

Fabricación de tubos de concreto para emisario submarino

↓ Foto 1. Proceso de fabricación de tubos.

Rodrigo Ortega Masías
Coordinador de Prefabricados Industriales
Cementos Pacasmayo

Fotos: Cortesía Distribuidora Norte Pacasmayo



Luego de **rigurosos estudios**, sustentos técnicos, pruebas de calidad y cambios en la especificación técnica original; como por ejemplo **el cambio de cemento Tipo V** por un cemento especial para ambiente marino MS (MH), a mediados del 2019 se dio inicio a la producción de un **emisario submarino de 1.500 mL** para el proyecto de modernización de la Refinería de Talara.

¿Qué es un emisario submarino?

Los emisarios submarinos son el conjunto o unión de tuberías que sirven para recoger agua marina (conducto inmisario) hacia una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y además para conducir agua tratada (conductor emisario) desde la PTAR hacia el mar, en este caso la Refinería de Talara. El emisario submarino está conformado por una línea de conducción terrestre en un tramo y marítima en su mayoría, hasta llegar a un punto de vertido lo suficientemente alejado de la costa para no afectar a las zonas cercanas.

↓ Foto 2. Inicio del curado intermedio con malla geotextil.



El proyecto

La producción de este proyecto, ha sido un gran reto por la complejidad de todo el proceso constructivo; desde el diseño ad-hoc del concreto, fabricación de armaduras con máquinas especializadas, encofrado y desencofrado del elemento, el curado de las piezas y almacenaje de las mismas. Por ello, se considera que con este proyecto se marca un hito importante, de cara a la nueva visión 2030.

El proyecto constó de la fabricación de 489 tubos de hinca, con longitudes variables entre 2,0 m y 2,4 m de diámetro interno, que luego se unen para formar 1,5 km de emisario submarino, el cual estará a 30 m debajo del lecho marino.

El ritmo productivo se mantuvo en 4 tubos por día utilizando un concreto MS (MH) 450 kg/cm², que obtenía su resistencia teórica a las 4 horas.

Estos tubos de hinca, que oscilan entre 14 y 19 t, se instalan sin la necesidad de realizar zanjas a cielo abierto o dragados de suelos marítimos.



↑ Foto 3. Traslado a zona de almacenaje.

El proceso constructivo

1. Trabajos preliminares

Se inicia con la habilitación de las bases de los moldes (estructuras metálicas que se encuentran fijadas en la zona de fabricación) que incluye la limpieza, engrase, impermeabilización y aplicación de desmoldante. Para luego colocar la virola (banda metálica perimetral en la zona inferior del tubo hinca que permitirá la conexión entre ellos) sobre la base ya habilitada. Puesta la virola, se procede a fijar de manera homogénea en la base y aplicar un sellador que impermeabilizara el conjunto molde – virola.

2. Moldeo y Colocación de armaduras

El encofrado usado para los tubos hincas está conformado por dos partes:

- Molde interior / Noyo: cilindro concéntrico para moldeo de menor diámetro, con sistema hidráulico.
- Molde exterior: superficie de mayor diámetro que permite dar la forma final a los tubos hinca con sistema hidráulico.

Adicionalmente sus accesorios dan soporte durante el proceso de colocación de concreto ya que cuenta con una escalera y pasarela con baranda que permite el acceso del personal, así como, una batería de 9 vibradores de pared que se encuentran homogénea y estratégicamente distribuidos en la superficie del molde.

→ Foto 4. Colocación de molde externo.



Por medio de grúa se traslada el molde interior (noyo) habilitado, es decir, limpio y con desmoldante a la parte interna de la base. A través del sistema hidráulico el noyo se “expande” y toma su posición final en la base. Luego se realizan los ajustes mecánicos requeridos por el diseño del molde garantizando la fijación y la estabilidad del mismo.

La armadura tipo cilíndrica con doble malla de acero en forma de espiral, es fabricada en una máquina diseñada para los tubos hinca, habilitada con los siguientes accesorios de acuerdo a los planos y especificaciones:

- Inyectores
- Bulones de volteo
- Bulones de izaje
- Capuchones de inyectores
- Capuchones de bulones
- Separadores
- Protectores

↓ Foto 5. Fabricación de armaduras.



La habilitación de las armaduras, con los accesorios antes descritos, se realiza solo en las estructuras que cuenten con la revisión y aceptación del área de calidad. Posterior a la habilitación, el área de calidad termina la revisión de los parámetros determinados para las armaduras, las cuales son identificadas con un precinto color verde. Una vez lista la armadura se traslada e introduce en el noyo (molde interior) ya antes fijado en la base, donde se realiza un ajuste final de la posición de la estructura por parte de producción (y validado por calidad) donde se verifican principalmente los recubrimientos.

Teniendo el visto bueno del área de calidad, se traslada el molde exterior que se encuentra ya habilitado (limpio y con desmoldante) en la zona de maniobras, hacia el conjunto noyo-armadura y se procede a cubrirlo, asegurándose de evitar el menor contacto posible con la armadura descansando sobre los soportes de la base. A través del sistema hidráulico el molde exterior se “contrae” y toma su posición final en la base. Se realizan los ajustes mecánicos requeridos por el diseño del molde garantizando la fijación y estabilidad del mismo.

La verificación de los diámetros y espesores requeridos en los planos y especificaciones, se realizan mediante una prueba “Pasa-NoPasa”, que se realiza en la parte superior del tubo hinca.

3. Colocación de concreto

Como parte del proceso constructivo se dispone de un elemento de forma cónica que se ubica en la parte superior del conjunto soportado en el borde del noyo interior, lo que permitirá:

- Distribuir de manera uniforme el concreto.
- Reducir las pérdidas de concreto durante el proceso.
- Fijar la manguera de la bomba, evitando movimientos bruscos.

El concreto es habilitado por la planta de premezclados, de acuerdo a las características requeridas en los planos y especificaciones y a las necesidades del proceso y flujo productivo. El vaciado se realiza en 3 capas de vibrado, utilizando el sistema Mixer-Bomba, donde se realizan breves paradas para asegurar el vibrado final de cada transición

↓ Foto 6. Vaciado de concreto.



4. Desmoldeo y extracción del producto

En esta parte del proceso constructivo se liberan los ajustes del molde interior y exterior. Con la ayuda del travelift se procede a retirar los moldes, primero el interior y luego el exterior. Ambas maniobras se realizan empleando la cruceta de izaje. Posteriormente se cura cada elemento con el uso de agua.

Se retiran los cauchos protectores de los bulones del tubo y se retira el tubo de la base del molde izándolo desde los bulones de volteo. El tubo debe ser manipulado empleando la viga de izaje y los aparejos correspondientes.

5. Acopio del producto

Por medio del uso del travelift se trasladan los tubos izándolos desde los bulones de volteo hacia el acopio de tubos hinca, los mismos que llevan un orden de correlación según el diámetro de cada tubo y codificación respectiva. Es aquí donde se proceden a resanar y prepararlos para su posterior despacho: pintado de virolas, marcado del producto, etc.

Este proyecto es un claro ejemplo de la necesidad de generar procesos disruptivos e innovadores en la industria de la construcción. La brecha de infraestructura en el Perú se puede reducir implementando nuevas soluciones constructivas que permitan reducir tiempo y costos en los procesos de una obra.



↑ Foto 7. Almacenaje de tubos.