Procesos constructivos innovadores

Ampliación PTAR El Salitre

Foto 1. Avance en PTAR El Salitre.

Juan Jesús Núñez Concepción, Consorcio Expansión PTAR Salitre - CEPS
Fotos: Cortesía Consorcio Expansión PTAR Salitre - CEPS

Durante el proceso constructivo de ampliación de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) El Salitre se han desarrollado procesos innovadores enfocados a optimizar los plazos y mejorar la calidad del producto final. En este sentido se irá describiendo la construcción de la planta, paso a paso.

Inicialmente hubo un proceso de gran complejidad en excavaciones y rellenos debido a la presencia en el predio de un millón de metros cúbicos de basuras, pues el lote fue un antiguo botadero. Por esto se realizaron campañas de toma de muestras para descartar la presencia de lixiviados y poder conformar una montaña en el predio adyacente donde se desarrollará el futuro Parque Metropolitano. Se efectuaron también pruebas de compactación para establecer la densidad del material y se hicieron cortes en las excavaciones hasta con taludes verticales para determinar la estabilidad y su utilidad en las excavaciones del proyecto.

Por otro lado, ante el gran volumen de la montaña del Parque y la proximidad de vías y viviendas, se realizó un monitoreo durante todo el proceso de relleno hasta el presente, de los movimientos y asentamientos de la montaña y su posible influencia. Se instalaron placas de asentamiento, inclinómetros y extensómetros para lecturas semanales, que hoy en día son mensuales.

Para esta tarea se ejecutaron las excavaciones y rellenos con la utilización simultánea de 80 volquetas, 40 retroexcavadoras y 8 tractores de oruga en diferentes frentes de trabajo.

Foto 2. Ejecución de excavaciones.

Dado que el plazo de terminación de la construcción es de tres años –muy breve para ejecutar y poner en marcha una planta de estas características– se buscaron estrategias para acortar plazos y cumplir los tres hitos parciales de entrega y los dos hitos finales, terminación de obra y asistencia operativa. La primera y más grande estrategia fue buscar la manera de dividir la obra en tres grandes frentes o tres obras independientes, cada una liderada por un responsable, de tal forma que la ejecución fuera coordinada y de trabajo simultáneo en todas las estructuras del predio. Una vez organizada esta condición, se comenzarían escalonadamente los diferentes trabajos y frentes.

Por otro lado, se comenzó con estrategias de ejecución, poniendo en práctica las excavaciones en grandes plataformas de estructuras acabadas en rajón y triturado (pretratamiento, primarios, secundarios, biológicos, cloración, digestión y lodos), dejándolas al nivel del fondo de cimentación y construyendo vías de comunicación provisionales en el lugar de las definitivas. Esto permitió abrir varios frentes de trabajo de pilotaje y dar ingreso a varias compañías para que operen de forma independiente. Esto evitó realizar los tablestacados previstos para cada tanque y, así mismo, obvió el pilotaje sobre plataformas de rajón y triturado encima las basuras, lo que implicaría demorar el proceso dado que posteriormente habría que encamisar todos los pilotes, sacar las basuras y descabezar la mayor altura del pilote, aparte de las dificultades en los accesos a los tanques.

Foto 3. Plataformas de rajón para pilotaje.

Ante la complejidad de la zona donde se sitúa la PTAR y los problemas de tráfico para cumplir con el suministro, se ubicaron plantas de producción de concreto en el interior de la obra. Acogiéndose a un estudio del volumen máximo diario y mensual, se instalaron tres plantas de concreto con capacidad de 130 m^3/h, con lo que se industrializó totalmente la operación.

Comenzado el pilotaje se detectaron dificultades por la presencia combinada de presión de agua y de gases atrapados en las zonas de las capas de arena. Esto obligó a introducir cambios en el pilotaje y a diseñar una mezcla de concreto con adición de un producto que evita el deslave del concreto ante la presencia del agua y los gases. Por otro lado, se decidió encamisar los pilotes hasta pasar las capas de arena, se cambió el tipo de polímero y se utilizó otra mezcla para crear una capa más viscosa que soporte mejor las paredes de la excavación. Estos tres procesos combinados, controlaron las presiones de agua y gas.

En la búsqueda de industrializar los procesos constructivos se adoptaron métodos más rápidos para el pretratamiento. La presencia del canal de entrada y las alturas de la excavación, condujeron a un proceso de construcción inverso: la ejecución de los muros mediante pantallas de 15,2 y 25 m de altura, el apuntalamiento de las pantallas mediante encofrado metálico y la posterior ejecución de excavación, losas, cimentación, vigas y losas de cubierta.

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

Foto 4. Pantallas de pretratamiento.

Foto 5. Ejecución de cimentación y estructura.

Las cimentaciones de los tanques se optó por realizarlas en dos fundidas masivas, ejecutado inicialmente las mitades de menor complejidad (que no tenían tuberías enterradas), y avanzar así con la primera mitad de muros.

Foto 6. Cimentación de primarios por mitades.

Para levantar todas las estructuras se utilizaron encofrados de nueva tecnología, ligeros y transportables por grúas en grandes módulos, recurriendo a métodos de origen alemán y austriaco. Se realizaron, además, unas plataformas modulares de acero para montaje que también pudieran llevarse con grúas.

Foto 7. Encofrado y vaciado de concreto.

Gracias a los métodos aplicados se pudieron realizar armados y fundidas de los muros de tanques primarios y secundarios en dos puestas –es decir, dos medios tanques– armados en tramos de 11,50 m x 4,80 m y con peso de 3,2 t, calculado para que las grúas pudieran levantar esa carga en punta.

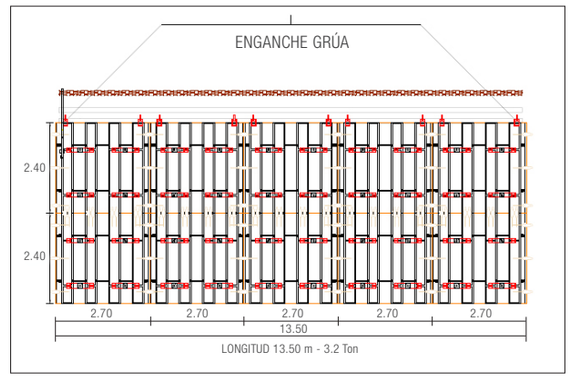


Foto 8. Módulo de encofrado de muros para desmontaje y montaje.

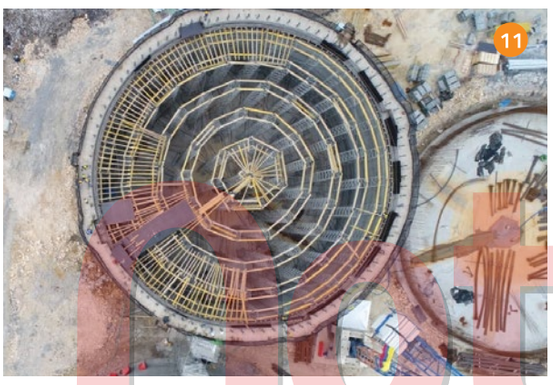
En los muros rectos del reactor biológico se utilizó este mismo encofrado en la primera altura de mayor espesor hasta 2,40 m, y para la reducción de espesor se utilizó una formaleta ligera en los 3,80 m restantes, lo cual aceleró el proceso. Esta zona se dividió en dos grandes frentes con un pasillo central para la circulación de los camiones mezcladores sobre la losa de cimentación.

Para acelerar el proceso de construcción de los ocho digestores de 30 m de diametro y 15 m de altura de muro se utilizaron dos sistemas combinados: por un lado, dos de los muros fueron ejecutados por un sistema de trepas de 5 m, de origen alemán, en tres fundidas completas, y los otros seis mediante el sistema deslizado de origen brasilero. De esta manera, se redujo la ejecución en alrededor de tres meses, ganando un tiempo valioso dentro del corto plazo de obra.

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

Foto 9. Encofrado tipo Trepa 5 m.

Para la culminación de la cúpula de los digestores se aplicó igualmente un sistema alemán de torres de andamios y encofrado.



Otro gran aporte para mejorar los procesos y los plazos en el proyecto PTAR El Salitre fue la ejecución en obra de conducciones en concreto tipo Box Culvert, implantando en obra una planta de prefabricados para entregarlos seis meses antes de su montaje.

En el proceso constructivo de montaje de Culvert y de tuberías y ante la altura, los niveles en que se encuentran y la complejidad del suelo (presencia de capas de arena, agua y fenómeno de licuefacción) fue necesario establecer procesos de entibados especiales de tecnología española, para contener los terrenos y ayudar a evitar socavaciones por estos fenómenos.

Foto 10. Encofrado deslizante 1 m.

Foto 11. Cimbras y formaleta de losa.

Foto 12. Fabricación de Box Culvert.

Foto 13. Entibado deslizante con codales horizontales.

Foto 14. Desvío del canal de Afluente.

Noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

La ejecución del proyecto tiene dos frentes complejos porque se ejecuta en los canales del afluente y efluente de la planta existente. En la actualidad se han resuelto en 95% las obras del canal del afluente. Para los trabajos de conexión con la entrada de la planta nueva se hizo un desvío provisional del canal mediante un estrechamiento del existente para poder cortar la conexión en la entrada y salida del desvío, un corte de gran complejidad porque debía contenerse el empuje del agua del canal.

Al ser necesario cubrir este canal para evitar los olores de la planta se contempló un sistema constructivo a base de columnas, muros y vigas prefabricadas de 30 m, sobre el cual apoyar unas placas y una capa de compresión de 5 cm de concreto, ya que el agua discurre por el canal y cualquier otro sistema sería de gran complejidad.

Foto 15. Colocación de vigas y placas prefabricadas sobre canal.

Fotos 16 y 17. Llegada de equipos.

El canal del efluente también debe invadirse parcialmente para acometer la conexión. En este caso se diseñó una estructura prefabricada de losas de cimentación y muros, que irá avanzando de acuerdo con la excavación hacia el borde del canal. Posteriormente se instalarán mallas de dados de concreto.

Al igual que en la obra civil, en los montajes de equipos es necesario buscar sistemas industrializados que acorten plazos para lograr los tiempos de finalización de lotes y obra. En este sentido, la obra se enfoca igualmente en tres grandes frentes con un responsable y un equipo técnico, según las necesidades de cada área, con el objetivo de trabajar en el montaje simultáneo de equipos en todas las estructuras. Esto se consigue gracias a la implementación de un exhaustivo plan de compras de todo el equipamiento electromecánico y de control de la planta, con entregas parciales en los subconjuntos necesarios. Todas estas operaciones incluyen apoyo técnico para el montaje y puesta en marcha, además de una estrategia de compra y entrega masivas de equipos. Gracias a ello comenzaron a llegar en mayo de 2019, y en diciembre se tenía comprado y en obra el 85%, dentro de los plazos coordinados con la ejecución y la necesidad de iniciar los montajes.

Realizada la organización para ejecutar los montajes solo se necesitaba personal para efectuar el proceso de manera industrializada. Para esto, una vez dividida la obra en tres partes, se designaron de dos a tres contratistas por actividades o por instalaciones. Se contratan tres compañías de tuberías y montaje de equipos, tres de montajes eléctricos, una para construir la subestación eléctrica, una para el alumbrado exterior y edificios, dos para montajes de conducciones enterradas, una de aire acondicionado, dos de control e instrumentación, dos de tuberías de agua potable y lluvias, y una para redes de incendio, entre otras.

Se dividió el montaje en tres disciplinas: mecánica, eléctrica y control. Tanto para el montaje mecánico como para el eléctrico se subdividió la obra en subconjuntos adjudicados a distintas empresas, como se anotó, para acometer simultáneamente los trabajos en todas las áreas y disciplinas donde fue posible. Asimismo, se industrializaron todos los montajes repetitivos de equipos. Esto ha permitido que en seis meses se haya dispuesto, montado y conectado el 90% de la línea de agua y un 30% de la línea de lodos.

Por otra parte, se han implantado medidas o planes de aceleración y trabajos de 24 horas en frentes que se debían acelerar para poder la terminación oportuna de obras civiles y montajes.

Todo el **equipamiento** de la obra ha sido suministrado por fabricantes de prestigio internacional, con **altos estándares** de **calidad** de fabricación y **experiencia** sobrada en plantas de tratamiento de agua residual. Para la puesta en marcha, se compatibilizará con la **Fase 1** existente, armonizando **procesos** y aprovechando **infraestructuras**.

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

FICEM
Hoja de Ruta CO_2

FICEM
FEDERACIÓN INTERAMERICANA DEL CEMENTO

¿Qué es la **Hoja de Ruta FICEM**?

La Hoja de Ruta FICEM es el compromiso de la industria cementera Latinoamericana, en la reducción de emisiones de CO_2 hacia una economía baja en carbono y la promoción del uso del cemento, como solución a las necesidades de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

OBJETIVO 1

Aportar a los objetivos mundiales para el desarrollo sostenible **ODS y COP 21**, los objetivos globales de la Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento **(WBCSD)** y los **objetivos regionales** para enfrentar el **cambio climático.**

OBJETIVO 2

Construir la línea base de emisiones de CO_2 en la industria regional, mediante la implementación de un sistema para la Medición, Reporte y Verificación FICEM **(MRV FICEM)**, usando la data reportada en el protocolo **The Getting Numbers Right (GNR).**

OBJETIVO 3

Determinar el potencial de reducción de CO_2 por país y planta, basado en la eficiencia energética e innovación para la producción de Clinker y Cemento en Latinoamérica.

OBJETIVO 4

Identificar las acciones para implementar el potencial de **reducción de CO_2** en nuestro ciclo de vida y **posicionar al cemento** como el material más **resiliente** para las necesidades de **adaptación al cambio climático.**

OBJETIVO 5

Estandarizar y facilitar la elaboración de las Hojas de Ruta por País, para lograr cumplir los **requerimientos de Mitigación y Adaptación** de acuerdo a las oportunidades y necesidades **locales.**

OBJETIVO 6

Posicionar a FICEM como referente de la industria para facilitar diálogos y negociaciones asociadas al cambio climático en nuestros países.

Posicionando al cemento como material líder en la construcción resiliente

Federación Interamericana del Cemento
FICEM

Contáctenos:
Calle 118 # 19 - 52 | Bogotá, Colombia
Tel: +57 1 6582978
Correo: ntriana@ficem.org