RELIGACIÓN
REVISTA

Control técnico y seguimiento del avance constructivo en el malecón de Puerto Cayo, Ecuador

Technical Control and Construction Progress Monitoring at the Puerto Cayo Boardwalk, Ecuador

Glider Nunilo Parrales Cantos, Jhoisy Nataly Calva Vera, Angel Sebastian Remache Pérez, Angel Steven Giler Alvia

Resumen

El seguimiento de obra convierte los registros de campo en evidencia para decidir sobre plazo, productividad y calidad. Este estudio de caso evaluó el control técnico y el avance del Corredor Gastronómico del malecón de Puerto Cayo, Ecuador. Se analizaron todos los informes diarios disponibles (N.º 1-29, mayo-julio de 2026), triangulados con la matriz de seguimiento, el diagrama de Gantt y las hojas de dosificación. El avance reportado fue de 100 % en preliminares, 80 % en movimiento de suelo y 40 % en muros y estructura de módulos comerciales. El vaciado de muros rindió 1,60-2,40 m^3/h con f'c = 210 kg/cm^2 especificado. Se detectaron dos dosificaciones volumétricas sin diseño de mezcla y un cronograma que excede el plazo de 180 días. Los informes diarios sirven para controlar la producción, pero no demuestran conformidad ni durabilidad en ambiente costero si no se vinculan con ensayos y una línea base.

Palabras clave: control de obra; seguimiento del avance; informes diarios; trazabilidad; control de calidad del hormigón; durabilidad en ambiente marino; estudio de caso.

Glider Nunilo Parrales Cantos
Universidad Estatal del Sur de Manabí | Jipijapa | Manabí | glider.parrales@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-2233-8825
Jhoisy Nataly Calva Vera
Universidad Estatal del Sur de Manabí | Jipijapa | Manabí | calva-jhoisy0651@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0002-5688-3423
Angel Sebastian Remache Pérez
Universidad Estatal del Sur de Manabí | Jipijapa | Manabí | remache-angel5396@unesum.edu.ec
https://orcid.org/0009-0008-2612-4120
Angel Steven Giler Alvia
Universidad Estatal del Sur de Manabí | Jipijapa | Manabí | giler-angel1827@unesum.edu.ec
http://orcid.org/0009-0004-5680-6633

http://doi.org/10.46652/rgn.v11i52.1733
ISSN 2477-9083
Vol. 11 No. 52, octubre-diciembre, 2026, e2601733
Quito, Ecuador

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

CC BY NC ND

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

Abstract

Construction monitoring turns field records into evidence for decisions on time, productivity and quality. This descriptive case study assessed technical control and construction progress of the Gastronomic Corridor on the Puerto Cayo boardwalk, Ecuador. All available daily reports (No. 1 to 29, May to July 2026) were analysed and triangulated with the progress matrix, the Gantt schedule and the batching sheets. Reported progress was 100% for preliminary works, 80% for earthmoving and 40% for walls and for the commercial module structure. Wall pours reached 1.60-2.40 m^3/h with a specified f'c of 210 kg/cm^2. Two volumetric mix proportions without a mix design were found, together with a schedule that exceeds the 180-day duration. Daily reports support production control, but they cannot demonstrate conformity or durability in a coastal environment unless they are linked to test results and a schedule baseline.

Descriptors: construction control; progress monitoring; daily reports; traceability; concrete quality control; marine durability; case study.

Introducción

El control de una obra civil no sólo se limita a verificar el inicio o el término de una actividad. Lo que se pretende es relacionar lo que se hace con los planos, con las especificaciones, con las cantidades, con los recursos y con la programación, de tal forma que cada decisión esté basada en una evidencia comprobable. Araya (2021), afirma que las variaciones que se producen en la etapa de construcción impactan directamente en la productividad y, por ende, en el desempeño temporal del proyecto. En la misma línea, Sarmento y Ribeiro-Ferreira (2021), muestran que la productividad laboral depende de factores técnicos y de gestión que deben observarse durante la ejecución, no únicamente al cierre de la obra.

El seguimiento periódico adquiere mayor relevancia cuando varios frentes trabajan de forma simultánea. Una desviación pequeña en movimiento de tierras, encofrados o suministro de hormigón puede propagarse hacia actividades sucesoras. Mejía-Aguilar et al. (2022), demostraron que la duración de los proyectos de construcción está condicionada por factores interdependientes. En consecuencia, el análisis temporal se optimiza al considerar de manera explícita las causas subyacentes de las demoras. En su investigación, Ccama-Condori y Panca-Humpiri (2024), enfatizan la necesidad de fortalecer la gestión diaria del cronograma y la coordinación entre las partes involucradas en Perú, con el objetivo de reducir los incumplimientos. En un análisis de 25 países en desarrollo que incluye a Ecuador, Rivera et al. (2020), ubican la planificación y programación inadecuadas entre las tres causas de retraso de mayor intensidad.

Un componente esencial es la calidad de la información técnica. En Ecuador, Saldaña et al. (2025), realizaron una evaluación de las especificaciones de obras civiles, identificando deficiencias que podrían afectar tanto los costos como los plazos de ejecución. Este descubrimiento consolida una idea de orden operativo: el registro de campo tiene que posibilitar comprobar las actividades efectuadas, los materiales empleados, las condiciones técnicas aplicadas y los documentos de referencia pertinentes. Si la relación no está explícitamente establecida, el informe diario se constituye en una narración, que será útil para la memoria de obra; pero su utilidad se verá limitada en el contexto de auditoría y análisis comparativo. Castro Carrera et al. (2022), llegaron a una

conclusión cercana en obras ecuatorianas de agua potable y alcantarillado, donde la deficiencia de los estudios previos, las modificaciones técnicas y el incremento de cantidades fueron las causas principales de retraso.

La literatura internacional reciente se ha concentrado en automatizar el monitoreo mediante visión por computador, BIM 4D y gemelos digitales (Ekanayake et al., 2021; Reja et al., 2022; Vassena et al., 2023; Pal et al., 2023). Para este estudio interesa menos la herramienta que el requisito que todas comparten: necesitan datos de campo estructurados, codificados y vinculados con la programación. Xiao et al. (2024), automatizaron la generación de reportes diarios a partir de video, y el valor del sistema depende de que la actividad y la productividad se extraigan de forma ordenada. Ding et al. (2022), en una revisión de 91 estudios de procesamiento de lenguaje natural aplicado a la construcción, advierten que los conjuntos de datos aislados y heterogéneos limitan la reproducibilidad de esos métodos. Visto así, el informe diario manual no es una etapa que la digitalización deja atrás; es la fuente que esas herramientas tendrían que leer, y su calidad condiciona lo que pueden ofrecer.

En América Latina la transformación digital de la construcción avanza de manera desigual. Osorio-Gómez et al. (2023), identifican una expansión de las líneas vinculadas con BIM, datos y automatización, pero también una brecha de adopción regional. En Ecuador, Castro Carrera et al. (2022), encontraron que el diagrama de barras de Gantt sigue siendo la técnica de planificación y control más utilizada. Ese es el escenario de buena parte de la obra pública local: control apoyado en el Gantt, el libro de obra y los informes diarios. La pregunta práctica, entonces, no es cuándo llegará una digitalización completa, sino si los registros que ya existen permiten sostener decisiones técnicas verificables y, cuando no lo permiten, qué información les falta.

El proyecto analizado corresponde al Corredor Gastronómico y adecuación exterior del malecón de Puerto Cayo, cantón Jipijapa, provincia de Manabí. El expediente técnico reporta un área de construcción de 6 119 m² y un plazo general de 180 días. La intervención combina movimiento de tierras, muros de contención, módulos comerciales, redes y espacios exteriores, por lo que constituye una obra adecuada para examinar la utilidad real de los registros de campo en el control de producción. Por su ubicación frente al mar, los elementos de hormigón quedan expuestos a cloruros transportados por el aerosol marino, condición que la NEC-SE-HM incluye en la clase de exposición C2 cuando hay contacto con agua de mar o con sus salpicaduras (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI], 2014).

El objetivo del estudio fue evaluar el control técnico y el avance constructivo del Corredor Gastronómico y adecuación exterior del malecón de Puerto Cayo mediante la sistematización de informes diarios, programación de actividades y registros de recursos, con énfasis en el movimiento de tierras, la ejecución de elementos de hormigón y la suficiencia de la información registrada para verificar la conformidad del hormigón frente a la normativa aplicable.

Metodología

Diseño del estudio y unidad de análisis

La investigación se desarrolló como un estudio de caso descriptivo con integración de evidencia documental y registros de campo. La unidad de análisis estuvo constituida por los frentes constructivos consignados en el expediente de seguimiento del proyecto. No se realizaron inferencias sobre una población de obras; el propósito fue reconstruir la secuencia de ejecución, identificar controles observables y examinar la coherencia entre producción registrada y programación.

El proyecto está ubicado en Puerto Cayo, parroquia rural de la costa del cantón de Jipijapa, provincia de Manabí. La obra incluye restaurantes, una plaza y áreas culturales que se integran al malecón. De acuerdo con la documentación general, el área de construcción es de 6 119 m², y el plazo declarado es de 180 días. La ubicación en la zona costera da mayor relevancia al registro correcto de las actividades de hormigón y protección de materiales, si bien en este trabajo no se llevaron a cabo ensayos específicos de exposición marina.

Tabla 1. Caracterización del caso y fuentes analizadas

Componente	Información utilizada	Uso en el análisis
Obra	Corredor Gastronómico y adecuación exterior del malecón de Puerto Cayo	Unidad de análisis
Ubicación	Puerto Cayo, Jipijapa, Manabí, Ecuador	Delimitación espacial
Magnitud	6 119 m² de área de construcción; plazo general declarado de 180 días	Caracterización del proyecto
Informes diarios	Registros numerados del 1 al 29; primer registro fechado 22/05/2026 y último registro indicado 31/07/2026	Secuencia, recursos, cantidades y controles
Programación	Matriz de seguimiento, Gantt y red de actividades	Comparación de avance y horizonte temporal
Hormigón	Dosificaciones de obra, equipos y rendimientos de mezcla/vaciado	Control de producción y trazabilidad

Fuente: elaboración propia a partir del expediente técnico y los registros de residencia de obra.

Fuentes de información y delimitación temporal

El trabajo de investigación se basó principalmente en los registros producidos en el seguimiento técnico de la obra del Corredor Gastronómico y la adecuación exterior del malecón de Puerto Cayo. Se estudiaron los informes diarios elaborados en el período comprendido entre mayo y julio de 2026, en los que se registran las actividades realizadas, recursos humanos y equipos utilizados, cantidades de obra, condiciones de trabajo, observaciones técnicas, recomendaciones y evidencias fotográficas.

La selección de los informes no se basó en un muestreo. Se incorporó la totalidad de los informes diarios que contenía el expediente al momento del corte documental, numerados del 1 al 29 y comprendidos entre el 22/05/2026 y el 31/07/2026, de modo que el conjunto analizado constituye un censo documental del periodo. La suficiencia no se definió con un criterio estadístico, porque el estudio no generaliza a una población de obras, sino con dos condiciones propias del caso: que los informes cubrieran el intervalo completo entre el inicio de obra y el corte de la matriz de seguimiento, y que cada una de las cuatro dimensiones de análisis descritas en el apartado 2.3 contara con registros en más de una jornada. Ambas condiciones se cumplieron con los 29 informes.

Para el análisis, se tomó en cuenta por separado el número asignado a cada informe y la fecha registrada, ya que la documentación original mostró algunas coincidencias y discontinuidades en su secuencia cronológica. Este criterio permitió conservar la integridad de los registros y organizar la información, sin alterar los datos consignados durante el seguimiento de campo.

De forma complementaria se revisó la matriz de avance físico, el cronograma general de actividades, los diagramas de Gantt, la planificación de mano de obra y materiales, así como los registros utilizados para la dosificación y producción del hormigón. Estas fuentes permitieron comparar el avance observado con la programación prevista e identificar aspectos relacionados con la ejecución de los principales frentes de trabajo.

El análisis se limitó a las variables relacionadas con el control técnico, el avance constructivo, la utilización de recursos y el rendimiento de las actividades ejecutadas. Los elementos relativos a la evaluación ambiental se excluyeron del análisis cuantitativo, pues tenían otro objetivo analítico que el que se planteó para este trabajo.

Variables e indicadores de análisis

La extracción se organizó en cuatro dimensiones. La primera fue avance físico reportado, expresado como porcentaje de terminación por frente. La segunda fue control técnico observable, que incluyó replanteo, niveles, dimensiones, alineación, estabilidad de encofrados, compactación y secuencia de vaciado. La tercera correspondió a productividad y recursos, considerando volúmenes, ciclos de mezcla, equipos y personal. La cuarta fue consistencia documental, entendida como la posibilidad de relacionar cada dato con una actividad programada y con un criterio de aceptación.

El tratamiento se llevó a cabo de manera descriptiva. Se calcularon únicamente relaciones aritméticas que ya estaban registradas o que se podían derivar directamente de los registros, como el intervalo equivalente de producción de hormigón, que se establece entre 8 y 12 ciclos por hora, con un volumen referencial de 0,20 m^3 por ciclo. No se llevaron a cabo estimaciones de rendimientos globales del contrato, índices de valor ganado ni desviaciones estadísticas, dado que el expediente carece de una línea base físico-financiera que sea lo suficientemente uniforme para tal fin.

Referentes normativos para el control del hormigón

Los registros de hormigón se contrastaron con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-HM (MIDUVI, 2014) y, de forma supletoria, con el código ACI 318-19 (American Concrete Institute [ACI], 2019), al que la propia NEC remite para el diseño de elementos de hormigón armado. Para la toma de muestras y el ensayo se tomaron como referencia la norma ASTM C31/C31M (ASTM International, 2024), que regula la elaboración y el curado de probetas en obra, y la ASTM C39/C39M (ASTM International, 2021), que regula el ensayo de resistencia a compresión de cilindros.

El alcance de este contraste debe precisarse. El expediente no incluía resultados de rotura de probetas, por lo que no se evaluó la aceptación mecánica del hormigón. Lo que se verificó fue si cada registro contenía la información que estas normas exigen para que esa aceptación pueda realizarse después: resistencia especificada, clase de exposición, relación agua-cemento, dosificación, número de cilindros por muestra, fecha de vaciado, elemento al que corresponde la muestra y edad de ensayo. La Tabla 2 resume los criterios empleados.

Tabla 2. Criterios normativos de referencia para contrastar los registros de hormigón

Aspecto	Requisito de referencia	Dato buscado en el registro
Resistencia según exposición	f'c ≥ 21 MPa para hormigón normal; f'c ≥ 35 MPa en clase C2 (NEC-SE-HM; ACI 318-19, Tabla 19.3.2.1)	f'c especificado y clase de exposición asignada al elemento
Relación agua-material cementante	a/mc ≤ 0,40 en clase C2 (ACI 318-19, Tabla 19.3.2.1)	Litros de agua por unidad de cemento y humedad de agregados
Cloruros en la mezcla	Ion cloruro soluble ≤ 0,15 % de la masa de cementante en hormigón armado C2 (ACI 318-19)	Procedencia y control de agregados y agua
Probetas y ensayo	Elaboración y curado en obra (ASTM C31/C31M); rotura a la edad especificada (ASTM C39/C39M)	Número de cilindros, fecha, curado, elemento y edad
Criterio de aceptación	Promedio de tres ensayos consecutivos ≥ f'c y ningún ensayo < f'c − 3,5 MPa cuando f'c ≤ 35 MPa (ACI 318-19, 26.12.3)	Serie de resultados asociada a un lote o clase de hormigón

Fuente: elaboración propia a partir de MIDUVI (2014); ACI (2019) y ASTM International (2021, 2024).

Procedimiento de triangulación y control de la secuencia documental

Cada registro cuantitativo fue contrastado con al menos una segunda pieza documental cuando esta existía. Por ejemplo, los avances porcentuales se tomaron de la matriz de seguimiento y se interpretaron junto con la secuencia descrita en los informes diarios. Los registros de hormigón se compararon entre jornadas para identificar cambios en proporciones de obra y verificar si el documento vinculaba esas proporciones con una resistencia especificada.

La lógica de análisis siguió la secuencia registro-comparación-interpretación. Primero se preservó el dato tal como aparece en la fuente; luego se estableció su relación con actividad, recurso o programación; finalmente se determinó qué decisión técnica podía sostenerse con esa evidencia y cuál requería información adicional. Este criterio evita convertir diferencias documentales en supuestos de desempeño no comprobados.

Para las incongruencias entre el número del informe y su fecha se aplicó una matriz de concordancia. Cada informe ocupó una fila con cinco campos: número asignado, fecha consignada, posición esperada según la numeración, actividades declaradas y fuente de contraste (matriz de seguimiento, Gantt o fotografía fechada). Con esa información cada registro se clasificó en una de cuatro categorías: (a) concordante, cuando número y fecha avanzan en el mismo orden; (b) fecha duplicada, cuando dos informes comparten fecha; (c) discontinuidad, cuando hay un salto de fechas sin informe intermedio; y (d) inversión, cuando un número mayor lleva una fecha anterior a la de un número menor. En los casos (b) y (d) prevaleció la fecha consignada en el propio informe, siempre que coincidiera con la actividad que la matriz de seguimiento programaba para ese día. Si ambas fuentes discrepaban, el dato se conservó con una marca de observación y se excluyó del cálculo de rendimientos. Ningún informe fue renumerado ni corregido, y la frecuencia de cada categoría se reporta en el apartado 3.1.

Resultados

Secuencia constructiva y avance reportado

La primera jornada documentada registra el inicio de la conformación del terreno. El 22 de mayo de 2026 se anotó el transporte de aproximadamente 180 m³ de cascajo, junto con el replanteo y la nivelación con estación total. En esa misma etapa se estimó un volumen de relleno de 4 208,81 m³. Respecto de la secuencia documental, la matriz de concordancia clasificó n informes como concordantes, n con fecha duplicada, n discontinuidades y n inversiones de orden.

Figura 1. Replanteo y nivelación



Fuente: elaboración propia.

Nota. Se evidencia el uso de estación total para el replanteo y nivelación, actividad correspondiente a las tareas preliminares de la obra.

Figura 2. Transporte de material



Fuente: elaboración propia.

Nota. Se evidencia el transporte y descarga de material de relleno (cascajo) mediante volqueta, correspondiente al registro de la primera jornada documentada.

Los registros posteriores evidencian la transición hacia estructuras de contención. En el mes de julio, se registraron actividades relacionadas con el desencofrado, la instalación de nuevo encofrado, así como la verificación de la alineación y estabilidad del muro M1. El 29 de julio se llevó a cabo la fundición de la zapata del mismo muro, y el 31 de julio se documentó el vaciado de un muro estructural utilizando una concretera y un vibrador.

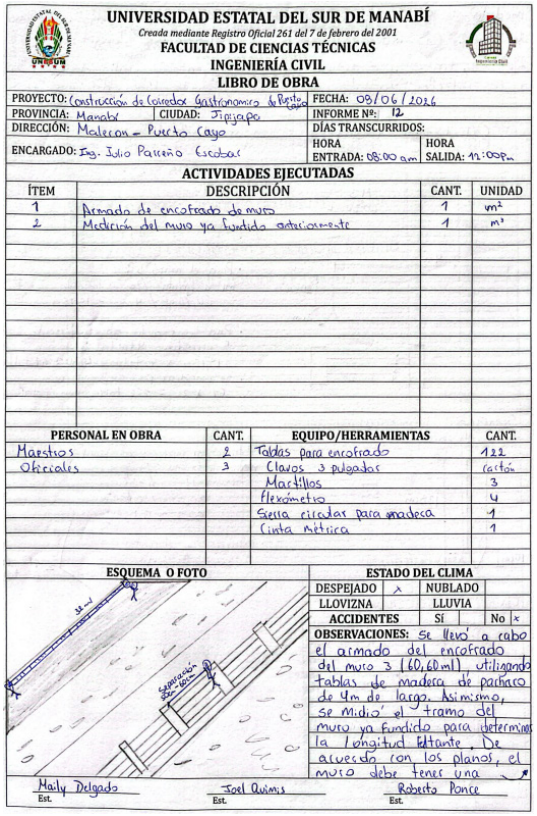
Figura 3. Encofrado y vaciado de hormigón



Fuente: elaboración propia.

Nota. Se evidencia el armado del encofrado de madera para el vaciado del muro de hormigón, con personal utilizando chaleco reflectivo y casco conforme a las condiciones de seguridad ocupacional registradas en el informe diario.

Figura 4. Libro de obras, encofrado del Muro 3



UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Creada mediante Registro Oficial 261 del 7 de febrero del 2001
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS
INGENIERÍA CIVIL
LIBRO DE OBRA

PROYECTO: Construcción de Corredor Gastronómico de Puerto Cayo | FECHA: 09/06/2026
PROVINCIA: Manabí | CIUDAD: Jipijapa | INFORME Nº: 12
DIRECCIÓN: Malecon - Puerto Cayo | DÍAS TRANSCURRIDOS:
ENCARGADO: Ing. Julio Parreño Escobar | HORA ENTRADA: 08:00 a.m | HORA SALIDA: 11:00 p.m

ACTIVIDADES EJECUTADAS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD
1	Armado de encofrado de muro	1	m²
2	Medición del muro ya fundido anteriormente	1	m³

PERSONAL EN OBRA	CANT.	EQUIPO/HERRAMIENTAS	CANT.
Maestros	2	Tablas para encofrado	122
Oficiales	3	Clavos 3 pulgadas	(cartón)
		Martillos	3
		Flexómetro	4
		Sierra circular para madera	1
		Cinta métrica	1

ESQUEMA O FOTO

ESTADO DEL CLIMA: DESPEJADO ✓ | NUBLADO | LLOVIZNA | LLUVIA | ACCIDENTES: SÍ | NO ×

OBSERVACIONES: Se llevó a cabo el armado del encofrado del muro 3 (60,60 ml), utilizando tablas de madera de pachaco de 4m de largo. Asimismo, se midió el tramo del muro ya fundido para determinar la longitud faltante. De acuerdo con los planos, el muro debe tener una

Haily Delgado Est. | Joel Quimis Est. | Roberto Ponce Est.

Fuente: elaboración propia.

Nota. Informe N.º 12 (08/06/2026) del Libro de Obra, que documenta el armado del encofrado del Muro 3 (60,60 ml) con tablas de madera de pachaco de 4 m de largo, así como la medición del tramo de muro ya fundido para determinar la longitud faltante conforme a los planos.

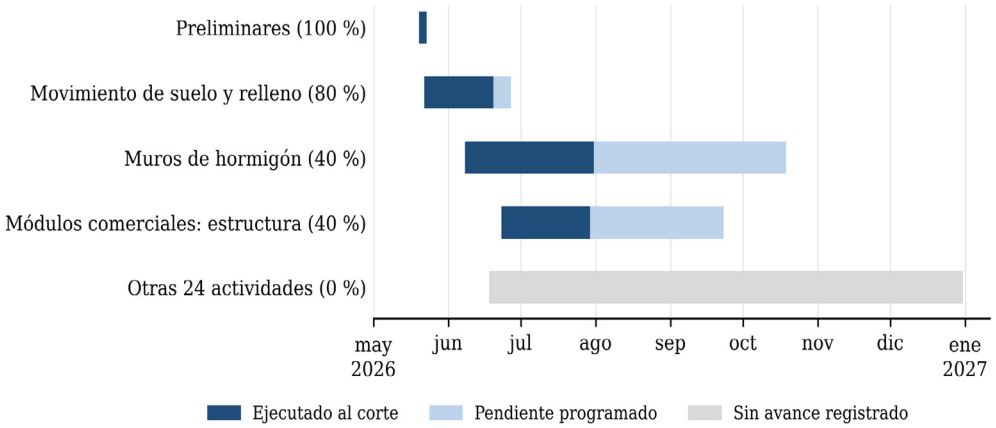
La matriz de seguimiento registra cuatro frentes con avance: preliminares al 100 %, movimiento de suelo y relleno al 80 %, muros de hormigón al 40 % y estructura de hormigón de módulos comerciales al 40 %. Las 24 actividades restantes de la matriz no tienen avance consignado en el corte documental (Tabla 3 y Figura 5).

Tabla 3. Avance reportado de los principales frentes en la matriz de seguimiento

Actividad	Inicio consignado	Duración (días)	Término programado	Avance reportado
Preliminares	20/05/2026	3	22/05/2026	100 %
Movimiento de suelo y relleno	22/05/2026	36	26/06/2026	80 %
Muros de hormigón	08/06/2026	133	18/10/2026	40 %
Módulos comerciales - estructura de hormigón	23/06/2026	92	22/09/2026	40 %

Fuente: elaboración propia, los porcentajes corresponden al corte consignado en la matriz de seguimiento del expediente.

Figura 5. Programación y avance de los frentes con ejecución reportada



Fuente: elaboración propia a partir de la matriz de seguimiento. Nota. Cada barra representa el intervalo programado; el tramo oscuro corresponde al porcentaje ejecutado al corte. Las 24 actividades sin avance se agrupan en una sola barra.

Controles técnicos observados en campo

Los informes muestran una práctica recurrente de comprobación geométrica. En el movimiento de tierras se verificaron ejes, cotas y alineamientos; en los muros se registraron plomada, nivelación, estabilidad del encofrado, recubrimiento mediante separadores y compactación con vibrador.

En varios registros la observación técnica aparece asociada a una actividad concreta. Al desencofrar el muro M1 se hizo una inspección visual del acabado superficial y, para preparar el siguiente tramo, se verificó su alineación y estabilidad. En la fundición de la zapata se registró la revisión previa de excavación, acero y encofrado (Tabla 4).

Tabla 4. Evidencia técnica seleccionada y utilidad para el control de obra

Registro	Evidencia observada	Tipo de control registrado
22/05/2026	Aprox. 180 m³ de cascajo; replanteo y nivelación; relleno estimado de 4 208,81 m³	Cantidad de material y control topográfico
22/07/2026	Desencofrado del muro M1 y encofrado de nueva sección; control de alineación, nivelación y estabilidad	Control geométrico y de acabado superficial
29/07/2026	Fundición de zapata del M1; revisión de excavación, acero y encofrado; vibrado	Inspección previa, colocación y vibrado
31/07/2026	Vaciado de muro; concretera de 350 L; 8-12 ciclos/h; vibrado	Rendimiento de mezcla y vibrado

Fuente: elaboración propia a partir de los informes diarios del expediente.

Producción y trazabilidad del hormigón

En el informe del 29 de julio se anotó una proporción 1:1,5:2,5 y 25 L de agua para la fundición de la zapata del muro M1. Dos días después, para el vaciado de un muro estructural, se registró una dosificación de una unidad de cemento, dos de arena y tres de piedra, junto con una resistencia especificada f'c = 210 kg/cm². Ambas dosificaciones son volumétricas. Solo el segundo registro consigna la resistencia, y ninguno de los dos identifica un diseño de mezcla aprobado, el lote de agregados, la clase de exposición del elemento ni la relación agua-cemento resultante.

En la jornada del 31 de julio se reportaron entre 8 y 12 ciclos de mezcla por hora con una concretera de 350 L. El propio registro tomó como volumen referencial 0,20 m³ por ciclo, de donde se deriva un intervalo de 1,60 a 2,40 m³/h.

Durante la colocación se midió la consistencia mediante el ensayo de asentamiento, con un valor aproximado de 4 cm, y se elaboraron tres probetas cilíndricas para el ensayo de resistencia a compresión. El expediente analizado no contiene los resultados de rotura de esas probetas, ni la edad a la que debían ensayarse.

Consistencia entre avance y programación

La comparación documental mostró una diferencia que debe resolverse antes de calcular indicadores contractuales. La ficha general del proyecto declara un plazo de 180 días, mientras que el cronograma detallado incluye actividades con término durante diciembre de 2026 y un hito final fechado el 31 de enero de 2027. Al no disponerse en el expediente analizado de una explicación inequívoca sobre reprogramaciones, ampliaciones o versiones de línea base, no se calculó atraso global, porcentaje contractual ni índice de desempeño del cronograma (apartado 2.3).

Propuesta de estructura mínima de trazabilidad

A partir de las brechas observadas se propone una estructura mínima de registro que conserve la practicidad del informe diario y, al mismo tiempo, permita el análisis posterior (Tabla 5 y Figura 6). La propuesta no sustituye los formatos institucionales existentes; organiza los datos que deberían permanecer vinculados.

La estructura recomendada puede implementarse en una hoja electrónica, una base de datos sencilla o un sistema BIM, dependiendo de los recursos disponibles. Lo esencial es preservar la identidad del dato desde su origen hasta la decisión.

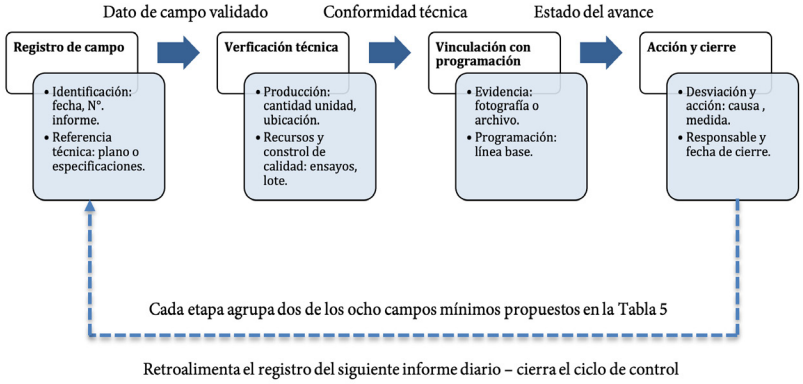
Tabla 5. Estructura mínima propuesta para vincular campo, calidad y programación

Campo	Contenido mínimo	Finalidad
Identificación	Fecha, número de informe, frente y código de actividad	Evitar ambigüedad entre registros

Campo	Contenido mínimo	Finalidad
Referencia técnica	Plano, detalle, especificación o versión aplicable	Saber contra qué se verificó
Producción	Cantidad ejecutada y unidad; ubicación o abscisa cuando corresponda	Cuantificar avance físico
Recursos	Cuadrilla, equipo principal, horas efectivas y material relevante	Interpretar productividad
Control de calidad	Ensayo o inspección, criterio, resultado, lote y responsable	Diferenciar producción de conformidad
Evidencia	Fotografía o archivo con identificador único	Respaldar la observación
Programación	Actividad de línea base, porcentaje anterior/actual y fecha de corte	Comparar avance con plan vigente
Desviación y acción	Causa, medida adoptada, responsable y fecha de cierre	Cerrar el ciclo de control

Fuente: elaboración propia a partir de la revisión del expediente y de la literatura reciente sobre seguimiento de construcción.

Figura 6. Flujo propuesto de trazabilidad del control técnico



Fuente: elaboración propia

Nota. El flujo sintetiza los ocho campos de la Tabla 5 en cuatro etapas operativas. El registro de campo alimenta la verificación técnica; esta se contrasta con la programación vigente; y toda desviación detectada se cierra con una acción y un responsable, cuyo resultado retroalimenta el registro del siguiente informe diario, cerrando el ciclo de control.

Discusión

Valor de los informes diarios como sistema de control

Los hallazgos muestran que un conjunto de reportes diarios puede sostener análisis técnico aun cuando no exista una plataforma digital avanzada. El expediente permitió reconstruir hitos, reconocer frentes activos, identificar equipos y extraer cantidades. Esto coincide con la literatura que considera el monitoreo de progreso una función central del control de proyecto (Reja et al., 2022; Qureshi et al., 2023). La diferencia está en la estructura: un registro narrativo captura la experiencia, pero una estructura codificada permite comparar, filtrar y auditar.

Los avances de visión por computador y gemelo digital no deben interpretarse como sustitutos de la disciplina documental. Ekanayake et al. (2021), señalan que la automatización enfrenta dificultades de adquisición y reconocimiento, y Pal et al. (2023), plantean precisamente un ciclo cerrado que depende de datos confiables. Para obras de escala local, la transición razonable puede comenzar con formularios digitales normalizados y evolucionar posteriormente hacia captura automática.

La comparación con Castro Carrera et al. (2022), ayuda a precisar dónde está la brecha. En las obras ecuatorianas que estudiaron, el Gantt era la herramienta dominante de control, y en Puerto Cayo también lo es. Lo que el caso añade es que el Gantt y los informes diarios se llevaban como documentos paralelos, sin un código común de actividad que permitiera cruzarlos, de manera que el avance por frente y la producción diaria no se podían conciliar sin una revisión manual. Saldaña et al. (2025), atribuyen parte de las desviaciones en obra a la falta de claridad de las especificaciones y de los criterios de control; el expediente analizado confirma esa lectura desde el lado del registro, porque los controles existían, pero rara vez quedaba anotado contra qué referencia técnica se habían aceptado. Sarmento y Ribeiro-Ferreira (2021), ubican la gestión de materiales y la supervisión de obra entre los factores que más inciden en la productividad en Brasil, justamente los dos aspectos que un informe diario bien estructurado puede documentar.

Productividad, cronograma y decisiones de corto plazo

El intervalo de 8-12 ciclos de mezcla por hora ilustra la utilidad de medir producción en la unidad más cercana al proceso. Un dato de este tipo permite ajustar suministro, cuadrilla y secuencia de vaciado durante la jornada. Araya (2021) y Sarmento y Ribeiro-Ferreira (2021), muestran que la productividad se altera por múltiples factores; por ello, los rendimientos deben conservarse junto con condiciones de ejecución, no como valores aislados.

La lectura del cronograma requiere el mismo cuidado. El 80 % reportado para movimiento de suelo y relleno y el 40 % en muros no permiten concluir atraso o adelanto sin una línea base vigente y un corte temporal explícito. Mejía-Aguilar et al. (2022), evidencian que las demoras responden a dependencias entre factores y actividades. En consecuencia, el porcentaje ejecutado debe acompañarse de fecha de estado, cantidad planificada, cantidad real y justificación de cambios.

La falta de una línea base identificable no es un problema exclusivo de esta obra. Ccama-Condori y Panca-Humpiri (2024), subrayan que el desempeño temporal depende de una programación que pueda controlarse de forma continua, y Tukundane y Yang (2024), encuentran una relación positiva entre prácticas de control y desempeño de empresas constructoras. Rivera et al. (2020), muestran, además, que la planificación inadecuada figura entre las causas de retraso de mayor intensidad en países en desarrollo. En Puerto Cayo, la diferencia entre el plazo declarado de 180 días y un cronograma que llega a enero de 2027 impide saber si la obra va atrasada o si el cronograma refleja una ampliación no documentada. La prioridad documental es identificar una única línea base vigente, fechar cada actualización y registrar la causa de todo cambio autorizado.

Control del hormigón y evidencia de conformidad

La identificación de dos proporciones de mezcla en jornadas cercanas es uno de los resultados más relevantes desde la trazabilidad. Su existencia no demuestra por sí sola una desviación, porque pueden corresponder a elementos, materiales o ajustes distintos. El problema es que, sin un identificador de diseño de mezcla, lote de agregados, relación agua-material cementante y resistencia de probetas, quien revise después no puede reconstruir la conformidad del elemento. Haist et al. (2023), proponen avanzar hacia el control digital de calidad precisamente para reducir esa separación entre producción y verificación.

La ubicación de la obra agrava la cuestión. La NEC-SE-HM asigna la clase C2 al hormigón expuesto a humedad y a una fuente externa de cloruros, como el agua de mar o su salpicadura, y para esa clase exige una resistencia mínima de 35 MPa; el ACI 318-19 añade una relación agua-material cementante máxima de 0,40 y un contenido de ion cloruro soluble no mayor de 0,15 % de la masa de cementante en hormigón armado (ACI, 2019; MIDUVI, 2014). La resistencia especificada en obra, 210 kg/cm² (aproximadamente 21 MPa), coincide con el mínimo general de la norma, pero queda por debajo de los 35 MPa que corresponderían si los muros del malecón se clasifican como C2. En los informes revisados no se consigna la clase de exposición de ningún elemento, de modo que no es posible saber si la especificación responde al ambiente o solo a la demanda estructural. Esa definición debería preceder a cualquier juicio sobre la idoneidad del hormigón colocado.

La relación agua-cemento es la variable que más pesa en este escenario y la que peor se controla con dosificación por volumen. El registro del 29 de julio consigna 25 L de agua; si esa cantidad corresponde a un saco de 50 kg de cemento, la relación sería de 0,50, por encima del límite de 0,40 de la clase C2 y sin considerar la humedad de los agregados. La segunda dosificación (1:2:3) ni siquiera registra el agua añadida. Joshua et al. (2020), señalan que la dosificación por volumen, habitual en empresas pequeñas y medianas de países en desarrollo, produce hormigones menos durables que la dosificación por peso cuando no se deriva de un diseño de mezcla especificado.

Las consecuencias en ambiente marino están documentadas. Ukpata et al. (2023), explican que los cloruros destruyen la película pasiva que protege el acero y que los ciclos de humedecimiento y secado, propios de las zonas de salpicadura, son más agresivos que la inmersión permanente porque concentran sales en una red porosa cuya conectividad depende de la relación agua-material cementante y del curado. En Recife, Brasil, Berenguer et al. (2018), midieron mayor penetración de cloruros en las mezclas más pobres y recomiendan cuidar dosificación, recubrimiento y protección superficial en estructuras expuestas al agua de mar. Para Puerto Cayo esto significa que un hormigón puede alcanzar los 210 kg/cm² a 28 días y, aun así, tener un periodo de iniciación de la corrosión más corto del previsto. Por eso la trazabilidad de la mezcla tiene consecuencias técnicas directas: es la única evidencia con la que se podría estimar la vida útil de muros expuestos al aerosol marino.

Cai y Liu (2023), recuerdan que la estabilidad del hormigón fresco depende de materiales, proporciones y factores de colocación. El uso de vibrador registrado en Puerto Cayo es una práctica de compactación pertinente, y el asentamiento de 4 cm indica una mezcla de consistencia seca a plástica, pero el desempeño final solo puede confirmarse mediante controles de aceptación. Las tres probetas elaboradas en una jornada equivalen, como máximo, a un ensayo de resistencia en los términos del ACI 318-19, que exige series de tres ensayos consecutivos para aceptar una clase de hormigón. El seguimiento de esas probetas, con su lote y su edad de ensayo, es la siguiente pieza de evidencia que el expediente necesita.

Aporte para la gestión de obras civiles en la región

La principal utilidad del caso es mostrar una ruta de mejora aplicable a obras que trabajan con recursos documentales convencionales. Osorio-Gómez et al. (2023), describen el crecimiento de Construcción 4.0, pero la brecha regional aconseja soluciones escalables. La codificación propuesta puede ejecutarse primero en hojas compartidas; después, los mismos identificadores pueden alimentar BIM, tableros o algoritmos de visión.

El estudio ecuatoriano de Saldaña et al. (2025), refuerza la necesidad de mejorar precisión y suficiencia de la documentación técnica. En Puerto Cayo, los registros ya contienen gran parte de la información necesaria. El salto de calidad consiste en hacer que esa información sea comparable entre jornadas y que cada dato termine en una acción verificable. Esa mejora fortalece la supervisión, reduce pérdida de información y facilita el aprendizaje organizacional.

Limitaciones del estudio y líneas futuras de investigación

El estudio presenta cinco limitaciones. La primera es su alcance: se trata de un caso único, y sus resultados describen las condiciones constructivas y organizativas de una obra costera durante un periodo de algo más de dos meses, sin pretensión de generalización estadística. La segunda es la fuente: los informes diarios fueron elaborados por la propia residencia de obra, de modo que reflejan lo que se decidió registrar y no fueron verificados con mediciones independientes en campo. La tercera es la ausencia de resultados de rotura de probetas y de ensayos de durabilidad, lo que impidió evaluar la resistencia alcanzada, la penetración de cloruros o el recubrimiento real del acero. La cuarta es la falta de una línea base de programación identificable, que impidió calcular atraso, valor ganado o índices de desempeño. La quinta son las inconsistencias entre número y fecha de algunos informes; la matriz de concordancia permitió controlarlas, pero no eliminarlas.

De estas limitaciones se derivan líneas de trabajo concretas. Una primera línea consiste en evaluar los resultados de compresión de las probetas elaboradas, con el criterio de aceptación del ACI 318-19, y relacionarlos con la dosificación registrada en cada vaciado. Una segunda línea es asignar la clase de exposición a cada elemento del malecón y medir perfiles de cloruros y espesores de recubrimiento en los muros, para estimar el periodo de iniciación de la corrosión. Una tercera

es aplicar de forma prospectiva la estructura de registro de la Tabla 5 en las etapas restantes de la obra y comparar la completitud de los datos y el tiempo necesario para reconstruir el estado de una actividad, antes y después de su adopción. Por último, un estudio de varios casos de obra pública costera en Manabí permitiría comprobar si las brechas documentales observadas son propias de esta obra o comunes a la región, y, una vez consolidada una línea base, incorporar indicadores de valor ganado.

Conclusiones

Los 29 informes diarios permitieron reconstruir la secuencia constructiva entre el 22 de mayo y el 31 de julio de 2026 y cuantificar el arranque del relleno: 180 m^3 de cascajo en la primera jornada frente a 4 208,81 m^3 estimados. Su valor analítico dependió de que la cantidad y el control topográfico aparecieran en el mismo registro.

Al corte de la matriz, solo 4 de 28 actividades tenían avance (100 %, 80 %, 40 % y 40 %). Ese dato no puede traducirse en atraso o adelanto, porque el cronograma detallado se extiende hasta el 31 de enero de 2027, fuera del plazo declarado de 180 días, y no hay una línea base identificada.

El vaciado de muros alcanzó 1,60-2,40 m^3/h, un indicador útil para dimensionar la cuadrilla y el suministro durante la jornada. La conformidad del hormigón, en cambio, no puede establecerse con la evidencia disponible: hay dos dosificaciones volumétricas sin diseño de mezcla, sin relación agua-cemento verificable y sin resultados de rotura.

La especificación $f'c = 210$ kg/cm^2, junto con la dosificación por volumen, corresponde a un hormigón de uso general y no cumpliría los requisitos de la clase C2 (35 MPa; a/mc ≤ 0,40) si los muros del malecón quedan expuestos a salpicadura marina. Asignar la clase de exposición a cada elemento es la corrección técnica prioritaria del expediente.

Un código común que enlace informe diario, actividad de línea base, lote de hormigón y ensayo resolvería las tres brechas anteriores sin necesidad de BIM ni de visión por computador, y dejaría la información preparada para una digitalización posterior.

Referencias

American Concrete Institute. (2019). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19) and commentary (ACI 318R-19)*.

Araya, F. (2021). The influence of changes in construction productivity: A state of the art review. *Revista Ingeniería de Construcción*, *36*(3), 268–274. https://doi.org/10.7764/ric00001.21

ASTM International. (2021). Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens (ASTM C39/C39M-21). https://store.astm.org/c0039_c0039m-21.html

ASTM International. (2024). Standard practice for making and curing concrete test specimens in the field (ASTM C31/C31M-24). https://n9.cl/n3c25

Berenguer, R., Passos, A., Monteiro, E. C. B., Helene, P., Just, Â., Oliveira, R., Medeiros, M., & Carneiro, A. (2018). Verifying chloride penetration in concrete test samples partially immersed in seawater in Recife, Pernambuco. *Revista ALCONPAT*, *8*(2), 108–122. https://doi.org/10.21041/ra.v8i2.195

Cai, Y., & Liu, Q.-F. (2023). Stability of fresh concrete and its effect on late-age durability of reinforced concrete: An overview. *Journal of Building Engineering*, 79. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107701

Castro Carrera, F. F., Castro Merino, E. P., Osorio López, J. C., & Merizalde Aguirre, J. E. (2022). Causas de retraso en la construcción de proyectos de agua potable y alcantarillado en Ecuador. *Gaceta Técnica*, *23*(1), 3–19. https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.2

Ccama-Condori, H. A., & Panca-Humpiri, L. V. (2024). Estrategias de mejora del desempeño del cronograma en proyectos de construcción. *Novasinergia*, *7*(2), 164–182. https://doi.org/10.37135/ns.01.14.10

Ding, Y., Ma, J., & Luo, X. (2022). Applications of natural language processing in construction. *Automation in Construction*, 136. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104169

Ekanayake, B., Wong, J. K.-W., Fini, A. A. F., & Smith, P. (2021). Computer vision-based interior construction progress monitoring: A literature review and future research directions. *Automation in Construction*, 127. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103705

Haist, M., Schack, T., Coenen, M., Vogel, C., Beyer, D., & Heipke, C. (2023). Concrete 4.0: Sustainable concrete construction with digital quality control. *ce/papers*, *6*(6), 1555–1562. https://doi.org/10.1002/cepa.2965

Joshua, O., Olusola, K. O., Nduka, D. O., Ede, A. N., Olofinnade, O. M., & Job, O. F. (2020). Modified mix design development specification batched by volume from specified mix design by weight towards improved concrete production. *MethodsX*, 7. https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100817

Mejía-Aguilar, G., Gutiérrez-Prada, J. A., Portilla-Carreño, O. H., & Medina-Martínez, B. A. (2022). Evaluación de los retrasos en actividades de construcción utilizando redes Bayesianas: Caso de estudio. *Entramado*, *18*(2). https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.8006

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-HM: Estructuras de hormigón armado*.

Osorio-Gómez, C. C., Herrera, R., Pellicer, E., Alzate-Buitrago, A., & Aristizábal-Torres, D. (2023). Construction 4.0:Cluster analysis and research perspectives. *Revista Ingeniería de Construcción*, *38*(3), 493–506.https://doi.org/10.7764/ric.00083.21

Pal, A., Lin, J. J., Hsieh, S.-H., & Golparvar-Fard, M. (2023). Automated vision-based construction progress monitoring in built environment through digital twin. *Developments in the Built Environment*, 16. https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100247

Qureshi, A. H., Alaloul, W. S., Wing, W. K., Saad, S., Musarat, M. A., Ammad, S., & Kineber, A. F. (2023). Automated progress monitoring technological model for construction projects. *Ain Shams Engineering Journal*, *14*(10). https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102165

Reja, V. K., Varghese, K., & Ha, Q. P. (2022). Computer vision-based construction progress monitoring. *Automation in Construction*, 138. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104245

Rivera, L., Baguec, H., Jr., & Yeom, C. (2020). A study on causes of delay in road construction projects across 25 developing countries. *Infrastructures*, *5*(10). https://doi.org/10.3390/infrastructures5100084

Saldaña, C., Román, D., Castillo, T., Andrade, A., & Mora, C. (2025). Evaluación de calidad de especificaciones técnicas en obras civiles. *Novasinergia*, *8*(1), 99–112. https://doi.org/10.37135/ns.01.15.03

Sarmento, M., & Ribeiro-Ferreira, M. L. (2021). Factors affecting construction productivity in Brazil: Comparison with recent international research. *Revista Ingeniería de Construcción*, *36*(3), 369–379.

Tukundane, H., & Yang, Y. (2024). Effect of project control practices on the performance of building construction companies in Uganda: A case study of the City of Kampala. *Buildings*, *14*(6). https://doi.org/10.3390/buildings14061818

Ukpata, J. O., Ogirigbo, O. R., & Black, L. (2023). Resistance of concretes to external chlorides in the presence and absence of sulphates: A review. *Applied Sciences*, *13*(1). https://doi.org/10.3390/app13010182

Vassena, G. P. M., Perfetti, L., Comai, S., Mastrolembo-Ventura, S., & Ciribini, A. L. C. (2023). Construction progress monitoring through the integration of 4D BIM and SLAM-based mapping devices. *Buildings*, *13*(10). https://doi.org/10.3390/buildings13102488

Xiao, B., Wang, Y., Zhang, Y., Chen, C., & Darko, A. (2024). Automated daily report generation from construction videos using ChatGPT and computer vision. *Automation in Construction*, 168.

Autores

Glider Nunilo Parrales Cantos. Ingeniero, docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, carrera de Ingeniería Civil.

Jhoisy Nataly Calva Vera. Estudiante universitario de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).

Angel Sebastian Remache Pérez. Estudiante universitario de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).

Angel Steven Giler Alvia. Estudiante universitario de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.