

Evaluación del control técnico y cumplimiento normativo en la construcción de una vivienda unifamiliar en Jipijapa, Ecuador
Assessment of technical control and regulatory compliance in the construction of a single-family home in Jipijapa, Ecuador

Ing. Glider Nunilo Parrales-Cantos., Ing. Mariuxi Roxana Parrales Carreño., Ing. Victor Alejandro Lino Calle MSc., Ing. Jeanpierre Alexander Cordero Looor, Ing. Daniel David Carvajal Rivadeneira MSc., Ernesto Marcelino Gualsaquí Muenala

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Julio - diciembre, V°7-N°2; 2026

Recibido: 18-09-2026

Aceptado: 20-09-2026

Publicado: 31-12-2026

PAIS

- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Machala
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Jipijapa

INSTITUCION

- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.

CORREO:

- ✉ glider.parrales@unesum.edu.ec
- ✉ parrales-mariuxi2782@unesum.edu.ec
- ✉ victor.lino@unesum.edu.ec
- ✉ cordero-jean2240@unesum.edu.ec
- ✉ daniel.carvajal@unesum.edu.ec
- ✉ gualsaqui-ernesto6721@unesum.edu.ec

ORCID:

- ✉ <https://orcid.org/0000-0002-2233-8825>
- ✉ <https://orcid.org/0009-0009-3279-2368>
- ✉ <https://orcid.org/0000-0002-2302-3489>
- ✉ <https://orcid.org/0009-0001-9068-0083>
- ✉ <https://orcid.org/0000-0002-5288-5483>
- ✉ <https://orcid.org/0009-0000-1799-8653>

FORMATO DE CITA APA.

Parrales, G., Parrales, M., Lino, V., Alexander, Cordero, A. & (2026). Evaluación del control técnico y cumplimiento normativo en la construcción de una vivienda unifamiliar en Jipijapa, Ecuador. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°2), P. 4404 – 4421

Resumen

En zonas de alta amenaza sísmica como Manabí, la vivienda unifamiliar de baja altura es la que más se presenta en Ecuador y el control técnico durante la construcción sigue siendo una etapa vulnerable, sobre todo, en obras de pequeña escala. El objetivo consistió en evaluar el control técnico del proceso constructivo de una vivienda unifamiliar de 53 m², ubicada en Jipijapa-Ecuador, mediante análisis comparativo de los procedimientos ejecutados en obra frente a la NEC-2015, el ACI 318-19 y la ASTM A500, apoyado en un diagrama PERT-CPM y una matriz de cumplimiento normativo. Se utilizó un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental y descriptivo documental, en base a bitácoras e informes técnicos cotidianos, contrastados con los criterios normativos de cada componente y sistematizados en una matriz de cumplimiento. Los resultados muestran que la secuencia constructiva general está de acuerdo con la NEC-SE-VIVIENDA para edificaciones de hasta dos pisos; no obstante, se identificaron observaciones recurrentes: ausencia de ensayos de compactación y estudios geotécnicos, falta de registros de resistencia y asentamiento del hormigón, discontinuidades en las cadenas de confinamiento, placas base insuficientes en conexiones metálicas e incongruencias en el cómputo de contrapisos, el diagrama PERT-CPM permitió ubicar temporalmente estos puntos críticos. Se concluye que la obra cumple parcialmente con la normativa vigente en su secuencia constructiva, pero presenta debilidades sistemáticas en la verificación de calidad y en la trazabilidad documental, por lo que se recomienda incorporar ensayos de laboratorio, listas de verificación estandarizadas y revisión estructural de detalles críticos para garantizar la durabilidad y la seguridad sísmica.

Palabras clave: vivienda unifamiliar, mampostería confinada, hormigón armado, sismo-resistencia.

Abstract

In areas of high seismic threat like Manabí, low-rise single-family housing is the most common in Ecuador, and technical control during construction remains a vulnerable stage, especially in small-scale projects. The objective was to evaluate the technical control of the construction process of a 53 m² single-family house, located in Jipijapa-Ecuador, through a comparative analysis of the procedures executed on-site against NEC-2015, ACI 318-19, and ASTM A500, supported by a PERT-CPM diagram and a compliance matrix. A qualitative approach was used, with a non-experimental and descriptive documentary design, based on daily logs and technical reports, contrasted with the normative criteria of each component and systematized in a compliance matrix. The results show that the general construction sequence is in accordance with the NEC-SE-VIVIENDA for buildings up to two stories; however, recurrent observations were identified: absence of compaction tests and geotechnical studies, lack of records of concrete strength and settlement, discontinuities in confinement chains, insufficient base plates in metal connections, and inconsistencies in the computation of subfloors. The PERT-CPM diagram allowed for the temporary location of these critical points. It is concluded that the construction partially complies with the current regulations in its construction sequence, but it presents systematic weaknesses in quality verification and document traceability. Therefore, it is recommended to incorporate laboratory tests, standardized checklists, and structural review of critical details to ensure durability and seismic safety.

Keyword: single-family housing, confined masonry, reinforced concrete, earthquake resistance.

Introducción

En Ecuador, la vivienda unifamiliar de una planta constituye la tipología habitacional predominante, en particular en las zonas periurbanas y urbanas de provincias con alta amenaza sísmica como Manabí, donde conviven procesos de autoconstrucción con obras dirigidas por profesionales de la construcción. La observancia de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15) es indispensable para garantizar la seguridad estructural y la habitabilidad de este tipo de edificaciones, pues establece disposiciones específicas para cimentaciones (NEC-SE-GC), estructuras de hormigón armado (NEC-SE-HM), mampostería confinada (NEC-SE-MP) y viviendas de hasta dos pisos (NEC-SE-VIVIENDA), complementadas por referentes internacionales como el ACI 318-19 y la ASTM A500 (Carvajal et al., 2024; Castro Chilán et al., 2026; Vélez et al., 2026).

No obstante, la verificación técnica que se ejecuta durante el proceso constructivo, mecanismo que permite constatar que los métodos empleados en campo se ajustan a dicha normativa, continúa siendo una etapa vulnerable en las obras de pequeña escala, donde las restricciones presupuestarias y de gestión favorecen la aparición de fallas de control de calidad, cálculos métricos erróneos y detalles constructivos incompletos (García Pilay & Lino Calle, 2026; Lino et al., 2026).

Esta problemática está documentada de forma consistente en la literatura científica más reciente. A nivel internacional, Ghafoor et al. (2025), mediante una revisión sistemática de 41 estudios sobre riesgos de incumplimiento en la construcción de edificaciones residenciales, identificó que la mano de obra deficiente, el detallamiento inadecuado del diseño, así como las limitaciones en la supervisión y el control de calidad, constituyen causas frecuentes de fallas estructurales, estéticas y térmicas. Fueron recomendaciones de los autores, el fortalecimiento de los procesos de inspección e implementación de los mecanismos adecuados para la trazabilidad documental de la obra.

De acuerdo con estos hallazgos, Deng et al. (2024), a partir de un estudio de caso desarrollado en Shanghái, China, demostró que el monitoreo continuo de la calidad del hormigón, mediante ensayos de resistencia y mecanismos orientados a reducir la variabilidad entre lotes, es determinante para garantizar la estabilidad y durabilidad estructural. También señalaron que la ausencia de controles sistemáticos puede poner en riesgo el desempeño de los elementos de hormigón armado, incluso en contextos caracterizados por una elevada capacidad técnica e industrial.

En Latinoamérica, la evidencia se orienta tanto a vacíos normativos como a las dinámicas sociales que condicionan la calidad constructiva. Quinde et al. (2023) compararon las normas de diseño de mampostería confinada de Ecuador, Colombia, México, Chile, Perú y Argentina, en la cual determinaron que la NEC ecuatoriana carece de especificaciones geométricas claras para unidades de mampostería, de lineamientos explícitos sobre conexiones muro-pórtico y de fórmulas de resistencia al corte validadas experimentalmente, lo que limita la confiabilidad del diseño sismorresistente en el país. Desde una perspectiva socioeconómica, Cuervo y Jaramillo (2022) analizaron la persistencia de la autoconstrucción de vivienda en Bogotá, Colombia, y concluyeron que, pese a los programas formales de vivienda, un porcentaje significativo de las edificaciones continúa levantándose al margen de la supervisión técnica profesional, lo que perpetúa condiciones de vulnerabilidad estructural en los sectores de menores ingresos de la región.

A nivel local, los estudios realizados en el propio cantón Jipijapa corroboran esta tendencia. Regalado-Jalca et al. (2025), en un diagnóstico de la infraestructura habitacional de la comunidad de Sancán, determinaron que el 49,3% de las viviendas evaluadas presentaba condiciones constructivas deficientes, agravadas por la informalidad en la tenencia del suelo y por restricciones económicas que impiden a los propietarios acometer reparaciones oportunas. De manera similar, Loor-Reyes y Véliz-Párraga (2022), al evaluar la calidad de viviendas de interés social construidas con caña guadúa en el sitio Membrillal del cantón Jipijapa, concluyeron que los programas habitacionales tienden a priorizar la cantidad de unidades entregadas por sobre la calidad de la ejecución, dejando a los beneficiarios sin la capacidad de mantenimiento necesaria para preservar la integridad estructural de sus viviendas.

Esta convergencia de hallazgos internacionales, regionales y locales pone de manifiesto que el control técnico deficiente no es un problema aislado, sino una constante estructural en la construcción de vivienda unifamiliar, con consecuencias directas sobre la seguridad sísmica de la población en zonas de alta amenaza como Manabí. Investigar este fenómeno en un caso concreto resulta pertinente porque permite documentar, con evidencia de campo, la brecha existente entre la normativa vigente y la práctica constructiva real, identificar los puntos críticos donde se concentran las no conformidades y aportar información aplicable para fortalecer los mecanismos de supervisión en proyectos similares. Asimismo, la sistematización del control técnico mediante herramientas de planificación como el diagrama PERT-CPM y una matriz de cumplimiento normativo ofrece una alternativa metodológica replicable para profesionales, contratistas y organismos de control que buscan optimizar la trazabilidad documental de la obra sin incrementar significativamente los costos de supervisión.

A partir de lo expuesto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿en qué medida el proceso constructivo de una vivienda unifamiliar de 53 m² en Jipijapa, Ecuador, cumple con los requisitos técnicos y normativos establecidos en la NEC-2015 y en los estándares internacionales complementarios? Para responderla, el objetivo general de esta investigación es evaluar el control técnico del proceso constructivo de una vivienda unifamiliar de 53 m² en Jipijapa, Ecuador, mediante el análisis comparativo de los procedimientos ejecutados en obra frente a la normativa NEC-2015 y los estándares ACI 318-19 y ASTM A500, con apoyo de un diagrama PERT-CPM y una matriz de cumplimiento normativo que permitan identificar fortalezas, deficiencias y oportunidades de mejora en la supervisión de este tipo de edificaciones.

Esta investigación reviste relevancia científica porque aporta evidencia empírica actualizada sobre el desempeño del control técnico en la construcción de vivienda unifamiliar en un contexto sísmico latinoamericano escasamente documentado. Su aporte teórico radica en articular la normativa NEC-2015 con estándares internacionales y con una herramienta de planificación de proyectos, el PERT-CPM, para estructurar un procedimiento de verificación técnica aplicable a obras de pequeña escala. En el plano práctico, los hallazgos permitirán a profesionales, contratistas y autoridades locales de Jipijapa fortalecer los protocolos de supervisión, reducir no conformidades constructivas y mejorar la seguridad sísmica de futuras edificaciones similares.

Métodos y Materiales

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental de tipo descriptivo documental, orientado a verificar el cumplimiento del control técnico durante el proceso constructivo de una vivienda unifamiliar de 53 m² ubicada en Jipijapa, Ecuador. El estudio se sustentó en el análisis de fuentes primarias de obra (bitácoras e informes técnicos diarios) y en su contraste sistemático con la normativa ecuatoriana e internacional aplicable, siguiendo una secuencia metodológica de identificación de criterios normativos, evaluación en campo, verificación del cumplimiento y análisis de hallazgos, adaptada de los procedimientos empleados en estudios de evaluación de desempeño constructivo en el contexto ecuatoriano (Guillén-Mena y Quesada, 2019).

Área y unidad de estudio

El área de estudio corresponde al cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador, zona de alta amenaza sísmica con una elevada proporción de vivienda unifamiliar de baja altura. La unidad de análisis fue una vivienda unifamiliar de 53 m² de construcción, con sistema constructivo de muros de mampostería confinada, cuya ejecución se desarrolló entre mayo y julio de 2025. La ficha técnica del proyecto se resume en la Tabla 1.

Tabla 1.*Ficha técnica de vivienda unifamiliar*

Datos de obra			
Ubicación:	Tipo:	Sistema:	Cronograma
Manabí- Jipijapa - Calle Noboa y Febres Cordero	Vivienda unifamiliar	Muros de mampostería	de obra: mayo – julio del 2025
Fuente primaria: bitácoras e informes diarios de obra del contratista y supervisión	Elevación: 380 msnm	Área de construcción: 53 m ²	Coordenadas: Este: 546372.59 Sur: 9851279.74 Zona: 17 Sur

Nota. Esta Ficha muestra los datos donde se hizo el control técnico de la vivienda unifamiliar.

Criterios técnicos y normativa aplicable

La identificación de los criterios técnicos de evaluación se realizó a partir de la normativa ecuatoriana vigente, complementada con referentes internacionales aplicables a cada componente constructivo. En cimentaciones se consideró la NEC-SE-GC, Geotecnia y Cimentaciones (MIDUVI, 2014a); en estructuras de hormigón armado, la NEC-SE-HM (MIDUVI, 2015a), que exige una resistencia a la compresión f_c de entre 21 y 24 MPa, complementada por el ACI 318-19, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (Comité ACI 318, 2019); en mampostería confinada, la NEC-SE-MP, Mampostería Estructural (MIDUVI, 2015b); en elementos y conexiones metálicas, la ASTM A500 para secciones tubulares de acero (ASTM International, 2021); y en la disposición general de la edificación, la NEC-SE-VIVIENDA (MIDUVI, 2014b), aplicable a construcciones de hasta dos pisos. Estos cuerpos normativos constituyeron la matriz de referencia frente a la cual se contrastó cada actividad constructiva documentada en obra.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de información combinó fuentes documentales y de campo. Como fuente primaria se emplearon las bitácoras y los informes técnicos diarios elaborados por el contratista y el equipo de supervisión durante el periodo de ejecución de la obra, complementados con la ficha técnica de caracterización del proyecto (Tabla 1). A partir de esta información se construyó una matriz de cumplimiento normativo por componente constructivo (cimentación, hormigón armado, mampostería confinada, elementos metálicos, contrapisos y acabados), en la que se registró, para cada actividad, el grado de ajuste a la normativa aplicable y la existencia o ausencia de respaldo documental correspondiente, como ensayos de laboratorio, verificaciones

dimensionales y controles de plomada. Adicionalmente, se empleó un diagrama de planificación tipo PERT-CPM para organizar y secuenciar las actividades constructivas identificadas en las bitácoras, determinar sus relaciones de dependencia y establecer la ruta crítica de la obra, lo que permitió ubicar temporalmente los puntos donde se concentraron las observaciones de control técnico.

Diagrama PERT CPM

Un diagrama PERT CPM, es un gráfico de nudos o redes que muestra la secuencia de las actividades del proyecto u obra, y así mismo le relación entre ellas. Asimismo, el diagrama tiene el objetivo de ayudar y facilitar el trabajo de supervisión y control al momento de ejecutar una obra. La Figura 1 ilustra, a manera de ejemplo, la relación de dependencia entre dos actividades constructivas consecutivas. (Villamizar-Tolosa & Peñaranda-Pabón, 2020)

Figura 1.

Diagrama de dependencia de Actividad A y B.



Actividad X: Medición de profundidad de zapata a nivel



Actividad Y: Encofrado de vigas o cadenas de amarre

Diagrama PERT vs Diagrama CPM

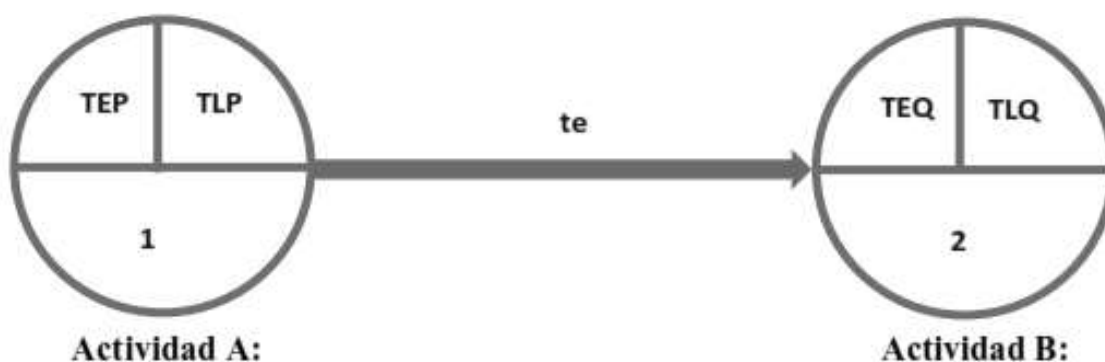
Es necesario aclarar que los métodos CPM (Método de Ruta Crítica) y PERT (Técnica de Evaluación y Revisión), no son idénticos en su uso, pero ambos necesitan la creación de un diagrama de redes. Se menciona este método porque lo utilizamos como herramienta PERT CPM, y el proceso es idéntico para las dos técnicas. No obstante, las diferencias son mínimos.

Determinación de holguras

La determinación de holguras en una red de actividades se fundamenta en los momentos más tempranos y más tardíos de comienzo y finalización. Estos parámetros facilitan la identificación de la flexibilidad de cada tarea en el cronograma y la diferenciación entre las tareas críticas y las que no lo son. El análisis de holguras es esencial para administrar proyectos, porque permite supervisar la ejecución, priorizar actividades críticas y modificar los plazos sin que el tiempo total de realización se vea alterado. Estos cuatro tipos de holgura se ilustran en la Figura 2 (Campoverde Campoverde, 2022).

Figura 2.

Interpretación de las holguras



A continuación, el tipo de holguras y su fórmula:

Holgura Total: $HT = TLQ - (TEP + te)$, siempre que una tarea tenga una holgura HT, igual a cero esta actividad dentro de nuestro diagrama será crítica.

Holgura independiente: $HI = TEQ - (TLP + te)$

Holgura de interferencia: $HI = HT - HL$

Holgura Libre: $HL = TEQ - (TEP + te)$

Holgura negativa: Se utiliza cuando se extiende el tiempo total de un proyecto porque algunas actividades tardan más de lo previsto, se aumentan los tiempos de holgura. Para restaurar la duración inicial, se disminuyen los tiempos de las actividades posteriores.

Procedimiento de inspección y control técnico

El procedimiento de control técnico se organizó en seis fases secuenciales. En la primera fase, de revisión normativa, se identificaron y sistematizaron los requisitos técnicos aplicables a cada componente constructivo a partir de la NEC-2015, el ACI 318-19 y la ASTM A500. En la segunda fase, de inspección de campo, se analizó la información registrada en las bitácoras y los informes diarios de obra correspondientes a cimentaciones, hormigón armado, mampostería confinada, estructuras metálicas, contrapisos y acabados.

En la tercera fase, de registro de evidencias, se sistematizó el respaldo documental disponible en las bitácoras e informes diarios para cada actividad, registrando explícitamente los casos en que dicho respaldo (ensayos, verificaciones dimensionales, controles de plomada) no estaba disponible. En la cuarta fase, de comparación con la normativa, cada actividad documentada se contrastó con los criterios técnicos descritos en el apartado anterior. En la quinta fase, de identificación de hallazgos, se determinaron y clasificaron las desviaciones respecto a la normativa, diferenciándolas de los aspectos que sí cumplieron con los requisitos técnicos. Finalmente, en la sexta fase, de evaluación del cumplimiento, los resultados de la comparación normativa se consolidaron en una matriz de cumplimiento que clasificó cada ítem evaluado como cumplido, no cumplido u observación técnica.

a evaluación del cumplimiento normativo se organizó mediante una matriz de cumplimiento estructurada por componente constructivo, en la que cada ítem se clasificó cualitativamente como cumplido, no cumplido u observación técnica, siguiendo un procedimiento de contraste similar al empleado en estudios de evaluación de criterios normativos aplicados a edificaciones (Guillén-Mena y Quesada, 2019; Intriago Flores et al., 2025). Los hallazgos de calidad identificados en cada componente se clasificaron según su naturaleza, entre ellos la ausencia de ensayos de laboratorio, las discontinuidades en elementos de confinamiento, la insuficiencia dimensional en conexiones metálicas o la falta de respaldo documental, con el fin de facilitar su interpretación y priorización. Este análisis cualitativo se complementó con el diagrama PERT-CPM, que permitió representar gráficamente la secuencia de actividades y ubicar temporalmente los componentes donde se concentraron los hallazgos de control técnico.

Análisis de Resultados

Al contrastar la información documentada en las bitácoras y los informes diarios de obra con los criterios técnicos identificados en la fase de revisión normativa, se determinó que las cimentaciones ejecutadas presentan dimensiones acordes con lo dispuesto en la NEC-SE-VIVIENDA para edificaciones de hasta dos pisos; sin embargo, no se encontró respaldo de ensayos de compactación de relleno ni de estudios geotécnicos exigidos por la NEC-SE-GC, lo que impide verificar con certeza la capacidad portante del terreno. En las infraestructuras de hormigón armado, la inspección de campo confirmó que la disposición de columnas y cadenas de confinamiento se ajusta a lo previsto en el diseño; no obstante, al comparar esta información con los requisitos de la NEC-SE-HM y el ACI 318-19, se evidenció la ausencia de registros de ensayos de asentamiento y de resistencia que permitan verificar el cumplimiento del $f'c \geq 21$ a 24 MPa exigido por ambas normativas, lo que constituye una de las principales observaciones

técnicas identificadas en esta comparación.

En el componente de mampostería confinada, el registro de evidencias mostró trazados consistentes con la modulación prevista en el diseño; sin embargo, al comparar esta información con la NEC-SE-MP se identificaron juntas discontinuas y falta de documentación sobre la continuidad de las cadenas de confinamiento, una debilidad coincidente con las recomendaciones que hacen los expertos en la materia. En cuanto a las estructuras metálicas, se verificó el uso de perfiles HSS 100×100×4 mm conforme a la norma ASTM A500; no obstante, al contrastar las dimensiones registradas en obra con los requerimientos de transmisión de cargas de dicha norma, las placas base de 200×200×6 mm resultaron insuficientes y requieren una verificación estructural adicional. En los contrapisos y rellenos, la comparación entre los volúmenes reportados en las bitácoras y el cómputo métrico esperado, 5,40 m³ para 54 m² con un espesor de 0,10 m, reveló una incongruencia, ya que los volúmenes documentados superan el valor calculado, lo que constituye otro hallazgo relevante en esta fase de identificación.

Finalmente, en los acabados y la cubierta se constató que la ejecución se realizó dentro del plazo establecido en el cronograma de obra; sin embargo, no se encontraron pruebas de controles documentales de pendientes mínimas, plomada y espesores, lo que, junto con los hallazgos previos, evidencia que la NEC-SE-VIVIENDA se cumple parcialmente en cuanto a la secuencia constructiva general, pero de forma incompleta en lo referente a la verificación de calidad y a la trazabilidad documental de cada actividad.

Los hallazgos descritos por componente constructivo se sistematizan en la Tabla 2, que presenta la matriz de cumplimiento normativo elaborada a partir del contraste entre las bitácoras e informes diarios de obra y los criterios técnicos aplicables.

Tabla 2.

Matriz de cumplimiento normativo por componente constructivo

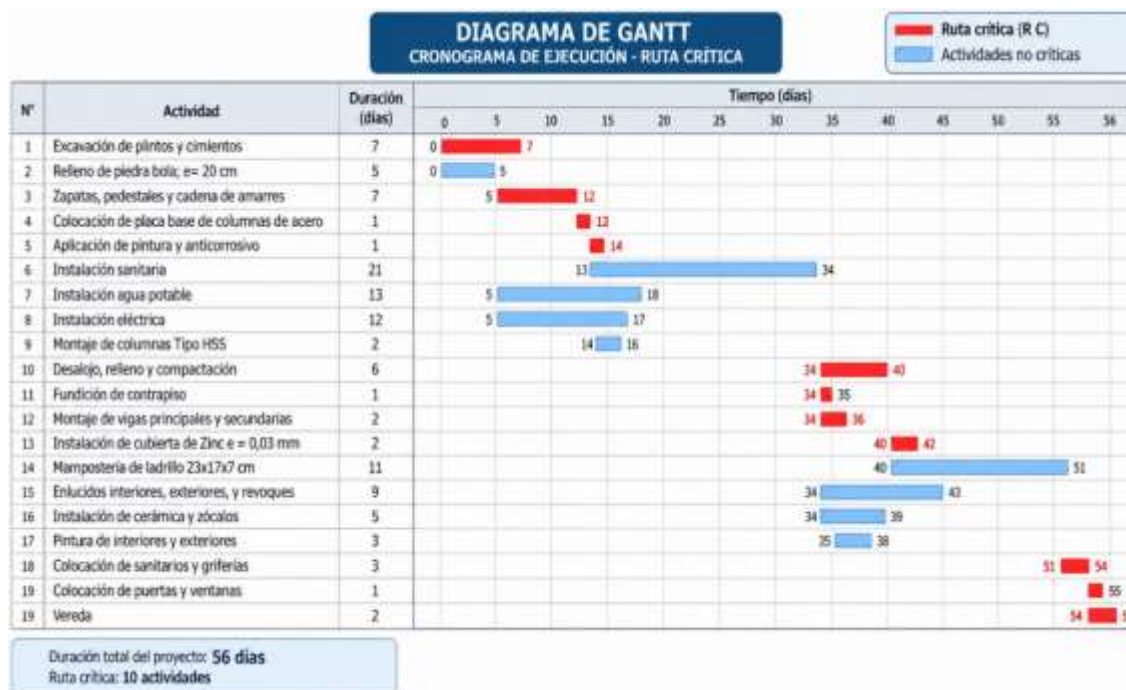
Componente constructivo	Criterio normativo aplicable	Cumplimiento	Hallazgo principal
Cimentación	NEC-SE-VIVIENDA / NEC-SE-GC	Observación técnica	Dimensiones conformes a la norma; sin respaldo de ensayos de compactación ni estudios geotécnicos.
Hormigón armado	NEC-SE-HM / ACI 318-19	Observación técnica	Columnas y cadenas conformes al diseño; sin registros de ensayos de asentamiento ni de resistencia (f _c).
Mampostería	NEC-SE-MP	Observación técnica	Trazado conforme al

confinada			diseño; juntas discontinuas y falta de documentación sobre la continuidad de las cadenas de confinamiento.
Elementos metálicos	ASTM A500	No cumplido	Perfiles conformes a la norma; placas base insuficientes frente a los requerimientos de transmisión de cargas.
Contrapisos	NEC-SE-VIVIENDA	Observación técnica	Volumen ejecutado superior al cómputo métrico esperado; incongruencia documental.
Acabados y cubierta	NEC-SE-VIVIENDA	Observación técnica	Ejecución dentro del plazo establecido; sin controles documentales de pendientes, plomada y espesores.

Nota. La clasificación de cumplimiento corresponde al contraste cualitativo entre la evidencia documental registrada en bitácoras e informes diarios de obra y los criterios normativos aplicables a cada componente. Elaboración propia (2025).

Figura 3.

Diagrama de Gantt

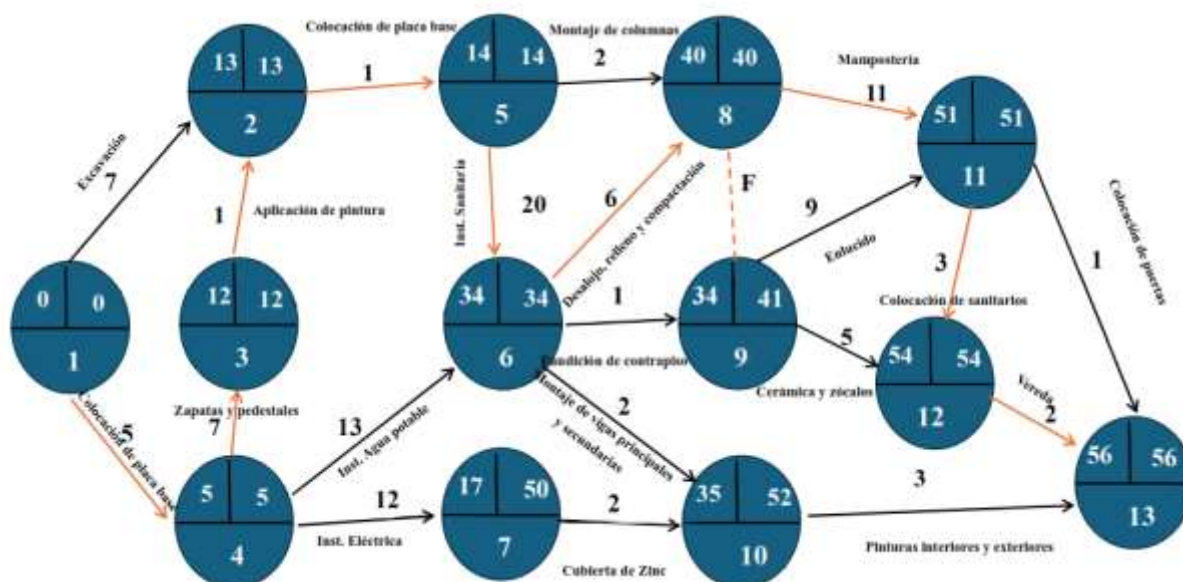


Nota. Este diagrama muestra las actividades de construcción de la vivienda con duración de 56 días para obtener la ruta crítica en el PERT CPM. Elaboración propia (2025).

Como complemento al análisis normativo por componente, el diagrama de planificación tipo PERT-CPM permitió representar la secuencia constructiva de la obra y ubicar temporalmente los puntos donde se concentraron las observaciones de control técnico antes señaladas. Con ayuda del Diagrama de Gantt, obtuvimos la secuencia constructiva analizada, destacando los puntos donde se verificó la calidad y aquellos donde se detectaron inconsistencias, facilitando la identificación de áreas críticas que requieren atención técnica en la Figura 3:

Figura 4.

PERT CPM de actividades de vivienda unifamiliar



Nota. Gestión de las actividades de la vivienda unifamiliar mediante PERT CPM. Elaboración propia (2025).

Tal como se observa en la Figura 4, en la red de actividades tipo PERT/CPM, la ruta crítica está marcada con las flechas de color naranja que determinan la duración total del proyecto, causando retraso en dichas actividades y retrasa todo el cronograma. Las demás actividades tienen holgura y no afectan la duración total, mientras no superen su tiempo libre.

En conjunto, la evaluación del cumplimiento normativo realizada por componente indica que la normativa ecuatoriana se ha cumplido en parte: la secuencia constructiva general y las disposiciones estructurales principales se ajustan a la NEC-2015, mientras que las debilidades se concentran de manera recurrente en la verificación de calidad y en la trazabilidad documental de los ensayos y controles exigidos por cada norma.

.Discusión

Los hallazgos evidencian que el control técnico de la vivienda unifamiliar evaluada cumple parcialmente con la NEC-SE-VIVIENDA, pero presenta limitaciones recurrentes en la obtención de evidencia documental y en el control de calidad de los materiales estructurales. Esta situación es consistente con lo señalado por Ghafoor et al. (2025), quienes identificaron que la supervisión y el control de calidad insuficientes constituyen la causa más frecuente de fallas en la construcción residencial a nivel internacional; en el caso analizado, la ausencia de ensayos de compactación y de estudios geotécnicos en las cimentaciones, exigidos por la NEC-SE-GC, responde a un patrón similar al descrito en proyectos de pequeña escala de la región, donde la autoconstrucción y los recursos limitados dificultan la aplicación estricta de la normativa (Regalado-Jalca et al., 2025).

La ausencia de registros de ensayos de asentamiento y resistencia en el hormigón armado, necesarios para verificar el cumplimiento del f_c exigido por la NEC-SE-HM y el ACI 318-19, dificulta confirmar el desempeño estructural de los elementos evaluados y aumenta el riesgo de fallas ante eventos sísmicos. Este hallazgo coincide con lo reportado por Deng et al. (2024), quienes señalan que el monitoreo continuo de la calidad del hormigón mediante ensayos sistemáticos es determinante para la estabilidad y la durabilidad estructural, incluso en contextos de alta capacidad técnica; su ausencia en un proyecto de vivienda de interés popular como el analizado sugiere que esta debilidad no es exclusiva de las obras informales, sino un vacío extendido en la práctica constructiva de pequeña escala.

En la mampostería confinada, si bien se siguieron ciertos parámetros de modulación, las discontinuidades en las cadenas de confinamiento identificadas representan una debilidad crítica desde la perspectiva del comportamiento sismorresistente. Brzev, Astroza y Moroni (2010), al analizar el desempeño de edificaciones de mampostería confinada durante el terremoto de Chile de 2010, señalan que la continuidad de los elementos de confinamiento es uno de los factores que más influye en la capacidad de estos sistemas para resistir cargas sísmicas sin colapso; en la misma línea, Quiun y Leguía (2018), a partir de ensayos experimentales en Ayacucho, y Quinde et al. (2023), en su estudio de rehabilitación de muros de mampostería, coinciden en que las discontinuidades constructivas y el anclaje inadecuado comprometen significativamente la resistencia lateral de este sistema. Estos antecedentes respaldan la relevancia técnica de las deficiencias documentales encontradas en la vivienda evaluada, más allá de su aparente carácter menor.

La insuficiencia dimensional de las placas base en los apoyos metálicos constituye otra debilidad relevante, ya que, de acuerdo con Ghafoor et al. (2025), el detallamiento inadecuado

del diseño es una de las causas más recurrentes de fallas estructurales en edificaciones residenciales; en este caso, dicha insuficiencia podría comprometer la transmisión de cargas ante un evento sísmico si no se realiza la verificación estructural adicional recomendada. De manera similar, la inconsistencia detectada en los cálculos métricos del contrapiso no responde a una falla de diseño normativo, sino a un problema de control documental en obra, lo que refuerza la conclusión de que las debilidades identificadas en este estudio se originan, en su mayoría, en la fase de supervisión y no en el cumplimiento de las disposiciones estructurales de la NEC-2015 (Lino Reyes et al., 2026).

Estos hallazgos se alinean con la evidencia reportada en otros contextos latinoamericanos: Cuervo y Jaramillo (2022) documentan que, en Bogotá, un porcentaje significativo de la vivienda se levanta al margen de la supervisión técnica profesional, mientras que Loor-Reyes y Vélez-Párraga (2022), en el propio cantón Jipijapa, señalan que los programas habitacionales tienden a priorizar la cantidad de unidades entregadas por sobre la calidad de la ejecución. El caso analizado confirma que este patrón regional se reproduce incluso en viviendas construidas con dirección técnica formal, lo que sugiere que el control documental y los ensayos de laboratorio, más que la disponibilidad de normativa, constituyen el eslabón más débil de la cadena de calidad en la construcción de vivienda unifamiliar en Ecuador (Carvajal Rivadeneira et al., 2026).

Esta lectura es coherente con lo hallado por Vélez Bermello et al. (2026) en un estudio cuantitativo con profesionales de la construcción en Manabí, quienes reportaron correlaciones moderadas a altas entre los factores de planificación del cronograma y el cumplimiento de los plazos de obra, y concluyeron que una secuenciación deficiente de actividades y un seguimiento sistemático insuficiente elevan el riesgo de retrasos; en la vivienda analizada, el diagrama PERT-CPM permitió precisamente ubicar los componentes donde ese seguimiento documental fue más débil.

Conclusiones

El objetivo general de esta investigación, evaluar el control técnico del proceso constructivo de una vivienda unifamiliar de 53 m² en Jipijapa, Ecuador, mediante el contraste de los procedimientos ejecutados en obra frente a la NEC-2015, el ACI 318-19 y la ASTM A500, se cumplió a través del análisis documental de bitácoras e informes diarios, la construcción de una matriz de cumplimiento normativo y el apoyo de un diagrama PERT-CPM. El análisis evidenció que, en términos generales, la secuencia constructiva de la vivienda se ajusta a la NEC-SE-VIVIENDA para edificaciones de hasta dos pisos; sin embargo, persisten deficiencias en el control del nivel de calidad y en el seguimiento documental que afectan la validación normativa. Entre los hallazgos más relevantes se encuentran la falta de estudios geotécnicos y de ensayos de compactación en las cimentaciones, la ausencia de registros de resistencia y asentamiento en el hormigón armado, la insuficiencia dimensional de las placas base en los apoyos metálicos y las discontinuidades documentales en la mampostería confinada, lo que permitió identificar tanto fortalezas en la disposición estructural general como deficiencias concentradas en la verificación de calidad.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado en otros contextos de vivienda de interés social en Latinoamérica, donde los controles deficientes suelen asociarse a recursos limitados y a una supervisión técnica insuficiente más que a vacíos en la normativa disponible. Por lo tanto, se determina que incluir listas de verificación, ensayos básicos de laboratorio y registros fotográficos sistemáticos constituye una estrategia factible para optimizar la calidad y la seguridad sísmica de proyectos similares, fortaleciendo el cumplimiento de la normativa nacional y la sostenibilidad de la infraestructura habitacional en zonas de alta amenaza sísmica como Manabí.

Esta investigación presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, el estudio se basó en un caso único de vivienda unifamiliar, por lo que sus hallazgos no son generalizables estadísticamente a otras edificaciones de la región, aunque sí ofrecen evidencia empírica relevante para casos con características constructivas similares. En segundo lugar, el análisis se sustentó en fuentes documentales secundarias, bitácoras e informes diarios del contratista y la supervisión, por lo que la ausencia de registros de ensayos identificada en los resultados refleja una falta de respaldo documental y no necesariamente la inexistencia de dichos controles en obra.

Finalmente, el diseño cualitativo y descriptivo del estudio no permite establecer relaciones causales ni cuantificar estadísticamente el peso relativo de cada hallazgo, por lo que futuras investigaciones podrían complementar este enfoque con ensayos de laboratorio independientes y con el análisis de una muestra más amplia de viviendas unifamiliares.

Referencias bibliográficas

- ASTM International. (2021). ASTM A500/A500M-21: Especificación estándar para tubos estructurales de acero al carbono conformados en frío, soldados y sin costura, en secciones redondas y conformadas. West Conshohocken, Pennsylvania, EE. UU. https://store.astm.org/a0500_a0500m-23.html
- Brzev, S., Astroza, M., y Moroni, M. O. (2010). Performance of confined masonry buildings in the February 27, 2010 Chile earthquake. Proceedings of the 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering. https://www.researchgate.net/publication/311508693_Performance_of_masonry_buildings_in_2010_Chile_maule_earthquake
- Campoverde Campoverde, K. F. (2022). Planificación, programación y control de obra en la construcción de una vivienda unifamiliar de infraestructura civil ubicada en el cantón Jipijapa [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Ingeniería Civil]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3608>
- Carvajal, D., Cedeño, J., Torres, J., & Lino, V. (2024). Análisis sobre la aplicación de la norma ecuatoriana de la construcción en edificios a partir del sismo de abril 2016. In Ingeniería en Acción (pp. 168–180). Saberec 5.0. <https://repositorio.saberec5.com.ec/index.php/saberec/catalog/book/20>.
- Carvajal Rivadeneira, D. D., Yepez Von Lippke, A. G., Lino Calle, V. A., Castro Chilán, D. M., Saltos Sánchez, N. A., & Carvajal Aray, D. D. (2026). Acero figurado en la optimización de los procesos constructivos: ¿necesidad técnica o tendencia de mercado? Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando, 7(2), Pág. 4288 –. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i2.1487>
- Castro Chilán, D. M., Yepez Von Lippke, A. G., Carvajal Rivadeneira, D. D., Lino Calle, I. A., & Carvajal Aray, D. D. (2026). Gestión de la calidad y retos frente a la improvisación en la construcción: Una revisión sistemática de la Literatura. Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando, 7(2), Pág. 692 – 711. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i2.1299>
- Comité ACI 318. (2019). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-19). American Concrete Institute. <https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=318U19&Language=Spanish&Units=Metric>
-

- Cuervo, N., y Jaramillo, S. (2022). Persistencia y nuevas manifestaciones de la autoconstrucción de vivienda en Bogotá (Documento CEDE No. 8). Universidad de los Andes. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4051887>
- Deng, F., Mehdipour, A., y Soltani, A. (2024). Construction quality control of concrete structures in architectural engineering - A case in Shanghai, China. *Urban Resilience and Sustainability*, 2(3), 256–271. <https://doi.org/10.3934/urs.2024013>
- Figueroa Quimis, J. C., Alcívar Vera, J. A., Ramos Vera, L. B., & Lino Calle, V. A. (2026). Planificación de costos y su relación con las desviaciones presupuestarias en proyectos de infraestructura. *Reincisol.*, 5(9), 1–22. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V5\(9\)1305](https://doi.org/10.59282/reincisol.V5(9)1305)
- García Pilay, F. J., & Lino Calle, V. A. (2026). Análisis de la infraestructura de ciclo vía en la av. Abraham Calazacón del cantón Santo Domingo, para la implementación de barreras de seguridad. *Reincisol.*, 6(10), 1–28. [https://doi.org/10.65835/reincisol.V6\(10\)1683](https://doi.org/10.65835/reincisol.V6(10)1683)
- Ghafoor, S., Gurmu, A., Sadick, A.-M., y Kite, J. (2025). Compliance risks in the construction of residential buildings: A systematic literature review. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASBE-11-2024-0507>
- Guillén-Mena, V., y Quesada, F. (2019). Assessment model of energy performance in housing of Cuenca, Ecuador. *Ain Shams Engineering Journal*, 10(4), 897–905. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.03.010>
- Intriago Flores, J. B., Carvajal Rivadeneira, D. D., Guerrero Alcívar, M. S., Lino Calle, V. A., Carvajal Rivadeneira, A. J., Cordero Garcés, M. O., Parrales García, C. E., Solorzano Peralta, J. R., & Torres Parrales, J. F. (2025). Organización y planificación de obras: ISBN: 978-9942-846-84-6. EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI, 1-84. Recuperado a partir de <https://runaiki.es/index.php/runaiki/article/view/128>
- Lino, V., Zorrilla, F., Salazar, R., Carvajal, D., Pilay, B., & Muñoz, R. (2026). Calidad de la planificación inicial y su relación con la frecuencia de cambios durante la ejecución de obras civiles. *InnovaSciT*, 4(1). <https://doi.org/10.70577/innovascit.v4i1.105>
- Lino Reyes, R. E., Obando Chancay, C. J., Gutiérrez Chiquito, P. J., Venegas Loor, L. V., & Lino Calle, V. A. (2026). Modelo predictivo del desempeño de proyectos de infraestructura mediante factores de gestión de riesgos. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 7(2), Pág. 4084 – 4100. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i2.1488>
- Loor-Reyes, M. K., y Véliz-Párraga, J. F. (2022). Calidad de viviendas de interés social en caña guadúa aplicados en el sitio Membrillal del cantón Jipijapa. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 5(9, Ed. Esp.). <https://doi.org/10.46296/ig.v5i9edespab.0052>
-

- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2014a). NEC-SE-GC. Geotecnia y cimentaciones. <https://www.studocu.com/ec/document/escuela-politecnica-nacional/topicos-en-ingenieria-mecanica/nec-se-gc-geotecnia-y-cimentaciones/35844940?sid=491475b7-6fd0-4a66-be3c-9518c2c34b5e1789847490>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2014b). NEC-SE-VIVIENDA. Viviendas hasta 2 pisos con luces de hasta 5m. <https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2026/03/1.-Guia-practica-de-diseno-de-viviendas-de-hasta-2-pisos-con-luces-de-hasta-5-metros.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2015a). NEC-SE-HM. Hormigón armado. <https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2026/03/5.-NEC-SE-HM-Estructuras-de-Hormigon-Armado.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2015b). NEC-SE-MP. Mampostería estructural. <https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2026/03/7.-NEC-SE-MP-Mamposteria-Estructural.pdf>
- Quinde, J. A., Jiménez-Pacheco, J., y Ortega-Guamán, E. (2023). Revisión de normas de diseño para mampostería confinada en Latinoamérica: Propuestas para la Norma Ecuatoriana de Construcción. *Revista Politécnica*, 51(1), 77–92. <https://doi.org/10.33333/rp.vol51n1.07>
- Quiun, D., y Leguía, G. (2018). Comportamiento experimental de albañilería confinada de Ayacucho. https://www.researchgate.net/publication/338015283_COMPORTAMIENTO_EXPERIMENTAL_DE_ALBANILERIA_CONFINADA_DE_AYACUCHO
- Regalado-Jalca, J. J., Carvajal-Rivadeneira, D. D., Zamora-Bailón, A. R., Cobos-Lucio, D. A., y Cañarte-Baque, G. A. (2025). Diagnóstico de la infraestructura de vivienda y servicios básicos en la comunidad de Sancán, cantón Jipijapa. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 8(15), 802–823. <https://doi.org/10.46296/ig.v8i15.0272>
- Vélez Bermello, R. X., Román Rodas, P. A., Ponce Nieve, J. G., Lino Calle, V. A., y Carvajal Rivadeneira, D. D. (2026). Factores de planificación del cronograma y su influencia en el cumplimiento de plazos en obras civiles. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 7(1), 995–1010. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i1.943>
- Vélez, R., Román, P., Ponce, J., Lino-Calle, V., & Carvajal-Rivadeneira, D. D. (2026). Factores de planificación del cronograma y su influencia en el cumplimiento de plazos en obras
-

civiles. Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo, 7(1), 995–1010.
<https://doi.org/10.60100/rcmg.v7i1.943>

Villamizar-Tolosa, R., y Peñaranda-Pabón, J. D. (2020). Influencia de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander. Revista de Ingenierías Interfaces, 3(1), 69–85. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8661417>