RELIGACIÓN
REVISTA

Control normativo y cronograma en la rehabilitación de una vivienda patrimonial para museo

Regulatory control and scheduling in the rehabilitation of a heritage house for a museum

Glider Nunilo Parrales Cantos, Marco Vinicio Pomavilla Aguayza, Cristian Jhoel Solano Jiménez, Boris Ariel Zhumilima Tuba

Resumen

La remodelación no invasiva de una vivienda patrimonial de casi cien años en Jipijapa, Manabí, destinada a museo, exigió verificar si la supervisión técnica garantizaba la estabilidad estructural, la autenticidad patrimonial y la seguridad laboral. El objetivo fue evaluar los procesos constructivos mediante control normativo, análisis del camino crítico y libro de obra. Se aplicó un diseño cuantitativo, descriptivo y de campo durante 54 días laborables (mayo a julio de 2026), con listas de chequeo, diagramas de Gantt y CPM. La ruta crítica de 19 actividades se cumplió en el plazo programado y se verificaron hormigones de 210 y 180 kg/cm^2; no obstante, hubo incumplimientos recurrentes de NEC-SE-MD, NEC-SE-MP y del reglamento de seguridad laboral. Las técnicas ancestrales de enquinchado y caña picada fueron compatibles con la normativa vigente, aunque persisten brechas de control de calidad.

Palabras clave: Supervisión de obras; Patrimonio arquitectónico; Gestión de proyectos; Normas técnicas.

Glider Nunilo Parrales Cantos
Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Jipijapa | Ecuador | glider.parrales@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-2233-8825
Marco Vinicio Pomavilla Aguayza
Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Jipijapa | Ecuador | pomavilla-marco5719@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0001-7608-9588
Cristian Jhoel Solano Jiménez
Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Jipijapa | Ecuador | solano-cristian0024@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0003-0278-1402
Boris Ariel Zhumilima Tuba
Universidad Estatal Del Sur De Manabí | Jipijapa | Ecuador | zhumilima-boris1443@unesum.edu.ec
http://orcid.org/0009-0006-1015-1859

http://doi.org/10.46652/rgn.v11i51.1727
ISSN 2477-9083
Vol. 11 No. 51, julio-septiembre, 2026, e2601727
Quito, Ecuador

Enviado: julio 30, 2026
Aceptado: septiembre 12, 2026
Publicado: octubre 26, 2026
Publicación Continua

RELIGACIÓN CICSHAL
Centro de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades desde América Latina

Abstract

The non-invasive remodeling of a nearly one-hundred-year-old heritage house in Jipijapa, Manabí, intended to become a museum, required verifying whether technical supervision guaranteed structural stability, heritage authenticity, and occupational safety. The objective was to evaluate the construction processes through normative control, critical path analysis, and a site logbook. A quantitative, descriptive field design was applied over 54 working days (May to July 2026), using checklists, Gantt charts, and CPM. The 19-activity critical path was completed within the scheduled time and concrete mixes of 210 and 180 kg/cm² were verified; however, recurrent non-compliance with NEC-SE-MD, NEC-SE-MP, and the occupational safety regulation was found. Ancestral techniques such as enquinchado and chopped-cane infill were compatible with current regulations, although quality-control gaps persist.

Keywords: Construction supervision; Architectural heritage; Project management; Technical standards.

Introducción

A nivel mundial, la verificación técnica en obra se ha consolidado como una función indispensable en los proyectos de construcción, remodelación y conservación de edificaciones, pues permite comprobar el cumplimiento de los estándares de calidad, seguridad y eficiencia durante la ejecución de los trabajos. Cuando esta función es débil, las consecuencias son medibles: en un estudio de once obras de edificios multipiso de Kumasi (Ghana), la aplicación deficiente del código de construcción y la irregularidad de los controles de calidad coincidieron con hormigones producidos en obra entre 26 % y 60 % por debajo de la resistencia mínima exigida para uso estructural (Tutu et al., 2022). Esta función adquiere una complejidad particular cuando el objeto de intervención es un inmueble con valor patrimonial, dado que la supervisión técnica debe conciliar dos exigencias que no siempre coinciden: la conservación de sistemas constructivos ancestrales, concebidos sin referencia a una normativa formal, y el cumplimiento de códigos de construcción contemporáneos orientados a garantizar la seguridad estructural y laboral (López Suscal & Aguirre Ullauri, 2023).

En paralelo, el control de los plazos en obra se apoya en herramientas de programación como el diagrama de Gantt y el método del camino crítico (CPM), cuya utilidad práctica depende de que el avance real se registre de forma sistemática y se contraste con lo programado. En intervenciones patrimoniales de pequeña escala, donde las actividades son cortas, poco repetitivas y con frecuencia deben adaptarse a lo que revela el sistema constructivo existente, ese seguimiento diario cobra especial importancia.

En el Ecuador, la residencia de obra se enmarca en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), cuyos capítulos técnicos (entre ellos NEC-SE-HM para hormigón armado, NEC-SE-MD para estructuras de madera, NEC-SE-MP para mampostería estructural y NEC-SE-GM para geotecnia y cimentaciones) establecen los parámetros mínimos de calidad y seguridad que debe verificar el residente de obra (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2015a, 2015b, 2015c, 2015d). En particular, la norma NEC-SE-MD para estructuras de madera retoma como antecedente técnico directo el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino

elaborado en la década de 1980 en el marco de la cooperación técnica regional andina (Junta del Acuerdo de Cartagena [JUNAC], 1984), lo que confirma la continuidad entre aquellos esfuerzos de estandarización andina y la normativa ecuatoriana vigente sobre madera estructural.

A esta normativa técnica se suma, desde 2025, el Reglamento de Seguridad en la Construcción establecido mediante el Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2025-122, que detalla las obligaciones del empleador en materia de identificación de peligros y uso de equipos de protección personal (Ministerio del Trabajo, 2025). Con todo, estudios recientes advierten que el nivel de cumplimiento de las normas de seguridad laboral en la construcción ecuatoriana continúa siendo desigual entre proyectos, lo que incide directamente en el rendimiento y en la exposición al riesgo del personal de obra (Villacís-López et al., 2021). A escala internacional, una revisión sistemática con metaanálisis estimó que solo alrededor de la mitad de los trabajadores de sectores de alto riesgo utiliza equipo de protección personal (prevalencia agrupada de 51 %) y que la supervisión y la capacitación en seguridad se asocian con un menor riesgo de lesiones (Santos et al., 2025). Un patrón comparable se observa en el control de calidad del hormigón dosificado de forma artesanal, una práctica extendida en obras menores y de restauración, que presenta variaciones de resistencia a la compresión de entre el -13,7 % y el 28,4 % respecto de la resistencia de diseño, según la calidad de los agregados y el tipo de cemento empleado (Santamaría et al., 2021).

Respecto a la conservación del patrimonio construido, experiencias recientes en el país ponen de manifiesto que la recuperación de sistemas constructivos ancestrales, como el bahareque, la quincha o el enquinchado, es viable y compatible con criterios contemporáneos de seguridad y durabilidad, siempre que se documenten adecuadamente los procedimientos de intervención y se identifiquen los riesgos de deterioro propios de cada técnica (Lozano-Guamán et al., 2025). En esa misma línea, los protocolos de conservación patrimonial aplicados a la arquitectura vernácula ecuatoriana coinciden en señalar que el mayor riesgo de estas edificaciones no radica en la técnica constructiva original, sino en las intervenciones posteriores que introducen materiales incompatibles, como el contacto directo entre madera y mampostería sin barreras de humedad, sin un adecuado control técnico (López Suscal & Aguirre Ullauri, 2023). Esta perspectiva es consistente con los principios doctrinarios de mínima intervención, reversibilidad y compatibilidad de materiales establecidos desde 1964 por la Carta de Venecia como marco de referencia internacional para la conservación de monumentos y sitios (ICOMOS, 1964), principios que la residencia de obra de un bien patrimonial debe verificar en la práctica, más allá de su enunciación teórica.

Este desafío no es exclusivo del Ecuador. En América Latina, la conservación del patrimonio edificado se desarrolla en un contexto de alta sismicidad y de amplia presencia de sistemas constructivos tradicionales de madera, tierra y caña, cuyo desempeño depende de que se mantengan íntegros y de que las intervenciones no los vuelvan incompatibles con la normativa contemporánea. Las observaciones posteriores al terremoto de Chile de 2010 mostraron que, en estructuras históricas y tradicionales, restringir la falla de los muros fuera de su plano es una prioridad de conservación (D'Ayala & Benzoni, 2012); en el centro histórico de Cusco (Perú), el 69 % de las viviendas analizadas que no habían considerado criterios sísmicos presentó ese tipo

de falla, mientras que las que incorporaron refuerzo fuera del plano resultaron efectivas (Brando et al., 2021). En el litoral ecuatoriano, el bahareque o quincha ha perdido aceptación frente al hormigón armado por la percepción de que es obsoleto o inseguro y por la escasez de literatura técnica comparable, aunque su comportamiento sísmico depende de factores verificables en obra, como la regularidad y la continuidad de los muros, las conexiones y el mantenimiento de la caña (Mite-Anastacio et al., 2022). Esos factores son, precisamente, los que una supervisión técnica puede comprobar durante la ejecución, lo que justifica estudiar cómo se articula el control normativo con la conservación de estas técnicas en una obra concreta.

A nivel local, la vivienda patrimonial ubicada en la calle Colón y Parrales y Guales, cantón Jipijapa, provincia de Manabí, con casi cien años de antigüedad, fue objeto de un proceso de remodelación no invasiva orientado a su adecuación como Museo de Arte Religioso "Nuestra Señora Agua Santa". La edificación presenta una tipología mixta, con pórticos de hormigón y madera en planta baja y estructura íntegra de madera en planta alta, y conserva técnicas constructivas tradicionales como el enquinchado, la caña picada y uniones carpinteras de valor patrimonial (rayo de Júpiter, cola de milano, pico de flauta, ensamble simple y media madera). La residencia de obra de este proyecto fue ejecutada entre el 19 de mayo y el 31 de julio de 2026 por estudiantes del noveno semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), bajo la responsabilidad de un contratista y la tutoría de un docente de la Facultad de Ciencias Técnicas.

La ejecución de este tipo de proyectos bajo la modalidad de proyecto integrador de saberes añade una dimensión formativa que la literatura sobre residencia de obra rara vez considera de manera explícita: la supervisión técnica no es realizada por un residente profesional único, sino por un grupo rotativo de estudiantes en formación, acompañados por un docente tutor. Esta condición exige que los instrumentos de control (libro de obra, listas de chequeo normativo y diagramas de programación) cumplan simultáneamente una función técnica de fiscalización y una función pedagógica de aprendizaje situado, ya que cada estudiante debe contrastar, jornada tras jornada, lo observado en obra con la especificación normativa correspondiente antes de emitir una recomendación técnica.

En este contexto, surge la interrogante de en qué medida la supervisión técnica, el control de calidad normativo y el seguimiento del cronograma de residencia de obra aseguran de manera simultánea la estabilidad estructural, la autenticidad patrimonial y la seguridad laboral en una intervención de esta naturaleza. El presente artículo tiene como objetivo supervisar y evaluar los procesos constructivos de la remodelación del Museo de Arte Religioso "Nuestra Señora Agua Santa" mediante el control normativo, el análisis del camino crítico y el registro sistemático en libro de obra, con el fin de aportar evidencia empírica sobre la compatibilidad entre la conservación de técnicas ancestrales y el cumplimiento de la normativa técnica ecuatoriana vigente. Como objetivo complementario, se valoran los impactos ambientales de las fases constructiva y operativa mediante una matriz tipo Leopold-Conesa, porque en una intervención patrimonial inserta en el centro histórico las decisiones de supervisión (seguridad estructural, ruido, ocupación de la

acera, manejo de escombros) repercuten en el entorno urbano; este componente se presenta como apoyo al objetivo principal y no como un eje independiente de análisis.

Metodología

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y diseño de campo no experimental, en el marco de la modalidad de proyecto integrador de saberes establecida institucionalmente por la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM, 2017). Esta elección responde a tres razones: la intervención debía observarse tal como se ejecutó, sin manipular variables; el propósito era caracterizar mediante mediciones directas (áreas, volúmenes, proporciones de dosificación, duraciones de actividades y niveles de cumplimiento normativo) las condiciones geométricas, físicas y patológicas de la edificación patrimonial y las desviaciones respecto de la norma; y la información solo podía obtenerse en el sitio de la obra, ubicado en la calle Colón y Parrales y Guales, cantón Jipijapa, durante el período comprendido entre el 19 de mayo y el 31 de julio de 2026. Dado este alcance, las causas del deterioro de los materiales y del incumplimiento de determinadas especificaciones se interpretan en la discusión a partir de los registros, sin que el diseño permita establecer relaciones causales.

Se combinaron tres métodos de investigación. El método inductivo-deductivo hizo posible analizar el comportamiento de elementos constructivos individuales, como vigas, bloques de mampostería y mortero, para inferir el estado general de estabilidad de la edificación. El método analítico-sintético se empleó para descomponer las fases constructivas del proyecto mediante un diagrama de red elaborado con el método del camino crítico (CPM) y el seguimiento diario registrado en el libro de obra. Finalmente, el método de observación directa participativa consistió en el monitoreo in situ de las actividades constructivas y operativas por parte de los estudiantes y el docente responsable, quienes rotaron su asistencia a lo largo de la semana (lunes a viernes) conforme a un cronograma de acompañamiento distribuido entre los once integrantes del grupo de trabajo. Para reducir la variabilidad entre observadores, los once integrantes utilizaron la misma lista de chequeo y una escala común de tres niveles (cumple, cumple parcialmente e incumple), cuyos criterios se derivaron del texto de cada norma, y cada observación debía sustentarse en el requisito normativo correspondiente antes de registrarse en el libro de obra. No se calculó un índice de concordancia interobservador (por ejemplo, el coeficiente kappa de Cohen), por lo que el grado de acuerdo entre estudiantes no pudo cuantificarse; este aspecto se reconoce como limitación en la sección 5.

Como técnicas de recolección de datos se utilizaron la inspección técnica visual, la medición directa de áreas y volúmenes de obra ejecutada, la verificación de la consistencia de las mezclas de hormigón y mortero, y la auditoría de las condiciones de seguridad laboral. Los instrumentos empleados fueron el libro de obra o bitácora diaria, listas de chequeo elaboradas a partir de la normativa técnica vigente (NEC-SE-MD, NEC-SE-HM, NEC-SE-MP y el Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2025-122), diagramas de Gantt y redes CPM generados en el software Microsoft Project, y un registro fotográfico técnico exhaustivo de cada jornada. Complementariamente, los

efectos ambientales del proyecto se evaluaron mediante una matriz de impacto de tipo Leopold, adaptada al método de valoración de Conesa Fernández-Vítora, aplicada de forma diferenciada a las fases constructiva y operativa del museo (Conesa Fernández-Vítora, 2009; Leopold et al., 1971).

Los instrumentos no se sometieron a una validación estadística formal (juicio de expertos o prueba piloto); su validez de contenido se sustentó en la correspondencia directa de cada ítem con un requisito de la norma citada, y el docente tutor participó en el monitoreo de campo. No se aplicó muestreo: se registró la totalidad de las jornadas (54 días laborables, de 08:00 a 12:00 horas) y de las 64 actividades programadas, de modo que los resultados describen el universo observado y no se infieren a una población mayor. En el análisis de datos, la información numérica (áreas, volúmenes, dosificaciones, duraciones y holguras) se procesó mediante estadística descriptiva y cálculo CPM en Microsoft Project, mientras que los registros narrativos del libro de obra (observaciones y recomendaciones) se codificaron por tema normativo (madera, mampostería, instalaciones eléctricas y seguridad laboral) y se clasificaron en la escala de tres niveles descrita. Dado el alcance descriptivo, los resultados se reportan como categorías de cumplimiento y valores absolutos, sin pruebas inferenciales ni medidas de tamaño del efecto.

La intervención comprendió actividades preliminares (revisión de planos, socialización del proyecto y medidas de seguridad ocupacional), trabajos de piso (demolición del piso existente, colocación de malla electrosoldada y fundición de hormigón de 210 kg/cm^2) y trabajos de mampostería (nivelación, construcción de muros por hileras, colocación de chicotes y enlucido), entre otras actividades de menor escala relacionadas con la conservación de elementos de madera. Para cada actividad relevante se contrastó el procedimiento ejecutado en obra con la especificación técnica de la norma correspondiente, registrando las desviaciones observadas, las recomendaciones emitidas al contratista y su grado de cumplimiento posterior, información que constituye la base empírica de los resultados presentados a continuación.

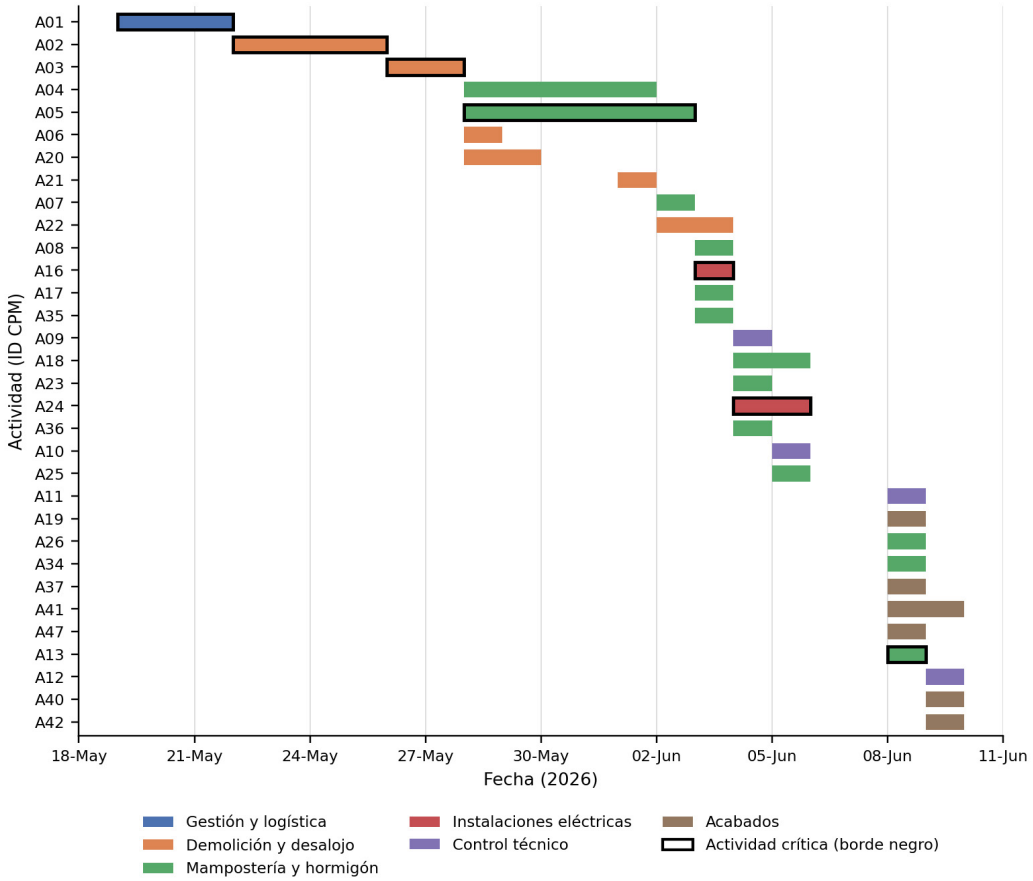
Resultados

Programación de actividades y camino crítico

El cronograma de la residencia de obra, elaborado en Microsoft Project bajo un calendario de trabajo de lunes a viernes, comprendió un total de 54 días laborables, ejecutados entre el 19 de mayo y el 31 de julio de 2026, con un total de 64 actividades planificadas. El análisis mediante el método del camino crítico (CPM) identificó una ruta crítica compuesta por 19 actividades sin holgura (HT = 0 días), iniciada con la recepción e inspección de materiales y finalizada con las conexiones y la limpieza del sistema eléctrico. La suma de las duraciones de las actividades críticas coincidió con la duración total programada del proyecto, lo que indica que el cronograma se cumplió sin generar atrasos acumulados sobre la ruta crítica. Para facilitar su lectura, el diagrama de Gantt se presenta en dos partes cronológicas de 32 actividades cada una (Figuras 1 y 2), en las

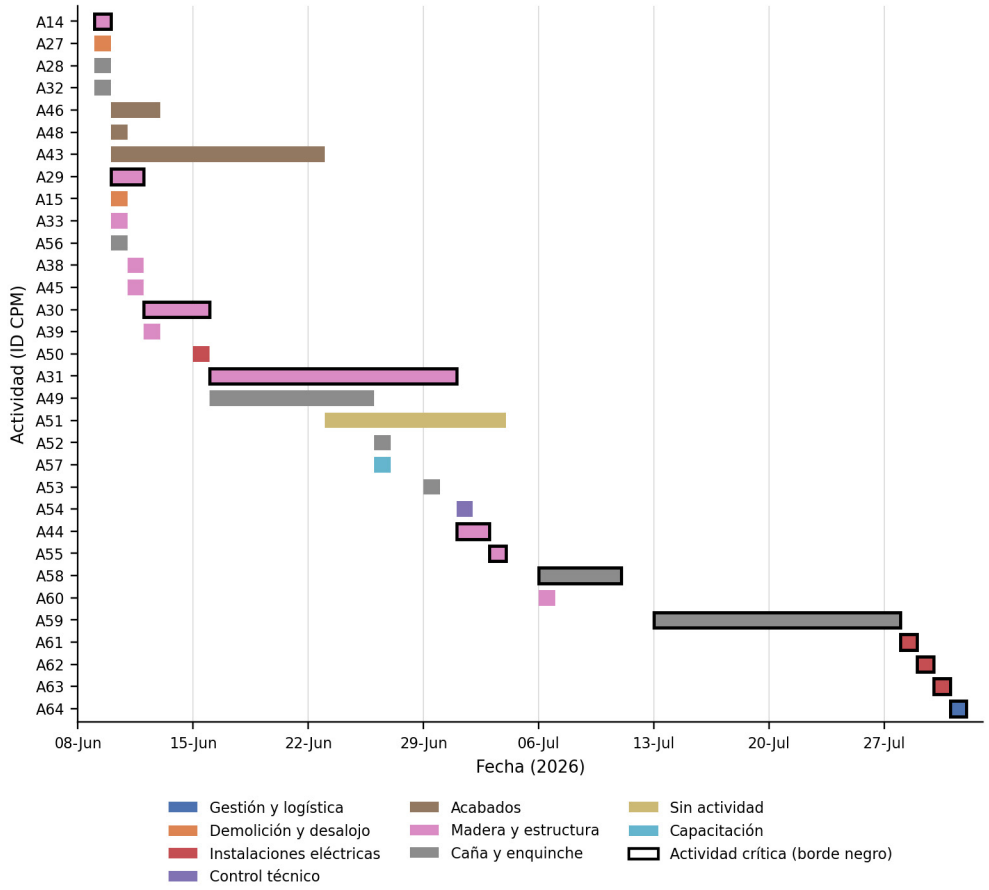
que cada barra representa una actividad ubicada en su fase de ejecución (color) y las actividades críticas se destacan con borde negro.

Figura 1. Diagrama de Gantt del proyecto, parte 1 de 2: actividades con inicio entre el 19 de mayo y el 9 de junio de 2026



Fuente: elaboración propia a partir del cronograma CPM del proyecto (Tabla 1), 2026. Cada tramo muestra 32 actividades ordenadas por fecha de inicio.

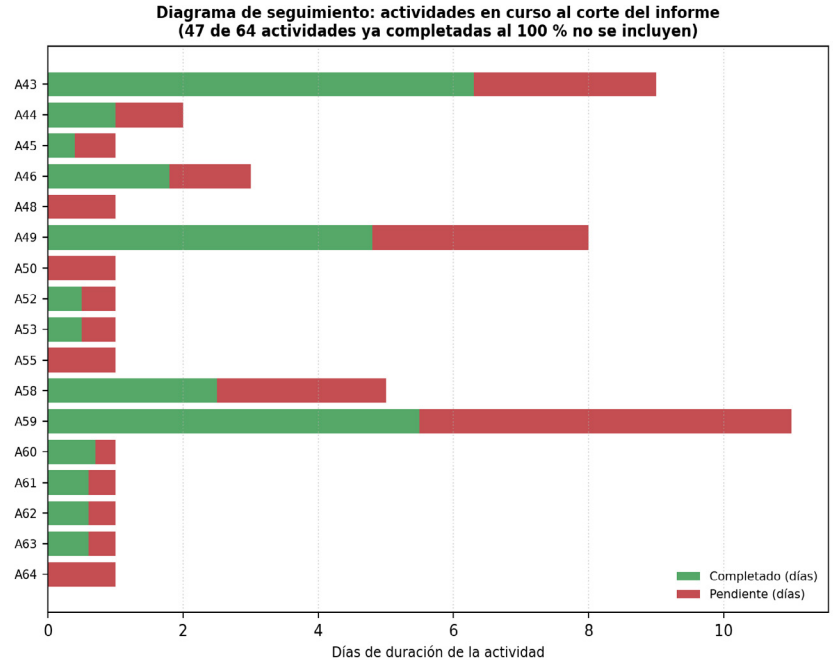
Figura 2. Diagrama de Gantt del proyecto, parte 2 de 2: actividades con inicio entre el 9 de junio y el 31 de julio de 2026



Fuente: elaboración propia a partir del cronograma CPM del proyecto (Tabla 1), 2026. Cada tramo muestra 32 actividades ordenadas por fecha de inicio.

Con el fin de documentar el avance real de la obra respecto de lo programado, se generó adicionalmente un diagrama de seguimiento (Figura 3) que compara, para cada actividad, los días efectivamente completados frente a los días aún pendientes a la fecha de corte del informe. De las 64 actividades totales, 47 se encontraban completadas al 100 % en dicha fecha, mientras que los 17 restantes presentaban avance parcial, lo que llevó a la fiscalización a priorizar el seguimiento sobre estas últimas. Las actividades pendientes se concentraron principalmente en los procesos de caña y enquinche, así como en las instalaciones eléctricas finales, correspondientes a las fases de acabado del cronograma, lo que resultaba coherente con la secuencia de predecesoras establecida en la red CPM del proyecto.

Figura 3. Diagrama de seguimiento de actividades en curso al corte del informe



Fuente: elaboración propia a partir del registro de avance físico de obra y del diagrama de seguimiento del proyecto (2026).

Como complemento a las figuras anteriores, la Tabla 1 presenta el cuadro completo del método del camino crítico (CPM) para las 64 actividades del proyecto, con su duración, predecesoras, fechas de inicio y fin, holgura total (HT) y estado (crítica o no crítica). Las filas sombreadas corresponden a las 19 actividades de la ruta crítica, es decir, aquellas cuya holgura total es igual a cero y cuyo retraso comprometería la fecha de finalización del proyecto. Este nivel de detalle facilitó que la fiscalización identificara con precisión qué actividades no admitían retraso alguno sin afectar la fecha de entrega del inmueble, información que fue empleada semanalmente para priorizar la asignación de personal y materiales en obra.

Tabla 1. Cuadro completo del método del camino crítico (CPM) del proyecto

ID	Actividad	Fase	Dur.	Predec.	Inicio	Fin	HT	Estado
A01	Recepción e inspección de materiales	Gestión y logística	3d	INICIO	2026-05-19	2026-05-21	0d	CRÍTICA
A02	Demolición del piso existente en planta baja	Demolición y desalojo	2d	A01	2026-05-22	2026-05-25	0d	CRÍTICA
A03	Desalojo general de material	Demolición y desalojo	2d	A02	2026-05-26	2026-05-27	0d	CRÍTICA
A04	Colocación de malla electrosoldada	Mampostería y hormigón	3d	A03	2026-05-28	2026-06-01	2d	No crítica
A05	Construcción de mampostería de bloque	Mampostería y hormigón	4d	A03	2026-05-28	2026-06-02	0d	CRÍTICA

ID	Actividad	Fase	Dur.	Predec.	Inicio	Fin	HT	Estado
A06	Retiro de puertas no estructurales	Demolición y desalojo	1d	A03	2026-05-28	2026-05-28	45d	No crítica
A20	Demolición de acera	Demolición y desalojo	2d	A03	2026-05-28	2026-05-29	19d	No crítica
A21	Demolición de bordillo	Demolición y desalojo	1d	A20	2026-06-01	2026-06-01	19d	No crítica
A07	Preparación de maestras	Mampostería y hormigón	1d	A04	2026-06-02	2026-06-02	2d	No crítica
A22	Desalojo de escombros de acera	Demolición y desalojo	2d	A20, A21	2026-06-02	2026-06-03	19d	No crítica
A08	Relleno de desnivel del primer piso	Mampostería y hormigón	1d	A07	2026-06-03	2026-06-03	2d	No crítica
A16	Ranurado de muro para tubería eléctrica	Instalaciones eléctricas	1d	A05	2026-06-03	2026-06-03	0d	CRÍTICA
A17	Preparación de mortero 1:3	Mampostería y hormigón	1d	A05	2026-06-03	2026-06-03	33d	No crítica
A35	Construcción de pantalla de bloque	Mampostería y hormigón	1d	A05	2026-06-03	2026-06-03	40d	No crítica
A09	Inspección de instalaciones eléctricas bajo contrapiso	Control técnico	1d	A08	2026-06-04	2026-06-04	37d	No crítica
A18	Enlucido de mampostería	Mampostería y hormigón	2d	A17	2026-06-04	2026-06-05	33d	No crítica
A23	Reconstrucción del bordillo	Mampostería y hormigón	1d	A22	2026-06-04	2026-06-04	19d	No crítica
A24	Instalación y tendido de cableado eléctrico	Instalaciones eléctricas	2d	A16	2026-06-04	2026-06-05	0d	CRÍTICA
A36	Viga de amarre	Mampostería y hormigón	1d	A35	2026-06-04	2026-06-04	40d	No crítica
A10	Control y revisión de la dosificación del hormigón	Control técnico	1d	A09	2026-06-05	2026-06-05	37d	No crítica
A25	Acabados de bordillo	Mampostería y hormigón	1d	A23	2026-06-05	2026-06-05	19d	No crítica
A11	Verificación del volumen de hormigón empleado	Control técnico	1d	A10	2026-06-08	2026-06-08	37d	No crítica
A19	Revestimiento de muro	Acabados	1d	A18	2026-06-08	2026-06-08	38d	No crítica
A26	Fundición de acera	Mampostería y hormigón	1d	A25	2026-06-08	2026-06-08	19d	No crítica
A34	Reparación de fisuras en muro existente mediante cocido de acero	Mampostería y hormigón	1d	A18	2026-06-08	2026-06-08	38d	No crítica

ID	Actividad	Fase	Dur.	Predec.	Inicio	Fin	HT	Estado
A37	Restauración y reemplazo de vanos	Acabados	1d	A18	2026-06-08	2026-06-08	37d	No crítica
A41	Lijado de paredes y fachada	Acabados	2d	A18	2026-06-08	2026-06-09	33d	No crítica
A47	Empaste de paredes	Acabados	1d	A18	2026-06-08	2026-06-08	37d	No crítica
A12	Revisión de cumplimiento normativo aplicable	Control técnico	1d	A11	2026-06-09	2026-06-09	37d	No crítica
A40	Corte de cerámica	Acabados	1d	A26	2026-06-09	2026-06-09	19d	No crítica
A42	Resanado de marco y ventana	Acabados	1d	A37	2026-06-09	2026-06-09	37d	No crítica
A13	Fundición de contrapiso de hormigón	Mampostería y hormigón	1d	A08, A24	2026-06-08	2026-06-08	0d	CRÍTICA
A46	Empastado de fachada	Acabados	3d	A41	2026-06-10	2026-06-12	33d	No crítica
A48	Pintado de paredes	Acabados	1d	A41, A47	2026-06-10	2026-06-10	36d	No crítica
A14	Limpieza y reemplazo de vigas de madera	Madera y estructura	1d	A13	2026-06-09	2026-06-09	0d	CRÍTICA
A27	Demolición de piso para conformación de escalones	Demolición y desalojo	1d	A13	2026-06-09	2026-06-09	37d	No crítica
A28	Recepción de estiércol bovino	Caña y enquinche	1d	A13	2026-06-09	2026-06-09	8d	No crítica
A32	Armado de andamio de caña guadua	Caña y enquinche	1d	A13	2026-06-09	2026-06-09	8d	No crítica
A43	Colocación de cerámica en piso	Acabados	9d	A40, A13	2026-06-10	2026-06-22	19d	No crítica
A29	Corte de tablas de madera	Madera y estructura	2d	A14	2026-06-10	2026-06-11	0d	CRÍTICA
A15	Desalojo de madera	Demolición y desalojo	1d	A14	2026-06-10	2026-06-10	36d	No crítica
A33	Cambio de columna de madera en mal estado por una nueva	Madera y estructura	1d	A14	2026-06-10	2026-06-10	34d	No crítica
A56	Excavación de pozo para preparación de material	Caña y enquinche	1d	A28	2026-06-10	2026-06-10	17d	No crítica
A38	Montaje de estructura de pared medianera (elemento vertical y horizontal de madera)	Madera y estructura	1d	A33	2026-06-11	2026-06-11	34d	No crítica
A45	Revestimiento de columna de madera	Madera y estructura	1d	A33	2026-06-11	2026-06-11	35d	No crítica

ID	Actividad	Fase	Dur.	Predec.	Inicio	Fin	HT	Estado
A50	Instalación del farol de pared	Instalaciones eléctricas	1d	A24, A46	2026-06-15	2026-06-15	33d	No crítica
A30	Traslape de tablas para piso de segunda planta	Madera y estructura	2d	A29	2026-06-12	2026-06-15	0d	CRÍTICA
A39	Pulido de muro de madera	Madera y estructura	1d	A38	2026-06-12	2026-06-12	34d	No crítica
A31	Colocación de piso de madera en segunda planta	Madera y estructura	11d	A30	2026-06-16	2026-06-30	0d	CRÍTICA
A49	Colocación de caña picada	Caña y enquinche	8d	A30, A28, A32	2026-06-16	2026-06-25	4d	No crítica
A51	Jornadas sin actividad constructiva	Sin actividad	9d	A43	2026-06-23	2026-07-03	19d	No crítica
A52	Corte y ajuste de caña	Caña y enquinche	1d	A49	2026-06-26	2026-06-26	4d	No crítica
A57	Taller práctico sobre técnica tradicional de quincha	Capacitación	1d	A49, A32	2026-06-26	2026-06-26	5d	No crítica
A53	Fijación de caña con clavos de acero	Caña y enquinche	1d	A52	2026-06-29	2026-06-29	4d	No crítica
A54	Verificación del alineamiento, nivelación y estabilidad del entramado del tumbado	Control técnico	1d	A53, A31	2026-07-01	2026-07-01	21d	No crítica
A44	Lijado y limpieza de pintura en madera	Madera y estructura	2d	A31	2026-07-01	2026-07-02	0d	CRÍTICA
A55	Colocación de columnas de madera para cubierta	Madera y estructura	1d	A44	2026-07-03	2026-07-03	0d	CRÍTICA
A58	Preparación de enquinche	Caña y enquinche	5d	A55, A53, A56, A57	2026-07-06	2026-07-10	0d	CRÍTICA
A60	Montaje de estructura de madera	Madera y estructura	1d	A55	2026-07-06	2026-07-06	18d	No crítica
A59	Colocación de enquinche	Caña y enquinche	11d	A58	2026-07-13	2026-07-27	0d	CRÍTICA
A61	Colocación de tubería metálica para instalaciones eléctricas	Instalaciones eléctricas	1d	A59	2026-07-28	2026-07-28	0d	CRÍTICA
A62	Instalación de cajetines eléctricos	Instalaciones eléctricas	1d	A61	2026-07-29	2026-07-29	0d	CRÍTICA
A63	Conexiones del sistema eléctrico	Instalaciones eléctricas	1d	A62	2026-07-30	2026-07-30	0d	CRÍTICA

ID	Actividad	Fase	Dur.	Predec.	Inicio	Fin	HT	Estado
A64	Limpieza	Gestión y logística	1d	A15, A06, A19, A27, A34, A36, A39, A42, A48, A44, A45, A50, A51, A60, A63, A12, A54	2026-07-31	2026-07-31	0d	CRÍTICA

Fuente: elaboración propia a partir del libro de obra y del diagrama CPM del proyecto (2026).

Control de materiales y dosificación del hormigón

En la fundición del contrapiso principal se ejecutó un área de 155,28 m² con un espesor de 7 cm, equivalente a un volumen de 10,8696 m³ de hormigón. La dosificación registrada en obra correspondió a una proporción volumétrica de 1:6 (una parte de cemento por seis de premezclado), frente a una proporción teórica de referencia de 1:2,4:3,6 para una resistencia de 210 kg/cm². El suministro total requerido se estimó en 85,60 sacos de cemento de 50 kg y 17,22 m³ de material premezclado, transportados en aproximadamente 2,15 viajes de volqueta de 8 m³. Para la ejecución de esta actividad se determinó la necesidad de 6 trabajadores (1 peón especialista y 5 peones ordinarios), con un rendimiento estimado de 0,30 m³ de hormigón colocado por hora mediante transporte en carretilla a una distancia de 6 metros.

De manera similar, la fundición de la acera perimetral comprendió un área de 18,56 m² con un espesor de 15 cm, equivalente a 2,784 m³ de hormigón, con una dosificación de obra de 1:2 (cemento-premezclado), un requerimiento de 2,92 sacos de cemento y 0,29 m³ de premezclado, ejecutada por una cuadrilla de 7 trabajadores con un rendimiento de 0,568 m³ por hora, dada la menor distancia de transporte (1 metro). En ambos casos se verificó el refuerzo mediante mallas electrosoldadas de 15x15 cm y 30x30 cm, la trabajabilidad de la mezcla mediante el ensayo de asentamiento con el cono de Abrams conforme a la norma NTE INEN 1578 (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2010), y se registró un contrapiso adicional de 134,5 m² con una resistencia especificada de 180 kg/cm² y un espesor aproximado de 7 cm. La Tabla 2 sintetiza los principales indicadores de ambas fundiciones.

Tabla 2. Indicadores de dosificación, suministro y rendimiento por elemento fundido

Elemento	Área (m²)	Espesor (cm)	Volumen (m³)	Dosificación en obra	Cemento (sacos)	Rendimiento (m³/h)
Contrapiso principal	155,28	7	10,87	1:6	85,60	0,30
Acera perimetral	18,56	15	2,78	1:2	2,92	0,568

Fuente: elaboración propia a partir de los registros de suministro y consumo de materiales del libro de obra (2026).

Verificación del cumplimiento normativo

El seguimiento diario registrado en el libro de obra hizo posible identificar los siguientes hallazgos relacionados con el cumplimiento de la normativa técnica ecuatoriana. En cuanto al tratamiento de la madera, se constató el reemplazo de vigas con humedad excesiva y presencia de putrefacción, sin que se pudiera corroborar en obra el contenido de humedad de equilibrio recomendado por la norma NEC-SE-MD, que establece un valor promedio de 12 % y un máximo de 25 %. Asimismo, se verificó la aplicación de preservante antixilófago como tratamiento de protección, clasificado por la norma dentro de los preservantes hidrosolubles a base de sales de cobre, cromo y arsénico. En la unión entre mampostería de bloque y elementos de madera se registró, en repetidas ocasiones, la ausencia de barreras de humedad (cartón asfáltico, polietileno o brea) entre ambos materiales, así como chicotes de amarre que no cumplieron la separación máxima de 60 cm ni el empotramiento mínimo de 15 cm en hormigón establecidos por la norma técnica para mampostería confinada. En las instalaciones eléctricas bajo contrapiso se identificó el uso de tubería de riego agrícola como canalización de los conductores eléctricos, material no certificado para instalaciones eléctricas permanentes según la normativa eléctrica ecuatoriana.

En materia de seguridad laboral, la matriz de verificación aplicada durante las jornadas de demolición y picado registró incumplimientos concretos frente al Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2025-122. Los incumplimientos más frecuentes se relacionaron con el uso de casco de seguridad y de protección ocular y auditiva durante las tareas generadoras de polvo y ruido, mientras que el calzado de protección y la señalización de riesgo del área de trabajo presentaron un cumplimiento únicamente parcial, pese a existir dotación disponible en el sitio de la obra. La Tabla 3 sistematiza estos hallazgos junto con las acciones correctivas recomendadas al contratista para cada requerimiento evaluado.

Tabla 3. Matriz de cumplimiento normativo de seguridad y salud ocupacional

Requerimiento	Cumplimiento	Observación en obra	Acción correctiva
Casco de seguridad	Incumplido	Personal laborando con gorras o descubierto.	Dotación e inspección obligatoria en el ingreso.
Calzado de protección	Parcial	Uso de calzado informal sin puntera de acero.	Exigir botas con puntera reforzada.
Protección ocular/auditiva	Incumplido	Generación de polvo en picado sin gafas ni orejeras.	Suministro de EPP para tareas de demolición y corte.
Señalética de riesgo	Parcial	Solo se colocaron 2 conos de seguridad.	Delimitar el área de desalojo y caída de objetos.

Fuente: elaboración propia a partir de la matriz de verificación normativa registrada en el libro de obra (2026). La valoración es categórica (cumple, parcial, incumplido) y no incluye porcentajes por jornada ni medidas de tamaño del efecto, dado el alcance descriptivo del estudio.

Este patrón de incumplimiento se mantuvo pese a las socializaciones periódicas realizadas con el personal sobre el uso de equipo de protección personal completo (casco, chaleco reflectivo, botas con punta de acero, guantes, gafas y orejeras). El seguimiento diario se sostuvo mediante una asignación semanal de estudiantes distribuidos por día (lunes a viernes), lo que hizo posible cubrir la totalidad de la jornada de obra (08:00 a 12:00 horas) sin interrupciones a lo largo de los 54 días laborables, y quedó documentado mediante informes diarios individuales que registraron personal presente, equipos y herramientas utilizados, condiciones climáticas, actividades ejecutadas, verificación normativa, observaciones y recomendaciones, además de un anexo fotográfico técnico. Este esquema de registro continuo dejó ver que las desviaciones normativas descritas no correspondieron a hechos aislados, sino a patrones que se repitieron en distintas semanas y con distintas cuadrillas de trabajo, lo que refuerza su carácter sistemático antes que anecdótico.

Evaluación ambiental complementaria

De manera complementaria a la fiscalización técnica, el proyecto fue evaluado ambientalmente mediante una matriz de impacto tipo Leopold adaptada al método de Conesa Fernández-Vítora, aplicada de forma diferenciada a la fase constructiva y a la fase operativa del museo. En la fase constructiva se analizaron 13 interacciones entre las actividades de obra y los factores físicos, bióticos y socioeconómicos del entorno, con una valoración agregada de -440 que refleja el predominio de efectos adversos de carácter temporal; los más significativos correspondieron a la seguridad estructural y sísmica derivada de intervenir elementos de madera y mampostería sin refuerzo sismorresistente previo (I = -95), a la ocupación temporal de la acera frente a la obra (I = -83) y al ruido generado por herramientas eléctricas en la restauración de fachada (I = -82), los tres calificados como críticos. Frente a ello, la generación de empleo local (I = +88) y la consolidación estructural de los elementos patrimoniales de madera y mampostería (I = +32) se identificaron como los principales efectos beneficiosos de esta fase.

En la fase operativa, correspondiente al funcionamiento del museo, el balance ambiental se invirtió: la valoración agregada fue de +167, con los mayores beneficios asociados a la identidad cultural generada por la exhibición permanente de arte religioso (I = +89), a la dinamización del turismo y el comercio local (I = +87) y a la puesta en valor patrimonial a largo plazo (I = +70). El principal impacto adverso de esta fase fue la generación de desechos de administración, cafetería y eventos (I = -88, crítico), seguido de la afluencia de visitantes en horario de exposición (I = -66, severo) y del riesgo sísmico y de incendio asociado a la concentración de público y bienes patrimoniales en una edificación antigua (I = -49, moderado), este último directamente vinculado con los hallazgos de incumplimiento normativo descritos en la sección 3.3. La Tabla 4 sintetiza los impactos de mayor relevancia identificados en ambas fases.

Tabla 4. Principales impactos ambientales identificados en las fases constructiva y operativa del proyecto

Fase	Factor ambiental	Impacto identificado	I	Clasificación
Constructiva	Seguridad estructural/sísmica	Intervención en madera y mampostería sin refuerzo previo	-95	Crítico
Constructiva	Tránsito peatonal	Ocupación temporal de la acera frente a la obra	-83	Crítico
Constructiva	Ruido	Uso de herramientas eléctricas en restauración de fachada	-82	Crítico
Constructiva	Empleo local	Contratación de mano de obra	+88	Beneficioso
Constructiva	Patrimonio cultural	Consolidación estructural de elementos originales	+32	Beneficioso
Operativa	Generación de desechos	Residuos de administración, cafetería y eventos	-88	Crítico
Operativa	Tránsito peatonal y vehicular	Afluencia de visitantes en horario de exposición	-66	Severo
Operativa	Riesgo sísmico y de incendio	Concentración de público y bienes patrimoniales	-49	Moderado
Operativa	Identidad cultural	Exhibición permanente de arte religioso e histórico	+89	Beneficioso
Operativa	Turismo y economía local	Dinamización de comercio y servicios cercanos	+87	Beneficioso

Fuente: elaboración propia a partir de la matriz de impacto ambiental tipo Leopold-Conesa aplicada al proyecto (2026). I = valoración de importancia según Conesa Fernández-Vítora (2009); los impactos de signo positivo se identifican como beneficiosos y no se clasifican en la escala de severidad (baja/moderada/severa/crítica), reservada para los efectos adversos.

En conjunto, la evaluación ambiental confirma que los efectos adversos del proyecto se concentran y se agotan durante la fase constructiva, mientras que la operación del museo genera un balance ambiental y social predominantemente positivo para el centro histórico de Jipijapa. Estos hallazgos guardan coherencia con el plan de manejo ambiental del proyecto, que contempla medidas puntuales de mitigación durante la obra, entre ellas el humedecimiento de superficies, el manejo diferenciado de escombros y el uso obligatorio de equipo de protección personal en trabajos de altura, así como programas específicos para la fase operativa, entre ellos la gestión diferenciada de residuos y un protocolo de contingencias ante riesgo sísmico y de incendio.

Discusión

Los resultados evidencian que la ruta crítica calculada mediante CPM se cumplió dentro de los 54 días laborables programados, sin desviaciones. Una explicación plausible es la escala y

la naturaleza del proyecto, que combinó actividades cortas y de baja repetitividad, en las que el seguimiento diario mediante libro de obra, y no únicamente la herramienta de programación, pudo ser el factor determinante para sostener el cumplimiento del cronograma. Esta lectura es una hipótesis del estudio y no una conclusión comprobada: no se contrastó con un cronograma sin seguimiento diario y, a la fecha de corte del informe, 17 de las 64 actividades presentaban avance parcial (sección 3.1), de modo que el cumplimiento de la ruta crítica no equivale al cierre total del programa. Con esa salvedad, el resultado sugiere que, en intervenciones patrimoniales de pequeña escala, la utilidad del CPM depende menos de la sofisticación del método de programación que de la frecuencia y el rigor del control presencial en obra.

En relación con el control de calidad del hormigón, la dosificación volumétrica registrada en obra (1:6 cemento-premezclado) frente a la proporción teórica de referencia (1:2,4:3,6) coincide con la advertencia de Santamaría et al. (2021), quienes documentaron que la resistencia a la compresión de hormigones dosificados al volumen puede desviarse entre -13,7 % y 28,4 % respecto del valor de diseño, en función de la calidad de los agregados y del tipo de cemento empleado. Esta variabilidad resulta especialmente relevante en el caso del contrapiso de 180 kg/cm², cuya resistencia se ubicó en el límite inferior recomendado para superficies exteriores. El panorama es similar al descrito por Tutu et al. (2022), en obras de edificación de Kumasi (Ghana), donde el dosificado por recetas nominales, el mezclado manual o con equipos de baja capacidad, la estimación visual del agua de mezcla y la irregularidad de los ensayos de control se asociaron con resistencias entre 26 % y 60 % inferiores al mínimo exigido, y donde una determinación adecuada del agua habría permitido resistencias mayores. Aunque los contextos, las escalas y los códigos son distintos, ambos estudios y el presente caso coinciden en que el dosificado al volumen, sin ensayos de resistencia sobre probetas (cilindros), limita la certeza sobre la calidad real del hormigón colocado, lo que constituye la principal limitación para garantizarla en obras de pequeña escala.

Respecto a la compatibilidad entre la conservación patrimonial y el cumplimiento normativo, los hallazgos relacionados con la ausencia de barreras de humedad entre madera y mampostería reproducen un problema ampliamente documentado en la literatura sobre arquitectura vernácula ecuatoriana. López Suscal y Aguirre Ullauri (2023), en su análisis de la arquitectura vernácula de Quingeo (Azuay), concluyen que el mayor riesgo de deterioro no proviene de la técnica constructiva original, sino de intervenciones posteriores con materiales incompatibles, exactamente la situación identificada en la unión entre columnas de madera y muros de bloque del museo. De forma complementaria, la experiencia de revitalización del bahareque ancestral del pueblo Kichwa Saraguro descrita por Lozano-Guamán et al. (2025), muestra que la preservación de sistemas constructivos ancestrales, como el enquinchado y la caña picada empleados en este proyecto, es viable bajo criterios contemporáneos de seguridad y durabilidad, siempre que se documenten técnicamente los procedimientos de intervención, tal como se hizo en el presente estudio. Los estudios de otros contextos latinoamericanos apuntan en la misma dirección: el desempeño sísmico del bahareque cementado en el litoral ecuatoriano depende de la regularidad, la continuidad, las conexiones y el mantenimiento de la caña (Mite-Anastacio et al., 2022), y las

evaluaciones de estructuras históricas en Chile y Perú identifican la restricción de la falla fuera del plano de los muros como prioridad de intervención (Brando et al., 2021; D'Ayala & Benzoni, 2012). En el museo, los chicotes de amarre que no cumplieron la separación y el empotramiento exigidos guardan relación con esa misma preocupación, pues vinculan los muros de mampostería con los elementos estructurales. De ello se desprende que, en este caso, la tensión entre tradición constructiva y normativa técnica no parece irresoluble, sino que depende del rigor con que se ejecute el control de calidad en cada interfaz constructiva.

Finalmente, el incumplimiento recurrente de las disposiciones de seguridad laboral, pese a las socializaciones periódicas realizadas con el personal de obra, es consistente con lo reportado por Villacís-López et al. (2021), en cuatro proyectos de construcción en Quito, donde el nivel de cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo se relacionó con el rendimiento laboral del personal. También coincide con la evidencia internacional de que el uso del equipo de protección personal es parcial y multifactorial: una revisión sistemática con metaanálisis estimó una prevalencia agrupada de uso del 51 % y encontró que la falta de provisión del equipo, la incomodidad, la capacitación insuficiente y el ahorro de tiempo figuran entre las barreras, mientras que la supervisión y la capacitación se asocian con un menor riesgo de lesiones (Al-Bayati et al., 2023; Santos et al., 2025). En la obra estudiada, parte del equipo estaba disponible en el sitio (sección 3.3), por lo que el patrón observado podría relacionarse con factores de conducta, de organización del trabajo o de exigibilidad frente al contratista. Sin embargo, el diseño del estudio (un solo caso, 54 jornadas y observadores rotativos) no permite establecer causas ni extrapolar estos resultados al sector de la construcción ecuatoriano. Lo que sí sugieren es que la supervisión técnica ejercida sin capacidad sancionatoria podría resultar insuficiente para corregir estas conductas en obras de gestión académica, hipótesis que debería contrastarse con estudios de mayor alcance.

Desde la perspectiva formativa, el hecho de que las desviaciones normativas hayan sido detectadas y registradas de manera metódica por estudiantes en formación, y no solo advertidas después de concluida la obra, constituye en sí mismo un resultado relevante para los programas de residencia de obra vinculados a proyectos integradores de saberes. La rotación semanal del grupo y la exigencia de fundamentar cada observación en la norma técnica correspondiente podrían haber funcionado como un mecanismo de control cruzado que redujo el riesgo de naturalizar prácticas incorrectas por familiaridad con la obra. Esta evidencia sugiere que la vinculación de estudiantes de ingeniería civil a la fiscalización de bienes patrimoniales no solo cumple un propósito académico, sino que puede fortalecer, en la práctica, la calidad del control técnico ejercido sobre este tipo de intervenciones. Esta interpretación no se contrastó con un esquema de residente único y requiere verificación en otros casos.

Conclusión

La experiencia permite concluir que, en una intervención patrimonial, la supervisión técnica no obliga a elegir entre conservar y cumplir: cuando cada procedimiento se contrasta con el requisito normativo aplicable y se registra en la bitácora, ambas exigencias pueden verificarse

en paralelo. El aporte del estudio es, ante todo, de método: la combinación de lista de chequeo normativa, libro de obra diario y red CPM constituyó un sistema de control de bajo costo que podría adaptarse a otras obras patrimoniales pequeñas con recursos limitados. Las brechas se concentraron en las interfaces entre materiales (madera y mampostería, mampostería y hormigón, instalaciones eléctricas) y en la seguridad laboral, es decir, donde el sistema tradicional y los materiales contemporáneos se encuentran; esto sugiere que el control debe reforzarse en esas interfaces más que en las técnicas ancestrales en sí.

En lo formativo, la participación de estudiantes con tutoría docente fortaleció el registro sistemático y la fundamentación normativa de cada observación, pero también mostró un límite: sin capacidad sancionatoria frente al contratista, la supervisión académica puede detectar y documentar desviaciones sin lograr corregirlas. Ello plantea la necesidad de definir, desde el diseño del proyecto integrador, mecanismos de exigibilidad y de seguimiento de las recomendaciones emitidas. La evaluación ambiental tuvo un valor complementario: permitió situar los riesgos de la obra, como el ruido, la ocupación de la acera y la seguridad estructural, dentro de su entorno urbano, y no debe leerse como una evaluación independiente.

Estas conclusiones deben leerse con las siguientes limitaciones. Primero, corresponden a un caso único, por lo que no son generalizables a otros procesos de restauración patrimonial ni al sector de la construcción ecuatoriano sin la debida contextualización. Segundo, no se dispuso de ensayos instrumentales de resistencia (cilindros o esclerómetro) que contrastaran la dosificación empírica con la resistencia real del hormigón, ni de una medición instrumental del contenido de humedad de la madera. Tercero, la observación fue realizada por once estudiantes rotativos sin un índice de concordancia interobservador, y las listas de chequeo no tuvieron validación formal por juicio de expertos ni prueba piloto, de modo que la clasificación de un hecho como cumplido, parcial o incumplido puede variar entre observadores. Cuarto, el cumplimiento se registró en categorías ordinales, sin frecuencias por jornada ni pruebas inferenciales, lo que impide cuantificar la magnitud y la significancia de las diferencias. Por último, la matriz de impacto ambiental depende del juicio valorativo de quienes la aplican.

A partir de los hallazgos se recomienda, para intervenciones similares, disponer barreras de humedad en toda interfaz madera-mampostería, exigir la certificación de secado de la madera antes de su montaje, sustituir cualquier canalización eléctrica no aprobada por tubería normada e implementar inspecciones diarias del uso de equipo de protección personal. Como líneas futuras de investigación se proponen: (a) estudios multicaso en obras patrimoniales que permitan comparar el cumplimiento normativo y el cumplimiento de plazos entre contextos; (b) la incorporación de ensayos de resistencia del hormigón y de medición instrumental de la humedad de la madera; (c) la validación de las listas de chequeo mediante juicio de expertos y la estimación del acuerdo interobservador; (d) la evaluación comparativa del desempeño de sistemas híbridos madera-mampostería en clima tropical húmedo; (e) el uso de herramientas BIM para el seguimiento de bienes patrimoniales de baja escala, cuya aplicación ya se ha analizado en casos prácticos de preservación patrimonial (Sampaio et al., 2021); y (f) diseños que midan el efecto

de la capacitación y de la supervisión sobre el uso del equipo de protección personal, dado que la evidencia internacional asocia ambas con un menor riesgo de lesiones (Santos et al., 2025).

Referencias

Al-Bayati, A. J., Rener, A. T., Listello, M. P., & Mohamed, M. (2023). PPE non-compliance among construction workers: An assessment of contributing factors utilizing fuzzy theory. *Journal of Safety Research,* 85, 242–253. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.02.008

Brando, G., Cocco, G., Mazzanti, C., Peruch, M., Spacone, E., Alfaro, C., Sovero, K., & Tarque, N. (2021). Structural survey and empirical seismic vulnerability assessment of dwellings in the historical centre of Cusco, Peru. *International Journal of Architectural Heritage, 15*(10), 1395–1423. https://doi.org/10.1080/15583058.2019.1685022

Conesa Fernández-Vítora, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-Prensa.

D'Ayala, D., & Benzoni, G. (2012). Historic and traditional structures during the 2010 Chile earthquake: Observations, codes, and conservation strategies. *Earthquake Spectra, 28*(1), 425–451. https://doi.org/10.1193/1.4000030

ICOMOS. (1964). *Carta internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y sitios (Carta de Venecia)*. II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *NTE INEN 1578: Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento*.

Junta del Acuerdo de Cartagena. (1984). *Manual de diseño para maderas del Grupo Andino* (4.ª ed. preliminar). PADT-REFORT.

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact* (Geological Survey Circular 645). U.S. Geological Survey.

López Suscal, P. M., & Aguirre Ullauri, M. del C. (2023). Protocolos técnicos de conservación patrimonial desde el análisis de riesgos y vulnerabilidades. El caso de la arquitectura vernácula de Quingeo (Azuay, Ecuador). *Arqueología de la Arquitectura,* 20. https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2023.006

Lozano-Guamán, F., Jaramillo-Benavides, A., & Lozano-Guamán, K. (2025). Revitalización del bahareque ancestral del pueblo Kichwa Saraguro, Ecuador: Conservación, adaptación y difusión del patrimonio constructivo. *Hábitat Sustentable, 15*(1), 116–133. https://doi.org/10.22320/07190700.2025.15.01.09

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015a). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GM: Geotecnia y cimentaciones*.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015b). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-HM: Estructuras de hormigón armado*.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015c). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MD: Estructuras de madera*.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015d). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MP: Mampostería estructural*.

Ministerio del Trabajo. (2025). *Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2025-122: Reglamento de seguridad en la construcción*. Registro Oficial.

Mite-Anastacio, F., Tello-Ayala, K., García-Troncoso, N., Silva, C. E., Malaga-Chuquitaype, C., Arévalo, K., & Villao, D. (2022). Structural behavior of cemented bahareque for social housing: A case study in Guayaquil City, Ecuador. *Frontiers in Built Environment,* 8. https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.922397

Sampaio, A. Z., Gomes, A. M., Sánchez-Lite, A., Zulueta, P., & González-Gaya, C. (2021). Analysis of BIM methodology applied to practical cases in the preservation of heritage buildings. *Sustainability, 13*(6). https://doi.org/10.3390/su13063129

Santamaría, J. L., Adame, B., & Bermeo, C. (2021). Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *Revista Digital Novasinergia, 4*(1), 91–101. https://doi.org/10.37135/ns.01.07.05

Santos, W., Lorente, A., Rojas, C., Mariscal, G., & Lorente, R. (2025). Impact of personal protective equipment in preventing occupational injuries: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health,* 13. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1720363

Tutu, K. A., Odei, D. A., Baniba, P., & Owusu, M. (2022). Concrete quality issues in multistory building construction in Ghana: Cases from Kumasi metropolis. *Case Studies in Construction Materials,* 17. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01425

Universidad Estatal del Sur de Manabí. (2017). *Guía metodológica para la elaboración del proyecto integrador de saberes* (Resolución No. 003-06-2017 del OCAS).

Villacís-López, D., González-Baltazar, R., & Calderón Mafud, J. L. (2021). Relación del nivel de cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo con el rendimiento laboral en cuatro proyectos de construcción en Quito-Ecuador. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional, 11*(2). https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.2.2021.6975

Autores

Glider Nunilo Parrales Cantos. Cuenta con formación en postgrado, se desempeña como ingeniero civil y actualmente su trabajo es de docente titular en la Universidad Estatal Del Sur De Manabí

Marco Vinicio Pomavilla Aguayza. Cuenta con formación de pregrado y se desempeña como ingeniero civil. Su área de interés profesional y de investigación es el estudio de estructuras sismorresistentes, mecánica de suelos.

Cristian Jhoel Solano Jiménez. Cuenta con formación de pregrado y se desempeña como ingeniero civil. Su área de interés profesional y de investigación es el estudio de estructuras sismorresistentes.

Boris Ariel Zhumilima Tuba. Estudiante de último nivel de la carrera de ingeniería civil por la Universidad Estatal Del Sur De Manabí.

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

El artículo no cuenta con financiamiento institucional externo; los costos de publicación son cubiertos de manera conjunta por los estudiantes compañeros del proyecto integrador de saberes.

Agradecimiento

A la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).

Nota

El presente artículo es producto del proyecto integrador de saberes (PIS) "Casa Abierta", desarrollado como requisito académico de la carrera de Ingeniería Civil de la UNESUM. No es producto de una tesis, ni ha sido publicado previamente en otro medio.