

Evaluación de las manifestaciones patológicas del edificio Río Negro en Anápolis-Goiás

G. H. Teixeira^{1*}  J. R. Silva¹  E. C. Alves² 

*Autor de Contacto: guilherme.henrique.eng@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v12i3.586>

Recepción: 14/02/2022 | Aceptación: 08/07/2022 | Publicación: 01/09/2022

RESUMEM

Este trabajo muestra la aplicación de las metodologías GDE (Grado de Deterioro de la Estructura) y GUT (Gravedad, Urgencia y Tendencia) cuantificando las manifestaciones patológicas y determinando los puntos de mayor necesidad de mantenimiento. Así, se aplicó una perspectiva cuantitativa con la aplicación de las metodologías citadas y tras las inspecciones del edificio y un análisis visual con registro fotográfico, anotaciones y mapeos se aplicaron las metodologías y se obtuvo que la mayoría de las manifestaciones patológicas que se producen en la estructura del edificio tiene como origen la humedad, dando lugar a eflorescencias, manchas o infiltraciones. De este modo, este trabajo definió los puntos que necesitan prioridad, orientando las medidas que pueden tomarse posteriormente. Las metodologías demostraron ser eficaces e importantes para la toma de decisiones.

Palabras clave: patología; GUT; GDE; edificios.

Citar como: Teixeira, G. H., Silva, J. R., Alves, E. C. (2022), “Evaluación de las manifestaciones patológicas del edificio Río Negro en Anápolis-Goiás”, Revista ALCONPAT, 12 (3), pp 433 – 448, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v12i3.586>

¹ Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Engenharia Civil, Anápolis, Goiás, Brasil.

² Ministério Público do Estado de Goiás, Superintendência de Engenharia, Brasil.

Contribución de cada autor

En este trabajo, Teixeira, G. H. contribuyó con la idea original y la redacción del trabajo (100%), la experimentación (100%), la recogida de datos (100%) y la discusión de resultados (50%). Silva, J.R. contribuyó con la supervisión (100%), la discusión de los resultados (25%) y la corrección del texto (100%). Alves, E.C., E. contribuyó con la discusión de los resultados (25%) y la corrección del texto (50%).

Licencia Creative Commons

Los derechos de autor (2022) son propiedad de los autores. Este trabajo es un artículo de acceso abierto publicado bajo los términos y condiciones de una licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

Discusiones y correcciones posteriores a la publicación

Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el segundo número del año 2023 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del tercer número del año 2023.

Evaluation of the pathological manifestations of the Rio Negro building in Anápolis-Goiás.

ABSTRACT

This paper shows the application of the methodologies GDE (Degree of Deterioration of the Structure) and GUT (Severity, Urgency and Tendency) quantifying the pathological manifestations and determining the points of greatest need for maintenance. Thus, a quantitative perspective was applied with the application of the mentioned methodologies and after building inspections and a visual analysis with photographic record, notes and mappings the methodologies were applied and it was obtained that most of the pathological manifestations that occur in the structure of the building have humidity as origin, resulting in efflorescence, wounds or infiltration. Thus, this work defined the points that need priority, directing measures that can later be taken. The methodologies proved to be efficient and important for decision making.

Keywords: pathology; GUT; GDE; buildings

Avaliação das manifestações patológicas do Edifício Rio Negro em Anápolis-Goiás.

RESUMO

Este trabalho mostra a aplicação das metodologias GDE (Grau de Deterioração da Estrutura) e GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) quantificando as manifestações patológicas e determinando os pontos de maior necessidade de manutenção. Dessa forma, foi aplicado uma perspectiva quantitativa com a aplicação das metodologias citadas e após inspeções prediais e uma análise visual com registro fotográfico, anotações e mapeamentos, foram aplicadas as metodologias e obtido que parte das manifestações patológicas que ocorrem na estrutura do edifício tem como origem a umidade, resultando em eflorescências, machas ou infiltrações. Dessa forma, esse trabalho definiu os pontos que necessitam de prioridade, direcionando medidas que posteriormente podem ser tomadas. As metodologias se mostraram eficientes e importantes para tomadas de decisões.

Palavras-chave: patologia; GUT; GDE; edifícios.

Información Legal

Revista ALCONPAT es una publicación cuatrimestral de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Internacional, A. C., Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, alconpat.int@gmail.com, Página Web: www.alconpat.org

Reserva de derechos al uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor.

La reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación se realiza en apego al código COPE y a la licencia

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Anápolis, situada en la Meseta Central brasileña, en el estado de Goiás - Brasil, es una ciudad centenaria, que se emancipó el 31 de julio de 1907. Debido a esto, hay edificios antiguos, y cada vez más estos edificios están cerca de alcanzar la vida útil de diseño, en vista de este hecho, es importante destacar la necesidad de las investigaciones sobre las manifestaciones patológicas y la realización de inspecciones y mantenimiento periódico, porque de esta manera se hace posible extender la vida útil del edificio y conservar los edificios que son parte de la historia de la ciudad.

La ausencia de mantenimiento preventivo provoca altos costes en los edificios a lo largo del tiempo, según la ley de Sitter (1984) citada por Tutikian y Pacheco (2013) y también descrita por Souza y Ripper (2009), como la "ley de los cinco", en la que las intervenciones correctivas tienen un coste de 125 veces el valor de las medidas aún en fase de diseño, mientras que el mantenimiento preventivo tiene un coste de 25 veces este mismo valor.

De esta manera, al ser un edificio con más de 50 años, además de su importancia funcional para los residentes, es un elemento que compone la historia de la ciudad de Anápolis por ser uno de los primeros edificios residenciales de la ciudad.

Según Souza y Ripper (2009), la patología de las estructuras es una rama de la ingeniería que se centra en la investigación de los orígenes, las formas, las consecuencias y los mecanismos de las manifestaciones de los fallos en la estructura. Asimismo, Bolina, Tutikian y Helene (2019) definen que la patología de los edificios es una ciencia que, a través de un proceso sistemático, busca investigar los defectos relacionados con el edificio en su conjunto, desde los materiales hasta los elementos que lo componen, para conocer sus orígenes y las formas en que se manifiestan. Los autores también diferencian el concepto de patología de los edificios y las manifestaciones patológicas, que son anomalías y defectos presentes en el edificio que se caracterizan por ser aspectos visibles indicativos de posibles problemas.

Además, para la NBR 16747 (ABNT, 2020), las manifestaciones patológicas se definen como el resultado de un proceso de degradación que proporciona la reducción del rendimiento de la estructura, que se manifiestan a través de síntomas.

Durante la ejecución, otras circunstancias pueden propiciar la aparición de manifestaciones patológicas, ya sea en las condiciones de trabajo o relacionadas con la mano de obra, la falta de control de calidad y la irresponsabilidad técnica, que es un factor determinante, ya que una supervisión eficaz combinada con equipos formados reduce la posibilidad de errores. Finalmente, por más que se hayan ejecutado correctamente todas las etapas anteriores, es posible la aparición de manifestaciones patológicas relacionadas con el uso inadecuado o la falta de mantenimiento (Souza; Ripper, 2009). Autores como Junior, Lima y Balestra (2013), destacan la importancia del mantenimiento periódico para alargar la vida de la construcción, proporcionando una mejor calidad y rendimiento del edificio.

Además, el hormigón está sometido a las acciones del entorno a lo largo de la vida del edificio, por lo que de forma natural se producen reacciones que desencadenan la aparición de anomalías en la estructura. Por ello, hay que prestar atención a la conservación del edificio para que pueda desempeñar correctamente su función a lo largo del tiempo para el que fue diseñado. Teniendo en cuenta esto, es fundamental estudiar la patología para reconocer los problemas y sus respectivas causas (Lopes, 2019).

Con el objetivo de ayudar en este estudio, dando mayor objetividad al análisis y sirviendo de apoyo para la toma de decisiones, se pueden aplicar algunas técnicas como la metodología GDE (Grado de Deterioro de la Estructura) y GUT (Gravedad, Urgencia y Tendencia), proporcionando una cuantificación de las manifestaciones patológicas obtenidas por las formulaciones matemáticas

propuestas por las herramientas, lo que permite identificar el estado de una determinada estructura y garantizar una visión más objetiva para el análisis (Braga et al, 2019; Lima et al., 2019; Moura; Cavalheiros, 2019; Santana et al., 2019; Medeiros et al., 2020).

2. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este trabajo fue la evaluación de las manifestaciones patológicas a través de las metodologías GDE (2007) y GUT (2014). La colecta de datos se realizó mediante inspección visual del edificio, in situ, realizando registros fotográficos de las manifestaciones patológicas identificadas y mapeando las anomalías en planta de cada piso inspeccionado. La inspección se basó en las descripciones de la Norma Nacional de Inspección de Edificios del Instituto Brasileño de Evaluaciones Periciales de Ingeniería - IBAPE (2012), la NBR 5674 (ABNT, 1999), la NBR 16747 (ABNT, 2020) y el Boletín Técnico nº 1 de la Asociación Brasileña de Patología de las Construcciones - ALCOPAT (2013). Además, se recogió toda la información y los documentos relativos al edificio.

A través de la metodología GUT (2014) se cuantificaron las manifestaciones patológicas para, posteriormente, realizar una comparación e indicar el grado de prioridad para la toma de decisiones. A través de la metodología GDE/UnB (2007), también con el objetivo de cuantificar las manifestaciones patológicas, se calcularon los parámetros del grado de deterioro de elementos, familias y estructura, sirviendo de base para el análisis y permitiendo la realización de la clasificación del nivel de deterioro de los elementos y de la estructura. Posteriormente, basándose en la literatura y con los datos obtenidos, se realizó una comparación y análisis de los valores obtenidos.

Las herramientas utilizadas para la investigación fueron hojas de cálculo electrónicas para la organización de los datos, un teléfono móvil para los registros fotográficos, escalímetro, fisurómetro y cinta métrica.

2.1 Metodología GDE

Utilizando la metodología GDE, los elementos inspeccionados se dividieron en grupos de columnas (P); vigas (V); losas (L); escaleras (E); tanque superior (R); tanque inferior (R) y juntas de dilatación (J).

Una vez realizada esta división, se asignaron los factores de intensidad (F_i) y de ponderación (F_p) para cada manifestación presente en el elemento, según las tablas del trabajo de Fonseca (2007). Así, fue posible calcular el grado de daño según las ecuaciones (1) y (2).

$$D = 0,8 \cdot F_p \cdot F_i \quad \text{Para } F_i \leq 2,0 \quad (1)$$

$$D = (12 \cdot F_i - 28) F_p \quad \text{Para } F_i \geq 3,0 \quad (2)$$

donde:

D – Grado de daño

F_i – Factor de intensidad

F_p – Factor de ponderación

Con el grado de daño (D) de cada manifestación, se calcula el grado de deterioro del elemento (G_{de}) según la ecuación (3).

$$G_{de} = D_{m\acute{a}x} \left[1 + \frac{\left(\sum_{i=1}^n D_i \right) - D_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^n D_i} \right] \quad (3)$$

donde:

G_{de} – Grado de deterioro del elemento;

D_i – Grado de daño "i";

$D_{m\acute{a}x}$ – Mayor grado de daño al elemento;

n – Números de daños en el elemento.

Con el valor del grado de deterioro del elemento se relaciona un nivel de deterioro y así se obtienen recomendaciones de acciones a realizar. Esta relación puede verse en el tabla 1.

Tabla 1. Clasificación del nivel de deterioro de los elementos

Nivel de deterioro	G_{de}	Acciones recomendadas
Bajo	0-15	Condición aceptable Mantenimiento preventivo
Medio	15-50	Definir el plazo y la naturaleza de la nueva inspección Planificar la intervención a largo plazo (máximo 2 años).
Alta	50-80	Fijar un plazo para la inspección especializada Planificar la intervención a medio plazo (máximo 1 año)
Sufrido	80-100	Establezca un plazo para una inspección especializada exhaustiva Planificar la intervención a corto plazo (máximo 6 meses)
Crítico	>100	Intervención inmediata de especialistas y medidas de emergencia (alivio de la carga, apuntalamiento, etc.). Planificar la intervención inmediata.

Fuente: (Verly, 2015)

Para determinar el grado de deterioro de los elementos divididos en grupos similares, se calcula el grado de deterioro de la familia (G_{df}), que es función del grado de deterioro del elemento (G_{de}) mediante la ecuación (4).

$$G_{df} = G_{de,m\acute{a}x} \sqrt{1 + \frac{\left(\sum_{i=1}^n G_{de,i} \right) - G_{de,m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^n G_{de,i}}} \quad (4)$$

donde:

$G_{de,m\acute{a}x}$ – Mayor grado de deterioro del elemento

$G_{de,i}$ – Grado de deterioro del elemento "i" (≥ 15)

m – Número de elementos con $G_{de} \geq 15$

Por último, tras obtener el grado de deterioro de cada familia (G_{df}), se calcula el grado de deterioro de la estructura (G_d). La ecuación utilizada para este cálculo se expresa a continuación, ecuación (5).

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^k F_{r,i} \cdot G_{df,i}}{\sum_{i=1}^k F_{r,i}} \quad (5)$$

donde:

k – Número de familias en la estructura;

$F_{r,i}$ – Factor de relevancia estructural de la familia "i";

$G_{df,i}$ – Grado de deterioro de la familia "i".

Así, para el grado de deterioro de la estructura, de forma similar al grado de deterioro del elemento (Gde), se puede asociar a un nivel de deterioro y en consecuencia obtener medidas que se pueden tomar respecto a esta situación. Para este análisis es aplicada la Tabla 1, página 05.

2.2 Metodología GUT

La metodología GUT se originó en la década de 1980 a través del trabajo de Kepner y Tregoe con el fin de crear una herramienta de planificación estratégica para ayudar en la toma de decisiones (Fáveri; Silva, 2016). En construcción civil, el trabajo de Verzola, Marchiori y Aragón (2014) propuso modificaciones en la metodología para permitir la aplicación en inspecciones de edificios y reducir la posibilidad de errores por subjetividad. La metodología utiliza las variables Gravedad (G), Urgencia (U) y Tendencia (T), en las que se asignan pesos que van de 1 a 10, asignando un valor de 1 a lo menos grave y 10 a lo más grave. Así, a través del producto de las variables (GxUxT), se realiza una clasificación según lo crítica que sea cada situación (Verzola; Marchiori; Aragón, 2014).

Algunos investigadores como Santana et al. (2019), Moura y Cavalheiros (2019) y Braga et al. (2019), aplicaron en sus investigaciones la metodología GUT para realizar las inspecciones e identificar los puntos más críticos del edificio, mostrándose prácticos y permitiendo definir la prioridad para la toma de decisiones. Según Verzola, Marchiori y Aragón (2014), en las tablas 2, 3 y 4 se determinan las calificaciones a asignar para cada grado según la variable.

Tabla 2. Clasificación de la gravedad (G).

GRAVEDAD		
Grado	Definición del grado	Nota
TOTAL	Riesgo de muerte, riesgo de colapso/colapso puntual o generalizado. Pérdidas económicas muy elevadas	10
ALTA	Riesgo de lesiones para los usuarios, daños reversibles en el entorno o en el edificio. Pérdidas económicas elevadas.	8
MEDIA	Riesgo para la salud de los usuarios, incomodidad en el uso de los sistemas. Pérdida económica media.	6
BAJO	Ningún riesgo para la integridad física de los usuarios, ningún riesgo para el medio ambiente, pequeñas molestias estéticas o de uso. Pequeñas pérdidas económicas.	3
NINGUNO	Ningún riesgo para la salud, la integridad física de los usuarios, el medio ambiente o el edificio.	1

Fuente: (Verzola; Marchiori; Aragón, 2014)

Tabla 3. Clasificación de la tendencia (T).

TENDENCIA		
Grado	Definición del grado	Nota
TOTAL	Progresión inmediata. Empeorará rápidamente, podría empeorar	10
ALTA	Progresión a corto plazo. Empeorará en un corto período de tiempo	8
MEDIA	Progresión a medio plazo. Empeorará a medio plazo.	6
BAJO	Probable progresión a largo plazo. Tardará en empeorar.	3
NINGUNO	No hay progresión. No va a empeorar, está estabilizado.	1

Fuente: (Verzola; Marchiori; Aragon, 2014)

Tabla 4. Clasificación de la urgencia (U).

URGENCIA		
Grado	Definición del grado	Nota
TOTAL	Incidente en la ocurrencia, intervención inmediata sujeta a la interdicción de la propiedad. Plazo de intervención: Ninguno	10
ALTA	Incidente a punto de producirse, intervención urgente. Plazo de intervención: Urgente	8
MEDIA	Se espera que el incidente ocurra pronto, intervención a corto plazo. Plazo de intervención: lo antes posible	6
BAJO	Indicación de futuro incidente, intervención programada. Plazo de intervención: puede esperar un tiempo	3
NINGUNO	Incidente imprevisto, indicación de seguimiento y mantenimiento programado. Plazo de intervención: No hay prisa	1

Fuente: (Verzola; Marchiori; Aragon, 2014)

La puntuación corresponde al valor atribuido a cada manifestación patológica según el grado asociado, es decir, en grado total se atribuye una puntuación de 10, en grado alto de 8, en grado medio de 6, en grado bajo de 3 y en grado nulo de 1. Así, la puntuación de cada variable de la manifestación y el producto de estos valores se utiliza para enumerar los problemas que tienen mayor prioridad. Los de mayor valor merecen especial atención por ser los más graves, urgentes y con tendencia a agravarse (Periard, 2011).

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Manifestaciones patológicas

En cada piso inspeccionado se realizó un mapeo para facilitar la identificación de los elementos. Además, los elementos evaluados se dividieron en familias, tal y como propone la metodología GDE (2007). A continuación, se presentaron las manifestaciones patológicas identificadas según esta división.

En la familia de columnas, sólo se identificó un elemento, el P01, y se pudo constatar una gran

exposición de la armadura en el proceso de corrosión, identificándose manchas a lo largo de la armadura y desconchados del hormigón debido a la expansión de la armadura, como se puede observar en la Figura 1.



Figura 1. Desprendimiento de hormigón y corrosión de la armadura en el elemento P01

En la familia de losas, se identificaron los elementos L01 a L08, como se muestra en la Figura 2, y en ellos la presencia constante de humedad generando manchas oscuras en el elemento L01, desprendimiento de pintura en el elemento L02, formación de estalactitas de carbonato de calcio por eflorescencia en el elemento L04, pequeñas manchas y grietas en los elementos L05 y L08 y desgaste de la impermeabilización en el elemento L03. También hay grietas en los elementos L06 y L07 debido a las cargas adicionales aplicadas por una antena de telefonía en el tejado.

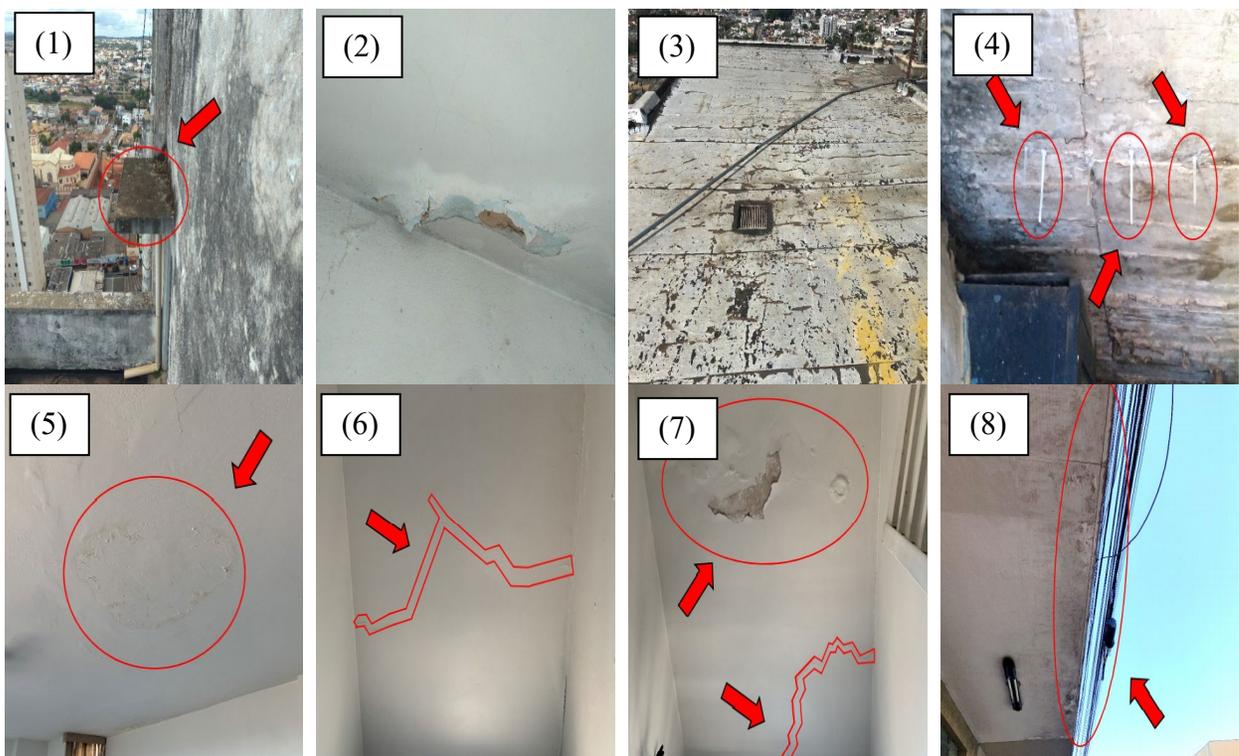


Figura 2. Manifestaciones patológicas identificadas en los forjados. (1) Manchas oscuras en el elemento L01. (2) Desprendimiento de la pintura en el elemento L02. (3) Desgaste de la impermeabilización en el elemento L03. (4) Eflorescencia con formación de estalactitas en el elemento L04. (5) Pequeñas manchas de humedad en el elemento L05. (6) y (7) Fisuras por carga

adicional en la cubierta en los elementos L06 y L07. (8) Manchas oscuras de humedad en el elemento L08.

La familia del tanque superior y la familia del tanque inferior presentaban posibles fallos en su impermeabilización, identificados por la aparición característica de ligeras manchas de eflorescencia en los elementos R01 y R02.

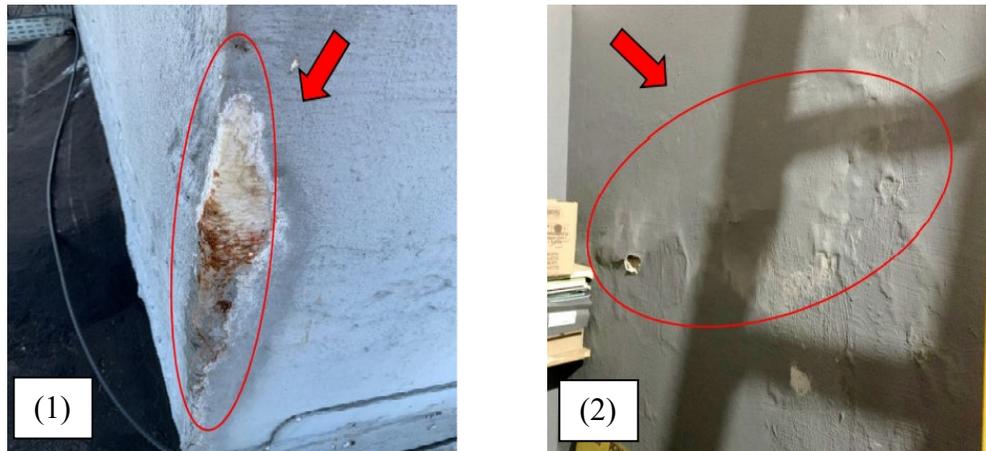


Figura 3. manchas de eflorescencia en los depósitos. (1) R01. (2) R02.

Cabe destacar que la familia de vigas no presentó ningún elemento que mostrara el desarrollo de manifestaciones patológicas.

Los elementos de la familia de escaleras y juntas de dilatación fueron E01 para las escaleras y J01 y J02 para las juntas de dilatación, como se puede observar en la Figura 4. En ella se observa que el elemento E01 presentaba únicamente un desgaste en sus peldaños debido a la intemperie con el paso de los años y en los elementos J01 y J02, la presencia constante de humedad dio lugar a las manchas oscuras identificadas.

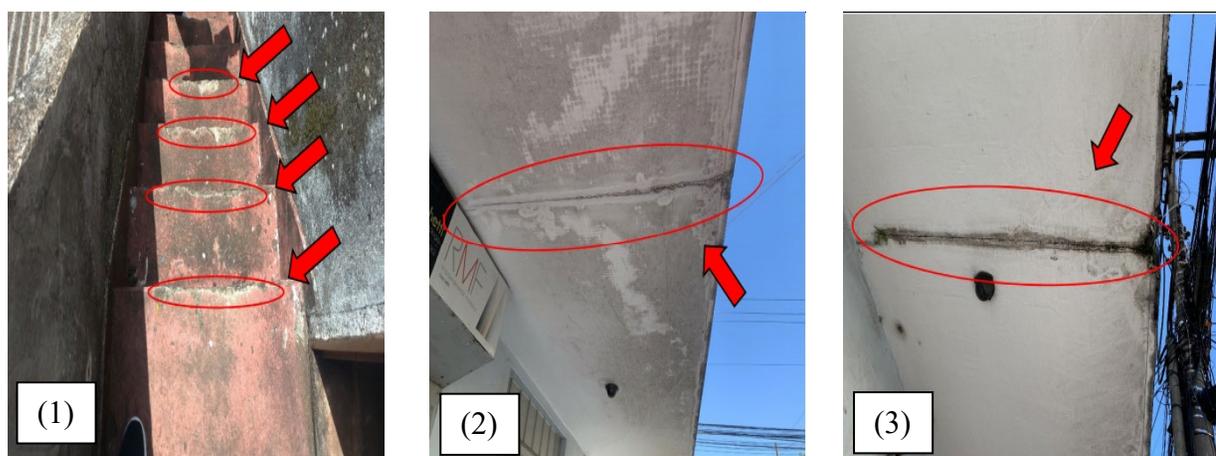


Figura 4: Manchas de eflorescencia en los depósitos. (1) Desgaste de los peldaños de la escalera en el elemento E01. (2) y (3) Manchas debidas a la humedad en los elementos J01 y J02.

3.2 Aplicación de las metodologías y análisis de los resultados

En primer lugar, se observó que la familia con mayor número de elementos que presentan manifestaciones patológicas es la familia de losa, con el 57,14% de las anomalías identificadas, como se puede observar en la Figura 5.

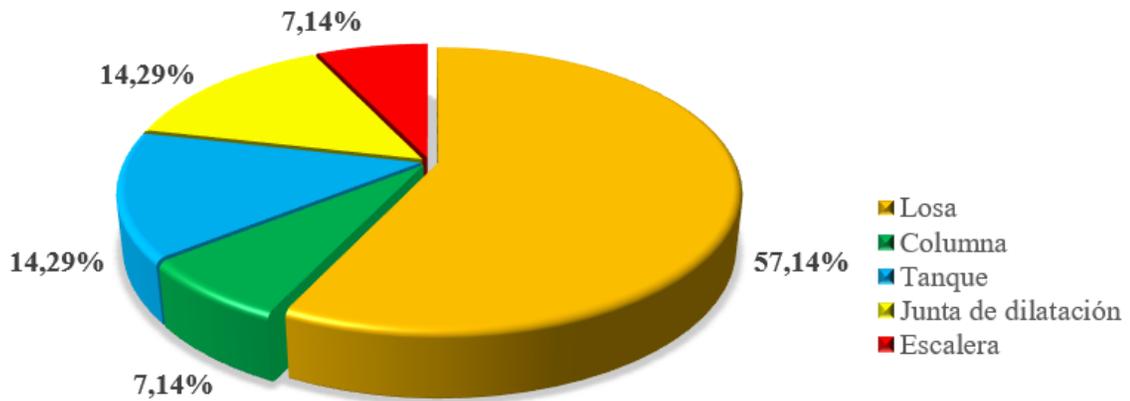


Figura 5. Gráfico de la frecuencia de las manifestaciones patológicas por familia de elementos.

A través del mapeo de las manifestaciones patológicas que afectan al edificio, se observó que en los 14 elementos estructurales inspeccionados, el 35,29% de las manifestaciones patológicas se originan debido a la infiltración de humedad, como se puede observar en la, Figura 6. Además, otras manifestaciones patológicas como las eflorescencias (17,65%) y las manchas oscuras (11,76%) también tienen una causa similar.

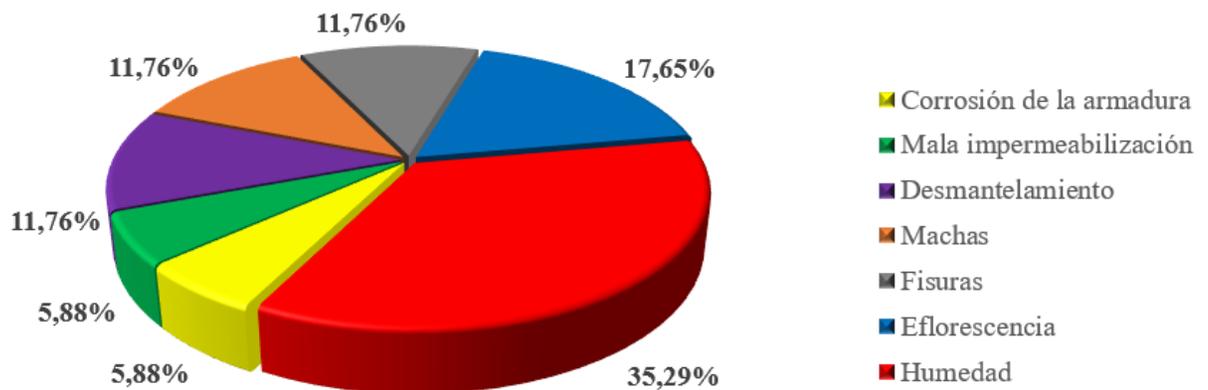


Figura 6. Gráfico de la frecuencia de las manifestaciones patológicas en los elementos.

En relación con la metodología GDE/UnB (2007), es posible plantear algunos análisis basados en el modelo gráfico utilizado por Medeiros et al. (2020). En la familia de losas, los elementos L06 y L07 son los que más influyen en el cálculo del grado de deterioro de la familia, como se puede ver en la Figura 7. Además, cabe destacar que el elemento L05 no se tiene en cuenta para el cálculo del Gdf por presentar Gde inferior a 15.

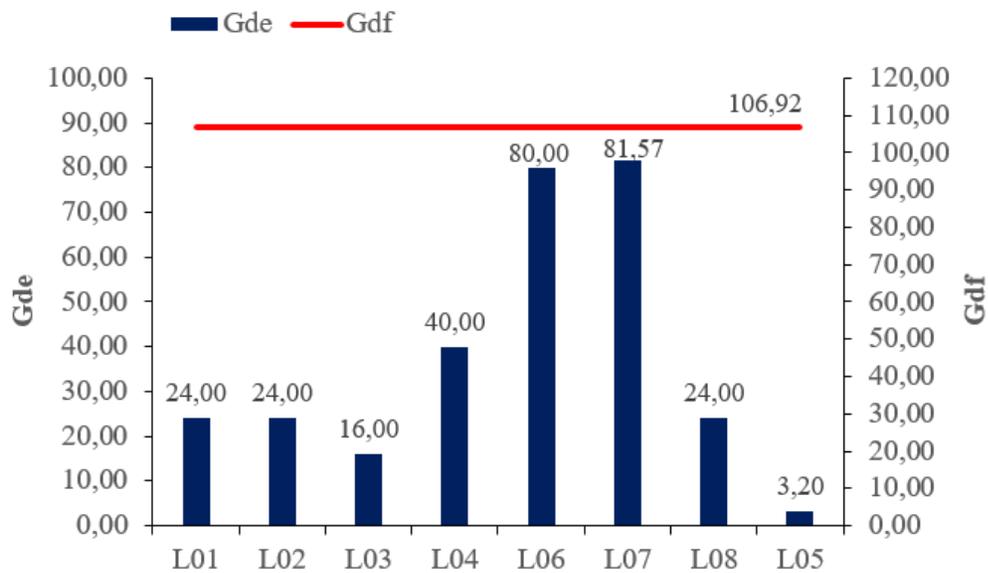


Figura 7. Grado de deterioro de la losa.

Las familias de vigas tienen grado de deterioro cero, porque no se identificó ninguna manifestación patológica en los elementos que la componen, en la familia de escaleras, el único elemento identificado presenta Gd menor a 15. Así, para ambas se calculó Gdf igual a cero. En cuanto a las familias de columnas y tanques superiores e inferiores, se observa que están compuestas por un solo elemento, por lo que el valor del grado de deterioro de la familia se corresponde con el valor del grado de deterioro del propio elemento, esto se puede ver, respectivamente, en las figuras 8, 9 y 10.

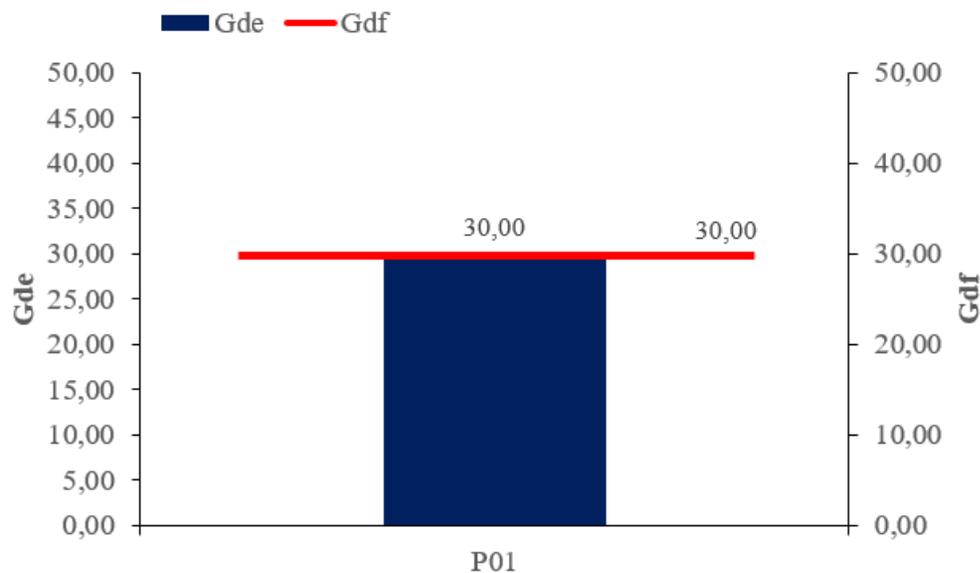


Figura 8. Nivel de deterioro de las columnas.

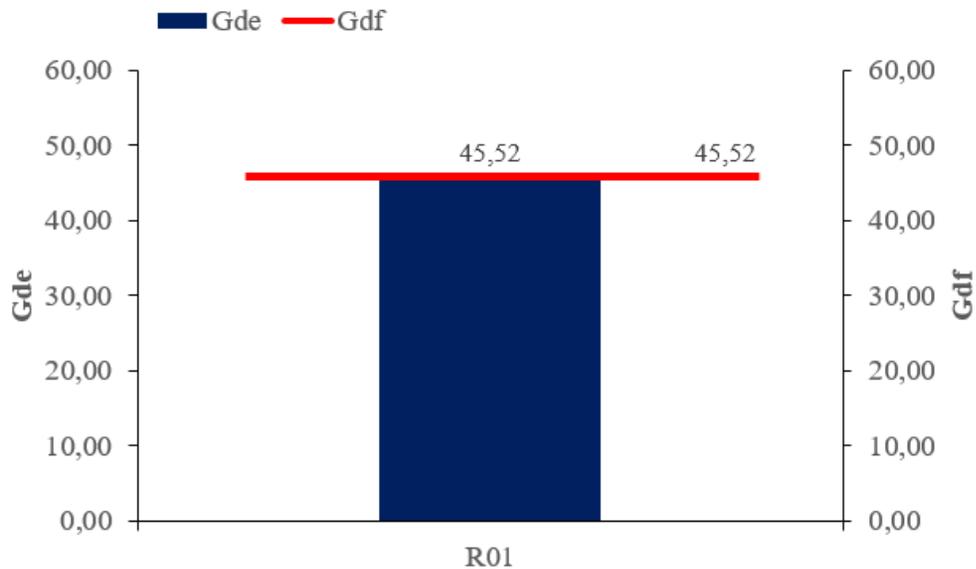


Figura 9. Grado de deterioro del tanque superior.

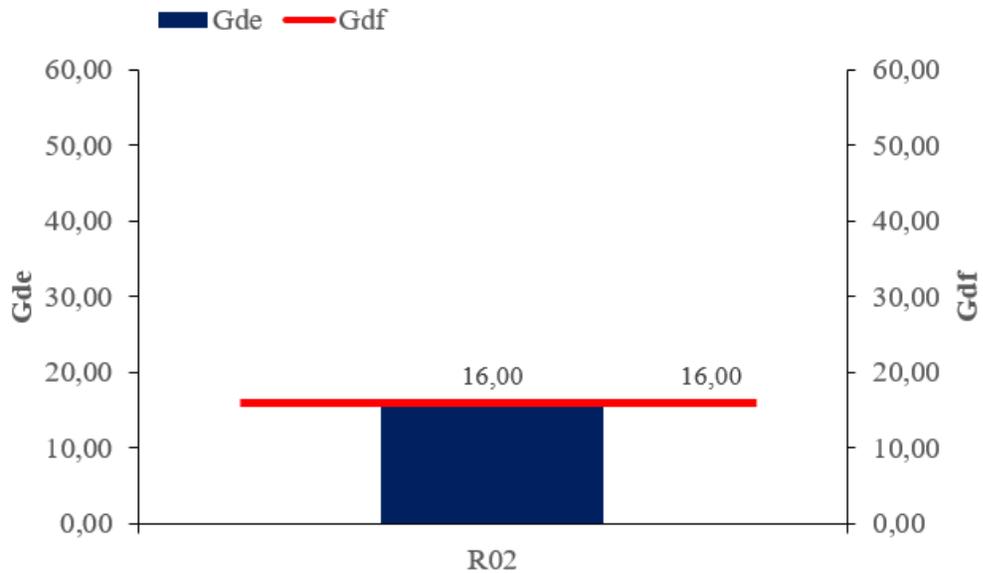


Figura 10.

Grado de deterioro del tanque inferior.

Además, en las juntas de dilatación se encontró la presencia de dos elementos que presentan el mismo grado de deterioro, pero el grado de deterioro de la familia es mayor que el valor obtenido para los elementos individuales. Así, por las formulaciones matemáticas se puede observar que la influencia de la repetición de elementos que tienen el mismo grado de deterioro no representa un incremento tan significativo, ya que tiene como referencia el valor máximo, siendo este valor multiplicado por el resultado de la raíz que implica la suma y el valor máximo. La figura 11 muestra el valor de Gdf y los valores de Gde para cada elemento.

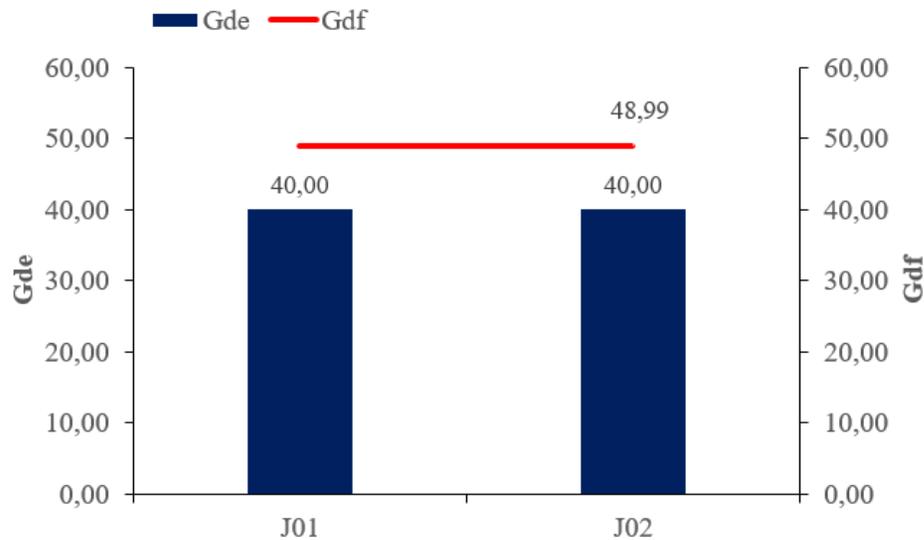


Figura 11. Grado de deterioro de la junta de dilatación.

Así, al evaluar el grado de deterioro de las familias y el grado de deterioro de la estructura, se observa que las losas son las que representan la mayor influencia para que la estructura se encuentre en un nivel de deterioro medio, de 15 a 50, y por lo tanto requiere una intervención en un plazo máximo de 2 (dos) años. La figura 12 muestra los valores de Gdf de cada familia en comparación con el valor global de la estructura, Gd.

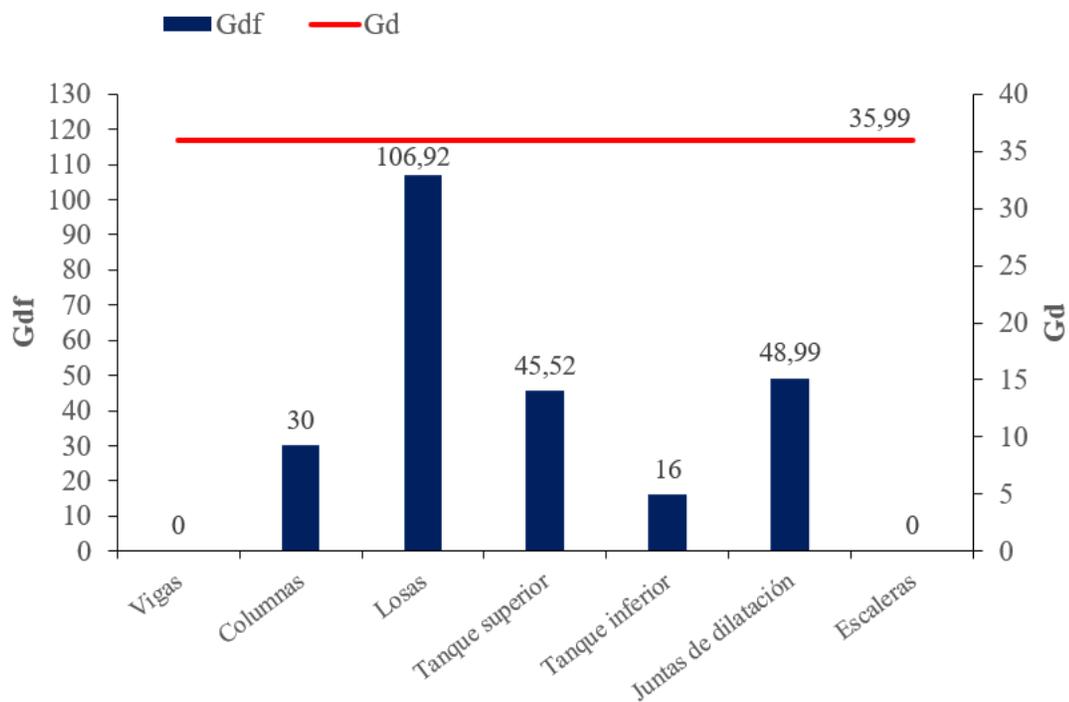


Figura 12. Grado de deterioro de la estructura.

La aplicación de las metodologías permite definir qué elemento o manifestación patológica requiere prioridad dentro del escenario global, lo que puede ser decisivo para un trabajo asertivo y eficiente. Por la metodología GDE (2007) se define que los elementos L07 y L06 necesitan una atención especial, considerando que presentan un nivel de deterioro sufrible y alto, respectivamente, lo que implica una necesidad de intervención en un plazo máximo de 6 (seis)

meses para el elemento L07 y de 1 año para el elemento L06. Por otro lado, los elementos E02 y L05 tienen un bajo nivel de deterioro, por lo que sólo requieren un mantenimiento preventivo. Los demás elementos se clasifican en un nivel medio de deterioro, que requiere intervenciones en un plazo máximo de 2 (dos) años. Además, la estructura presenta Gd igual a 35,99, clasificándola en un nivel medio de deterioro, que requiere un período máximo de intervención de 2 (dos) años. La lista de prioridades de mantenimiento se presenta en el Tabla 5(1).

Tabla 5 - Tabla de prioridades de mantenimiento según la metodología GDE y GUT
(1) GDE (2) GUT

(1) GDE				(2) GUT			
Elemento	Gde	Nivel de deterioro	Periodo máximo de intervención	Elemento	Manifestación patológica	Nota	Grado
L07	81,57	Sofrido	6 meses	P01	Corrosión	384	Medio
L06	80,00	Alta	1 año	L06	Fisuras	384	Médio
R01	45,52	Medio	2 años	L07	Fisuras	384	Médio
L04	40,00	Medio	2 años	P01	Desmantelamiento del concreto	288	Bajo
J01	40,00	Medio	2 años	L04	Eflorescencia	288	Bajo
J02	40,00	Medio	2 años	R01	Eflorescencia	216	Bajo
P01	30,00	Medio	2 años	L02	Humedad	108	Bajo
L01	24,00	Medio	2 años	L07	Humedad	108	Bajo
L02	24,00	Medio	2 años	L08	Manchas	108	Bajo
L08	24,00	Medio	2 años	R02	Eflorescencia	108	Bajo
L03	16,00	Medio	2 años	L01	Manchas oscuras	54	Ninguno
R02	16,00	Medio	2 años	L03	Humedad	54	Ninguno
E01	4,80	Bajo	Mantenimiento preventivo	J01	Humedad	54	Ninguno
L05	3,20	Bajo	Mantenimiento preventivo	J02	Humedad	54	Ninguno
				L05	Humedad	27	Ninguno
				R01	Mala Impermeabilización	27	Ninguno
				E01	Desmantelamiento	27	Ninguno

Mediante la metodología GUT (2014), es posible evaluar únicamente las manifestaciones patológicas por separado. Así, a partir de la escala de valores definida por la metodología en las tablas 2, 3 y 4, donde se define como grado total del 81% al 100%, se consideró que la atribución de puntuaciones de 10 para los tres parámetros, es decir, una puntuación de 1000 representa el 100% y, en consecuencia, el porcentaje de los demás valores puede obtenerse fácilmente y puede atribuirse una clasificación a las manifestaciones patológicas. Una vez definido esto, en la Tabla 5 (2) se enumeraron las manifestaciones patológicas por orden de prioridad, es decir, de mayor a menor puntuación. Se observa que por la metodología GUT (2014) hay una cierta repetición de valores, lo que dificulta la determinación de la prioridad. Además, la mayoría de las manifestaciones patológicas se encuentran en un nivel bajo o nulo en términos de gravedad, urgencia y tendencia, lo que difiere de la metodología GDE (2007). Sin embargo, para ambas metodologías es posible definir que los elementos L07 y L06 requieren prioridad de mantenimiento.

4. CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados, se observó que la mayoría de las manifestaciones patológicas que se producen en la estructura del edificio están asociadas a la humedad en cierto grado, ya sea originando eflorescencias, manchas o infiltraciones. De esta forma, se muestra como un factor recurrente que debe ser resuelto porque puede comprometer las condiciones de seguridad y salud de los propietarios.

Debido a la antigüedad del edificio, los proyectos no se encuentran en la administración del condominio, por lo que no fue posible tener acceso al proyecto estructural, lo que dificultó la identificación de algunos de los elementos estructurales, como fue el caso de las vigas y columnas. Debido a este hecho, los análisis se limitaron sólo a lo que se inspeccionó. El edificio fue sometido a un mantenimiento ocasional a medida que surgían problemas con el paso del tiempo, lo que mitiga, en cierta medida, el efecto del tiempo en el edificio, y la parte superior de la construcción es la que presenta mayor degradación debido a su exposición a la intemperie.

En relación con la aplicación de las metodologías, se observó que el uso de las dos metodologías es complementario. Sin embargo, como también realizaron Santana et al. (2019), se encontró que el uso sólo de la metodología GUT (2014) sería inviable debido a los resultados repetidos, lo que dificulta el análisis en cuanto al aspecto de determinar la prioridad de mantenimiento. Además, la subjetividad sigue presente en la metodología GUT (2014), en cierta proporción, cuando se compara con la metodología GDE (2007), ya que la asignación de notas tiene en cuenta la percepción del evaluador respecto a conceptos como la incomodidad, la molestia y otros.

Mediante la metodología GDE (2007) fue posible determinar el grado de deterioro de cada elemento y definir la prioridad de mantenimiento y su respectivo plazo de intervención. Además, se determinó que el grado de deterioro de la estructura es igual a 35,99, lo que corresponde a un nivel medio de deterioro y requiere una intervención en un plazo máximo de 2 (dos) años. Comparando los valores del grado de deterioro de la familia con el valor global se observa que la familia de losas es crucial para definir el valor obtenido para la estructura en su conjunto, donde se puede identificar que la familia de losas necesita prioridad.

Mediante la metodología GUT (2014) fue posible definir la Gravedad, la Urgencia y la Tendencia de cada manifestación patológica presente en los elementos y no de cada elemento en sí, siendo posible sólo definir una prioridad de mantenimiento, sin definir un plazo para que se realice.

Así, la aplicación de las metodologías, a pesar de las dificultades señaladas, es eficiente e importante para la toma de decisiones, porque permite tener una visión general de los puntos que necesitan más atención y facilita el posterior proceso de mantenimiento y recuperación de estos edificios.

Por lo tanto, en resumen, las prioridades de mantenimiento del edificio son las losas L07 y L06, que necesitan una investigación exhaustiva, para identificar si hay la necesidad de refuerzo para resistir la carga adicional y también la recuperación de sus grietas con el fin de evitar el empeoramiento de la situación.

5. AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidade Estadual de Goiás por el apoyo para el desarrollo de la investigación y al propietario Ilda Helena Nunes por el permiso para realizar el estudio en la estructura del edificio.

6. REFERENCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020), *NBR 16747 – Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento*. Rio de Janeiro, 14p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999), *NBR 5674 - Edificações - Procedimento*. Rio de Janeiro, 6p.
- Bolina, F.; Tutikian, B.; Helene, P. (2019), *Patologia de Estruturas*. São Paulo: Oficina do texto.
- Braga, I. C., Brandão, F. da S., Ribeiro, F. R. C., Diógenes, A. G. (2019). *Application of GUT Matrix in the assessment of pathological manifestations in heritage constructions*. Revista ALCONPAT, 9(3), 320 - 335. <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.400>
- Fáveri, R.; Silva, A. (2016), *Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: Uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos*. Revista Ordem Pública, v. 9, n. 1, p. 93–107.
- Fonseca, R. A. (2007), *Estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção*. 231p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- Ibape-instituto brasileiro de avaliações e perícias de engenharia (2012), *Norma de Inspeção Predial Nacional*. São Paulo. 18p.
- Junior, R.; Lima, M.; Balestra, C. (2013), *Identificação das principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado pertencentes ao DCTA*. In: Congresso internacional sobre patologia e reabilitação de estruturas, IX, 2013, João Pessoa. Anais..., João Pessoa, 9p.
- Lima, H. J. N., Ribeiro, R. da S., Melo, G. S. S. de A., & Palhares, R. de A. (2019). *Analysis of pathological manifestations of concrete in urban overpasses*. Revista ALCONPAT, 9(2), 247 - 259. <https://doi.org/10.21041/ra.v9i2.308>
- Souza Lopes, L. (2019). *Patologia da construção em concreto armado e as resoluções dos problemas de manutenção*. Revista Científica da Faculdade de Educação e meio ambiente, 10(1), 23–33. <https://doi.org/10.31072/rcf.v10i1.804>
- Moura, L. G.; Cavalheiros, C. (2019), *Estudo para reabilitação de patologias nas fachadas de uma edificação*. In: congresso latinoamericano de patologia de construcción y congresso de control de calidad em la construcción, XV, XVII, v.2, Tuxtla Gutiérrez. Anais..., Tuxtla Gutiérrez, 2019, 15p.
- Periard, G. (2011), *Matriz GUT- Guia completo, Sobre Administração*, Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 15/07/2020.
- Santana, et al. (2019), *Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado Submetidas a Ação de Incêndio : uma classificação prioritária para sua recuperação*. In: Congresso brasileiro do concreto, 61, 2019, Fortaleza. Anais..., Fortaleza: IBRACON, 17p.
- Medeiros, A. et al. (2020), *Aplicação de metodologias de inspeção em ponte de concreto armado*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 687–702,
- Souza, V., Ripper, T. (2009), *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. 1. ed. São Paulo: Editora Pini Ltda.
- Tutikian, B., Pacheco, M. (2013), *Boletim Técnico nº 1 – Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil*. Mérida. 17p.
- Verzola, S.; Marchiori, F.; Aragon, J. (2014), *Proposta de lista de verificação para inspeção predial Xurgência das manutenções*. In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, XV, Maceió. Anais..., Maceió, p. 1226-1235.