



## Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

### Prioritization of Criteria for Assessing of Maintenance Management in Multifamily Buildings

Mayra Alexandra Viscaino Cuzco, Juan Felipe Quesada Molina y Sergio Raúl Villacrés Parra

**RESUMEN:** El mantenimiento para la conservación de edificios involucra actividades técnicas, administrativas y de gestión. Para conocer el desempeño de un edificio en el área de gestión del mantenimiento es necesario saber qué medir. El objetivo de la investigación fue priorizar los criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares. Se trató de responder las preguntas ¿cuáles son los requerimientos y criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares? y ¿cuáles son sus ponderaciones? La investigación se desarrolló en tres fases: determinación de los criterios de evaluación, priorización de los criterios y definición del método de evaluación. El estudio determinó que los requerimientos relevantes para la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares son: diseño del edificio, riesgos laborales en el mantenimiento, y planificación, programación y control del mantenimiento. Se evaluó un edificio multifamiliar como caso de estudio en la ciudad de Cuenca, Ecuador.

**PALABRAS CLAVE:** Edificios multifamiliares, gestión del mantenimiento, criterios de evaluación.

**ABSTRACT:** Maintenance to conserve a building involves technical, administrative and management activities. To know the performance of a building in the area of maintenance management it is necessary to know what to measure. The objective of the research was to prioritize the criteria for the evaluation of maintenance management in multifamily buildings. For this purpose, it was necessary to answer the questions: what are the requirements and criteria for the assessing of the maintenance management of multifamily buildings? and what are their weights? The research was developed in three phases: determination of the criteria, prioritization of the criteria and definition of the assessment method. The study determined that the relevant requirements for maintenance management of multifamily buildings are: building design, occupational hazards in maintenance, and maintenance planning, scheduling and control. A multifamily building in Cuenca Ecuador was evaluated as a case study.

**KEYWORDS:** Multifamily buildings, maintenance management, assessment criteria

RECIBIDO: 9 de mayo de 2017 APROBADO: 24 de octubre de 2017

## Introducción

La condición y la calidad de una edificación son dos características importantes que influyen en la calidad de vida de los usuarios de un edificio [1]. Sin embargo, el deterioro es un problema que enfrenta cualquier bien construido como consecuencia del proceso natural de envejecimiento [2]; que afecta a los componentes y equipos de un edificio, reduciendo su fiabilidad y vida útil [3, 4].

El mantenimiento surge como una respuesta para contrarrestar el deterioro en la construcción [5]. La norma UNE-EN 15331 (2012) [6], define el mantenimiento de edificios como la “combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, realizadas durante el ciclo de vida de un edificio, destinado a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda realizar la función requerida”. Para asegurar que los edificios funcionen con calidad y fiabilidad durante su ciclo de vida, el mantenimiento y rehabilitación oportuna son imprescindibles [7, 8], ya que sin mantenimiento las edificaciones se deterioran rápidamente [9] [10].

En el ámbito internacional, el mantenimiento es un factor importante en países como Estados Unidos, que asigna el 50% del presupuesto de construcción, para reparación y mantenimiento de edificios [11] y España, que promueve el mantenimiento de edificaciones a través del Real Decreto 314/2006 y el Código Técnico de la Edificación. En Ecuador se desarrolló una investigación denominada “Modelo para el uso y mantenimiento de viviendas unifamiliares de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito y zonas rurales aledañas” en la cual se afirma que las “acciones de mantenimiento aseguran el correcto funcionamiento de la vivienda en el tiempo previsto de vida útil, y no pueden ser omitidas” [12].

Para los habitantes de la ciudad de Cuenca, Ecuador, la tipología de edificio multifamiliar está siendo muy aceptada, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC). Esto conduce a la necesidad de conservar a las edificaciones aptas para su uso, y la evaluación del desempeño de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares es un indicador de cómo se están administrando los recursos para alcanzar tal objetivo.

- [1] Abdul R, Ahmad A. Procedia Engineering Overview of Maintenance Approaches of Historical Buildings in Kuala Lumpur – A Current Practice. *Procedia Engineering* [Internet]. 2011 [consultado: 15 enero 2016]; 20:[425–434 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.185>. ISSN 1877-7058.
- [2] Balaras C, Drousa K, Dascalaki E, Kontoyiannidis S. Deterioration of European apartment buildings. *Energy and Buildings* [Internet]. 2005 [consultado: 7 agosto 2015]; 37(5):[515–527 pp.]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/223023598\\_Deterioration\\_of\\_European\\_apartment\\_buildings](https://www.researchgate.net/publication/223023598_Deterioration_of_European_apartment_buildings). ISSN 03787788.
- [3] Hassanain M, Al-Hammad A, Fatayer F. Assessment of architectural defects attributed to lack of maintenance feedback to the design team. *Architectural Science Review* [Internet]. 2013 [consultado: 2 enero 2015]; 57(2): [132–8 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/00038628.2013.783459>. ISSN 0003-8628.
- [4] Kumar R, Gardoni P. Stochastic modeling of deterioration in buildings and civil infrastructure. *Handbook of Seismic Risk Analysis and Management of Civil Infrastructure Systems*. Woodhead Publishing Ltd [Internet]. 2013 [consultado: 13 febrero 2015]; [410–34 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1533/9780857098986.3.410>. ISBN (Electronic): 9780857098986.
- [5] Zhu J, Chen Z, Sun L. A Method of construction of index system for highway maintenance management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [Internet]. 2013 [consultado: 11 marzo 2015]; 96:[1593–602 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.181>. ISSN: 1877-0428.
- [6] UNE-EN 15331. Criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento de edificios. Asociación Española de Normalización y Certificación. 2012. Madrid-España. Disponible en: [www.aenor.es](http://www.aenor.es).
- [7] Li C. Deterioration of concrete building structures. *Building Research & Information* [Internet]. 2010 [consultado: 16 enero 2015]; 25(4):[196–201 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/096132197370318>. ISSN 0961-3218.
- [8] Idrus A, Faris M, Abdul O. Value – based maintenance management model for university buildings in Malaysia-A critical review. *Journal of Sustainable Development* [Internet]. 2009 [consultado: 11 marzo 2015]; 2:[127–33 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5539/jsd.v2n3p127>. ISSN 1913-9071.
- [9] Pan W, Gibb A, Sellars A. Maintenance cost implications of utilizing bathroom modules manufactured offsite. *Construction Management and Economics* [Internet]. 2008 [consultado: 2015-01-02]; 26(10):[1067–77 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/01446190802422161>. ISSN 0144-6193.
- [10] Vivar Z, Portero A. Intervención constructiva en viviendas del Centro Histórico de Puerto Padre. *Arquitectura y Urbanismo* [Internet]. 2016 [consultado: 25 octubre 2017]; 37(2):[74–81 pp.]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376846860006>. ISSN 1815-5898.
- [11] Ali A. Cost decision making in building maintenance practice in Malaysia. *Journal of Facilities Management* [Internet]. 2009 [consultado: 2015-06-11]; 7(4):[298–306 pp.]. Disponible en: <http://repository.um.edu.my/73539/1/jfm%20azlan.pdf>. ISSN 1472-5967.
- [12] Dávila C, Villavicencio M. Modelo para el uso y mantenimiento de viviendas unifamiliares de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito y zonas rurales aledañas. [Máster en Administración de la Construcción]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE [Internet]. 2014 [consultado: 14 noviembre 2015]; Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9603>. ISSN 1098-6596.

Identificar los criterios que se deben considerar en la administración del mantenimiento de edificios multifamiliares y priorizarlos, ha sido objeto de estudio de varias investigaciones [13-16], pero dichos estudios se han enfocado en otras tipologías de edificación diferentes de las que se tratan en este trabajo.

Un criterio es un medio de expresar los requisitos de desempeño [17] en este caso, de la gestión del mantenimiento de las edificaciones multifamiliares. El desarrollo de un instrumento de valoración, tiene dos propósitos: proporcionar indicadores cuantitativos de desempeño y servir como una herramienta de calificación para medir el rendimiento de un edificio [18] en el ámbito de la gestión del mantenimiento. Quesada (2015), propone una metodología para el desarrollo de instrumentos de evaluación, que se sintetiza en tres fases [19]: selección de criterios de evaluación, priorización de criterios, y planteamiento del instrumento de evaluación.

Los métodos de evaluación de la edificación sustentable BSA (Building Sustainable Assessment), tales como VERDE (Valoración de Eficiencia de Referencia De Edificios) y CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency), consideran el mantenimiento y su gestión como una categoría de evaluación para edificios multifamiliares [20, 21]. De la revisión de la literatura [6, 13, 14, 16, 22] se identifica que los criterios de evaluación consideran:

- Las características físicas de la edificación: la contribución del diseño del edificio para la facilidad en el mantenimiento y costo del ciclo de vida, y
- Aspectos claves de la gestión como: políticas, informes, software de mantenimiento (CMMS), recursos humanos (formación profesional, cantidad, capacitación y entrenamiento, asimilación de nuevas metodologías), presupuesto, plan económico, indicadores económicos, priorización de actividades de mantenimiento, registros de mantenimiento, herramientas y materiales, plan de mantenimiento, manual de mantenimiento, procedimientos de mantenimiento, inspecciones, plan de mantenimiento preventivo, documentación técnica, contratos de mantenimiento (política, especificaciones técnicas, penalizaciones).

El propósito de este estudio es determinar los criterios para evaluar la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares y priorizarlos.

## Materiales y métodos

Para desarrollar el estudio se empleó el tipo de investigación cualitativa, de acuerdo con la metodología que propone Quesada (2015). El proceso consta de tres fases, en la primera se realizó la selección de requerimientos y criterios de evaluación; en la segunda fase se efectuó la ponderación de las categorías y criterios de mantenimiento; y en la tercera fase se definió el método para la evaluación con la aplicación a un caso de estudio.

En la primera fase, se revisó el estado del arte y se compilaron los requerimientos generales del mantenimiento de edificios. Para la selección de requerimientos y criterios que se ajusten a la tipología de edificación y al contexto de los edificios multifamiliares de la ciudad de Cuenca, se plantearon cuatro juicios para aceptar o descartar un criterio [19], según:

1. Si el criterio es aplicable al tipo de edificación que se estudia.
2. Si el criterio permite mejorar los problemas de la gestión del mantenimiento en los edificios multifamiliares.
3. Si el método para evaluar el criterio es factible de aplicar en el contexto local de los edificios multifamiliares.

- [13] Dann N, Hills S, Worthing D. Assessing how organizations approach the maintenance management of listed buildings. *Construction Management and Economics* [Internet]. 2006 [consultado: 14 enero 2015]; 24(1):[97-104 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/01446190500249510>. ISSN 0144-6193.
- [14] Acosta H, Troncoso M. Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo. *Ingeniería Mecánica*. [Internet]. 2011 [consultado: 31 enero 2015]; 14(2):[107-18 pp.]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59442011000200003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442011000200003). ISSN 1815-5944.
- [15] Sodangi M, Khamdi M, Idrus A, Hammad D, Ahmedumar A. Best practice criteria for sustainable maintenance management of heritage buildings in Malaysia. *Procedia Engineering* [Internet]. 2014 [consultado: 1 febrero 2015]; 77:[11-9 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.017>. ISSN 1877-7058.
- [16] Buys F, Nkado R. A survey of maintenance management systems in South African tertiary educational institutions. *Construction Management and Economics* [Internet]. 2006 [consultado: 2 enero 2015]; 24(10):[997-1005 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/01446190600851009>. ISSN 0144-6193.
- [17] ISO 19338. Performance and assessment requirements for design standards on structural concrete. International Organization for Standardization [Internet]. 2007 [consultado: 5 enero 2015]. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=60852](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=60852).
- [18] Quesada F. Métodos de evaluación de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales. *Hábitat Sustentable*. 2014 [consultado: 4 junio 2014]; 4(1):[56-67 pp.]. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/download/444/406>. ISSN: 0719 - 0700.
- [19] Quesada F. Desarrollo de un método de evaluación de la calidad del ambiente interior para el diseño de viviendas sustentables: Caso de estudio región del Bío Bío [Doctoral]. Concepción: Universidad del Bío- Bío; 2015.
- [20] GBCe. Verde Residencial/Oficinas. Green Building Council España [Internet]. 2012 [consultado: 18 febrero 2016]. Disponible en: <http://www.gbce.es/>.
- [21] JSBC. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency. Japan Sustainable Building Consortium [Internet]. 2010 [consultado: 15 febrero 2016]. Disponible en: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>.
- [22] UNE-EN 16646. Maintenance - Maintenance within physical asset management. Asociación Española de Normalización y Certificación. 2015. Brussels. Disponible en: [www.aenor.es](http://www.aenor.es).



4. Si los niveles de exigencia del criterio son compatibles con la realidad local.

Para la verificación de la aplicabilidad, se realizaron inspecciones en dos edificios multifamiliares de la localidad; entrevistas con los administradores de estos edificios y consulta a especialistas en el área de gestión del mantenimiento.

Para la segunda fase, se seleccionó el método desarrollado por Saaty (1980), denominado Analytic Hierarchy Process (AHP) [23], que es un método de análisis multicriterio empleado en varias investigaciones con propósitos similares [19, 24–26]. Este método permitió, a través de la consulta a especialistas en el tema, la determinación de las ponderaciones de las categorías y los criterios de evaluación de la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares.

En la segunda fase se definieron tres etapas, según el método AHP [24], sintetizados en: modelación del problema de decisión, valoración y priorización de los criterios. En la modelación se requiere construir una estructura jerárquica, que exprese todos los aspectos relevantes para la resolución de la problemática (Figura 1).

La etapa de valoración incorpora la evaluación de especialistas al asignar un grado de importancia a un criterio cuando este se compara con otro. Esta valoración permite la construcción de matrices de comparación pareada para la determinación de las ponderaciones. Para llevar a cabo la segunda etapa, fue necesario definir tres aspectos: escala de valoración, instrumento a aplicar y selección de expertos en el tema de estudio. La escala de valoración que se empleó es la denominada escala fundamental de comparación por pares, propuesta por el método AHP (Tabla 1).

Tabla 1. Escala fundamental del método AHP (Saaty, 1980).

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar.	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes:  Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

La escala emplea ocho números (del 2 al 9) que expresan la mayor importancia de un criterio respecto al que se compara; reservándose el valor de uno para indicar que dos criterios que se comparan tienen igual importancia.

Para la valoración por parte de los especialistas, se empleó la matriz desarrollada por Aznar y Guijarro (2012) [27], con la que se realizaron las comparaciones pareadas de los requerimientos y los criterios de gestión del

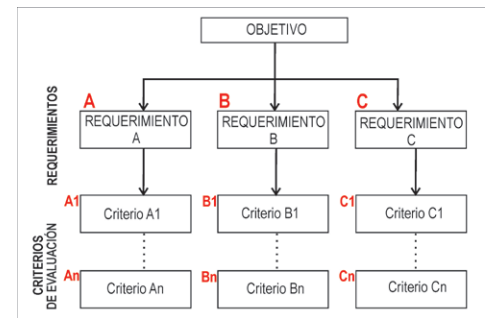


Figura 1. Esquema de la estructura.  
Fuente: elaborado por la autora.

- [23] Saaty TL. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research [Internet]. 1990 [consultado: 23 diciembre 2015]; 48(1):9–26 pp.]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I).
- [24] Moreno J. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones. Universidad de Zaragoza [Internet]. 2002 [consultado: 23 diciembre 2015]; 1:[21–53 pp.]. Disponible en: [https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP\(ve%20rpaginas11-16\).pdf](https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP(ve%20rpaginas11-16).pdf).
- [25] Martínez E, Álvarez M, Arquero A, Romero M. Apoyo a la selección de emplazamientos óptimos de edificios. Localización de un edificio universitario mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Informes de la construcción [Internet]. 2010 [consultado: 20 diciembre 2015]; 62(519):[35–45 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.08.052>. ISSN 0020-0883.
- [26] Wong J, Li H. Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems. Building and Environment [Internet]. 2008 [consultado: 15 enero 2016]; 43(1):[108–25 pp.]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/222191285>. ISSN 03601323.
- [27] Aznar J, Guijarro F. Nuevos métodos de valoración: modelos multicriterio [Internet]. 2ª ed. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia; 2012 [consultado: 15 enero 2016]. Disponible en: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>. ISBN 9788483639825.

mantenimiento respectivamente. Este instrumento fue aplicado físicamente y de manera asistida a todos los especialistas.

Para la valoración se seleccionaron tres grupos de interés, mediante un muestreo intencional, que sirvió para seleccionar encuestados con experiencia y conocimiento de las funciones de la gestión del mantenimiento y de edificios. El tamaño de la muestra fue de 30 especialistas, este número es considerado como aceptable en investigaciones similares [15, 19]. La muestra se compone de diez especialistas que tienen grado de maestría en gestión del mantenimiento industrial, diez arquitectos y diez administradores de edificios multifamiliares. La etapa de priorización se realizó de acuerdo a siguientes pasos:

- 1. Construcción de las matrices de comparación pareada;
- 2. Verificación del cumplimiento de la consistencia; y
- 3. Cálculo de los vectores propios.

Debido a que la investigación involucró a tres grupos de interés, se realizó la agregación de la opinión de los especialistas a través de la agregación de las prioridades individuales empleando la media geométrica, primero de cada individuo según el grupo de interés; y luego para obtener las ponderaciones finales la agregación por la media geométrica de cada grupo de expertos.

En la tercera fase de la investigación, se definió el método para la evaluación del edificio tomado como caso de estudio, empleando los requerimientos y criterios ponderados, que consta de: estructura del criterio, niveles de referencia y sistemas de calificación [19]. El método tiene una estructura jerárquica de dos niveles, que considera: requerimientos y criterios de evaluación (Tabla 2).

Nivel	Denominación	Descripción
1	Requerimientos	Propiedades físicas que debe cumplir el edificio y funciones de la gestión del mantenimiento que el método establece para la evaluación.
2	Criterios de evaluación	Características que se han definido para la evaluación del desempeño de cada requerimiento.

[28] Wallhagen M, Glaumann M, Eriksson O, Westerberg U. Framework for detailed comparison of building environmental assessment tools. Buildings. 2013 [consultado: 7 octubre 2016]; 3(1):[39–60 pp.]. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2075-5309/3/1/39/htm>. ISSN 2075-5309.

Tabla 2. Niveles jerárquicos del método de evaluación. Fuente: Elaborado por la autora

Cada criterio contiene la siguiente estructura: objetivo, método que va a ser aplicado para evaluarlo, el tipo de evaluación, los niveles de referencia, y la puntuación. Según su naturaleza, un criterio puede ser evaluado por [28]:

- Procedimientos: para valorar las acciones que están destinadas a mejorar el desempeño, en base a procedimientos establecidos para alcanzar un objetivo. Generalmente son cualitativos.
- Desempeño: para evaluar el resultado cuantitativo de soluciones técnicas o diseños. Este tipo generalmente incluye cálculos o medidas.
- Características: para evaluar los medios o el cumplimiento de medidas específicas. Las características pueden ser cuantitativas o cualitativas.

Los niveles de referencia que establece el método son tres: prácticas estándar (PE), prácticas mejores (PM) y prácticas superiores (PS). Debido a que no existe una normativa local, ni nacional, que permita definir las prácticas estándar de mantenimiento de edificios multifamiliares, para esta investigación, una PE es considera aquella que ha sido establecida a través de la consulta a especialistas en el tema de gestión del mantenimiento y

cuyo cumplimiento implica un mínimo desempeño. Una PM, indica un desempeño intermedio, superando lo establecido en las prácticas estándar. Una PS, supera el desempeño que alcanzan las prácticas comunes [19].

El sistema de calificación consistió en la asignación de un puntaje específico al cumplimiento de determinado criterio de evaluación (Tabla 3). En este caso, la puntuación obtenida fue multiplicada por el factor de ponderación de cada criterio de evaluación. Este valor se multiplicó por el peso del requerimiento, y para determinar el desempeño se realizó la sumatoria de las calificaciones de los requerimientos.

La calificación obtenida puede situarse en uno de los tres niveles de desempeño que el método establece. El umbral de cada rango se obtuvo considerando el cumplimiento de todas las exigencias de los criterios de evaluación y la asignación de la puntuación que corresponde al cumplimiento de cada nivel de referencia. Los rangos de desempeño del umbral, permiten determinar el nivel de cumplimiento de las exigencias en la gestión del mantenimiento de una edificación, después de que ha sido evaluado.

## Resultados

En el desarrollo de la primera fase, y como resultado de la revisión del estado del arte, se determinaron siete requerimientos y veintidos criterios que permiten la evaluación de la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares (Tabla 4). Cada requerimiento tiene un objetivo, que contribuye a que la gestión del mantenimiento cumpla su propósito (Tabla 5).

**Tabla 3. Puntuación del cumplimiento de niveles de referencia. Fuente: Elaborado por la autora**

Puntuación	Cumplimiento de:
1 punto	Prácticas Estándar (PE)
3 puntos	Prácticas Mejores (PM)
5 puntos	Prácticas Superiores (PS)

**Tabla 4. Requerimientos y criterios de evaluación de la gestión del mantenimiento de edificios. Fuente: Elaborado por la autora**

Requerimientos	Criterios	Descripción del criterio de evaluación
<b>Organización general del mantenimiento</b>	Políticas de mantenimiento	La participación de la gerencia debe verse reflejada en el establecimiento de políticas que integren el mantenimiento con los objetivos generales del edificio y que fomenten una cultura del mantenimiento del edificio. Se debe disponer de políticas de gestión del mantenimiento, que contengan una exposición clara de los objetivos y las técnicas necesarias a ser adoptadas para mantener los edificios aptos para el uso.
	Informes de mantenimiento	Disponer de buenos reportes de mantenimiento que permitan su control y evaluación.
	Herramienta informática para la gestión del mantenimiento	Para la gestión de la información puede emplearse como herramienta un software para la gestión del mantenimiento (CMMS) para la planificación, organización, control y almacenamiento adecuado de información, que asegure eficiente y eficazmente la gestión del mantenimiento del edificio.
	Norma de estado mínimo de mantenimiento del edificio	Establecimiento de una norma, en la que se indique el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.
<b>Recursos humanos</b>	Formación profesional	El mantenimiento de edificios tendrá un responsable como un administrador o gerente de mantenimiento, quien debe tener una formación profesional a fin al mantenimiento de edificios. Además, es necesario que el personal ejecutor de mantenimiento de edificios sea personal calificado.
	Capacitación y entrenamiento	Capacitación continua de los administradores de mantenimiento para mantenerse al día con la última tecnología. Los usuarios deben estar conscientes de la importancia del mantenimiento y deben recibir entrenamiento en el mantenimiento de edificios, para que puedan participar activamente en él.
	Cantidad de personal de mantenimiento	Disponer de un número adecuado de personal de mantenimiento, de acuerdo a las necesidades de la edificación.
	Asimilación de nuevas metodologías	Asimilación de nuevas metodologías por parte de los administradores de mantenimiento de edificios, quienes deben cambiar su forma de pensar sobre la importancia de la conservación de los edificios.
<b>Control económico</b>	Presupuesto de mantenimiento	Aplicar buenas técnicas para la elaboración de presupuestos, para tener un buen control financiero a través de programas de mantenimiento.
	Indicadores económicos	Establecer y disponer de indicadores económicos de mantenimiento para su evaluación y control.

Tabla 4. (Continuación)

Requeri- mientos	Criterios	Descripción del criterio de evaluación
Planificación, programación y control	Plan de mantenimiento	Tener un plan de mantenimiento que permita tener un control financiero a través de la adopción de un mantenimiento programado y la asignación de presupuestos de mantenimiento. Parte del plan de mantenimiento serán las inspecciones cuya frecuencia estará en función de la vulnerabilidad del elemento. En las inspecciones se evaluará la condición, priorización de actividades y el momento óptimo para la intervención. Dentro del plan de mantenimiento constarán las actividades preventivas. El plan debe especificar, tareas, procedimientos de ejecución, frecuencias, herramientas y materiales necesarios para la ejecución de las actividades.
	Programación y priorización de actividades de mantenimiento	La programación de actividades a realizar debe basarse en un calendario (por ejemplo: diario/semana y/o mensual) y debe asignarse por tipo de trabajo (trabajos de ingeniería civil, eléctrica, mecánica, etc.) o por áreas geográficas.
	Documentos de mantenimiento	Se debe disponer de documentos de mantenimiento como: Instrucciones para el usuario, manual de mantenimiento, procedimientos de mantenimiento, órdenes de trabajo, registros de mantenimiento y otros necesarios para la administración correcta del mantenimiento. Y que son fuente de información para cálculo de indicadores de mantenimiento.
	Control del mantenimiento	Indicadores de mantenimiento
Terceri- zación	Política de contratación	La política de contratación debe establecer los lineamientos para realizar el proceso de selección y contratación del mejor contratista que ejecutará el mantenimiento.
	Especificaciones técnicas	Cada contrato de mantenimiento deberá contener las especificaciones técnicas referentes al objeto del contrato.
	Penalizaciones	Establecer penalizaciones que se apliquen por incumplimiento de alguna especificación establecida en el contrato.
Riesgos laborales en el mantenimiento	Plan de seguridad	Establecer un documento en el que consten las actividades preventivas para la seguridad que deben ser consideradas al momento de ejecutar las actividades de mantenimiento.
	Uso de equipos de protección personal (EPP)	EPP, que el trabajador debe portar para su protección de uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud o seguridad, al momento de ejecutar trabajos de mantenimiento que pueden involucrar riesgos.
Diseño del edificio	Diseño enfocado en el mantenimiento	Los profesionales, deben considerar tres aspectos esenciales para el mantenimiento de edificios: facilidad para limpiar, inspeccionar y reparar o reemplazar.
		Aporte al diseño por parte de especialistas en mantenimiento durante la etapa de diseño del edificio.
		Sistema de retroalimentación del usuario al diseñador
	Diseño que asegure la función del mantenimiento	Diseño que contempla áreas esenciales para la función mantenimiento, como: lavanderías, bodegas de herramientas, área para depósito de desechos; que aseguran que los trabajos de mantenimiento puedan desarrollarse normalmente en el edificio.
	Costo del ciclo de vida	Diseño que realiza un análisis de costo de ciclo de vida, para verificar a lo largo del tiempo la evolución de ingresos y gastos que generará el edificio. Esta es una herramienta clave para determinar la rentabilidad del edificio, y en una etapa temprana hacer correcciones.

Tabla 5. Objetivos de los requerimientos de la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares. Fuente: Elaborado por la autora

Requerimiento	Objetivo
Organización general del mantenimiento	Definir las políticas bajo las cuales se va a conducir la gestión del mantenimiento del edificio.
Recursos humanos de mantenimiento	Establecer directrices para la selección y capacitación del personal de mantenimiento para el aseguramiento de las funciones de la gestión del mantenimiento del edificio.
Control económico del mantenimiento	Fomentar el uso eficientemente de los recursos económicos asignados para mantenimiento del edificio a través de una adecuada presupuestación y control económico.
Planificación, programación y control del mantenimiento	Asegurar las condiciones adecuadas de habitabilidad para el usuario del edificio, a través de un cronograma de tareas de mantenimiento debidamente presupuestado.
Tercerización del mantenimiento	Establecer directrices para la selección adecuada del contratista de servicios de mantenimiento y de la calidad de la ejecución de los trabajos de mantenimiento.
Riesgos laborales en el mantenimiento	Prevenir accidentes laborales en el personal de mantenimiento a través del establecimiento de un plan de seguridad y la exigencia del empleo de equipos de protección personal.
Diseño del edificio	Evaluar la consideración del mantenimiento en el diseño del edificio.

En la segunda fase y como exigencia del método AHP, se construyó una estructura jerárquica de dos niveles; nivel 1: categorías y nivel 2: criterios (Figura 2). Todas las matrices de comparación pareada cumplieron con el Ratio de Consistencia (CR), que para el caso del análisis de requerimientos debe ser menor al 10% (Tabla 6).

Se graficó la valoración de cada requerimiento, por grupo decisor, identificándose que en el requerimiento “diseño del edificio” no hay concordancia (Figura 3). Para las ponderaciones definitivas, se realizó la agregación de los valores de cada grupo, usando la media geométrica (Tabla 7).



Figura 2. Estructura jerárquica de los requerimientos y criterios a priorizar. Fuente: elaborado por la autora.

Tabla 6. Valores promedio de CR, por grupo de interés. Fuente: Elaborado por la autora.

Grupo de interés	Valor de CR
<b>ARQ:</b> Arquitectos	8,6 %
<b>ADM:</b> Administradores de edificios	9,4 %
<b>ESP:</b> Especialistas en gestión del mantenimiento	8,6 %

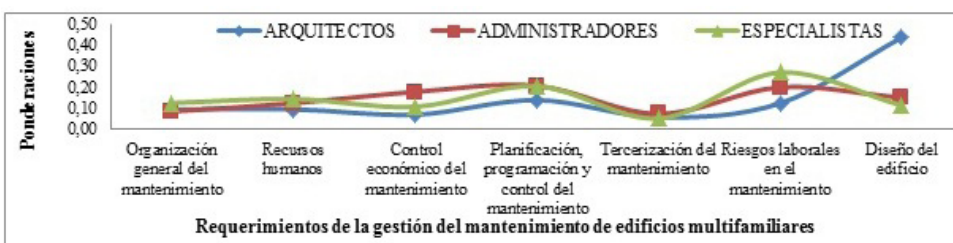


Figura 3. Comparación de la valoración de los requerimientos, según los grupos de interés. Fuente: elaborado por la autora.



Tabla7. Ponderaciones de los requerimientos y criterios de evaluación de la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares. Fuente: Elaborado por la autora.

Requerimiento	Peso	Criterio de evaluación	Factor
A. ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO	10,5%	A1. Políticas de mantenimiento	0,32
		A2. Informes de mantenimiento	0,18
		A3. Herramienta informática para la gestión del mantenimiento.	0,19
		A4. Normas que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.	0,31
B. RECURSOS HUMANOS DE MANTENIMIENTO	12,5%	B1. Formación y calificación personal	0,28
		B2. Capacitación y entrenamiento del personal de mantenimiento	0,34
		B3. Cantidad de personal de mantenimiento	0,13
		B4. Asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento	0,25
C. CONTROL ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO	11,5%	C1. Presupuesto de mantenimiento	0,54
		C2. Indicadores económicos de mantenimiento	0,46
D. PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO	19,1%	D1. Plan de mantenimiento	0,25
		D2. Programación y priorización de actividades de mantenimiento	0,27
		D3. Documentos de mantenimiento	0,14
		D4. Control de la gestión del mantenimiento	0,34
E. TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	6,1%	E1. Política de contratación	0,38
		E2. Especificaciones técnicas	0,39
		E3. Penalizaciones	0,23
F. RIESGOS LABORALES EN EL MANTENIMIENTO	19,8%	F1. Plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en mantenimiento	0,58
		F2. Uso de los equipos de protección personal por parte de los ejecutores de mantenimiento	0,42
G. DISEÑO DEL EDIFICIO PARA FÁCIL MANTENIMIENTO	20,5%	G1. Diseño enfocado en el mantenimiento	0,28
		G2. Diseño que asegure la función del mantenimiento	0,40
		G3. Análisis del costo de ciclo de vida del edificio	0,32

La determinación de los pesos de los requerimientos y los factores de los criterios de evaluación permitieron identificar cuáles son los valores del umbral de desempeño de las edificaciones en el área de la gestión del mantenimiento. Para obtener los valores de umbral de cada nivel de referencia, se consideró el caso particular de cumplimiento de las exigencias de todos los criterios de evaluación, en sus tres niveles:

- Nivel estándar, cuando la evaluación alcanza un puntaje desde 100 a 265 puntos.
- Prácticas mejores para una puntuación desde 266 a 386 puntos.
- Prácticas superiores cuando se iguala o supera los 387 puntos.

Resultados de la evaluación del caso de estudio

Se tomó como caso de estudio un edificio (Figura 4), con determinadas características (Tabla 8) ubicado en la ciudad de Cuenca, Ecuador, para evaluar la gestión del mantenimiento con los criterios ponderados.

Tabla 8. Descripción del caso de estudio. Fuente: Elaborado por la autora

Característica	Descripción
Edad	5 años
Ubicación	Manuel Quiroga y Francisco Ascásubi
Orientación	Sur de la ciudad de Cuenca.
Número de departamentos	176 departamentos y 11 locales comerciales
Materialidad	Sistema estructural del edificio de hormigón armado



Figura 4. Edificio caso de estudio  
Fuente: elaborado por la autora.

Mediante una inspección en sitio y la verificación de la existencia física de las evidencias, se realizó la valoración de las exigencias de cada criterio. El desempeño del edificio tomado como caso de estudio, en la categoría de gestión del mantenimiento no alcanzó el nivel estándar. La calificación obtenida es de 68 sobre 100 puntos (puntuación mínima), requeridos para alcanzar el cumplimiento del nivel estándar.

Los requerimientos con menor desempeño son: la organización general del mantenimiento, el control económico y la tercerización; ninguno de los cuales cumple con exigencia alguna del nivel de prácticas estándar, por lo que han obtenido un puntaje de "0" (figura 5).

## Discusión de los resultados

Determinar los criterios que deben intervenir en la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios y las ponderaciones de los mismos fueron las preguntas de investigación que motivaron este estudio.

En la valoración realizada, ninguno de los grupos de interés consultados coincidió en la priorización de los requerimientos. Los administradores de edificios ubican en primer lugar, como requerimiento más importante, la planificación, programación y control; los especialistas en gestión del mantenimiento, los riesgos laborales en el mantenimiento, y los arquitectos, al diseño del edificio. Esto puede deberse a que cada grupo consultado da más importancia a la actividad que como responsables, realizan diariamente en pro del mantenimiento de un edificio. El requerimiento en el que la discrepancia es notable, es en el requerimiento "diseño del edificio"; sin embargo este es un factor determinante para el desempeño del edificio en la etapa de operación y mantenimiento [29-31], por lo que se consideraron las ponderaciones de los arquitectos dentro de la contabilidad general para la priorización de requerimientos y criterios. El método AHP, permitió conjugar los tres puntos de vista que resultan ser complementarios; ya que lo que no es considerado por los administradores y especialistas, es afirmado por los arquitectos.

En comparación con un estudio similar, que priorizó criterios de mejores prácticas para el desempeño de la gestión del mantenimiento en instituciones educativas de Sudáfrica [16], se concuerda de manera general que los aspectos de diseño de los edificios son los más importantes en la gestión del mantenimiento de este tipo de activos.

Como resultado de la evaluación del caso de estudio, el edificio no alcanzó el nivel estándar, logrando una puntuación de 68/100 puntos. Al momento de la evaluación, el administrador respondió afirmativamente al cumplimiento de un criterio evaluado, sin embargo se exigió la presentación física de las evidencias para asignación del cumplimiento del criterio evaluado, las cuales no se presentaron. Los resultados obtenidos en la evaluación del caso de estudio demuestran que las exigencias de prácticas estándar en la gestión del mantenimiento no se cumplen. Esto podría explicarse a partir de dos falsas ideas que se han arraigado en el contexto local: la primera es creer que únicamente existe la estrategia de mantenimiento correctivo y la otra es considerar que el mantenimiento consiste únicamente en realizar acciones técnicas, dejando a un lado la parte administrativa y de gestión, las cuales son fundamentales para el buen desempeño de un edificio, porque contribuyen a conservar a las edificaciones aptas para su uso.

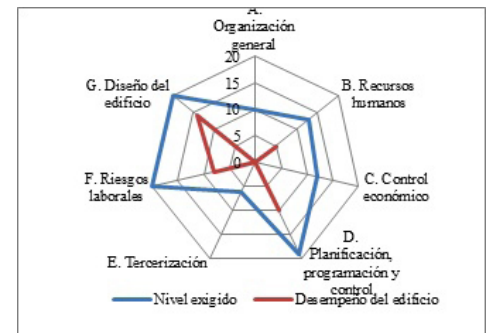


Figura 5. Nivel de desempeño del caso evaluado. Fuente: elaborado por la autora.

- [29] Hernández S. Aplicación de la información de la vida útil en la planeación y diseño de proyectos de edificación. *Acta universitaria* [Internet]. 2011 [consultado: 17 mayo 2016]; 21(2):[37-42 pp.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15174/au.2011.35>.
- [30] Artilles D, Olivera A. Calidad y desempeño durable de las viviendas. La percepción de sus residentes. *Arquitectura y Urbanismo*. 2007 [consultado: 23 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/3768/376839852004/>. ISSN 0258-591X.
- [31] Artilles D. Diseño arquitectónico y desempeño durable de la vivienda social. *Arquitectura y Urbanismo* [Internet]. 2007 [consultado: 23 octubre 2017]; 28(1):[48-54pp.]. Disponible en: <http://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/180>. ISSN 1815-5898.

## Conclusiones

La evaluación de la gestión del mantenimiento de un edificio a través de los requerimientos y criterios ponderados, permite determinar cuáles son los requerimientos con menor desempeño, e identificar las exigencias, que con acciones correctivas pueden ser implementadas y mejoradas.

El estudio determinó que de los siete requerimientos considerados para evaluar la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares, los que alcanzaron mayor ponderación son: diseño del edificio (20,5%), riesgos laborales en el mantenimiento (19,8%) y planificación, programación y control del mantenimiento (19,1%).

El hecho de que el diseño del edificio sea el requerimiento con mayor ponderación, indica que el mantenimiento tiene que preverse desde la etapa de diseño, considerando tanto criterios de mantenibilidad de la edificación, como costos de mantenimiento.

En relación con los riesgos laborales, se estima que los administradores de mantenimiento de edificios multifamiliares deben implementar actividades que reduzcan los riesgos de accidentes al momento de realizar las actividades de mantenimiento, brindando condiciones de seguridad para los ejecutores.

Además, dentro de las actividades de planificación, programación y control del mantenimiento, es indispensable elaborar un plan de mantenimiento y ejecutarlo, así como identificar los activos críticos que se encuentren en el edificio, para priorizar las actividades de mantenimiento. Estas actividades son requerimientos necesarios, para una adecuada gestión del mantenimiento en edificaciones multifamiliares.

A través del estudio del estado del arte, se ha evidenciado que no existe normativa local que fomente la cultura de la gestión del mantenimiento de edificios. Se recomienda que algún ente regule (a través del establecimiento de prácticas estándar), exija y controle el cumplimiento de al menos éstas prácticas de gestión en el mantenimiento de edificios.

Finalmente, este trabajo como pionero en la priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento de edificios multifamiliares en el ámbito local, pretende ser una base para futuras investigaciones en el tema.

## Agradecimientos

Los autores agradecen por su importante contribución para el desarrollo de este trabajo, a: Luis Felipe Sexto, MSc.; María López, MSc.; a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca y a la empresa C&V Ingeniería Cía. Ltda.



*Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco*  
Ingeniera civil. Magíster en gestión del mantenimiento. Magíster en construcciones. Docente en la escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

E-mail: mayraviscaíno@hotmail.com



*Juan Felipe Quesada Molina*  
Doctor en Arquitectura y Urbanismo, Docente - investigador, Universidad de Cuenca. Director de la Maestría en Construcciones de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Director de proyectos de investigación en el área de la sustentabilidad.

E-mail: felipe.quesada@ucuenca.edu.ec



*Sergio Raúl Villacrés Parra*  
Ingeniero mecánico. Magíster en gestión del mantenimiento. Docente en la escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

E-mail: srvp@hotmail.com



Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported License. (CC BY-NC-ND 3.0)