

Sistema constructivo Tilt-Up

# Construcción industrial de gran formato en obra

José Alfonso Mesa Gómez, Tilt-Up S.A.S.

Fotos: Cortesía del autor



↑ Foto 1. Centro de Distribución de Postobón, bodega en Tilt-Up de 10.000 m<sup>2</sup>.

Se puede definir el sistema constructivo Tilt-Up como una especialidad de la prefabricación en que elementos de concreto de gran tamaño o formato son hechos en la obra, muy cerca a su posición final, para que una grúa, sin transportarlos, los levante y rote sobre un eje (tilt) en dirección vertical (up) para instalarlos.



### Una breve historia

A principios del siglo XX, Thomas Alva Edison definió el sistema como la manera más simple de construir una pared vertical, pero de manera horizontal. Su compatriota Robert Aiken contribuyó con la construcción de varios edificios que aún permanecen en pie en la localidad de Zion, Illinois, cuando aún no existían el concreto premezclado ni las grúas móviles. Terminada la Segunda Guerra Mundial, estos adelantos estaban disponibles ante una gran demanda de espacios industriales en el estado de California, que potenciaron el redescubrimiento del sistema en una de las zonas de más alta actividad sísmica en el mundo, situación que comprobó con fundamento su efectividad para soportar cargas laterales, y trasladaron rápidamente su aplicación al estado de Florida, donde las cargas laterales son causadas por huracanes. Acto seguido adquirió popularidad a lo largo y ancho del territorio de Estados Unidos, cumpliendo todos los códigos de construcción.

De Estados Unidos el sistema Tilt-Up se trasladó a Canadá, Australia y en especial a Nueva Zelanda, donde también se ha comprobado su efectividad para soportar los grandes terremotos de los años recientes. Finalmente, el sistema llegó a Colombia aproximadamente hace 20 años, cuando se adoptó con timidez para paneles de cerramiento vertical en típicas estructuras aporricadas. En relación con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, cabe resaltar que en la pasada versión NSR-98 no se hacía aún referencia a este sistema constructivo, sin embargo, con el proceso de renovación a la actual NSR-10, aparece ya enunciado en el título C, Capítulo C.14 - Muros; en el numeral C.14.8 – Diseño alternativo para muros esbeltos, haciendo referencia expresa al término Tilt-Up como muros rebatidos, así como en el capítulo C.16 -

↑ Foto 2. Proceso constructivo del Centro de Distribución.

Concreto Prefabricado; al igual que la mención de las respectivas normas norteamericanas de referencia que regulan este sistema como lo son las normas ACI 318 de 2008, ACI Comitee 551 “Tilt-Up Concrete Structures” reprobada en 2003 y la publicación “Seismic Response of Tilt-Up Construction” de Carter, J. W.; Hawkins, N. M.; Wood, S. L., 1993; permitiendo el uso y aprovechamiento de todo su potencial en paneles estructurales y eliminar las columnas de los perímetros internos de las bodegas.

El sistema se aplicaba inicialmente a la construcción de bodegas y fábricas; sin embargo, se ha extendido a la construcción de edificios de oficinas de hasta 4 pisos, colegios, almacenes, iglesias y, como aplicación más especializada, para edificios de alta seguridad y para el desarrollo de instalaciones técnicas como los silos horizontales multipropósito SHM para almacenamiento de granos.

### Ventajas que marcan la diferencia

Para explicar el proceso constructivo con sus diferencias y ventajas frente a los sistemas tradicionales, el sistema Tilt-Up parte de la siguiente premisa: permite iniciar simultáneamente la construcción del piso interno para aprovecharlo como formaleta para los paneles de las paredes, con la viga de fundación perimetral y sobre la cual los paneles depositan la carga del techo y de las fuerzas sísmicas de forma lineal, requiriendo menor capacidad portante del suelo; en comparación con el sistema tradicional en que el piso se construye como última actividad y las cargas muertas del techo y sísmicas se transmiten de forma puntual a las columnas para bajarlas de manera concentrada, generalmente acompañadas de momentos que obligan a aplicar complejos sistemas de fundación, los cuales deben tener una profundidad de desplante adecuada, con vigas de amarre y capacidades portantes del terreno más competentes.

↓ Foto 3. Izado y apuntalamiento de paneles prefabricados.





LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

↑ Foto 4. Instalación de líneas eléctricas e hidráulicas.

Además de estas diferencias con el sistema constructivo tradicional de pórticos de concreto o metálicos y de cerramientos en mampostería o con láminas metálicas, el sistema Tilt-Up presenta otra gran variedad de ventajas, entre ellas:

- Simplificación del proceso constructivo al intensificar el uso masivo del concreto premezclado
- Reducción significativa de tiempos de construcción al permitir realizar simultáneamente varias actividades críticas como fundaciones, pisos, vaciados, izado de paredes e instalación de la estructura metálica de cubierta
- Exigencia de poca mano de obra.
- Un proceso de construcción de altos estándares de seguridad, ya que todas las actividades de vaciado e izado de los paneles se realizan a nivel del piso, lo que evita los certificados de trabajo en altura para los operarios
- Innovación en acabados arquitectónicos de las obras
- Seguridad a la intrusión, resistencia al fuego de hasta cuatro horas y alta eficiencia climática debido al uso de paredes macizas de concreto
- Durabilidad, alta calidad, estabilidad y bajo mantenimiento de las obras
- Aporte a la sostenibilidad ambiental; fácil certificación como proyecto sostenible
- Flexibilidad al permitir ampliaciones y modificaciones utilizando los mismos paneles

### Un caso reciente de éxito

Para ilustrar las ventajas expuestas, se describe el proceso constructivo del Centro de Distribución de Postobón, situado en la vía Cota-Funza (sector de la glorieta de Siberia) en las cercanías de Bogotá.

El complejo está sobre un área de 10.000 m<sup>2</sup> con altura libre de 12 m, altas especificaciones en pisos y paredes y tuvo un plazo de construcción muy breve. Para lograrlo se acudió al sistema Tilt-Up como la solución ideal.

Inicialmente se debió contar con un área considerable del piso de la bodega, para proceder con el trazado y armado de las formaletas utilizando láminas de madera aglomerada con recubrimiento impermeable de espesor de 19 mm. Las formaletas se armaron en forma de cajón que, dependiendo del espesor de los paneles, permitieron vaciar dentro de ellas de 3 a 4 unidades y con un promedio de un panel cada dos días. Una vez armadas las formaletas, se les aplicó un producto especializado llamado *Bondbreaker* que impide la adherencia entre el concreto del piso y el del panel. Para el manejo de este producto se utilizó un aspersor para altos sólidos y un rodillo de felpa, en lo cual debe tenerse especial cuidado en cubrir muy bien toda el área de contacto, seguir las instrucciones del fabricante y esperar un mínimo de 24 horas para el secado total antes de proceder a instalar el acero de refuerzo y los insertos de izado y fijación del panel.


Acto seguido se fundieron los muros perimetrales del proyecto, que en total poseían una longitud de 411 m compuestos de 92 paneles de 14 m de altura, 4,5 m de ancho y con un peso promedio de 30 toneladas cada uno, usando concreto de 28 MPa, buscando durabilidad. Para la fundidas de estos paneles, se tuvo una rata de 3 paneles diarios para que al cabo de 5 semanas se tuviera completada esta actividad. El terminado a la vista se efectuó con equipo mecánico de allanado para darle dureza superficial. Culminado el proceso de acabado del primer panel, se esperó a la desaparición del agua superficial para seguir con la aplicación de las capas del *Bondbreaker* que cumple la función de antiadherente, pero sirve también como película de curado, para continuar repitiendo el proceso hasta completar la cantidad de paneles especificada para la formaleta.

El proceso industrial de izado de un panel toma entre 20 y 30 minutos. Hay que esperar, además, que alcance la resistencia especificada en la ingeniería de izado que es, por lo general, de 21 MPa. Por lo tanto, si se usa un concreto de 28 MPa probablemente a los 7 días ya se ha alcanzado esta resistencia; sin embargo, se espera a que todos los paneles se encuentren vaciados, para optimizar el tiempo de la grúa para el izado. Los paneles izados permanecen temporalmente verticales y aplomados con la ayuda de puntales de acero certificados para Tilt Up. Posteriormente, una vez se complete el armado de la estructura metálica del techo y con la autorización del ingeniero responsable del diseño, experto en el sistema, se retiran los puntales. La instalación de la estructura metálica de la cubierta debe realizarse durante este proceso para obtener el diafragma que garantice la estabilidad estructural del sistema.

Trabajando de esta manera durante 11 días consecutivos, se obtuvieron las paredes de la bodega completamente terminadas. Simultáneamente con el proceso de izado y apuntalamiento se ejecutaron las demás actividades relacionadas con la construcción de las fundaciones y el piso industrial, así como la recepción de la estructura metálica para el techo del Centro de Distribución.

Una vez completada la estructura, se posicionaron las puertas y ventanas. Las paredes internas lisas, en concreto a la vista, además de optimizar el espacio de almacenamiento, permitieron la fácil instalación de líneas eléctricas e hidráulicas.

### Buscando alternativas confiables

Con más de veinte años de uso en Colombia y más de 50 proyectos ejecutados exitosamente por empresas nacionales comprometidas con su correcta aplicación, el sistema constructivo Tilt-Up ha alcanzado su madurez dando garantías y ofreciendo ventajas competitivas. El sistema se ha constituido como una solución a considerar en proyectos industriales, centros de distribución, bodegas, centros comerciales, institucionales, educativos, edificios de oficinas, entre otros, en especial cuando los plazos de ejecución del proyecto son exigentes. 



INTERNATIONAL  
Standards Worldwide

## Online Center

En **ASTM Online Center de Asocreto** podrá adquirir a una tarifa especial más de **13.000 estándares y más de 29.000 artículos técnicos** de diferentes sectores



## Novedades en estándares

### Nombre de los estándares:

- **ASTM D5893 - 16** Standard Specification for Cold Applied, Single Component, Chemically Curing Silicone Joint Sealant for Portland Cement Concrete Pavements
- **ASTM D6690 - 15** Standard Specification for Joint and Crack Sealants, Hot Applied, for Concrete and Asphalt Pavements



Flickr - North Dakota

Ahorre hasta un **25%** frente a ASTM.org

Valor de cada estándar con **ASTM Online Center Asocreto: US\$32**

El valor incluye los gastos de envío en Colombia.  
Las tarifas en dólares son aproximadas y se liquidarán de acuerdo con la TRM vigente el día del pago.



### Más información de estos y otros estándares:

Ingeniero Francisco Javier Zapata  
Teléfono: (57 1) 6180018 Ext. 123 y 124  
Correo: fzapata@asocreto.org.co

Políticas y condiciones en [www.asocreto.org.co/politicas-astm/](http://www.asocreto.org.co/politicas-astm/)