



HITO TECNOLÓGICO

## PUENTE CHACAO

# HORMIGÓN EN EL MAR

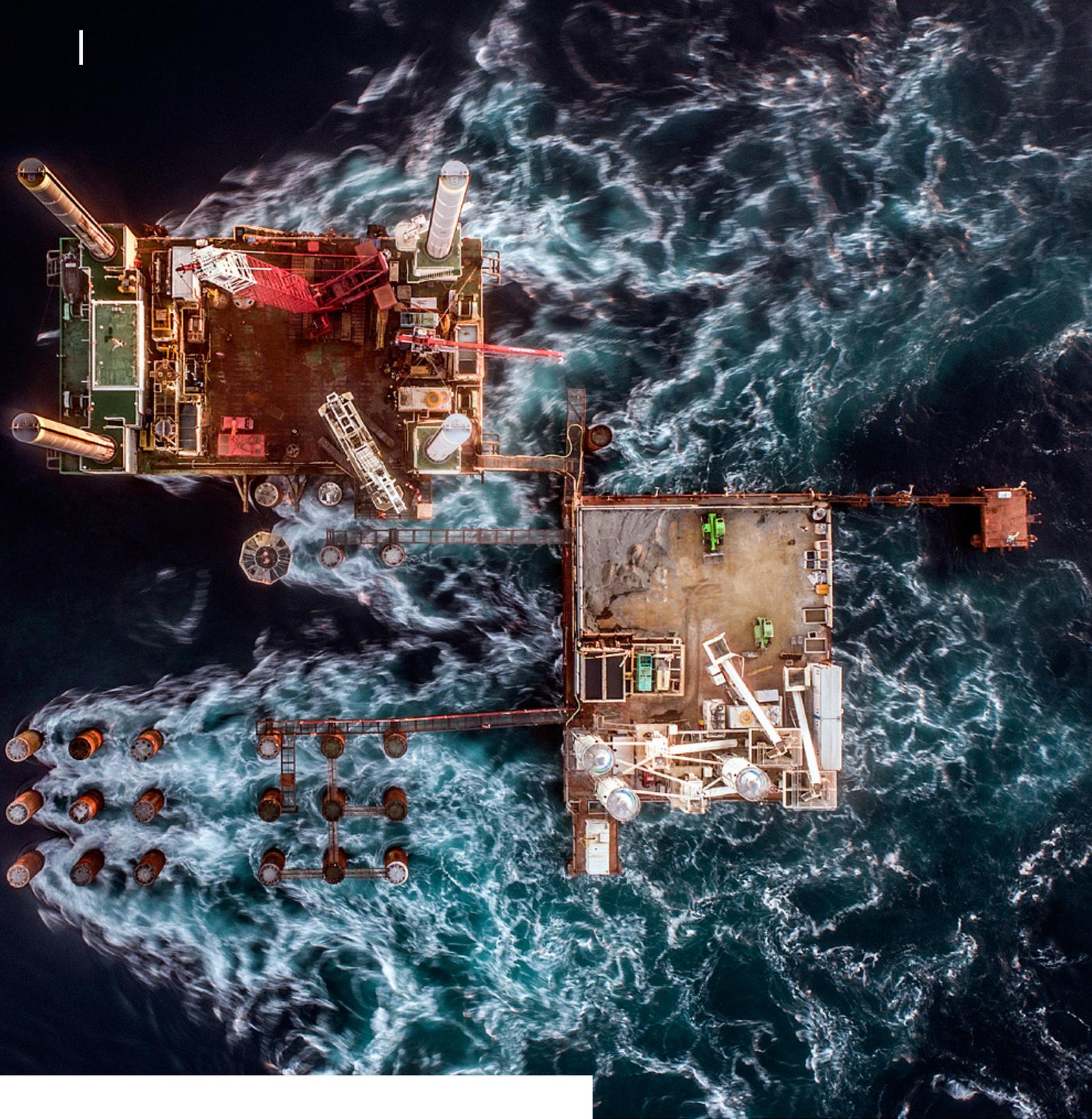


— Cbb Ready Mix, empresa proveedora del hormigón con el cual se construye el Puente sobre el canal de Chacao y parte del Grupo Cbb, asumió un desafío mayor al abordar las obras de hormigonado en el mar. Un hito constructivo a nivel latinoamericano.

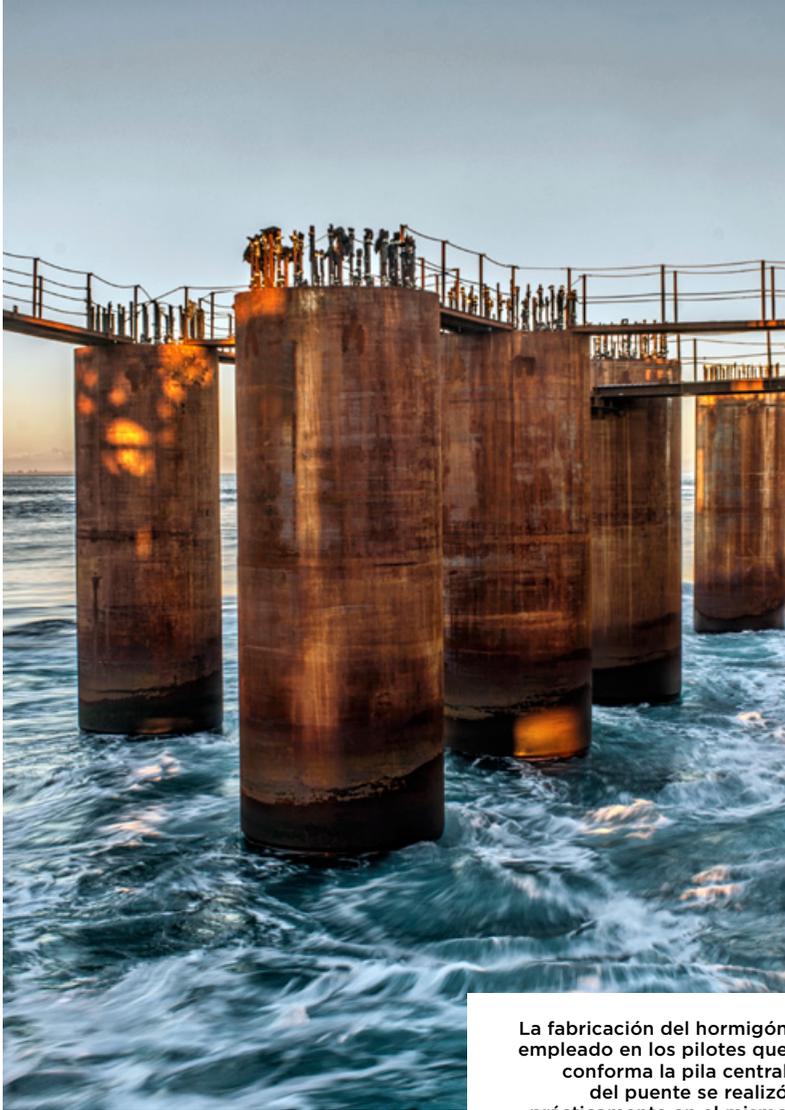
PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

U

**UNA MEGA OBRA** se levanta sobre el Canal de Chacao. Con una longitud total de 2.750 m, el puente Chacao unirá los sectores de Punta Coronel en el Continente y Punta San Gallan en la Isla de Chiloé. Será del tipo colgante continuo en dos tramos de 1.155 y 1.055 m en los lados norte y sur, respectivamente, con cuatro pistas de circulación de 3,5 m cada una con berma exterior de 1,5 m, para una velocidad de circulación de 80 km/h. Se apoyará en tres pilas con alturas de 157 m (Pila Sur), 175 m (Pila Central) y 199 m (Pila Norte).



Las mareas complican el abastecimiento de materias primas y hay ciertos horarios en que no se puede tomar barcazas para poder llegar hasta la roca remolino, debido a que la marea en un horario circula en una dirección y va cambiando cada 5 a 6 horas.



La fabricación del hormigón empleado en los pilotes que conforma la pila central del puente se realizó prácticamente en el mismo lugar donde se requerirá hormigonar.



La obra se inició con la construcción de 36 pilotes para soportar la pila central del puente. Cada pilote tiene aproximadamente 55 metros de longitud, un diámetro nominal de 2,65 metros y se sumergen a 40 metros bajo el lecho marino.

Cuando la obra esté finalizada, se habrá logrado la ansiada conexión fija de Chiloé con el continente y el país quedará conectado en forma permanente desde Arica a Quellón, extendiendo la Ruta 5 en 190 kilómetros. El tiempo de cruce del canal se reducirá a sólo 3 minutos en toda época del año, disminuyendo drásticamente los 40 minutos que tarda un transbordador, sin sumar los tiempos de espera estacionales y factores climáticos.

“Como compañía es un orgullo ser parte de un proyecto tan grande e importante para el país, porque entendemos que el puente se convertirá en una solución para todas las personas, que va a acortar y facilitar los tiempos de traslado. Por lo tanto, sentimos que somos parte de una construcción que va a cambiar literalmente el rumbo”, comenta a BiT, Max Casas Cordero, jefe de la Planta Pargua de Cbb Ready Mix.

A la fecha, la compañía ha finalizado los 36 pilotes de Roca Remolino, correspondientes a la pila central y se encuentra ejecutando el encepado. En la planta norte (Pargua), “hemos ejecutados 18 pilotes y en la zona sur también ejecutamos los 18 pilotes. Por lo que nos encontramos ejecutando los encepados e iniciando los macizos desde los cuales se sujetarán los cables que soportan el puente colgante. El proyecto ha sufrido algunos retrasos por distintas razones y una de ellas es por el clima, que es bastante complejo, en el caso de la pila central trabajamos con mareas, por lo tanto, el abastecimiento de materias primas se puede hacer una vez al día y todo debe estar muy bien coordinado, para poder realizar el movimiento de las barcazas y abastecernos”, detalla el ejecutivo de Cbb.

BiT se internó en las profundidades del Canal de Chacao, para conocer las faenas constructivas de hormigonado en el mar. El puente estará terminado en 2025.



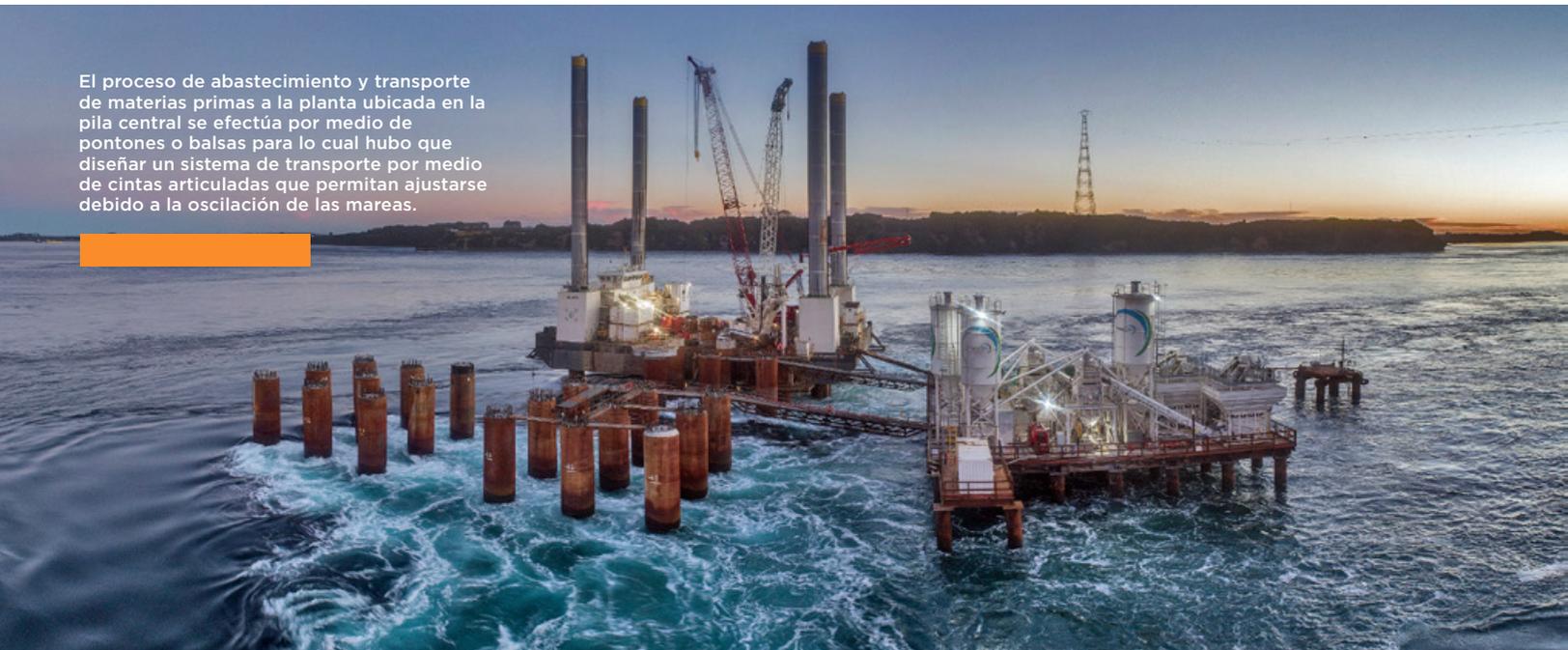
#### ARTÍCULO RELACIONADO

BiT N°132

Hincado de pilotes en el Puente Chacao:  
Fondo marino



El proceso de abastecimiento y transporte de materias primas a la planta ubicada en la pila central se efectúa por medio de pontones o balsas para lo cual hubo que diseñar un sistema de transporte por medio de cintas articuladas que permitan ajustarse debido a la oscilación de las mareas.



## DESAFÍOS MARINOS

Aceptar y sumarse a un proyecto de la envergadura del puente sobre el Canal de Chacao obligó a Cbb Ready Mix a elaborar una estrategia acorde a las dimensiones de la faena, debiendo recurrir a toda su experiencia previa para asumir los desafíos de esta mega obra de ingeniería. En ese aspecto, las experiencias anteriores que la empresa ha tenido en obras de gran envergadura -como Torre Costanera Center- fueron útiles para elaborar y diseñar una estrategia de suministro de hormigón para los pilotes del puente. Sin duda una de las complejidades de esta mega estructura, fue diseñar la planta y montarla en el centro del canal, porque es una planta diseñada de forma exclusiva para este proyecto.

La elaboración de una superficie apta para construir una planta de hormigón en un espacio reducido en tierra es totalmente distinta al hacerlo en un ambiente marino, las dificultades son otras y no hay experiencias similares, al menos en Chile, con plantas de hormigón en el mar. Este punto de inicio significó que toda la operación hormigonera -fabricación,

transporte de áridos, planta y otros elementos- se realizara en alta mar, en una experiencia inédita a nivel latinoamericano.

“Ahora tenemos dos plantas de hormigón mezcladoras ubicadas en la pila central. Las faenas de hormigonado son críticas y no se pueden interrumpir, hay que iniciarlas y terminarlas. Por lo tanto, desde el punto de vista de la ingeniería, tuvimos que buscar la forma de asegurar la continuidad de la operación, y para ello se definió duplicar los equipos, de esta forma el nuevo desafío era el espacio disponible en la plataforma central ubicada en Roca Remolino que está en medio del Canal. En efecto, la planta que montamos en la mitad del Canal de Chacao ocupa una superficie aproximada de 1.000 metros cuadrados”, indicó el ejecutivo de Cbb Ready Mix.

## PLANTAS DE HORMIGÓN

En la zona norte Cbb Ready Mix, tiene dos plantas de hormigón en sus instalaciones. “El hormigón se carga desde la planta a los camiones mixer, los cuales se dirigen al punto de colocación. En la zona central tenemos plantas mezcladoras que dosifican el hormigón, y vacían directamente a la bomba de hormigón, entonces no ocupamos los camiones”, comenta Max Casas Cordero.

En la pila sur se ejecuta lo mismo que en la pila norte, es decir, se utilizan camiones mixer con plantas de hormigón en obra.

### ASÍ ES LA PLANTA HORMIGONERA



En cuanto a las condiciones climáticas y mareas, éstas son bastantes complejas, en invierno por la lluvia y los vientos fuertes se hace difícil abordar los trabajos de roca remolino. Además, las mareas complican el abastecimiento de materias primas y hay ciertos horarios en que no se puede tomar barcasas para poder llegar hasta la roca remolino, debido a que la marea en un horario circula en una dirección y va cambiando cada 5 a 6 horas.

Para los áridos, parte fundamental del hormigón, la situación fue similar. La misma composición de este elemento, significó un desafío extra a las complejidades ya existentes en esta gran operación. Por ejemplo, para el transporte del árido, se diseñaron cintas transportadoras articuladas móviles que se utilizan para carga y descarga del material que se trae por balsa desde una planta situada en el continente. Las cintas articuladas son

una solución a medida, dado que, mientras va cambiando la marea, la cinta se va ajustando y coloca el árido en el punto de acopio de la plataforma.

### PLATAFORMA EN EL MAR

Cbb Ready Mix cuenta con una plataforma que está fija en la Roca Remolino y en la cual continúa con la etapa de construcción del proyecto. Tras los pilotes viene el encepado, que es el amarre de los pilotes, por lo tanto, el nivel de complejidad sigue siendo el abastecimiento y los obstáculos climáticos, el cual a veces no permite bajar de la plataforma por lo fuerte del viento y de la lluvia y que también impiden a la barcaza atracar en la plataforma.

La fabricación del hormigón empleado en los pilotes que conforma la pila central del puente se realizó prácticamente en el mismo lugar donde se requería hormigonar. “Esto, nuevamente, implicó un desafío: cómo lograr una faena de hormigonado directa. Para ello, se utilizó una embarcación denominada Jack Up que se coloca en el punto donde está generándose la actividad, la construcción y nosotros tenemos que transportar nuestro hormigón a ese punto, a esa embarcación. Por lo tanto, a través de un sistema de tuberías y pasarelas, se conecta nuestra planta con ese artefacto naval”, complementa Max Casas Cordero.

### CEMENTO ESPECIAL

Efectivamente el cemento es otro de los protagonistas del proyecto. El hormigón empleado está compuesto por cemento diseñado especialmente para este proyecto y contiene aditivos de última generación. Los requerimientos del producto final son bastantes estrictos, ya que tiene controles por el Consorcio Puente Chacao, por la inspección y por Cbb Ready Mix. Además, tiene un 70% de componentes de economía circular,



Con una longitud total de 2.750 m, el puente Chacao unirá los sectores de Punta Coronel en el Continente y Punta San Gallan en la Isla de Chiloé. Será del tipo colgante continuo en dos tramos de 1.155 y 1.055 m en los lados norte y sur, respectivamente, con cuatro pistas de circulación de 3,5 m cada una con berma exterior de 1,5 m, para una velocidad de circulación de 80 km/h.

es decir, que son los pasivos ambientales de otras industrias que se han incorporado en este producto, esta característica, hace que este cemento tenga una huella de carbono más baja.

La gran operación logística que abarca la construcción de la pila central del puente en el Canal de Chacao es monumental. No obstante, también lo es el desarrollo del hormigón y el hormigonado mismo de esta estructura. Esto, porque además de la logística, “tuvimos que realizar desarrollos técnicos importantes para que el hormigón a utilizar cumpliera con los estándares solicitados por el mandante”, detalla el ejecutivo de Cbb Ready Mix.

En un primer término, el desarrollo del hormigón se condicionó a que se asegurara su durabilidad por 100 años, requisito que, si bien en Chile está presente en algunas obras, en esta oportunidad se debió acreditar bajo pruebas de laboratorio. Para lograrlo, se utilizaron normativas internacionales, que es donde hay más expertise sobre este tipo de hormigones sometidos a estas condiciones de exigencia.

La obra se inició con la construcción de 36 pilotes para soportar la pila central del puente. Cada pilote tiene aproximadamente 55 metros de longitud, un diámetro nominal de 2,65 metros y se sumergen a 40 metros bajo el lecho marino. El avance de hormigonado en cuanto a los pilotes es del 100% de la estructura del puente, tanto en la pila central, como en las pilas norte y sur. En cuanto al volumen estimado, son cerca de

12.000 metros cúbicos en la construcción de los 36 pilotes de hormigón de muy altas prestaciones, en especial durabilidad, 10.000 m<sup>3</sup> de hormigón en la pila norte y 6.500 m<sup>3</sup> de hormigón en la pila sur.

### TRASLADO DEL HORMIGÓN

Esto respondió a una solicitud del cliente para poder abastecer el hormigonado de la pila central. Lo primero fue que se estudió con camiones mixer, “y finalmente llegamos al proceso que utilizamos ahora, donde usamos las plantas mezcladoras que abastecen directamente a las bombas de hormigón, las cuales bombean hacia los pilotes y las estructuras”, comenta el ejecutivo.

El proceso de abastecimiento y transporte de materias primas a la planta ubicada en la pila central se efectúa por medio de pontones o balsas para lo cual hubo que diseñar un sistema de transporte por medio de cintas articuladas que permitan ajustarse debido a la oscilación de las mareas.

Actualmente Cbb Ready Mix, se encuentra hormigonando los pilotes del estribo de la pila sur, posteriormente partirán con el encepado de la estructura del puente. Mientras, en la pila central se encuentran en la fase de encepado, que son las obras civiles del amarre de los pilotes. Hormigonado en el fin del mundo. ■