

Japón: el horizonte de la técnica*

Eiji Muro

RESUMEN

Líder mundial en calidad, el Japón moviliza sus fuerzas para elevar la construcción civil a un panorama tecnológico: sistemas constructivos innovadores, robots especializados en tareas pesadas o peligrosas, al igual que nuevos modelos gerenciales para las obras, mejoramiento de las condiciones de trabajo, reducción de desperdicios de materiales y los plazos de construcción. Este artículo destaca las acciones en curso en las principales construcciones niponas.

ABSTRACT

Japan: the horizon of the technique

Worldwide leader in quality, Japan is moving towards elevating civil construction on to a more technological field: innovating construction systems, robots specialized in heavy or risky duties, as well as new management models for construction works, improvement of labor conditions, reduction on materials waste and construction times. This article illustrates the actions on these matters being developed in the principal Japanese constructions.

DESCRIPTORES

Construcción
Informática
Japón
Robotización
Sistemas constructivos
Tecnología

Las tecnologías de construcción dependen mucho de las transformaciones que ocurren en las estructuras sociales. Y para esbozar una imagen futura del sistema de producción en el área de la construcción civil del Japón es necesario imaginar las posibles transformaciones en la estructura social del país e identificar los factores que tendrán influencia sobre las tecnologías de construcción en la próxima generación. Como factores condicionantes pueden ser destacados: estructura de mercado, estructura de producción, problemas relacionados con el medio ambiente y con la producción de las llamadas «tecnologías en germinación».

El Japón pasó de la época de escasez absoluta de productos, inmediatamente después de la Segunda Guerra, a la época actual de fabricación de bienes. En otra perspectiva, el país venció la etapa de satisfacción de cantidades (producción en masa), pasando a garantizar la mejoría de la calidad y, más recientemente, a la producción de la calidad de los servicios. El mercado exige cada vez más una estructura de oferta que permita la producción de mercancías en tipo y calidad variables, un prerequisite de un mercado liderizado por consumidores espontáneos, el cual los usuarios pueden adquirir cuando y lo que quieren, en la cantidad deseada. Se pone en cuestión no sólo la calidad de los productos, sino también la cantidad de bienes y el plazo de entrega. Además, considerando factores tales como el probable aumento de ancianos en la sociedad futura, se prevé el surgimiento de un mercado en que prevalezcan productos útiles, para que cada consumidor pueda crear su propio estilo de vida.

PROYECCIONES

Las proyecciones actuales indican que en el 2010 será menor el número de trabajadores de la construcción notándose principalmente una disminución en el

* Artículo publicado originalmente en portugués por la revista *Téchne*, Nº 13, São Paulo, Brasil. Se publica con su autorización. Versión al castellano: Tecnología y Construcción.

número de jóvenes. Y considerando la reducción del rendimiento del trabajo debido al envejecimiento del trabajador, se puede decir que la construcción japonesa tendrá 650 mil trabajadores menos de los registrados en 1991. Además de eso, en el caso que se reduzca el número de días de trabajo de 275 días/año en 1990, a 225 días/año en el 2010, el volumen total de mano de obra caerá a 0,72 del actual. Por tanto, si se mantiene la tendencia actual de crecimiento del mercado de obras, será necesario aumentar el rendimiento de la producción en cerca de 67%, para compensar la caída del volumen de mano de obra.

En relación al medio ambiente del trabajo, las constructoras japonesas deberán mantener sus esfuerzos para eliminar las «3K» (kitanai: sucio, kitsui: duro, y kiken: peligroso), aún atribuidas al trabajo en las obras, para atraer mano de obra de ambos sexos y de todas las franjas de edades. Tendrán, al mismo tiempo, la necesidad de implantar técnicas de administración y sistemas de producción que permitan ofrecer grandes incentivos a los trabajadores, para estimular su espontaneidad y su creatividad en el trabajo.

Ante la globalización de la economía, hay hoy una necesidad de revisar sustancialmente las regulaciones proteccionistas del gobierno e intensificar las compras de materias primas y de componentes en mercado externo. Se exigirá, también, mayor colaboración con otros países para el desarrollo de tecnologías, además de mayor apoyo a los países subdesarrollados o en desarrollo. Más aún considerando la tendencia actual de valorizar la cultura regional y de preservar la cultura propia del país, deberán crecer las restricciones a la mano de obra extranjera.

MEDIO AMBIENTE

Son hechos conocidos la devastación de los árboles tropicales y el aumento del volumen de CO₂ en la tierra, que originarán, a su vez, el calentamiento general del planeta y la destrucción de la capa de ozono. Esos hechos no obligan a desarrollar tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento de las coníferas reproducibles y de los materiales inorgánicos abundantes en el planeta. En el Japón, las coníferas están siendo utilizadas en 10% de la producción de maderas para las formaleas. Los materiales inorgánicos también ya están siendo usados en productos como moldes de presión de concreto, a pesar que aún existen problemas de costo y maleabilidad en los locales de las obras.

Además del desarrollo de tecnologías para construcción de edificios dotados de sistemas economizadores de energía, un nuevo foco de atención viene surgiendo: la economía de la energía en el proceso de

construcción de los edificios. Se dice que la producción de 1 m³ de concreto exige 1,7 veces más energía de la requerida en la producción de maderas naturales y tres veces más de la que es necesaria para la producción de maderas aglomeradas. Por tanto, sería recomendable utilizar, en vez de cemento, materiales de construcción naturales, por ejemplo.

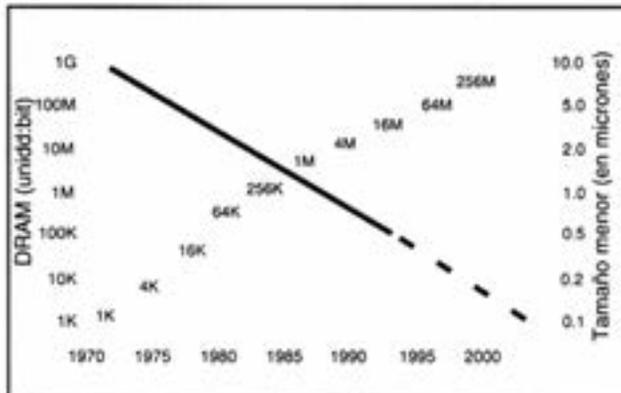
En cuanto a los procesos de producción, los mayores problemas son la contaminación y los desechos de demolición, que deben ser reducidos. De acuerdo con una investigación realizada por el BCS, los residuos producidos en la construcción en una renovación de parcelas llega de 70 Kg/m² a 80 Kg/m² (considerando una área de 34 mil m² de obras iniciadas). Se estima que la producción de estos escombros en el 2010 estaría entre 23,8 y 27,2 millones de toneladas. El tratamiento de desecho doméstico, producido en edificios en funcionamiento, es otro problema aún a ser resuelto.

TECNOLOGÍAS «EN GERMINACIÓN»

Son así llamadas las tecnologías de materias primas, tecnologías de robotización de proceso y montaje y tecnologías de informática para el control general. Dentro de la vasta área de las tecnologías de materias primas, enfatizamos la de producción de cemento. Los concretos normalmente usados en las obras actuales tienen resistencia a la compresión entre 18 MPa y 30 MPa, después de cuatro semanas de aplicación. Con el aumento del número de edificios altos, se intensificó el uso de cementos con resistencias entre 42 MPa y 48 MPa, y hasta de 63 MPa, caso registrado en Occidente. En la actualidad, los investigadores del Ministerio de Obras y Construcción del Japón desarrollan cementos para hacer posible concreto con resistencia física de hasta 120 MPa.

En cuanto a la robotización, fueron desarrollados aproximadamente cien tipos de robots aplicables al sector de la construcción, inclusive aquellos más simples, como herramientas automáticas. Mientras tanto, apenas algunos tipos, como los robots para acabados de pisos de concreto, ya fueron probados en la práctica. Existen aún problemas técnicos a resolver, tales como el peso de estos equipos, sus dimensiones, dificultades de movimiento y limitaciones para realizar trabajos más complejos. Mayores progresos serán posibles si fueran empleadas nuevas ideas de control, por medio de interfases entre hombres y robots. Por otro lado, las tecnologías de informática tienen hoy un progreso sorprendente. Los minicomputadores, que tienen origen en los CPUs de 4 bits desarrollados en 1971 y cuya capacidad ya llega a 32 bits, son hoy comparables a los computadores grandes de 20 años

FIGURA 1
MEMORIA DE SEMICONDUCTORES Y
SU REDUCCIÓN DE TAMAÑO



atrás. Los semiconductores, que hoy son de 4 megabits, llegarán a 64 megabits en el futuro próximo y a 1 gigabit en el año 2000, con mayor reducción de su precio. La figura 1 muestra la evolución de capacidad de memoria de los semiconductores e, inversamente, su reducción de tamaño.

Estos avances propiciarán nuevas técnicas de planificación a partir de datos tridimensionales, simulaciones de planificación de obras, interrelación de datos entre fabricantes de materiales de construcción y empresas subcontratadas, además de la comunicación simultánea en los lugares de las obras, que, a su vez

constituirán un nuevo sistema de control de la producción. Además de eso, se espera en breve un método más apropiado para la toma de decisiones simultáneamente en proyecto, planificación y obras, el llamado «concurrent engineering». La figura 2 muestra la idealización del sistema de aprovechamiento de las tecnologías de informática en la construcción en el año 2000, concebida por el Ministerio de Obras y Construcción del Japón.

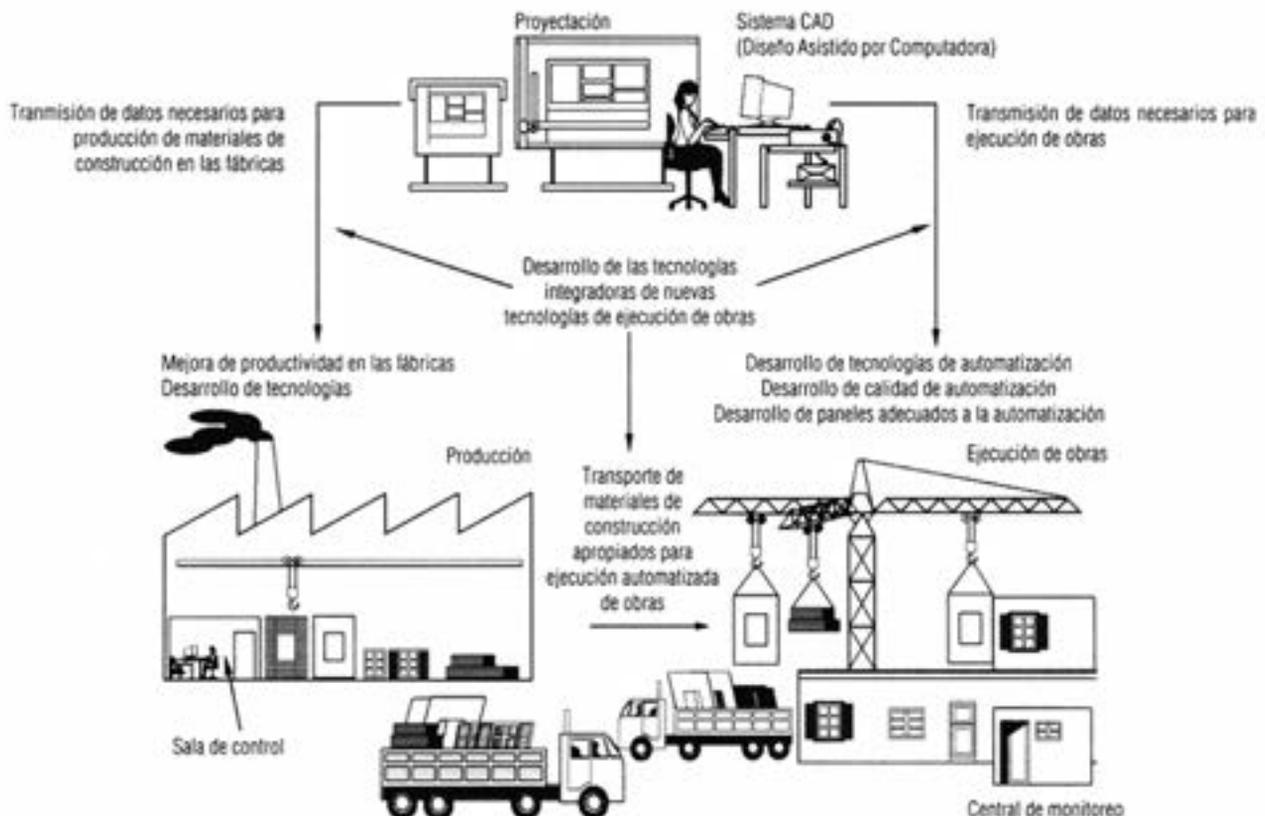
ROBOTS EN LA CONSTRUCCIÓN

Aunque los técnicos japoneses ya tengan desarrollados más de 100 tipos de robots, algunos pocos están siendo puestos en práctica. Presentamos algunos ejemplos:

• **Levantamiento de cargas pesadas**

Cerca de 500 a 600 robots para colocación y retiro de hormas colgantes de acero ya están siendo aplicados en diversos locales de construcción. Un buen ejemplo es el Auto Cramp de Ohbayashi. Hay también equipos diseñados para mover vigas de acero estructurales, como el Autocrow y el Mighty Shackle Ace de Shimizu, que pueden también montar paneles prefabricados de concreto, colocar armaduras y realizar otras operaciones consideradas peligrosas.

FIGURA 2
EL CONSTRUCTOR EN EL AÑO 2000



• Robots para obras de concreto

Varios tipos de robots para realizar las tareas de aplicación, compactación, nivelamiento, fraguado (amadurecimiento) y acabados de obras de concreto ya se encontraban disponibles en el mercado de Japón. La constructora Takenaka tiene operando su Distributer, eficiente para eliminar el trabajo pesado de lanzamiento de concreto, reduciendo cerca de 20% de la mano de obra. Las condiciones de manejabilidad y de seguridad de este robot fueron mejoradas con el desarrollo de sistemas automáticos para evitar obstáculos. El Placing Crane de Ohbayashi, y el Concrete Distributer de Tokyu (foto 1), también integran ese grupo de robots. El Screed Robot de Takenaka, cumple el papel de nivelador de concreto, reduciendo las variaciones propias del trabajo humano y economizando cerca de 50% de la mano de obra. La Fujita tiene un equipo del mismo género.

En el área de acabados de pisos, la Takenaka desarrolló el Surf Robot (foto 2), que ya fue utilizado en los acabados de más de un millón de metros cuadrados. El equipo fue desarrollado para sustituir hombres en esa tarea considerada pesada, cuando es ejecutada manualmente. Hoy existen cerca de 30 unidades en funcionamiento y a la venta en Japón. En esta misma línea, existen también equipos de Ohabayashi, de Kajima y de Shimizu.

• Acabados interno y externo

Tareas como impermeabilización, colocación de paneles para acabados internos, colocación de granito, azulejos, etc., totalizando más de 50 operaciones, pueden ser ejecutadas por varios tipos de robots, aunque de aplicación aún bastante limitada. Destacamos los robots montadores de revestimientos en granito, concreto liviano y piezas de concreto pre-moldeado. O Might Hand de Komatsu (foto 3), por ejemplo, es un equipo para manipulación de piezas por control remoto, con capacidad para levantar cargas de hasta 350 Kg, 495 Kg. y 1.300 Kg. conforme al tipo. El Balance Hand, también de Komatsu, es un balanceador electrónico para montaje de piezas variadas. El equipo permite un ajuste manual más sofisticado de operación; útil y eficiente para colocación de paneles de granito o vidrios.

MEJORAS EN EL LUGAR DE LAS OBRAS

Entre los esfuerzos para eliminar la imagen negativa de las «3K», se pueden destacar las tentativas de ejecución de las obras bajo cualquier condición climática, colocando un techo provisorio sobre el lugar de la construcción. Presentamos algunos ejemplos en el cuadro 1.

FOTO 1
BRAZOS ARTICULADOS DEL "CONCRETE DISTRIBUTOR"
REDUCEN EL TRABAJO PESADO EN EL LANZAMIENTO DE
CONCRETO



FOTO 2
EL SURF ROBOT DE TAKENAKA:
Equipo diseñado para pulimento de pisos de concreto:
reduce la mano de obra en hasta 50%.



La tendencia para los próximos años es la combinación, cada vez más intensa, de tecnologías de control por computador, robótica aplicada a las obras, tecnologías de mejoras del medio ambiente del trabajo y tecnologías de materiales. Algunas empresas de construcción ya están probando métodos que combinan todas las adquisiciones tecnológicas recientes.

Es ejemplar el método Roof Push-up de Takenaka. El se basa en la construcción, en primer lugar, de los pisos más altos del edificio, que son elevados por brazos hidráulicos, para estructurar, en seguida, el piso inferior. Repitiéndose la operación, constrúyese el edificio de «arriba hacia abajo». Puesto en práctica por

FOTO 3
MIGHTY HAND: MANOS EFICIENTES PARA EL MONTAJE DE
PANELES U OTRAS PIEZAS CON PESO DE HASTA 1.300 KG.
 En la foto el LH50 de Komatsu,
 mueve paneles con cinco metros de altura.



primera vez en 1990, el método propicia economías de mano de obra de hasta 60% en comparación con los métodos convencionales de construcción, reduciendo el tiempo de obra, mejorando las condiciones de seguridad y suavizando el ambiente de trabajo. Los trabajadores no están expuestos a riesgos en lugares altos y trabajan siempre protegidos de la interperie.

Otra empresa, la Ohbayashi, concibió el método SFC: una fábrica de componentes de acero montada en la propia obra suministra los componentes 24 horas al día. Las piezas son transportadas automáticamente obra arriba y montadas por robots especiales. El sistema reduce el período de construcción en 50%, en relación a los métodos convencionales.

La Taisei desarrolla su método T-up, también basado en la construcción «de arriba hacia abajo», sacando partido del premoldeado en sitio de todas las piezas de la obra, estructurales y de acabados. La fábrica de piezas es dotada de un cobertizo, que permite el fraguado adecuado del concreto bajo cualquier condición de tiempo, además de mejorar el medio ambiente de trabajo para los obreros. El sistema también reduce los residuos de obras, por la adopción de embalajes adecuados y por el corte anticipado de los materiales, conforme a las dimensiones del proyecto.

CUADRO 1
OBRAS BAJO LLUVIA O NIEVE

NOMBRE DEL MÉTODO	EMPRESA	DESCRIPCIÓN
Smart	Kajima	Un toldo provisional permite la ejecución de obras subterráneas y de pisos superiores en edificios de concreto armado.
Kaiteki Roff	Okumura Gumi	Toldo provisional móvil para obras en pisos superiores de edificios.
Yotorian Roff	Kumagai Gumi	Toldo provisional, que puede ser abierta o cerrada, conforme las condiciones del tiempo. Se utiliza en los pisos inferiores y medios.
Sunbrela	Tokyu Kensetsu	Un toldo provisional móvil (para la cima), pudiendo ser abierta o cerrada. Adecuada para las obras de los pisos inferiores o medios de los edificios de concreto armado.
Miname Kaze	Shimizu	Con toldo provisional, pudiendo abrir o cerrar. Adecuado para obras subterráneas.
Dream Roff	Arai Gumi	Un toldo provisional móvil protege las obras en los pisos inferiores y medios en edificios con estructuras de concreto armado y de concreto armado con moldes de acero.

CONDES



LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Los frutos ciertos de la siembra

Las autoridades Universitarias y el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, han conferido por segunda vez el **Botón de la Ciencia** como reconocimiento público a los profesores de la Universidad del Zulia adscritos al Programa de Promoción al Investigador, los cuales han colocado a nuestra máxima casa de estudios en la posición de vanguardia dentro de la comunidad científica nacional.

El incremento en el número de investigadores ha sido significativo (de 73 en 1994 a 134 en 1995) y esto es revelador de la principal política de gestión que, como organismo coordinador y promotor de estas actividades, ha desenvuelto el CONDES: la Siembra de la Cultura Científica.

Se está cumpliendo la meta de elevar el nivel de nuestros profesores y de nuestras revistas científicas a través de estrategias de financiamiento de proyectos y de publicaciones.