RELIGACIÓN
REVISTA

Construcciones civiles: evaluación del control de calidad e incidencias operativas en la construcción de una residencia universitaria: análisis de caso

Evaluation of Quality Control and Operational Incidents in the Construction of a University Residence: A Case Study

Glider Nunilo Parrales Cantos, Nancy Lorena Villa Calpa, Samuel Elias Veliz Merchan, Nixon Patricio Gaona Jiménez

Resumen

Durante la práctica profesional del ingeniero civil, se produce un volumen considerable de información técnica que corre el riesgo de desaprovecharse debido a la falta de cohesión entre los cronogramas, bitácoras y registros. Bajo esta premisa, este estudio sistematiza las experiencias de residencia de obra durante el proceso de construcción de habitaciones estudiantiles en Jipijapa, Ecuador, mediante la triangulación entre la experiencia, la evidencia técnico-constructiva y la normativa de planificación. Metodológicamente se desarrolló un estudio de caso mixto, no experimental y longitudinal. La base de análisis integro 96 registros de campo, de los cuales se extrajeron datos técnicos del proyecto. Se tomó en consideración la duración total de 154 días programados, el seguimiento abarcó un 42% de avance físico, evaluando específicamente dos tipos de hormigón (180 y 210 kg/cm^2). Como resultado, la sistematización permitió generar lecciones y aprendizajes respecto a trazabilidad y toma de decisiones profesionales en campo.

Palabras clave: sistematización de experiencias; residencia de obra; planificación; programación; control de calidad.

Glider Nunilo Parrales Cantos
Universidad Estatal del Sur de Manabí | Jipijapa | Ecuador | glider.parrales@unesum.edu.ec
http://orcid.org/0000-0002-2233-8825
Nancy Lorena Villa Calpa
Universidad Estatal del Sur de Manabí | Jipijapa | Ecuador | villa-nancy6499@unesum.edu.ec
http://orcid.org/0009-0006-1769-3802
Samuel Elias Veliz Merchan
Universidad Estatal del Sur de Manabí | Jipijapa | Ecuador | veliz-samuel9197@unesum.edu.ec
http://orcid.org/0009-0000-1987-040X
Nixon Patricio Gaona Jiménez
Universidad Estatal del Sur de Manabí | Jipijapa | Ecuador | gaona-nixon5526@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0002-8976-3444

http://doi.org/10.46652/rgn.v11i52.1732
ISSN 2477-9083
Vol. 11 No. 52, octubre-diciembre, 2026, e2601732
Quito, Ecuador

Enviado: julio 25, 2026
Aceptado: septiembre 12, 2026
Publicado: noviembre 24, 2026
Publicación Continua

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

Abstract

In the course of a civil engineer's professional practice, a significant volume of technical information is generated that risks going to waste due to a lack of cohesion among schedules, site logs, and records. Based on this premise, this study systematizes site supervision experiences from the construction of student housing in Jipijapa, Ecuador, by triangulating practical experience, technical-construction evidence, and planning regulations. Methodologically, a mixed-methods, non-experimental, longitudinal case study was conducted. The analysis was based on 96 field records, from which technical project data were extracted. The study considered a scheduled total duration of 154 days and monitored progress up to the 42% physical completion mark, specifically evaluating two types of concrete (180 and 210 kg/cm²). The resulting systematization yielded lessons and insights regarding traceability and professional decision-making in the field.

Keywords: systematization of experiences; site management; planning; scheduling; quality control.

Introducción

El control de calidad durante el proceso constructivo en una estructura de hormigón armado debe ser capaz de relacionar las especificaciones, la producción, la colocación, los ensayos y las decisiones de control. Así, cuando se habla de la resistencia a compresión como un indicador clave, permite apoyarse para la interpretación en función de la clase de elemento, del origen de la muestra, de la edad de ensayo y de las condiciones de producción en el taller y de curado. En el marco de una investigación ecuatoriana con 4.872 cilindros de un proyecto de infraestructura, Solano-Vinueza y Albuja-Sánchez (2026), mostraron cómo era conveniente relacionar variables del hormigón fresco en el marco de la obtención de resultados de resistencia para soportar decisiones de control. Este antecedente justifica que se deba perfilar la trazabilidad de los datos de campo, y no simplemente tratar cada medido como resultado concreto.

La literatura de Latinoamérica pone de manifiesto que este tipo de evaluación de la resistencia el hormigón en estructuras de obra superior precisa prudencia en la metodología. Oroza et al. (2022), a partir de ensayos de referencia en columnas de una construcción en Cuba, corroboran estimaciones utilizando el ultrasonido como método de evaluación no destructiva; Santos y Cardoso (2024), en Brasil también indican el hecho de que el proceso de calibración de las estimaciones no destructivas debe computar el estadio de los componentes de la edificación, como el efecto de la carbonatación. El sometido a estudio del comportamiento estructural en obras de una determinada construcción tiene en el punto de mira ensayos de probetas de obra; no obstante, ambos son coincidentes en un requisito indisputable: la necesidad de asociar el dato medido con la restante de su materia estructural antes de emitir dictámenes.

Un segundo dominio no menos importante es aquel de la detección de inconsistencias durante la construcción que pueden dar lugar a patologías. Barros da S. Santos Neto et al. (2025a), en Brasil han documentado arcadas excesivas, fisuras, y el cese parcial de la obra de la losa de un elemento estructural a razón de tales factores, y, si bien las estructuras no son equivalentes a la del de la vivienda con hormigón tradicional, se enlazan en cómo la práctica correspondiente de una construcción que implica la sistematización de registros y verificaciones juega un rol indispensable en el proceso constructivo desde el inicio hasta el final de la obra.

Entre el control de durabilidad se encuentran los criterios del estado del recubrimiento y su exposición y protección de las armaduras, realizando una modelización sobre el modo en el que puede interferir la corrosión en la respuesta de columnas de hormigón en estado de servicio los autores, Feliciano dos Santos y Pereira dos Santos (2022); Chaves Chiaradia et al. (2024); determinan la temperatura en la velocidad de corrosión y la resistividad eléctrica. Calvo Valdés et al. (2021), validan la eficacia de los sensores para dicho control; estas investigaciones establecen la relación de otros mecanismos o métodos de diagnóstico en función de los ensayos realizados en Jipijapa y muestran la necesidad de hacer el registro del recubrimiento, así como de las condiciones de ejecución para proponer mecanismos de prevención.

La disciplina de los materiales no depende de una única dosis en un único resultado de la determinación a compresión, ya que el ensayo de Bautista Morales et al. (2023), se podía enfocar en una de las propiedades mecánicas (en este caso resistencia a la compresión) y en una de las pruebas de laboratorio a una de las propiedades (en este caso, y de nuevo, la resistencia a la compresión) que se podía ir evaluando una a una, revisando la generación de fisuras por el límite de los vehículos; compuestos que no están en condiciones de curado para la referencia; etc. Así, los enfoques respecto de las propiedades en función de la determinación de la relación agua/cemento que han podido defender Carneiro Valério y Helene (2025), por sus condiciones de exposición al ensayar mayor avance con una carbonatación por velocidad, y los que han también concluido el ensayo de los estudios de los que sí han podido concluir en la relación agua/cemento (Lin et al., 2024; Robertson et al., 2022), han puesto en evidencia las propiedades en las formulaciones que no eran esperadas, para el diseño de la observación, y las que en sí finalmente habían podido ser registradas al final del proceso de vaciado, muestreo y curado.

El control y la verificación de los tiempos y recursos son a la vez una forma de trazabilidad. Por un lado, hay cronogramas Gantt que permiten ver las fechas y avances con lo que aparecen las restricciones, por el contrario, hay redes CPM que permiten ver las predecesoras, las holguras junto con la distinción entre las actividades críticas y las que permiten una planificación flexible de manera que varía la misma. La verificación de las restricciones más los retrasos en llegar a obra nos hace reflexionar en el sentido de que no podemos cargar las interrupciones automáticamente contra la productividad del equipo de trabajo, sino que son decisiones de dotaciones y financiación añadiendo la manera dinámica de dejar asignadas las tareas a las fuentes (Masoetsa et al., 2022; Tariq & Gardezi, 2023; Yap et al., 2021). La logística de materiales da entradas, disponibilidades y valoraciones del frente de la obra (Yıldız et al., 2024).

El registro técnico de la obra (diario, semanal) permite relacionar todos esos elementos: una bitácora con la fecha, la actividad, el responsable, los materiales, el elemento tratado, la incidencia y la decisión hace avanzar la secuencialidad que produce. La mejora de los reportes que se generan a partir de la evidencia visual, dan aval a la vigencia de la sistematización de la información de campo (Xiao et al., 2024), pero el hecho de que el registro académico de la obra no tenga el mismo equivalente que el del libro de la obra podría contar con el mantenimiento de las fuentes de los

documentos en los tipos de viejas maneras (básicamente el análisis que esté en función del dominio de los documentos fuente) y en el poder que se tenga de tercero que entre con los observados/que acaba la evidencia.

Sin embargo, la seguridad es una dimensión que cruza la definición del control operativo: la baja de cantidades de elementos de protección personal (EPP) observados debería ser un registro de condiciones de riesgo y de un elemento a relacionar con la causalidad y las medidas preventivas en el entorno de la baja de incidentes o accidentes no declarados. Los estudios que atañen a la baja en la utilización del EPP y las tasas de seguridad proactiva conducen a dirigir la dedicación hacia la supervisión o la organización del trabajo (Al-Bayati et al., 2023; Golabchi et al., 2024). De una forma paralela, la residencia de obra presenta la formación de una propuesta de aplicación de competencias en situaciones de competencia real (Aliu et al., 2024; Clerke et al., 2021).

En este contexto, el objetivo general fue evaluar, a partir de los registros disponibles de una residencia universitaria en Jipijapa, las evidencias de control de calidad del hormigón y las incidencias operativas documentadas durante un corte parcial de ejecución. Los objetivos específicos fueron: (1) describir la planificación, las clases de hormigón y el estado de avance registrado; (2) organizar y contrastar las mediciones disponibles de dosificación, asentamiento, resistencia a compresión y recubrimiento con sus referencias de diseño y los procedimientos normativos pertinentes; y (3) identificar restricciones de programación, productividad, abastecimiento y seguridad documentadas, delimitando sus posibles implicaciones para el control de obra.

Metodología

Se realizó un estudio de caso documental, retrospectivo, no experimental, con un carácter descriptivo-cuantitativo y acompañado de una fundamentación cualitativa para satisfacer los propósitos explicativos de las operaciones que han ocurrido. La unidad de análisis fue el seguimiento disponible de las obras de habitaciones estudiantiles en Jipijapa, Manabí, minorando el explícito seguimiento de la totalidad de obras universitarias y la obra acabada. En este sentido, se realizó un muestreo no probabilístico para la elección de la documentación disponible: sencillamente se usó los 96 registros que justifican el expediente disponible sin selección aleatoria y sin calcular la representatividad estadística. La distribución fue la siguiente: técnica-calidad, 56 (58,3 %); productividad, 27 (28,1 %); logística, 6 (6,2 %); seguridad, 3 (3,1 %); administración, 3 (3,1 %); e instalaciones, 1 (1,0 %). Como fuentes complementarias se consideraron presupuesto, planificación; cronogramas de Gantt; red CPM; holguras e informes técnicos de hormigón. El cronograma de referencia es el de 154 días, y el material de seguimiento disponible llega hasta el 31 de julio; y a un avance global consignado del 42 %.

Tabla 1. Datos generales y delimitación del caso

Variable	Dato utilizado	Función analítica
Proyecto	Construcción de habitaciones estudiantiles	Objeto físico observado

Variable	Dato utilizado	Función analítica
Ubicación	Jipijapa, Manabí, Ecuador	Contexto de la experiencia
Costo referencial	USD 59.162	Base de planificación
Cronograma	4 may.–4 oct. 2026; 154 días	Base temporal
Seguimiento	42 % de avance global al corte disponible	Estado no final
CPM	28 nodos; 50 arcos (46 actividades reales + 4 ficticias)	Dependencias y holguras
Corpus de campo	96 registros consolidados	Ejecución y control

Fuente: elaboración propia.

Nota. El avance de 42 % corresponde al corte disponible del seguimiento y no al avance final del proyecto.

Triangulación de la experiencia y evidencia técnico-constructiva

La recopilación de datos se llevó a cabo haciendo uso de la conformación con las fechas, la actividad, el elemento constructivo, la medición y/o incidencia y la conformación documental siempre que aquellos campos existieran. En relación con el tratamiento cuantitativo se llevaron a cabo frecuencias de la categoría, porcentajes de avance, diferencias pendientes, rendimientos producidos de cantidad/tiempo y relaciones entre resistencia medida y resistencia de proyecto. En cuanto al cualitativo, se llevó a cabo una codificación temática deductiva de las anotaciones existentes en las seis dimensiones de calidad técnica, productividad, logística, seguridad, gestión e instalaciones; las incidencias de pago, de modificación geométrica y de curado eran entendidas como eventos espacialmente localizados. La interpretación se llevó a cabo conformando tres fuentes de evidencias, el registro de campo, el dato planificado y el criterio técnico aplicable.

Se adaptado el proceso de sistematización de experiencias propuesto por Jara Holliday (2011); Acosta (2005) y FAO (2013), con la finalidad de complementar la trazabilidad de situaciones iniciales, la de intervención, de corte observable y de aprendizajes. Respecto al componente técnico, se recurrió a las normativas ASTM C31/C31M, C39/C39M y C143/C143M, ACI y NEC como referencias técnicas de carácter plausible para identificar condiciones de muestreo, de resistencia, de asentamiento y de detalle constructivo.

Tabla 2. Modelo operativo de sistematización aplicado a la residencia de obra

Momento	Aplicación en la residencia	Correspondencia metodológica
Situación inicial	Planificación, presupuesto, metrados, H-180/H-210, Gantt y CPM antes del seguimiento de campo.	Jara: delimitación y punto de partida. FAO: situación inicial/contexto. BID: identificación.
Intervención	Actividades, tiempos, actores, métodos, recursos y controles observados durante la obra.	Jara: reconstrucción. FAO: proceso de intervención. BID: documentación.
Situación final	Comparación entre lo previsto y lo observado en plazo, calidad, productividad, logística y seguridad.	Jara: interpretación crítica. FAO: resultados/beneficios. BID: hallazgos.
Lecciones aprendidas	Qué conviene repetir, ajustar o estandarizar en futuras residencias y obras.	Jara: aprendizajes. FAO: compartir/adaptar. BID: diseminación y reutilización.

Fuente: adaptación propia basada en Jara Holliday (2011); Acosta/FAO (2005); FAO (2013) y Roca et al. (2025).

Bases del proceso constructivo dentro de la triangulación

El análisis se organizó en tres ejes técnicos transversales y poco disjuntos: el eje de la planificación (clases de hormigón, cantidades, presupuesto y recursos), el eje de la programación (fechas, dependencias, Gantt, CPM y holguras), y el eje del control de ejecución (bitácora, dosificaciones, asentamientos, ensayos, rendimientos, abastecimiento y seguridad). Se lesionó y se asoció cada uno de los hallazgos hechos con el eje que traía la evidencia principal y también se asoció con el elemento o la fecha según había documentación. Las Tablas 2 y 3 expresan tal lectura documental. No habla de una nueva validación experimental, no acredita pues consiste en relacionar las incidencias y los resultados de compresión.

Tabla 3. Triangulación entre experiencia, sistematización técnico-constructiva y referentes

Plano	Contenido	Evidencias
Experiencia vivida	Lo ocurrido en campo y las decisiones de los actores.	Fundiciones, encofrados, materiales, restricciones, pausas, cambios y SST.
Sistematización técnico-constructiva	Medición y organización de la experiencia para hacerla trazable.	Cantidades, rendimientos, H-180/H-210, slump, probetas, recubrimientos y bitácora.
Referente planificado/normativo	Criterios usados para interpretar la experiencia.	Presupuesto, Gantt, CPM, planos, NEC, INEN, ACI y ASTM.

Fuente: elaboración propia.

Técnicas, herramientas y criterios de comparación

El conjunto de técnicas utilizadas en la bitácora de obra se encuentra conformadas por: observación técnica, utilización de la fotografía, uso de los informes semanales y de la bitácora, la utilización del presupuesto y mediciones metratadas, cronogramas, medidas de producción, coincidencias entre plano y obra, ensayos de hormigón. No se realizó, ni se aplicó a este trabajo, un nuevo cuestionario, por lo que no se dispone de un registro formal, sólo quedando en este trabajo la validación independiente de las fichas de la observación, la calibración de los instrumentos de medida, el ensayo inter-evaluador y el juicio de expertos, lo que implica que este trabajo no presenta índices de validez o de confiabilidad y son inexistentes. Se realizó un test de coherencia de la documentación (unidades gravedad, fechas, corresponsabilidad elemento, métodos aritméticos), no constituyendo esto mismo del protocolo original de ensayo elaborado y diferenciándose los requerimientos de control ACI 318, ACI 301 y recomendaciones a ACI 347, recomendándose la NEC-se-hm y normas: ASTM C31/C31M, C39/C39M y C143/C143M.

El rendimiento de una actividad se calculó como la cantidad ejecutada dividida por el tiempo efectivo:

$$R = Q / t$$

Cuando se contó con el tamaño de la cuadrilla, la productividad por hora-hombre se interpretó mediante:

$$P_hh = Q / (t \cdot n)$$

Para los ensayos de hormigón se expresó el porcentaje de resistencia alcanzada respecto del valor especificado para el elemento correspondiente:

$$Cumplimiento\ f'c\ (\%) = (f'c_observado / f'c_especificado) \cdot 100$$

En programación, la brecha pendiente del ítem en el corte de seguimiento se calculó como:

$$Brecha\ pendiente\ (\%) = 100 - Avance\ registrado\ (\%)$$

La brecha pendiente fue entendida como el mero resultado de la porción no ejecutada de cada uno de los correspondientes rubros del corte que había sido determinado. No es un número de días de retraso contractual por sí misma, dado que para tratarla como tal se requeriría contar con una fecha de control a la que se debería comparar con la correspondiente línea de base, que debería ser posteriormente contrastada con las precedencias y las holguras lo que conllevaría, en algunos casos, a la reprogramación adecuada de las actividades por la que el hecho de un desfase no recuperado pudiera conducirse a la fecha final.

Eso no significa que ello pudiera ser evidencia de que este hecho se ejerciera en el proyecto del que se ha hecho la descripción correspondiente, porque hay que tener en cuenta el hecho de que existe la posibilidad de ser promotor de un efecto y eso no significa que tal efecto tuviera lugar en el propio proceso estudiado.

La bitácora fue tratada como fuente de seguimiento de decisiones. El registro del 31 de julio, con la pausa probable para el curado de la losa, no era equiparable a una pausa con el carácter de justificada, ya que su consideración tenía que ver con el propio contexto constructivo y no hacían a las jornadas improductivas. Era considerado necesario, para poder reconstruir la información, hacerlo a partir de saber determinar fecha, frente, responsable, causa, instrucción y respaldo de cada uno de los cambios.

En los datos de planificación se diferenciaba H-180 (hormigón simple para cimentación) y H-210 (que correspondía a los elementos estructurales referidos a zapatas, riostras, columnas, vigas y losas). Cada una de las resistencias ensayadas fue estudiada única y exclusivamente con el fin de hacer una comparación con el f'c del elemento que pudo asociarse con la correspondiente entrada de la bitácora. Las dosificaciones que se declararon a obra fueron enunciadas como las mezclas que vieron establecidas en diseño y no se equipararon a las que sólo fueron la atribución de una única receta para todo el proyecto, sino que se ponderó de esta forma su distinción.

Resultados

Planificación, recursos y hormigones de diseño

El presupuesto indicativo del proyecto era de 59.162 dólares americanos. En las hojas de planificación existían metrados, cuadrillas, materiales y rendimientos asignados; su magnitud permite poder identificar las cantidades que se previeron y diferenciarlas de los indicadores de la producción. La información describe la línea base documental, pero no es la liquidación de los costes ejecutados.

Se planificaron dos tipos de hormigón: el H-180, que tiene 180 kg/cm², una relación a/c de 0,60, 188 L/m³ de agua, aproximadamente 314 kg/m³ de cemento, un asentamiento de referencia de 6 cm y 4,2 m³ planificados con adicional y el H-210, que tiene una resistencia de 210 kg/cm², una relación a/c de 0,53, 216 L/m³, aproximadamente 408 kg/m³, un asentamiento de referencia de 11,25 cm y 68,565 m³ planificados. La Tabla 4 resume sus aplicaciones y cantidades planteadas, no se debe entender en ningún caso una cantidad de planificación puesto que no fue el volumen colocado.

Tabla 4. Hormigones de diseño válidos en la planificación de la obra

Parámetro	H-180	H-210	Interpretación
f'c de diseño	180 kg/cm²	210 kg/cm²	No son intercambiables; dependen del elemento
Aplicación documentada	Hormigón simple de cimentación	Zapatas, riostras, columnas, vigas y losas	Clasificación por función constructiva
Relación a/c adoptada	0,60	0,53	Dato de diseño
Agua de diseño	188 L/m³	216 L/m³	Dato de planificación
Cemento redondeado	314 kg/m³	408 kg/m³	Dato de diseño
Asentamiento de diseño	6,0 cm	11,25 cm	Referencia para trabajabilidad
Volumen planificado	4,2 m³ con adicional	68,565 m³	Planificación, no volumen ejecutado final

Fuente: elaboración propia.

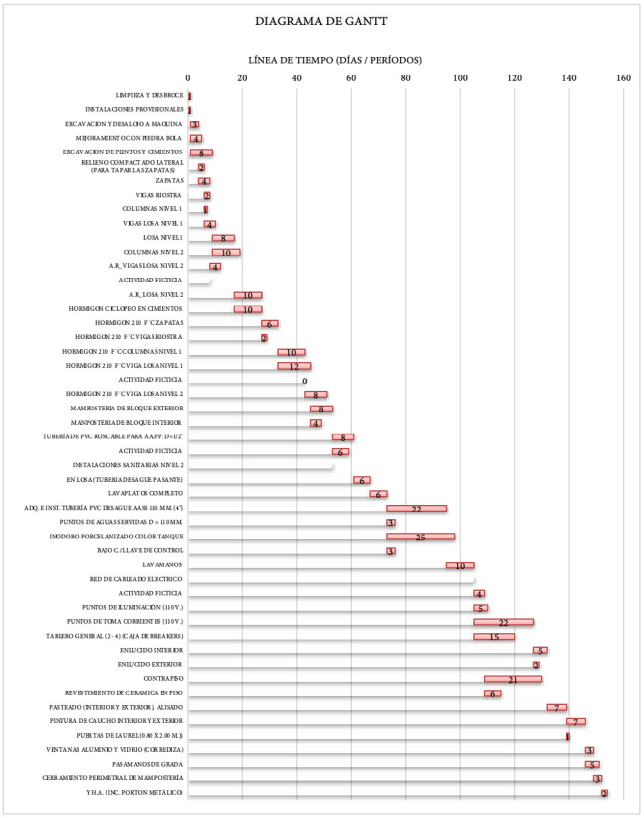
Nota. Los valores de esta tabla corresponden a diseño y planificación. Las mezclas realmente ejecutadas se analizan con los informes de campo.

Situación inicial: programación, Gantt, CPM y holguras

El tiempo base de referencia que se ha utilizado responde a 154 días. De esta forma, la red de programación CPM que reflejó en línea con 28 nodos, 50 arcos, con 4 actividades ficticias; el camino crítico que se ha mostrado en el archivo era: 1-3-6-8-9-11-13-14-15-16-17-18-19-20-21-23-24-25-26-27-28. La supervisión ha dado un total de avance del 42 % y los porcentajes de avance por rubro que se encuentran en la Figura 1 y en la Tabla 5.

Las dependencias y la holgura de la red dan forma a un marco de priorización; los porcentajes que se advierten en la Tabla 5 no irán a reflejar días de retraso, impacto económico, o fecha de culminación revisada. El testimonio ha permitido identificar rubros que ponen en evidencia la discrepancia existente frente a la línea de base y el cronograma actualizado.

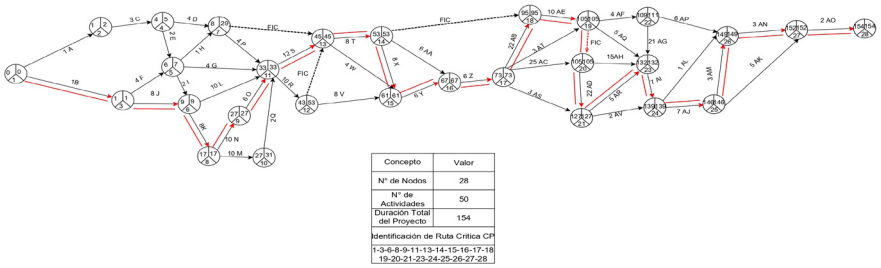
Figura 1. Diagrama de Gantt



Fuente: elaboración propia.

Nota. Gráfico del diagrama de Gantt.

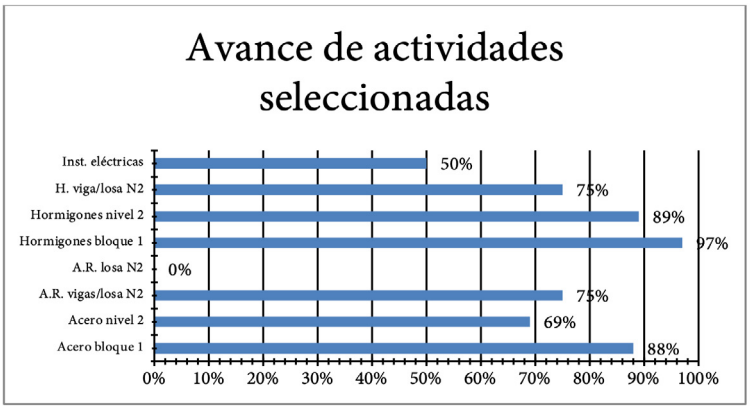
Figura 2. Ruta crítica del proyecto (CPM)



Concepto	Valor
N° de Nodos	28
N° de Actividades	50
Duración Total del Proyecto	154
Identificación de Ruta Critica CP	
1-3-6-8-9-11-13-14-15-16-17-18 19-20-21-23-24-25-26-27-28	

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Avance registrado en actividades seleccionadas del cronograma



Fuente: elaboración propia.

Nota. Porcentajes tomados del Gantt de seguimiento. El gráfico representa un corte de control de obra en ejecución.

Tabla 5. Brecha pendiente en actividades cuyo seguimiento mostró ejecución incompleta

Actividad	Fin programado	Avance	Brecha pendiente	Lectura de control
Acero refuerzo bloque 1	11 jul.	88 %	12 %	Trabajo pendiente al corte
Acero nivel 2	11 jul.	69 %	31 %	Desfase importante
A.R. vigas/losa nivel 2	25 jun.	75 %	25 %	Fecha base superada
A.R. losa nivel 2	11 jul.	0 %	100 %	Actividad sin avance en el corte
Hormigones bloque 1	17 jul.	97 %	3 %	Cercano a terminación
Hormigones nivel 2	17 jul.	89 %	11 %	Pendiente parcial
Hormigón viga/losa nivel 2	17 jul.	75 %	25 %	Pendiente relevante
Instalaciones eléctricas	22 jul.	50 %	50 %	Mitad pendiente al corte

Fuente: elaboración propia.

Nota. La brecha pendiente no equivale por sí sola a retraso contractual. Se interpreta junto con fechas, precedencias, holguras y causas registradas.

La entrada correspondiente a la fecha del 22 de junio alude a un hecho con contenido de cumplimiento obligatorio que alude de la forma de los límites de la intervención presupuestarias u de facturación. En relación a las capacidades que son de interés ni dando el número de días bloqueados, ni el coste correspondiente la interpretación se corresponde a la del control. El hecho ha de contrarrestar a la práctica readaptada, a su holgura, a la fecha de reactivación antes de dar valor al cumplimiento de los plazos. La relación que resulta de la holgura pendiente es un aviso de seguimiento del procedimiento y no es una compensación contabilizada del darse tarde del cumplimiento contractual.

Proceso de intervención: reconstrucción técnico-constructiva

Los informes permiten reconstruir las actividades realizadas en diez periodos, entre mayo y julio, que comprenden un encofrado, riostras, armaduras, columnas, vigas, losas, instalaciones, recepción de materiales, ensayos y verificaciones de seguridad (Tabla 6). Se relacionaron las actividades con los datos disponibles referente a geometría, rendimiento, composición del hormigón y anotaciones de bitácora; no todos los periodos son homogéneos en cuanto a variables ni cantidad de profundidad de registros.

Tabla 6. Reconstrucción de la experiencia mediante triangulación técnico-constructiva

Periodo	Experiencia de campo	Sistematización técnica	Resultado de triangulación
I | 20-25 may.	Contexto, encofrado y curado.	Geometría y secuencia.	Situación inicial y controles a observar.
II | 26 may.-1 jun.	Riostra, relleno, acero y mezcla 1:2:3.	Volumen, tiempo y dosificación.	Comparación plan-ejecución.
III | 2-8 jun.	Columnas, probetas, compactación y suministros.	Calidad, productividad y materiales.	Control técnico de la intervención.
IV | 9-15 jun.	Vigas, estribos, compresión y seguridad.	Geometría y ensayo.	Evidencia para calidad y prevención.
V | 16-22 jun.	Losa, instalaciones, H-210, slump y restricción presupuestaria.	Trabajabilidad y programación.	Relación calidad-recursos-plazo.
VI | 30 jun.-6 jul.	Columnas, juntas, recubrimiento y ajustes.	Plano-obra y rendimientos.	Control geométrico y trazabilidad.
VII | 7-13 jul.	Columnas, estribos y SST.	Dosificación y producción.	Integración calidad-productividad-SST.
VIII | 14-20 jul.	Encofrado, suministros, vigas y apuntalamiento.	Cantidades y logística.	Control de recursos y frente.
IX | 21-27 jul.	Encofrado, estribos y EPS.	Cantidad, geometría y rendimiento.	Preparación técnica de losa.
X | 28-31 jul.	Losa, instalaciones, slump, curado y bitácora.	Dosificación y trazabilidad.	Situación final del corte.
Síntesis	Planificación, ejecución y control.	Evidencia organizada por actividad.	Base para lecciones aprendidas.

Fuente: elaboración propia.

Nota. La línea temporal se presenta como reconstrucción de la experiencia y se utiliza para vincular actividades, controles y aprendizajes.

La reconstrucción temporal permite saber qué actividad se llevó a cabo previamente a un ensayo, una anotación de recubrimiento o detener un detenido frente. El valor de su contribución es el documental, ya que al existir un registro secuencial permite la detección de huecos de trazabilidad y, por tanto, poder realizar comprobaciones muy concretas, y de por sí misma no

permite determinar los porqués del resultado obtenido ni acredita que es respetado el conjunto de pasos que constituyen el proceso constructivo.

Proceso de intervención: dosificación y producción del hormigón

Los registros de producción indicaron mezclas volumétricas 1:2:3 en las diferentes jornadas de riostras, columnas y losas; para los nervios y vigas de losa del 29 de julio indicaron 1:1,5:2,5. La presencia de agua base consignada que oscilaba entre +/- 25-30 L en las amasadas con la información aportada y en algunas de ellas se realizaron anotaciones o agua añadida a la anterior. La Tabla 7 estipula las fechas, los elementos y las cantidades que quedan registradas. Dichas cantidades son anotaciones de ejecución, no son un elemento sustituto de un dosificado de forma ponderal certificado por lote.

La diferencia entre las proporciones declaradas y las anotaciones de agua añadida resulta ser una forma de indicativo de consistencia que se debe de realizar a fin de ver si existe una trazabilidad de cada amasada. Sin pesos de los agregados, de humedad, del volumen real de agua y de la toma de muestras vinculadas por lote no se puede llegar a determinar la relación agua/cemento ejecutada y tampoco se pueden achacar a una mezcla determinada los resultados de compresión.

Tabla 7. Dosificaciones ejecutadas documentadas en los informes semanales

Fecha	Elemento	Clase vinculada	Dosificación ejecutada	Agua base	Observación
26 may.	Riostra A-B	H-210	1:2:3	No cuantificada	11 paradas; 1,21 m³
29 may.	Mezcla en obra	No determinada	1:2:3	30 L	Arena húmeda; clase no asignada sin elemento
4 jun.	Columnas	H-210	1:2:3	≈25 L	Registro contemporáneo
19 jun.	Losa entrepiso	H-210	1:2:3	30 L	Se observó agua adicional
7 jul.	Columnas C3/C5/C7/C8	H-210	1:2:3	No cuantificada	1,01 m³ en 4 h
29 jul.	Nervios y vigas de losa	H-210	1:1,5:2,5	25 L	65 amasadas; agua adicional observada

Fuente: elaboración propia.

Nota. Las proporciones de diseño y planificación se mantienen en una capa documental separada.

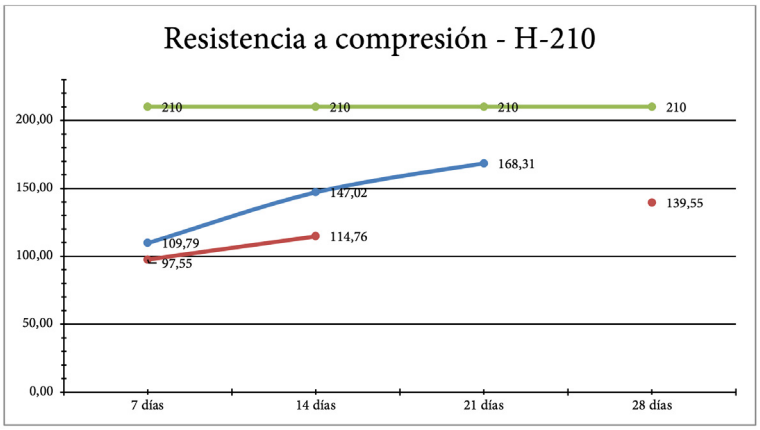
Los resultados del vaciado, a fecha de 19 de junio, nos muestran un total de 68 amasadas, las cuales son de un volumen aproximado de 0,11 m³ por 3,25 h de trabajo, obteniendo un cociente registrado y por tanto un rendimiento de 2,30 m³/h; por otro lado, el día 29 de julio, se habían registrado 65 amasadas también de aproximadamente 0,10 m³ y de 3,5 h, de manera que se obtendría un rendimiento de 1,86 m³/h. Estos son los rendimientos a partir de la que hemos partido, que están compuestos de valores y de tiempos, pero no son rendimientos normales (valores

sin clasificación), ya que entendemos que el rendimiento se trata de las referencias internas que dan las actividades descritas, pero que no son una clasificación general de productividad entre diferentes procesos.

Proceso de intervención: control de calidad y resistencia a compresión

Para el caso de las dos series que han sido asociaciones de H-210 se han podido recuperar seis resultados de resistencia a compresión. Serie 1: 109,79 kg/cm² a la edad de 7 días, 147,02 kg/cm² a la edad de 14 días y 168,31 kg/cm² a la edad de 21 días, en donde no se dispone de un valor trazable a 28 días. Serie 2: 97,55 kg/cm² a la edad de 7 días, 114,76 kg/cm² a la edad de 14 días y 139,55 kg/cm² a la edad de 28 días. Los valores están representados en la Figura 6 y en la Tabla 8; la asociación corresponde a las edades que se han apuntado y el corpus no puede dar muestras de que representen estadísticamente a todos los lotes estructurales.

Figura 4. Desarrollo de la resistencia a compresión en series asociadas a H-210



Fuente: elaboración propia.

Nota. La línea discontinua corresponde a f'c=210 kg/cm². La Serie 1 dispone de un dato a 21 días y no de un valor trazable a 28 días en el corpus consolidado.

Tabla 8. Porcentaje de resistencia alcanzada respecto de H-210

Serie	Edad	Resistencia	% de 210	Lectura
1	7 días	109,79 kg/cm²	52,28 %	Desarrollo inicial bajo
1	14 días	147,02 kg/cm²	70,01 %	Por debajo del valor especificado
1	21 días	168,31 kg/cm²	80,15 %	Aún inferior a 210 kg/cm²
2	7 días	97,55 kg/cm²	46,45 %	Desarrollo inicial bajo
2	14 días	114,76 kg/cm²	54,65 %	Evolución limitada
2	28 días	139,55 kg/cm²	66,45 %	No alcanza f'c especificado

Fuente: elaboración propia.

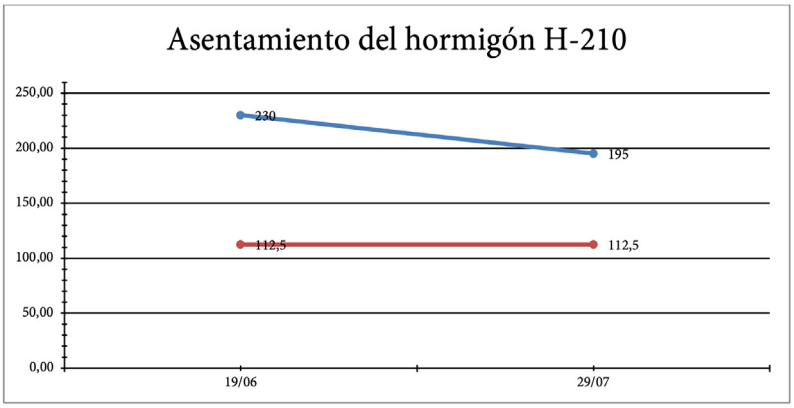
Nota. El porcentaje de 66,45 % corresponde únicamente al espécimen/serie vinculada a H-210 y no representa un índice global de la obra.

El valor de 139,55 kg/cm² a los 28 días de ensayo, resulta el 66,45 % del valor de referencia de 210 kg/cm² de esa serie y es un indicativo de aviso de potencial no conformidad que antecede al juicio técnico sobre el lote aquí aplicado. No legitima la declaración de un estado no conforme a nivel de fallo estructural global, tampoco da pie a la deducción de un fallo técnico sin la comprobación de protocolos de muestreo, ciclo de curado, definición de dimensiones, etiquetado de probetas, repetición de resultados, reglas de aceptación pertinentes, etc. La norma ASTM C31/C31M se refiere a la forma de preparar y curar los especímenes; la ASTM C39/C39M indica explícitamente como ensayarlos por compresión; la documentación de carga de dichos protocolos a la vuelta de los años no prueba que revisando dichos documentos específicos retrospectivamente fuesen adecuadamente efectuados en su tiempo.

Proceso de intervención: trabajabilidad, recubrimiento y controles previos

Las medidas de asentamiento realizadas el 19 de junio llegaron a 230 mm, registrando en el 29 de julio un asentamiento de 195 mm, ambos por fundiciones H-210 y referenciados documentalmente. En comparación con la referencia de diseño 112,5 mm, las diferencias quedan 117,5 mm (104,4%) y 82,5 mm (73,3%) respectivamente (Figura 7). También aparecen anotaciones en el informe relativas a la adición de agua sin cuantificación que permita reajustar la relación del agua/cemento real incrustado en cada lote. Ambos valores superan lo esperado en cuanto a asentamiento, razón por la cual se consideran necesarias inspecciones de la dosificación, de la consistencia y del procedimiento de adición de agua. ASTM C143/C143M establece la forma de medir el asentamiento, pero el ensayo no permite atribuir causalmente, de forma aislada una resistencia de compresión a una única variable.

Figura 5. Asentamientos registrados en fundiciones H-210 con referencia del diseño



Fuente: elaboración propia.

Nota. La referencia de 112,5 mm procede del diseño H-210. ASTM C143/C143M define el ensayo de asentamiento como medida de consistencia; su relación con resistencia no debe interpretarse de forma causal aislada.

Las inspecciones de acero implican un recubrimiento de 4 cm en vigas y columnas, en torno a observaciones puntuales de 3 cm como máximo, con una diferencia de 1 cm, equivalente al 25 %, respecto del valor de referencia de 4 cm. Igualmente, se consideran tiempos de comprobación

de estribos, ganchos y traslapos previas al hormigonado. No queda implantado un inventario sistemático del número de elementos medidos y condiciones de exposición de estos elementos.

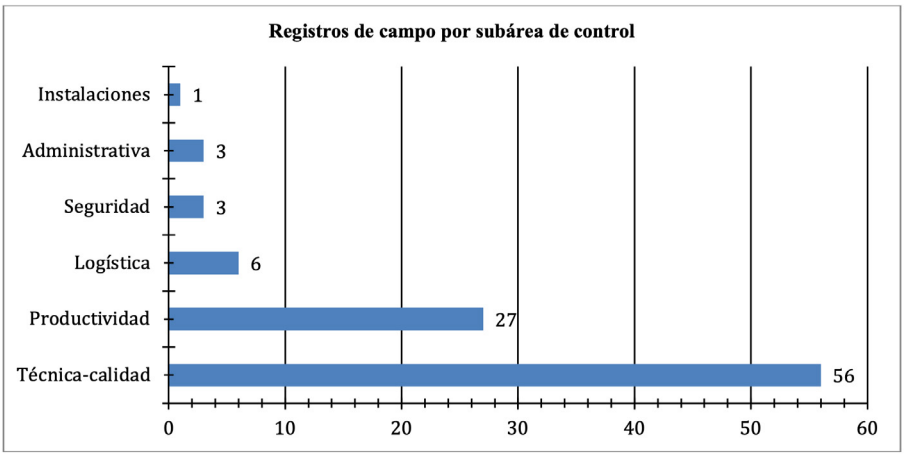
La distancia puntual recubrimiento mínimo versus recubrimiento observado determinará una comprobación geométrica previa a la operación de hormigonado en función de los planos aprobados, la NEC-SE-HM y criterios de ACI 318 para el elemento y su exposición, pero esto no permite concluir que la totalidad de la estructura no tenga cumplidos los recubrimientos. Como medida de control se plantea guardar la evidencia fechada de acero, separadores, forma, limpieza e instalaciones embebidas previas a cada uno de los hormigonados.

Proceso de intervención: logística, productividad y control de materiales

Las anotaciones de la fecha 3 de junio que se refieren a 150 sacos de cemento y 14 varillas de 12 mm; el 14 de julio, 20 varillas de 14 mm y 80 sacos de cemento de 50 kg, se complementaban con materiales de relleno y casetones EPS. Por tanto, son suministros recibidos o anotados en unas determinadas fechas, no de consumo acumulado de obra ni corresponsabilidad del inventario certificado.

Pero son anotaciones que pueden ser prueba del contrato de lo vivido en el capítulo de suministros, pero que no son suficientes para poder hacer cálculos de consumos unitarios, pérdidas, días de inventario. No son suficientes para comprender su impacto económico en su caso. Para ello debía haber un kardex o bien un registro de destino, sobre fechas/orígenes y cantidades utilizadas y actividad receptora.

Figura 6. Distribución de los 96 registros de campo por subárea de control



Fuente: elaboración propia.

Nota. La concentración en técnica-calidad y productividad refleja el contenido disponible en los informes, no la importancia relativa de cada dimensión en una obra completa.

Tabla 9. Rendimientos y registros productivos seleccionados

Actividad	Dato documentado	Uso recomendado
Fundición de riostra	0,605 m^3/h	Referencia interna de actividad homóloga
Columnas 7 jul.	1,01 m^3 en 4 h = 0,253 m^3/h	Control por jornada y cuadrilla
Losa 19 jun.	≈2,30 m^3/h recalculado	Derivado de 68 amasadas × 0,11 m^3 y 3,25 h
Losa 29 jul.	≈1,86 m^3/h recalculado	Derivado de 65 amasadas × 0,10 m^3 y 3,5 h
Armado de estribos	38 estribos/h en registro específico	Comparar solo con tarea y cuadrilla semejantes
Encofrado/ apuntalamiento	≈2,57 m^2/h	Referencia para frente semejante
Casetones EPS	42 u/h	Indicador de colocación

Fuente: elaboración propia.

Nota. Los rendimientos usan unidades distintas y no deben ordenarse como si midieran una misma productividad. Cuando existe información de cuadrilla, conviene normalizar a hora-hombre.

Los rendimientos de la Tabla 9 están expresados en diferentes unidades (m3/h, m2/h, unidades/h y estribos/h), de ahí que sólo sean directamente comparables en tareas y condiciones de trabajo similares. En sus trabajos Lee et al. (2023) y Qi et al. (2024) se vuelve a hacer hincapié en la necesidad de indicar la unidad de producción, así como los factores del medio, y para hacer una comparación futura haría falta, además, el tamaño de la cuadrilla, las horas-hombre y un registro de interrupciones.

Proceso de intervención: bitácora, administración y seguridad

El libro de incidencias recoge tres incidencias administrativas o de explotación perfectamente diferenciables, la de las restricciones (la que se halla vinculada a la facturación - disponibilidad presupuestaria) del 22/06, la de cambio de altura (la cual determinada por el propietario pasa de 2,80 m a 2,65 m) del 01/07 y la de pausas asociadas al curado de la losa del 31/07, de donde también se puede argumentar que se registraron incidencias (punto al que debo insistir, no da pie a determinar acumulados de la primera interrupción, tampoco otros adicionales a los de obra o si había ahorro/costo efectivo del cambio geométrico). En algunas tareas de desencofrado y encofrado (también en las tareas de armado de acero) se describen específicamente como ausencia de la EPP, junto a recomendaciones y verificación de las herramientas. En cambio, la evidencia se encuentra en la no aparición de accidentes, lesiones, horas de exposición o tasas de siniestralidad sino a las posibilidades de los controles preventivos. Las exigencias legales vigentes a día de hoy son criterios de gestión que no deberían trasladarse a otro periodo histórico cuya aplicabilidad no se ha de evidenciar.

Tabla 10. Matriz de triangulación: experiencias, evidencia y lecciones aprendidas

Evento	Triangulación	Lección aprendida	Recomendación
Programación | paralización	Restricción presupuestaria 22 jun.	El plazo debe explicarse junto con restricciones de gestión.	Bitácora de restricciones + actualización Gantt/ CPM.
Calidad | H-210	139,55 kg/cm² a 28 días = 66,45 % de 210.	El ensayo bajo es una señal de control, no un dato a ocultar.	Código de muestra y trazabilidad lote-elemento-edad.
Calidad | slump	230 y 195 mm; agua adicional observada.	La receta nominal no sustituye el control de agua efectiva.	Registrar humedad, agua añadida y criterio de aceptación.
Acero | recubrimiento	3 cm frente a 4 cm de referencia.	El control geométrico debe ser previo al vaciado.	Checklist pre-hormigonado con fotos.
Logística | materiales	Recepciones sin saldo consolidado.	Registrar entradas no equivale a controlar stock.	Kardex con entrada-salida-saldo y destino.
Administración | cambio	Altura 2,80→2,65 m.	Los cambios de campo deben ser formalmente trazables.	Orden/bitácora + plano conforme a obra.
Bitácora | pausa por curado	31 jul.; pausa técnica registrada por curado de losa.	Una pausa justificada debe quedar diferenciada de una demora improductiva.	Registrar causa, responsable, actividad afectada y autorización en bitácora.
SST | EPP	Ausencias observadas en varias jornadas.	La prevención debe anteceder a la actividad.	Checklist SST como requisito de inicio.

Fuente: elaboración propia.

Nota. La matriz combina el modelo situación inicial-intervención-situación final de la FAO con la lógica de hallazgo, recomendación y reutilización de lecciones del BID.

Beneficios tangibles de la sistematización

El informe que se obtuvo de la última serie de seguimientos pone de manifiesto que los resultados pendientes por superar son de un 12% para acero del bloque 1, del 31% para acero del nivel 2, del 25% para acero de las vigas/losa del nivel 2, del 100 % para losas del nivel 2, del 3 % para hormigones del bloque 1, del 11 % para hormigones del nivel 2, del 25% para hormigón de viga/losa del nivel 2 y del 50 % para instalaciones (Tabla 5). Estas cifras reflejan diferencias entre un 100% o un avance de cada rubro, pero no corresponde a ninguna de las dos interpretaciones de "beneficio" o de "días de atraso" -que se están utilizando-.

Las brechas permiten priorizar la verificación de rubros que presentan un avance parcial o nulo; no obstante, esta es sólo la primera prioridad a considerar antes de que la prioridad final la termine de determinar una gestión correcta y la red CPM, la holgura de cada rubro y la disponibilidad de recursos. El material que fue consultado no permite determinar un nuevo valor y por lo tanto no se le puede asignar un impacto contractual monetario a cada rubro.

La traza de resultado de 139,55 kg/cm² a 28 días permite suponer que se han tomado decisiones correctas con respecto a la relación de H-210 dado que ello implica una desviación significativa, aunque las decisiones para aceptar, investigar, o reparar -si así se decidiese- deberían sustentarse

en los procedimientos y resultados de exigibilidad que se están pidiendo para cada lote. Estas decisiones también deberían sustentarse en revisar todas las pruebas, identidades de ensayos, amasadas, respecto a la incorporación de agua, respecto al curado y respecto a los resultados de ensayos, antes de vivir una realidad diferente en elementos estructurales.

Las anotaciones de recepción corroboran el cumplimiento puntual de la disponibilidad de cemento y de acero, pero no permiten determinar rotación de stock ni faltantes ni el ítem de coste que corresponde. Contar con una extensión a la adicción de un registro de entradas, salidas, lotes y los destinos por actividad permitiría a las evaluaciones posteriores de abastecimientos o productividad (Yıldız et al., 2024); las anotaciones de recepción no permiten dar respuesta a nada de ello.

Eventos 22 de junio, 1 de julio, 31 de julio muestran otros tipos distintos de alteración de la ejecución: restricción de gestión y la modificación geométrica y la pausa técnica. La identificación de su causa, su autorización, su duración y su efecto sobre el cronograma permitiría no tratar toda detención de trabajos como una pérdida de rendimiento.

Discusión

El hallazgo más significativo de la inferencia es la distancia que existe entre la disponibilidad de registros de obra (96, sólo considerando lo más relevante) e incluso la capacidad de ir más hacia lo producido para obtener decisiones técnicas suficientemente contrastadas. Los 96 registros de obra únicamente permiten oportunidades de describir momentos concretos de producción, de control, de gestión, etc., pero en absoluto son representativos de una muestra aleatoria de proyectos ni son una posibilidad de contribuir con las determinaciones de los diseños o incluso de monitorizar sus significaciones; en contraste, el trabajo ecuatoriano de Solano-Vinueza y Albuja-Sánchez (2026) pone en uso unos 4872 cilindros con los que se conectan los propios parámetros del estado fresco con los valores de resistencia posteriormente.

Tal disparidad de magnitud extrema indica hasta qué punto resulta razonable alertar de la situación del concreto de Jipijapa y la identificación de las requeridas características de trazabilidad, pero en modo alguno resulta correcto continuar desarrollando predicciones para buscar concretar un resultado que sea suficientemente contrastado de forma estadística. Para la resistencia a compresión, la segunda serie H-210 muestra 139,55 kg/cm² a 28 días, pero resulta ser 70,45 kg/cm² menos que la referencia y en un porcentaje de sólo el 66,45 % del valor de diseño o de referencia; la primera serie muestra 168,31 kg/cm² a 21 días de tal forma que la comparación como ensayo de aceptación a 28 días tampoco es correcta. Los trabajos de Oroza et al. (2022) y Santos y Cardoso (2024), en metodologías distintas de estimación de resistencia in situ muestran la idoneidad previa a obtener el conjunto de estructura de las condiciones de medición de material y calibración. La referencia de los 28 días debe en este punto ir acompañada de la medida de indagación técnica del lote y no como en referencia declarada de inseguridad de todo el edificio.

La trabajabilidad genera una nueva alarma, de manera desconectada del diagnóstico correspondiente a la resistencia: los asentamientos de 230 y 195 mm han sobrepasado en un 104,4 % y un 73,3 % al valor de diseño equivalente a 112,5 mm. La documentación disponible reporta por el contrario la adición de agua, sin determinar su dosificación total, sin determinar el grado de humedad efectiva de los agregados, sin una correspondencia evidente entre los ensayos correspondientes al asentamiento y cada uno de los elementos a compresión. Así, no es posible concluyentemente, pues no está bien conformada la metodología a partir del exceso de asentamiento dar la afirmación de que tenga que ver o ser por sí solo la razón del valor de resistencia testada en este caso. La relación agua/cemento y el efecto de este parámetro/variable en aquellas propiedades corresponde a lo que fueron comentando Robertson et al. (2022) y Lin et al. (2024), para después Bautista Morales et al. (2023), el hecho de que hay que tener muy presente la composición y el curado de las mezclas para la comparación de resultados.

Por otro lado, las observaciones sobre el recubrimiento también suponen distinguir entre indicio y enfermedad. Un valor puntual de 3 cm frente al 4 cm que se proyecta representa una diferencia relativa de -25 %, un resumen o una importancia relativa y como representación puntual indicativa de la inspección del forjado e instantáneamente no representan corrosión en particular o una forma de no resistencia. Feliciano dos Santos y Pereira dos Santos (2022), estudian y analizan la cuestión de la influencia estructural de la corrosión; Chaves Chiaradia et al. (2024), Calvo Valdés et al. (2021) y Carneiro Valério y Helene (2025), estudian los mecanismos y usos del seguimiento del deterioro. Su aportación es la del hecho de que puede ser preventivo, en los registros que había en el recubrimiento, las condiciones de exposición y las comprobaciones previas al vaciar. Al mismo tiempo para el estudio de las patologías en Barros et al. (2025a, 2025b) están de acuerdo y en consonancia en que identifican los problemas de forma anticipativa, pero no provienen de las losas equivalentes sino las convencionales de esta obra.

En el ámbito de la programación, el seguimiento del mismo logró un avance documentado de un 42 % de global de programación con brechas documentadas que oscilan entre rubro y rubro de un 3 % a un 100 %. La verificación de que la descontinua introducción del seguimiento del 22 de junio haya estado vinculada con un inconveniente puramente financiero o de facturación, y no a un defecto verificado de la productividad, no pone en cuestión una definición determinada de la dificultad; y, a su vez, la interpretación de la dificultad es completamente compatible con la lectura a la que dan lugar los análisis de demoras y restricciones (Yap et al., 2021; Masoetsa et al., 2022; Tariq y Gardezi, 2023).

Por otro lado, el expediente no recoge ni el número de días efectivamente conducidos de interrupción ni el de la consumición holguras, ni los costes por día, ni los costes por salario, ni los costes por penalizaciones; por lo tanto, es nula la base para anticipar una cierta magnitud de pérdidas económicas exactas.

Aún se puede plantear la influencia como el costo del personal más el costo de los equipos inactivos o el costo de los equipos inactivos más el costo del personal por la extensión del tiempo, suponiendo que las horas sean recuperables, las tarifas sean de la ruta crítica y cuya fecha de

reanudar. En seguridad las observaciones de cuatro o cinco elementos de EPP no pueden suponer una ausencia en la que se contemplen peligros documentados, por un lado.

La escasa cantidad de registros que pertenecen a aquella categoría (3/96; 3,1 %) no lleva a medir la frecuencia real de exposición y no permite calcular la probabilidad de accidentes ni el coste esperado por siniestralidad. La documentación vinculada a conducta preventiva y medidas proactivas en materia de seguridad (Al-Bayati et al., 2023; Golabchi et al., 2024) incide en verificar el EPP así como en una inspección del AHP y de la responsabilidad que se considera en la bitácora. Desde el enfoque práctico tiene una relevancia, valorando esta reflexión sobre el contenido de la información documentada, para el futuro análisis de riesgo y de costes; desde un enfoque metodológico permite hacer emerger los límites del juego de las fuentes técnicas heterogéneas con una protocolización univoca del contenido de la información documentada y el seguimiento registrado. El expediente no puede medir, en este sentido, tampoco el ahorro por sistematización.

Conclusiones

El análisis de la planificación y del seguimiento de la construcción de la residencia universitaria puso de manifiesto que el proyecto se encontraba articulado en base a un presupuesto referencial de USD 59.162, un cronograma de ejecución de 154 días y dos tipos de hormigón establecidos de acuerdo a la función constructiva H-180 y H-210. A partir de los 96 registros de campo fue posible concluir que el avance físico era del 42 % desde el punto de vista del consenso hasta el momento de la corte de seguimiento, así como las distintas actividades en función de sus distintos porcentajes de ejecución. De esta manera, los resultados alcanzados permitieron, por un lado, caracterizar el estado parcial del cumplimiento de obra y, por otro, poner de manifiesto las diferencias que se podían establecer entre la programación y la ejecución documentada, entendiendo que tales diferencias no bastaban per se para poder calificar dicho comportamiento como de incumplimiento contractualmente establecido.

El control de calidad evidenció desviaciones entre los valores de diseño y los valores medidos durante su ejecución. Unos de los valores del hormigón H-210, una de las series, tuvo una resistencia a compresión de 139,55 kg/cm² a los 28 días, equivalente a un 66,45 % del valor especificado de 210 kg/cm². Asimismo, los asentamientos, que fueron de 230 y 195 mm, superaron el valor de referencia de 112,5 mm, y las observaciones sobre recubrimientos evidenciaron diferentes criterios documentados de 3 y 4 cm. Estos datos evidencian la necesidad de un control del proceso de dosificación, trabajabilidad, resistencia y verificación dimensional de los elementos de hormigón previo al hormigonado.

Sin embargo, los resultados son correspondientes a registros y a elementos concretos y específicos, por lo que no se puede concluir ni aportar una deficiencia generalizada de la estructura ni indicar que las desviaciones tienen un sólo determinante; en este sentido, la revisión de las incidencias operativas, por un tiempo y en un espacio, ha permitido comprobar factores que determinaban la manera en la que se desarrollaban las actividades constructivas, entre ellas las

restricciones presupuestarias, modificadas durante la ejecución, variaciones de productividad, abastecimientos de materiales y observaciones realizadas en relación a la seguridad laboral, entre otros. En particular, la paralización de las obras, la cual fue grabada en la propia fecha 22 de junio hizo que las dificultades administrativas y financieras pueden interrumpir los trabajos más allá del trabajo realizado por las cuadrillas. La organización de tales sucesos también permitió individualizar la necesidad de asociar las incidencias a sus fechas, actividades a las que afectan y decisiones adoptadas, por fundamento para mejorar la trazabilidad y el seguimiento técnico-administrativo de proyectos del mismo carácter. Entre las primeras limitaciones, se acota que se ha investigado a partir de un sólo caso de estudio y de 96 registros documentales disponibles, en un seguimiento parcial del 42 % de avance físico lo que limita la representatividad de los resultados y su generalización. Además, la selección no probabilística de los documentos, la distribución desigual de los registros en relación a las áreas analizadas, no disponer de la información necesaria para validar los instrumentos originales de manera independiente y la trazabilidad incompleta entre determinados ensayos restringen el alcance de las interpretaciones.

Referencias

Acosta, L. A. (2005). *Guía práctica para la sistematización de proyectos y programas de cooperación técnica*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

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

Aliu, J., Aghimien, D., Aigbavboa, C., Oke, A. E., & Ebekozien, A. (2025). An employability skills model for built environment graduates: A partial least squares structural equation modeling analysis. *International Journal of Construction Education and Research*, *21*(1), 74–93. https://doi.org/10.1080/15578771.2024.2333403

American Concrete Institute. (2020). Specifications for concrete construction (ACI SPEC-301-20). https://n9.cl/y58jk

American Concrete Institute. (2021). Guide to formwork for concrete (ACI PRC-347-14(21); reapproved 2021). https://n9.cl/y8sx8h

American Concrete Institute. (2022). Building code requirements for structural concrete and commentary (ACI CODE-318-19(22); reapproved 2022). https://n9.cl/w9kr6c

ASTM International. (2026a). Standard practice for making and curing concrete test specimens in the field (ASTM C31/C31M-26). https://doi.org/10.1520/C0031_C0031M-26

ASTM International. (2026b). Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens (ASTM C39/C39M-26). https://doi.org/10.1520/C0039_C0039M-26

ASTM International. (2026c). Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete (ASTM C143/C143M-26).https://doi.org/10.1520/C0143_C0143M-26

Banco Interamericano de Desarrollo. (2026, 4 de septiembre). Cómo incorporar lecciones aprendidas en proyectos de infraestructura. https://n9.cl/gj6go

Barros da S. Santos Neto, A., Lübeck, A., Sarkis, P. J., & Sarkis, J. M. (2025a). Pathological manifestations in a prestressed concrete flat slab building—A case study: Part I—Structure analysis. *Revista ALCONPAT*, *15*(2), 123–140.https://doi.org/10.21041/ra.v15i2.738

Barros da S. Santos Neto, A., Lübeck, A., Sarkis, P. J., & Sarkis, J. M. (2025b). Pathological manifestations in a prestressed concrete flat slab building—A case study: Part II—Structure reinforcement. *Revista ALCONPAT*, *15*(2), 141–156. https://doi.org/10.21041/ra.v15i2.739

Bautista Morales, Y. S., Cerna Vásquez, M. A., Sierra Beltrán, G., & Soto Abanto, S. E. (2023). Contribution of *Lysinibacillus sphaericus* to crack repairing and compressive strength in durable concrete. *Revista Ingeniería de Construcción*, *38*(2), 215–224. https://doi.org/10.7764/RIC.00064.21

Calvo Valdés, A., Medeiros, M. H. F., & Macioski, G. (2021). Corrosion sensor for monitoring reinforced concrete structures: Tests on reinforced concrete specimens. *Revista ALCONPAT*, *11*(3), 64–87.https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.529

Carneiro Valério, A., & Roberto do Lago Helene, P. (2025). Carbonation deep evaluation of a concrete structure subjected to fire soot. *Revista ALCONPAT*, *15*(1), 19–34. https://doi.org/10.21041/ra.v15i1.722

Chaves Chiaradia, L., Rosa Almeida, F. do C., Paulino Aguilar, M. T., & Pazini Figueiredo, E. J. (2024). Influence of temperature on the electrical resistivity of concrete and kinect corrosion of reinforcement. *Revista ALCONPAT*, *14*(1), 1–12. https://doi.org/10.21041/ra.v14i1.709

Clerke, T., Lloyd, N., Paull, M., & Male, S. (2021). Towards praxis: A practice architecture analysis of the work-integrated learning placement experiences of three Australian engineering students. *Studies in Continuing Education*, *43*(3), 343–359. https://doi.org/10.1080/0158037X.2021.1900098

Feliciano dos Santos, M., & Pereira dos Santos, D. (2022). Evaluation of the influence of corrosion on the global stability of reinforced concrete columns. *Revista ALCONPAT*, *12*(3), 401–421. https://doi.org/10.21041/ra.v12i3.592

Golabchi, H., Abellanosa, A. D., Lefsrud, L., Pereira, E., & Mohamed, Y. (2024). A comprehensive systematic review of safety leading indicators in construction. *Safety Science*, 172. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106433

Jara Holliday, O. (2011). *Orientaciones teórico-prácticas para la sistematización de experiencias*. Centro de Estudios y Publicaciones Alforja.

Lee, T. Y., Ahmad, F., & Sarijari, M. A. (2023). Current status and future research trends of construction labor productivity monitoring: A bibliometric review. *Buildings*, *13*(6). https://doi.org/10.3390/buildings13061479

Lin, J., Tian, B., Liang, Z., Hu, E., Liu, Z., Wang, K., & Sang, T. (2024). Impact of water–cement ratio on concrete mechanical performance: Insights into energy evolution and ultrasonic wave velocity. *Materials*, *17*(15), 3651.https://doi.org/10.3390/ma17153651

Masoetsa, T. G., Ogunbayo, B. F., Aigbavboa, C. O., & Awuzie, B. O. (2022). Assessing construction constraint factors on project performance in the construction industry. *Buildings*, *12*(8), 1183. https://doi.org/10.3390/buildings12081183

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

Ministerio del Trabajo. (2025). *Reglamento de seguridad en el trabajo y prevención de riesgos laborales para la construcción y obras públicas y privadas* (Acuerdo Ministerial MDT-2025-122).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *Buenas prácticas en la FAO: Sistematización de experiencias para el aprendizaje continuo*.

Oroza, A., Cuetara, R., & González, R. (2022). Evaluation of the compressive strength of a reinforced concrete structure using different SonReb estimation methods. *Revista Ingeniería de Construcción*, *37*(2), 260–271.https://doi.org/10.7764/RIC.00031.21

Presidencia de la República del Ecuador. (2024). Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo No.255). https://n9.cl/lah53w

Presidencia de la República del Ecuador. (2025). Reglamento general de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (Decreto Ejecutivo No. 193). https://www.registroficial.gob.ec/noveno-suplemento-no-153/

Qi, K., Owusu, E. K., Siu, M.-F. F., & Chan, P.-C. A. (2024). A systematic review of construction labor productivity studies: Clustering and analysis through hierarchical latent Dirichlet allocation. *Ain Shams Engineering Journal*, *15*(9). https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102896

Robertson, J. B., Ley, M. T., & Cook, M. D. (2022). Measuring the change in water-to-cement ratio in fresh and hardened concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, *34*(4). https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004153

Roca, M. E., Zepeda, D., & García Ferro, L. Á. (2025). *Guía para aprovechar las lecciones aprendidas: Mejorando la efectividad de las operaciones en el Banco Interamericano de Desarrollo*. Banco Interamericano de Desarrollo. https://doi.org/10.18235/0013773

Santos, R. C., & Cardoso, S. C. L. (2024). Assessment of SONREB models' performance in the in-situ estimation of compressive strength of carbonated concretes: A case study in Brazil. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, *17*(1). https://doi.org/10.1590/S1983-41952024000100012

Solano-Vinueza, G., & Albuja-Sánchez, J. (2026). Development and field based validation of a predictive model for concrete compressive strength using fresh state properties in a large scale construction project. *Case Studies in Construction Materials*, 24. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e05705

Tariq, J., & Gardezi, S. S. S. (2023). Study the delays and conflicts for construction projects and their mutual relationship:A review. *Ain Shams Engineering Journal*, *14*(1). https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101815

Xiao, B., Wang, Y., Zhang, Y., Chen, C., & Darko, A. (2024). Automated daily report generation from construction videos using ChatGPT and computer vision. *Automation in Construction*, 168. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105874

Yap, J. B. H., Goay, P. L., Woon, Y. B., & Skitmore, M. (2021). Revisiting critical delay factors for construction:Analysing projects in Malaysia. *Alexandria Engineering Journal*, *60*(1), 1717–1729.https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.11.021

Yıldız, S., Güneş, S., & Kıvrak, S. (2024). Examining the impact of material management practices on project performance in the construction industry. *Buildings*, *14*(7). https://doi.org/10.3390/buildings14072076

Autores

Glider Nunilo Parrales Cantos. Ingeniero Civil, Magíster en Administración Ambiental, Investigador acreditado SENESCYT, Investigador de la Carrera de Ingeniería Civil UNESUM. Actualmente Profesor titular.

Nancy Lorena Villa Calpa. Estudiante de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Civil

Samuel Elias Veliz Merchan. Egresado de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Nixon Patricio Gaona Jiménez. Estudiante de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Civil

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.