficiencias del proyecto, errores en la ejecución de la obra o baja calidad de los materiales empleados. Estos factores pueden generar deterioros parciales o totales, cuya rehabilitación implica costos elevados [3].

En función de esta problemática se han documentado casos de corrosión y fallas estructurales en sótanos de edificaciones ubicadas tanto en zonas costeras como en áreas interiores, proponiéndose recomendaciones y alternativas de reparación [4]. Otro estudio que incluye problemas en el proyecto, fue el caso de un condominio que consta de 31 viviendas con evidentes señales de fallas, construidas sobre un terreno no consolidado; el análisis estructural demostró insuficiente capacidad de respuesta ante las sollicitaciones de servicio, alta vulnerabilidad sísmica y deficiencias en la cantidad y distribución del acero de refuerzo, lo cual conllevó a un reforzamiento estructural [5].

Finalmente, el proyecto que dio origen a la presente publicación realizó el levantamiento de fallas, el informe diagnóstico y la propuesta de reparación, del sótano de un edificio residencial habitado, que reportó daños estructurales en algunos elementos como columnas, vigas y ménsulas [6].

## 2. DESARROLLO

El caso de estudio corresponde a un conjunto habitacional conformado por dos torres de concreto armado. A diez años de su ocupación, comenzaron a evidenciarse filtraciones en el sótano, afectando algunas columnas y vigas, lo que representaba un riesgo potencial para los usuarios. Ante esta situación, la junta de condominio solicitó apoyo profesional especializado con el propósito de realizar una

inspección y elaborar los planos estructurales correspondientes, para así obtener propuestas de intervención y gestionar su reparación.

Para atender el requerimiento de intervención estructural del sótano, se definió un procedimiento técnico-administrativo que contempló tanto los aspectos técnicos como las particularidades sociales del inmueble. La edificación está completamente habitada y presentó desafíos adicionales relacionados con la toma de decisiones colectiva, la disponibilidad de recursos financieros y la planificación de la obra sin comprometer la habitabilidad.

Las fases que se cumplieron para el abordaje de este estudio constaron de:

- Inspección ocular y mapeo de daños
- Proyecto de diagnóstico patológico y propuestas de intervención
- Procedimiento de reparación estructural en un condominio

### **2.1. Inspección Ocular y Mapeo de Daños**

Para el año 2017, el conjunto residencial contaba con 15 años de ocupación, para ese momento se realizó una inspección ocular preliminar con el objetivo de emitir recomendaciones generales. Se efectuó un registro fotográfico sistemático y se identificaron aspectos relevantes del diseño arquitectónico, compuesto por varios cuerpos estructurales [7]. Posteriormente se realizó una segunda fase de evaluación, acudiendo a la oficina de catastro del municipio para la obtención de los planos arquitectónicos del conjunto.

Para tener mayor información del histórico de la edificación, también se buscó la opinión de los ingenieros estructurales creadores del proyecto inicial. Se actualizó el diagnóstico mediante un nuevo levantamiento fotográfico, clasificación de tipologías de fallas y cuantificación de los elementos afectados. Se hizo el croquis con la sintomatología, en donde se ubicaron las fallas y se dividió el área en dos zonas: sótano (columnas, ménsulas, vigas, losas y muro perimetral) y nivel planta baja. Todo este proceso quedó formalizado en el documento Mapeo de Daños del Sótano [7], el

cual confirmó la persistencia y agravamiento de los daños. Este informe fue entregado por los propietarios a la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Ingeniería Civil, para solicitar asesoría técnica.

### **2.2. Proyecto de Diagnóstico Patológico y Propuestas de Intervención**

Durante la asesoría técnica, los profesionales especialistas recomendaron contratar una empresa especializada en patología estructural, a fin de llevar a cabo el proyecto diagnóstico y definir las metodologías de intervención. Los propietarios, a través de su junta de condominio, convocaron a diversas empresas contratistas especializadas para que presentaran ofertas tanto del proyecto diagnóstico como de las propuestas de intervención. En el proceso, se solicitó evidencia de experiencias previas y los currículos de los profesionales expertos que participarían en el proyecto de reparación. Asimismo, los propietarios exigieron que la empresa contratada incluyera a los expertos de la universidad como asesores.

El proyecto comenzó con la clasificación del ambiente de exposición, conforme a la Norma Técnica Fondonorma 4015:2012 [8], lo que permitió contextualizar las condiciones ambientales que influyen en el deterioro de la estructura. Se realizó el levantamiento planimétrico del sótano para elaborar los planos estructurales. A continuación, se llevó a cabo una inspección visual detallada, siguiendo la metodología del manual DURAR [9].

Se recolectó información técnica sobre cada elemento deteriorado: descripción de fallas, extensión, gravedad, hipótesis causales y registro fotográfico. Con estos datos se analizó el mecanismo de falla; y para formular y verificar las hipótesis, se realizaron ensayos “in situ” en elementos sanos y dañados, estadísticamente seleccionados, incluyendo medición del recubrimiento del concreto, pruebas de carbonatación, extracción de núcleos para la resistencia mecánica y porosidad aparente del concreto. Con toda esta información, se presentó el proyecto

diagnóstico [7].

### **2.3. Procedimiento de Reparación Estructural**

La planificación de la reparación estructural del sótano incluyó las siguientes etapas.

#### *Etapas iniciales*

Observación de daños. Solicitud formal de evaluación a la universidad. Desarrollo del proyecto diagnóstico con inspección detallada, análisis de muestras y formulación de hipótesis. El informe incluyó causas, riesgos y recomendaciones. Presentación del proyecto en asamblea de propietarios, incluyendo alternativas de reparación, costos y cronograma.

#### *Aprobación y contratación de la obra*

El proyecto diagnóstico y las alternativas de reparación fueron presentadas a la asamblea de propietarios, se aprobó el contrato de la primera etapa, considerando que por razones financieras la reparación se haría por fases. De la revisión del proyecto diagnóstico se derivaron:

- Etapa 1: Ménsulas, Columnas y vigas de las torres A y torre B, con mayor porcentaje de daños y las juntas de dilatación que bordean ambas torres
- Etapa 2: Eliminación de jardineras y ajustes de pendientes del nivel planta baja, culminación las juntas de dilatación
- Etapa 3: Ménsulas, Columnas y vigas del sótano con daños, que no fueron reparadas en la Etapa 1. Muro de fosa del ascensor con daños y muro perimetral
- Etapa 4: Reparación de losas y proyecto de paisajismo nivel planta baja

El contrato incluyó especificaciones técnicas, tiempo de ejecución, garantías y supervisión, con mecanismos de valuación y retención. Desde el punto de vista legal, en Venezuela, las leyes y normativas que aplican en estos casos tienen su base en la Ley de Propiedad Horizontal [1], y el documento de condominio propio del conjunto residencial.

#### *Financiamiento*

Los elementos a intervenir en la primera etapa

fueron definidos por los ingenieros, la contratista y la junta de condominio, en función de criterios técnicos y recursos disponibles. Se estableció un mecanismo de pago mediante cuotas extraordinarias.

#### *Ejecución de la primera etapa*

Se seleccionaron los miembros del sótano a reparar y el orden de intervención de cada uno, para luego proceder con el acordonamiento del área, apuntalamiento para liberar cargas y garantizar estabilidad, preparación de superficies (demarcación, limpieza), considerada crítica para el éxito de la reparación [10]. La descripción detallada de la reparación excede el alcance de este trabajo.

#### *Recepción y seguimiento*

Al finalizar la etapa, se entregó un informe con planos actualizados, fotografías y recomendaciones para las siguientes fases. Se estableció un plan de monitoreo periódico para prevenir recurrencias.

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1. Descripción del Conjunto Residencial**

El conjunto residencial objeto de estudio posee una antigüedad de 23 años, si se infiere una vida de servicio de 50 años, se encuentra aún por debajo, tiene una superficie total aproximada de 15867 m<sup>2</sup>. Está conformado por dos módulos de torres de 13 niveles cada uno, destinados a uso habitacional. La estructura fue ejecutada mediante el sistema tradicional de concreto armado, con pórticos ortogonales vinculados simétricamente al núcleo central. Cada módulo se identifica como Torre A (A1 y A2) y Torre B (B1 y B2), con un núcleo central que alberga la escalera y la fosa de dos ascensores.

En el nivel de planta baja se ubica la caseta de vigilancia, un estacionamiento para 22 vehículos en el lado este, dos aberturas de ventilación, un parque infantil y jardines perimetrales que delimitan el área exterior. La losa de planta baja es del tipo nervada, armada en una sola dirección y revestida con caico. La estructura principal de esta losa es aporticada y se apoya sobre ménsulas, lo que permite reducir las restricciones de continuidad

causadas por cambios de rigidez, disminuir la longitud de las losas y funcionar como techo del sótano [11]. El nivel sótano tiene una superficie de 433 m<sup>2</sup> por torre, con un total de 93 puestos de estacionamiento distribuidos en 3760 m<sup>2</sup>.

Se constató que en años anteriores se realizaron intervenciones correctivas en las jardineras perimetrales de planta baja: en 2011 se aplicó un producto polimérico

impermeabilizante y en 2014 se utilizó mortero impermeabilizante, previa remoción de la tierra. También se reemplazó el pavimento del área de estacionamiento de planta baja. Estas acciones mitigaron parcialmente algunas fallas estructurales, aunque otras persistieron o se agravaron con el tiempo [8]. En la Figura 1 se observa el nivel planta baja con las dos torres y el croquis estructural del sótano.



**Figura 1.** Nivel planta baja en Torre A, Torre B y croquis estructural sótano. Fuente: los autores

#### *Clasificación ambiental*

Las estructuras están expuestas de forma continua a factores ambientales que aceleran su deterioro. Para el diagnóstico, se caracterizó el entorno de la edificación con los siguientes datos: Zona geográfica tropical, Ubicación geográfica urbana, Temperatura promedio anual 26°C, humedad relativa promedio anual 72 % y velocidad del viento promedio 8km/h, [12]. Con base en estas condiciones, el

ambiente se clasificó como C3 según la Norma Técnica Fondonorma NTF 4015:2012 [8] (Tabla 1). Dada la naturaleza confinada del sótano, se infiere la presencia de microclimas caracterizados por una humedad relativa moderada y acumulación de monóxido de carbono, condiciones que, de acuerdo con la literatura, propician los procesos de carbonatación y la consecuente corrosión del concreto armado.

**Tabla 1.** Tipo de ambiente según la Norma NTF 4015-2012. Fuente: [8]

Clase	Subclase	Tipo de proceso	Desig.	Descripción
No Agresivo	Seco	Ninguno	C0	Concreto en ambiente seco y protegido de la humedad, no sometido a condensación. Humedad $\leq 40\%$
	Concreto en contacto humedad alta	Corrosión	C1	Concreto en ambiente con alta humedad relativa $\geq 80\%$ . Independiente de contaminación por SO <sub>3</sub> y CO <sub>2</sub>
Rural/urbano	Concreto en contacto humedad baja	Por	C2	Concreto en ambiente con humedad relativa entre 40% y 50%. Independiente de contaminación por SO <sub>3</sub> y CO <sub>2</sub>
	Concreto en contacto humedad moderada	Carbonatación	C3	Concreto en ambiente con humedad relativa entre 50% y 80%. Con contaminación por SO <sub>3</sub> y CO <sub>2</sub>

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Inspección Ocular y Mapeo

Durante la inspección ocular inicial [7], se evidenciaron juntas de construcción que reflejan la segmentación del sistema estructural en planta baja y sótano observado en la Figura 2.

Las manifestaciones patológicas incluyeron:

- Filtraciones de agua de lluvia
- Humedad en paños de la losa-techo del

sótano

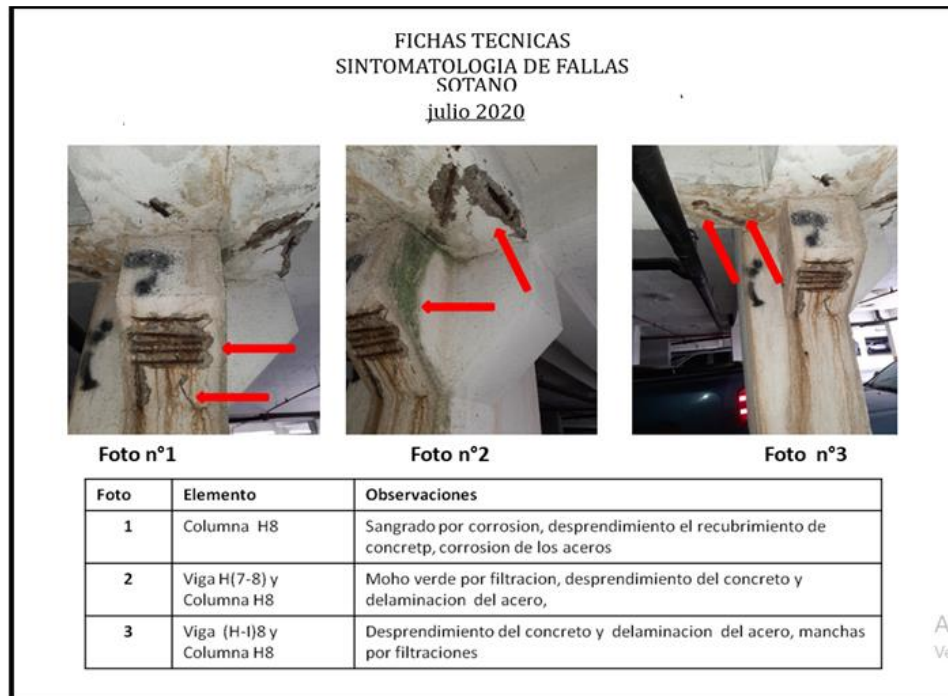
- Grietas verticales en columnas
- Acumulación de agua sobre la losa-techo
- Desprendimiento de recubrimiento de concreto
- Corrosión activa en el acero de refuerzo de vigas y columnas
- Filtraciones en el muro perimetral
- Formación de eflorescencias



**Figura 2.** Planilla de sintomatología de fallas. Fuente: [7]

El mapeo posterior [7], reveló daños visuales en 17 columnas y 6 ménsulas, concentrados principalmente en el tercio superior, atribuibles a filtración y carbonatación (Figura 3). También se identificaron daños en 22 vigas y losas. En planta baja se observó la presencia

de jardineras, cuyo funcionamiento podría contribuir a las filtraciones hacia el sótano, así como anclajes del parque infantil que podrían facilitar el ingreso de agua hacia la cara inferior de la losa-techo.



**Figura 3.** Planilla de sintomatología de fallas en ménsulas y vigas. Fuente: [7]

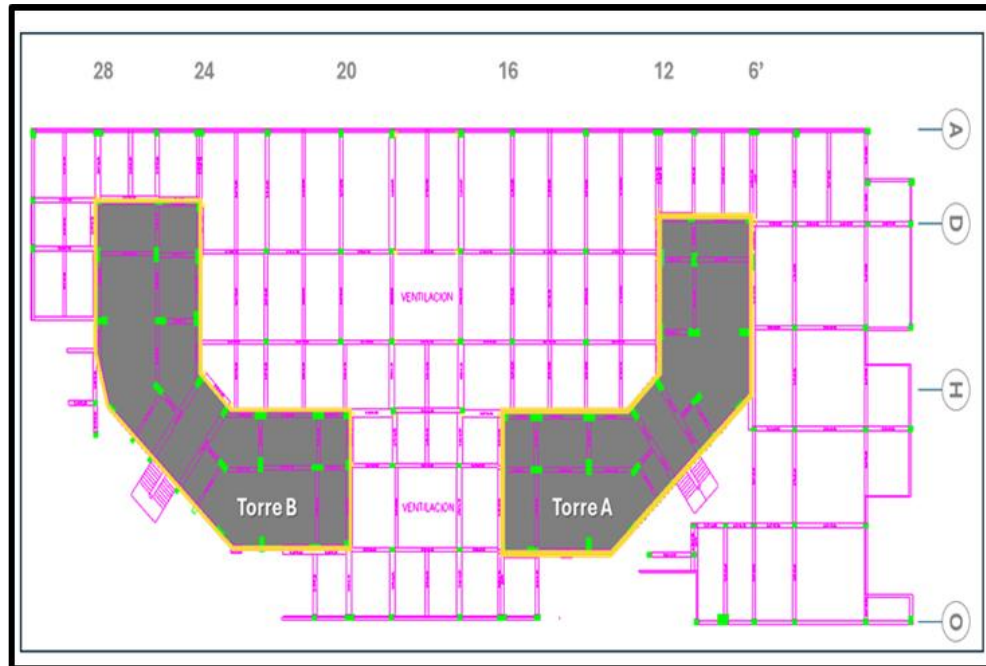
#### 4.2. Diagnóstico Patológico

En la Figura 4 se presenta el plano estructural del sótano, donde los ejes se ubicaron en los centros de vigas, dado que muchas columnas son asimétricas. Se trazaron 42 ejes horizontales (numerados del 1 al 28, incluyendo variantes como 2', 4') y 22 ejes verticales (letras de la A hasta la O, con variantes como B', H') [6].

También se levantó el plano estructural de planta baja, Figura 5, donde se observan las jardineras que rodean las torres A y B, así como el muro perimetral norte y este y las juntas de construcción que se destacan en color naranja.

El levantamiento planimétrico del sótano permitió cuantificar una población total de elementos estructurales de: 125 columnas rectangulares, 52 ménsula, 297 vigas, 108 losas de techo, 4 muros fosas de ascensores y 1 muro perimetral de concreto. Durante el levantamiento de sintomatología, se identificaron los siguientes síntomas:

- Manchas de óxido
- Humedad y microorganismos
- Desprendimiento de concreto y friso
- Exposición y delaminación del acero
- Eflorescencias
- Formación de estalactitas y estalagmitas
- Corrosión
- Presencia de grietas y fisuras



**Figura 4.** Plano estructural del sótano, destacando algunos ejes. Fuente: [6]



**Figura 5.** Plano estructural del nivel planta baja. Fuente: [6]

Las ménsulas y losas fueron los elementos más afectados, aunque la severidad varió; en la Tabla 2 resume la distribución y porcentaje de

afectación por miembros más no por severidad de daños.

**Tabla 2.** Elementos estructurales del sótano y porcentajes afectados. Fuente: los autores

Miembro	Población	Elementos sanos	Elementos con daños	Porcentaje/ elementos	Porcentaje/ población
Ménsulas	52	35,00	17,00	33	3,000
Columnas	125	108,00	17,00	14	3,000
Vigas	297	265,00	32,00	11	5,000
Losas	108	67,00	41,00	38	7,000
Muro ascensor	4	3,00	1,00	25	0,170
Muro perimetral	1	0,98	0,02	2	0,003
TOTAL	587	479,00	108,00		18,000

Se inspeccionaron todos los elementos estructurales del sótano, se identificaron 108 con daños, se registró en planillas individuales cada miembro deteriorado, especificando ubicación, evidencia fotográfica, descripción

de la falla e hipótesis asociada. Caso ejemplo, se presenta una planilla tipo en la Figura 6, en este caso de la ménsula 23'B que corresponde a la torre B.



**Figura 6.** Sintomatología de falla de ménsula 23'B. Fuente: [7]

### 4.3. Hipótesis de Deterioro

Las hipótesis generadas del proceso diagnóstico son:

- Filtración de agua de lluvia a través de las juntas de construcción y las jardineras ubicadas en la planta baja.
- Recubrimiento de concreto insuficiente, con un promedio menor a 2,4 cm, aunado al uso de separadores metálicos, que

favorecen la corrosión.

- Presencia de microclimas con altas concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que junto con concretos de alta porosidad promedio de 13,01 %, propician procesos de carbonatación y corrosión, especialmente en los separadores metálicos.

Estas hipótesis fueron corroboradas mediante la extracción de núcleos en cuatro tipos de

miembros estructurales de ambas torres, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3.

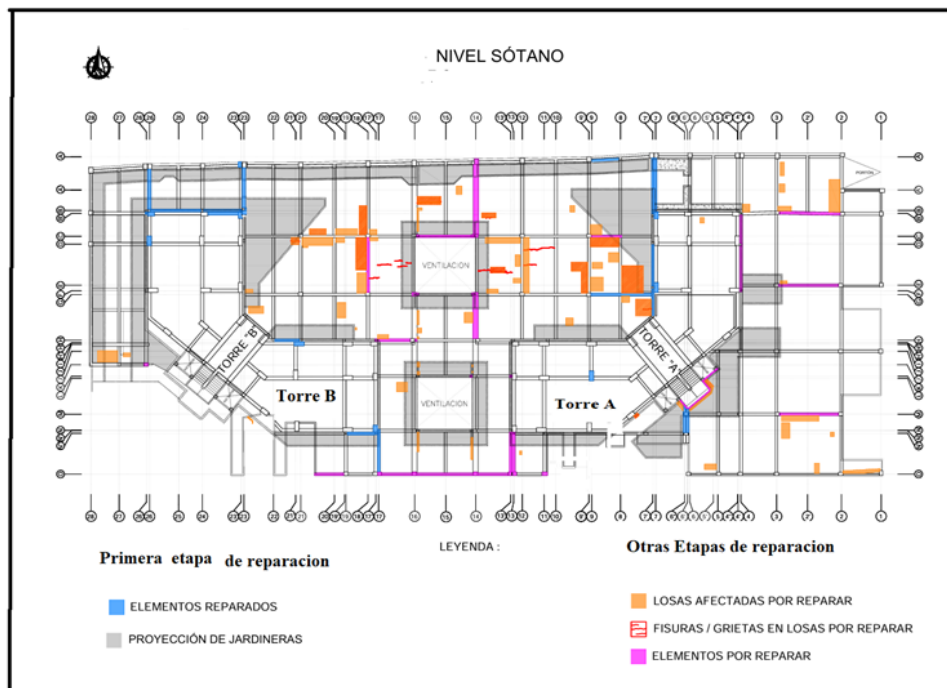
**Tabla 3.** Recubrimiento, Carbonatación y Porosidad de elementos estructurales del sótano. Fuente: los autores

Miembro	Espesor Recubrimiento (cm)	Espesor Carbonatado (cm)	Porosidad Aparente (%)
Columna 7B'	2,50	2,70	11,51
Columna 23B'	2,10	1,50	14,47
Ménsula 23B'	2,00	2,20	13,06
Viga B (23'-24)	3,00	3,00	

#### 4.4. Intervención

Una vez descritas las fallas, analizadas las hipótesis y determinados los mecanismos causales, el equipo técnico procedió a seleccionar los elementos estructurales con mayor nivel de daño e importancia estructural. En el marco de la Etapa 1 del proyecto de reparación, aprobada por la junta de condominio, se priorizó la intervención de columnas, ménsulas y vigas que forman parte esencial de la estructura de las torres. Durante esta fase se repararon:

- 7 columnas, (tres de la torre A y cuatro de la torre B): 6'M, 7F, 9L, 17'L, 21'H'', 26B' y 26D.
- 6 ménsulas, (una de la torre A y cinco de la torre B): 7'B, 17N', 17'N'', 23'B, 23B', 26'B.
- 11 vigas, (cuatro de la torre A y siete de la torre B): 6(M-N'), 6''(M-N''), 7(D-F), G (7'-8), 17(N''-O), 23(A-B'), 26(A-B), B (24-26), B' (23'-24), H (21'-22), N'' (17'-19).

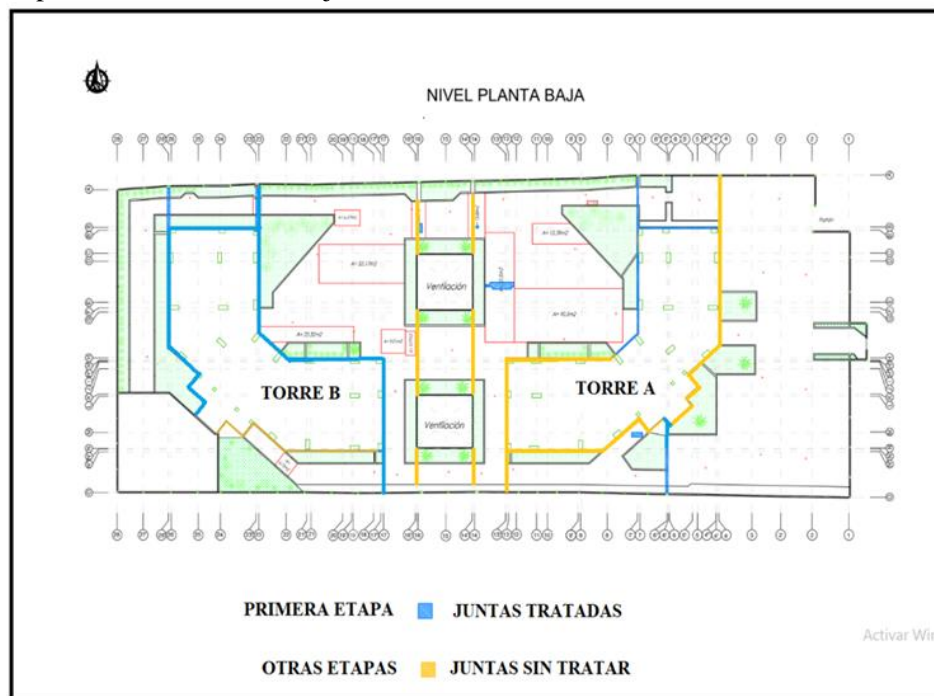


**Figura 7.** Plano del sótano que presenta los elementos con daños estructurales y los reparados en la etapa 1. Fuente: [7]

En la Figura 7 se presenta el plano con los elementos reparados, destacados en color azul

y todos miembros con daños pendientes por reparar. Paralelamente, se abordó la eliminación de las causas identificadas, lo que incluyó la reparación del 60% de las juntas de

construcción, el ajuste de las pendientes en nivel planta baja y la remoción de todas las jardineras ubicadas en ese nivel PB. (Figura 8).



**Figura 8.** Plano nivel planta baja que presenta las juntas tratadas, jardineras eliminadas en verde y juntas sin reparar en amarillo. Fuente: [7]

## 5. CONCLUSIONES

Gerencialmente, el éxito de la intervención dependió de la sinergia entre los especialistas de la universidad como asesoría técnica, la empresa especializada responsable de la ejecución y la junta de condominio como elemento de supervisión, toma de decisiones y financiamiento. Se priorizaron riesgos y elementos críticos, por ello ante la limitación de recursos, la gerencia optó por una ejecución por etapas y la selección de elementos como: columnas y ménsulas con mayores niveles de daño para así garantizar la estabilidad inmediata.

Otro aspecto gerencial importante fue la integración de la comunidad, esta estrategia incluyó a los residentes mediante asambleas informativas sobre costos y cronogramas, lo que facilitó la aprobación de cuotas extraordinarias para el financiamiento de la obra. Se designó a una ingeniera especialista como supervisora de la obra, lo que aumentó

la confianza del condominio y el control de calidad sobre la constructora. La gerencia no se limitó a reparar el daño visible, sino que gestionó la eliminación de las causas, como la remoción de jardineras y la reparación de juntas de construcción en la planta baja

Técnicamente hablando, el conjunto residencial evaluado presenta daños estructurales en varios elementos del sótano, a pesar de su mediana vida de servicio, lo que evidencia deficiencias constructivas y la ausencia de mantenimiento preventivo. Las intervenciones previas realizadas fueron insuficientes, al no abordar las causas: fallas en juntas de construcción, filtraciones por jardineras con concreto permeable y carbonatación inducida por microclimas internos. Se detectaron daños en 14 % de columnas, 11 % de vigas, 33 % de ménsulas y 38 % de losas. Las sintomatologías más frecuentes incluyen filtraciones, desprendimiento de concreto, grietas,

corrosión del acero y carbonatación. La rehabilitación es viable, pero requiere un proyecto técnico riguroso.

Se recomienda a la junta de condominio ejecutar las etapas restantes en corto plazo, para evitar agravamiento de daños, aumento de costos y riesgos estructurales.

Se sugiere, incorporar pruebas complementarias que evalúen el comportamiento integral bajo cargas reales y realice ensayos de durabilidad frente a condiciones adversas para validar la estabilidad a largo plazo. Un análisis costo-beneficio es vital para evaluar la viabilidad económica considerando la disponibilidad local, favoreciendo soluciones sostenibles. Finalmente, se promueve la integración de estas alternativas en normativas y prácticas constructivas, alineadas con el desarrollo sostenible y la innovación en ingeniería civil.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Expresamos agradecimiento al Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, cuyos profesionales y estudiantes aportaron generosamente sus conocimientos para la realización de este trabajo. Asimismo, extendemos un especial reconocimiento a la empresa Inversiones De Tarso C.A., en particular al ingeniero Nelson De Sousa y a todo su personal, por su dedicación y esfuerzo incansable en la materialización de este proyecto.

## 7. FINANCIAMIENTO

La investigación que ha dado origen a este artículo no ha recibido el aporte financiero.

## 8. CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores hacen constar que no poseen ningún tipo de conflicto de interés que pueda influir en la objetividad y transparencia del presente estudio.

## 9. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

MAOP: Redacción, revisión, edición, conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, recursos, validación. RM: Redacción, revisión, edición,

conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, validación. MYD: Conceptualización, análisis estadístico, metodología, validación. MG: investigación, metodología, recursos. KG: investigación, metodología, recursos.

## 10. REFERENCIAS

- [1] República Bolivariana de Venezuela, “*Ley de propiedad horizontal de la República Bolivariana de Venezuela*”, art. 18, 1983), Ley de propiedad horizontal de la República Bolivariana de Venezuela G.O. N 32141 extraordinario, 18 de agosto 1983. Disponible en: <https://www.notiactual.com/texto-completo-de-la-ley-de-propiedad-horizontal-vigente-en-venezuela/>, 1983
- [2] R. Malavé, “*Capítulo IV Durabilidad en obras de concreto armado*” Dikdan, M (Ed), Un enfoque integral... Prevención de daños y rehabilitación de estructuras de concreto armado. pp 61-92, Primera Edición ISBN 978-980-12-6483-5, 2013
- [3] M. Fernández Cánovas, “*Patología y Terapéutica del Hormigón Armado*”, Tercera Edición, Madrid, España, 1994
- [4] O. Troconis de Rincón, M. Sánchez, V. Millano, J. Bravo, y S. Delgado, “Enseñanzas de casos de inspección en sótanos”, *Revista ALCONPAT*, vol. 2, no 2, pp. 109 – 118, 2012
- [5] J. Yepéz, M. Y. Dikdan Jaua, D. Avon, and R. Rojas de Yopez, “Structural adequacy for residential complex in Barquisimeto city. Venezuela”, *Gaceta Técnica*, vol. 16, no. 1, pp. 45-60, 2016
- [6] M. Galíndez, K. Giménez, M. Olavarrieta, y R. Malavé, “Recomendaciones de intervención en ménsulas de concreto armado en un sótano de un edificio ubicado en Barquisimeto estado Lara”, *VI Congreso Venezolano de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, IVCONPATve*, Caracas, Venezuela, 2024
- [7] M. Galíndez, K. Giménez, y M. Olavarrieta, “*Propuesta de intervención*

*de las fallas del sótano del edificio del conjunto residencias pedregal plaza en Barquisimeto, Estado Lara*". Trabajo especial de grado Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela, 2021

- [8] Fondonorma, "Norma Venezolana COVENIN NTF 4015; 2012 Concreto Durabilidad", Caracas, Venezuela, 2012
- [9] O. Troconis, A. Romero, C. Andrade, P. Helene y I. Díaz, "Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado". DURAR, Red Temática XV.B. Durabilidad de la Armadura CYTED ISBN 980-296-541-3, Subprograma XV, Corrosión: Impacto Ambiental sobre Materiales, Maracaibo, Venezuela, 1990
- [10] P. Helene, et. al, "Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón, reparación, refuerzo y protección". Red REHABILITAR, CYTED, Primera Edición, México, 2003
- [11] B. Borzellino, "Diseño de apuntalamiento y recomendaciones estructurales para la reparación de columnas, vigas y losas", Trabajo de Grado, Barquisimeto, Venezuela, 2021
- [12] Weather Atlas, "Clima - Barquisimeto, Venezuela. Weather Atlas" Disponible en: <https://www.weather-atlas.com/es/venezuela/barquisimeto-clima>, 6 de septiembre 2021

## 11. LICENCIA Y DERECHO DE AUTOR

Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Los autores conservan los derechos de autor de los artículos publicados y otorgan al editor el derecho a publicarlos, a ser citados como su editor original en caso de reutilización y a distribuirlos en todos los formatos y medios.

## 12. LICENSE & COPYRIGHT

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-NC-SA 4.0)

Authors retain copyright of the published papers and grant to the publisher the right to publish the article, to be cited as its original publisher in case of reuse, and to distribute it in all forms and media.