



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i2.954>

Recibido: 2026-05-28

Aceptado: 2026-06-08

Publicado: 2026-06-24

Impacto del pensamiento A3 Lean en actividades críticas de tres proyectos de infraestructura pública en Guayaquil, Ecuador

Impact of Lean A3 Thinking on Critical Activities in Three Public Infrastructure Projects in Guayaquil, Ecuador

Autor(s)

Carlos Agustín Tamayo Vinueza ¹

catamayov@ube.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-6854-6122>

Universidad Bolivariana del Ecuador

Duran – Ecuador

Jorge José Arroyo Orozco ²

jjarroyoo@ube.edu.ec

jorge.arroyoo@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4785-368X>

Universidad Bolivariana del Ecuador - Universidad de Guayaquil

Duran – Ecuador

Wellington Isaac Maliza Cruz ³

wimalizac@ube.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-1426-583X>

Universidad Bolivariana del Ecuador

Duran – Ecuador

Como Citar

Tamayo Vinueza , C. A., Arroyo Orozco , J. J., & Maliza Cruz, W. I. (2026). Impacto del pensamiento A3 Lean en actividades críticas de tres proyectos de infraestructura pública en Guayaquil, Ecuador. *ASCE MAGAZINE*, 5(2), 3680–3708. <https://doi.org/10.70577/asce.v5i2.954>



Resumen

La gestión de actividades críticas en obras civiles públicas requiere herramientas que permitan identificar problemas, analizar causas y ejecutar acciones correctivas de manera estructurada. Analizar de qué manera la aplicación del pensamiento A3, entendido como una herramienta Lean para organizar y resolver problemas de forma estructurada, incide en la gestión de actividades críticas dentro de obras civiles en Ecuador. Se realizó un estudio observacional, descriptivo y analítico, con diseño de casos múltiples, desarrollado en tres proyectos de infraestructura pública y privada ejecutados en Guayaquil durante el periodo 2017-2024, el Cuartel Fluvial del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, la Unidad de Vigilancia Comunitaria UVC Portete y el Centro de Procesamiento de Correos del Ecuador, la muestra estuvo integrada por 10 actividades críticas en las que se registró la aplicación del pensamiento A3 mediante observación directa estructurada y una ficha estandarizada, la cual permitió documentar el problema identificado, la causa raíz, el impacto generado, la acción aplicada, el resultado obtenido y el nivel de mejora alcanzado, el análisis combinó frecuencias absolutas y relativas con codificación abierta y axial. Los problemas asociados con la calidad fueron los más frecuentes, con 4 casos, equivalentes al 40%, seguidos por los problemas vinculados con el tiempo con el 20%, los costos con el 10%, y los impactos mixtos con el 30%, asimismo, 5 actividades alcanzaron una mejora alta, 4 mejora media y 1 mejora baja, por consiguiente, el 90% de las actividades registró mejoras medias o altas, las acciones que mostraron mejores resultados fueron la validación técnica, el uso de checklist supervisados, la estandarización de procesos, el control de calidad durante la ejecución y la coordinación interdisciplinaria. El pensamiento A3 permitió fortalecer la relación entre la causa, acción y resultado, así mismo, hizo más fácil la toma de decisiones sustentada en evidencia levantada en campo y se contribuyó a disminuir errores, retrabajos, interferencias y desviaciones en la planificación, principalmente cuando la causa raíz podía ser abordada de forma directa por el equipo técnico.

Palabras clave: obras civiles; industria de la construcción; gestión de la calidad total; resolución de problemas; gestión de proyectos; productividad; pensamiento A3



Abstract

Managing critical activities in public civil works requires tools that help identify problems, analyze their causes, and implement corrective actions in a structured manner. To analyze how the application of A3 thinking, understood as a Lean tool for organizing and solving problems systematically, influences the management of critical activities in public civil works projects in Ecuador. An observational, descriptive, and analytical study with a multiple-case design was conducted in three public infrastructure projects carried out in Guayaquil during 2017–2024: the Guayaquil Fire Department River Station (Cuartel Fluvial), the Portete Community Surveillance Unit (UVC Portete), and the Correos del Ecuador Processing Center. The sample consisted of 10 critical activities in which the use of A3 thinking was recorded through structured direct observation and a standardized form that documented the identified problem, root cause, generated impact, applied action, obtained outcome, and level of improvement achieved. The analysis combined absolute and relative frequencies with open and axial coding. Quality-related problems were the most frequent, with 4 cases representing 40%, followed by time-related issues (20%), cost-related problems (10%), and mixed impacts (30%). In addition, 5 activities achieved a high improvement level, 4 a medium level, and 1 a low level; therefore, 90% of activities reached medium or high improvement. The actions with the best results were technical validation, use of supervised checklists, process standardization, quality control during execution, and interdisciplinary coordination. A3 thinking strengthened the link between cause, action, and outcome, while facilitating evidence-based decision making derived from field data. It contributed to reducing errors, rework, interferences, and planning deviations, mainly when the root cause could be directly addressed by the technical team.

Keywords: civil works; construction industry; total quality management; problem solving; project management; productivity; A3 thinking



Introducción

Las obras civiles contemporáneas se desarrollan en escenarios de alta variabilidad técnica, contractual y operativa, debido a la coexistencia de múltiples frentes de trabajo, especialidades interdependientes, restricciones de recursos, interferencias de diseño, exigencias de calidad, presión por cumplimiento de plazos y necesidad de control de costos, lo cual convierte a las actividades críticas en puntos sensibles del desempeño del proyecto, en virtud de que una desviación en una actividad repetitiva, logística o de ruta crítica puede extenderse hacia fases posteriores, generar esperas, reprocesos, pérdida de productividad, fallas de coordinación y decisiones reactivas tomadas con información incompleta. Por ello, la literatura reciente sobre Lean Construction ha señalado que los métodos tradicionales de planificación y control resultan insuficientes cuando la obra se gestiona únicamente desde cronogramas maestros o seguimiento tardío de avances, debido a que los problemas reales de producción suelen originarse en restricciones no resueltas, comunicación fragmentada, baja transparencia del proceso, información desactualizada, ausencia de aprendizaje sistemático y falta de mecanismos visibles para transformar las desviaciones en conocimiento útil para el equipo de obra (Agrawal et al., 2024; Heet et al., 2020).

En base a esta problemática, el pensamiento A3 emerge como una herramienta Lean de solución estructurada de problemas que no debe entenderse únicamente como un formato de una página, sino como una forma de razonamiento visual, colaborativo y disciplinado, el cual está orientado a comprender la condición actual, precisar la brecha entre desempeño esperado y desempeño real, identificar causas raíz, formular contramedidas, ejecutar acciones, verificar resultados y estandarizar el aprendizaje. De este modo, su valor se radica en documentar decisiones, en ordenar la comunicación técnica entre actores, hacer explícita la lógica de análisis y evitar que las obras respondan a los problemas mediante acciones aisladas, en este sentido el A3 se usa principalmente para la solución colaborativa de problemas, la comunicación de estados y la presentación de propuestas, apoyándose en la estructuración visual de procesos y resultados, mientras que su articulación con el ciclo PDCA permite definir problemas, establecer objetivos claros, alinear el análisis causal con el plan de acción y monitorear indicadores, lo que confirma que el A3 funciona como mecanismo de aprendizaje y desarrollo de personas, además de contribuir a la reducción de



desperdicios, tiempos improductivos, errores y costos asociados a procesos mal controlados (Koskela et al., 2020; Santos Filho & Simão, 2023).

La relación entre el pensamiento A3 y la metodología Lean Construction adquiere mayor relevancia cuando se analiza desde la gestión de actividades críticas, debido a que la construcción más allá de ejecutar tareas, engloba acciones como estabilizar flujos de trabajo, anticipar restricciones, coordinar cuadrillas, asegurar condiciones de inicio, controlar la calidad desde el proceso y capturar aprendizajes antes de que los errores se repitan. Cabe resaltar que, en la construcción de edificios de altura se ha evidenciado la utilidad de un proceso de mejora continua basado en PDCA, estudios de tiempo y movimiento y estandarización vía A3, donde las observaciones de campo permitieron generar iniciativas de mejora orientadas a tiempo, costo y calidad. Por consiguiente el A3 aparece como un puente entre la innovación detectada en campo y la institucionalización de prácticas operativas, debido a que convierte la observación de desperdicios, esperas, actividades de soporte y reprocesos en decisiones trazables, evaluables y transferibles hacia ciclos posteriores o proyectos con características similares, lo cual resulta especialmente pertinente para obras civiles donde las actividades repetitivas, como pavimentación, estructuras, encofrados, acero, drenaje, instalaciones o frentes lineales, demandan estandarización sin perder capacidad de adaptación (Cossio et al., 2025; Moura et al., 2024).

La evidencia sobre Last Planner System complementa este análisis, debido a que la planificación colaborativa y el control de producción no se limitan a programar actividades, su finalidad implica resolver problemas presentes y futuros mediante distintos niveles de análisis, en virtud de ello la planificación y el control pueden comprenderse como formas de solución de problemas, donde se distingue respuestas inmediatas, brechas respecto al estándar, condiciones objetivo y problemas abiertos, lo cual permite interpretar que una obra civil puede permanecer atrapada en la solución reactiva de urgencias si no cuenta con mecanismos como el A3 para profundizar en la causa raíz y prevenir recurrencias. De igual manera la observación directa del trabajo aporta el componente empírico que permite que el A3 no se base únicamente en percepciones o reuniones de oficina, sino en evidencia del proceso real, debido a que la interacción con equipos de obra, la observación de actividades críticas, la recolección de datos, la identificación de desperdicios y la comprensión del flujo permiten formular contramedidas más ajustadas a la realidad de campo (Al Hour et al., 2025; Bølviken et al., 2025).

El control visual constituye otro mecanismo central para explicar cómo el pensamiento A3 puede incidir en la productividad, la calidad, los costos y la toma de decisiones, debido a que los problemas de obra suelen agravarse cuando la información relevante no es accesible, no está actualizada o permanece concentrada en ciertos roles jerárquicos, por ello los sistemas de gestión visual pueden fortalecer la transparencia del proceso, facilitar la detección temprana de defectos, reducir errores ocultos, promover disciplina en los procedimientos y mejorar la confianza entre el personal técnico y los trabajadores. De la misma forma, la gestión visual digital puede incrementar la conciencia situacional de cuadrillas mediante datos actualizados sobre actividades, ubicación de equipos, materiales y flujo de producción, lo que favorece la toma de decisiones más descentralizadas y oportunas en campo, por consiguiente, la integración del A3 con tableros visuales, reuniones de coordinación, indicadores de restricciones, checklist de calidad y dispositivos digitales puede activar una cadena de mejora que inicia con la visibilización del problema, continúa con el análisis causal y concluye con la estandarización de contramedidas (Neyra et al., 2025; Reinbold et al., 2020).

Desde una perspectiva tecnológica y organizacional, la automatización de la planificación y el control en Last Planner System amplía las posibilidades de sostener los mecanismos del pensamiento A3 en obras civiles de mayor complejidad, ya que permite reforzar la gestión de restricciones, la reutilización de conocimiento, la replanificación dinámica y la formación de equipos, en virtud de ello la digitalización no reemplaza el razonamiento A3, sino que puede fortalecerlo mediante datos más oportunos, trazabilidad de restricciones, información visual compartida y registro de decisiones, siempre que la tecnología se articule con rutinas colaborativas y con una cultura de mejora continua, por consiguiente, los aspectos de la productividad, la calidad y los costos requieren que la incorporación de herramientas digitales tengan un impacto más significativo que su mera implementación, esta acción debe permitir comprender mejor las causas de las desviaciones, reducir la variabilidad, mejorar el flujo de información y sostener aprendizajes en el tiempo (Agrawal et al., 2024).

En este marco, la presente investigación se orientó al análisis de la aplicación del pensamiento A3 en actividades críticas identificadas en tres proyectos de obras civiles ejecutados en ámbitos constructivos distintos, el Cuartel Fluvial del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, la Unidad de Vigilancia Comunitaria UVC Portete y el Centro de Procesamiento Correos del Ecuador, donde se



considera actividades asociadas a movimiento de tierras, trabajos preliminares, cimentación, estructura, instalaciones y acabados, en las cuales se registraron problemas de retraso, errores de ubicación, segregación de hormigón, baja productividad, retrabajos, interferencias técnicas, sobrecostos, desalineaciones y baja calidad, por consiguiente, el estudio no se limita a una revisión conceptual del A3 como herramienta Lean, sino que analiza también su comportamiento frente a problemas reales de obra, mediante la relación entre problema detectado, causa raíz, impacto, acción A3 implementada y resultado obtenido, lo cual permitió reconocer que las acciones vinculadas con control visual, checklist, supervisión técnica, estandarización, control documental, reuniones de coordinación, optimización de recursos, control de calidad en proceso y capacitación activaron mecanismos de mejora diferenciados según el tipo de desviación, destacándose que los problemas de calidad representaron la mayor proporción de casos analizados, mientras que las mejoras altas y medias en las actividades concentraron la mayoría de los resultados, lo que evidencia la utilidad del A3 para ordenar la toma de decisiones en campo, reducir respuestas intuitivas y fortalecer la trazabilidad entre causa, acción y resultado.

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es analizar el impacto de la aplicación del pensamiento A3 como herramienta de solución estructurada de problemas en la gestión de actividades críticas de obras civiles, a partir de la evaluación de tres proyectos en los que se identificaron desviaciones asociadas con productividad, calidad, costos, coordinación y cumplimiento de plazos, identificando las principales causas raíz que afectan el desempeño de las actividades críticas, clasificando los impactos generados por dichas desviaciones en términos de tiempo, costo, calidad y combinaciones de estos factores, describiendo las acciones A3 implementadas para cada caso, valorando el nivel de mejora alcanzado después de su aplicación y estableciendo la relación entre los mecanismos Lean empleados, como control visual, estandarización, checklist, reuniones de coordinación y aprendizaje colaborativo, y los resultados obtenidos en obra, a partir de ello. Por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿de qué manera la aplicación del pensamiento A3, en actividades críticas de los proyectos Cuartel Fluvial del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, Unidad de Vigilancia Comunitaria UVC Portete y Centro de Procesamiento Correos del Ecuador activa mecanismos de análisis de causa raíz, control visual, estandarización y coordinación que contribuyen a mejorar la productividad, la calidad, los costos y la toma de decisiones en obras civiles?

Material y métodos

Se realizó un estudio con enfoque metodológico mixto, de alcance observacional, descriptivo y analítico, con diseño de casos múltiples orientado a la comprensión de fenómenos de gestión en los proyectos de construcción. El enfoque mixto se justifica porque, si bien el diseño de caso múltiple pertenece al paradigma cualitativo, al priorizar la comprensión profunda del fenómeno en su dimensión real, el estudio incorporó un componente cuantitativo de análisis descriptivo de frecuencias absolutas y relativas para caracterizar la distribución de los tipos de problemas y los niveles de mejora alcanzados en cada actividad crítica. Asimismo, se incorporó un componente cualitativo sustentado en la codificación sistemática de las causas raíz, con la finalidad de reconocer recurrencias, tendencias y elementos comunes entre los casos analizados, la elección de este diseño se consideró pertinente en virtud de que permite examinar la aplicación de herramientas de gestión dentro de procesos constructivos reales, donde las condiciones propias de la obra impiden aplicar esquemas de aleatorización y exigen una lectura más ambientada de los problemas, las decisiones tomadas y los resultados alcanzados,

El estudio se desarrolló en tres proyectos de infraestructura pública y privada ejecutados en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, durante el periodo 2017–2024, correspondientes al Cuartel Fluvial del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, denominado P1, la Unidad de Vigilancia Comunitaria UVC Portete, denominada P2, y el Centro de Procesamiento de Correos del Ecuador, denominado P3, la información fue recopilada de manera retrospectiva entre octubre de 2024 y octubre de 2025, a partir de la revisión ordenada de registros documentales de obra y de visitas técnicas programadas con los responsables de cada proyecto, previa autorización formal de las entidades contratantes y de los equipos técnicos involucrados, por consiguiente, este enfoque permitió reconstruir de forma detallada la relación entre el problema detectado, la causa raíz identificada, la acción A3 aplicada y el resultado obtenido en cada una de las actividades críticas evaluadas.

La población de referencia estuvo conformada por proyectos de infraestructura pública ejecutados en Guayaquil que contaban con evidencia documentada de aplicación del Pensamiento A3, debido a que en Ecuador no existe un registro formal que permita identificar cuántas obras han incorporado esta herramienta de manera sistemática, se optó por un muestreo intencional, en virtud de ello, la muestra quedó integrada por tres proyectos institucionales y 10 actividades críticas con A3



documentado, las cuales representaron todos los casos disponibles que cumplían con los criterios establecidos para el periodo 2017–2024.

Se incluyeron proyectos de obra civil ejecutados entre 2017 y 2024 que, al momento del levantamiento de la información realizado entre octubre de 2024 y octubre de 2025, contaban con registros técnicos consolidados y con la disponibilidad institucional necesaria para acceder a la documentación correspondiente, los criterios específicos de inclusión contemplaron proyectos que presentaran al menos dos actividades críticas con aplicación documentada del Pensamiento A3, además de información técnica verificable, como registros de obra, informes de seguimiento y reportes A3, junto con la autorización formal emitida por las entidades contratantes, lo que permitió asegurar la trazabilidad de los datos analizados y la pertinencia de cada caso dentro del estudio. Por otra parte, se excluyeron proyectos sin respaldo documental completo, casos con menos de dos actividades críticas trabajadas mediante A3, registros que no permitían reconstruir con claridad la relación entre la causa identificada, la acción aplicada y el resultado obtenido, y proyectos que no contaron con la disponibilidad de los responsables técnicos para validar los datos durante el trabajo de campo.

La variable de exposición fue la implementación del Pensamiento A3, entendida como la aplicación documentada de sus etapas principales, definición del problema, análisis de la situación actual, identificación de la causa raíz mediante diagramas de Ishikawa o el método de los 5 Porqués, definición del estado objetivo, planteamiento de contramedidas, planificación de la implementación con responsables y plazos, y seguimiento de los resultados alcanzados.

La variable principal de resultado fue el nivel de mejora, evaluado como una variable ordinal con tres categorías previamente establecida; cuando la reducción del impacto supera el 75% y fue verificada mediante indicadores objetivos como tiempo recuperado, costos evitados o eliminación de no conformidades; mejora media, cuando la reducción se ubica entre 25% y 74% y el problema persiste de manera controlada; y mejora baja, cuando la reducción es inferior al 25% o el problema continua presente. Además, se consideraron variables descriptoras como la fase del proyecto, el tipo de impacto generado, en tiempo, costo, calidad o mixto, y la causa raíz categorizada.

Para la recolección de datos se utilizaron tres técnicas complementarias, revisión documental de registros de obra, observación directa estructurada y revisión bibliográfica sistemática. El



instrumento principal fue una ficha de registro estandarizada que permitió consignar la identificación de la actividad, el proyecto, la fase constructiva, el problema detectado, la causa raíz, la acción A3 implementada, el resultado obtenido y el nivel de mejora alcanzado, asimismo, se construyó una matriz de trazabilidad causa–acción–resultado para organizar los 10 casos analizados, junto con un sistema de codificación abierta y axial orientado a clasificar las causas raíz y los tipos de impacto.

Los Anexos (consultar Anexo 1, 2 y 3) muestra el formato estandarizado de la ficha de registro empleada en este estudio. Este instrumento organizó cada caso en ocho categorías: identificador del registro (ID), proyecto (P1, P2 o P3), fase constructiva, problema detectado en campo, causa raíz identificada, acción A3 implementada, resultado obtenido y nivel de mejora alcanzado (alto, medio o bajo). Cada uno de estos campos fue diseñado con el objetivo de asegurar la trazabilidad entre la evidencia recopilada y los criterios de clasificación establecidos previamente, lo que permitió que el análisis se realizara de manera consistente, reproducible y coherente con el objetivo planteado en el estudio. La ficha de registro fue sometida a un proceso de validación en dos momentos; el primero, el residente técnico de cada proyecto revisó los campos e indicadores propuestos para confirmar que las categorías respondieran a la práctica constructiva real, posteriormente, se aplicó triangulación de fuentes, contrastando cada caso con registros documentales, observación directa en campo y criterio del equipo técnico responsable, cabe resaltar que, cuando se identificaron diferencias entre las fuentes consultadas, se adoptó el nivel inferior de mejora como criterio conservador, lo que permitió mantener una clasificación final más consistente y reproducible.

El procedimiento comenzó con un contacto formal con los responsables de cada proyecto para solicitar acceso a los registros de obra. Posteriormente, se llevó a cabo visitas técnicas programadas para revisar la documentación disponible y verificar las condiciones en campo utilizando la ficha estandarizada. La información recolectada fue organizada en una matriz de trazabilidad y, a continuación, se procedió a la codificación de las causas raíz, agrupándolas por categorías. El trabajo de campo se desarrolló entre octubre de 2024 y octubre de 2025, contando previamente con el consentimiento institucional correspondiente.

El análisis fue de tipo descriptivo. Se realizó el cálculo tanto de frecuencias absolutas como de frecuencias relativas para las variables tipo de impacto (tiempo, costo, calidad y mixto) y nivel de mejora (alto, medio y bajo). La categorización de las causas raíz se realizó mediante codificación cualitativa en dos niveles secuenciales mediante la codificación abierta, que consistió en la identificación y etiquetado inicial de categorías emergentes a partir de la lectura sistemática de los registros, sin categorías predefinidas; y la codificación axial, que estableció relaciones jerárquicas y explicativas entre las categorías identificadas en la etapa anterior, con el fin de construir explicaciones de mayor nivel analítico sobre los patrones comunes entre proyectos (Corbin & Strauss, 2015). No se aplicaron pruebas de hipótesis ni análisis inferenciales, en virtud de que el tamaño de la muestra fue reducido y el estudio tuvo un alcance descriptivo, por lo que el procesamiento cuantitativo se realizó mediante Microsoft Excel, utilizando frecuencias absolutas y relativas para organizar los resultados.

Tabla 1. Criterios operacionales para clasificación del nivel de mejora alcanzado mediante acción A3

Nivel	Criterio operacional	Evidencia requerida
Alto	La acción A3 eliminó o redujo en >75% el impacto documentado; el resultado es verificable y sostenido	Registro de obra, confirmación del equipo técnico, sin recurrencia del problema
Medio	La acción A3 redujo el impacto entre 25–74%; persisten condiciones que requieren seguimiento	Reducción parcial verificada, causas raíz parcialmente controladas
Bajo	La acción A3 logró mitigación <25% del impacto; la causa raíz era exógena o requirió intervención de mayor alcance	Resultado parcial documentado, causa raíz fuera del control del equipo técnico

Fuente: Elaboración propia (2026). Los niveles fueron asignados mediante triangulación de tres fuentes: registros documentales de obra, observación directa en campo y criterio del equipo técnico responsable de cada proyecto. Los umbrales son propios del estudio.

Resultados

Se presentan los hallazgos del análisis de 10 actividades críticas en tres proyectos de infraestructura pública. Los resultados se organizan de la siguiente forma: caracterización de la muestra, datos descriptivos de las variables de exposición y resultado, y hallazgos principales por categoría de análisis. No se registraron datos faltantes en ninguno de los 10 registros incluidos.

La muestra estuvo integrada por 10 actividades críticas distribuidas entre los tres proyectos analizados. En el caso del proyecto P1, Cuartel Fluvial del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, se consideraron tres actividades, la excavación estructural dentro de la fase de movimiento de tierras, el replanteo en la etapa preliminar y el vaciado de losa correspondiente a la fase estructural. En el proyecto P2, Unidad de Vigilancia Comunitaria UVC Portete, se incluyeron tres actividades relacionadas con pilotaje, excavación-relleno en cimentación e instalaciones eléctricas del componente MEP. Mientras que el proyecto P3, Centro de Procesamiento de Correos del Ecuador, aportó cuatro actividades críticas vinculadas con movimiento de tierras, cimentación superficial, montaje estructural y acabados. Las 6 fases del ciclo constructivo quedaron representadas en la muestra, donde la cimentación concentró el mayor número de actividades con tres casos, seguida de movimiento de tierras y estructura con dos cada una, mientras que preliminares, MEP y acabados aportaron una actividad respectivamente, para un total de 10 actividades. El registro completo con causas raíz, acciones implementadas y resultados obtenidos se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Registro de actividades críticas con aplicación del pensamiento A3 en los tres proyectos.

ID	Proyecto	Actividad Crítica	Fase	Problema detectado	Causa Raíz	Impacto	Acción A3	Nivel de mejora
1	P1 – Cuartel Fluvial	Excavación Estructural	M. Tierras	Retraso cronograma	Mala planificación de equipos	Tiempo	Reprogramación + Control Visual	Medio
2	P1 – Cuartel Fluvial	Replanteo	Preliminares	Errores de ubicación	Falta de control topográfico	Calidad	Validación topográfica	Alto
3	P1 – Cuartel Fluvial	Vaciado de Losa	Estructural	Segregación de hormigón	Control deficiente en mezcla	Calidad	Checklist + Supervisión técnica	Alto
4	P2 – UVC Portete	Pilotaje	Cimentación	Baja productividad	Falta de estandarización	T / C	Estandarización del proceso	Alto



5	P2 UVC Portete	- Excavaci ón y Relleno	Cimentac ión	Retrabajo	Planos de otro proyecto	C / Q	Control documental A3	Medi o
6	P2 UVC Portete	- Instalacio nes Eléctrica s	MEP	Interferenci as MEP	Falta coordinaci ón técnica	T / Q	Reuniones de coordinaci ón	Alto
7	P3 Correo s Ecuad or	- Movimie nto de Tierras	M. Tierras	Sobrecostos	Uso ineficiente de maquinaria	Costo	Optimizació n de recursos	Medi o
8	P3 Correo s Ecuad or	- Cimentac ión Superfici al	Cimentac ión	Retraso	Suelo no previsto	Tiemp o	Ajuste técnico + Planificació n	Bajo
9	P3 Correo s Ecuad or	- Montaje Estructur al	Estructur a	Desalineaci ones	Falta de control en ejecución	Calida d	Control de calidad en proceso	Alto
10	P3 Correo s Ecuad or	- Acabado s	Acabado s	Baja calidad	Mano de obra no calificada	Calida d	Capacitació n + Supervisión	Medi o

Fuente: Elaboración propia (2026).

Los problemas de calidad (Q) constituyeron la categoría de mayor prevalencia, con 4 actividades que representaron el 40% del total analizado. Los impactos asociados al tiempo correspondieron a 2 actividades, equivalentes al 20%; los vinculados exclusivamente con costos representaron 1 actividad, es decir, el 10%; mientras que los impactos mixtos (tiempo/costo, calidad/costo y tiempo/calidad) agruparon en conjunto 3 actividades, equivalentes al 30%. Esta distribución sugiere que los problemas de calidad del proceso constructivo son el principal factor desestabilizador de las actividades críticas en el contexto de obra estudiado, seguidos por las afectaciones temporales y los impactos combinados que comprometen simultáneamente múltiples dimensiones del desempeño del proyecto.

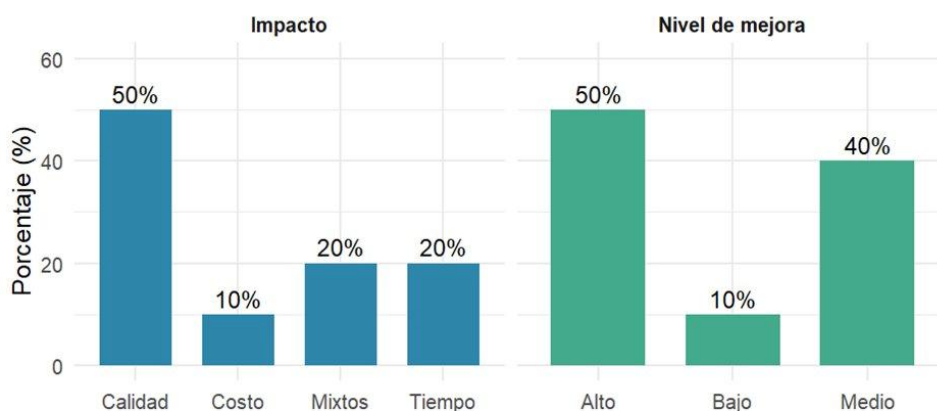
Tabla 3. Distribución de actividades críticas según tipo de impacto (n = 10).

Tipo de impacto	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Calidad (Q)	4	40 %
Tiempo (T)	2	20 %
Costo (C)	1	10 %
Mixtos (T/C, Q/C, T/Q)	3	30 %
Total	10	100 %

Fuente: Elaboración propia (2026).

Figura 1.

Distribución porcentual de las actividades críticas según tipo de impacto (n = 10).



Fuente: Elaboración propia (2026).

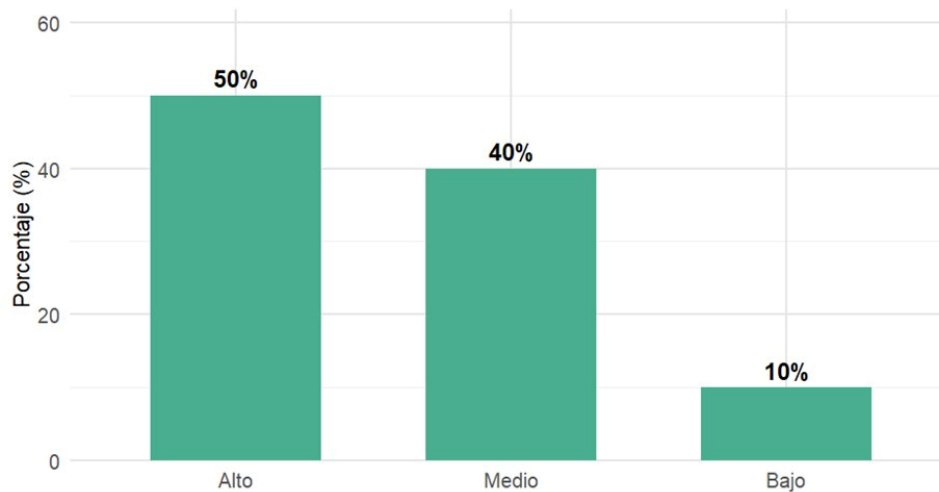
Tabla 4. Distribución de actividades críticas según nivel de mejora alcanzado (n = 10).

Nivel de mejora	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Alto	5	50 %
Medio	4	40 %
Bajo	1	10 %
Total	10	100 %

Fuente: Elaboración propia (2026).

Figura 2.

Distribución porcentual de las actividades críticas según nivel de mejora alcanzado (n = 10).



Fuente: Elaboración propia (2026).

De las 10 actividades analizadas, cinco alcanzaron mejora Alta (50%), cuatro obtuvieron mejora Media (40%) y una registró mejora Baja (10%). Las mejoras Altas se distribuyeron entre los tres proyectos; dos en P1, replanteo topográfico mediante validación (ID 2) y vaciado de losa mediante checklist con supervisión técnica (ID 3); dos en P2, pilotaje mediante estandarización del proceso (ID 4) e instalaciones eléctricas mediante reuniones de coordinación (ID 6); y una en P3, montaje estructural mediante control de calidad en ejecución (ID 9). En lo que respecta a la excavación estructural de P1, conformada por ID1 que corresponde a la reprogramación con control visual; la excavación relleno de P2, caracterizada por el control documental A3 en ID 5; el movimiento de tierras de P3, conformado por ID 7 que engloba a la optimización de recursos; y los acabados de P3 donde se encuentra la capacitación con supervisión observada en ID10. En conjunto, estos 4 componentes obtuvieron una mejora Media de forma respectiva. El único resultado Bajo fue el de la cimentación superficial de P3 (ID 8) debido a que la presencia de suelo no previsto durante la ejecución determinó que el ajuste técnico implementado produjera apenas mitigación parcial del retraso registrado.

La codificación abierta y axial de las 10 causas raíz identificadas produjo tres categorías. La primera, deficiencias en planificación y previsión, agrupó tres casos, mala planificación de equipos en excavación estructural (ID 1, P1), uso ineficiente de maquinaria en movimiento de tierras (ID 7, P3) y presencia de suelo no previsto en cimentación (ID 8, P3). Esta categoría concentró la

totalidad de los problemas con impacto de tiempo puro y el único resultado Bajo de la muestra. La segunda categoría correspondió a debilidades en la gestión de la calidad del proceso constructivo y concentró la mayor cantidad de registros, con cuatro casos identificados, entre ellos la ausencia de control topográfico durante el replanteo en el proyecto P1, el control insuficiente de la mezcla de hormigón también en P1, las deficiencias de control durante el montaje estructural en P3 y la baja calificación de la mano de obra en la etapa de acabados del mismo proyecto. La presencia de estos casos en P1 y P3 evidencia que ambos proyectos compartieron limitaciones relacionadas con la verificación técnica, la supervisión operativa y el aseguramiento de la calidad durante la ejecución, lo cual sugiere que las desviaciones no respondieron a eventos aislados, sino a brechas comunes en el control del proceso constructivo. La tercera, problemas de coordinación y gestión documental, reunió los tres casos de P2, falta de estandarización del proceso de pilotaje (ID 4), uso de planos pertenecientes a una unidad de otro proyecto en otra provincia (ID 5) y la falta de coordinación técnica entre disciplinas MEP (ID 6). La distribución por categorías mostró que las deficiencias de planificación representaron el 30% de los casos, las fallas de calidad del proceso alcanzaron el 40% y los problemas de coordinación correspondieron al 30%, por consiguiente, las causas raíz se concentraron principalmente en aspectos operativos vinculados con la calidad de ejecución, aunque la planificación y la coordinación también tuvieron una participación relevante dentro de las actividades críticas analizadas.

El análisis de la matriz de trazabilidad causa–acción–resultado permitió identificar patrones distintos según el tipo de intervención aplicada, los cuales se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Síntesis de hallazgos por categoría de problema, acción A3 y efectividad (n = 10).

Categoría de problema	Problema dominante	Acción A3	Efectividad
Calidad de proceso	Control deficiente de ejecución y mezcla	Checklist y Supervisión técnica	+ Alta
Coordinación/Documentación	Interferencias MEP y errores documentales	Reuniones de coordinación y Control documental	+ Alta
Planificación	Planificación ineficiente de equipos	Control visual y Reprogramación	+ Media



Costo	Uso ineficiente de maquinaria	Optimización de recursos	de	Media
Planificación/exógeno	Suelo no previsto — condición geotécnica	Ajuste técnico Planificación	+	Baja

Fuente: Elaboración propia (2026).

En este sentido, las acciones orientadas a validación técnica, ID 2, checklist con supervisión técnica, ID 3, estandarización del proceso, ID 4, y control de calidad durante la ejecución, ID 9, alcanzaron mejora alta en todos los casos, lo que sugiere que las intervenciones más efectivas fueron aquellas que fortalecieron el control directo del proceso constructivo y redujeron la posibilidad de repetir errores durante la ejecución. Las reuniones de coordinación interdisciplinaria (ID 6) también alcanzaron ese nivel al resolver interferencias MEP con origen en la falta de comunicación entre especialidades. Las acciones enfocadas en mejorar la productividad y reducir costos evidenciaron un comportamiento más moderado, en virtud de que la reprogramación con control visual aplicada durante la excavación estructural, junto con la optimización de recursos utilizada en el movimiento de tierras, alcanzaron niveles de mejora media, esto sugiere que dichas intervenciones permitieron reducir parcialmente la desviación identificada al inicio, aunque no lograron corregir en su totalidad las condiciones que dieron origen al problema, por consiguiente, su efecto fue positivo pero limitado frente a la complejidad operativa de las actividades analizadas. Cabe resaltar que la capacitación con supervisión aplicada en acabados generó una mejora visible en la calidad del trabajo ejecutado, pero se mantuvo también en un nivel medio, debido a que el fortalecimiento de competencias operativas requiere repetición, acompañamiento y consolidación progresiva en campo. Por consiguiente, el ajuste técnico con replanteo de planificación aplicado en la cimentación superficial produjo únicamente una mitigación parcial, ya que la causa raíz estuvo asociada a condiciones de suelo no previstas en el estudio geotécnico inicial, situación que exigía una respuesta estructural de mayor alcance y superaba la capacidad de resolución de las contramedidas A3 convencionales. En conjunto, estos hallazgos muestran que el A3 produce resultados superiores cuando la causa raíz está dentro del control directo del equipo técnico, y resultados más limitados ante condiciones exógenas o procesos de maduración cultural que demandan mayor tiempo de consolidación.



Discusión

Los resultados del estudio muestran que la aplicación sistemática del Pensamiento A3 en actividades críticas de obras civiles públicas favorece mejoras comprobables en la calidad del proceso, la confiabilidad de la planificación y la coordinación entre disciplinas, dado que el 90% de los casos analizados alcanzó niveles de mejora media o alta, este hallazgo permite entender el A3 no solo como una herramienta de registro, sino como un marco de razonamiento estructurado que ayuda a llevar los principios de Lean Construction a la práctica, incluso en entornos donde la cultura lean todavía no se encuentra plenamente consolidada, o en una industria donde las actividades sin valor añadido que representan entre el 50% y el 65% del esfuerzo productivo total. Según estimaciones de acuerdo a la literatura revisada de Aslam et al. (2024) y de Berawi et al. (2023), además de la evidencia empírica generada en los tres proyectos de infraestructura pública ecuatorianos que aporta anclaje contextual a un cuerpo de literatura que ha operado predominantemente desde ámbitos manufactureros o de economías de alto ingreso, y que reclama evidencia desde mercados de construcción emergentes con estructuras de gobernanza más fragmentadas.

En lo que respecta a las problemáticas relacionadas con la calidad del proceso constructivo, las cuales representaron un valor del 40% de las fallas observadas en las actividades críticas superando a los inconvenientes vinculados al tiempo y costo, demuestra que estas desviaciones se atribuyen a los procesos internos de control, verificación y estandarización de la ejecución de la obra, y no solo a inconvenientes en el ámbito de programación o limitación del presupuesto. Este hallazgo guarda relación con lo señalado por Mandic et al. (2024), quienes identificaron que la falta de estandarización operativa en un proyecto aeroportuario generaba variabilidad y retrabajos acumulados en fases posteriores, así como con Berawi et al. (2023), quienes documentaron actividades sin valor añadido en una obra vial, asociadas principalmente con deficiencias de coordinación y control de calidad en la producción. Cabe resaltar que esta coincidencia entre estudios desarrollados según las condiciones geográficas, contractuales y constructivas distintas que permiten interpretar que las fallas de calidad no constituyen eventos aislados ni errores circunstanciales, en virtud de que expresan brechas estructurales en la gestión del proceso, especialmente cuando las actividades críticas se ejecutan sin protocolos claros, controles oportunos o mecanismos de estandarización capaces de prevenir la repetición de desviaciones. Estos déficits



corresponden a actividades iniciadas sin los prerrequisitos necesarios, los que generan retrabajo y variabilidad en etapas posteriores de manera predecible. El presente estudio confirma este mecanismo, ya que, los casos de Mejora Alta se concentraron precisamente en actividades donde la acción A3 atacó el proceso de producción mismo (replanteo topográfico por validación, vaciado de losa por checklist y supervisión técnica, y montaje estructural por control en ejecución), mientras que los casos de Mejora Media correspondieron a intervenciones sobre síntomas de planificación sin modificar el proceso subyacente.

La diferencia en los niveles de mejora alcanzados según el tipo de acción A3 permite interpretar que no todas las contramedidas generan efectos con la misma rapidez ni con la misma estabilidad, en virtud de que la estandarización del pilotaje y la validación técnica del replanteo produjeron mejoras altas al modificar directamente la forma de ejecutar y controlar el proceso, mientras que la optimización de recursos y la capacitación de mano de obra se ubicaron en mejora media, debido a que dependen de ajustes progresivos, apropiación del equipo y continuidad del seguimiento en campo. Este comportamiento se relaciona con lo planteado por Romo et al. (2024), quienes evidenciaron que la cultura organizacional, especialmente la comunicación y el liderazgo, condiciona la sostenibilidad de las mejoras Lean más allá de la intervención inicial, por consiguiente las acciones que transforman rutinas operativas concretas tienden a mostrar efectos más inmediatos, mientras que aquellas vinculadas con eficiencia de recursos o fortalecimiento de capacidades requieren mayor maduración organizacional. Cabe resaltar que Luna et al. (2025) también reconocen un alcance funcional relevante del Reporte A3 en procesos de diseño y planificación, lo cual refuerza la idea de que, en la práctica profesional, esta herramienta puede operar más allá de la solución puntual de problemas, al funcionar como un soporte de diálogo técnico, coordinación y aprendizaje aplicado entre residentes, supervisores y equipos de obra. Esta brecha percepción-evidencia puede reflejar la naturaleza adaptativa del proceso A3 en el presente estudio, puesto que la herramienta no fue aplicada según un protocolo rígido sino como un marco de diálogo estructurado entre ingenieros residentes y supervisores técnicos, lo que amplía implícitamente su funcionalidad más allá de la resolución de problemas formalmente declarada.

Las tres categorías emergentes de causas raíz identificadas mediante codificación abierta y axial como deficiencias en planificación y previsión, fallas en gestión de calidad de proceso, y problemas de coordinación y gestión documental, se articulan con la taxonomía de barreras desarrollada por



Moradi & Sormunen (2023) en su revisión sistemática de 230 estudios de Lean Construction, donde estos autores identificaron la falta de conciencia y comprensión de la filosofía lean, la resistencia al cambio, y la ausencia de compromiso de la alta dirección como las tres barreras primarias a la adopción del lean en el nivel organizacional. Una lectura crítica de los datos del presente estudio sugiere que estas barreras macro se manifiestan operativamente en las causas raíz detectadas en campo, tales como las deficiencias de planificación que reflejan una capacitación insuficiente de la metodología lean en supervisores de obra; los errores de coordinación reflejan la ausencia de protocolos formalizados de comunicación inter especialidad; y los errores documentales, como el caso del ID 5, donde se utilizaron planos pertenecientes a una unidad de otra provincia, reflejan brechas sistémicas en la gestión documental que ningún Pensamiento A3 puede resolver si no existe un sistema de control documental previo. De forma adicional, se identificó que la escasez de sistemas diarios de planificación y la baja adopción de principios Lean en los estándares contractuales de gestión representan motivos complejos de las barreras organizacionales, tal como lo demuestra Mohammed et al. (2025) en su análisis de causa raíz usando diagramas de Ishikawa y el método de los 5 porqués en proyectos de construcción de la Región de Kurdistán. En virtud de ello, el presente estudio describe resultados coincidentes con lo antes mencionado, lo que permite atribuir que, en los proyectos ecuatorianos observados, las debilidades institucionales en común en el ámbito de la construcción pública no representan las únicas causas de esta problemática, ya que, el defecto en la planificación, coordinación y control documental también adquieren relevancia en esta problemática. De tal manera que, para el abordaje de sistemas de gestión deficientes, se subraya la importancia de la implementación del pensamiento A3 para identificar oportunamente estas brechas y así orientar análisis y contramedidas efectivas.

En concordancia con el análisis de factores impulsores realizado por Meshref et al. (2022) en Egipto, se puede justificar la propuesta de integrar el pensamiento y ciclo A3 con el Last Planner System (LPS). Este estudio, al evaluar 18 impulsores clave para la implementación lean en 7 proyectos mediante el enfoque de Simos y un Modelo de Suma Ponderada, identificó a la planificación lookahead y el trabajo estandarizado como los dos impulsores de mayor adopción práctica, hallazgo que sugiere que la inserción del A3 dentro del horizonte de planificación anticipada del LPS, para la identificación y resolución de restricciones antes de que impacten el camino crítico, constituye la configuración de mayor potencial operativo. En la práctica, la implementación de ciclos A3 permitiría identificar de forma anticipada posibles restricciones,



causas potenciales y plantear contramedidas antes que los problemas se presenten, siempre y cuando su aplicación se de en el proceso de make-ready y no únicamente de forma reactiva ante problemáticas ya materializadas, así, el riesgo de baja productividad, incumplimiento de los cronogramas o retrabajo disminuiría considerablemente. De esta forma, la gestión sería más preventiva que correctiva, ya que, si este sistema fortalece ámbitos como la planificación en conjunto, se puede detectar de forma temprana aquellas problemáticas mencionadas anteriormente

Cabe resaltar que, este planteamiento introduce una diferencia frente a la premisa frecuente en la literatura, según la cual la transformación cultural organizacional debe anteceder a la aplicación efectiva de herramientas Lean. Romo et al. (2025), al analizar las barreras Lean desde la perspectiva de la cultura organizacional en empresas constructoras mexicanas, encontraron que el liderazgo, la comunicación y la cultura empresarial explican una parte relevante de la adaptación de los trabajadores a estas prácticas. En virtud de ello, los resultados del presente estudio aportan una lectura complementaria, debido a que el 90% de las actividades alcanzó mejora media o alta aun cuando no se documentó una cultura Lean plenamente consolidada, por consiguiente, más que descartar la importancia de la cultura organizacional, los hallazgos sugieren que el A3 puede actuar como un punto de entrada operativo para generar disciplina de análisis, trazabilidad y aprendizaje, mientras dicha cultura se desarrolla progresivamente en la obra.

Una interpretación más precisa es que la transparencia estructural del proceso A3, al exigir documentación de la causa raíz y verificación cruzada con el equipo técnico responsable, genera, por sí misma, estructuras mínimas de accountability (responsabilidad) que compensan parcialmente la ausencia de una orientación lean organizacional consolidada. El único caso de Mejora Baja (ID 8, suelo no previsto) representa un fracaso epistemológico más que uno organizacional, ya que, el A3 presupone causas identificables y controlables dentro del sistema de gestión del proyecto, condición que no se cumple cuando la causa raíz es exógena. Aslam et al. (2024), en su análisis combinado de encuesta y estudios de caso en Pakistán, observaron de manera análoga que Lean Construction producía mejoras significativas ante problemas de proceso interno, pero mostraba efectividad limitada ante fuentes de variabilidad externas al control organizacional.

La constatación de que el control visual y la estandarización constituyeron las acciones A3 más efectivas se articula con la evidencia producida por Fauzan & Sunindijo (2021) en la industria australiana, donde las herramientas lean con componente de gestión visual mostraron las

correlaciones más sólidas con indicadores de rendimiento de proyecto, incluyendo reducción de retrabajo y satisfacción del cliente. Sin embargo, en contraposición con Hyarat et al. (2024), quienes al examinar las barreras lean en Jordania argumentaron que los sistemas de gestión visual basados en papel alcanzan un techo de eficiencia que solo la digitalización puede superar, el presente estudio sugiere que la barrera crítica en el Ecuador no es tecnológica sino metodológica, debido a la ausencia de un protocolo de activación proactiva del A3, más que a la ausencia de herramientas digitales, que limitan el potencial de la herramienta.

La integración de formularios A3 en formato digital con plataformas BIM y con el Last Planner System representa una línea importante para futuras investigaciones, en virtud de que permitiría reunir en un solo entorno de gestión el registro de restricciones, causas raíz, responsables, contramedidas implementadas y resultados obtenidos, lo que facilitaría una trazabilidad más ordenada de las decisiones tomadas en obra y una transferencia más efectiva del aprendizaje generado entre proyectos. Cabe resaltar que la digitalización no reemplaza el pensamiento A3 ni su lógica de análisis, por el contrario, puede fortalecer su aplicación práctica al facilitar el seguimiento de las acciones correctivas, la visualización del avance de las mejoras y la integración entre la planificación, el control de calidad y la coordinación interdisciplinaria.

Respecto a las fortalezas de este estudio, su aporte central se encuentra en la producción de evidencia empírica sobre el uso del pensamiento A3 en obras de infraestructura pública ecuatoriana, un escenario todavía poco abordado dentro de la literatura Lean, ya que la mayoría de investigaciones disponibles se ha desarrollado en economías de mayores ingresos, en el sector privado o en la industria manufacturera, a su vez, cabe resaltar que la investigación también incorpora una matriz de trazabilidad entre causa, acción y resultado, la cual permitió vincular cada problema identificado con su causa raíz, la acción aplicada y el nivel de mejora alcanzado, lo que favorece una interpretación técnica más precisa de los hallazgos y disminuye la dependencia de valoraciones generales sobre la efectividad de la herramienta, no obstante, el número limitado de los casos analizados, correspondiente a 10 actividades críticas distribuidas en tres proyectos, restringe la posibilidad de generalizar los resultados hacia otros entornos constructivos, y la falta de un grupo de comparación sin aplicación del A3 impide afirmar una atribución causal estricta.

De tal forma que, las investigaciones en un futuro deberían centrarse en aumentar el número de proyectos y actividades a analizar, así como incorporar diseños cuasiexperimentales, establecer



medidas longitudinales para poder estimar la sostenibilidad de estas mejoras y tener una mejor comparativa de proyectos que apliquen o no formalmente el pensamiento A3. Además, sería pertinente integrar ciclos A3 en plataformas digitales asociadas a BIM y a Last Planner System, con el fin de pasar de una resolución reactiva de problemas hacia una capacidad organizacional más sistemática, preventiva y orientada al aprendizaje continuo en obras civiles.

Conclusiones

El presente estudio permitió evidenciar que la aplicación del pensamiento A3 constituye una herramienta pertinente para la solución estructurada de problemas en actividades críticas de obras civiles, en virtud de que su implementación en los proyectos del Cuartel Fluvial del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, Unidad de Vigilancia Comunitaria UVC Portete y Centro de Procesamiento de Correos del Ecuador permitió ordenar la relación entre problema detectado, causa raíz, acción implementada y resultado obtenido. Los hallazgos evidencian que el pensamiento A3 favorece una toma de decisiones menos intuitiva y más apoyada en evidencia obtenida en campo, en virtud de que obliga a relacionar cada desviación con su causa raíz, la acción correctiva aplicada y el resultado alcanzado, especialmente en problemas asociados con calidad, planificación, coordinación y uso de recursos. Cabe resaltar que los resultados mostraron una concentración relevante de problemas vinculados con la calidad del proceso constructivo, los cuales representaron el 40% de los casos analizados, mientras que los impactos de tiempo, costo y naturaleza mixta expresaron la interacción entre fallas de planificación, debilidades documentales, ausencia de estandarización y limitada coordinación interdisciplinaria. Así, la efectividad del 90% resulta favorable, donde se obtuvo un nivel de mejora medio alto, de tal forma que, para reducir deficiencias como errores en la ejecución, sobrecostos, retrasos, entre otros, la implementación de acciones como checklist, supervisión, control visual, estandarización y control de documentación contribuyen ampliamente si su aplicación es de forma directa a la causa raíz que se haya identificado.

Por consiguiente, más allá que un mero formato de registro, el pensamiento A3 se entiende como un mecanismo de gestión y aprendizaje organizacional ya que su adopción permite la transformación de problemas en oportunidades constantes y un mayor fortalecimiento en la



trazabilidad de decisiones, lo que implica un incremento de soluciones replicables en actividades críticas. Se debe señalar que, la efectividad mencionada está estrechamente vinculada a como se aplica en el marco de calidad de diagnóstico, disponibilidad de información técnica, el liderazgo del equipo responsable y la capacidad de ejecutar contramedidas dentro del ámbito de control del proyecto. En consecuencia, se recomienda integrar el A3 con prácticas de planificación colaborativa, control visual, Last Planner System y herramientas digitales BIM, a fin de anticipar restricciones, estandarizar aprendizajes y consolidar una cultura Lean sostenible en obras civiles públicas.

Referencias Bibliográficas

Agrawal, A. K., Zou, Y., Chen, L., Abdelmegid, M. A., & González, V. A. (2024). Moving toward lean construction through automation of planning and control in last planner system: A systematic literature review. *Developments in the Built Environment*, 18, 100419. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100419>

Al Hour, N., Ebbs, P., & Manu, E. (2025). Direct Work Observations for Workflow Improvement and ISO 18404 Competency Development. 1573–1584. <https://doi.org/10.24928/2025/0219>

Aslam, M., Baffoe-Twum, E., Ahmed, M., & Ulhaq, A. (2024). Unveiling Effectiveness of Lean Construction Practices: A Comprehensive Study through Surveys and Case Studies. *Civil Engineering Journal*, 10(4), 1145–1158. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2024-010-04-09>

Berawi, M. A., Sari, M., Miraj, P., Mardiansyah, ., Saroji, G., & Susantono, B. (2023). Lean Construction Practice on Toll Road Project Improvement: A Case Study in Developing Country. *Civil Engineering Journal*, 9(12), 3186–3201. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2023-09-12-016>

Bølviken, T., Skaar, J., Kalsaas, B. T., & Koskela, L. (2025). What Types of Problem-Solving are Used in the Last Planner System? 448–458. <https://doi.org/10.24928/2025/0217>

Cossio, B. de, Murguia, D., Cossio, J. G. de, & Cossio, J. A. G. de. (2025). A Structured Continuous Improvement Process for High-rise Construction Using Time-motion Studies. 364–375. <https://doi.org/10.24928/2025/0123>



- Fauzan, M., & Sunindijo, R. Y. (2021). Lean construction and project performance in the Australian construction industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 907(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/907/1/012024>
- Heet, M. R. A. H. Al, Alves, T. da C. L., & Lakrori, N. (2020). Investigation of the Use of Lean Construction Practices in Transportation Construction Projects. 541–552. <https://doi.org/10.24928/2020/0121>
- Hyarat, E., Montalbán-Domingo, L., & Pellicer, E. (2024). Lean constructions barriers in Jordan's building sub-sector: A comprehensive knowledge framework. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(5), 102703. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102703>
- Koskela, L., Broft, R. D., Pikas, E., & Tezel, A. (2020). Comparing the Methods of A3 and Canvas. 13–24. <https://doi.org/10.24928/2020/0136>
- Luna, A., Herrera, R. F., Castañeda, K., Atencio, E., & Biotto, C. (2025). Benefits and Limitations of Lean Tools in the Building Design Process: A Functional and Comparative Analysis. *Applied Sciences*, 15(9), 5137. <https://doi.org/10.3390/app15095137>
- Mandic, J., Sremcevic, N., Piaux, J., Vrhovac, V., Kucevic, D., & Stankovski, S. (2024). Streamlining Construction Operations: A Holistic Approach with A3 Methodology and Lean Principles. *Buildings*, 14(8), 2260. <https://doi.org/10.3390/buildings14082260>
- Meshref, A. N., Elkasaby, E. A. A., & Ibrahim, A. (2022). Selecting Key Drivers for a Successful Lean Construction Implementation Using Simos' and WSM: The Case of Egypt. *Buildings*, 12(5), 673. <https://doi.org/10.3390/buildings12050673>
- Mohammed, G. A., Jaf, D. K., & Oztas, A. (2025). An Investigation of Lean Application Challenges in Construction Projects by Root Cause Analysis. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 15(6), 29919–29928. <https://doi.org/10.48084/etasr.14111>
- Moradi, S., & Sormunen, P. (2023). Implementing Lean Construction: A Literature Study of Barriers, Enablers, and Implications. *Buildings*, 13(2), 556. <https://doi.org/10.3390/buildings13020556>
- Moura, L. M., Antonini, B. G., Fireman, M. C. T., Etges, B. M. B. S., Campos, F. R., & Kronbauer, B. K. (2024). Lean Construction Implementation in the Construction of an Airport Runway. 490–500. <https://doi.org/10.24928/2024/0216>



Neyra, M., Gomez, S., Formoso, C. T., & Ronceros, K. (2025). Devising Visual Systems for Quality Management in Construction. 1081–1092. <https://doi.org/10.24928/2025/0252>

Reinbold, A., Seppänen, O., & Peltokorpi, A. (2020). The Role of Digitalized Visual Management to Empower Selfmanaged Crews in Construction Projects. 925–936. <https://doi.org/10.24928/2020/0021>

Romo, R., Alejo-Reyes, A., & Orozco, F. (2024). Statistical Analysis of Lean Construction Barriers to Optimize Its Implementation Using PLS-SEM and PCA. *Buildings*, 14(2), 486. <https://doi.org/10.3390/buildings14020486>

Romo, R., Orozco, F., Moreno, F., Francesconi, C., Valdebenito, R., & Forcael, E. (2025). Lean Construction Barriers From the Organizational Culture Lens. 1321–1332. <https://doi.org/10.24928/2025/0284>

Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (4th ed.). SAGE Publications.

Santos Filho, G. M., & Simão, L. E. (2023). A3 methodology: going beyond process improvement. *Revista de Gestão*, 30(2), 147–161. <https://doi.org/10.1108/REGE-03-2021-0047t23>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.



Anexo 1. Ficha de registro A3 – P1: Cuartel Fluvial del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil

T — LEAN CONSTRUCTION | P1: CUARTEL FLUVIAL DEL CUERPO DE BOMBEROS DE GUAYAQUIL

TEMA: Desviaciones en calidad y cronograma en actividades de movimiento de tierras, preliminares y estructura: errores de ubicación en replanteo, segregación de hormigón en vaciado de losa y retraso por deficiencias en planificación de equipos.

Obra: Cuartel Fluvial – Cuerpo de Bomberos de Guayaquil (P1) | Contratante: Cuerpo de Bomberos de Guayaquil | Ubicación: Guayaquil, Ecuador | Período ejecución: 2017–2024 | Levantamiento: oct. 2024 – oct. 2025 | Elaborado: Investigador principal – 2025

ESTADO ACTUAL

1. SITUACIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto P1 presentó tres actividades críticas con desviaciones documentadas mediante Pensamiento A3:

ID 1 – Excavación estructural (Movimiento de tierras): Retraso en cronograma de 4 días hábiles (>20% de la duración planificada) atribuido a mala planificación de equipos: asignación inadecuada de maquinaria pesada, tiempos muertos entre turnos y ausencia de un programa de uso de equipos vinculado al cronograma maestro.

ID 2 – Replanteo (Preliminares): Errores de ubicación de ejes estructurales con desviaciones de hasta 8 cm respecto a los planos, originados por la ausencia de control topográfico independiente y uso de referencias provisionales no validadas.

ID 3 – Vaciado de losa (Estructura): Segregación de hormigón en 3 sectores de la losa de cubierta, generando no conformidades de calidad que requirieron reparación in situ. Causa: control deficiente durante el proceso de mezclado y vaciado, sin checklist de verificación ni supervisión técnica activa.

2. OBJETIVO (TARGET)

Eliminar las no conformidades de calidad en el replanteo y vaciado de losa (ID 2 e ID 3) mediante la implementación de protocolos de control de calidad y validación técnica, y reducir el impacto del retraso en excavación estructural (ID 1) en al menos un 50% mediante reprogramación con control visual.

Indicadores objetivo:

- Replanteo: 0 errores de ubicación verificados post-validación topográfica.
- Vaciado de losa: 0 no conformidades por segregación en losas restantes.
- Excavación: reducción de retraso de 4 días a ≤2 días en actividades equivalentes.
- Nivel de mejora global P1: ≥2/3 actividades en categoría 'Alta'.

3. ANÁLISIS CAUSA-EFECTO (5 Por Qué + Ishikawa)

► Planificación y previsión (ID 1)

- No se elaboró un programa específico de uso de maquinaria vinculado al cronograma de excavación.
- Ausencia de análisis de restricciones previo al inicio: equipos asignados sin verificar disponibilidad real.

• 5 Por Qué → Retraso: ¿Por qué? Equipo no disponible. ¿Por qué? No programado. ¿Por qué? Sin Look Ahead. ¿Por qué? Sin proceso de planificación intermedia. ¿Por qué? Cultura reactiva en gestión de obra.

► Gestión de calidad del proceso (ID 2 – Replanteo)

- Falta de control topográfico independiente antes de la liberación de la actividad.
- Uso de referencias provisionales (estacas no permanentes) sin verificación posterior.
- No se definió un estándar de verificación de hitos topográficos ni responsable formal del control.

• 5 Por Qué → Error de ubicación: ¿Por qué? Eje trazado con referencia incorrecta. ¿Por qué? No se validó la referencia. ¿Por qué? No hay protocolo de liberación. ¿Por qué? No existe lista de verificación pre-actividad. ¿Por qué? Ausencia de estandarización del proceso de replanteo.

► Gestión de calidad del proceso (ID 3 – Vaciado de losa)

- Control insuficiente de la consistencia y vibrado del hormigón durante el vaciado.
- Sin checklist de control de calidad en proceso (verificación de temperatura, slump, vibrado).
- Supervisión técnica ausente en momentos críticos del vaciado.

• 5 Por Qué → Segregación: ¿Por qué? Hormigón mal vibrado. ¿Por qué? Sin supervisión. ¿Por qué? No hay checklist. ¿Por qué? Sin protocolo de vaciado. ¿Por qué? Proceso no estandarizado.

► Coordinación y comunicación

- Información del cronograma no comunicada oportunamente a los operadores de maquinaria.
- Interfaces entre actividades de movimiento de tierras y replanteo no coordinadas explícitamente.

4. VALIDACIÓN Y TRIANGULACIÓN

La información de los tres casos fue validada mediante triangulación de fuentes:

1. Registros documentales de obra: bitácoras, informes de seguimiento, reportes de calidad, registros de maquinaria.
 2. Observación directa en campo: visitas técnicas programadas durante el trabajo de campo (oct. 2024–oct. 2025).
 3. Criterio del equipo técnico responsable: residente de obra y jefe de obra de P1 revisaron y validaron los datos.
- Cuando existieron diferencias entre fuentes, se adoptó el nivel inferior de mejora como criterio conservador.

► Conclusión A3: En P1, el Pensamiento A3 fue más efectivo cuando la causa raíz afectaba directamente la calidad del proceso constructivo (ID 2 e ID 3). La estandarización mediante checklist y la validación técnica independiente son las contramedidas de mayor retorno en obras de infraestructura pública. La planificación de equipos (ID 1) requiere integración con herramientas de planificación intermedia (Look Ahead) para maximizar su efectividad.

ESTADO FUTURO

5. CONTRAMEDIDAS IMPLEMENTADAS

Acción A3 — ID 1 (Excavación): Reprogramación con control visual.

- Elaboración de cronograma de uso de maquinaria con asignación específica por frente y turno.
- Implementación de tablero visual diario con estado de equipos, avance real vs. programado y restricciones activas.
- Reunión matutina de 15 min para verificar disponibilidad de recursos antes del inicio de jornada.
- Resultado: Mejora Media → reducción parcial del retraso; condiciones de planificación mejoradas para fases siguientes.

Acción A3 — ID 2 (Replanteo): Validación topográfica independiente.

- Incorporación de ingeniero topógrafo para verificación formal de ejes y cotas previo a cualquier actividad estructural.
- Checklist de liberación topográfica como prerrequisito documentado para inicio de cimentación.
- Registro fotográfico y digital de puntos de control validados.
- Resultado: Mejora Alta → 0 errores de ubicación en actividades subsiguientes.

Acción A3 — ID 3 (Vaciado de losa): Checklist de calidad + Supervisión técnica activa.

- Diseño e implementación de checklist de vaciado con ítems verificables: consistencia del hormigón, temperatura, tiempo de vaciado, patrón de vibrado, curado.
- Designación de supervisor técnico exclusivo durante vaciados de elementos estructurales críticos.
- Resultado: Mejora Alta → 0 no conformidades por segregación en losas restantes.

6. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Acción	Responsable	Plazo	Indicador	Meta
Elaborar cronograma de uso de maquinaria	Jefe de Obra / Planificación	Sem. 1	Horas de espera por equipo no disponible	0 horas espera
Implementar tablero visual de avance diario	Residente de obra	Sem. 1	Actualización diaria completada (sí/no)	100%
Diseñar checklist vaciado de hormigón	Ing. Control de Calidad	Sem. 1	Checklist aplicado por vaciado	100%
Validación topográfica previa a cimentación	Topógrafo / Residente	Antes de inicio	Nº puntos de control validados	100% validados

7. SEGUIMIENTO Y MÉTRICAS

Indicadores clave de desempeño:

- ID 1 – Días de retraso en excavación (meta: reducción ≥50%)
- ID 2 – Errores de ubicación post-validación (meta: 0)
- ID 3 – No conformidades por segregación (meta: 0 en losas restantes)

- PPC semanal de las 3 actividades críticas (meta: ≥80%)
- N° de checklists aplicados por vaciado (meta: 100%)
- N° de puntos de control topográfico verificados (meta: 100%)

Frecuencia de revisión:

- Control diario: tablero visual de maquinaria y avance
- Control por evento: checklist cada vaciado de hormigón
- Control por actividad: validación topográfica antes de cada liberación
- Revisión semanal: reunión Last Planner con análisis de causas de no cumplimiento

Herramientas de aprendizaje:

- Registro de causas de retraso en excavaciones → base para planificación de obras futuras
- Checklist de vaciado estandarizado → plantilla reutilizable en P2 y P3
- Validación topográfica formal → incorporar como práctica estándar de QA/QC en todos los proyectos
- Hancei: análisis retrospectivo al cierre de cada fase con el equipo técnico

8. RESULTADO ESPERADO

La aplicación del Pensamiento A3 en P1 permitió transformar tres problemas reactivos en decisiones trazables y documentadas. Las acciones implementadas en ID 2 e ID 3 alcanzaron mejora Alta, demostrando que la combinación de validación técnica y checklist supervisado elimina las causas raíz cuando estas están dentro del control directo del equipo. La mejora Media en ID 1 refleja que las desviaciones de planificación requieren cambios sistémicos más profundos, no solo intervenciones puntuales. En conjunto, el 90% de mejoras medias o altas confirma la utilidad del A3 como herramienta de gestión en obra pública ecuatoriana.

Fuente: Elaboración propia (2026).



Anexo 2. Ficha de registro A3 – P2: Unidad de Vigilancia Comunitaria (UVC) Portete

A3 REPORT — LEAN CONSTRUCTION P2: UNIDAD DE VIGILANCIA COMUNITARIA UVC PORTETE																										
TEMA: Baja productividad y retrabajos en cimentación (piloteaje y excavación-relleno) e interferencias técnicas en instalaciones MEP, originados por ausencia de estandarización, errores documentales y falta de coordinación interdisciplinaria.																										
Obra: Unidad de Vigilancia Comunitaria (UVC) Portete (P2) Contratante: Policía Nacional del Ecuador / Gobierno Central																										
◀ ESTADO ACTUAL	ESTADO FUTURO ▶																									
1. SITUACIÓN DEL PROBLEMA El proyecto P2 registró tres actividades críticas con desviaciones de tiempo, costo y calidad: ID 4 – Piloteaje (Cimentación): Baja productividad, con rendimiento real un 35% inferior al programado. Causa raíz: proceso de piloteaje no estandarizado, con variabilidad alta entre operadores, ausencia de secuencia de perforación definida y falta de protocolo de control de penetración. ID 5 – Excavación y Relleno (Cimentación): Retrabajo extenso originado por el uso de planos correspondientes a una unidad de vigilancia de otra provincia, con dimensiones de cimentación distintas a las requeridas. Impacto: excavación en zonas incorrectas, relleno posterior no planificado y retraso de 6 días en el inicio de la cimentación definitiva. ID 6 – Instalaciones eléctricas MEP: Interferencias entre los sistemas eléctrico, hidráulico y estructural no detectadas durante el diseño, materializadas durante la ejecución. Resultado: rediseño parcial de recorridos, retrabajos en mampostería y esperas de hasta 3 días por falta de coordinación entre especialidades.	5. CONTRAMEDIDAS IMPLEMENTADAS Acción A3 — ID 4 (Piloteaje): Estandarización del proceso de perforación. • Desarrollo de ficha de proceso estándar: secuencia de perforación, parámetros operativos (presión, velocidad, flujo), profundidad mínima verificada. • Implementación de registro diario de rendimiento por pilote y operador. • Inducción técnica a todos los operadores antes del inicio de cada frente. • Resultado: Mejora Alta — rendimiento aumentado y variabilidad reducida. Acción A3 — ID 5 (Excavación-relleno): Control documental A3. • Establecimiento de protocolo de verificación de planos: cruce de código de plano, número de proyecto y versión vigente antes de iniciar cualquier actividad de trazado. • Firma del residente y del supervisor técnico como condición para autorización de inicio de excavación. • Lista maestra de documentos vigentes en obra actualizada semanalmente. • Resultado: Mejora Media — proceso corregido para esta obra; requiere institucionalización del protocolo. Acción A3 — ID 6 (Instalaciones MEP): Reuniones de coordinación interdisciplinaria. • Reuniones de coordinación MEP semanales con representantes de las tres especialidades antes del inicio de cada fase de instalaciones. • Revisión de planos de todas las especialidades en reunión conjunta para identificar conflictos antes de la ejecución. • Designación de coordinador MEP con autoridad para detener la ejecución si se detectan interferencias. • Resultado: Mejora Alta — interferencias resueltas antes de la ejecución en fases posteriores.																									
2. OBJETIVO (TARGET) Eliminar los retrabajos originados por errores documentales y falta de coordinación (ID 5 e ID 6) e incrementar la productividad del piloteaje (ID 4) mediante la estandarización del proceso. Indicadores objetivo: • Piloteaje: aumento del rendimiento en ≥25% respecto a la línea base, reducción de la variabilidad entre turnos. • Excavación-relleno: 0 retrabajos por documentación incorrecta en actividades equivalentes futuras. • MEP: 0 interferencias no detectadas antes del inicio de la ejecución de instalaciones. • Nivel de mejora global P2: ≥2/3 actividades en categoría 'Alta'.	6. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN <table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Responsable</th> <th>Plazo</th> <th>Indicador</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elaborar ficha de proceso estándar de piloteaje</td> <td>Ing. Residente / Jefe de Obra</td> <td>Sem. 1</td> <td>Rendimiento diario (m pilote/día)</td> <td>≥25% mejora</td> </tr> <tr> <td>Implementar protocolo de control documental</td> <td>Residente + Supervisor</td> <td>Antes de excavación</td> <td>Nº de no conformidades documentales</td> <td>0 retrabajos</td> </tr> <tr> <td>Reunión de coordinación MEP semanal</td> <td>Coordinador MEP</td> <td>Semanal desde Sem. 1</td> <td>Nº interferencias detectadas en campo</td> <td>0 post-reunión</td> </tr> <tr> <td>Lista maestra de documentos actualizada</td> <td>Residente de obra</td> <td>Semanal</td> <td>Versión vigente disponible en obra (sí/no)</td> <td>100% vigente</td> </tr> </tbody> </table>	Acción	Responsable	Plazo	Indicador	Meta	Elaborar ficha de proceso estándar de piloteaje	Ing. Residente / Jefe de Obra	Sem. 1	Rendimiento diario (m pilote/día)	≥25% mejora	Implementar protocolo de control documental	Residente + Supervisor	Antes de excavación	Nº de no conformidades documentales	0 retrabajos	Reunión de coordinación MEP semanal	Coordinador MEP	Semanal desde Sem. 1	Nº interferencias detectadas en campo	0 post-reunión	Lista maestra de documentos actualizada	Residente de obra	Semanal	Versión vigente disponible en obra (sí/no)	100% vigente
Acción	Responsable	Plazo	Indicador	Meta																						
Elaborar ficha de proceso estándar de piloteaje	Ing. Residente / Jefe de Obra	Sem. 1	Rendimiento diario (m pilote/día)	≥25% mejora																						
Implementar protocolo de control documental	Residente + Supervisor	Antes de excavación	Nº de no conformidades documentales	0 retrabajos																						
Reunión de coordinación MEP semanal	Coordinador MEP	Semanal desde Sem. 1	Nº interferencias detectadas en campo	0 post-reunión																						
Lista maestra de documentos actualizada	Residente de obra	Semanal	Versión vigente disponible en obra (sí/no)	100% vigente																						
3. ANÁLISIS CAUSA-EFECTO (5 Por Qué + Ishikawa) ► Coordinación y gestión documental (ID 5) <ul style="list-style-type: none"> Sistema de control documental inexistente o no verificado: los planos usados en obra no fueron cotejados contra el expediente contractual de P2. Residente de obra inició la excavación sin confirmación formal del código de plano correspondiente al proyecto. 5 Por Qué → Retrabajo: ¿Por qué? Excavación en cotas incorrectas. ¿Por qué? No se verificó el código de plano. ¿Por qué? Sin procedimiento de control documental. ¿Por qué? Ausencia de protocolo de emisión y recepción de planos en obra. ► Planificación y estandarización (ID 4 – Piloteaje) <ul style="list-style-type: none"> Proceso de piloteaje sin secuencia constructiva definida (orden de perforación, profundidades, tiempos de fraguado). Variabilidad alta entre operadores: sin estándar de velocidad de penetración, presión y flujo de lechada. Sin registro de rendimiento diario por operador para identificar brechas y corregirlas. 5 Por Qué → Baja productividad: ¿Por qué? Rendimiento variable. ¿Por qué? Cada operador usa método propio. ¿Por qué? Sin estándar de proceso. ¿Por qué? No se documentó el método óptimo. ¿Por qué? Ausencia de ingeniería de producción en la planificación. ► Coordinación interdisciplinaria (ID 6 – MEP) <ul style="list-style-type: none"> Las disciplinas eléctrica, hidráulica y estructural planificaron sus recorridos de forma independiente, sin reunión de coordinación previa. Ausencia de BIM o modelo de coordinación: interferencias solo detectables hasta la ejecución en campo. Sin responsable único de coordinación MEP designado con autoridad para resolver conflictos de diseño. 5 Por Qué → Interferencias: ¿Por qué? Tuberías y ductos se cruzan. ¿Por qué? Rutas no coordinadas. ¿Por qué? Sin reunión de coordinación previa. ¿Por qué? No establecida en el proceso. ¿Por qué? Ausencia de protocolo de coordinación multidisciplinaria. ► Entorno y gestión institucional <ul style="list-style-type: none"> Proyectos de infraestructura pública repetitiva (UVC, cuarteles) sin biblioteca de documentos estandarizados por región. Distribución de expedientes técnicos sin verificación de correspondencia obra-proyecto. 	7. SEGUIMIENTO Y MÉTRICAS Indicadores clave de desempeño: <ul style="list-style-type: none"> ID 4 – Rendimiento de piloteaje (m pilote/turno) vs. línea base ID 4 – Variabilidad entre operadores (desviación estándar del rendimiento) ID 5 – Retrabajos por documentación incorrecta (meta: 0 en actividades siguientes) ID 6 – Interferencias MEP detectadas en campo vs. detectadas en reunión previa PPC semanal de las 3 actividades críticas (meta: ≥80%) Nº de reuniones de coordinación MEP realizadas vs. programadas (meta: 100%) Frecuencia de revisión: <ul style="list-style-type: none"> Diario: registro de rendimiento de piloteaje por operador Semanal: reunión de coordinación MEP con registro de acuerdos Por evento: verificación documental antes de inicio de cada actividad de trazado Quincenal: actualización y revisión de lista maestra de documentos Herramientas de aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"> Ficha de proceso de piloteaje → plantilla reutilizable para proyectos similares Protocolo de control documental → estandarizar para todas las UVC y cuarteles futuros Modelo de reunión MEP → formalizar como práctica obligatoria desde el inicio de la fase de instalaciones Hansei al cierre de cada fase: registro de causas de retrabajo y acciones preventivas adoptadas 																									
4. VALIDACIÓN Y TRIANGULACIÓN Triangulación de fuentes realizada en los tres casos de P2: 1. Registros documentales: bitácoras de piloteaje, planos con marcas de revisión, actas de reunión MEP, informes de campo. 2. Observación directa: visitas técnicas programadas oct. 2024 – oct. 2025 con verificación de los registros A3. 3. Criterio técnico: validación por residente de obra y coordinador MEP de P2. Criterio conservador aplicado: cuando las fuentes difieren, se adoptó el nivel inferior de mejora.	8. RESULTADO ESPERADO P2 concentró los dos casos de impacto mixto (tiempo/costo y tiempo/calidad) de toda la muestra, evidenciando que los problemas de coordinación y gestión documental generan consecuencias en múltiples dimensiones simultáneamente. La estandarización del piloteaje y las reuniones de coordinación MEP produjeron mejoras Altas porque atacaron directamente las causas raíz operativas. El control documental logró mejora Media, dado que la corrección de planos en medio de la obra no puede eliminar el impacto ya materializado. La implementación de un sistema formal de gestión documental desde el inicio del proyecto habría prevenido el retrabajo por completo.																									
► Conclusión A3: En P2, el Pensamiento A3 demostró mayor efectividad cuando las causas raíz eran de coordinación operativa inmediata (MEP, ID 6) o de proceso productivo (piloteaje, ID 4). Los errores documentales requieren soluciones sistémicas previas al inicio de la obra que trascienden la capacidad de una contramedida A3 convencional. La institucionalización de protocolos documentales y de coordinación MEP desde la etapa de planificación es la principal lección transferible de este proyecto.																										

Fuente: Elaboración propia (2026).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

<https://magazineasce.com/>



Anexo 3. Ficha de registro A3 – P3: Centro de Procesamiento de Correos del Ecuador

A3 REPORT — LEAN CONSTRUCTION | P3: CENTRO DE PROCESAMIENTO DE CORREOS DEL ECUADOR

TEMA: Sobrecostos, retrasos y deficiencias de calidad en movimiento de tierras, cimentación, montaje estructural y acabados, originados por uso ineficiente de maquinaria pesada, falta de control en ejecución y mano de obra no calificada.

Obra: Centro de Procesamiento de Correos del Ecuador (P3) | Contratante: Correos del Ecuador EP

Ubicación: Guayaquil, Ecuador | Período ejecución: 2017-2024 | Levantamiento: oct. 2024 - oct. 2025 | Elaborado: Investigador principal - 2025

ESTADO ACTUAL

ESTADO FUTURO

1. SITUACIÓN DEL PROBLEMA

P3 presentó cuatro actividades críticas con impactos en costo, tiempo, calidad y combinaciones mixtas:

ID 7 – Movimiento de tierras: Sobrecostos del 18% sobre el presupuesto de la partida, originados por uso ineficiente de maquinaria pesada: tiempos de espera entre equipos, rutas de circulación no optimizadas y subasignación de volquetas respecto a la capacidad de la excavadora.

ID 8 – Cimentación superficial: Retraso de 9 días hábiles (único resultado Bajo de la muestra) por la detección de suelo de baja capacidad portante no prevista en el estudio geotécnico inicial, que exigió rediseño del sistema de cimentación y estudios complementarios durante la ejecución.

ID 9 – Montaje estructural: Desalineaciones en elementos estructurales metálicos (columnas y vigas) con tolerancias fuera de especificación en 4 nodos. Causa: control de calidad insuficiente durante la ejecución del montaje, sin verificación sistemática de plomada y nivel en cada elemento antes de soldar.

ID 10 – Acabados: Baja calidad en revestimientos y terminaciones. Causa: mano de obra no calificada contratada sin proceso de selección técnico, sin inducción de estándares de calidad y sin supervisión sistemática.

5. CONTRAMEDIDAS IMPLEMENTADAS

Acción A3 — ID 7 (Movimiento de tierras): Optimización de la flota de maquinaria.
• Cálculo del ciclo de acarreo y determinación de la ratio óptima excavadora-volquetas.
• Definición de rutas de circulación interna con señalización y prioridades de paso.

Acción A3 — ID 8 (Cimentación superficial): Ajuste técnico + Replanteo de planificación.
• Contratación urgente de geotecnista para estudio complementario focalizado en la zona afectada.
• Rediseño expedito del sistema de cimentación (cambio de cimentación superficial a profunda en sector crítico).

Acción A3 — ID 9 (Montaje estructural): Control de calidad en proceso.
• Diseño de checklist dimensional de montaje: verificación de plomada, nivel y aplome en cada elemento antes del soldado.
• Designación de inspector QA/QC en el frente de montaje metálico con autoridad de parada si se detectan tolerancias fuera de especificación.

Acción A3 — ID 10 (Acabados): Capacitación técnica + Supervisión sistemática.
• Evaluación de competencias de la cuadrilla de acabados: reubicación de operarios sin el perfil requerido.
• Inducción técnica de 4 horas sobre estándares de calidad en revestimientos, filos y terminaciones.

Acción A3 — ID 9 (Montaje estructural): Control de calidad en proceso.
• Diseño de checklist dimensional de montaje: verificación de plomada, nivel y aplome en cada elemento antes del soldado.
• Designación de inspector QA/QC en el frente de montaje metálico con autoridad de parada si se detectan tolerancias fuera de especificación.

Acción A3 — ID 10 (Acabados): Capacitación técnica + Supervisión sistemática.
• Evaluación de competencias de la cuadrilla de acabados: reubicación de operarios sin el perfil requerido.
• Inducción técnica de 4 horas sobre estándares de calidad en revestimientos, filos y terminaciones.

Acción A3 — ID 9 (Montaje estructural): Control de calidad en proceso.
• Diseño de checklist dimensional de montaje: verificación de plomada, nivel y aplome en cada elemento antes del soldado.
• Designación de inspector QA/QC en el frente de montaje metálico con autoridad de parada si se detectan tolerancias fuera de especificación.

Acción A3 — ID 10 (Acabados): Capacitación técnica + Supervisión sistemática.
• Evaluación de competencias de la cuadrilla de acabados: reubicación de operarios sin el perfil requerido.
• Inducción técnica de 4 horas sobre estándares de calidad en revestimientos, filos y terminaciones.

Acción A3 — ID 9 (Montaje estructural): Control de calidad en proceso.
• Diseño de checklist dimensional de montaje: verificación de plomada, nivel y aplome en cada elemento antes del soldado.
• Designación de inspector QA/QC en el frente de montaje metálico con autoridad de parada si se detectan tolerancias fuera de especificación.

2. OBJETIVO (TARGET)

Reducir los sobrecostos en movimiento de tierras (ID 7), controlar el impacto del suelo no previsto (ID 8), eliminar las desalineaciones en montaje estructural (ID 9) y mejorar la calidad en acabados (ID 10).

Indicadores objetivo:

- ID 7: Reducción de sobrecosto en ≥10% mediante optimización de la flota de maquinaria.
ID 8: Mitigación parcial del retraso mediante ajuste técnico oportuno (mejora esperada: Baja, por condición exógena).
ID 9: 0 desalineaciones fuera de tolerancia en elementos estructurales restantes.
ID 10: Reducción de no conformidades de acabados en ≥40% vs. línea base.
Nivel de mejora global P3: 1 Alta + 2 Medias + 1 Baja (reconociendo limitación de ID 8).

3. ANÁLISIS CAUSA-EFECTO (5 Por Qué + Ishikawa)

Planificación y optimización de recursos (ID 7)

- No se realizó análisis de flota: la ratio excavadora-volquetas no fue calculada en función del ciclo de acarreo.
Rutas de circulación interna no definidas, generando cruces, esperas y tiempos muertos entre equipos.
Sin control de ciclos de carguo: no se registraba el tiempo de espera de la excavadora entre cargas.
5 Por Qué -> Sobrecosto: ¿Por qué? Exceso de horas máquina. ¿Por qué? Tiempos muertos altos. ¿Por qué? Mala ratio flota. ¿Por qué? Sin análisis previo de ciclos. ¿Por qué? Ausencia de ingeniería de producción en movimiento de tierras.

Control de contingencia geotécnica (ID 8)

- Estudio geotécnico previo no detectó el estrato de suelo blando en la zona de cimentación más profunda.
Plan de contingencia para variaciones geotécnicas no incluido en el plan de ejecución del proyecto.
Demora en la toma de decisiones: sin protocolo de escalamiento para condiciones geotécnicas inesperadas.
5 Por Qué -> Retraso: ¿Por qué? Rediseño de cimentación. ¿Por qué? Suelo no previsto. ¿Por qué? Estado geotécnico insuficiente. ¿Por qué? Avance acotado del estudio. ¿Por qué? Limitación presupuestaria en la etapa de diseño. [Causa exógena: el A3 solo puede mitigar, no eliminar este tipo de causa].

Control de calidad en ejecución (ID 9 – Montaje estructural)

- Montaje de elementos metálicos sin verificación de plomada y nivel antes del soldado definitivo.
No existía checklist de control dimensional para cada nodo estructural.
Sin responsable único de QA/QC en el frente de montaje metálico.
5 Por Qué -> Desalineación: ¿Por qué? Elemento soldado fuera de tolerancia. ¿Por qué? No se verificó antes de soldar. ¿Por qué? Sin checklist dimensional. ¿Por qué? Sin proceso de control en ejecución. ¿Por qué? QA/QC no incorporado en el plan de montaje.

Gestión de recursos humanos (ID 10 – Acabados)

- Contratación de mano de obra sin verificación de competencias técnicas en revestimientos y terminaciones.
Sin inducción de estándares de calidad antes del inicio de la actividad.
Supervisión esporádica: sin rondas sistemáticas de inspección durante la jornada.
5 Por Qué -> Baja calidad: ¿Por qué? Trabajo mal ejecutado. ¿Por qué? Operario sin habilidades. ¿Por qué? Contratado sin evaluación técnica. ¿Por qué? Sin proceso de selección. ¿Por qué? Presión de plazo priorizó velocidad sobre calidad en la contratación.

4. VALIDACIÓN Y TRIANGULACIÓN

- Triangulación de fuentes en los cuatro casos de P3:
1. Registros documentales: informes de geotecnia, reportes de geotecnia, NCRs de montaje, inspecciones de acabados.
2. Observación directa: visitas técnicas oct. 2024 – oct. 2025 con verificación in situ de los registros A3.
3. Criterio técnico: residente de obra y jefe de calidad de P3 validaron los datos y el nivel de mejora asignado.
En ID 8, el nivel Bajo fue adoptado conservadoramente al reconocer que la causa raíz (suelo no previsto) es exógena.

6. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Table with 5 columns: Acción, Responsable, Plazo, Indicador, Meta. Rows include: Calcular ratio óptima excavadora-volquetas y definir rutas; Estudios geotécnicos complementarios + rediseño; Checklist dimensional de montaje metálico; Capacitación + rondas supervisión acabados.

7. SEGUIMIENTO Y MÉTRICAS

Indicadores clave de desempeño:

- ID 7 – Costo real vs. presupuesto de maquinaria (meta: ≤108% del presupuesto)
ID 7 – Tiempo muerto de excavadora por jornada (meta: <15% del tiempo total)
ID 8 – Días de retraso post-diagnóstico geotécnico (meta: minimizar)
ID 9 – N° de nodos estructurales con desalineación fuera de tolerancia (meta: 0)
ID 10 – No conformidades de acabados registradas por m² ejecutado (meta: reducción ≥40%)
PPC semanal de las 4 actividades críticas (meta: ≥75% dado el contexto de P3)

Frecuencia de revisión:

- Diario: registro de ciclos de maquinaria (carguo, acarreo, retorno)
Por elemento: checklist dimensional antes de cada soldado en montaje estructural
Cada 2 horas: ronda de supervisión de acabados con registro fotográfico
Semanal: revisión de PPC y análisis de causas de no cumplimiento con el equipo
Eventual: revisión geotécnica si se detectan nuevas variaciones in campo

Herramientas de aprendizaje:

- Análisis de flota de maquinaria -> incorporar como estudio previo al inicio en todos los proyectos con movimiento de tierras >500 m³
Plan de contingencia geotécnica -> incluir como cláusula estándar en expedientes contractuales
Checklist de montaje metálico -> estandarizar para proyectos de estructura metálica
Proceso de selección de mano de obra con evaluación técnica -> incorporar como requisito en subcontratos de acabados
Hansa final de P3: el único caso de Mejora Baja confirma que el A3 tiene límites ante causas raíz exógenas no controlables desde la obra

8. RESULTADO ESPERADO

P3 concentra el mayor número de actividades críticas (4) y el único caso de Mejora Baja de toda la muestra (ID 8). Este resultado demuestra un hallazgo central del estudio: el Pensamiento A3 es altamente efectivo cuando la causa raíz está dentro del control del equipo técnico (ID 9: Mejora Alta), pero enfrenta limitaciones estructurales ante causas exógenas (ID 8: condición geotécnica). Las mejoras Medias en ID 7 e ID 10 reflejan que la optimización de recursos y el fortalecimiento de competencias operativas son procesos de maduración progresiva que requieren más de un ciclo A3 para consolidarse plenamente. P3 aporta la evidencia más rica del estudio en términos de diversidad de causas raíz y tipos de impacto.

Conclusión A3: P3 confirma que el Pensamiento A3 actúa como un mecanismo de diagnóstico y trazabilidad de alta efectividad cuando la causa raíz es técnicamente controlable. El caso ID 8 introduce el concepto de 'límite epistemológico del A3': la herramienta no puede sustituir un estudio geotécnico deficiente. La principal lección de P3 para la ingeniería civil ecuatoriana es que la inversión en estudios previos de calidad y en selección técnica de subcontratistas reduce drásticamente el costo de corrección en obra, confirmando el principio Lean de 'fallar rápido y barato' en diseño, no lento y caro en construcción.

Fuente: Elaboración propia (2026).