

## **Fiscalización externa del proyecto de ampliación del Muelle Internacional 2 del Puerto de Manta: garantía de calidad**

### **External audit of the project for the expansion of International Pier 2 at the Port of Manta: quality assurance**

*Javier Enrique Baque Solís<sup>1</sup>*

*Efrén Segundo Loor Loor<sup>2</sup>*

*Viviana Elizabeth Moreira Carreño<sup>3</sup>*

#### **Resumen**

El artículo expone el proceso de fiscalización independiente desarrollado en el proyecto de ampliación en 60 metros del Muelle Internacional 2 del puerto de Manta, Ecuador. Describe los objetivos, metodología, actividades realizadas y resultados de la supervisión técnica efectuada para garantizar el cumplimiento de especificaciones y la calidad de la obra. Detalla procedimientos como la verificación de pilotes hincados, control de elementos prefabricados y hormigonado in situ. Presenta resultados de ensayos de resistencia que validaron el cumplimiento de requisitos en los distintos componentes. Asimismo, reporta el adecuado manejo ambiental según el plan de gestión aprobado. La fiscalización permitió confirmar la correcta ejecución del proyecto dentro de plazos y presupuesto. Se recomienda iniciar el proceso de recepción definitiva dada la comprobación integral de las condiciones contractuales y los

---

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. Magister en Gestión Ambiental. Contratista de varias obras. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. E-mail: [javierbaque\\_3@hotmail.com](mailto:javierbaque_3@hotmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5395-2537>

<sup>2</sup> Ingeniero Civil. Magister en Educación, Mención en Docencia e Investigación Superior. Magister en Ingeniería Civil, Mención en Construcción de vivienda social. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. E-mail: [efrenloor96@gmail.com](mailto:efrenloor96@gmail.com) ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6076-5388>

<sup>3</sup> Licenciada en Trabajo Social con certificación en Seguridad y Salud Ocupacional. Magister en Gestión de Talento Humano. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. E-mail: [vivielizm@hotmail.com](mailto:vivielizm@hotmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0434-1092>



estándares de calidad requeridos. El artículo es un caso demostrativo de los beneficios de implementar controles independientes en obras de infraestructura portuaria.

*Palabras clave:* fiscalización, calidad, ampliación de muelles

### **Abstract**

The article outlines the independent audit process for the 60-meter expansion project of International Pier 2 at the Port of Manta, Ecuador. It elaborates on the objectives, methodology, and activities of the technical supervision conducted to ensure adherence to specifications and work quality. Procedures such as verification of driven piles, control of prefabricated elements, and in-situ concreting are detailed. The article presents the results of resistance tests, validating the compliance of different components with the requirements. It also highlights the adequate environmental management in line with the approved plan. The audit affirmed the project's successful execution within the set schedule and budget. Given the comprehensive verification of contractual conditions and required quality standards, it is recommended to commence the definitive reception process. The article serves as a case study demonstrating the benefits of implementing independent controls in port infrastructure works.

*Keywords:* inspection, quality, dock expansion

### **Introducción**

A lo largo de la historia, los puertos han sido las arterias del comercio global, palpitando con el intercambio de bienes y culturas. Hoy, en la era de la hiperconectividad y las cadenas de suministro transoceánicas, estos centros logísticos viven una transformación vertiginosa. Las expansiones internacionales —colosales obras de ingeniería que desafían mares y presupuestos— se erigen como estandartes de ambición y progreso. Pero, ¿navegan estos

proyectos gigantescos sobre aguas calmas o se ocultan bajo su imponente infraestructura corrientes turbulentas de riesgo e incertidumbre?

He aquí la imperiosa necesidad de la fiscalización externa en proyectos internacionales de expansión de muelles. En un mundo donde los miles de millones invertidos en diques, grúas y dragado exigen un retorno seguro (Leiva Galarza, 2018), la supervisión especializada se convierte en el ancla que brinda estabilidad y evita el naufragio. ¿Acaso podemos embarcarnos en estas titánicas odiseas a ciegas, sin un faro que ilumine los escollos financieros, operativos y de sostenibilidad ambiental que acechan en el horizonte?

Más allá de la urgencia económica, la investigación sobre fiscalización externa en expansiones portuarias responde a una imperiosa necesidad social. Estos proyectos, al modificar de manera drástica el tejido de las comunidades costeras, tienen el potencial de generar tanto prosperidad como desequilibrio (Casant López, 2016). ¿Cómo garantizar que las nuevas terminales se traduzcan en beneficios equitativos para las poblaciones locales, sin menoscabar el patrimonio cultural y el delicado ecosistema marino? ¿Puede una obra de tal envergadura avanzar sin un riguroso análisis de su impacto social y ambiental?

Finalmente, la actualidad reclama con urgencia este campo de estudio. La carrera por la supremacía portuaria se intensifica, impulsada por el auge del comercio electrónico y la reconfiguración de las rutas comerciales (Marzagalli, 2019). Las innovaciones tecnológicas, desde la automatización hasta la inteligencia artificial, prometen revolucionar la gestión portuaria, pero también plantean nuevos desafíos en materia de ciberseguridad y ética. ¿Podremos aprovechar este viento de cambio sin una brújula que oriente la navegación entre oportunidades y peligros?

Sergiy et al. (2019) consideran que los problemas de los proyectos y programas de infraestructuras complejos que se llevan a cabo en condiciones de incertidumbre están relacionados con el perfeccionamiento y los cambios de la estrategia bajo la influencia de factores críticos externos e internos. Subrayan así la importancia de utilizar herramientas de fiscalización estratégica. Al respecto, Godinho et al. (2022) exponen que la opción de expansión puede tener un valor elevado, fuertemente determinado por las condiciones iniciales, y que los umbrales de expansión (los valores de la demanda que desencadenan la expansión) cambian significativamente a lo largo del proyecto. Por su parte, Chen (2023) plantea que si se descuida la supervisión y gestión de la calidad de los proyectos de construcción se pueden producir consecuencias muy graves.

Topchiy et al. (2019) esbozan problemas relacionados con las deficiencias existentes en el ámbito de la supervisión de obras y la relación entre los participantes en el proceso. Se enfocan así en la aplicación de una supervisión integral y completa que lleve a un nivel que minimice los riesgos del cliente y reduzca al mínimo el número de errores. Asimismo, Velloso Assis et al. (2022) sostienen que las inversiones en terminales portuarias son sensibles a la incertidumbre. En este escenario, la incertidumbre del transporte mundial de cargas puede desalentar las inversiones en infraestructura en esta clase de proyectos.

Por tanto, se reafirma la importancia, la necesidad social y la imperiosa vigencia de la fiscalización externa en proyectos internacionales de expansión de muelles (Cruz Barzola y Armijos de la Cruz, 2022). Este estudio no solo contribuirá a la optimización de inversiones y la mitigación de riesgos (Gómez Fuster, 2023), sino que también sentará las bases para un desarrollo portuario sostenible e inclusivo, respetuoso del medio ambiente y las comunidades que albergan estas infraestructuras vitales (Cabello-Pérez et al., 2022). En definitiva, se trata de

navegar hacia un futuro donde los puertos sean no solo motores de la economía global, sino también faros de progreso social y ambiental.

## **Desarrollo**

### **Descripción general del proyecto**

El proyecto consistió en la ampliación del Muelle Internacional 2 del Terminal Portuario de Manta (Ecuador) en 60 metros adicionales hacia el mar, con el propósito de incrementar su capacidad de operación de carga y ampliar su plataforma de atraque.

La infraestructura portuaria de Manta reviste gran importancia al ser uno de los principales puertos de contenedores y carga del país en la costa Pacífico (Pérez Sarango, 2021). El crecimiento sostenido del comercio exterior ecuatoriano (Copo et al., 2020) ha generado la necesidad de expandir y optimizar las instalaciones existentes para mejorar la competitividad.

El Muelle Internacional 2 soporta actualmente una intensa actividad de buques portacontenedores, carga general y pasajeros. Su ampliación busca responder a la demanda presente y futura, permitiendo el atraque de embarcaciones más grandes y un mayor volumen de manipulación de mercancías.

El proyecto comprendió una extensión total de 45 metros de ancho por 60 metros de largo, agregando una superficie adicional de 2700 m<sup>2</sup> a la plataforma de atraque. La infraestructura ampliada replica las características técnicas y de capacidad portante del muelle existente.

Los trabajos iniciaron con la recepción de las áreas de trabajo y abarcaron desde la detección y liberación de posibles obstáculos menores (que impedían la instalación de pilotes) en el lecho marino, luego, la hincada de pilotes de concreto pretensados con punta de acero, la

instalación de vigas prefabricadas de concreto y losetas pretensadas, fundición de hormigón en sitio, provisión y colocación de bolardos y defensas.

Tras la conclusión de la fase constructiva, se procedió a la implementación de señalización, optimizando así la navegación en la zona. Esta expansión ha incrementado de manera sustancial la capacidad de manipulación de carga del puerto, permitiendo operaciones de carga y descarga más eficientes.

El proceso constructivo fue fiscalizado de manera independiente para garantizar el cumplimiento de normas técnicas, la calidad de materiales y procesos, y la aplicación de buenas prácticas ambientales durante la ejecución.

### **Detalles del proceso de fiscalización**

La fiscalización del proyecto estuvo a cargo de la consultora Dameró S.A. y tuvo como propósito verificar el cumplimiento de todas las condiciones técnicas y operativas de la obra, de acuerdo a los estudios y diseños aprobados para la ampliación del Muelle Internacional 2. En correspondencia, los objetivos específicos se enfocaron en:

- Verificar la profundidad efectiva de los pilotes hincados en el sitio de trabajo, asegurando que cumplan con los requisitos de diseño y las normativas aplicables.
- Evaluar la ubicación y penetración de los pilotes hincados, asegurando que se ajusten a las especificaciones del proyecto y que no representen riesgos para la estabilidad de la estructura.
- Realizar una revisión detallada de las estructuras de capiteles, azuches y pilotes que están llegando al sitio de trabajo, así como de las losetas, asegurando su conformidad con los planos y las normativas vigentes.

- Supervisar el proceso de fundición de hormigones, garantizando que se cumplan los estándares de calidad especificados en el proyecto y que se minimice cualquier impacto ambiental negativo.
- Realizar una revisión integral de los planos estructurales, especificaciones técnicas y diseños en concordancia con el sitio de trabajo, asegurando que exista coherencia entre la documentación y la ejecución de la obra.
- Verificar que durante la ejecución del proyecto se cumplan todas las normativas y planos vigentes, así como las directrices de la Guía de Buenas Prácticas Ambientales, para garantizar la sostenibilidad y minimizar los impactos ambientales adversos.

La metodología aplicada se basó en una supervisión continua e *in situ* de las actividades, con presencia permanente de fiscalizadores residentes que registraron diariamente el avance mediante un libro de obra y registro fotográfico. También se realizaron mediciones topográficas y ensayos de laboratorio al hormigón para corroborar resistencias de diseño.

El alcance de la fiscalización abarcó la verificación de: pilotes y penetraciones; estructuras prefabricadas y fundidas; procesos de hormigonado; planos, normas y especificaciones técnicas; medidas ambientales; programación y avance de obra.

Dentro de las principales obligaciones asumidas, el fiscalizador debía exigir la buena calidad en todas las etapas, revisar la idoneidad de equipos y personal, verificar cantidades de obra, detectar imprevisiones técnicas, coordinar medidas ambientales e informar periódicamente el estado del proyecto.

La asignación de labores se definió de la siguiente manera:

- El Ingeniero Residente General asiste a diario las actividades constructivas, con el fin de que se cumpla con lo requerido en el proyecto en su componente de obra, según diseños para este proyecto.
- El Ingeniero Residente Estructural asiste a diario las actividades constructivas, con el fin de que se cumpla con lo requerido en el proyecto en su componente Estructural, según diseños para este proyecto su participación se centra en la supervisión de las estructuras de hormigón armado.
- El ingeniero ambiental cubre las actividades constructivas, según las actividades lo requieran, de acuerdo a los trabajos programados por la contratista de la obra; con el fin de que se cumpla con el Plan de Manejo de seguridad en construcción/Ambiental determinado para este tipo de proyecto.

Además, con el fin de que se cumpliera con los ensayos *in situ* del hormigón y la calidad del hormigón con la resistencia estimada que se realizan en un laboratorio de suelos registrado y equipado con los equipos pertinentes para este tipo de pruebas y proyecto. Así se asignaron otras labores como el ingeniero Topógrafo, contando con un ayudante de topografía según las actividades programadas por la contratista de la obra, con el fin de que se cumpla con la correcta supervisión de los trabajos a ejecutarse en el proyecto. Finalmente, las actividades administrativas se centran en una oficina de labores diarias con la asistencia de una secretaria.

El plazo total estimado para la fiscalización fue de 6 meses calendario desde la recepción de áreas de trabajo. El proceso inició en febrero y culminó en julio de 2023, cubriendo todas las actividades de la fase constructiva de la ampliación del muelle.

### **Principales actividades de fiscalización**

#### ***Verificación de pilotes***

## FISCALIZACIÓN EXTERNA DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL MUELLE INTERNACIONAL

- Supervisión diaria del proceso de hincado de los pilotes de hormigón pretensado.
- Medición de penetraciones finales para corroborar profundidades de diseño.
- Revisión de verticalidad y alineaciones de pilotes según ejes del proyecto.
- Presencia en pruebas dinámicas PDA para verificar capacidad portante real.

***Verificación de elementos prefabricados***

- Control dimensional y de calidad de vigas, losas y capiteles prefabricados recibidos en obra.
- Supervisión del proceso de montaje de elementos sobre pilotes y nudos de unión.
- Toma de núcleos y ensayos de resistencia del hormigón.

***Supervisión de procesos de hormigonado***

- Revisión previa de armaduras en sitio antes de cada fundición.
- Control del vertido, vibrado y curado *in situ* de nudos, bordillos y losa topping.
- Extracción de testigos para ensayos a compresión del hormigón.

***Revisión de planos y normativas***

- Análisis integral de planos, especificaciones y diseños del proyecto.
- Verificación del cumplimiento de normas técnicas y regulaciones aplicables.

***Coordinación ambiental***

- Supervisión de implementación de medidas ambientales y Plan de Manejo según normativa.
- Monitoreo periódico de parámetros ambientales: ruido, efluentes, etc.
- Atención a requerimientos y fiscalización de autoridades ambientales.

A continuación, se presenta el proceso apoyado en fotografías:

Los pilotes y demás elementos prefabricados se construyeron en el campo del contratista CIPORT & TECNAC ubicado en la ciudad de Guayaquil por la empresa TITANDOL DEL ECUADOR C.L. Se desarrollaron las actividades de corte y figurado del acero, así como el armado longitudinal y transversal del pilote, como se muestra en la figura 1.

**Figura 1**

*Corte, figurado y armado del acero de refuerzo de los pilotes*



El acero de refuerzo longitudinal estuvo conformado por varillas de 28mm de diámetro y el acero transversal (estribos) correspondieron a varillas de 10mm, las cuales presentaron las respectivas certificaciones (la resistencia a la fluencia fue de 4200 kg/cm<sup>2</sup>).

Los pilotes pretensados poseían una resistencia a la compresión de 420kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo con las especificaciones técnicas. Esta resistencia fue medida experimentalmente mediante la rotura de cilindros.

**Figura 2**

*Preparación de la fundición de los pilotes pretensados  $f'c=420\text{kg/cm}^2$*





Los pilotes son provistos con un azuche metálico de acero ASTM A588 Gr. 50 para proteger la punta en suelos duros y garantizar su penetración. Los azuches utilizados fueron de L=1500mm, 2000mm y 3000mm según lo señalado en los planos estructurales.

**Figura 3**

*Azuche metálico para la punta de los pilotes*



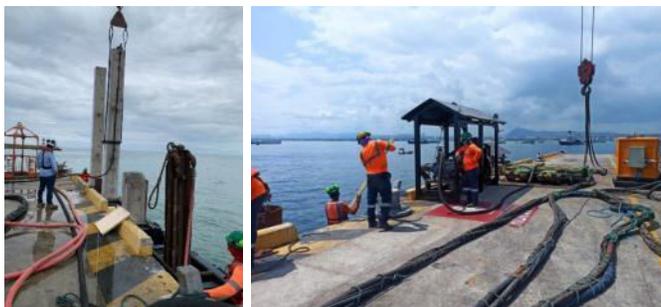
Los pilotes pretensados de 650x650mm fueron hincados una vez adquirida su resistencia mínima de  $0.85f'c$  a la compresión y  $3\sqrt{f'c}$  a la tracción. Teniendo como resistencia a la compresión  $f'c=420\text{kg/cm}^2$ .

Para el hincado los pilotes fueron provistos de una tubería de PVC en el baricentro del pilote con la finalidad de utilizar una bomba de agua a presión. Antes de proceder con el hincado se instaló una estructura falsa que sirve de guía para la alineación de los pilotes, asegurando precisión en la ubicación.

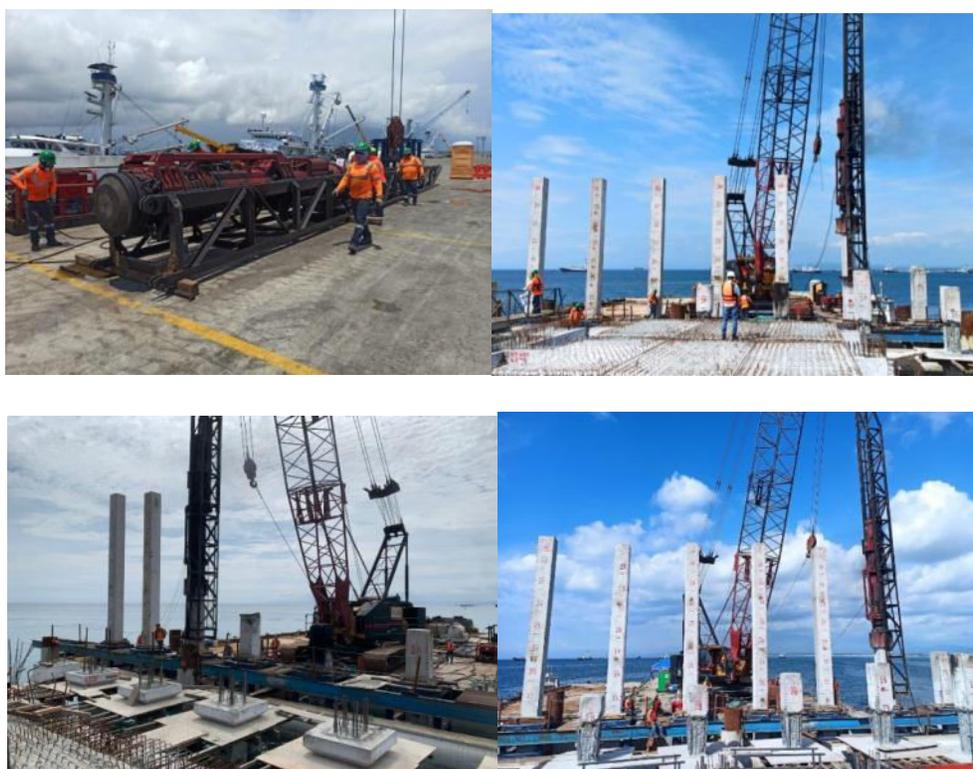
El hincado se lo ejecutó con un martillo a diésel tal como se indica en las especificaciones técnicas del proyecto. El martillo empleado fue de marca Pileco modelo D62-22.

**Figura 4**

*Descenso del pilote con la bomba de agua*

**Figura 5**

*Hincado de pilotes de pilotes pretensados con martillo a diésel*



Una vez hincado los pilotes hasta el estrato correspondiente, se procede a quitar la estructura falsa y al descabezado de los mismos.

**Figura 6**

*Descabezado de los pilotes*



Los pilotes del eje 11E y 12M sufrieron daños durante el proceso de hincado. Por ello se planteó una solución técnica para el reemplazo de nuevos pilotes en cada caso.

Para el eje 11E el contratista propuso el hincado dos pilotes nuevos separados a una distancia de 50cm con respecto al pilote dañado. De tal forma se creó un encepado o capitel de dos pilotes. La propuesta de dos pilotes se dio para brindar mayor estabilidad al nudo sobre el cual llegaron 4 vigas.

**Figura 7**

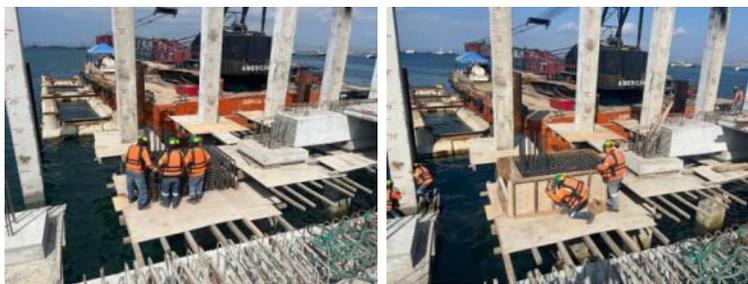
*Armado del encepado de los pilotes del eje 11E*



Para el eje 12M el contratista propuso el hincado un nuevo pilote a una distancia de 50cm con respecto al pilote dañado. De tal forma que se crea un encepado o capitel excéntrico. El contratista adjunta las memorias de cálculo y se pudo constatar que la propuesta es viablemente técnica.

**Figura 8**

*Armado del capitel excéntrico para el pilote del eje 12M*



Se realizaron pruebas de carga dinámicas PDA, mediante el analizador PDA 8G. Estas pruebas de carga se realizaron mediante el martillo a diésel utilizado en la hincada. Las pruebas se efectuaron en los pilotes que durante el proceso de hincado se aplicó la menor energía con el martillo. Se tomaron los casos más desfavorables; los resultados en las pruebas de carga PDA fueron satisfactorios, porque los pilotes alcanzaron una capacidad mayor a la especificada.

#### **Figura 9**

*Ejecución de pruebas dinámicas PDA en los pilotes*



Se realizaron pruebas dinámicas PDA al pilote ubicado en el eje M3 (eje 3-M) el día 09 de mayo de 2023. El resultado obtenido de acuerdo con el informe de pruebas PDA+CAPWAP fue de 408T. El documento indicó que la resistencia por fuste fue de 128T y la resistencia por la punta fue de 280T, dando una capacidad total de 408T.

Posteriormente, el 23 de mayo de 2023 se realizaron las pruebas PDA al pilote D6 (eje 6-D). La resistencia obtenida en el ensayo conforme el informe de pruebas PDA+CAPWAP fue de 570T. La resistencia por fuste fue de 219T y la resistencia por la punta fue de 351T, dando una capacidad total de 570T.

Se realizaron pruebas dinámicas PDA a los pilotes del eje 11 y 12. El día 04 de julio se realizaron los ensayos a los pilotes 11K y 11N. El 21 de julio se realizaron las pruebas a los pilotes 12I y 12K. El resultado obtenido de acuerdo con el informe de pruebas PDA+CAPWAP de los pilotes estuvo entre 410T y 485T.

Los pilotes tenían una carga de servicio (carga muerta más carga viva) igual a 180T conforme la memoria técnica del consultor. Los factores de seguridad se encuentran entre 2.27 y 3.17, los cuales son satisfactorios porque son mayores a 2, mínimo requerido por las normas técnicas de construcción. Finalmente, la integridad del pilote observada en las pruebas PDA fue satisfactoria.

Se verificó el acero de refuerzo en los elementos prefabricados. En el caso de las vigas VT el armado inferior corresponde a  $6\phi 28\text{mm}$ , la armadura intermedia a  $2\phi 12\text{mm}$  y la armadura superior a  $4\phi 20\text{mm}$ . La armadura superior luego trabajó como armadura intermedia, dado que la armadura superior final fue armada en obra en conjunto con la fundición en sitio del resto de la viga para llegar de una altura de 0.8m a 1.2m.

#### **Figura 10**

*Verificación del acero de refuerzo de las vigas prefabricadas*

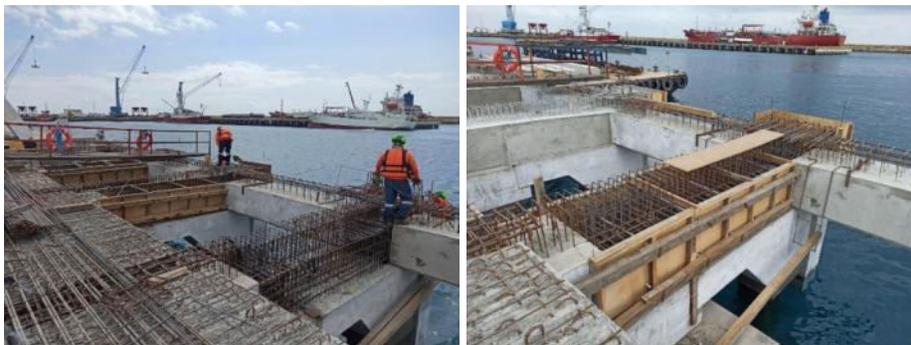


Una vez que se realizó el montaje de los elementos prefabricados se debía completar el armado del acero de refuerzo en las vigas, vigas pantalla, capiteles perimetrales fundidos en sitio, nudos, armado secundario de la losa topping, bordillos. Para ello la Fiscalización Externa realizó

el respectivo control de calidad revisando las cuantías, recubrimientos, longitud de traslapes, ganchos, entre otros parámetros importantes antes de realizar la fundición en sitio.

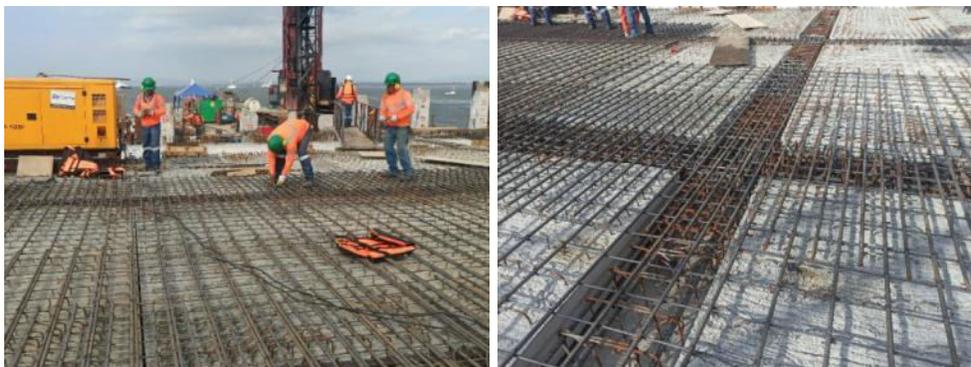
**Figura 11**

*Armado en sitio del acero de refuerzo de las vigas de pantalla (ejes 2 a 4 M-N)*



**Figura 12**

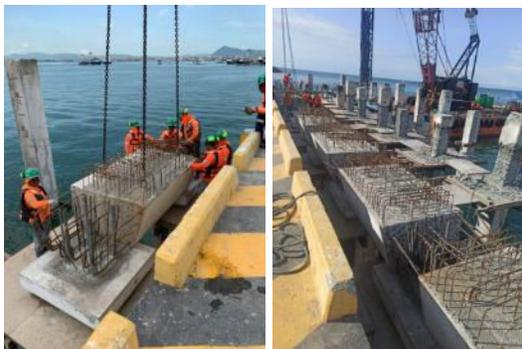
*Armado en sitio de la losa topping*



Se realizó el montaje de los elementos prefabricados. Todos los elementos prefabricados para la ampliación del muelle internacional No. 2, son de resistencia a la compresión de  $420\text{kg/cm}^2$ . Primero se colocaron los capiteles luego del descabezado de los pilotes. Una vez colocados los capiteles y fundido el nudo del capitel, se efectúa el montaje de las vigas prefabricadas.

**Figura 13**

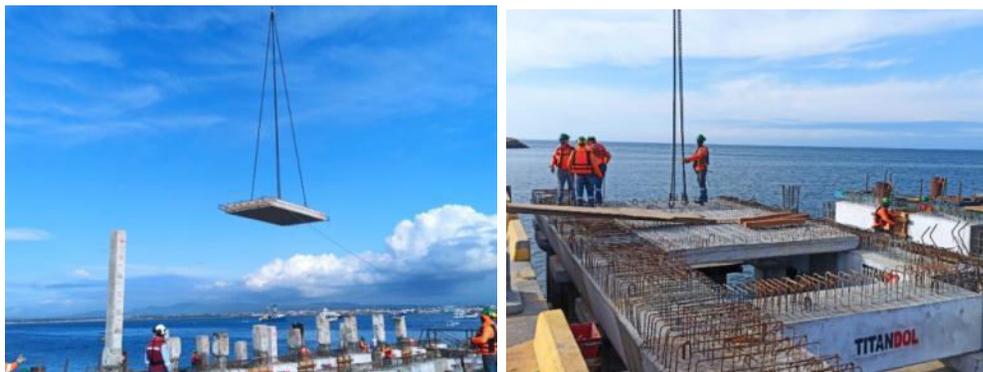
*Montaje de las vigas prefabricadas*



Se procedió con el montaje de las losetas pretensadas ubicadas sobre las vigas prefabricadas, una vez que se han fundido los nudos. El hormigón fundido en sitio para los nudos es de resistencia a la compresión de  $350\text{kg/cm}^2$ .

**Figura 14**

*Montaje de losetas prefabricadas*

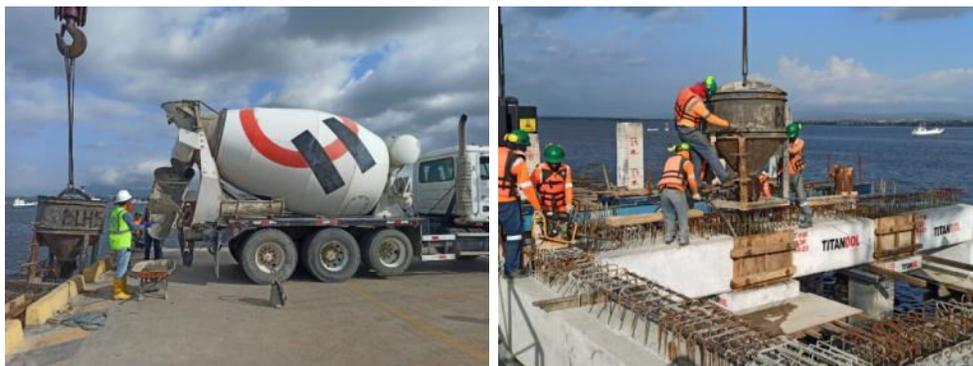
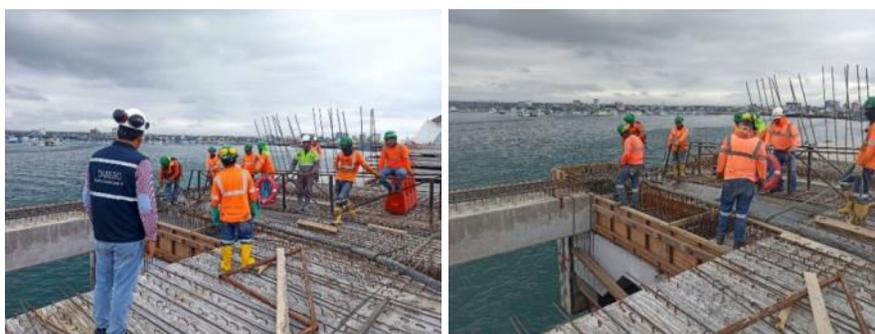


**Figura 15**

*Montaje de pantallas de hormigón prefabricadas (ejes 2 y 3 A-B)*



**Figura 16**

*Fundición de nudos en las vigas del eje 5***Figura 17***Fundición vigas de pantalla*

Para la fundición de la losa topping se realizó el respectivo armado del acero secundario para contrarrestar los efectos de temperatura y contracción de fraguado. Adicional a esto se utilizó una fibra de polipropileno mezclada en el hormigón para lograr un mejor desempeño. Cabe recalcar, que para garantizar la durabilidad ante efectos de corrosión del acero se utilizó un inhibidor de corrosión en el hormigón, cumpliendo las especificaciones técnicas del proyecto. Para el vaciado del hormigón se aplicó varias metodologías según las condiciones en obra: vaciado directo, con bomba y con una cesta o canasta izada mediante grúas. Luego de realizar la función del hormigón de la losa topping se procedía al alisado del piso mediante helicóptero.

**Figura 18***Aplicación de inhibidor de corrosión al hormigón de la losa topping*

## FISCALIZACIÓN EXTERNA DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL MUELLE INTERNACIONAL



**Figura 19**

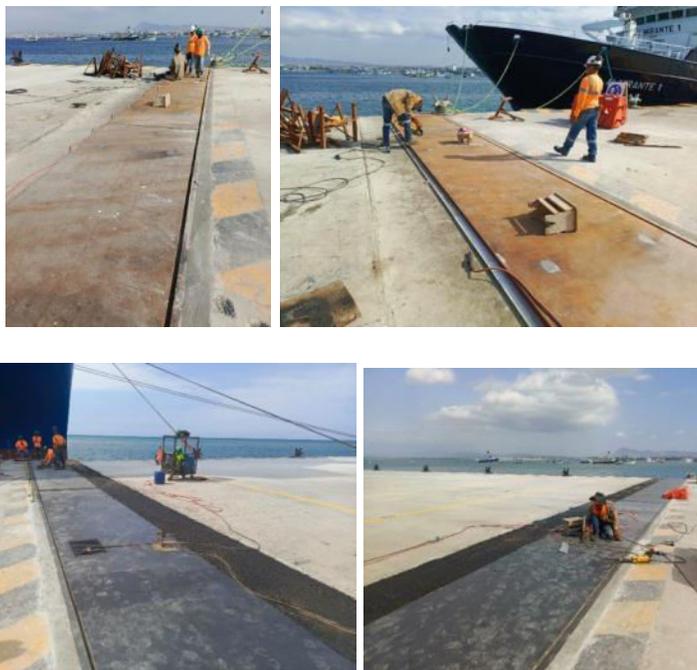
*Fundición de la losa topping*



En el mes de agosto se terminó la instalación de la junta colocando todas las placas de 50mm y el material bituminoso (asfalto) como se muestra a continuación.

**Figura 20**

*Instalación de la junta entre el muelle existente y la ampliación*



Para el control de la calidad del hormigón se extrajeron probetas o cilindros los cuales fueron comprimidos en la prensa de laboratorio hasta la rotura para obtener la resistencia a la compresión. Los cilindros empleados tuvieron 10cm de diámetro y 20cm de altura. La prensa de laboratorio obtuvo la curva esfuerzo deformación del hormigón conforme se fue aplicando la carga y registró la fuerza axial máxima obtenida en la rotura.

**Figura 21**

*Registro de carga ante la rotura de cilindros de hormigón en pilotes a los 3 días*





*Nota:* Se aprecia que la resistencia a la compresión obtenida a los 3 días en los pilotes se encuentra entre 51.7MPa (527.3kg/cm<sup>2</sup>) a 61.5MPa (627.3kg/cm<sup>2</sup>), las cuales son mayores que la resistencia esperada a los 28 días de 420 kg/cm<sup>2</sup>. Esto permitió que los pilotes puedan ser hincados porque superan la resistencia de diseño.

**Figura 22**

*Registro de carga ante la rotura de cilindros de hormigón en nudos vigas del eje 1 y 2 a los 7 días*



**Figura 23**

*Registro de carga ante la rotura de cilindros de hormigón en nudos de vigas del eje 4 a los 7 días*



Como medio de verificación se obtuvo el esfuerzo o resistencia a la compresión como el cociente entre la carga  $P=217.2\text{kN}$  y el área del cilindro de  $78.5\text{cm}^2$  para una muestra del hormigón en nudos de vigas del eje 4 a los 7 días. La resistencia obtenida de  $282.33\text{ kg/cm}^2$  obtenida a los 7 días superó el 70% de la resistencia de diseño, especificada para esa edad del hormigón. La resistencia de diseño a los 28 días fue de  $350\text{ kg/cm}^2$ .

### **Resultados de la fiscalización**

#### ***Cumplimiento de plazos y presupuesto***

- La ampliación del muelle culminó dentro del plazo contractual de 6 meses.
- El presupuesto final estuvo acorde a lo planificado, sin sobrecostos.

#### ***Cumplimiento de especificaciones técnicas***

- Todos los materiales y procesos constructivos cumplieron normas y estándares aplicables.
- No se detectaron imprevisiones, omisiones o errores en planos y diseños.

#### ***Calidad de materiales y procesos***

## FISCALIZACIÓN EXTERNA DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL MUELLE INTERNACIONAL

- Los pilotes, elementos prefabricados y hormigones cumplieron resistencias de diseño.
- Los proveedores y procesos constructivos fueron idóneos.

***Ensayos de resistencia***

- Se realizaron ensayos a los testigos de hormigón, confirmando resistencias especificadas.
- Los resultados en pilotes, vigas y losas superaron los 410 kg/cm<sup>2</sup>.
- Las mediciones de ultrasonido y esclerómetro corroboraron uniformidad y calidad.
- Las pruebas dinámicas PDA verificaron capacidad portante real de pilotes entre 400 y 570 toneladas.

Los resultados permitieron confirmar la buena ejecución del proyecto, cumpliendo los requisitos técnicos y de calidad establecidos en las bases de contratación y normativa aplicable.

**Aspectos ambientales*****Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental***

- Se implementaron todas las medidas establecidas en el PMA aprobado para la obra.
- No se registraron incumplimientos ni observaciones por parte de fiscalización o autoridades.

***Minimización de impactos adversos***

- El monitoreo de parámetros ambientales (ruido, efluentes) estuvo dentro de límites permisibles.
- Se minimizaron impactos sobre la calidad de agua y perturbaciones a fauna marina.
- Los residuos peligrosos y especiales tuvieron una disposición adecuada.

***Coordinación de medidas de mitigación***

- Se coordinó con autoridades la revisión e implementación de planes de contingencias.
- Se gestionaron oportunamente los permisos ambientales requeridos.

- Se respondieron en plazo las observaciones o requerimientos ambientales.
- No se registraron incidentes, derrames ni sanciones ambientales.

El proceso constructivo se ejecutó conforme los lineamientos del Plan de Manejo Ambiental, demostrando un compromiso ambiental responsable por parte del contratista y cumpliendo la normativa aplicable.

### **Conclusiones**

La fiscalización del proyecto de ampliación del Muelle Internacional 2 se ejecutó de manera satisfactoria, permitiendo validar la calidad de la construcción y el cumplimiento de las condiciones contractuales.

Dentro de los principales logros obtenidos estuvieron la verificación de especificaciones técnicas, el aseguramiento de la resistencia estructural mediante rigurosos ensayos, la garantía de durabilidad de materiales y procesos, y la supervisión efectiva de requerimientos ambientales.

Los resultados permitieron valorar positivamente la conclusión de la obra dentro del cronograma y presupuesto previstos, con óptimos estándares de calidad, sin imprevisiones técnicas y minimizando impactos ambientales negativos.

Como consideraciones finales relevantes se recomienda iniciar el proceso de recepción definitiva de las obras ejecutadas, dada la comprobación integral de las condiciones contractuales y los atributos de calidad requeridos en el proyecto de ampliación.

El proceso desarrollado constituye una buena práctica de fiscalización independiente para este tipo de proyectos de infraestructura portuaria y puede replicarse en futuras intervenciones, dada su efectividad para garantizar los intereses técnicos, económicos y ambientales.

Los registros generados respaldan la transparencia del proceso para todas las partes involucradas. La coordinación entre fiscalizador, contratista y autoridad delegante ha sido positiva en pos de los objetivos planteados.

El presente artículo constituye un caso demostrativo de los beneficios de implementar una fiscalización independiente en proyectos de ampliación o mejoramiento de infraestructura portuaria.

Documenta en detalle aspectos técnicos, metodológicos, de coordinación y resultados, que pueden ser replicados en futuros procesos de fiscalización para este tipo de obras marítimas.

Ofrece una perspectiva integral de interrelación entre el fiscalizador, el contratista y las entidades contratantes, en pos de garantizar la calidad mediante controles objetivos e independientes.

Provee información valiosa sobre procedimientos de verificación de pilotes, elementos prefabricados y procesos de hormigonado en obras sobre el mar. Así como de la integración de aspectos ambientales.

Sus resultados cuantitativos y cualitativos respaldan la utilidad de la fiscalización para minimizar desviaciones en el alcance, tiempos o presupuesto de los proyectos.

En conclusión, el artículo aporta significativamente al conocimiento en fiscalización de obras portuarias demostrando su efectividad para controlar riesgos técnicos y mejorar atributos de calidad. Sus contenidos son extrapolables y sirven de referencia para la planeación de futuras iniciativas.

### **Referencias**

Cabello-Pérez, R. E., Andrade-Estrada, M. G., & López-Morales, J. S. (2022). Situación actual del sector portuario y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS): el caso del puerto de

- Veracruz, México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 32(60).
- Cascant López, E. (2016). *Anteproyecto de muelle de cruceros y estación marítima en el puerto de Denia (Alicante)* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Chen, P. (2023). Construction of Construction Engineering Quality Supervision and Management System Based on BIM. *Advances in Engineering Technology Research*, 6(1), 581-581.
- Copo, H. B., Oliva, L. M., Pocaterra, E. V., & Borgucci, E. (2020). Ecuador y la Alianza del Pacífico: Estudio comparativo sobre oportunidades de crecimiento vía sector externo. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 25(4), 628-647.
- Cruz Barzola, R. B., & Armijos de la Cruz, B. A. (2022). *Expansión de la infraestructura portuaria para atención naves en atracadero de carga y descarga contenerizados en un terminal portuario ubicado en la ciudad de Guayaquil en Ecuador* (Doctoral dissertation, ESPAE-ESPOL).
- Godinho, P., Souza, J. C., & Torres, P. (2022). Real options-based Valuation of Infrastructure Expansion: The Case of a Brazilian Port. *Global Business & Economics Anthology*, 2.
- Gómez Fuster, J. M. (2023). Herramientas estadísticas y de optimización para la gestión eficiente de terminales portuarias. Aplicación al puerto de Cartagena. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/12807>
- Leiva Galarza, D. V. (2018). *Análisis de los aspectos operacionales, legales, marítimos y tecnológicos que tiene el Puerto de Guayaquil Simón Bolívar a través de un benchmarking con los principales puertos de Colombia, Perú, Chile y Argentina* (Bachelor's thesis). <http://201.159.223.2/handle/123456789/2453>

Marzagalli, S. (2019). El comercio europeo con América durante el siglo XVIII: lógicas imperiales, apuestas económicas y repercusiones políticas. *Actas Historia y Arte*, 55-77.

Pérez Sarango, I. L. (2021). *Análisis del Desarrollo del Puerto de Manta durante el periodo 2015–2019* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas).

Sergiy, B., Boris, K., & Alina, Z. (2019, September). Strategic audit of infrastructure projects. In *2019 IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)* (Vol. 3, pp. 130-135). IEEE.

Topchiy, D., Yurgaytis, A., Babushkin, E., & Zueva, D. (2019). Construction supervision during capital construction, reconstruction and re-profiling. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 265, p. 07022). EDP Sciences.

Velloso Assis, A. C., Igrejas Silva, R., Monteiro Gomes, L. F. A., & Lopes Gonçalves, E. D. (2022). Port capacity expansion under real options approach: a case study in Brazil. *Independent Journal of Management & Production*, 13(1), 234-257.