Nordimpianti System Srl, 66100 Chieti, Italy

¿Extrusora o máquina deslizante? ¡Una decisión simple! ¿O quizás no tanto?

Para la producción de prefabricados de hormigón pretensado se utilizan dos sistemas de distribución de hormigón completamente diferentes. Decidir qué máquina elegir sigue siendo un asunto difícil, si no se tiene claro qué elementos de construcción se esperan en los proyectos futuros. Pero, precisamente, para los fabricantes esta es la cuestión decisiva y, al mismo tiempo, supone un dilema, cuando, por primera vez hay que decidir en qué tecnología de fabricación se va a invertir. En estos casos, la mejor solución es elegir a un proveedor de sistemas que, gracias a su dilatada experiencia en este terreno, conozca perfectamente ambos sistemas posibles –máquina deslizante y extrusora– y, en el mejor de los casos, pueda ofrecer ambas soluciones.

Gianluca Pertile, director gerente de Esse Team Group, uno de los fabricantes de prefabricados de hormigón más conocidos de Italia, tuvo que enfrentarse a esta importante decisión. Con su sede principal en el norte de Italia, desde 1984, la empresa fabrica prefabricados en tres plantas, Vicenza, Parma y Udine, con una capacidad total de 1 000 000 metros cuadrados. Dentro de la gama de productos de la empresa hay, por ejemplo, losas de hormigón armado y elementos de muro prefabricados. Estas circunstancias tienen su origen en el año 1999, cuando Esse Solai optó por invertir en una nueva línea de producción de prefabricados de hormigón.

En ese momento, en la producción de prefabricados de hormigón del norte de Italia predominaba la tecnología de las máquinas deslizantes. Por esta razón, a Esse Solai, un fabricante nuevo en este sector de la industria de la construcción, le resultó difícil optar entre las aplicaciones con máquinas deslizantes o con extrusoras. Se tardó, exactamente, un año entero hasta tomar una decisión, después de pensarlo mucho tiempo. Finalmente, la empresa elegida para suministrar el sistema fue la italiana Nordimpianti. La decisión a favor de esta empresa se tomó gracias a las experiencias convincentes en este campo. El siguiente paso consistía en determinar juntos cuál sería el mejor sistema de distribución de hormigón para una nueva instalación. Aquí, era necesario tener en

La planta de Esse Solai Srl en Dueville, Vicenza

cuenta que, la nueva inversión, no se trataba solamente de una nueva fábrica de prefabricados de hormigón, sino un nuevo método ultramoderno, técnicamente avanzado, para un mercado desarrollado y con una competencia feroz.

Requisitos iniciales

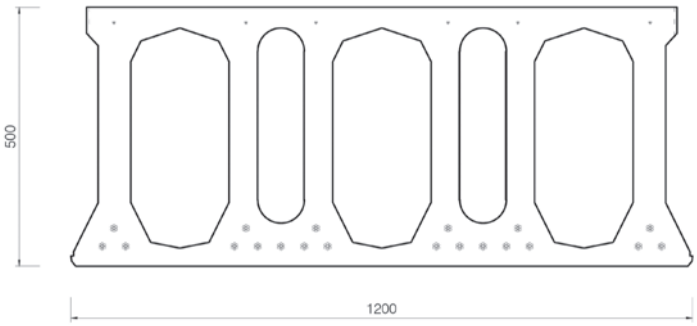
El objetivo de la empresa consistía en la producción de prefabricados de hormigón con alturas de 150 mm a 500 mm. Por lo tanto, nada extraordinario, ya que, tanto los sistemas de extrusoras como los de máquinas deslizantes pueden fabricar sin problema elementos de la construcción con estas especificaciones. No obstante, las ideas de Gianluca Pertile con respecto a la tecnología que se iba a utilizar eran bastante más ambiciosas. Él esperaba, concretamente, que la armadura pudiera ser tanto de barras de acero como de torones de acero.

En la mayoría de los casos, los prefabricados de hormigón se refuerzan con torones de diferente espesor dependiendo de la altura del prefabricado que se vaya a fabricar. No obstante, existen ejecuciones especiales en las que las cargas y las luces de los elementos exigen la colocación de una armadura adicional, por ejemplo, mallas o barras de acero, para mejorar la capacidad de carga del componente.

Si esto no se tiene en cuenta, existe el peligro de que todo el proyecto falle, ya que no se puede garantizar que el elemento fabricado pueda subsistir en un mercado, en el que numerosos competidores de alta calidad ofrecen soluciones especiales.

Secciones de los elementos según la propuesta de Nordimpianti

Finalmente, a Nordimpianti se le encargó la tarea de desarrollar una solución de prefabricados de hormigón, que satisficiera todas las necesidades de los clientes y ofreciera una calidad y una flexibilidad máximas.
Tras toda una serie de estudios y análisis con respecto a los proyectos ejecutados previamente con un alcance y un grado



Sección del prefabricado de hormigón con posiciones posibles para los torones de la armadura

de dificultad similares, Nordimpianti le presentó a Esse Solai una solución interesante e innovadora. La propuesta se basa en el supuesto de un producto con cinco alveolos, tres de ellos con secciones más grandes y dos de ellos, con secciones más estrechas, por lo tanto, más pequeñas.

Existen diferentes motivos para optar por tal configuración de los alveolos. Por un lado, de este modo, durante el montaje de los elementos es posible que los alveolos más pequeños se puedan rellenar de hormigón o con una armadura adicional, para aumentar la resistencia al cizallamiento de los pilares. A diferencia de los elementos estándar con alveolos iguales, esta versión garantiza una reducción de la demanda de hormigón durante la fase del montaje, de manera que se obtienen importantes ventajas de cara a la rentabilidad y al peso de los prefabricados de hormigón en su estadio final. Asimismo, los dos alveolos más estrechos se han diseñado, de tal manera que, en comparación con los más grandes, están ligeramente elevados. Así, el número de torones que se pueden colocar debajo de los alveolos se puede aumentar, en comparación con un tipo de construcción convencional, a pesar de que el elemento tenga la misma altura. Con respecto al tamaño de los torones que se pueden introducir, Esse Solai Srl optó por utilizar los que tienen un diámetro de hasta 6/10", un valor que es necesario para alcanzar una fuerza de pretensado máxima cercana a las 400 toneladas.

Construcción de un puente para el tráfico rodado con elementos en «U»

Esta estructura del prefabricado de hormigón facilitó la decisión de cara a la tecnología que se iba a utilizar. Es evidente que el sistema de extrusora es el más adecuado para la producción de elementos, en su mayoría, con alveolos de un tamaño constante. Sin embargo, con diferencias más frecuentes en los tamaños de los alveolos, el sistema preferido es la máquina deslizante. Por lo tanto, la solución más lógica en este caso era esta última.

Una vez que las diferentes zonas del prefabricado de hormigón se habían dividido y se había autorizado la armadura, fue posible iniciar el proyecto. La planta de producción de Dueville se inauguró en el año 2001 y tenía dos máquinas deslizantes, incluidas máquinas adicionales y otros equipos necesarios para el funcionamiento, así como seis pistas de producción con una longitud de 150 m.

Nuevas posibilidades

Basándose en sus experiencias con la producción de prefabricados de hormigón y su consolidación en el mercado del norte de Italia, el departamento técnico de Esse Solai comenzó a buscar nuevos retos que debía solucionar. Una parte de la estrategia de Gianluca Pertile siempre ha sido actuar en primera línea con los nuevos desarrollos del mercado y, en esta ocasión, también se trataba de utilizar al completo

Elemento pretensado en «U» de Esse Solai

Elementos en «U» con estribos que sobresalen por encima de la armadura vertical

los conocimientos tecnológicos específicos de su empresa. En este caso, el objetivo era aportar nuevos elementos de construcción al sector de las infraestructuras, especialmente aquellos de primera y segunda categoría para la construcción de puentes para el tráfico rodado.

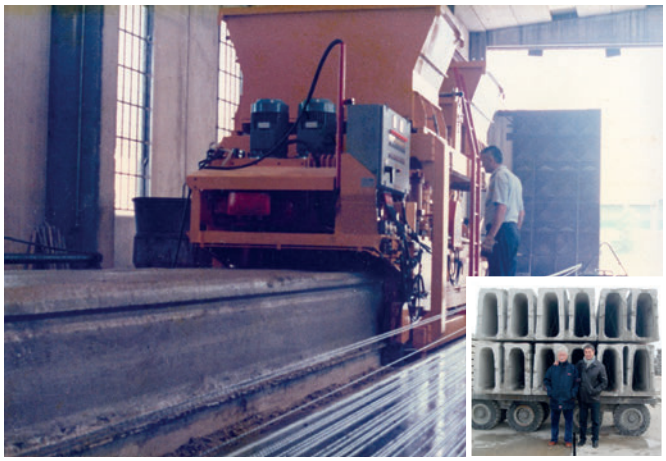
Normalmente, los puentes se construyen con vigas prefabricadas de hormigón armado. Para ello, un requisito son los encofrados especiales rígidos que requieren la participación de grandes equipos de trabajadores. La creciente demanda de este tipo de infraestructuras animó a Esse Solai Srl a desarrollar un producto nuevo, que –teniendo en cuenta los requisitos técnicos necesarios para ello– se pudo fabricar con un sistema de máquina deslizante más rentable. El prefabricado de nueva producción consistía en un elemento en «U» con una altura prevista de hasta 1,00 m.

Un requisito era que el elemento nuevo cumpliera los estrictos requisitos que se esperan en el sector de la construcción de carreteras y que tuviera una serie de características que no parecieran evidentes a primera vista. Las luces que se deben alcanzar tienen que tener, por ejemplo, hasta 28,00 m y, al mismo tiempo, cumplir las normas relativas a la construcción de puentes en el tráfico rodado según la EN 1991 – 1.2. Para satisfacer alguna de estas especificaciones, también en el caso de los elementos en «U», fue necesario incluir una armadura consistente en mallas y estribos de acero, y además introducirlos dentro del prefabricado de hormigón y de los nervios verticales.

Para garantizar una unión estructural durante las obras de construcción, los estribos de acero debían sobresalir de los nervios verticales, un requisito que, en el caso de la tecnología de la máquina deslizante, deparaba una serie de dificultades.

Los estribos sobresalientes se necesitaban para permitir la integración final en el elemento inferior. El resultado final consistió en un elemento de construcción compuesto de diferentes secciones tipo caja.

Una configuración de la producción tan especial se suele ejecutar con encofrados rígidos. En el presente caso, el objetivo de la empresa era, en su lugar, aprovechar las ventajas de una máquina deslizante que, para la producción de elementos prefabricados de hormigón, ya habían hecho su contribu-



En 1987, Nordimpianti desarrolló la primera máquina deslizante del mundo para la producción de prefabricados de hormigón con una altura de hasta 1000 mm

La máquina deslizante de Nordimpianti durante la producción de un elemento en «U» de 1,00 m de alto para Esse Solai

ción. Y ahora, para utilizarlos en la producción del elemento nuevo, la máquina deslizante ya existente se tuvo que modificar, de tal manera que se adaptara a la alimentación del molde ejecutada especialmente.

El encargo para el nuevo desarrollo de este sistema también se adjudicó a Nordimpianti. Desde el año 1987, Nordimpianti ya contaba con la experiencia necesaria para ello con los elementos de hormigón pretensado. En este sentido, la empresa ya había diseñado y construido una primera máquina deslizante llamada «Jumbo» para la producción de prefabricados de hormigón y vigas de doble T invertidas con alturas de hasta 1,00 m.

El resultado fue el desarrollo de una máquina deslizante que era capaz de fabricar secciones en «U» continuas con alturas que oscilan entre 500 mm y 1000 mm. Con el fin de garantizar una compactación homogénea de los nervios altos y gruesos necesarios al efecto, Nordimpianti construyó un grupo de moldes con unidades de vibración especiales.
La nueva sección en «U» debía tener 24 torones de 6/10", con el fin de poder absorber una fuerza de pretensado total de 480 toneladas. El sistema se puso en funcionamiento en el año 2010 y ha demostrado ser un rotundo éxito para Nordimpianti y, especialmente, para Esse Solai.

Gracias a la posibilidad de ofrecerle al mercado esta nueva gama de productos especiales, Esse Solai fue un competidor serio en las licitaciones de los proyectos más variados y obtuvo la contrata de una gran variedad de grandes proyectos de infraestructuras. Aquí, una y otra vez, en las decisiones de los clientes fueron prioritarias las muchas ventajas de la tecnología de la máquina deslizante, especialmente el hecho de que una producción continua sea posible sin la necesidad de contar con encofrados rígidos estacionarios. Las principales ventajas de estos productos fabricados con la tecnología de

Ejemplos de proyectos:

Malè, Trento: construcción de un túnel superficial con ayuda de elementos en «U» (H 600 + 200 mm – 6000 m²)

Variante Zogno, Bérgamo: cerramiento de un acueducto para ENEL (H 750 + 250 mm – 2500 m²)

Producción de Giuliane Srl en Ruda, Udine

Otros productos de hormigón armado se pueden fabricar con los sistemas de máquina deslizante de Nordimpianti: vigas en T, dinteles, elementos de losas

la máquina deslizante, en comparación con las vigas encofradas de forma convencional, son:

- Menor demanda de empleados a lo largo de toda la línea de fabricación, desde la preparación de las pistas de producción, hasta la última aportación de hormigón y la fabricación final del elemento
- Mayor velocidad de producción
- Flexibilidad

La elección a favor de Esse Solai para la tecnología de máquina deslizante para fabricar elementos de hormigón armado resultó, sin duda, ser una buena decisión.

Los mercados cambian y los participantes deben adaptarse

A lo largo de los años, el equipo de Esse se ha convertido en un actor, cuya contribución en el sector ha dado lugar a numerosos productos que cumplen las necesidades de los clientes y los proyectos con unas condiciones que cambian continuamente. Además de ampliar su gama de productos, la empresa ha podido ampliar notablemente su presencia geográfica y consolidarse también fuera de Italia. Estas actividades se controlan desde una sucursal de la empresa, la Giuliane Srl de Ruda, en Udine.

La cercanía geográfica de Udine a Eslovenia y Austria ha permitido que Giuliane Srl pueda desarrollar una gran variedad de soluciones, tanto para proyectos públicos como privados de prefabricados de hormigón, y ofrecer los componentes de hormigón armado correspondientes, por ejemplo vigas en T, vigas transversales, dinteles, elementos Predal y, especialmente, prefabricados de hormigón. Tanto Esse Solai Srl como Giuliane Srl utilizan para ello sistemas de máquina deslizante.

A lo largo de los años y motivado por un mercado muy prometedor, la empresa comenzó a mostrar interés por los sistemas de máquinas de hormigón, que también se basan en la tecnología de extrusión. Mientras que Esse Solai se centró, en concreto, en sistemas de prefabricados de hormigón con una complejidad especial dentro de un mercado extraordinariamente exigente, Giuliane, por su parte, se centró por completo en proyectos con soluciones estándar, en los que se utilizan exclusivamente torones de acero sin mallas ni barras de armadura. Otro aspecto, que no perdió de vista Gianluca Pertile como jefe del equipo de Esse, era el hecho de que la gran mayoría de fabricantes nuevos –tanto de Italia como de otros países– preferían la tecnología de extrusión en lugar de la máquina deslizante.

Así que esto suponía un problema. Giuliane Srl ofrece una amplia gama de prefabricados de hormigón con diferentes alturas: 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500 mm. Para fabricar tal elevado número de alturas diferentes con la tecnología de extrusión, habría sido necesario adquirir cuatro juegos de moldes diferentes. Esto habría supuesto un enorme esfuerzo de inversión, lo que habría hecho menos apropiado un cambio en este sentido.

Prefabricados de hormigón H 250 de 7 agujeros fabricados con una extrusora de Nordimpianti

Nordimpianti solucionó el problema y sugirió tan solo dos insertos que, sin embargo, cubrirían toda la gama de productos.
Normalmente, la división de las alturas estándar se efectúa de la manera siguiente en una extrusora:

Máquina de hormigón y elementos fabricados con la tecnología de extrusora en Giuliane

- Un inserto de 8 agujeros para fabricar elementos de 150 mm
- Un inserto de 6 agujeros para fabricar elementos de 200 mm
- Un inserto de 5 agujeros para fabricar elementos de 250 mm
- Un inserto de 4 agujeros para fabricar elementos de 300, 350, 400, 450 y 500 mm

En el caso de Giuliane Srl, Nordimpianti sugirió –como se ha mencionado anteriormente– el uso de tan solo dos insertos:

- Un inserto de 7 agujeros para fabricar elementos de 150, 200 y 250 mm
- Un inserto de 4 agujeros para fabricar elementos de 300, 350, 400, 450 y 500 mm

La solución de extrusora propuesta por Nordimpianti resultó convincente, además no solo desde un punto de vista económico. El cambio tecnológico llevado a cabo proporcionó algunas ventajas adicionales con respecto a aspectos técnicos y el rendimiento y características de los componentes que se van a fabricar. Esto significó que la extrusora hizo que Giuliane Srl pudiera ofrecer soluciones flexibles a los mercados que tenía a la vista. A su vez, esto significó la presencia de un potente efecto de palanca económica para la empresa, que demostró ser muy útil a la hora de tomar otras posibles decisiones.

Esta flexibilidad también apunta a la resistencia al fuego de los prefabricados de hormigón, un aspecto que desempeña un papel cada vez más importante. Los productos fabricados con la tecnología de extrusoras deben garantizar una clase de resistencia al fuego de hasta REI 240. Normalmente, este valor se alcanza colocando la armadura y los alveolos en un lugar geométrico más elevado, lo que, a su vez, implica un aumento de la altura del conjunto del elemento. Así se aumenta el consumo de hormigón, algo que se rechazó por ser económicamente inaceptable.

Para solucionar este problema, los equipos técnicos de Nordimpianti y de Giuliane Srl colaboraron estrechamente y desarrollaron una solución que, más allá de toda la gama de productos, permitía alcanzar los valores de resistencia al fuego deseados, sin tener que modificar la forma geométrica de los elementos, especialmente la altura.

Desde el punto de vista del proceso de fabricación, la solución encontrada también supone una ventaja, ya que no es necesario cambiar de una clase de resistencia a otra, ni tampoco ajustar valores nuevos en la extrusora. Finalmente, la nueva extrusora se ha diseñado, de modo que cumpla el nuevo Industry 4.0 Incentive Plan y, de este modo, hace que Esse obtenga otras ventajas económicas. Para gran satisfacción de Gianluca Pertile y su equipo, la producción se puso en marcha en 2021.

Los primeros elementos fabricados se sometieron a ensayos de esfuerzo y resistencia internos de la empresa. Los valores determinados mostraron ser mucho mejores de lo que se había pensado en un principio y superaron a los resultados previos con la máquina deslizante. El elevado grado de compactación del hormigón, en combinación con una forma geométrica precisa de los elementos fabricados ha dado lugar a una nueva valoración positiva con respecto al potencial de la tecnología de la extrusora. Un cambio total de la producción de prefabricados de hormigón en Vicenza se encuentra dentro de lo posible.

Resumiendo, se puede constatar que no se debe generalizar con respecto a las ventajas y los inconvenientes de una y de otra tecnología. Al final, depende del producto. En el mejor de los casos, habrá que poner a disposición de los fabricantes ambas tecnologías, con el fin de satisfacer de la mejor forma posible a los clientes, a las gamas de productos y a los mercados. ■

MÁS INFORMACIÓN

Nordimpianti System Srl
Via Erasmo Piaggio, 19/A, 66100 Chieti (CH), Italia
T +39 0871 540222, F +39 0871 562408
info@nordimpianti.com, www.nordimpianti.com

Esse Solai Srl
Strada delle Fornaci 13, 36031 Vivaro di Dueville (VI), Italia
T +39 0444 986440, F +39 0444 986440
info@essesolai.it, www.esseteam.it

Giuliane Srl
Via della Fornace, 16, 33050 Ruda (UD), Italia
T +39 0431 99588, F+39 0431 999990
info@essesolai.it, www.esseteam.it