



Optimización del proceso constructivo de un segmento de viaducto que conecta la infraestructura terrestre con los muelles del proyecto Puerto Antioquia.

Aiber Antonio Durango García

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Modalidad de Práctica Cursada

Semestre Industria

Asesora

Ainhoa Rubio Clemente, Doctor (PhD) en Ingeniería Ambiental y Doctor (PhD) en Ciencias de la Salud, asesora interna.

Camilo Alberto Muñoz, Ingeniero civil, asesor externo.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Apartadó, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Durango García, 2024)
Referencia	(Durango García, A.A, 2024). <i>Optimización del proceso constructivo de un segmento de viaducto que conecta la infraestructura terrestre con los muelles del proyecto Puerto Antioquia</i> . [Informe de práctica].
Estilo APA 7 (2020)	Universidad de Antioquia, Apartadó, Colombia.



Biblioteca Sede Apartadó

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a quien es mi madre y abuela, Libia Rosa García, la cual es la persona que ha estado incondicionalmente desde el momento que se hizo cargo de mí, entregándome todo su afecto y sus enseñanzas. Gracias a ella soy la persona que hoy soy, porque me ha inculcado principios y valores que me han hecho ser una mejor persona y sentirme siempre protegido, gracias a que estoy presente siempre en todas sus oraciones.

Agradecimientos

Inicialmente quiero agradecer a Dios y a la vida, por permitirme llegar hasta la etapa final de esta carrera y de estar a las puertas de unos de los grandes objetivos que tengo propuestos en la vida, que es ser un ingeniero civil. Agradecer al Consorcio Terminal Marítimo COTEMA, porque me ha permitido realizar la etapa práctica, en donde han sido meses de mucho aprendizaje, rodeado de excelentes profesionales.

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad de Antioquia, porque ha sido el lugar donde se ha podido materializar el sueño que una vez veía lejano, el convertirme en un ingeniero civil y gracias a este maravilloso lugar, hoy puedo decir que estoy a punto de cumplir el sueño. A todos los compañeros con los que interactué, con los que estuve durante varios años enfocado y siendo el apoyo el uno del otro, agradecido y feliz de que todos luchemos por cumplir las metas propuestas. Un agradecimiento enorme a la corporación Gilberto Echeverri Mejía, debido a que fui beneficiado con una beca de sostenimiento, la cual fue de gran ayuda, ya que antes de tenerla tenía que trabajar durante las vacaciones para poder ahorrar y tratar de solventarme durante el semestre académico. Agradecido y ojalá siga apoyando a personas que como yo queremos salir adelante y que este empujón económico permite que sea un poco más sencillo luchar por el sueño que poseen.

Finalmente, agradecer de todo corazón a todos los que han estado apoyándome de una u otra manera cada vez que lo he necesitado y a mi novia, quien ha estado a mi lado de manera incondicional, brindándome todo su apoyo y amor.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
1 Introducción	11
2 Planteamiento del problema	14
2.1 Antecedentes	16
3 Justificación	18
4 Objetivos	20
3.1 Objetivo general	20
3.2 Objetivos específicos	20
5 Marco teórico	21
5 Metodología	24
6 Resultados y análisis	25
8 Conclusiones	56
Referencias	58
Anexos	60

Lista de figuras

Figura 1 Vista tridimensional del proyecto Puerto Antioquia.	12
Figura 2 Viaducto de acceso a los muelles.	15
Figura 3 Sección transversal del viaducto.....	25
Figura 4 Planta de fabricación de pilotes en COTEMA.	26
Figura 5 Pilotes en el lugar de instalación.	27
Figura 6 Izaje de pilotes con longitud menor de 40 m.....	27
Figura 7 Proceso de verticalización de pilotes.	28
Figura 8 Guía de instalación de pilotes.	29
Figura 9 Hincado de pilotes hasta cota de diseño.	30
Figura 10 Vista isométrica de la sleeve.....	32
Figura 11 Spreader beam para sleeve.....	32
Figura 12 Izaje e instalación de sleeve con spreader.	33
Figura 13 Detalle de refuerzo de plug.....	34
Figura 14 Instalación de fique en la parte inferior del refuerzo del plug.	35
Figura 15 Instalación de platina y guaya para protección catódica.	36
Figura 16 Izaje de cap beam sobre la sleeve.	37
Figura 17 Fundición de plug.	38
Figura 18 Izaje de viga pretensada con grúa de celosía con capacidad de 600 Tn.	40
Figura 19 Ubicación de vigas pretensadas en el segmento de viaducto.	40
Figura 20. Proceso de instalación de vigas pretensadas.....	41
Figura 21 Remolcador Neptune Supplier.....	42
Figura 22 Plano de acero de refuerzo de cap beam in situ.....	43
Figura 23 Instalación de acero de refuerzo de viga in situ.....	44
Figura 24. Vista del encofrado lateral, en planta (a) y en perfil (b).....	45

Figura 25 Proceso de encofrado de cap beam en inicio/fin de segmento de viaducto.....	45
Figura 26 Proceso de fundición de cap beam in situ.....	46
Figura 27 Configuración típica de losa en un segmento de viaducto.	47
Figura 29 Perfil típico de losa en vista frontal y lateral.	48
Figura 30 Sección típica de acero de refuerzo de la barrera de concreto y bordillo respectivamente.....	49
Figura 31 Sección típica de encofrado de losa.....	49
Figura 32 Proceso de fundición de losa.	50
Figura 33 Sección típica de la barrera de concreto y el bordillo.....	51
Figura 34 Sección típica de la base y poste de iluminación.....	52
Figura 35 Mecanismo de junta de expansión, para la unión entre segmentos de viaducto.....	52
Figura 36 Avance actual del viaducto.....	53
Figura 37 Cuadro para la obtención de la cantidad de acero y concreto instalada durante un día.	55

Lista de anexos

Anexo 1. Formato de informe diario antiguo.....	60
Anexo 2. Formato de informe diario modificado e implementado.....	61

Glosario y terminología

COTEMA: Consorcio Terminal Marítimo

EGCM: Eiffage Génie Civil Marine

kJ: kilojoule

Sleeve: Manga prefabricada con hormigón reforzado, ubicado alrededor de la parte superior del pilote, funcionando como soporte de las cap beams.

Cap Beam: Viga cabezal transversal al trestle ubicada sobre los sleeves que soporta las vigas longitudinales

Plug: Tapón de hormigón, reforzado con acero que se encuentra ubicado en la parte superior del pilote.

Viga pretensada: Son aquellas cuya armadura está formada por tendones de acero de alta resistencia a la que se aplica una fuerza de tensado controlada que produce una presolicitación del hormigón a compresión que irán ubicadas de manera longitudinal al viaducto.

Barcaza: Artefacto naval sin propulsión, utilizado para transporte de material.

Spreader: Sistema elevador, instalado entre la carga y el equipo de elevación

Placing boom: Brazo hidráulico que funciona como conductor de concreto desde la bomba estacionaria hasta un punto.

Resumen

Actualmente, se está llevando a cabo la construcción del proyecto Puerto Antioquia, una terminal multipropósito ubicada en el costado sur oriental del Golfo de Urabá, Antioquia, Colombia. Dicho proyecto se divide en la infraestructura terrestre, la vía de acceso y los muelles.

Este informe se enfoca en la optimización del proceso constructivo de un segmento de viaducto que conecta la infraestructura terrestre con los muelles del proyecto Puerto Antioquia, en donde se busca realizar una descripción del proceso constructivo, realizar un análisis de cada una de las fases y brindar soluciones o estrategias de mitigación para cada una de las etapas donde se evidencien falencias para así contribuir en la optimización del proceso y por ende que se dé un mayor rendimiento en la obra. Adicionalmente, se realiza la modificación del formato de informe diario, herramienta que es de gran importancia en el desarrollo de un proyecto, debido a que permite conocer el avance diario de la obra y mostrar a quienes revisan el desempeño del proyecto, información clara y concisa.

Palabras clave: Puerto Antioquia, Proceso constructivo, Viaducto, Optimización

Abstract

The construction of the Puerto Antioquia project, a multipurpose terminal located on the southeastern side of the Gulf of Urabá, Antioquia, Colombia, is currently underway. The project is divided into the land infrastructure, the access road and the docks.

This report focuses on the optimization of the construction process of a viaduct segment that connects the land infrastructure with the docks of the Puerto Antioquia project, where a description of the construction process, an analysis of each of the phases and provide solutions or mitigation strategies for each of the stages where shortcomings are evidenced in order to contribute to the optimization of the process and thus give a better performance in the work. Additionally, the modification of the daily report format is made, a tool that is of great importance in the development of a project, because it allows to know the daily progress of the work and show to those who review the performance of the project, clear and concise information.

Key words: Puerto Antioquia, Construction process, Viaduct, Optimization.

1 Introducción

Urabá es la principal región productora de banano y plátano del país, abasteciendo a diversos mercados internacionales con esta fruta tropical, de ahí el nombre de eje bananero a 4 de sus municipios, como lo son Apartadó, Turbo, Chigorodó y Carepa (Cámara de Comercio de Urabá [CCURABA], 2020), Además, esta región se caracteriza por diversas actividades económicas, como la pesca, la ganadería, la agroindustria, la agricultura y el turismo. Su ubicación geográfica, limitando por el norte con el mar Caribe, la convierte en un lugar potencial para importar y exportar mercancía, la cual contribuye con el desarrollo económico no solo de la región sino del país (Gobernación de Antioquia, 2024).

En este sentido, la región de Urabá es un punto estratégico donde se piensa construir distintos proyectos a futuro que mejoren la conectividad y capacidad comercial del país, entre ellos, Puerto Antioquia. Puerto Antioquia es un importante proyecto portuario para el desarrollo de la región y el país que está actualmente en construcción y que tiene ventajas, entre las que destacan el desarrollo económico de la región, el impulso de las empresas agrícolas locales, la vinculación de las manos productoras colombianas con el mercado mundial, la empleabilidad (la cual se estima en 1600 empleos directos en construcción, 800 empleos directos en operación y 17 mil empleos indirectos), la instalación de empresas a la región que aporten a la empleabilidad, la mejora de la eficiencia, los costos, seguridad y sustentabilidad de las exportaciones, la significativa reducción del tiempo de transporte y logística de los centros productivos como Medellín, Bogotá, Manizales y Pereira, y la mejora de las áreas naturales y de la calidad de vida de los habitantes de la región (Puerto Antioquia, 2024).

Puerto Antioquia es un proyecto que comenzó en 2022; si bien, se ha venido planeando desde 1871 cuando se realizaron los primeros estudios. Desde ese momento, se obtuvieron las licencias ambientales, se establecieron acuerdos entre los grupos comunitarios involucrados, se dio la firma del contrato con COTEMA (Consortio Terminal Marítimo, un consorcio integrado por EIFFAGE GENIE CIVIL MARINE SAS y TERMOTECNICA COINDUSTRIAL SAS), luego el cierre financiero y finalmente se emitió la orden de inicio. Actualmente, lleva 1 años y 9 meses en construcción y se proyecta el inicio de operaciones en 2025 (Puerto Antioquia, 2024).

El proyecto de Puerto Bahía Colombia de Urabá se encuentra localizado al costado sur de Bahía Colombia del Golfo Urabá, mar Caribe de la costa Atlántica de Colombia, en cercanías a la desembocadura del río León y la vereda El Canal del corregimiento de Nueva Colonia, perteneciente al municipio de Turbo, Antioquia.

El proyecto se localiza a 2600 m aguas arriba de la desembocadura de río León, en las coordenadas 7°55'28" latitud Norte y 76°44'15" longitud Oeste. La altura media del proyecto es de 1.5 m.s.n.m de acuerdo con su ubicación el proyecto colinda con:

- Norte: Bahía Colombia, Golfo Urabá y el Municipio de Turbo
- Sur: Canal de Nueva Colonia, Municipio de Apartadó y Carepa, departamento de Antioquia.
- Oriente: Corregimientos de Turbo, Nueva Colonia y Río Grande.
- Occidente: Río León y Límite fronterizo con Panamá.

Figura 1 Vista tridimensional del proyecto Puerto Antioquia.



Nota. Fuente <https://domatlda.com/proyecto-puerto-antioquia-con-domat-infraestructura-hormigo> (Domat, 2024)

Este puerto será multipropósito y permitirá canalizar el tráfico de contenedores, cargas sueltas, vehículos, banano, plátano, frutas exóticas, productos perecederos y graneles sólidos, no hidrocarburos. El proyecto estará compuesto por 3 obras principales: La construcción de la

carretera de acceso, la construcción del terminal portuario y la construcción de una plataforma marítima conectada al terminal portuario a través de un viaducto y de un puente cruzando el río León. Finalmente, se dará la consolidación de las redes hidráulicas y secas, los edificios administrativos y de talleres, y la instalación y la puesta en marcha de las redes de distribución eléctrica necesarias para la eficiente operación del terminal (CCI France Colombia, 2024).

En este orden de ideas, todas las obras principales de este proyecto deben de ser ejecutadas con precisión por el departamento a cargo, con el fin de que cumpla con los estándares de calidad, lo que implica que cada una de estas obras tenga un buen proceso constructivo.

Ahora bien, dentro de las obras del proyecto se encuentra la construcción de un viaducto sobre el mar, que conectará la plataforma en tierra con los muelles de Puerto Antioquia, representa un desafío significativo desde el punto de vista de la ingeniería civil. Este tipo de infraestructura requiere una planificación meticulosa, el uso de materiales especializados y la implementación de técnicas avanzadas de construcción para garantizar su durabilidad y funcionalidad en un entorno marino (Johnson & Tatum, 1993).

Por esto, el propósito de este proyecto es optimizar el proceso constructivo de un segmento específico del viaducto, el cual, como se había mencionado anteriormente, conecta la infraestructura terrestre con la marina, permitiendo la navegación de los equipos marítimos en zonas poco caladas. Para ello, se ha realizado la descripción y análisis del proceso constructivo de un segmento de viaducto marino, destacando las etapas clave, los materiales utilizados y las necesidades de mejora, consecuentemente, se brindan soluciones y se mejora el informe diario con el fin de que se tenga información real del avance y estado del proyecto.

Finalmente, este trabajo no solo aporta un análisis detallado y sistemático del proceso constructivo, sino que también ofrece recomendaciones prácticas para futuros proyectos similares, beneficiando tanto a la empresa como a la comunidad académica.

2 Planteamiento del problema

El proyecto de desarrollo de Puerto Antioquia en el Golfo de Urabá representa una de las iniciativas más ambiciosas en infraestructura portuaria de Colombia, destinada a fortalecer la conectividad entre las operaciones terrestres y marítimas. A través de una alianza estratégica entre Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A. (PBCU) y el Consorcio Terminal Marítimo de Antioquia (COTEMA), se busca hacer la ingeniería, construcción y puesta en marcha del puerto, transformando esta región en un centro clave para el comercio nacional e internacional.

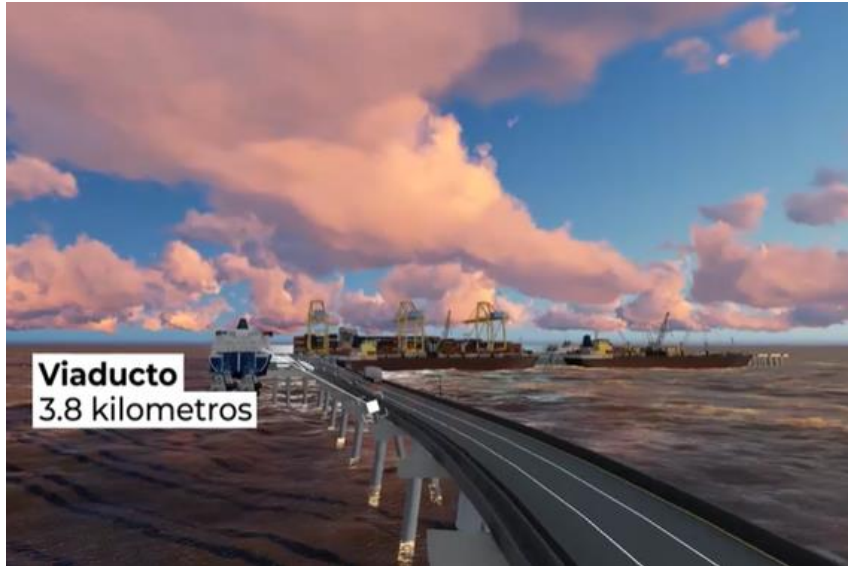
En este sentido, Puerto Antioquia es una obra de gran envergadura que trae consigo diversos desafíos, los cuales hacen necesario la división de dicho proyecto en diferentes partes, esto con el fin de tener el control de cada una de ellas, que a su vez se pueden ir subdividiendo.

El proyecto abarca diversas áreas de ingeniería y construcción, las cuales se dividen en tres áreas principales. La primera es el departamento OnShore (en tierra), encargado de la planificación y ejecución de toda la infraestructura terrestre. Esta incluye las oficinas, el patio de contenedores y la vía de acceso industrial que conecta con el puerto. La segunda área es el departamento OffShore (marítimo), que abarca la construcción del viaducto y la plataforma marítima, junto con todas las obras civiles necesarias para su operación eficiente en el mar. Finalmente, el departamento de Bridge (puente) se dedica a la planificación y construcción del puente sobre el Río León, el cual será clave para conectar la infraestructura terrestre (OnShore) con la marítima (OffShore).

En la infraestructura marítima se construirán 4 muelles, que serán encargados de recibir buques de diferentes magnitudes para exportar e importar productos, y un viaducto de acceso de 3.8 kilómetros sobre el mar que conectara con la infraestructura terrestre (terminal en tierra) y el muelle, permitiendo así la circulación de los productos mediante vehículos de carga.

Ahora bien, el viaducto marítimo objeto de estudio de este proyecto es una obra desarrollada a partir de la ingeniería civil en la que intervienen obreros, maestros e ingenieros y facilita que se pueda atravesar el mar y llegar a la parte terrestre, lo cual permite el paso de vehículos.

Figura 2 *Viaducto de acceso a los muelles.*



Nota. Fuente <https://puertoantioquia.com.co/es/about> (puerto Antioquia, 2024)

El proceso constructivo del viaducto sobre el mar presenta varios retos desde distintas áreas del conocimiento incluyendo la ingeniería civil, desde allí, se dirige la construcción y se evidencian distintos desafíos como las condiciones ambientales que retrasan el cronograma y generan sobrecostos, además, retos como la buena planificación de las distintas fases del proceso y la gestión de los distintos materiales y la coordinación eficaz entre el equipo encargado, los cuales si no se ponen en marcha de manera correcta afectan la eficiencia y la viabilidad económica del proyecto.

En este sentido, y debido a la importancia del viaducto y a la necesidad de mejorar el proceso constructivo del mismo, para mejorar la eficiencia y el tiempo de construcción, la pregunta a resolver con la realización de este trabajo es la siguiente.

¿Cómo se puede optimizar el proceso constructivo del segmento de viaducto que conecta la infraestructura terrestre con los muelles del proyecto Puerto Antioquia para mejorar la eficiencia y minimizar el tiempo de construcción?

2.1 Antecedentes

La ingeniería civil y los actores vinculados en el desarrollo de proyectos enfrentan constantemente grandes retos, lo que implica la generación de estrategias para mejorar los procesos constructivos. La optimización del proceso de construcción de un viaducto es de vital importancia para incrementar la eficacia y eficiencia de la obra, reduciendo tiempos, costos, y mejorando la calidad del proceso (Leandro, 2008). Por lo tanto, es esencial para lograr los objetivos del proyecto, revisar investigaciones previas en las que se han optimizado procesos constructivos de viaductos o de otras infraestructuras similares.

En este sentido, una de las investigaciones relacionadas con el tema en cuestión, es la realizada por Magno y Tembo (2023) en la escuela de arquitectura de Londres, llamada, la cual tuvo como objetivo optimizar los procesos de construcción mediante la metodología Lean, que tiene como principios fundamentales la mejora continua, la participación de todos los actores, el enfoque en el cliente, la planificación detallada, el uso de tecnologías avanzadas, procedimientos estandarizados y sencillos y mapeo de flujo de valor. Los resultados de este trabajo evidenciaron la efectividad de la metodología Lean, la cual produjo transformaciones como la disminución de los costos, el ahorro de tiempo en los proyectos y la mejora en la calidad del proceso de construcción. Finalmente, los autores reafirman que la aplicación de los principios Lean puede ser una oportunidad para que las empresas mejoren el desarrollo de los proyectos, ya que, esta tiene diversas ventajas.

Del mismo modo, Gómez et al., (2012) en su trabajo presentó una propuesta que combina la simulación digital con los principios Lean, el primero permite ver la obra de forma digital y generar cambios en forma de simulación y el segundo, hacer uso más eficiente de los recursos, identificar pérdidas o bajos niveles de producción de los trabajadores, hacer los procesos sencillos y buscar oportunidades de mejora. Los resultados obtenidos demostraron que hubo un ahorro de tiempo significativo de ejecución, que el método facilita la toma de decisiones en cuanto a los recursos de construcción, la reducción de costos y el aumento de la productividad.

Por otro lado, el proyecto ejecutado en China por Zhang (2012) encontró que, uno de los problemas que identifica el proceso de construcción es la falta de fluidez de flujo de información, por tanto, diseñó un modelo de optimización utilizando tecnología de gestión de la información

y el flujo de materiales el cual permite que los trabajadores tengan información en tiempo real, lo que logra que se tenga mayor control del proceso de construcción, se reduzcan los costos y se mejore la gestión de los proyectos. Así mismo, en Costa Rica, Leandro (2008) en su estudio señala la importancia de otros elementos adicionales para lograr el éxito, como lo son, las nuevas tecnologías, la buena administración de recursos humanos y materiales, la seguridad, el diseño del sitio, la comunicación entre todos los implicados en el proceso, la búsqueda de la mejor calidad y la protección del medio ambiente.

En conclusión, las investigaciones revisadas resaltan la trascendencia de la optimización de los procesos constructivos a través de diferentes metodologías, como los principios Lean, la simulación digital y la gestión integrada del flujo de información. Estos estudios resaltan que la mejora continua, la participación de todos los actores, y el uso eficiente de tecnologías avanzadas y procedimientos estandarizados pueden lograr reducciones significativas en costos y tiempos, así como las mejoras en la calidad de las obras. Además de esto, se resalta la necesidad de una comunicación fluida y gestión de la información en tiempo real para mantener el control sobre el proceso constructivo. Estos hallazgos fortalecen la idea de que la adopción de estrategias innovadoras y la incorporación de tecnologías nuevas son fundamentales para el éxito en la realización de proyectos de construcción.

3 Justificación

En el proceso de construcción del viaducto, la eficiencia y la optimización de los procesos constructivos son cruciales para asegurar la viabilidad económica y técnica del proyecto. Por esta razón y teniendo presente que la construcción del viaducto se realiza por etapas, se hace necesario la identificación de cada una de las fases y lo que se desarrolla en cada una de ellas para así poder identificar las falencias que puedan presentarse en cada una de ellas, y que pueden ser áreas de mejora, ya que un error o una situación adversa, repercute en la construcción de la siguiente fase, lo que puede generar desafíos para cumplir con los estándares de calidad y un aumento en el tiempo de ejecución, lo cual afecta los cronogramas de cumplimiento establecidos.

Por tal motivo, mediante la descripción de cada una de las fases se busca identificar cada una de las áreas en las cuales haya oportunidades de mejora y optimización, para contribuir así a los desafíos presentados, como lo son la gestión eficiente de los recursos, la correcta planificación, el cumplimiento de los plazos establecidos y la minimización de costos sin comprometer la calidad y seguridad de la obra.

Por otro lado, este proyecto busca facilitar la comprensión por parte de otras personas del proceso constructivo de un viaducto y de las distintas acciones que se deben tener en cuenta para que sea un proceso óptimo y de buena calidad. Adicionalmente, la creación de un informe diario que permita el registro del avance de lo que se lleva del proceso constructivo posibilita que se tenga un monitoreo del proyecto en tiempo real, la identificación de falencias de manera inmediata, la toma de decisiones de manera informada para corregir los problemas que se presenten y la mejora en la comunicación entre el equipo a cargo del trabajo.

Finalmente, reconociendo que el viaducto que se está construyendo cumple un papel importante en el funcionamiento óptimo del puerto, en lo que refiere a la conexión de lo marítimo con lo terrestre y al tránsito de vehículos y mercancía; es necesario la identificación de retos y así mismo las estrategias en las diferentes áreas que optimicen el proceso constructivo, también desde la ingeniería civil se pueden generar estrategias eficientes que favorezcan la construcción, considerando la seguridad estructural, la eficiencia en el uso de materiales, la mejora en los

estándares de calidad y durabilidad. Todo esto en pro de aportar al cumplimiento de los objetivos del proyecto Puerto Antioquia.

4 Objetivos

3.1 Objetivo general

Optimizar el proceso constructivo de un segmento de viaducto que conecta la infraestructura terrestre con los muelles del proyecto Puerto Antioquia.

3.2 Objetivos específicos

Describir cada una de las fases del proceso constructivo de un segmento de viaducto que conecta la infraestructura terrestre con los muelles.

Identificar las áreas de mejora en cada fase del proceso constructivo de un segmento de viaducto que conecta la infraestructura terrestre con los muelles.

Brindar soluciones o estrategias de mitigación para cada una de las fases del proceso constructivo en donde se evidencien falencias y modificar el formato de informe diario con el fin de que se tenga información real del avance y estado del proyecto.

5 Marco teórico

Para la comprensión y entendimiento de este proyecto, es fundamental visibilizar algunos conceptos teóricos clave que guían la investigación relacionados con los puertos, el proceso constructivo y los viaductos.

5.1 Los puertos marítimos

Los puertos marítimos, según la Real Academia Española (RAE, 2024), son un conjunto de instalaciones ubicadas en la costa que, debido a sus características naturales o artificiales, sirven para actividades de carga y descarga, desembarque y embarque. Los puertos son puntos de conexión cruciales entre el transporte marítimo y terrestre, facilitando la entrada y salida de mercancías que se transportan a nivel mundial. Estos lugares permiten la interconexión entre diferentes países, promoviendo así el comercio internacional y fortaleciendo la economía global (The Logistics World [TLW], 2023). Estos lugares se caracterizan por ser un vínculo entre lo interno y lo externo del país, mezclando culturas diversas y forjando relaciones comerciales y aportando a la globalización (Martner, 1999). Según Iglesias y Fernández (2015), un puerto debe cumplir con los siguientes requisitos:

Superficie de agua mayor a media hectárea, condiciones de abrigo y profundidad para los buques que quiera acoger; zona de fondeo, muelles y líneas de atraque adecuados que permitan realizar estas operaciones de forma segura; espacios para el depósito y almacenamiento de mercancías; infraestructuras terrestres y accesos adecuados a su tráfico que asegure su enlace con las principales redes de transporte y medios y organización que permiten efectuar operaciones de tráfico portuario (p.8).

En los puertos se desarrollan diferentes funciones esenciales, como la exportación e importación de mercancías, la carga y descarga de bienes, la manipulación, depósito, almacenamiento, inspección y el control de mercancías por parte de la aduana y sanidad, además del apoyo a los buques. La importancia de estas actividades desarrolladas en estos lugares radica en su contribución al desarrollo económico de los países, al facilitar el comercio internacional. Esto genera empleo y ofrece mayores oportunidades a las personas que viven en las áreas cercanas al

puerto. Asimismo, la presencia de un puerto puede estimular inversiones en infraestructura, servicios básicos y turismo en la región (Rúa, 2006). En esta línea, construir un puerto permite el desarrollo tanto de la región como del país donde se ubica, ya que el facilita que se lleven a cabo diversas actividades complejas y esenciales, por eso, el proceso constructivo de los puertos no es sencillo y requiere la participación de diversos profesionales incluidos ingenieros civiles, arquitectos, especialistas en logística, expertos en medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, maestros y obreros. Además, se necesita un capital elevado para que la infraestructura se construya de manera óptima y cumpla con los estándares de calidad, seguridad y eficiencia.

5.2 Proceso constructivo

Un proceso constructivo engloba un grupo de fases, actividades y operaciones organizadas que se deben realizar para llevar a cabo un proyecto, este va desde la planificación inicial hasta la finalización del proyecto o una de las partes que se está construyendo. El proceso constructivo es crucial para cumplir con los estándares de calidad requeridos y que la ejecución sea de manera eficaz y eficiente (Revista Completa, 2024). En este orden de ideas, el diseño y construcción de un puerto requiere de múltiples etapas, desde estudios del impacto ambiental, hasta la planificación y ejecución de la infraestructura básica, como muelles, terminales de carga, y sistemas de almacenamiento y también se consideran aspectos como la profundidad del agua, las corrientes marinas y la estabilidad del terreno.

Una de las obras que se debe construir como parte esencial de un puerto, de la cual se debe hacer un proceso constructivo, es el viaducto.

5.3 Segmento de un viaducto

Un viaducto es una obra que posibilita la conexión entre la infraestructura terrestre con la infraestructura marina. En el contexto de un puerto, la realización de un viaducto es necesario para que se pueda descargar la mercancía, su almacenamiento y su posterior distribución en tierra. Ahora bien, este tipo de estructuras es esencial para asegurar un flujo eficiente de mercancías entre buques y transporte terrestre y mejorar las operaciones logísticas (COTEMA,2024).

La construcción de un viaducto se construye por segmentos. Un segmento es una “parte cortada o separada de un todo, ya sea un elemento geométrico o una estructura completa” (RAE, 2023). Esta técnica de construcción por segmentos permite manejar y ensamblar secciones más manejables del viaducto, lo que facilita su transporte y montaje en el sitio. Dentro de los beneficios de un viaducto correctamente construido se encuentran la mejora de la eficiencia de las operaciones portuarias, la reducción de los tiempos de descarga y distribución, minimizar los costos logísticos y aumentar la capacidad de manejo de mercancías del puerto.

5 Metodología

Para llevar a cabo la realización del proyecto y cumplir con los objetivos propuestos, se propone realizar 3 etapas, comenzando con la descripción de cada una de las fases que se llevan a cabo en la construcción de un viaducto; para pasar a describir los procesos y actividades que están inmersas en este proceso, identificar las áreas en las que es posible realizar una mejora; y, finalmente, brindar estrategias de mejora para cada una de las fases del proceso constructivo de un segmento del viaducto en donde se hayan evidenciado falencias, agregando la modificación del formato de informe diario para que se evidencia información real del avance del proyecto.

Etapas 1. Descripción de cada una de las fases necesarias para llevar a cabo la construcción del segmento de viaducto. Para ello, se realiza una descripción de cada una de las fases que se deben llevar a cabo en la construcción del segmento de viaducto, mostrando los materiales, equipos y metodologías empleadas en cada una de ellas.

Etapas 2. Identificar áreas de mejora en cada fase del proceso constructivo de un segmento de viaducto que conecta la infraestructura terrestre con los muelles. Para esta etapa, con base en lo evidenciado en los planos y en las fases ejecutadas anteriormente, se identifican cuáles áreas presentan falencias al momento de ejecutarse, las razones que llevan a que no se tenga un desarrollo óptimo y las partes que están implicadas.

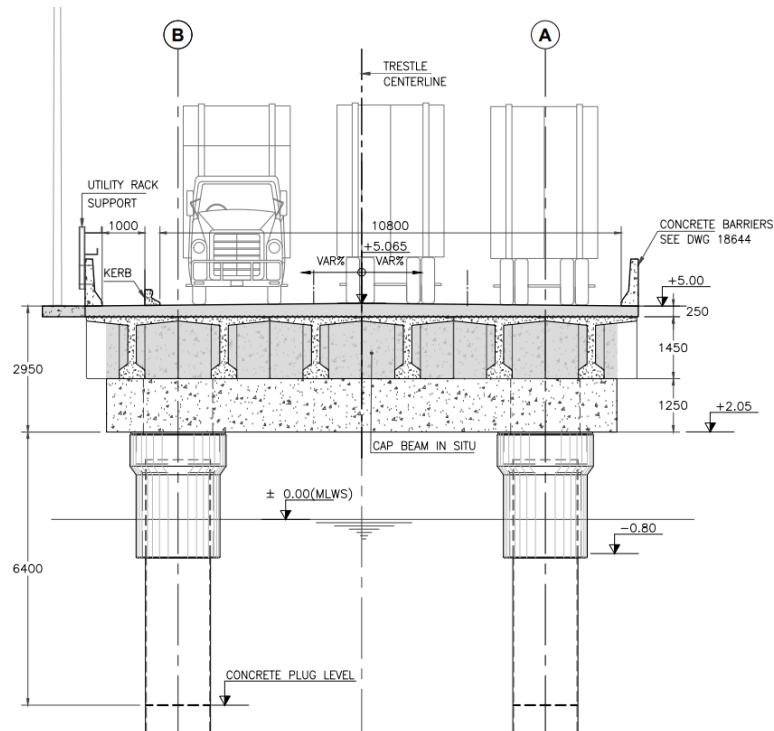
Etapas 3. Brindar soluciones o estrategias de mitigación para cada una de las fases del proceso constructivo en donde se evidencien falencias. Luego de evidenciadas las falencias que se presentan en cada fase constructiva, se proponen acciones que mejoren el proceso constructivo, ya sea en la planificación, utilización eficaz de los materiales o método constructivo. Finalmente, con la información obtenida, se modifica el formato de información diaria actual con el fin de evidenciar avances diarios reales de las actividades y novedades diarias y tener el control y claridad de la recepción de acero de la obra.

6 Resultados y análisis

A continuación, se describen los resultados obtenidos en cada una de las etapas propuestas para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos propuestos. Cada etapa tiene diversas actividades, por lo tanto, se dará a conocer la fase del proceso constructivo por etapas, identificando las falencias y brindando las estrategias propuestas o implementadas para la optimización de cada etapa.

Cada una de las etapas mencionadas son las que permitirán la construcción de la vía de acceso a los muelles del proyecto Puerto Antioquia conformada por 12 segmentos para un total de 3.25 de viaducto marítimo, la cual tendrá un ancho y espesor de losa aproximado de 12.95 m y 25 cm, respectivamente, dentro de los cuales se cuenta con una barrera de concreto continua en ambos lados, un bordillo continuo en lado izquierdo, en el sentido OnShore – Offshore, dejando así un ancho libre de vía de 10.8 m para 3 carriles, 2 para ingresar a los muelles y un carril para la salida.

Figura 3 Sección transversal del viaducto.



Nota. Fuente COTEMA (2024).

Fases del proceso constructivo del segmento de viaducto

Instalación de pilotes

El primer paso para la construcción del viaducto es la instalación de pilotes, los cuales son construidos en la planta de fabricación de pilotes y transportados sobre una barcaza por el río León, los cuales son cargados con la ayuda de una grúa con capacidad de 400 Ton, la cual se encuentra ubicada en el muelle de servicio, lugar en donde se encuentra el embarcadero de todas las barcasas.

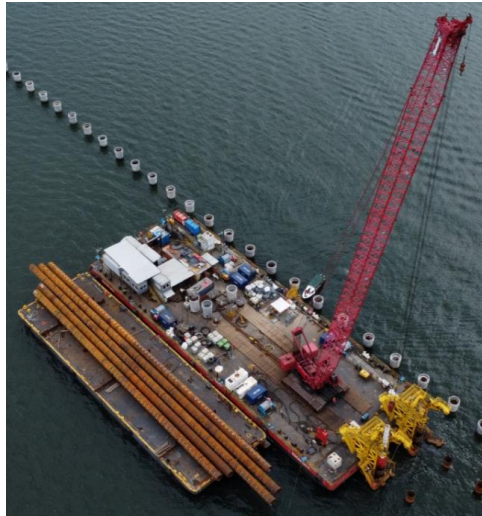
Figura 4 *Planta de fabricación de pilotes en COTEMA.*



Nota. Fuente COTEMA (2024).

La barcaza, luego de ser cargada con los pilotes, es trasladada con un remolcador hasta el lugar de instalación de los pilotes, movimiento que debe ser coordinado con los demás usuarios del Río León, que son las empresas bananeras, las cuales de manera frecuente usan el canal para transportar el banano hacia los barcos de carga. Una vez la barcaza se encuentra en el lugar de instalación, ésta es posicionada al costado de la barcaza EGCM 04, la cual posee una grúa de celosía con capacidad de 400 Tn y es la que se encarga de realizar la instalación de los pilotes.

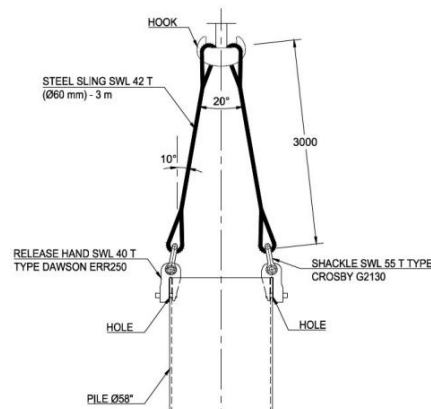
Figura 5 Pilotes en el lugar de instalación.



Nota. Fuente COTEMA (2024).

La grúa de celosía encargada de levantar e hincar los pilotes, levanta el pilote desde su parte superior hasta tener el pilote en la posición vertical. Para esta elevación se usan grilletes de liberación remota SWL 40T (Dawson ERRS250), los cuales se instalan en la parte superior del pilote, en donde se encuentran 1 orificios de 70 mm de diámetro a 180° y centrados a 250 mm de la parte superior del pilote en los cuales se instalan los grilletes y mediante eslingas metálicas son conectados al gancho de la grúa para así ser levantados verticalmente. Esta técnica es empleada cuando se tienen pilotes con longitudes menores de 40 m.

Figura 6 Izaje de pilotes con longitud menor de 40 m.



Nota. Fuente COTEMA (2024).

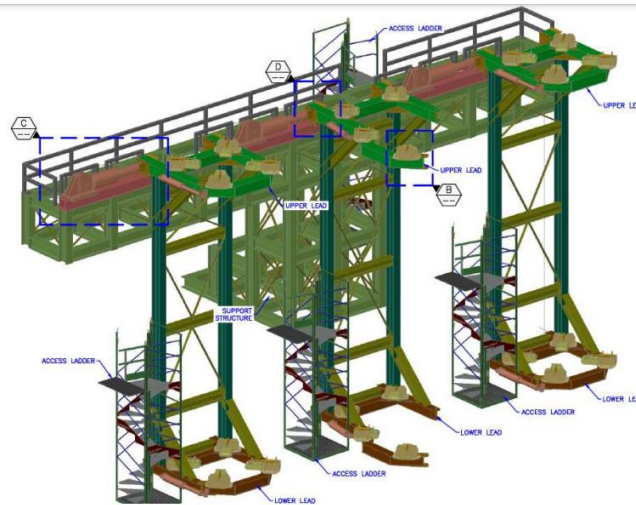
Cuando se tiene pilotes con longitudes superiores a 40 m, es necesario implementar un basculante para poder verticalizar dicho pilote, la cual a su vez está conectada mediante eslingas de acero a los pines de izaje que posee el pilote y de esta forma se verticaliza el pilote.

Figura 7 *Proceso de verticalización de pilotes.*



Nota. Fuente COTEMA (2024).

Una vez el pilote se encuentra verticalmente, éste es desplazado en esta posición hasta una guía de hincado, la cual se encuentra instalada en un extremo de la barcaza y gracias a esta es posible hincar hasta 3 pilotes en una sola posición. Antes de realizar el izaje del pilote, la guía instalada en la barcaza debe estar posicionada en el lugar donde va hincado el pilote, ya que al izar el pilote dentro de la guía ya se procede con el proceso de hincado del pilote.

Figura 8 Guía de instalación de pilotes.

Nota. Fuente COTEMA (2024).

El hincado de pilotes se realiza en una primera fase con un vibrador hidráulico, cuya finalidad es pasar las capas de terreno con poca capacidad portante (estimado hasta 30 m de profundidad). Una vez se ha llegado a una capa con mayor capacidad portante, se para el hincado del pilote, se quita el vibrador hidráulico y se instala un martillo hidráulico modelo IHC S-280, una vez ya instalado se continúa con el proceso de hincado hasta llegar al nivel requerido por el diseño.

El mecanismo de hincado con el martillo tiene un proceso y unos criterios que se deben tener presente para la aceptación o rechazo de dicho pilote, aunque cabe aclarar que la longitud de los pilotes a instalar fue diseñada a partir de los estudios geotécnicos realizados con anterioridad, ya que, se debe tener presente la profundidad y los cambios de nivel del fondo marino a lo largo del viaducto, así como el tipo de suelo, teniendo en cuenta que empieza en tierra y luego se va adentrando en el mar.

Debido a que la portabilidad de las primeras capas del suelo es baja, la energía inicial del martillo es de 36 kJ y luego se va modulando el valor de la energía, puesto que, se tiene el criterio de que cada 25 golpes, el pilote debe penetrar 25 cm, razón por la cual los pilotes están marcados cada 25 cm. A medida que va avanzando el hincado del pilote, la energía del martillo va aumentando gradualmente hasta llegar a un máximo de 230 kJ, el cual es el criterio de aceptación,

ya que se debe suministrar esta energía faltando al menos 3m de hincado para llegar a la cota de diseño. En los casos en los que es necesario una energía mayor de 230 kJ para hincar un cm, se deja el valor constante y se continúa con el proceso, ya que no se debe exceder la capacidad del martillo. Si con este valor de energía se llega a un total de 300 golpes y el pilote no se ha hincado 25 cm, se da por terminado el proceso y se procede con el corte del pilote.

Cuando se está hincando el pilote y faltando mínimo los 3 metros para llegar a la cota final y no se ha suministrado la energía máxima al martillo, esto es un indicador de que no se ha alcanzado la portabilidad del pilote, la cual debe ser de 1000 Tn, por tal motivo, se tienen procedimientos a realizar, el primero es la adición de una sección de pilote para así aumentar su longitud y poder penetrar hasta un estrato donde cumpla con la portabilidad requerida. Como segunda opción, que es la que se implementa actualmente, es la de parar el proceso de hincado faltando mínimo 3 metros para llegar a la cota final y esperar una cantidad de días, que varía entre 30 y 50, y luego verificar nuevamente, ya que por el hincado de pilotes adyacentes se presenta el fenómeno de la consolidación, lo que permite lograr una mayor portabilidad del suelo luego de ciertos días. Luego de verificar que ya la capa del suelo cumple con la capacidad requerida, se finaliza el proceso de hincado del pilote.

Figura 9 *Hincado de pilotes hasta cota de diseño.*



Nota. Fuente COTEMA (2024).

El proceso de hincado de pilotes, al ser la primera etapa del proceso constructivo, es la más importante, debido a que un error de geolocalización en uno de los pilotes o la cota indicada

por topografía no sean las correctas, se van a presentar implicaciones que afectarán las siguientes etapas y si son detectadas, se hace necesario recurrir a un cambio en el diseño. Un ejemplo claro es la cota del pilote, en donde si se deja más alta de lo estipulado en el diseño y se continúa sin percatarse e informar, al final, cuando se esté realizando la fundición de la losa, se va a tener un espesor de losa menor al indicado en los planos, lo que conlleva a tener una capacidad de carga diferente a la diseñada, mientras que por el contrario la cota del pilote es menor y se continúa con las etapas sin ninguna variación, esta afectación provoca que se tenga un espesor de losa mayor al indicado en las planos y por ende, el volumen de concreto aumenta, con respecto al calculado inicialmente.

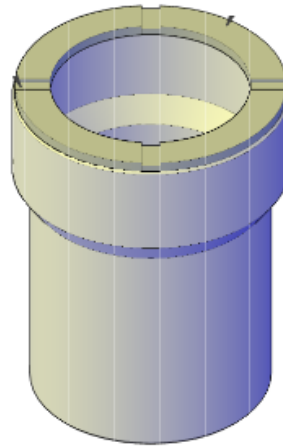
En este punto es importante que se tenga la mayor precisión posible, por lo que el factor climático es determinante y ante condiciones de viento, lluvia, tormenta eléctrica, marea alta, no es posible realizar estas actividades. Lo recomendable siempre será realizarlas en condiciones climáticas aceptables para así tener mayor exactitud en los valores establecidos. Pese a que esto ralentiza los procesos, permite que tenga una primera fase con calidad y no se tengan percances para las etapas siguientes.

Instalación de sleeve

Para el proceso de instalación de prefabricados se encuentra la barcaza LUCIA, sobre la cual está posicionada una grúa de celosía sobre oruga con capacidad de 600 Tn y la barcaza EGCM 04, las cuales, teniendo la grúa sobre oruga tiene la facilidad de moverse a lo largo de la barcaza, lo que permite la instalación de varios prefabricados estando la barcaza anclada a una sola posición.

Todos los elementos prefabricados son llevados en barcazas de transporte y se posicionan al costado de la barcaza que se encarga de realizar el izaje e instalación.

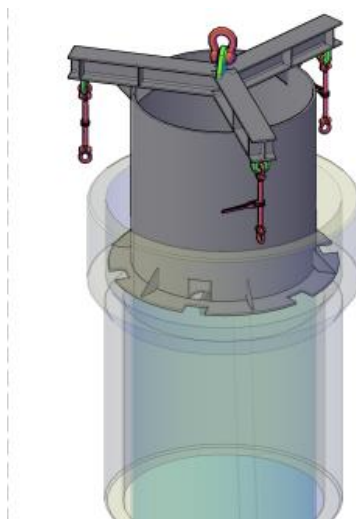
Figura 10 Vista isométrica de la sleeve.



Nota. Fuente COTEMA (2024).

El primer elemento prefabricado que se instala es la sleeve, la cual desde la fabricación se le instalan 3 orejas, las cuales facilitan el izaje del elemento desde la barcaza de transporte hasta la barcaza EGCM 04. Luego que se encuentra la sleeve sobre la barcaza, se procede con la instalación de un spreader beam para sleeve, conectados con 3 diferenciales con capacidad de 3 Tn.

Figura 11 Spreader beam para sleeve.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Una vez ya se encuentra preparado el sistema, se procede con la instalación de la sleeve sobre el pilote, en donde la parte superior soporta el spreader y ya con las diferenciales se procede a realizar la nivelación, de acuerdo con la cota estipulada por topografía. Además, el pilote se centra, ya que la sleeve posee una manga neumática y con ayuda de una bomba hidráulica se le transmite presión y de esta manera, la manga queda firme entre el pilote y la sleeve. Finalmente, con ayuda de una bacha se le inserta grouting en el espacio que queda entre la parte exterior del pilote y la parte inferior de la sleeve y se deja el spreader por al menos 19 horas mientras el grouting adquiere la resistencia que permite sostener la sleeve con el pilote mediante fricción.

Para el viaducto, la sleeve tiene una profundidad variable, la cual va desde 2800 mm hasta 7500 mm. Esta longitud de la sleeve varía debido a que el viaducto empieza desde la orilla del mar y a medida de ir avanzando mar adentro, la profundidad, las condiciones de oleaje y salinidad van cambiando.

Figura 12 Izaje e instalación de sleeve con spreader.



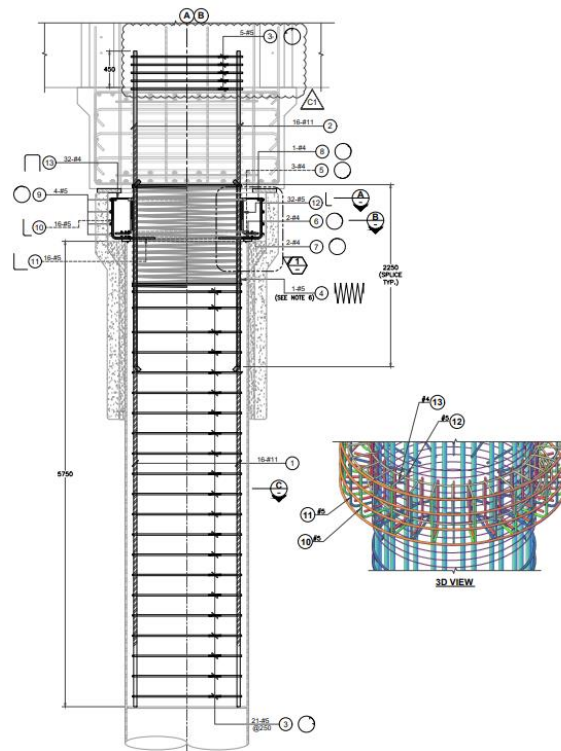
Nota. Fuente (COTEMA,2024)

En esta etapa, lo más relevante es la cota en la que debe quedar el elemento y su verticalidad, para asegurar así que la fuerza que le llegará al pilote sea perpendicular y no le genere torque.

Instalación de refuerzo de plug

Pasada la instalación de la sleeve, se procede con la instalación del refuerzo del plug, pero antes de realizar el izaje se instala una canasta sobre la sleeve, la cual permite el ingreso del personal para realizar el bombeo del agua que se encuentra dentro del pilote. Una vez ya se encuentra seco el pilote hasta una profundidad mayor a la altura del plug, se procede con el izaje desde la barcaza e instalación del refuerzo del plug, posicionándolo dentro de la sleeve.

Figura 13 *Detalle de refuerzo de plug.*



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Teniendo presente que el diámetro interno del pilote es de 1480mm y el tapón de concreto que trae el refuerzo del plug tiene un diámetro de 1440mm, el cual se realiza de esta medida para poder realizar el izaje del refuerzo con facilidad, queda un espaciamiento que puede provocar el derrame del concreto, por lo que se propone instalar fique alrededor de la base del refuerzo antes de su instalación cuya finalidad es la de sellar el espacio generado y además, una vez se inicia el proceso de fundición, no permita el deslizamiento del concreto para el fondo del pilote.

Durante esta etapa, la mayor falencia que se puede presentar es el espacio que queda entre el tapón del plug y el pilote y al momento de empezar la fundición, parte del concreto se desliza por las ranuras, lo que ocasiona una pérdida y por ende un mayor gasto, por lo que con la medida implementada se contribuye a optimizar tanto el concreto como el tiempo, ya que la fundición se podrá realizar en un menor tiempo, debido a que no se tienen pérdidas.

Figura 14 *Instalación de fique en la parte inferior del refuerzo del plug.*



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Instalación de puesta a tierra para protección catódica

Como es sabido, los pilotes instalados que son la base del viaducto, son de acero y sufren el proceso de corrosión, debido a diversos factores como lo son la salinidad, la concentración de oxígeno disuelto, la temperatura, el nivel de pH, los carbonatos, los contaminantes y organismos biológicos (Molina, 2017), por lo tanto, es necesario implementar un sistema que alargue la vida útil de los pilotes, es decir, que el proceso de oxidación que sufre este metal naturalmente sea lo más lento posible, para asegurar así el correcto funcionamiento de la estructura por un amplio periodo de tiempo. Con la finalidad de cumplir con esta consigna, existe un método llamado protección catódica, la cual consiste en convertir áreas activas de una superficie metálica en pasivas, es decir, convertirlas en el cátodo de una celda electroquímica; mediante el suministro

de corriente impresa o galvánica, el potencial del metal se reduce, el ataque de corrosión cesa y se logra la protección contra la corrosión (Ticeadmin, 2022).

Dado el desafío que enfrentan los pilotes, una vez concluida la instalación del refuerzo del plug, se procede a instalar una platina soldada al pilote. A esta platina se conecta una guaya, que se enlaza con las guayas de los otros pilotes, creando un sistema cerrado de puesta a tierra. El objetivo de este sistema es implementar la protección catódica mediante corriente impresa. Este método se basa en la inyección de corriente desde una fuente externa, como un generador o una batería. Esto crea una celda electroquímica en la que la estructura a proteger se conecta al polo negativo de la fuente, mientras que el polo positivo se conecta a un electrodo auxiliar (ánodo) ubicado a cierta distancia de la estructura, completando así el circuito eléctrico (Fandiño, 2005).

Figura 15 *Instalación de platina y guaya para protección catódica.*



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Esta etapa es una de las más importantes del proyecto, debido a que significa la vida del puerto a largo plazo, puesto que con este sistema es que se le podrá permitir una mayor durabilidad al pilote

Instalación de Cap Beam

Una vez se tiene instalado el sistema de puesta a tierra, ya se puede proceder con la instalación de la cap beam, la cual en su momento de fabricación se le dejan orificios, a través de los cuales ingresa el acero que sobresale de los plugs, de modo que al momento de fundir el plug, se tenga un sistema monolítico y único entre plug y cap beam. Para el izaje de las cap beams se realiza la grúa de celosía con capacidad de 600 Tn que se encuentra sobre la barcaza Lucía, la cual iza la cadena de 4 ramales a las orejas que se instalan a la cap beam en el momento de fabricación y así es ubicada sobre los pilotes.

Figura 16 Izaje de cap beam sobre la sleeve.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

En esta etapa es importante un correcto y moderado proceso de izaje, debido a que al entrar en contacto elementos prefabricados de una manera brusca, puede ocasionar la ruptura de alguno de los elementos o como bien es sabido, la sleeve se encuentra conectada al pilote mediante fricción y según lo diseñado, este valor es capaz de soportar el peso de la sleeve y de la cap beam, pero una caída del elemento provocaría un valor elevado de carga y podría descender la sleeve.

Fundición de plug

Una vez finalizada la instalación de la cap beam, se procede con la fundición del plug. Para realizar este proceso es necesario el posicionamiento de la barcaza EGCM03 en una posición estratégica para lograr fundir la mayor cantidad de plugs posible y teniendo presente que la separación entre ejes es de 30 m. Lo más recomendable si las condiciones de anclaje se prestan, es ubicar la barcaza con el eje del placing boom de la barcaza en el eje n, ya que el brazo alcanza una extensión de 35 m y así tratar de fundir los plugs que se encuentran en el eje n+1 y el eje n-1.

Figura 17 *Fundición de plug.*



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Lo más recomendable en el proceso de fundición es que este se realice en 2 fases, en donde en una primera fase se realiza la fundición de 2m^3 , cuya finalidad es elaborar un tapón a modo de seguridad, ya que el tapón que se le realiza al plug sería el único que soportaría el peso del concreto, el cual sería de aproximadamente 35 Ton, además, el fique instalado para sellar el espacio entre el tapón y el pilote podría fallar y ocasionar que si se funde el plug por completo, en un lapso de tiempo el nivel de concreto baje y cuando el concreto fragüe, no se tenga el terminado en la cota que debería estar. Por tal motivo, se realiza la fundición de la primera fase de 1m^3 y luego de 3 o 4 horas, se procede con la finalización de la fundición. Antes de empezar la fundición de la segunda fase, lo recomendable es verificar el nivel del agua en el pilote, ya que, si posee, significa que parte del concreto se deslizó entre la abertura, provocando el ascenso del

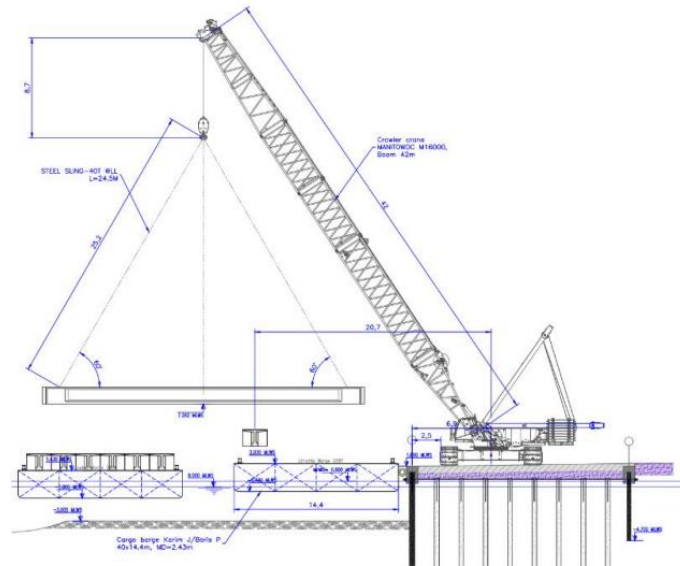
agua. En estos casos se hace necesario bombear nuevamente el agua, para así, finalmente, dejar fundido por completo el plug y poder proceder a la siguiente fase del proceso.

En esta etapa es primordial tener diversas consideraciones, como lo es asegurarse siempre que al momento de empezar la fundición, el pilote se encuentre seco, es decir, el nivel del agua se encuentre por debajo del tapón del plug, en caso contrario, lo recomendable es usar una bomba sumergible, sacar este exceso de agua, ya que vaciar el concreto al plug teniendo estas condiciones representa una alteración en la relación agua/cemento (A/C), además, la altura y velocidad de fundición del concreto puede generar segregación y lavado del agregado. Por tal motivo, este paso es primordial para poder tener así una fundición de calidad. Asimismo, vigilar el comportamiento que presenta el concreto al momento del vaciado, ya que por cada m³ de concreto lo normal es que suba 0.5m y si esto no sucede, es un índice de alerta, ya que, si sube por ejemplo la mitad o menos de lo teórico, lo más recomendable es parar la fundición y esperar a que el concreto fragüe para que gane resistencia y actúe como sellante del pilote. Al momento de continuar con el proceso de fundición, el chequeo de presencia de agua se debe realizar nuevamente para finalizar la fundición con un concreto de calidad.

Instalación de vigas pretensadas

Esta es la última etapa de instalación de elementos prefabricados, en donde se maneja el mismo sistema de transporte, llegando la barcaza de transporte a la barca LUCIA, se posiciona a un costado y con ayuda de la grúa con capacidad de 600 Tn se procede con la realización del izaje. Este proceso se realiza usando eslingas de acero de longitud 24.5m cada una y mediante un grillete que se posiciona en puntos de izaje, realizados al momento de fundir la viga, se procede con la instalación.

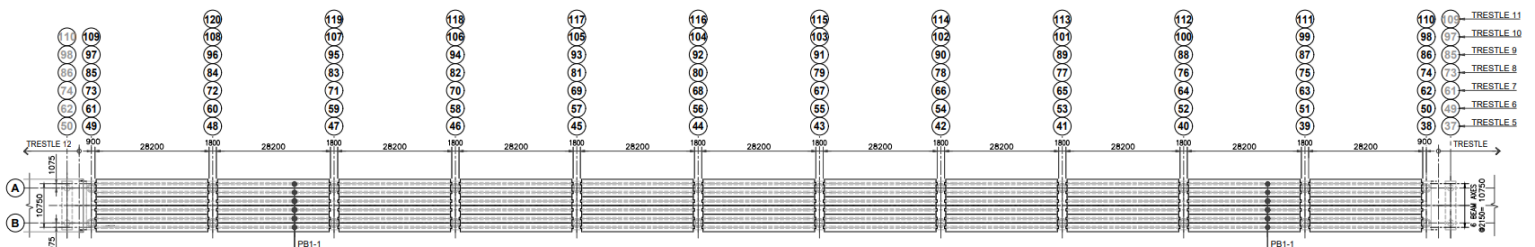
Figura 18 Izaje de viga pretensada con grúa de celosía con capacidad de 600 Tn.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

En la Figura 19 se muestra la ubicación y distribución de las vigas pretensadas en el viaducto, en donde se puede evidenciar que entre ejes se instalan 6 vigas pretensadas y en base a que desde la sección de viaducto 5 hasta la 11 es en línea recta, las vigas instaladas son iguales. Antes de realizar el izaje de dichas vigas, topografía realiza la demarcación sobre las cap beam de la ubicación de cada viga, esto debido a que, en conjunto, las 6 vigas pretensadas conforman el ancho del viaducto y debe asegurarse el alineamiento las siguientes losas.

Figura 19 Ubicación de vigas pretensadas en el segmento de viaducto.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

En esta etapa, al ser el izaje del elemento prefabricado más pesado con aproximadamente 51 Tn y una longitud de 28.2 m, lo convierte en un izaje que se debe realizar de manera segura, en buenas condiciones ambientales y sobre todo, un izaje muy cuidadoso, debido a que si realiza el

contacto entre viga pretensada y cap beam, se produce una fractura en uno o los elementos, lo cual ha sido algo que ha sucedido y ya se hace necesario ingresar en una etapa de evaluación de la arreglo de la fractura, lo que genera una actividad extra y por ende, un retraso en el desarrollo de las actividades. Por tal motivo, un izaje de viga realizado de una manera adecuado y seguro, evita retrasos e inconvenientes con el desarrollo de las siguientes actividades y, por ende, una optimización de tiempo en el proceso constructivo.

Figura 20. Proceso de instalación de vigas pretensadas.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Instalación de acero de refuerzo de cap beam in situ

En esta etapa empieza el trabajo in situ, ya todo el armado del acero se realiza en campo, por lo que la primera actividad es el transporte de todos los materiales necesarios para llevar a cabo las actividades, por lo que, en base a los planos de refuerzos, se realiza el despiece del acero necesario para cada elemento y el envío lo realizan desde Offshore en las barcasas. Para la descarga del acero se utilizaba un remolcador Neptune Supplier (Figura 21), el cual posee un brazo telescópico que le permite realizar izajes de carga. Este se encuentra sobre el mar, lo que ocasiona que las maniobras sean muy limitadas, ya que va a depender del peso de la carga y de las condiciones climáticas, por esta razón, se instaló sobre la plataforma de transición una grúa

telescópica sobre ruedas, la cual es la encargada de recibir el material directamente desde las barcasas de transporte y una vez el material ya se encuentra sobre la plataforma, se realiza el movimiento hasta el lugar de instalación.

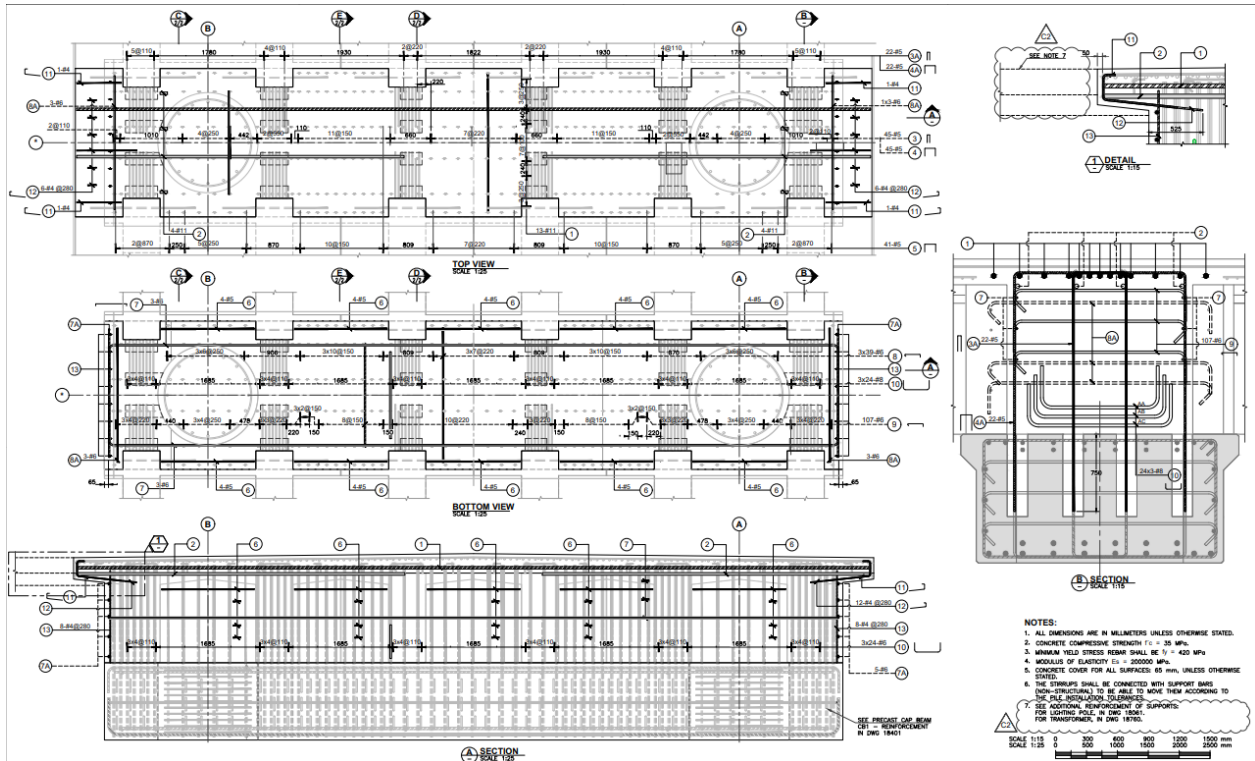
Figura 21 Remolcador Neptune Supplier.



Nota. Fuente <https://acortar.link/98qNDH>

Luego de instaladas las vigas pretensadas sobre las cap beams prefabricadas, se procede con la instalación del acero de la cap beam *in situ*, el cual se conecta con el acero que est  embebido del plug y de la cap beam prefabricada, presentando así unión y estabilidad entre elementos prefabricados. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el plano de a cero de refuerzo que se debe instalar *in situ*.

Figura 22 Plano de acero de refuerzo de cap beam in situ.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

En este punto lo más importante es la correcta interpretación de planos, ya que todo lo realizado en campo es liberado por personal de calidad, es decir, se verifica que la instalación de acero sea tal cual se encuentre en los planos, por lo que una correcta instalación evita pérdidas de tiempo para realizar ajustes. En este punto, se trata de utilizar todos los recursos disponibles para agilizar los procesos, como es la ayuda mecánica, para disminuir en lo mayor posible el trasiego manual, ya que esto ralentiza los procesos.

Figura 23 *Instalación de acero de refuerzo de viga in situ.*



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

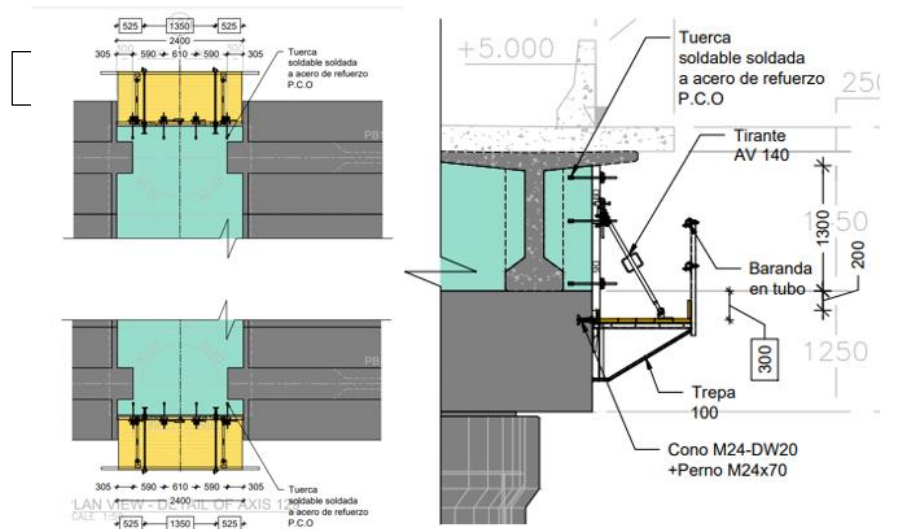
Encofrado de viga

Una vez ya se encuentra instalado el acero de refuerzo, se procede con la instalación del encofrado, en donde existen 2 tipos para cada segmento.

Encofrado de cap beam entre vigas pretensadas

Este tipo de encofrado es el que se realiza más rápido, debido a que como el acero armado se encuentra entre las vigas pretensadas, estas funcionan como encofrado lateral en la parte más extensa de la viga y solamente se hace necesario realizar el encofrado de los 2 laterales. En la Figura 24 se muestra el detalle del encofrado, donde se tienen la estructura de apoyo del personal para realizar el encofrado, el cual está conectado de unos conos M24-DW20 que se dejan embebidos durante la construcción de la cap beam prefabricada. Para sostener el encofrado, se solda una tuerca hexagonal y mediante una barra dywidag, se aprieta y se asegura la formaleta.

Figura 24. Vista del encofrado lateral, en planta (a) y en perfil (b)

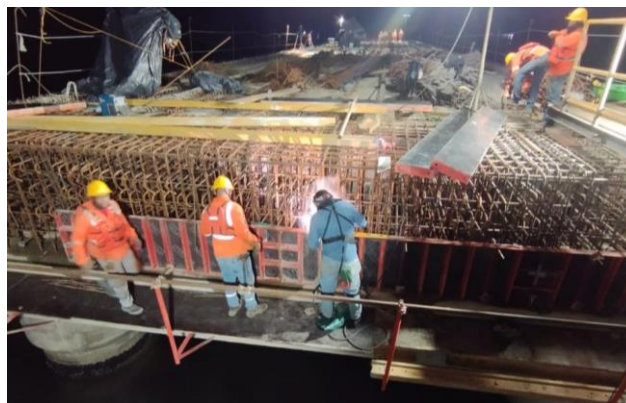


Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Encofrado de viga inicial y final de cada segmento

Empezando y finalizando cada segmento se hace necesario encofrar 3 lados de la viga, debido a que en una cara externa no se encuentran vigas pretensadas, por lo que en esta parte se necesita un equipo encofrado y un mayor recurso de mano de obra. El mecanismo de encofrado es similar al encofrado en los laterales, usando las tuercas hexagonales soldadas al acero, pero en el lado largo de la viga se adicionan conos M24-DW20, los cuales serán el soporte para el encofrado de la losa en el voladizo.

Figura 25 Proceso de encofrado de cap beam en inicio/fin de segmento de viaducto.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Durante el proceso de encofrado es primordial un trabajo riguroso, la correcta seguridad de cada uno de los equipos de encofrado, puesto que, al momento de empezar la fundida, con el peso del concreto, cualquier elemento que no se encuentre debidamente asegurado va a generar un desplazamiento o desplome del encofrado o en el peor de los casos, un derrame de concreto en el mar, lo cual sería un problema mayor, ya que se generaría una contaminación, una pérdida de concreto y un retroceso en el desarrollo de las actividades porque se hace necesario reparar el daño, lo que implica un mayor tiempo en una misma actividad.

Fundición de cap beam

Una vez se tiene listo el encofrado, se procede con la fundición del elemento con un concreto de resistencia 35 MPa, valor con el que se funden todos los elementos in situ. Durante este proceso lo recomendable es realizarlo de una manera continua, pero por capaz, esto con la finalidad de que todo el peso del concreto no caiga sobre un solo punto y genere sobre peso en el encofrado en ese lugar, ya que, puede ocasionar fallas. Además, el constante y modulado vibrado del concreto es primordial, ya que este permite que las partículas se acomoden y eliminen posibles espacios ocupados por aire y no tener porosidad al terminar la fundida. Las vigas poseen un valor teórico de 36 m³.

Figura 26 *Proceso de fundición de cap beam in situ.*

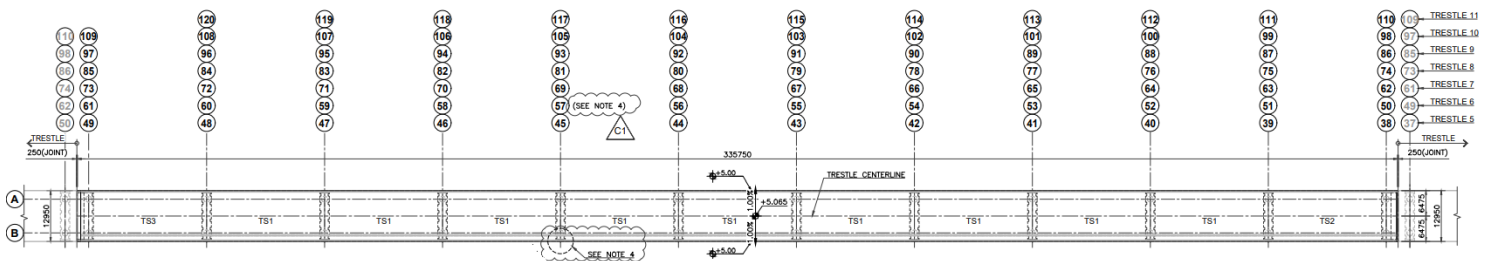


Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Instalación de acero de losa

Para la etapa de instalación de acero de losa, lo primero es la identificación del tipo según la ubicación, ya que se tienen diferentes configuraciones de acero, dependiendo de si se encuentra en un voladizo, en una curva o en la parte central del segmento de viaducto (Figura 27). La configuración que posee es una rejilla inferior de acero, conformada por barras transversales y barras longitudinales y luego, una segunda parrilla con la misma configuración. Debido a que el pedido se hace teniendo presente lo estipulado en los planos, se realiza un despiece y al lugar de instalación son llevadas con la longitud indicada, por tal motivo, se deben instalar las barras en el lugar y medidas indicadas para que esto no genere inconvenientes a cuando se esté avanzando en la instalación.

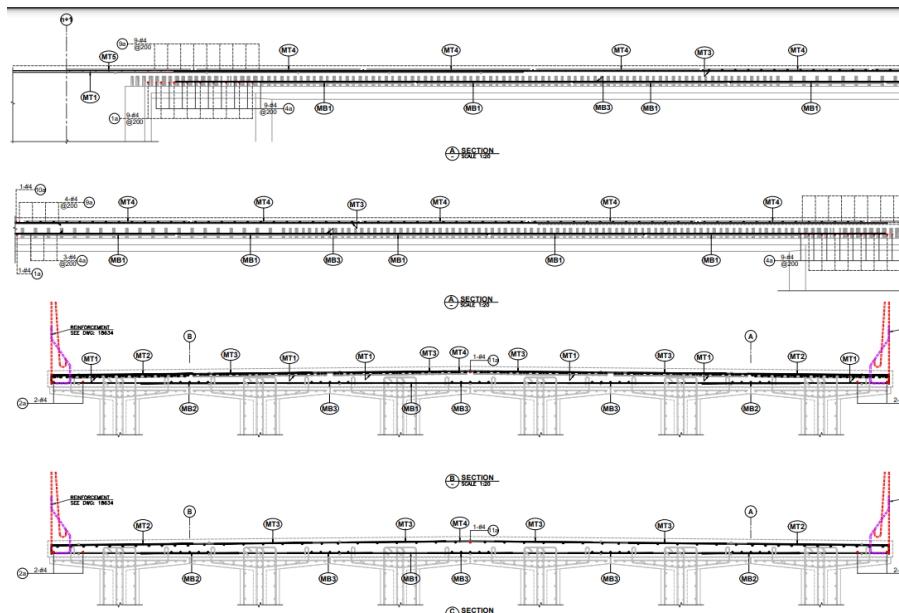
Figura 27 Configuración típica de losa en un segmento de viaducto.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

En la Figura 28 se muestra un perfil típico de una losa, tanto en vista frontal como lateral, en donde se identifica el tipo de acero que se instala. Durante el proceso de instalación, es primordial el acompañamiento de topografía, para poder definir cotas de terminado y así cumplir con el recubrimiento que debe tener el acero, el cual, por diseño, es de 5 cm. Es importante el cumplimiento de los recubrimientos puesto que esto contribuye al correcto funcionamiento del elemento, ya que un recubrimiento menor significa que el acero puede quedar fácilmente expuesto al agua donde la salinidad y velocidad de corrosión es alta, generando corrosión del acero, ocasionando que la vida de la estructura se reduzca de manera acelerada.

Figura 29 Perfil típico de losa en vista frontal y lateral.



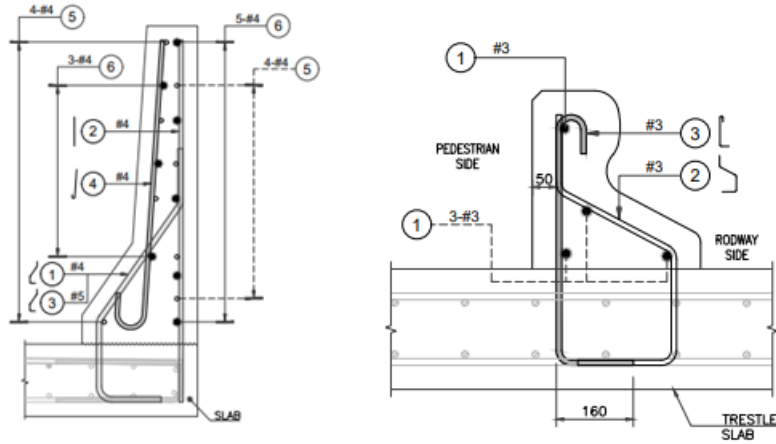
Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Instalación de acero de refuerzo de barrera de concreto y bordillo

Luego de instalado el acero de refuerzo de la losa, se procede con la instalación del acero de refuerzo de la barrera de concreto, la cual se encuentra en los laterales de la vía, teniendo presente que esta se encuentra 5m sobre el nivel del mar, se hacen necesario tener barreras fundidas in situ, ya que deben tener la resistencia necesaria para atender las solicitudes que se le pueden presentar, como lo son ráfagas de viento o choques. Estas barreras poseen una altura de 1.1 m sobre el nivel de la losa.

Además de la barrera de concreto, sobre el costado izquierdo en el sentido Onshore – Ofshore, a un metro de la barrera de concreto se encuentra un bordillo, por lo que también se debe instalar el acero de refuerzo. En la Figura 30 se muestra la sección típica del armado de acero de refuerzo de la barrera de concreto y el bordillo y se evidencia que este acero está en contacto con el acero de la losa, por lo que se debe instalar antes de fundir la losa. En este punto se debe tener presente las mediadas da cada tipo, ya que ninguno de los elementos es continuo, sino que tienen juntas y esto hace que se deben dejar los espacios en el acero para cumplir con los valores de recubrimiento.

Figura 30 Sección típica de acero de refuerzo de la barrera de concreto y bordillo respectivamente

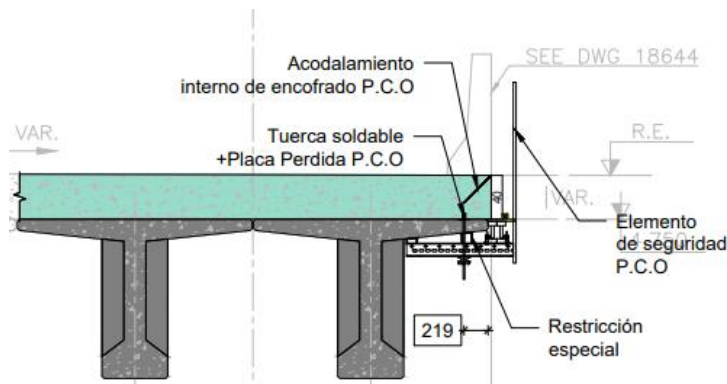


Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Encofrado y de fundición de losa

Una vez ya se encuentra instalado el acero de la losa, se procede con la instalación del encofrado para la fundición de la losa, en donde se hace necesario instalar todo un equipo en el lateral para poder tener espacio de maniobrar e instalar las formaletas. Además, debido a que la vía posee un bombeo del 1%, se instalan tubos guía para apoyar el codal metálico durante la fundida y cumplir con los cambios de niveles.

Figura 31 Sección típica de encofrado de losa.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Durante el proceso de fundición es primordial tener el área a fundir limpia, ya que esto asegura una correcta adherencia entre el concreto de la losa y la viga pretensada, así también, como un correcto vibrado para evitar la porosidad en la losa y así evitar filtraciones, fracturas y corrosión del acero. Además, el terminado es fundamental, ya que se realiza un texturizado con rastrillo, por lo que es necesario que esta actividad la realice una persona que sea idónea, que tenga sentido de calidad y entregue un terminado con correcto aspecto visual.

Figura 32 *Proceso de fundición de losa.*

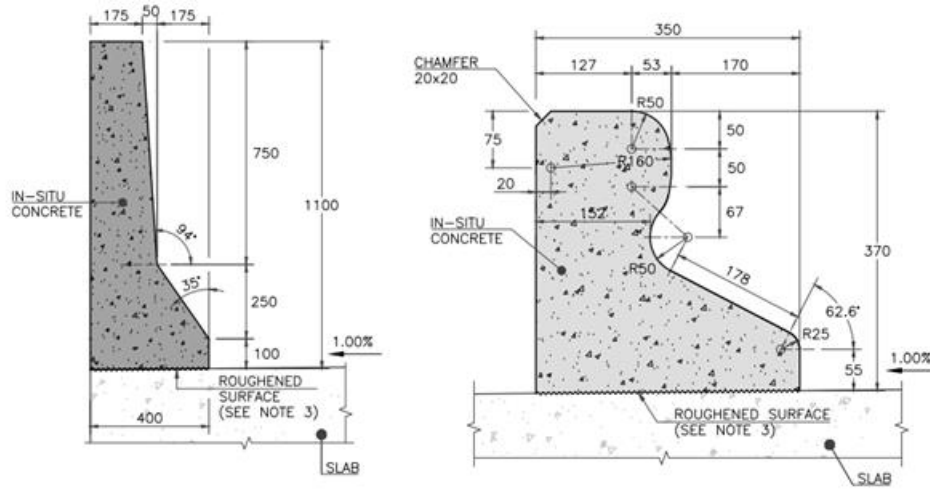


Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Encofrado y fundición de barrera de concreto y bordillo

Una vez ya se encuentra fundida la losa, se procede con el encofrado de las barreras de concreto y los bordillos, actividad en la que es necesario la ayuda mecánica (Telehandler) para el movimiento de la formaleta metálica. En la Figura 33 se muestran las secciones típicas de la barrera de concreto y el bordillo.

Figura 33 Sección típica de la barrera de concreto y el bordillo



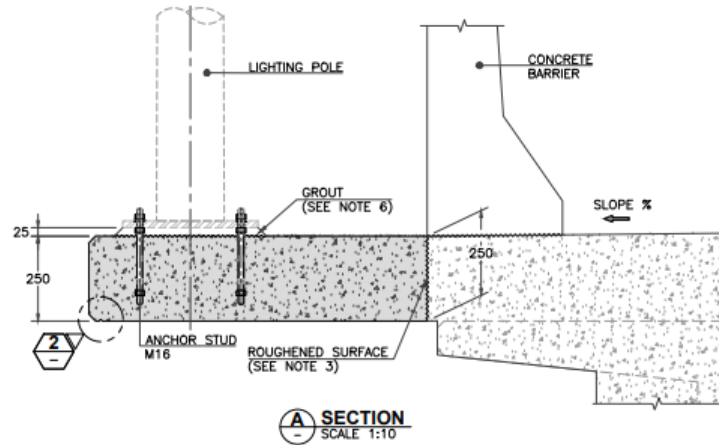
Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Durante el proceso de fundición de *in situ*, es primordial la correcta planificación y cálculo de concreto, puesto que como el concreto es producido por una barcaza, allí se prepara la cantidad solicitada, por ende, la cantidad de concreto que se pide es la que se produce y ya en obra son los encargados de darle manejo, por lo que al calcular correctamente la cantidad de concreto necesaria, se evita así el manejo de concreto faltante y por ende, se reduce la aparición de residuos de construcción, teniendo presente que el procedimiento de manejo con estos residuos demanda toda una logística, ya que se hace necesario sacarlo en barcasas y allí darle un adecuado manejo.

Poste de iluminación y conexión entre segmentos de viaducto

El viaducto solo tiene contemplado la implementación de postes de iluminación al inicio y fin del viaducto, por lo que, según lo indicado en los planos, en el momento de la instalación de acero y fundición de losa, se realiza la base donde estará dicho poste, los cuales se ubican en cada eje.

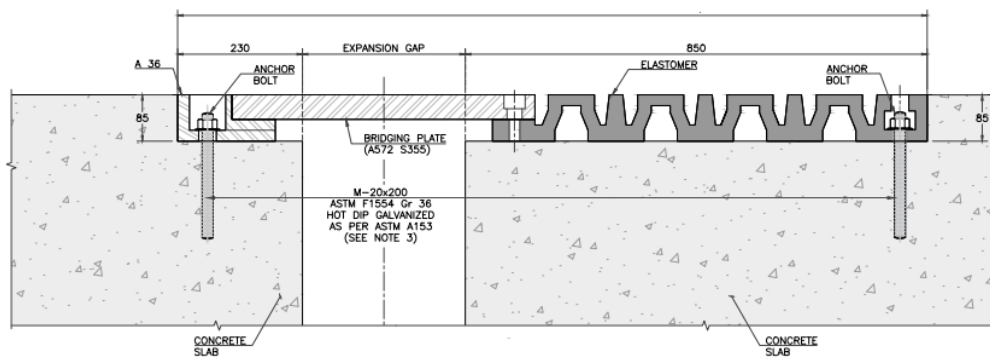
Figura 34 Sección típica de la base y poste de iluminación.



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Para la conexión entre segmentos se utilizan juntas de dilatación, en donde se usa un elastómero deformable, un plato rígido y se ubican en el concreto de la vía mediante pernos, permitiendo así el movimiento entre segmentos ocasionados por el movimiento vehicular, el viento y el oleaje.

Figura 35 Mecanismo de junta de expansión, para la unión entre segmentos de viaducto.



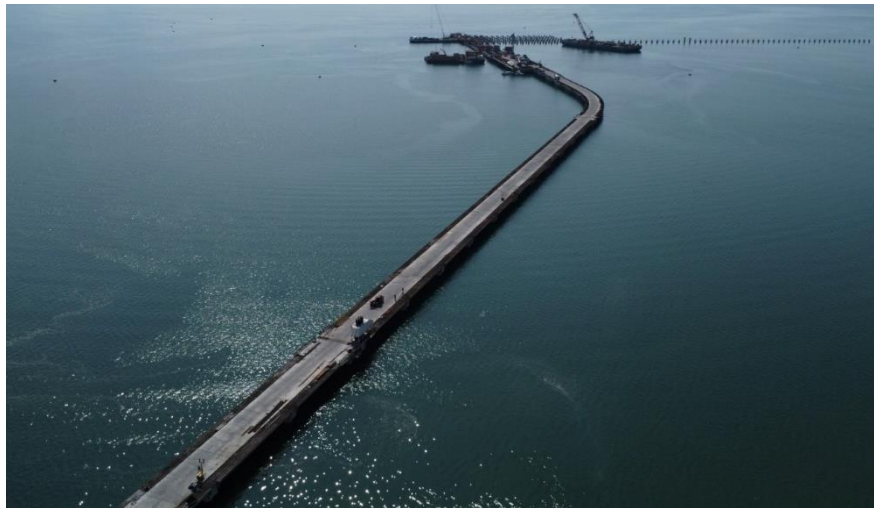
Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Debido las juntas poseen una vida útil, durante la construcción de los segmentos se ha dejado el espacio para que esta junta sea unos de los detalles finales de instalación, debido a que actualmente se tiene movimiento vehicular entre segmentos, como lo es grúa sobre ruedas, telehandler y mixer, estas ocasionan un desgaste y sería necesario una reparación antes de lo

previsto, por tal motivo, actualmente se usa polines de madera y láminas de acero para sellar el espacio generado entre segmentos y tener así movilidad vehicular.

Actualmente, debido a que el proyecto se encuentra atrasado y pro de cumplir ciertas metas, se tienen construidos los segmentos 12, 11 y se avanza en el segmento 10, pero estos en un 62% de la losa, ya que se optó por realizar 8 m transversales de vía de manera continua, debido a que es necesario tener conexión vehicular entre tierra y mar para permitir el flujo vehicular, por lo que con estos 8 metros se cumplen con 2 carriles y así, una vez se tenga la conexión, se procede con la finalización de la vía de acceso.

Figura 36 *Avance actual del viaducto.*



Nota. Fuente (COTEMA,2024)

Modificación de informe diario

La creación de un informe diario es relevante dentro de la construcción de una obra civil, puesto que antes de empezar dicha obra se crea un cronograma, en donde se planea la realización de las actividades y con ello, en base a la mano de obra, se estima un tiempo para la ejecución de la actividad y de la obra en general. Por tal motivo, el informe diario es el seguimiento del progreso, puesto que se registra el avance diario de las tareas, las complicaciones que se presentan durante la jornada y cualquier detalle que sea útil para con ello, tener una detección temprana de problemas y con ello identificar y abordar las situaciones que generan un retraso en la obra para

así evitar que se conviertan en problemas mayores. Además, es la forma en la que el personal superior que está al tanto del proyecto, como lo es el coordinador, el gerente, planeación y todo aquel que necesite conocer el avance de la obra y no puede estar en sitio. Finalmente, con el informe diario se tiene un historial del proyecto, el cual permite obtener información de alguna fecha específica y puede ser útil para futuros proyectos, debido a que proporciona información de lo que funcionó bien y de lo que se podría mejorar.

En el Anexo 1 se muestra el formato de informe diario usado por la empresa, en donde se tiene la información del proyecto, el reporte de actividades, registro fotográfico y un cuadro con información de cada uno de los ítems relacionados con el viaducto. Pese a que se encuentra la información detallada, las cantidades son muy aproximadas, no se tiene un dato exacto de la cantidad de acero instalada durante un turno, ni la cantidad de concreto fundida. Además, para la persona que realiza el informe, al realizar a diario se le hace fácil entender el progreso de la obra, pero debido a que los informes diarios se realizan para los superiores que necesitan conocer el avance real del proyecto, no van a entender los pequeños detalles y no van a tener claridad del avance diario.

Por tal motivo, en el Anexo 2 se muestra el formato de informe diario modificado, en donde el primer cambio es que se agrega el espacio para realizar el informe tanto para turno día, como para el turno noche, debido a que se trabaja de manera continua, con un grupo durante el día y otro durante la noche, además, así se presentan los datos con el avance de un día completo y el ingeniero que se encuentre en turno noche, es la persona encargada de enviar el informe en las horas de la mañana, para que así quienes revisan el informe, conozcan de manera rápida cuales fueron las actividades desarrolladas durante el día anterior y cuál fue el avance. Se deja el recuadro 2, en el que se notifican las novedades presentadas durante el turno.

En el siguiente recuadro se tiene la sección de registro fotográfico, en donde se colocan las fotografías de las actividades realizadas durante el turno y finalmente, se tiene el recuadro de avance, en donde se recopila todos los datos de acero y concreto instalado a diario, el acumulado y el total que se debe instalar, para así conocer cuál es el avance que se tiene de una manera rápida y clara. La cantidad de acero se presenta en kg y el concreto en m^3 , esto con la finalidad de que, en base a lo presentado diario, se pueda identificar el porqué de las variaciones de un día con

otro, ya que cuando se funde concreto, la cantidad de acero instalada es baja, pero cuando es solo acero, esta cantidad es alta. Además, con este se puede identificar y tener una ratio de producción, con la cual se puede identificar el rendimiento y en base a la cantidad de trabajadores, poder tener una proyección de si se cumple o no con la finalización de la obra en los tiempos establecidos.

Para el cálculo de la cantidad de acero, se programó una pequeña tabla dentro del mismo Excel, en donde solo basta con insertar la cantidad longitud y número de barra de acero y ya con esto se obtiene la cantidad real instalada, la que a su vez queda directamente en la casilla dentro del cuadro de avance.

Figura 37 Cuadro para la obtención de la cantidad de acero y concreto instalada durante un día.

DIA								NOCHE							
CONCRETO [M3]								CONCRETO [M3]							
VIGA				LOSA				VIGA				LOSA			
16.5				30								18			
ACERO [KG]								ACERO [KG]							
VIGA				LOSA				VIGA				LOSA			
Quantity	Lenght	#	Weight	Quantity	Lenght	#	Weight	Quantity	Lenght	#	Weight	Quantity	Lenght	#	Weight
			FALSO	27	13.08	4	351.0				FALSO	149	1.5	5	346.9
			FALSO	15	14	4	208.7				FALSO	10	14	4	139.2
			FALSO	213	1.3	4	275.2				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
			FALSO				FALSO				FALSO				FALSO
Total (Kg)			0	Total (Kg)			835	Total (Kg)			0	Total (Kg)			486

8 Conclusiones

Mediante la realización del trabajo, fue posible identificar detalladamente los diversos factores que se deben tener en cuenta durante el proceso constructivo del viaducto, los cuales influyen directamente en el rendimiento de cada etapa. Uno de ellos es el factor meteorológico, la lluvia, los vientos fuertes y las tormentas eléctricas que ocurren de manera natural y son inevitables, por tal motivo, se hace necesario realizar un seguimiento constante para que estos fenómenos naturales no afecten el desarrollo de las actividades, tales como el proceso de fundición, ya que, una vez que se tiene el concreto preparado, hay un tiempo de trabajabilidad y una vez que empieza a fraguar ya pierde su manejabilidad y tendría que estar terminado el proceso de fundición. En ese orden de ideas, si se está fundiendo y ocurre un evento natural es necesario implementar recursos que permitan terminar el proceso ante el cambio de las especificaciones iniciales, como el plástico que evita que el agua se mezcle con el concreto. Por tal motivo, lo recomendable es que se tenga un seguimiento constante de los fenómenos meteorológicos en el lugar y ante la presencia o pronóstico de los mismos, definir con antelación cómo se va a llevar a cabo la actividad sin afectar la calidad.

Durante la ejecución de una obra, la planificación debe existir en todo momento para cada una de las actividades que se vayan a realizar, ya que, si llega el momento de ejecutarla y no se tiene nada previsto, se hace necesario la improvisación, lo cual puede generar retrasos, confusión y desorganización. Para este proyecto en específico, es fundamental prever y pedir con antelación hasta el mínimo recurso, ya que no se cuenta con un medio de transporte inmediato, puesto que los materiales llegan desde tierra en barcazas que no están disponibles todo el tiempo.

La comunicación dentro de la ejecución de un proyecto es primordial, puesto que esta contribuye a la correcta ejecución de actividades y, por ende, la disminución de errores. La corrección de errores es uno de los factores que más afecta el rendimiento, por lo que la correcta interpretación de planos y la transmisión de información oportuna entre todos los colaboradores permite tener un adecuado desarrollo para así cumplir con las metas planteadas.

La información entregada dentro de un informe diario debe ser lo más clara y concisa posible, puesto que se debe tener presente que para quienes va dirigido el informe, en la mayoría

de los casos solo tendrá relevancia conocer el avance general, ya que a partir de estos datos es posible evaluar el estado de la obra y saber si se cumplirán con los objetivos propuestos.

Referencias

- Cámara de Comercio de Urabá. (2020). *Informe Socioeconómico de Urabá*. <https://ccuraba.org.co/site/wp-content/uploads/2021/01/INFORME-SOCIO-ECONOMICO2020.pdf>
- CCI France Colombia. (2024). Puerto Antioquia transformando el comercio En Colombia. (37) [Puerto Antioquia transformando el comercio En Colombia - YouTube](#)
- Consorcio Terminal Marítimo Antioquia, [COTEMA]. (2024). Puerto Antioquia. *Plan de señalización y comunicación para el tráfico fluvial el río León y canal de Nueva Colonia*.
- Fandiño, R., Puerto, J., & García, J. (2005). *Protección catódica por corriente impresa*. Diseño y construcción de un prototipo. *Tekhnê*, 4, 14-19.
- Gobernación de Antioquia. (2024). *Inicio, Antioquia, regiones*. [Urabá \(antioquia.gov.co\)](http://Urabá(antioquia.gov.co))
- Gómez, A., Echeverry, J., Giraldo, M., Otálora, C., & Cano Morales, M. (2012). Mejoramiento de procesos constructivos a partir de un módulo programable para captura de imágenes y simulación digital. *Revista ingeniería de construcción*, 27(2), 35-53.
- Iglesias, F. y Fernández, S. (2015). *Infraestructuras portuarias: Gestión y logística*. [Trabajo de grado]. Universidad de la Laguna.
- Johnson, K. D., & Tatum, C. B. (1993). Technology in marine construction firms. *Journal of Construction Engineering and Management*, 119(1), 148-162.
- Lenadro, A. (2008). Mejoramiento de los procesos constructivos. *Tecnología en marcha*. 21(4), 64-68.
- Magno, C. y Tembo, M. (2023). Improving the Efficiency and Effectiveness of Construction Project Planning and Scheduling Using Lean Principles. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 12(3): 75-80
- Martner, C. (1999). *El puerto y la vinculación entre lo local y lo global*. *EURE (Santiago)*, 25(75), 103-120.
- Molina Gómez, J. A. (2010). Diseño de sistema de protección catódica de pilotes metálicos tipo frodingham en muelles portuarios (Bachelor's thesis, 2007).
- Puerto Antioquia. (2024). *Sobre el proyecto- Nuestro valor*. [Puerto Antioquia](#)

Revista completa. (11 de abril de 2024). *Guía completa del proceso constructivo* [Guía Completa del Proceso Constructivo - Revista Completa Viaducto - Qué es, definición y concepto \(definicion.de\)](#)










The logistics world. (3 de abril del 2023). *Puertos marítimos: Definición, funciones y su relevancia en el comercio internacional*. <https://thelogisticsworld.com/logistica-y-distribucion/puertos-maritimos-definicion-funciones-y-su-relevancia-en-el-comercio-internacional/>

Ticeadmin. (2022, 18 julio). *La protección catódica explicada*. Tecna ICE Tecnología Para las Empresas del Futuro. <https://tecna-ice.com/la-proteccion-catodica-explicada/>

Zhang, M. (2012). Information flow integrated optimization model of projects construction process. *2nd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet)*, Yichang, China. pp. 1079-1082.

Anexos

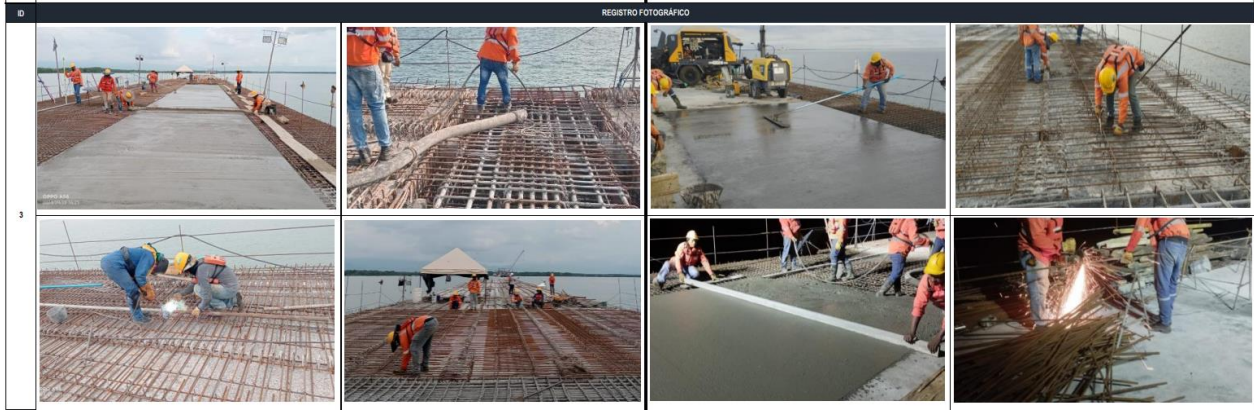
Anexo 1. Formato de informe diario antiguo.

COTEMA		Project:	PUERTO ANTIOQUIA / TERMINAL	
		Ref. of report	Daily report / Reporte diario	
		Date of Report	15/05/2024 - 16/05/2024	
Project :		Puerto Antioquia Uraba - Terminal		
Activities:		Obra Civil en Plataforma de transicion y Trestle		
Ref. of Report :		Daily report/ Reporte diario		
Date of Report :		15/05/2024 - 16/05/2024		
Location :		Golfo de Uraba		
Written by :		AIBER DURANGO	TURNO NOCHE	7:15 pm - 7:15 am
ID DETAIL/ACTION				
1	Start/Inicio	End/Fin		
	19:15	19:25	Transporte personal de Muelle 1 a Plataforma de Transicion	
	19:25	19:50	Diligenciamiento de permisos de trabajo, preoperacionales y ATS - Safety meeting/Reunión de seguridad.	
	Start/Inicio	End/Fin	COTEMA - Today Activities/Actividades del día	ELEMENT
	19:50	7:15	Instalación de acero de refuerzo superior en slab TS1	TRESTLE 12 EJE 127- EJE 126
	19:50	7:15	Instalación de acero de refuerzo concrete barrier	TRESTLE 12 EJE 127- EJE 126
	19:50	7:15	Corte, figuración y trasiego de material	Transition Platform/Trestle 12
	19:50	7:15	Orden y aseo	Transition Platform/Trestle 12
	Start/Inicio	End/Fin	Fin de actividades	
	19:30	19:40	Desenso a la lancha y Transporte personal de Plataforma de Transicion a Muelle 1	
Next 24:Despues 24 Horas				
2	Instalación de acero de new jersey			
	Instalación de acero de refuerzo S11			
News / Novedades del Turno				
3				
ID				
4				
				
				
				
				
				

ACERO TRESTLE 12													CONCRETO TRESTLE 12												
1.1 PLUG TRESTLE 12													1.1 PLUG TRESTLE 12												
KG EJECUTADO													M3 EJECUTADO												
F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-		
122A	122B	123A	123B	124A	124B	F-125A	F-125B	125A	125B	127A	127B	128A	122A	122B	123A	123B	124A	124B	125A	125B	126A	126B	127A	127B	128A
1829	1829	1829	1829	1829	1829	1829	1829	1829	1829	1829	1829	1829	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	F-	
128B	129A	129B	130A	130B									128B	129A	129B	130A	130B								
1829	1829	1829	1829	1829									14.4	14.4	14.4	14.4	14.4								
1.1 CAB BEAM FASE 2 TRESTLE 12													1.1 CAB BEAM FASE 2 TRESTLE 12												
CB1-3	CB1-1	CB1-1	CB1-1	CB3-2	CB3-1	CB3-1	CB3-1	CB3-3					CB1-3	CB1-1	CB1-1	CB1-1	CB3-2	CB3-1	CB3-1	CB3-3					
1.26%	1.26%	1.07%	1.07%	3.33%	1.00%	1.00%	1.26%	0%					0%	1.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%					
0.00	36.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	966.72	0					0.00	36.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
1.3 SLAB TRESTLE 12													1.3 SLAB TRESTLE 12												
S12	TS1	TS1	S11	S10	S10	S10	S9						S12	TS1	TS1	S11	S10	S10	S10	S9					
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%						0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%					
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
1.4 CONCRETE BARRIER TRESTLE 12													1.4 CONCRETE BARRIER TRESTLE 12												
B6	B15	B15B	B16	B17	B17A	B18	B18B	B19					B6	B15	B15B	B16	B17	B17A	B18	B18B	B19				
4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%					0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%					
350.4	0	0	0	742	742	0	0	0					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
1.4 KERB TRESTLE 12													1.4 KERB TRESTLE 12												
K1	K10	K11	K12										K1	K10	K11	K12									
0%	0%	0%	0%										0%	0%	0%	0%									
0	0	0	0										0	0	0	0									

Anexo 2. Formato de informe diario modificado e implementado.

COTEMA		Project: Puerto Antioquia Uraba - Terminal		Ref. of report: Daily report/ Reporte diario		Date of Report: 10-sep-24		
Project:	Puerto Antioquia Uraba - Terminal	Date of Report:	10 de septiembre de 2024	Written by:	Sara Bustamante / Alber Garcia / Malo Le Moal			
Activities:	Obra Civil Trestle	Location:	Daily report/ Reporte diario	Time:	7:15-19:15 / 19:15-7:15			
DAILY REPORT/ REPORTE DIARIO- OFFSHORE								
ID	TURNO DIA ☐				DETALIACTION			
	TURNO NOCHE ☐							
	Start/Inicio	End/Fin	RSE		Start/Inicio	End/Fin	RSE	
	7:15	7:30	Transporte personal de Muelle 1 a Plataforma de Transicion		7:30	7:45	Transporte personal de Muelle 1 a Plataforma de Transicion	
	7:30	8:05	Diligenciamiento de permisos de trabajo, preoperacionales y ATS - Safety meeting/Reunión de seguridad.		7:45	8:20	Diligenciamiento de permisos de trabajo, preoperacionales y ATS - Safety meeting/Reunión de seguridad.	
	Start/Inicio	End/Fin	COTEMA - Today Actividades/Actividades del día	ELEMENT	Start/Inicio	End/Fin	COTEMA - Today Actividades/Actividades del día	ELEMENT
1	8:15	19:10	Trasiego de acero entre ejes 104 a 100	T10	0:00	7:10	Traslado de carpa, retiro de materiales y orden y aseo entre eje 101-100	T10
	8:15	19:10	Instalación y amare de acero en losa superior entre ejes 101-100 (835 kg)	T10	0:00	7:10	Corte de varillas #5 (347 kg)	T10
	8:15	19:10	Se finaliza fundida de viga eje 101 (16.5m3)	T10	0:00	7:10	Instalación de malla vena en costado norte para lapón, instalación de tubería y limpieza de losa con compres	T10
	8:15	19:10	Se funde losa entre eje 103-102 costado sur	T10	0:00	7:10	Inicia vaciado en losa entre eje 103-101 costado norte (18 m3)	T10
	8:15	19:10	Se prepara losa entre eje 103-102 costado norte para vaciado.	T10	0:00	7:10	Instalación de acero en losa entre eje 101-100 (486 kg)	T10
	8:15	19:10	Se delimita los bordes del trestle con manilla entre eje 101 - 100		0:00	7:10	Orden y aseo	T10
	8:15	19:10	Orden y aseo.					
	Start/Inicio	End/Fin	Fin de actividades		Start/Inicio	End/Fin	Fin de actividades	
	19:30	19:45	Descenso a la lancha y Transporte personal de Plataforma de Transicion a Muelle 1		7:30	7:45	Descenso a la lancha y Transporte personal de Plataforma de Transicion a Muelle 1	
	Novedades del Turno				Novedades del Turno			
2					Actividades suspendidas por fuertes vientos y tormenta eléctrica desde las 20:30 hasta las 00:00			



AVANCE / PROGRESS

UBICACIÓN	ÍTEM	ACERO [KG]				CONCRETO [M3]						
		Instalación día	Acumulado	Total a Instalar	% Avance	% Avance general	Instalación día	Acumulado	Total a Instalar	% Avance	% Avance general	
TRESTLE 12	Plug		32,922	32,922	100%			259	259	100%		
	Cap Beam		49,704	49,704	100%			420	420	100%		
	Slab		138,002	138,002	100%	92%			864	1,212	71%	76%
	New Jersey		5,296	23,429	23%				-	128	0%	
	Kerb		277	1,277	22%			-	19	0%		
TRESTLE 11	Plug		40,238	40,238	100%			317	317	100%		
	Cap Beam		56,295	56,295	100%	89%			400	400	100%	71%
	Slab		169,653	169,653	100%				906	1,353	67%	
	New Jersey		662	32,747	2%			-	179	0%		
	Kerb		33	1,782	2%			-	26	0%		
TRESTLE 10	Plug		43,896	43,896	100%			346	346	100%		
	Cap Beam		-	61,406	74%	68%	17	288	436	68%	52%	
	Slab	1,321	109,685	155,829	70%		48	584	1,343	43%		
	New Jersey		927	32,751	3%			-	179	0%		
	Kerb		46	1,943	2%			-	29	0%		
TRESTLE 9	Plug		10,974	43,896	25%	4%			86	346	25%	4%
	Cap Beam		-	61,406	0%				-	436	0%	
	Slab		-	155,829	0%			-	1,343	0%		
	New Jersey		-	32,751	0%			-	179	0%		
	Kerb		-	1,943	0%			-	29	0%		
TOTAL		1,321	704,356	1,137,696	62%		65	4,470	8,976	59%		

