

Reymann Technik GmbH, D-68766 Hockenheim, Alemania

De la visión a la realidad: sistema modular de viviendas para crear un espacio habitable antisísmico

Las consultas de los clientes de países con gran crecimiento de población y una enorme demanda de viviendas económicas de alta calidad han impulsado a las empresas Ratec y Reymann Technik de Hockenheim a desarrollar un concepto propio de viviendas modulares basado en su tecnología upcrete®. Partiendo de esa idea, finalmente se desarrolló un impresionante proyecto de construcción de viviendas en Perú, que sienta un precedente para proyectos similares que se realicen en el futuro.

El cliente Llaxta es una empresa de desarrollo urbanístico con sede en Lima, Perú, que para llevar a cabo su último proyecto en Ica, a unos 300 km de distancia, se dirigió al grupo empresarial de Hockenheim.

En una zona a unos 10 km del centro de la ciudad de Ica se creará «Las Piedras de Buenavista», un núcleo residencial moderno y seguro que, con un centro comercial propio, bulevar, laguna, campos deportivos, skate park, escuela, iglesia y 91 000 m² de zonas verdes, ofrecerá un elevado estándar de vida a precios asequibles. Llaxta logró integrar al reconocido arquitecto peruano Mario Lara para el diseño del núcleo residencial completo.

Los requisitos del cliente peruano son muy elevados: en una superficie de 1 000 000 m² y en un periodo de tiempo de tan solo 60 meses deben construirse 3 600 viviendas con 3 habitaciones cada una, 70 m² de superficie habitable en dos plantas, patio propio y jardín. Las viviendas deben ser tanto antisísmicas, como también a prueba de tormentas y ofrecer un clima ambiental agradable. Otros requisitos son: excelentes calidades de superficie, seccio-

nes de pared delgada y minimización del uso de material.

Para poder cubrir la gran demanda actual de viviendas de la forma más rápida posible y asegurar así el éxito del proyecto, el sistema de producción debe garantizar tiempos de obra cortos, viabilidad económica y elevada calidad. Todos los implicados consideraron que la construcción modular combinaba estas ventajas, especialmente en combinación con la tecnología upcrete.

Un tema conocido, pero completamente diferente

La idea de base es la fabricación monolítica de un módulo de ambiente que integre paredes portantes, suelos y vigas, así como piezas montadas eléctricas y sanitarias, fabricado «de una sola colada». Como complementos se necesitan tan solo el techo, los tabiques, las escaleras y en caso necesario los balcones, que pueden ser hormigonados por separado en encofrados y se montan en obra. Este planteamiento no es completamente nuevo. El grupo Reymann se dedica desde hace más de una década al desarrollo de nuevos

métodos de fabricación y producción para la fabricación eficiente de edificios mediante el uso de sistemas de construcción modular. Con la construcción de prototipos y diversos ensayos, la empresa de Hockenheim ha probado los más diferentes procedimientos y fórmulas de hormigón, perfeccionado sus encofrados de módulos, refinado los procesos de producción y los aspectos logísticos y de este modo elaborado un sistema completo de aplicación actual para la producción de viviendas modulares.

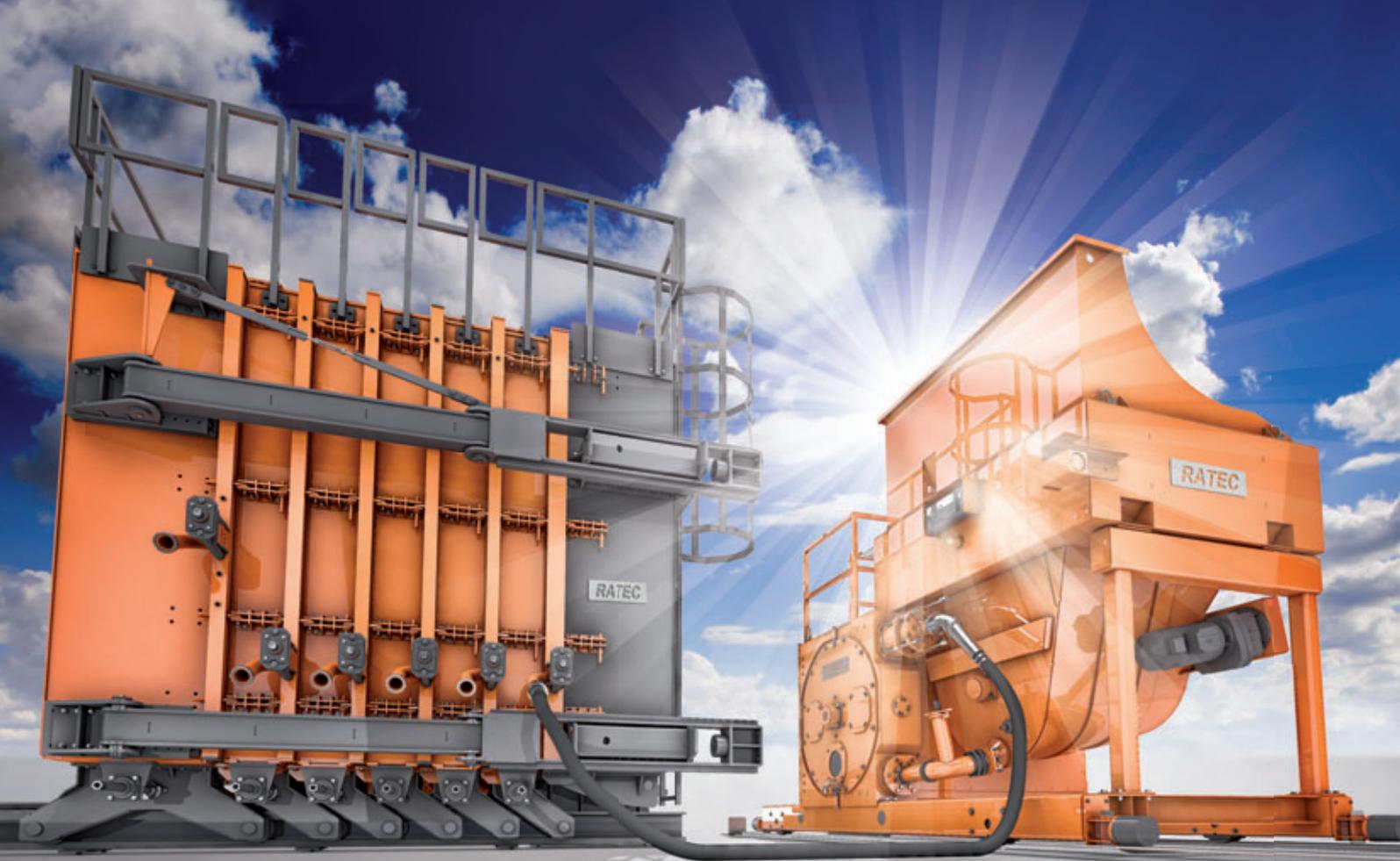
Después de las primeras conversaciones entre Llaxta y Ratec/Reymann Technik a finales del año 2009 quedó claro que el grupo empresarial de Hockenheim con sus conocimientos en planificación de instalaciones, los encofrados para espacios modulares, la tecnología de encofrados de alta precisión y el procedimiento upcrete de desarrollo propio ofrece exactamente las soluciones para llevar a cabo un proyecto de construcción de viviendas de estas dimensiones y con la calidad de elementos requerida. La planificación y el trabajo de desarrollo conjuntos hasta la determinación de los productos y la producción



Fig. 1: En tan solo 60 meses, aquí se construirán 1 000 000 m² de vivienda para más de 10 000 personas.



Fig. 2: Menos de 48 h desde el comienzo hasta la vivienda terminada



➤ upcrete® – la revolución en la producción del hormigón prefabricado

El sistema innovador upcrete® de la empresa RATEC encuentra en el carro bomba y el molde en batería renovado su consecuente desarrollo. Con upcrete® se puede realizar casi cualquier geometría en prefabricado de hormigón. Hormigón auto-compactante (HAC) se bombea por la parte inferior al molde, lo que permite fabricar piezas complejas en un solo proceso. Este sistema flexible ofrece un potencial único en formas, dimensión y racionalidad – teniendo en el mismo momento una calidad excelente con superficies cara vista. Aprovechen esta libertad – con upcrete®, el sistema flexible con más posibilidades.



RATEC



Meet the better ideas!
www.ratec.org

Para saber más:

Teléfono +49 6205 9407 29



Fig. 3: Obra bruta de la nave de producción, que también fue planificada por Reymann Technik en colaboración con el cliente.



Fig. 4: La planta en Ica. Tras finalizar la construcción, la nave se convertirá en el nuevo centro comercial y social del núcleo residencial.

llevó algo más de 2 años. Finalmente, Reymann Technik asumió la realización de instalación llave en mano como contratista general. Además de encofrados y tecnología de bombas de Ratec, el equipamiento completo con instalación mezcladora, laboratorio de hormigón, cuba aérea, técnicas de armadura, sistemas de transporte, grúas, así como toda la logística de obra fueron planificados y suministrados al cliente por Reymann Technik.

Desde la primera idea hasta la última pieza, todo al 100% made in Hockenheim

Desde el primer plano CAD hasta las piezas más pequeñas, los encofrados y las bombas fueron fabricadas en Hockenheim con un total de:

- 3 módulos de ambiente 3 x 6 x 3 m (an x l x al)
- 1 encofrado en batería con 6 bolsillos 8 x 3 m

- 2 encofrados de escaleras
- 2 encofrados de balcones
- 2 PumpCars en base a la UPP 100

La instalación completa recorrió el camino hasta Sudamérica embarcada en 34 contenedores con un peso total superior a 500 toneladas. También la nave de producción (25 x 12 x 110 m) de estructura de acero fue concebida por Reymann Technik en colaboración con el cliente. Al finalizar la fabricación de las viviendas, esta nave no será destruida sino que alojará el centro comercial y social de este nuevo núcleo residencial. La fabricación, el montaje y la puesta en marcha de la instalación fueron finalizadas tras 10 meses, en la primavera de 2013.

Menos de 48 horas desde el comienzo hasta la vivienda terminada

En Ica se producen entretanto dos viviendas completas por día, compuestas respec-

tivamente por 3 módulos de ambiente, 6 tabiques y paredes vistas, 1 escalera, 1 balcón y 2 techos.

La base para este rendimiento es la tecnología upcrete. Upcrete, o en otras palabras «hormigonado hacia arriba», es un procedimiento desarrollado por Ratec y Reymann Technik y consiste en el llenado a presión de un encofrado mediante una bomba de rotor con hormigón autocompactante (HAC) en corriente ascendente desde abajo. En combinación con los encofrados resistentes a la presión concebidos especialmente para este procedimiento, upcrete hace posible la fabricación en posición de montaje, incluso en el caso de geometrías complejas y permitiendo prescindir de la vibración. El hormigón es distribuido de forma completa y uniforme dentro del encofrado. Esto garantiza que todos los elementos constructivos presentarán en todos sus lados la buena calidad de superficie, los cantos afilados y la exactitud dimensional deseados por el cliente y esto

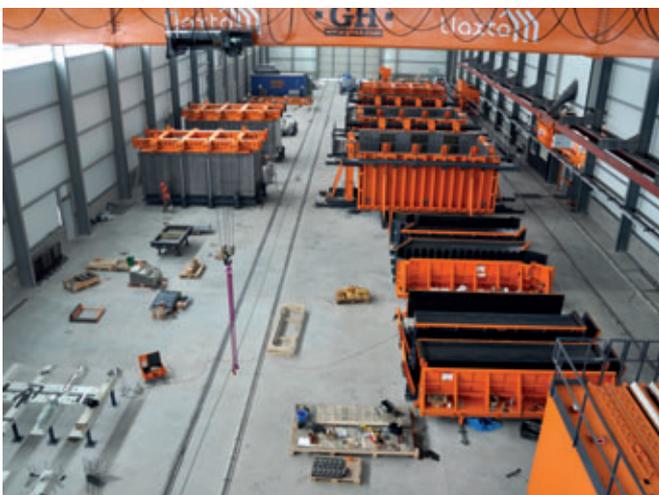


Fig. 5: Producción con 3 encofrados de módulos, encofrados de techos y escaleras, así como en batería



Fig. 6: El encofrado de módulo abierto. Los elementos para huecos como ventanas y puertas están fijados al encofrado exterior.



Fig. 7: El núcleo preparado con armadura, piezas montadas, conexiones de agua y corriente se coloca en el encofrado de módulo.

no se puede conseguir de igual manera con ningún otro procedimiento.

En los procedimientos tradicionales, el módulo de ambiente se hormigona en posición contraria a la de montaje y debe ser volteado tras el fraguado. Además de la costosa mecánica de volteo, esto requiere también mucho espacio. Otra desventaja son las elevadas fuerzas que actúan al voltear el elemento a la posición de montaje, que puede producir fisuras en los elementos de hormigón, además del elevado grado de fraguado que debe haber alcanzado el módulo antes del procesamiento posterior y de su transporte.

upcrete permite un ahorro considerable de espacio y tiempo. El encofrado de módulo de ambiente desarrollado por Ratec está compuesto por un encofrado exterior y un núcleo de encofrado, que se «contrae» para el desencofrado y se retira hacia arriba. La anchura total del núcleo se puede reducir tras el fraguado del hormigón en 4 cm en las paredes y 2 cm en las esquinas.

Todas las preparaciones, tales como armadura, fijación de las piezas de montaje, conductos de agua y conexiones de corriente se realizan en el núcleo del módulo, que a continuación se coloca y fija al encofrado exterior. A través de una conexión de llenado de hormigón, el encofrado es llenado mediante un UPP 100 (upcrete Pump Car) desde abajo con hormigón autocompactante, que es



Fig. 8: Conexión de la bomba al encofrado



➤ RATEC – la cuna de los imanes de encofrado

Flexibilidad y durabilidad al unísono

Por ejemplo el sistema de encofrado SAS para la fabricación de fachadas, forjados y muros sándwich y macizos, que está disponible en una longitud de hasta 8.000 mm y en alturas entre 60 y 400 mm. El sistema se puede manipular manualmente o con robot. Resulta económico por la reducción en el uso de madera, tiempos reducidos de encofrado y desencofrado, limpieza sencilla y el aumento de calidad en el producto final. Un posicionamiento sencillo, flexible, rápido y eficiente está asegurado por el sistema automático conmutable de RATEC. Según necesidad, se emplean componentes imantados entre 450 y 2100 kg de fuerza de adherencia.

Meet the better ideas now:
Teléfono +49 6205 9407 29



RATEC



Meet the better ideas!
www.ratec.org



Fig. 9: Tras retirar el «núcleo contraíble» ya se puede abrir el encofrado exterior



Fig. 10: Cantos afilados y superficies lisas de encofrado en todos los lados

transportado mediante cuba aérea desde la instalación mezcladora hasta la bomba. La conexión de llenado de especial desarrollo deja un acabado liso de encofrado en el elemento prefabricado.

El módulo de ambiente se puede desencofrar después de 7 a 9 horas, una vez alcanzada la resistencia de elevación. El encofrado lateral, el núcleo interno y la tapa pueden utilizarse inmediatamente para hor-

migonar el siguiente módulo de ambiente, lo que ahorra valioso tiempo de producción y trabajo y evita las paradas. A continuación, en la fábrica se realiza el acabado de los módulos, que incluye pintura, instalación sanitaria, así como montaje de ventanas y puertas. Una vez terminado, el módulo de ambiente es transportado a obra para su montaje. Paralelamente se fabrican los tabiques, escaleras, balcones y techos y en obra se construyen previa-

mente las cimentaciones. El montaje final completo de la vivienda se realiza por tanto «en el momento justo» gracias a los procesos de producción sofisticados e inteligentes y la optimización de la logística de obra a la capacidad de producción. Solamente la combinación entre las tecnologías del Grupo Reymann y el proceso de industrialización en la edificación perseguido por Llaxta ha hecho posible este sistema productivo.



Fig. 11: Con la ayuda de travesaños especiales y una grúa de 12,5 t, el módulo de ambiente es transportado para su procesamiento posterior



Fig. 12: Paralelamente se producen techos, balcones y escaleras en encofrados separados



Fig. 13: El acabado de los módulos de ambiente se realiza en fábrica



Fig. 14: El módulo terminado es transportado a obra listo para su montaje

La construcción modular presenta una clara ventaja en aspectos de seguridad antisísmica

Una razón fundamental del cliente para decidirse por la construcción modular fue la garantía de seguridad antisísmica. Debido a la localización de las placas tectónicas (Ica se encuentra ubicado en zona

sísmica XI) fue necesario prescindir de la forma constructiva tradicional. Un ensayo sísmico realizado en la Pontificia Univerdad Católica del Perú PUCP para un prototipo de vivienda de la instalación confirmó la seguridad sísmica hasta 9 en la escala sismológica de Richter. La seguridad sísmica se alcanza por la combinación de construcción monolítica, el diseño especial

de la armadura y la tecnología de uniones desarrollada por Llaxta.

El modo de producción monolítica permite además un ahorro de material y es especialmente económico, además de presentar las siguientes ventajas:

- se requiere menos acero para la armadura.

¿Por qué esperar?

TEKLA STRUCTURES 20 establece un nuevo precedente en software de modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling) para profesionales del hormigón prefabricado con nuevas y mejores herramientas para un modelado y un detallado más productivos. Organice el modelo, gestione los paquetes de fabricación y haga adquisiciones más eficientemente con las perfeccionadas herramientas de flujo de trabajo. Modele y modifique prelosas armadas, losas alveolares y otras losas prefabricadas con la nueva e intuitiva herramienta de planta. Modifique las barras de armadura, grupos de barras y mallas, de la forma más rápida y sencilla. Y por nuestro compromiso con el BIM abierto, sus oportunidades para colaboraciones nunca fueron mejores.





Fig. 15: Montaje final en obra



Fig. 16: Vivienda modelo en «Las Piedras de Buenavista»

- simultáneamente se consigue una mayor estabilidad del sistema completo.
- no se requieren piezas de montaje especiales y costosas para unir los diferentes elementos.
- se reduce la complejidad de los trabajos de acabado para tuberías o grupos de cables. Estos son ubicados directamente durante la fabricación, es decir, antes de introducir el hormigón en el encofrado. Ya no es necesaria una conexión posterior.
- entre las paredes individuales o entre las paredes y el suelo no se crean juntas y por lo tanto tampoco fugas.

El concepto de viviendas modulares upcrete funciona como sistema integrado y cerrado. Todos los componentes fueron coordinados entre sí durante el trabajo de desarrollo previo.

Esto permite la producción incluso con trabajadores no cualificados, que se especializan mediante una formación específica en la técnica de la maquinaria y la creciente experiencia durante el uso. Todos los aspectos del proceso de producción que

resultan esenciales y críticos para la calidad son determinados por la técnica y minimizan los errores humanos, lo que asegura una calidad elevada y constante.

La tecnología Upcrete no tiene competencia

Si la producción de módulos de ambiente o la construcción modular hasta ahora resultaban muy complicadas, el sistema de viviendas modulares upcrete ofrece una solución de fácil aplicación, económica y hasta ahora sin competencia, justamente para proyectos de «viviendas económicas» y «viviendas de bajo coste». Una vivienda propia en Ica con un precio de venta inferior a 25 000 dólares resulta asequible para el mercado peruano.

Incluso para un proyecto de estas dimensiones y este tiempo de ejecución, el sistema de viviendas modulares permite pronosticar de forma fiable el consumo de materiales, los costes y la rentabilidad, sin que haya sorpresas para el cliente. Lo decisivo es que funcione la demanda de viviendas en el mercado, tal como es el caso en Perú. También para proyectos con otros

datos de referencia y contando con las condiciones adecuadas se puede elaborar una solución de viviendas modulares con upcrete, que optimice el volumen de inversión y simultáneamente garantice la rentabilidad del proyecto.

Perspectiva

La producción en Ica comenzó en 2013. Otros proyectos están a punto de comenzar. Gabriel Macedo, gerente de la empresa Llaxta, ve mucho más potencial. «Queremos posicionarnos como empresa líder para soluciones habitacionales industriales y ofrecemos una solución global probada para una construcción eficiente, económica y rápida. Al contrario de procesos de construcción tradicionales, nuestro sistema es idóneo para países con situaciones parecidas en el mercado de la vivienda como en el Perú. Jörg Reymann, socio gerente de Ratec y Reymann Technik añade: «El desafío de construir viviendas económicas y seguras existe en todo el mundo. Con el sistema de viviendas modulares upcrete contamos con una solución de amplia aplicación, que en las condiciones marco adecuadas es considerablemen-

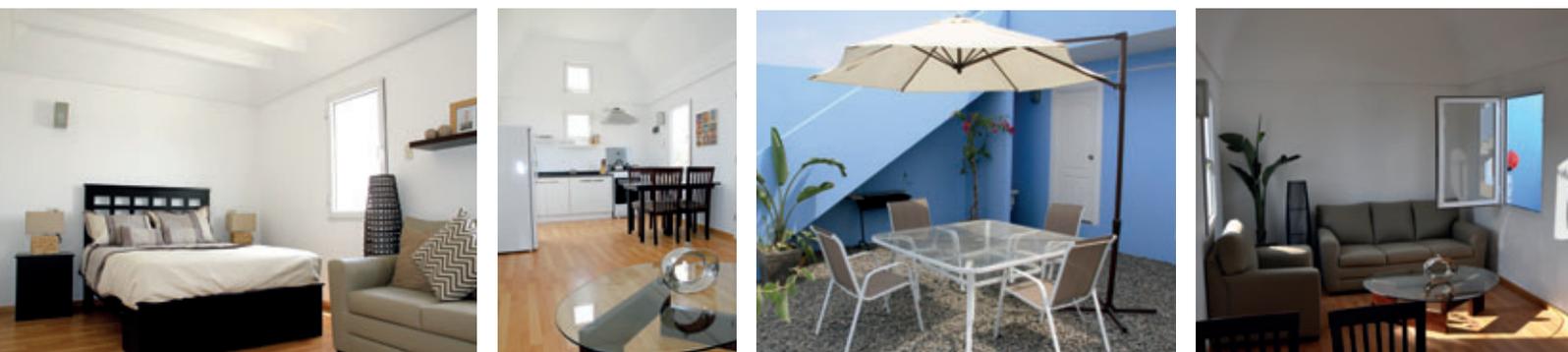


Fig. 17: Vistas interiores de las vivienda modelo



Fig. 18: Paralelamente se diseñan las instalaciones exteriores deportivas y de ocio



Fig. 19: Ejemplo del modo constructivo convencional en Perú

te superior a otros modos de fabricación. Las viviendas modulares con upcrete presentan seguridad antisísmica, respetuosas con el medio ambiente, son eficientes en cuanto a materiales y razonables desde el punto de vista económico. Al igual que antes, continuamos perfeccionando nuestro sistema para que, por ejemplo, también pueda aplicarse en otras condiciones climáticas, con geometrías más complejas y mayores dimensiones».

El nombre del núcleo residencial de Ica, «Las Piedras de Buenavista», representa bien los elevados requisitos del proyecto completo y las posibilidades que ofrece la prefabricación con upcrete. De esta forma, el grupo Reymann ha dado un impulso hasta ahora insospechable a aquellos que planifican y diseñan el espacio habitable del futuro.

Sobre el grupo Reymann

Reymann Technik es una de las oficinas de ingeniería independientes más antiguas para el desarrollo y la realización de modernas fábricas de elementos prefabricados de hormigón. Su fundador, Wolfgang Reymann, concibió en 1987 la primera instalación a carrusel de bandejas del mundo controlada por CAD/CAM para la producción de prelosas armadas. En su segunda generación, los hijos del fundador de la empresa, Mathias, Andreas y Jörg, continúan desarrollando actualmente



Fig. 20: Avance de las obras en un breve periodo de tiempo

los conocimientos obtenidos durante más de 40 años.

Desde hace 20 años, Ratec desarrolla como empresa asociada soluciones de encofrado racionales para clientes de más de 72 países del mundo. Comenzando con la caja magnética accionable hasta los sistemas más modernos de encofrado para instalación de circulación automatizadas y soluciones especiales, Ratec ha puesto su sello propio e impulsado de forma decisiva la tecnología de los encofrados magnéticos.

Con upcrete, el grupo empresarial ha desarrollado un procedimiento innovador, que representa un planteamiento completamente nuevo para la producción vertical de elementos prefabricados de hormigón y módulos de ambiente 3D. ■

MÁS INFORMACIÓN



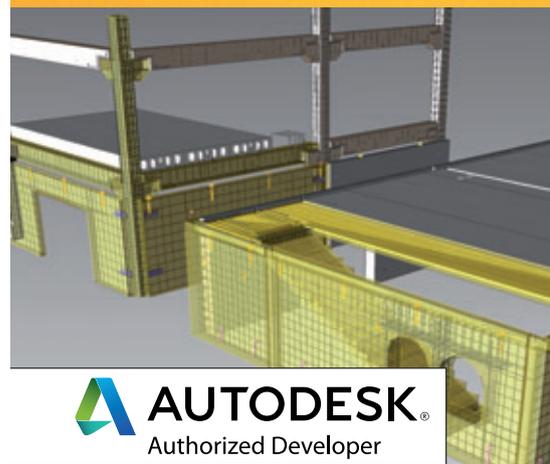
Llaxta
Av. Manuel Olguín 335 Of. 906
15023 Lima, Perú
T +51 1 419 95 00
info@llaxta.com
www.llaxta.com



Reymann Technik GmbH
Karlsruher Str. 32
68766 Hockenheim, Alemania
T +49 6205 94070
F +49 6205 940720
info@reymann-technik.de
www.reymann-technik.de



RATEC GmbH
Karlsruher Str. 32
68766 Hockenheim, Alemania
T +49 6205 940729
F +49 6205 940730
info@ratec.org
www.ratec.org



Software CAD para elementos prefabricados de hormigón

21. - 23. May 2014
BIBM Congress 2014
Istanbul / Turkey
Grand Cevahir Hotel & Convention Center
Booth 2

Software de diseño 3D altamente automatizado para AutoCAD

Muros macizos Muros dobles
Muros aislantes Muros sándwich
NUEVO: Fachadas prefabricadas

Losas macizas
Losas de vigas de celosía
Losas alveolares

Escaleras rectas
Escaleras helicoidales
Columnas Vigas

NUEVO! Planos de Placas alveolares con Autodesk Revit Structure - más información en www.idat.de

IDAT GmbH
Pfnorstr. 10 | 64293 Darmstadt | Alemania
Fon +49 6151 7903-0
Fax +49 6151 7903-55
info@idat.de
www.idat.de

