

MANTENIMIENTO NO PLANIFICADO COMO DESENCADENANTE DEL MECANISMO DE FALLA EN EL EDIFICIO DEL DECANATO DE CIENCIAS DE LA SALUD DE BARQUISIMETO

UNPLANNED MAINTENANCE TRIGGERED THE FAILURE MECHANISM IN THE BARQUISIMETO HEALTH SCIENCES DEAN'S OFFICE BUILDING

María Alice, Olavarrieta¹; Fabiola, Rodríguez²; Ana Karina, Valero³

Recibido 29/02/2025: Aprobado: 11/05/2025

DOI: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica262.2>

RESUMEN

El estudio caracterizó las principales fallas en miembros estructurales visibles de la edificación del Decanato de Ciencias de la Salud de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado en Barquisimeto, para determinar el mecanismo que ha permitido el desarrollo de dichas fallas. Se aplicó la inspección visual de la edificación. La construcción inició en 1974, es una estructura de concreto armado, acabado obra limpia, constituida por dos niveles, y un área de construcción de 12744,08 m² en planta baja y alta respectivamente, y de 11333,81 m² para planta techo. Se pudo determinar que el ambiente de exposición es C3, es decir, hace sensible al concreto a la agresión por carbonatación. Durante el levantamiento de la sintomatología de las fallas, se pudo comprobó que el mecanismo de falla, inicia por el techo; y la rotura del manto asfáltico representa el 34,09%; en la planta alta la eflorescencia es el 42,34%, y en la planta baja 64,29%. Se presume que la principal causa de las fallas se deba a la falta de mantenimiento que desencadenó el deterioro, por ello se debe realizar un plan para el subsistema de estructura, el de techo y del drenaje, que coadyuve en la extensión de la vida útil de esta importante edificación.

Palabras clave: *mecanismo de fallas en concreto reforzado; corrosión; mantenimiento de estructuras; patología de la construcción*

ABSTRACT

The study characterized the main failures in visible structural members of the Dean's Office of Health Sciences building at the Lisandro Alvarado Centroccidental University in Barquisimeto, in order to determine the mechanism that allowed these failures to develop. A visual inspection of the building was applied. Construction began in 1974. The structure is a reinforced concrete structure with a clean finish, consisting of two levels, and a construction area of 12,744.08 m² on the ground and upper floors, respectively, and 11,333.81 m² for the roof. It was determined that the exposure environment is C3, which makes the concrete sensitive to carbonation damage. During the survey of the symptoms of the failures, it was verified that the failure mechanism begins with the roof; the failure of the asphalt layer represents 34,09% of the failures. On the upper floor, efflorescence is 42,34%, and on the ground floor, 64,29%. It is presumed that the main cause of the failures is due to the lack of maintenance that triggered the deterioration, so a plan must be made for the structural, roof, and drainage subsystems, which will contribute to extending the useful life of this important building.

Keywords: *reinforced concrete failure mechanisms; corrosion; structural maintenance; construction pathology*

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

²Fabiola, Rodríguez. Estudiante de ingeniería civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Venezuela. Correo: aleuzenevfr17@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3368-6938>

³Ana Karina, Valero Estudiante de ingeniería civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Venezuela. Correo: anaanakarinaival@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8719-963X>

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en Venezuela, muchas edificaciones de concreto armado se ven afectadas por la disminución de su vida útil para lo que fueron diseñadas, dejándolas vulnerables ante la posibilidad de colapso. Uno de los factores a tomar en cuenta en estas estructuras, es su falta de durabilidad ante efectos ambientales mostrando la poca importancia dada en la etapa de diseño, a la evaluación de las condiciones de exposición y servicio de los miembros estructurales, lo que se traduce en su deterioro acelerado, con sus correspondientes problemas operativos, mantenimiento, costos de reparación y disminución de su vida útil [1].

A medida que las edificaciones tienen mayor edad o tiempo de construcción tienden a deteriorarse y a presentar problemas estructurales en miembros como muros, columnas, vigas, pisos. Este deterioro o daños, comprometen el estado de una inmueble y su funcionalidad, lo que la hace vulnerable ante agentes externos, poniendo en riesgo la vida de los usuarios [2]. A lo largo del tiempo, es habitual encontrar que las obras civiles venezolanas, son más resistentes que durables por no haber tomado en cuenta algunos factores, como está estipulado en la Norma Técnica Fondonorma para la Durabilidad de Concreto - NTF 4.015: 2012 [3].

También, es inusual encontrar un manual de mantenimiento e inspección rutinaria, un punto muy importante para la durabilidad de la edificación, de allí surgen algunas de las fallas patológicas. El monitoreo de forma periódica en las construcciones realizadas cobra mayor importancia, para establecer una programación de trabajos que mantengan la operatividad de sus funciones en niveles aceptables según su edad, para conservar las estructuras. Haciendo uso de la Norma, las especificaciones son de mayor relevancia cuando se trata de edificaciones educativas.

En el sector educativo de Venezuela, se puede observar escaso mantenimiento en sus construcciones, que según la norma COVENIN 1756-1:2019 [4] se clasifican dentro del grupo A1 y se refiere a

edificaciones de carácter esencial, de funcionamiento vital, en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas humanas o económicas. Es por ello, que esta investigación se une a otras para el fortalecimiento de la línea de investigación que se desarrolla el Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado de Barquisimeto (DIC- UCLA), que desde el año 2007 caracteriza las fallas en edificaciones, relacionándolas con el ambiente de exposición y la influencia que existe con el mantenimiento.

2. DESARROLLO

Esta investigación, se realizó en el Estado Lara, específicamente en el Decanato de Ciencias de la Salud de la UCLA, es una edificación de concreto armado, acabado obra limpia, situada en la ciudad de Barquisimeto. Durante la inspección preliminar se recopiló información que permitió construir la hoja de vida de la estructura, basada en entrevistas y exámenes visuales. Posteriormente, se realizó el levantamiento planimétrico de todo el complejo, donde se identificó las fallas del sub-sistema estructural y techo que componen la edificación logrando la caracterización de las fallas observadas y consideración de algunas hipótesis de causa.

En la Universidad Libre Seccional Pereira en Colombia [5], se realizó una evaluación de la institución con el fin de identificar sus fallas o problemas estructurales y lo realizaron en tres fases: la primera, se efectuaron dos inspecciones para obtener información de la edificación, a través de un levantamiento daños y registro fotográfico, acompañado de ensayos no destructivos. En la segunda fase, se dibujaron o delineamiento de planos utilizando el software ETABS [6], para apreciar fallas de diseño estructural, y en la fase tres se planteó estrategias para el mejoramiento y reforzamiento de la estructura.

Todo ello, determinó que se presenta fisuras y grietas en elementos no estructurales como andenes, pasillos y placas del patio. Además, según el ensayo de esclerometría se llegó a la conclusión, que el concreto no fue afectado y

se encontraba en buen estado, en la fase dos, se comprobó que la edificación cumple las derivas y los índices sobre esfuerzo. Finalmente, en la fase tres, se presentó una serie de recomendaciones a los entes gubernamentales, en el cual se destacó, realizar un mantenimiento preventivo a los elementos no estructurales de la institución Educativa Nueva Granada.

Así mismo, en el Hospital Central de la Fuerza Armada Dr. Carlos Arvelo, Ubicado en la Urbanización San Martín, Caracas [7], se efectuó el estudio patológico en miembros estructurales del Sub-Sótano de la edificación para obtener un diagnóstico de los síntomas encontrados y proponer soluciones. Se realizaron inspecciones previas al lugar donde lograron identificar los síntomas patológicos, apoyándose de reportes fotográficos y planillas. Además, se llevó a cabo un reconocimiento detallado a los elementos, aplicando ensayos de esclerometría y profundidad de carbonatación. Entre los daños identificados se encontró: pérdida de friso, acumulación de agua, humedad, filtración, corrosión, eflorescencia, fuga de agua y acero expuesto. Finalmente, se concluyó que se debe realizar un mantenimiento correctivo y preventivo para garantizar la seguridad de la comunidad que labora en el Hospital.

De esta manera y a la vista de los distintos tipos de elementos estructurales que puedan componer un edificio y de los diferentes procesos patológicos que puedan afectar su integridad, proponen analizar las acciones que se deben llevar a cabo para asegurar la permanencia de su funcionamiento constructivo, a través de un planeamiento general para asegurar que la función constructiva del elemento estructural permanezca inalterada [8].

3. METODOLOGÍA

El diagnóstico de una estructura es un procedimiento complejo, ampliamente descrito en el Manual de Inspección de [9], y establece una secuencia de actividades que permiten de manera planificada, realizar un levantamiento de sintomatología de fallas en una edificación, en este estudio se aplicó esa

metodología de investigación.

3.1 Fases del Proceso

El proceso de recolección de datos y respectiva interpretación de los mismos se llevó a cabo de la siguiente forma:

- Contexto general: inspección preliminar y primera fase del proceso, se realizó un reconocimiento inicial a la edificación, a fin de conocer como está estructurado, cuál es su forma o geometría, que materiales lo conforman, cuál es la condición ambiental que lo envuelve y cuáles pueden ser los factores externos que pudieran afectarle. Además de la información general, se estableció su condición de uso, el estado actual de los elementos componentes de la estructura de los sistemas vinculados, se detectaron los primeros síntomas de fallas, para así establecer una primera valoración intuitiva, soportada por los conocimientos y las experticias de los técnicos encargados.
- Examen visual de la estructura y levantamiento planimétrico, determina si el problema se presenta por igual, en todos los elementos de las mismas características o si existen diferencias, por alguna causa localizada. Para ello, debe realizarse un examen diferenciado, por sub-sistema y miembros, registrando los signos de fallas en el concreto y caracterizando las manchas, fisuras, desprendimientos, degradación, humedad, eflorescencia, abombamientos y oquedades, esto quedará reflejado en su correspondiente ficha de levantamiento de sintomatología de fallas [10].
- Llenado de la ficha de antecedentes o sintomatología de fallas, esta procura recoger información referente a la edad de servicio de la estructura, naturaleza y procedencia de los materiales, dosificación y resistencia característica del concreto, tecnología de fabricación, edad de inicio del problema, reparaciones anteriores, eventuales cambios de uso, forma de construcción (por etapas),

comportamiento ante sismos ocurridos, tipo de mantenimiento realizado, y del ambiente la información que permita caracterizar su agresividad sobre la estructura y demás sistemas componentes de la edificación.

- Con la información recabada en las inspecciones, se procede a hacer el respectivo pre diagnóstico que representa la segunda fase del proceso, generando las hipótesis de causas de todas las fallas encontradas en el sub-sistema correspondiente y sub-sistemas desencadenantes [11]. En este caso, se tomó en cuenta el sub-sistema del techo, y su inadecuado mantenimiento, como probable factor del desarrollo de fallas en otros sub sistemas.

3.2. Instrumentos

Se empleó una ficha de antecedentes, con la que se procura recoger información referente a la edad de servicio de la estructura, naturaleza y procedencia de los materiales, dosificación y resistencia característica del concreto, tecnología de fabricación, edad de inicio del problema, reparaciones anteriores, eventuales cambios de uso, forma de construcción por etapas. Así como, comportamiento ante sismos ocurridos, tipo de mantenimiento realizado, y del ambiente la información que permita caracterizar su agresividad sobre la estructura y, demás sistemas componentes de la edificación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de analizar, los resultados obtenidos en cada fase del procedimiento metodológico establecido en el manual de Inspección de O. Troconis 1997 [9]. Se formuló un contexto general, de la estructura en estudio,

específicamente en la planta techo, a fin de evidenciar la influencia que tiene el medio ambiente de acuerdo a su ubicación, conocer los antecedentes del Decanato y describir características más resaltantes. Información que sirvió para el desarrollo de la investigación, así mismo se mostraran los resultados de las otras plantas.

4.1. Contexto General

El Decanato de Ciencias de la Salud de la UCLA, está dedicado a la formación de profesionales a través de los Programas de Medicina y Enfermería, se encuentra ubicado en la Av. Libertador con Av. Andrés Bello y colinda con el Hospital Universitario “Antonio María Pineda”, Parroquia Catedral del Municipio Iribarren, Barquisimeto Estado Lara (ver Figura 1).

Ahora bien, de acuerdo al registro anual consultado del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) [12] las temperaturas y humedades relativas medias del aire, tomadas de las 71 estaciones climáticas, situadas en algunas partes del territorio nacional, se consideró la más próxima a la zona de estudio, en este caso el Aeropuerto de Barquisimeto, estación 1282. Se obtuvo que la temperatura media oscila entre 24,1 °C y 25,5 °C y la humedad relativa media entre los 65,5% y 74,0% por tanto, la estructura se encuentra en un ambiente urbano con aproximación a humedades relativas superiores a los 70%, clasificando en la designación C3 según la Clases de exposición relacionadas con las condiciones ambientales de la Norma NTF 4015-2012 [3]. En la Tabla 1, se observa lo indicado según Norma, para la clasificación ambiental.

Tabla 1. Clase de exposición relacionada con las condiciones ambientales. Fuente: [3]

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				
CLASE	SUB-CLASE	TIPO DE PROCESO	DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN
Rural/Urbano	Humedad alta y expuestos por lluvia	Corrosión por carbonatación	C3	Concreto en exteriores a la acción del ambiente (alta temperatura y agua de lluvia) en zonas de HR media anual superior al 70%



Figura 1. Imagen satelital del Decanato de Ciencia de la Salud, UCLA. Fuente: Google Maps

La Avenida Libertador de Barquisimeto, es una de las arterias viales más importante del estado Lara, motivo por el cual, tiene gran afluencia de vehículos livianos y pesados, que circulan durante las 24 horas del día y generan una elevada concentración de dióxido de carbono en el ambiente, agente que, junto a la humedad relativa superior 70% presente en la atmósfera, reacciona con los componentes alcalinos del concreto, activando el proceso de carbonatación. Es así que, se afectan las estructuras adyacentes a dicha avenida, situación que lleva a inferir la aceleración del proceso corrosivo a lo largo de los años de algunos elementos estructurales armados.

La construcción de la edificación, fue iniciada en 1974 y culminada en 1987, cuenta con una matrícula de 996 estudiantes de medicina y 267 de enfermería, 330 docentes, 40 empleados administrativos, 12 Aseadores y 11 Vigilantes. Se construyó bajo la Norma Sísmica Provisional de 1967 en virtud a la actualización de la Norma de 1955, por el terremoto ocurrido en la ciudad Caracas en ese mismo año [13].

Es una estructura formada por pórticos de concreto armado, acabado obra limpia, de dos niveles, tiene 06 módulos adosados mediante

juntas de dilatación, el piso es de granito, cerramientos de bloques de arcilla revestidos con azulejos, columnas de amplias luces, losa de entrepiso y losa de techo tipo reticular y aberturas en las losas para la entrada de luz natural al recinto. El área de construcción es de 12744,08 m² para planta baja y alta respectivamente y de 11333,81 m² para planta techo, en forma rectangular en vista de planta, constituida por mezzanina, salones, oficinas, una biblioteca, laboratorios, un auditorio, baños, áreas circundantes, estacionamientos, escaleras, rampas, y cancha deportiva.

4.2. Levantamiento Planimétrico

Se realizaron los planos de la estructura en estudio, con el fin de cuantificar los elementos afectados por fallas, según el levantamiento sintomatológico. En la Figura 3, se observa, la planimetría elaborada, se trata de una edificación rectangular, con seis módulos. Se dividió por plantas y módulos, para facilitar el registro y análisis de las fallas detectadas, consideradas de mayor importancia, logrando una mejor visualización en las fichas técnicas. En esta investigación se presentó el detalle obtenido de la planta techo y los resultados de la planta baja y planta alta.



Figura 3. Edificación del Decanato de Ciencia de la Salud, Planta Baja. Fuente: los autores

4.3. Levantamiento de Sintomatología de Fallas

Se realizaron planillas de “levantamiento de sintomatología de fallas” como registro del sub-sistema estructural, de la planta baja, alta y condiciones de la planta techo. Este registro tiene un encabezado, que es común para todos los registros, donde se identifica el estudio, su ubicación geográfica, sistema estructural, uso, número de pisos, área de construcción edad y fecha de la inspección. Esta cuadrícula tiene,

además, una imagen referencial, el croquis levantado, donde se identifica la localización de la falla, la descripción pormenorizada de la misma, el registro fotográfico y el planteamiento de una o varias hipótesis que pudieran ser las causantes del desarrollo de la falla. Esta información será necesaria para establecer el plan de muestreo posterior, para descartar las causantes y establecer el diagnóstico correspondiente, que corresponde una fase de estudio posterior, y que no se desarrolló en este artículo (ver Figura 4)

LEVANTAMIENTO SINTOMATOLÓGICO DE FALLAS	
Título del Proyecto: Caracterización de las Principales Fallas en la Edificación del Decanato de Ciencia de la Salud de la UCLA. Nombre de la Institución: Decanato de Ciencia de la Salud. N° de Planilla: 59 Tipo de Ambiente: Urbano Tipo de Planta: Techo Fecha de Inspección: 23/06/2021 Tipo de Elemento: Losa de Techo Ubicación del Elemento: Ejes B'-C' entre ejes 6-7	
CROQUIS DEL ÁREA EN ESTUDIO	
DESCRIPCIÓN	
<p>Empozamiento de agua debajo de los equipos de aire acondicionado con un área aproximada de 5.10 m², sentido sureste.</p>	
REGISTRO FOTOGRAFICO	HIPÓTESIS
	<p>Se presumen que el empozamiento se debe a la falta pendiente mínima normada que genera deficiencia en la canalización del agua proveniente de los equipos de aire acondicionado hacia los desagües y humedad.</p>

Figura 4. Planilla de Levantamiento de sintomatología de fallas. Planta techo. Fuente: los autores

El levantamiento se registró en una “planilla de descripción y antecedentes”, para el análisis de las posibles causas patológicas presentes y se menciona la extensión y gravedad de las fallas más frecuentes, el croquis general de la planta correspondiente, la representación fotográfica y antecedentes de la estructura, se observa en la Figura 5.

Finalmente, se engloban de forma general las

fallas encontradas, observando en los miembros estructurales de la planta baja y alta, eflorescencias, sangrado, humedades, exposición de acero del refuerzo, desprendimiento del concreto, fisuras y grietas. En la planta techo se identificó en el manto asfáltico, agrietamiento, desprendimiento, manchas, rotura y además problemas con las pendientes, que permiten el estancamiento del agua.

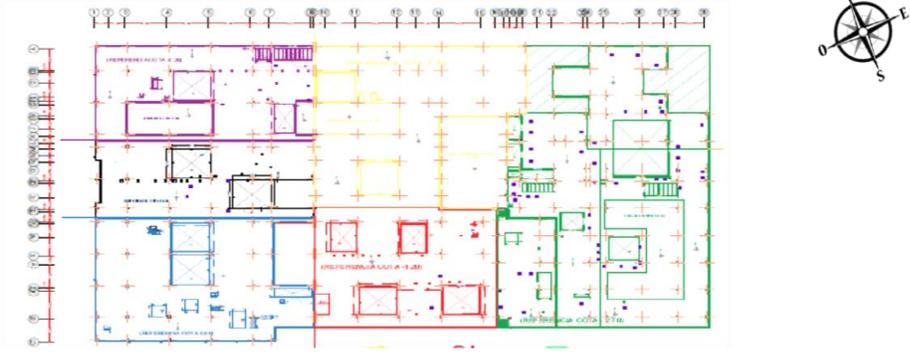
FICHA DE DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES DE LA ESTRUCTURA	
Título del Proyecto: Caracterización de las Fallas de las Principales Fallas en la Edificación del Decanato de Ciencia de la Salud de la UCLA. Nombre de la Institución: Decanato de Ciencia de la Salud. Fecha de Inspección: 23/06/2021 Ubicación: Av. Libertador con av. Andrés Bello al lado de Hospital “Antonio María Pineda” Sistema Estructural: Aporticado de Concreto Armado. Uso: Educativo Municipio: Iribare Número de Pisos: Dos (03)-PT Área de Construcción: 11474,04 m2 Edad: 49 años	
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA	
	
CROQUIS PLANIMÉTRICO DE LA ESTRUCTURA	
	
FALLAS OBSERVADAS	EXTENSIÓN Y GRAVEDAD DE LAS FALLAS
Agrietamiento del manto asfáltico Manchas del manto asfáltico Levantamiento del manto asfáltico Rotura del manto asfáltico Empozamiento de agua	Entre las fallas, la más predominante es el agrietamiento acompañado de manchas, presentes en el manto asfáltico del losa de techo, afectando todo el área. Por último, se posicionan la rotura y levantamiento del manto asfáltico; y empozamiento de agua en áreas puntuales de la losa de techo .

Figura 5. Ficha de descripción y antecedentes de la estructura. Planta techo. Fuente: los autores

En la Figura 6, se observan las manchas de color blanquecino en algunas vigas de la planta baja. La Figura 7, muestra el sangrado y eflorescencia en la parte inferior de la losa

reticular, así mismo, se identificó la coloración blanca de la junta de dilatación producto de la alta permeabilidad, probablemente por falta de tratamiento adecuado.



Figura 6. Manchas en vigas. Fuente: los autores



Figura 7. Manchas blancas y sangrado en losa reticular. Fuente: los autores

4.3. Hipótesis Planteadas

Según la inspección visual se pueden establecer algunas hipótesis de las causas de fallas:

- Se infiere proceso de lixiviación, como consecuencia de la penetración de agua a través de la losa de techo, por el envejecimiento del manto asfáltico, que permite la reacción química del agua con los componentes alcalinos del concreto, normalmente los hidróxidos de calcio, precipitando en forma de carbonato de calcio, por la coloración de sus manchas.
- En los sectores de la losa de techo donde el agua de lluvia o desagües del aire

acondicionado que se estancan, se pudo observar por la parte inferior de la losa, presencia de estalactitas. Se pudieron determinar espesores de recubrimientos bajos, en algunos miembros donde ya estaba a la vista el acero de refuerzo. Estos factores combinados permiten la acidificación del concreto, cuyo pH normal es superior a 12, y lleva a la pérdida de la protección química que provee la capa pasiva en el acero de refuerzo embebido.

- En presencia de humedad se observan manchas de sangrado provenientes de la oxidación y posterior corrosión del acero, provocando su expansión, el desprendimiento del concreto.

Una vez analizada toda la información, la misma se representa en la planilla resumen por cada módulo y piso, donde se presenta el croquis, las fallas en los miembros estructurales, con su respectiva leyenda, identificadas como Troconis O., 1997 [9] establece, que pueden ser, fisuras, grietas, eflorescencia, manchas de óxido, humedad, concreto fofo, desprendimiento de concreto, delaminación del acero y pérdida de friso.

Se procedió a caracterizar las principales fallas seleccionadas por cada módulo, utilizando como herramienta gerencial, el diagrama de Pareto, conocido como Ley 80-20 [14], usado para identificar con mayor facilidad las fallas más vitales y triviales, permitiendo definir un plan prioritario para aquella que tenga mayor índice de importancia y atender el módulo, piso o planta más afectado, y detener el deterioro progresivo de la estructura.

Según la Figura 8, correspondiente al diagrama de Pareto de la losa de techo del Decanato, la rotura de manto, seguidamente de su agrietamiento, resultan ser las fallas de mayor incidencia de deterioro, manifestaciones que corresponden únicamente al envejecimiento de manto asfáltico, lo cual indica la importancia de realizar la sustitución del manto.

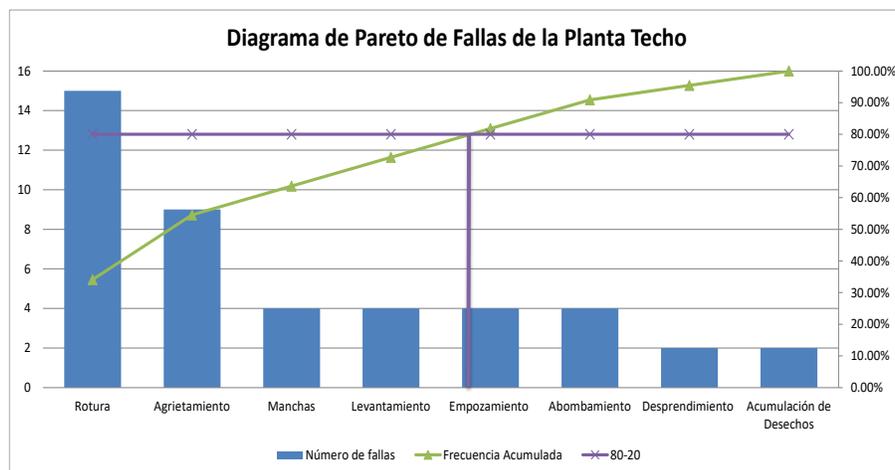


Figura 8. Diagrama de Pareto en fallas de planta techo. Fuente: los autores

Se hace referencia en este artículo al resultado del sub sistema techo, pues se evidenció que existe una alta probabilidad que la causa de los daños descritos corresponde a la falta de mantenimiento en el sistema de cubierta de techo, ya que, el manto asfáltico no ha sido sustituido por muchos años, de acuerdo a testimonio de personas que hacen vida en dicha estructura, razón por la cual compromete el funcionamiento y seguridad de la estructura, principalmente del sistema de entrepiso.

Es por ello, que las fallas con mayor frecuencia y extensión son formación de manchas blancas de eflorescencia en la cara inferior de la losa y en algunas columnas y vigas, correspondiente a la lixiviación que sufre el concreto a causa de la filtración de agua de lluvia proveniente de la losa de techo, por el deterioro de manto asfáltico envejecido, permitiendo la percolación a través de la matriz del concreto y manchas marrón-rojizo en la cara inferior de la losa de entrepiso en forma de sagrado, evidencia de la disolución de película pasivante del acero de refuerzo correspondiente a la corrosión causadas posiblemente por la carbonatación, las demás se manifiestan en menor frecuencia.

La falla con mayor incidencia en la planta alta del Decanato de Ciencia de la Salud es la eflorescencia con una frecuencia acumulada del 42,34 %, seguidamente de las manchas de humedad con un 63,06% y manchas de óxido con una valoración de 81,08%, estas fallas fomentan el deterioro de la estructura, y se deben a la filtración agua proveniente de la

planta techo, por el envejecimiento del manto asfáltico, en cuanto a la planta baja, la falla con mayor ocurrencia fue es la eflorescencia con una frecuencia acumulada del 64,29 %, lo cual es típico de concretos sometidos a humedad constante por las razones anteriormente citadas

5. CONCLUSIONES

En la evaluación de las condiciones del entorno, se determinó que el ambiente que envuelve a la estructura del Decanato de Ciencia de Salud clasifica en la designación y humedad relativa media anual de 71,68%. Del levantamiento planimétrico se constató que la estructura abarca un área de construcción de 12744,08 m² para planta baja y alta respectivamente y de 11333,81 m² para planta techo, conformado por seis módulos adosados mediante junta de construcción.

En la inspección visual general, se determinó que las fallas más frecuentes de la estructura en estudio son:

Sub-sistema Estructura: Eflorescencia y humedad; exposición del acero de refuerzo; desprendimiento de concreto; fisuras y grietas; manchas de óxido o sangrado.

Sub-sistema impermeabilización de cubierta de techo, catalogado como el sub-sistema desencadenante: agrietamiento, rotura del manto asfáltico, manchas por humedad, levantamiento del manto asfáltico, estancamiento de agua.

Referente a los resultados obtenidos del

Diagrama de Pareto, la falla más frecuente en el sistema de cubierta de techo es la rotura del manto asfáltico con un 34,09 % y 20,45% de agrietamiento, correspondientes al deterioro del manto por envejecimiento, de los cuales los módulos 1, 3 y 4 son los más perjudicados, debido a que en estos se presenta mayor filtración de agua producto del estancamiento.

Se determinó que las losas de entrepisos es el elemento que presenta de mayor afectación con un 35,71% en planta baja y 67,57% en planta alta, por la manifestación de eflorescencia producto de la filtración de agua.

6. RECOMENDACIONES

Realizar el diagnóstico a la estructura del Decanato Ciencia de la Salud de la UCLA y la propuesta de intervención para la recuperación de sus espacios, así como, un estudio prediagnóstico a los sub-sistemas de instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y áreas circundantes incluidas las áreas verdes. Es importante mencionar que tanto el sub-sistema instalaciones sanitarias de las aguas de lluvia y áreas circundantes, son afectados por el gran volumen de agua de lluvia proveniente de la losa de techo que desbordan las áreas verdes, y por capilaridad ocasionan cortos circuitos en las instalaciones eléctricas de planta baja.

Realizar un plan de mantenimiento para el sub-sistema de estructura, techo y de drenaje, elaborado por especialista en la materia. Implementar un plan de ejecución para la poda de árboles circundantes a las aberturas de la losa de techo. Igualmente, realizar un sistema de canalización que permita drenar correctamente el agua proveniente de los equipos de aire acondicionado hacia los puntos de desagüe.

Como medida de intervención inmediata y acción largo plazo, sustituir el sistema de impermeabilización de la cubierta de techo o realizar la aplicación pintura impermeabilizante en la superficie del manto ya existente, garantía de corto plazo. Implementar mantenimiento preventivo periódico al sistema de cubierta de techo para mantener la superficie y drenajes libres de cualquier desecho o suciedad que obstaculicen

la correcta evacuación del agua de lluvia.

Sustituir el material de relleno flexible de las juntas de construcción, que se encuentra envejecido, y que ha permitido el ingreso de agua y desarrollo de eflorescencia en las vigas y podría provocar corrosión en sus barras de acero.

7. FINANCIAMIENTO

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

8. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humano y Tecnológico CDCHT de la UCLA, por el apoyo especial en el desarrollo del trabajo y la línea de investigación.

9. CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

10. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, M.A.O; levantamiento de información y análisis, M.A.O., F.R. y A.K.V.; redacción del manuscrito F.R. y A.K.V.; edición M.A.O. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

11. REFERENCIAS

- [1] L. Arrieta, M. Dikdan, D. Avon, R. Malavé, E. Anzola, M. Olavarrieta, H. Bolognini H, M. Corominas, “*Un enfoque integral... Prevención de daños y rehabilitación de estructuras de concreto armado*”, Venezuela, ISBN 978-980-12-6483-5, 2013
- [2] P. Helene, F. Pereira, P. Castro, “*Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto*”, Venezuela, ISBN 85-60457-00-3, 2007
- [3] Fondonorma, “*Norma Venezolana COVENIN NTF 4015-2012 Concreto Durabilidad*”, Caracas, Venezuela, 2012
- [4] Fondonorma, “*Norma Venezolana COVENIN NTF 1756-1:2019 Construcciones Sismoresistentes*”,

- Caracas, Venezuela, 2019
- [5] J. Campiño Sanchez, “*Patología Estructural Institución Educativa Nueva Granada Municipio de Dosquebradas*”, Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16989/PATOLOGIA%20ESTRUCTURAL%20INSTITUCION%20EDUCATIVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 2018
- [6] CSI Spain, “ETABS”, Recuperado de: <https://www.csiespana.com/software/5/etabs>, 2025
- [7] C. Ceballos, “*Patología Estructural del Sub- Sótano del Hospital Central de la Fuerza Armada Dr. Carlos Arvelo, Ubicado en la Urbanización San Martín, Parroquia San Juan del Municipio Libertador, Distrito Capital*”, Recuperado de: <http://www.miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/2818/1/TG5545>, 2015
- [8] C. Broto, “*Enciclopedia Broto de Patología de la Construcción*”, Recuperado de: https://books.google.co.ve/books/about/Enciclopedia_Broto_de_patolog%C3%A1Das_de_la.html?id=x_trtAEACAAJ&redir_esc=y, 2012
- [9] O. Troconis et al., “*Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado*”, DURAR ISBN 980-296-541-Maracaibo, Venezuela, 1997
- [10] C. Sotomayor, “*Entendimiento a las Fisuras y Grietas en las Estructuras de Concreto*” Recuperado de: <http://www.consultcreto.com/pdf/entendido>, 2020
- [11] M. F. Cánovas, “*Patología y terapéutica del hormigón Armado*”, 3a Edición Actualizada, 1994
- [12] INAMEH, “*Boletín Meteorológico*”, Recuperado de: <http://www.inameh.gob.ve/web/>, Venezuela, Consultado Junio 2021
- [13] MOP, “*Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas*”, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios, Caracas, Venezuela, 1967
- [14] V. Falconi, “*TQC Control de la Calidad Total al estilo japonés*”. ISBN 85-85447-06-0, 1992