



Vista aérea de la planta cementera, en Sonsón, Departamento de Antioquia. Colombia.

El alcance del proyecto incluye la ingeniería, compra, activación, logística, construcción y puesta en marcha de la instalación

PROYECTO TORRE: OHL construye su primera planta de cemento



En el municipio colombiano de Sonsón, Departamento de Antioquia, OHL ha llevado a cabo, a través de su línea de actividad de Industrial y bajo la modalidad de llave en mano, la construcción de una fábrica de cemento. La planta, con una capacidad de producción diaria de 3.150 t de clínker, ha sido adjudicada por Ecocementos, consorcio formado por el grupo español Cementos Molins y la colombiana Corona. Con un presupuesto que asciende a 230,0 millones de euros, la planta superó las pruebas de rendimiento en 2019 e inició la comercialización de cemento bajo la marca Alion.

Autores:**Mario Ruiz**

Director de proyecto

Antonio Martín Rodríguez

Jefe de emplazamiento

David García

Ingeniero de proyecto

La planta de cemento se ubica en un entorno natural privilegiado, con unas condiciones de ejecución complejas: periodos de fuertes lluvias, altas temperaturas y humedad, la autopista Medellín-Bogotá atravesando el corazón de la planta y rodeada a un extremo por el río Claro.



En primer plano, galería sur. Al fondo se aprecia la segunda de las galerías, durante su construcción.

La fábrica consta de dos áreas claramente diferenciadas, separadas por la autopista Medellín-Bogotá, eje viario principal de Colombia y que soporta el 80% del tránsito de mercancías del país. Esta separación, junto con las características comerciales de una de las áreas, zona franca libre de impuestos, ha supuesto un importante desafío desde el punto de vista logístico y constructivo. Estas dos áreas cuentan con las siguientes características:

- Área de recepción de materiales, dónde se ubican la explotación minera, la zona de recepción de materias primas (caliza, carbón, yeso) y el edificio de almacenaje de caliza.

- Área de producción, donde se encuentran los equipos de proceso, molineras, área de piropceso, silos de almacenamiento y áreas para el ensacado y despacho.

Ambas zonas se encuentran unidas por dos galerías, construidas en estructura metálica y una luz de 73,5 metros, que cruzan por encima de la autopista.

En esta primera experiencia de OHL como constructor de fábricas de cemento, se ha contado con la colaboración de STHIM, compañía del grupo OHL especializada en el manejo y transporte de sólido, y de FLSmidth, referente del mundo cementero y minero que ha desarrollado el rol de tecnólogo y suministrador principal de equipos.

Proyecto Torre en cifras	
Ingeniería	Más de 125.000 horas propias
Documentos (propios y de vendors)	Más de 14.000 documentos (sin contar revisiones)
Compras/Activación/Inspección	Más de 240 pedidos
Logística	Más de 460 envíos 800 contenedores y más de 10.000 t en break bulk
Subcontratos construcción	Más de 85 subcontratos
Movimiento de tierras	Más de 1.500.000 m ³
Estructura metálica	8.000 toneladas
Montaje equipos	Más de 10.000 tn
Hormigón	98.000 m ³
Tendidos eléctricos	700.000 metros de cable
Máximo personal en obra punta	1.886 mano de obra directa

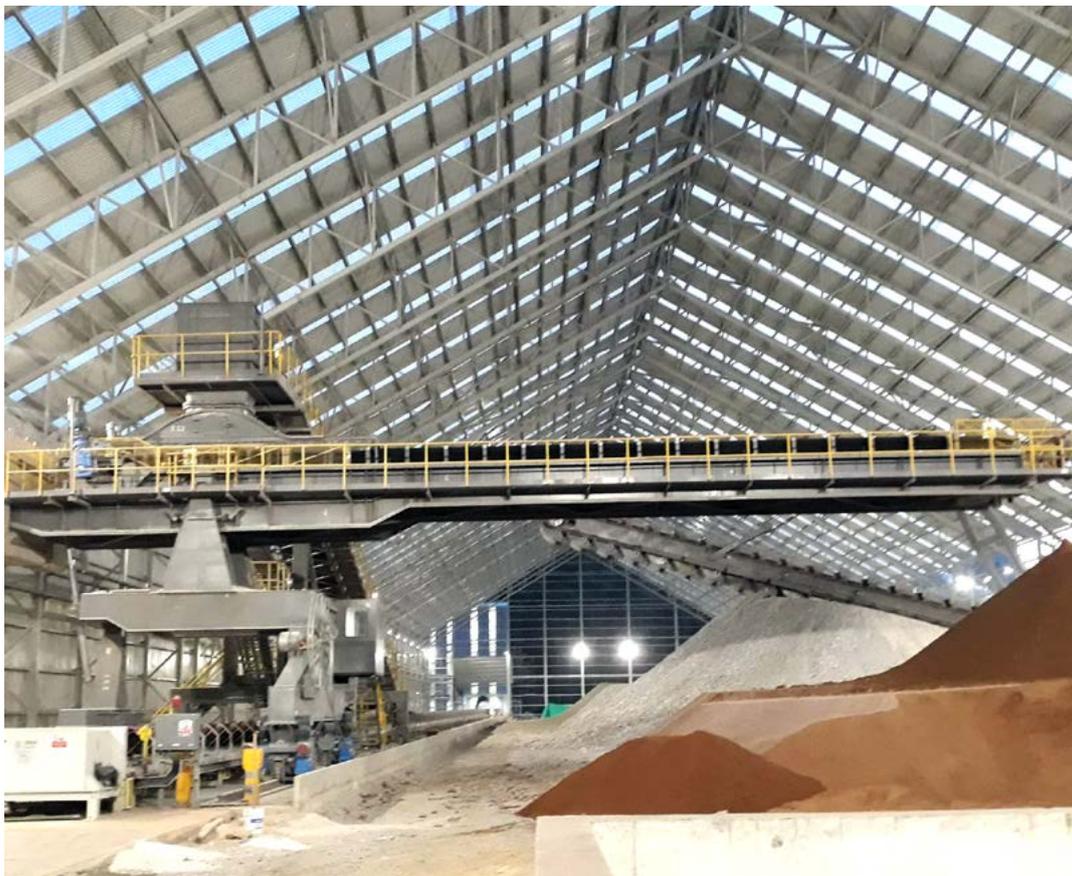
Descripción del proceso

■ **Recepción y almacenamiento de materias primas.** La fábrica cuenta con un área de recepción de materias primas y carbón (combustible) que, mediante un sistema de transporte por bandas, es llevado a los parques de almacenamiento.

■ **Trituración.** El material obtenido de la explotación de la cantera de caliza y arcilla es triturado en una machacadora de impacto, con una capacidad de 1.500 t/h. El resultado, mezcla de caliza y arcilla, es depositado a través de un apilador en el almacén de pre-homogeneización, con una capacidad total de almacenaje de dos pilas de 25.000 t cada una.



Zona de recepción de materias primas, con plataformas basculantes para camiones.



Apilador y reclamador de aditivos.

- **Producción de harina.** El material almacenado en el parque de pre-homogeneización es extraído a través de un reclamador y conducido mediante cintas transportadoras que cruzan la autopista, hasta el molino de crudo vertical de rodillo tipo ATOX, con capacidad de 260 t/h. El resultado de esta molienda es una harina que es almacenada y se homogeneiza en el silo de harina cruda.
- **Molienda de cemento y despacho.** El clinker es extraído y conducido hasta el área de molienda de cemento, donde es mezclado con aditivos (yeso, caliza y otros materiales). De tecnología vertical OKTM, el molino tiene una capacidad de 225 t/h de cemento de uso general y 185 t/h de cemento estructural. El cemento es almacenado en dos silos, con capacidad de 14.000 t cada uno:
 - Un silo mono cámara para un único tipo de cemento.
 - Un silo con tres cámaras, para tres tipos diferentes de cemento.
- **Pre calentador, calcinador y horno.** La harina cruda es conducida a la torre de piroproceso, con más de 100 metros de altura y en cuyo interior se produce la calcinación de sus componentes, mediante el intercambio de calor a contracorriente con los gases calientes procedentes del quemador del horno. A la salida de la torre precalentadora, el material se envía al horno horizontal (5 metros diámetro y 54 m de largo), donde se extraen, en forma de clinker, 3.150 t/día.

El clinker producido en el horno y llevado al enfriador de parrillas, es almacenado en un domo, uno de los emblemas de la obra por su innovación y tamaño, con capacidad para 60.000 t de carga viva.

Desde los silos, el cemento es despachado bien a granel, a través de camiones cisterna, o ensacado a través de dos líneas de ensacado/paletizado con capacidad para producir 3.600 sacos por hora. La planta cuenta con una nave para almacenaje de sacos, con una superficie de 9.000 m².

- **Combustible.** La planta usa el carbón como combustible principal. Este mineral es almacenado en un parque con capacidad de 7.500 t. Desde el parque es conducido,



Imagen de molino de crudo y filtro principal.



Torre *preheater* o precalentamiento, silo de harina y horno horizontal.



Silos de cemento y nave de ensacado y paletizado.



Molienda de carbón.

mediante cintas transportadoras, al molino de carbón vertical tipo ATOX, con capacidad de 20 t/h secas. El carbón, una vez pulverizado, se envía a los quemadores del horno y del calcinador.

- **Suministro eléctrico.** Con el objetivo de reducir al máximo el consumo eléctrico de los equipos, más de 5.000 kW, la compañía ha desarrollado un esquema de distribución consistente en cinco subestaciones eléctricas. Ubicadas cada una de ellas en diferentes puntos de la planta, junto a los equipos de mayor consumo, cada edificio eléctrico

o subestación ha sido construido en forma de atrio elevado, para evitar al máximo ejecutar canalizaciones eléctricas y arquetas, dado el alto nivel freático del terreno, y tratar de minimizar los tendidos de cables.

Continuando con el compromiso de calidad de los estándares de OHL Industrial, los equipos seleccionados son de última generación y máxima eficiencia; permiten limitar al máximo el consumo eléctrico y la generación de emisiones. Estas últimas han sido limitadas a 10mg/Nm³ por debajo del máximo de emisiones permitido por la normativa colombiana.



Cabinas eléctricas en subestación.



Construcción de la planta

Con un área de proyecto de 19 hectáreas, de las que 16 se consideran libres para la construcción, 85 empresas subcontratistas y una punta de más de 1.886 personas de mano de obra directa han participado en la ejecución de la obra, siendo necesaria una extraordinaria labor de coordinación del proceso constructivo. La falta de espacio ha

obligado a llevar un riguroso control de los tiempos de permanencia máxima de almacenamientos, zonas de prearmado y zonas de actuación de grúas (destaca la presencia de grúas de 500 t y 750 t).

Imagen general de la planta durante el proceso constructivo.

Dentro de la construcción, el movimiento de tierras con más 1.500.000 m³, ha sido efectuado con medios propios de OHL Colombia.



Grúas de 500 y 750 t.



Imagen de movimiento de tierra y cimentaciones principales.

Para la construcción de los cuatro silos de almacenamiento y de la torre precalentadora, se ha utilizado la técnica de construcción de encofrado deslizado con las siguientes dimensiones: el silo de crudo (con 42 m de altura y 16 m de diámetro); el silo de incocidos, para el material de rechazo (con 28 m de altura y 11,6 m de diámetro); los dos silos de cemento (de 63 m de altura y 18 de diámetro), y

la torre precalentadora de sección cuadrada (con una altura de deslizado de 83 metros y sus siete plantas de 324 m² cada una, que apoyan en cimentación sobre pilotes de 800 y 1.200 mm de diámetro).

El cambio de la orografía del terreno y la consiguiente modificación de pendientes y drenajes naturales, obligó a canalizar y re-



Inicio de deslizados en silos y torre pre-calentamiento.



Finalización deslizados en silos de cemento.



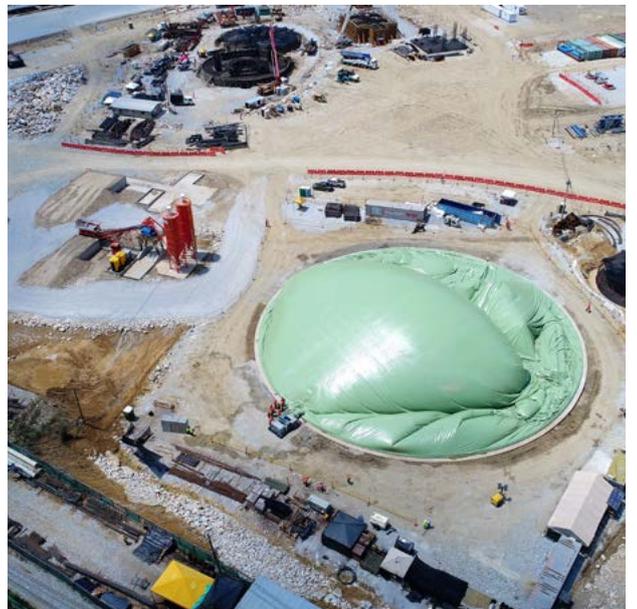
Imagen aérea de *box-couvert* en el paso por el área de producción.

conducir la quebrada de la parcela en una canalización subterránea (definida como *box-couvert*) de 540 metros de longitud y una sección rectangular de 3x2,5 metros, con capacidad para la entrada de maquina-

ria para limpieza. Este drenaje a modo de túnel, garantiza que las aguas del área de recepción de materiales son conducidas hacia el río Claro, situado en el borde del área de producción.



Entrada de túnel o *box-couvert*.



Secuencia de inflado del domo.



Proyección en el interior del domo a cota de suelo.



Proyecciones de domo a cota superior.

De todas las instalaciones de la planta, la más destacada es el almacén de clínker. La fórmula elegida es la de un domo semicircular, con capacidad para 60.000 t vivas, un diámetro de 54 metros y una altura de 44 m. Pintado en los mismos colores del entorno en el que se ubica la fábrica, este almacén destaca a la entrada de la misma. Fue ejecutado mediante el inflado de una membrana de PVC y el posterior armado y hormigonado por proyección para rigidizarlo.

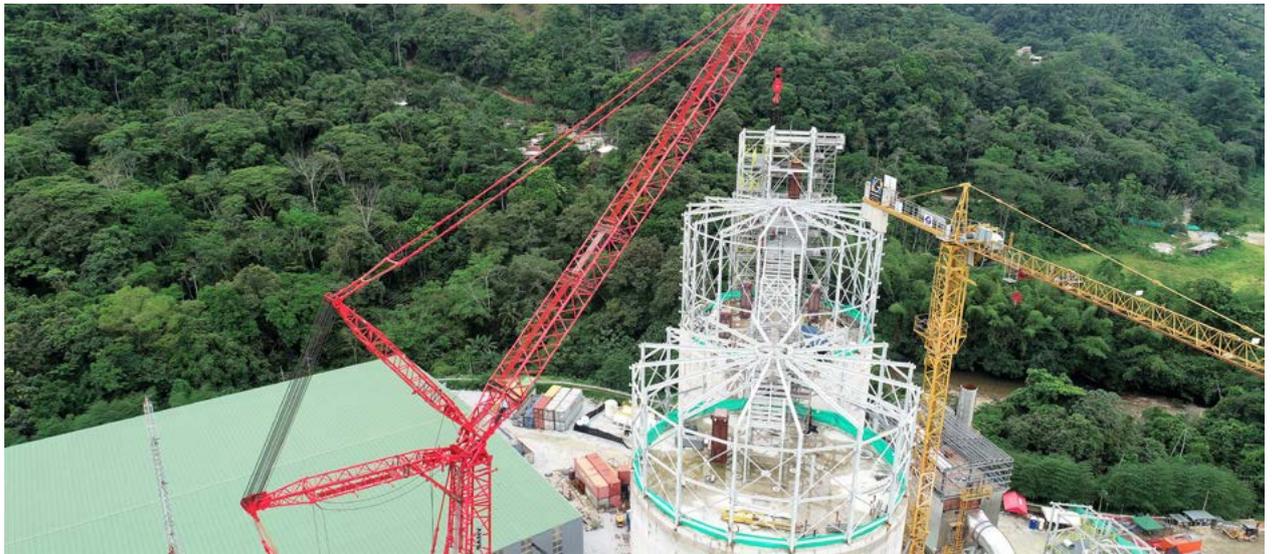
Las más de 10.000 t de equipos eléctricos y mecánicos y los 700.000 m de cable que com-

ponen la fábrica de cemento se apoyan en edificios y cimentaciones equivalentes a 98.000 m³ de hormigón y 8.000 t de estructura metálica.

Para la producción de 98.000 m³ de hormigón se instalaron, en el interior de la fábrica, tres plantas de hormigón con capacidad de 45 m³/h.

Para la fabricación de 8.000 t de estructura metálica, se contrataron cuatro talleres de fabricación en distintas localidades del país (Bogotá, Cartagena y Cali), siendo de extraordinaria complejidad la logística y almacenamiento temporal de las estructuras.

lizado de
castillete
superior
de silo de
cemento.



Seguridad, Salud y Medio Ambiente

- El Índice de Frecuencia del Proyecto es de 6,19, con un total de horas de 9.526.874 invertidas.
- La punta máxima de personal ha sido de 1.886 trabajadores con una media global de 1.140 trabajadores/mes.
- Se han realizado 8.357 capacitaciones básicas (*Tool box*) en materia de seguridad y salud y medio ambiente, con un total de 66.927 horas impartidas.
- Se han realizado 12.221 capacitaciones formativas en materia de seguridad y salud y medio ambiente, con un total de 134.112 horas impartidas.
- Se han realizado más de 250 procedimientos de trabajos específicos.
- Se han realizado más de 200.000 inspecciones/observaciones preventivas-correctivas de control operacional diario.
- Se desarrollan técnicas de gestión en Seguridad, Salud y Medio Ambiente (HSE, por sus siglas en inglés) complementarias como la imagen de equipo (mandos y técnicos de HSE), el compromiso (decalogo de normas), coordinación a actividades (reunión diaria seguridad y salud), la sensibilización y fomento de cultura (campañas-premios), la participación y la mejora en la comunicación (comités de representación, minutos de seguridad), etc.

Compromiso social y económico

Durante la construcción de la fábrica de cemento, OHL ha cuidado en todo momento la relación con las comunidades cercanas. El progreso tecnológico y la creación de complejos industriales originan riesgos potenciales que pueden tener un fuerte impacto sobre la población y el medio ambiente. En este contexto, OHL ha desarrollado actividades continuas, para salvaguardar la flora y fauna del entorno. Se ha trasladado la fauna detectada al Centro de Rehabilitación Animal o reubi-

cado en zonas cercanas (iguanas, serpientes, cazadoras, lianas y guarda caminos, colibrís, sisiri, etc.). Asimismo, se han cuidado y analizado la evolución de los árboles de las zonas forestales próximas (pomo, guano, mango, aguacate, guayaba, etc.).

Siguiendo con los compromisos de la compañía en el cuidado del medioambiente, la planta se ha diseñado sobre la máxima de eficiencia energética, constituyéndose en una referencia en el sector colombiano y a nivel internacional.



Fotografía del emplazamiento antes del inicio de la construcción.

Movilidad y seguridad vial en el proyecto

La ubicación de la fábrica en la carretera principal de Colombia (Medellín- Bogotá), el estado mejorable del firme y la afluencia de vehículos (camiones, coches y motocicletas), ha sido una constante, y una gestión con éxito, al no haberse producido ninguna incidencia significativa.

Junto con el cliente en obra (Ecocementos), en materia de Responsabilidad Social Corporativa, se ha realizado la donación de madera reciclada, contenedores y material reutilizables a las comunidades cercanas de Jerusalén, San Luis, Las Mercedes y Doradal entre otras. Así mismo, durante la construcción de la planta, se ha favorecido el empleo local y la subcontratación a empresas colombianas, en su mayoría.



Vista nocturna de la planta.