

EL DESARROLLO TECNOLÓGICO COMO FACTOR DE SOBREVIVENCIA DE LA CONSTRUCCION CIVIL DE MEXICO EN EL MERCADO LIBRE NORTEAMERICANO *

Fernando M. Machado **

*Ponencia presentada en el IV Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC, Caracas, Septiembre, 1991.

**Director del Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI)
Apartado Postal 4550, San José, Costa Rica.

Resumen

Este documento presenta la necesidad competitiva que tiene el sector de construcción civil de México de crear una capacidad propia para diseñar e implementar con efectividad innovaciones tecnológica continuas, en vista del próximo establecimiento del tratado de libre comercio con los EUA y CANADA. Así mismo, enfatiza las amenazas, oportunidades y retos de este sector frente a las fuerzas y debilidades de su principal competidor y a algunos recientes avances tecnológicos internacionales de relevancia.

1. INTRODUCCION

Con la muy posible incorporación de México a corto plazo en un mercado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá, todo el sector productivo Mexicano estar sujeto a un nivel de competencia nunca antes experimentado, lo que presenta altos riesgos y oportunidades para las empresas Mexicanas. Adicionalmente, habrá que tomar en consideración el impacto de los tratados de libre comercio que México en este momento establece con otros países Latinoamericanos como Chile, Venezuela y algunas naciones centroamericanas.

A pesar de la tradicional y elevada incidencia del factor mano de obra en su competitividad, la industria y servicios de construcción civil Mexicana no constituirán excepción a este hecho.

Por esta razón, las consecuencias sociales de una significativa quiebra de empresas nacionales del sector deberían ser objeto de una profunda reflexión y debate a nivel nacional, con énfasis sobre las posibles acciones requeridas para aumentar la competitividad de estas empresas.

La tarea no es sencilla. Para empezar, este es un sector de un amplio alcance, cuyas fronteras se encuentran en continua redefinición. Incluye no solo las empresas de construcción civil

tradicional, sino también sus proveedores de materiales y servicios, organismos de promoción, regulación y mantenimiento de la infraestructura básica, entre otros, que actúan en los contextos más diversos y cambiantes, entre los cuales se resaltan actualmente la preservación del medio - ambiente, las infraestructuras de impacto directo en la salud, los sistemas antisísmicos y de vivienda de bajo costo.

Por otro lado, el debilitamiento de las funciones del Estado en la Economía, fruto de la política económica neoliberal adoptada, pone en tela de juicio la sobrevivencia del mismo Estado como principal mercado y cliente de la gran mayoría de las empresas del sector.

De esta manera, la competitividad en el mercado aumentará de forma simultánea con la eliminación o reducción de los llamados "refugios confortables". En este sentido, el ejemplo brasileño es muy ilustrativo, aún tomando en cuenta las correcciones debidas a las distintas situaciones económicas de los dos países. El Gobierno brasileño ha suspendido sus inversiones en la infraestructura básica hace tres años y su débito actual con las empresas de ingeniería y construcción se estima en 200 millones de dólares de EUA. El sector se ha descapitalizado y en este mismo período sus seis principales empresas han reducido su facturación en 50% y demitido 60% de su personal y principal activo, lo que hipoteca su desarrollo tecnológico futuro¹. La experiencia y soluciones competitivas que desarrolle el sector en México durante los próximos años deberán ser de gran interés para todo el sector de construcción civil de toda la región latinoamericana.

Este trabajo, fruto de una presentación recién realizada por invitación del Colegio de Ingenieros Civiles de México, tiene por objetivo provocar las reflexiones requeridas que conlleven a un plan de acción específico.

Empieza con un breve resumen de los factores clave de la nueva competitividad internacional, como la capacidad de llevar a cabo innovaciones continuas y exitosas en todos los frentes, de explotar de modo efectivo las alianzas estratégicas a nivel internacional, de responder rápidamente a las necesidades del mercado y de servir efectivamente a sus clientes.

Enseguida busca caracterizar las fuerzas y debilidades tecnológicas del sector de construcción de los EUA, considerado

como el principal competidor de las empresas Mexicanas, y resalta la importancia de que dichas empresas cuenten con una capacidad propia de gestión tecnológica que les permita innovar con éxito. De la misma forma, explicita algunos retos típicos a las funciones de gestión tecnológica al interior de la empresa.

Finalmente, sugiere algunas oportunidades, amenazas y retos para la reconversión de las empresas Mexicanas del sector, cuestionando asimismo la adecuabilidad del perfil del ingeniero civil actual frente a los retos enfrentados.

2. LA NUEVA COMPETITIVIDAD INTERNACIONAL

Los atributos exitosos de competitividad de la empresa moderna no se fundamentan en ventajas comparativas estáticas como costos relativos de los factores de producción-inclusive mano de obra-economías de escala, protecciones gubernamentales vía tasa de cambio monetario y otras, sino en ventajas comparativas dinámicas, basadas en la innovación tecnológica, organizativa, estratégica y gerencial, que funcionan como mecanismos de respuesta rápida a los cambios del entorno y muchas veces los provocan.

Esto implica tener una capacidad propia para llevar a cabo de una manera exitosa estos procesos continuos de innovación de modo vinculado con todos los protagonistas relevantes que actúan en el mercado y entorno general de la empresa.

Sin embargo, antes de examinar el como hacerlo, habrá que poner de relieve algunos de los cambios mas importantes que se registran en los mercados y sistemas gerenciales de las empresas que han logrado recientemente una alta competitividad internacional y que se aplicarán en mayor o menor grado a las empresas de construcción civil de México.

La naturaleza de los cambios mencionados en el Cuadro siguiente que la competitividad de México y de las organizaciones productivas mexicanas en los mercados internacionales y en lo particular en el mercado libre norteamericano-dependerá de manera creciente de su capacidad para adecuarse a los nuevos principios y prácticas gerenciales y eventualmente superados, dentro de una dinámica de cambio constante. En este proceso, la capacidad de gestión tecnológica, descrita más adelante, funciona como hilo conductor de los distintos tipos de cambios

CUADRO 1

COMPARACION ENTRE SISTEMAS TRADICIONALES Y ACTUALES DEL CONTEXTO
COMPETITIVO INTERNACIONAL ²

| COMPONENTES DEL CONTEXTO | | SISTEMAS TRADICIONALES | NUEVOS PRINCIPIOS Y PRACTICA |
|--|---|---|---|
| | | MERCADOS | Estabilidad como norma. Desequilibrios esporádicos. Mercados nacionales bien definidos. |
| MERCADOTECHNIA | Orientación exclusiva hacia el consumo de masa. Profundos estudios de mercado y de factibilidad. Sistemas relativamente estables de fijación de precios, de promoción y de canales de comercialización. Lenta introducción de nuevos productos. Tendencia a formar oligopolios con competidores. | Orientación principal hacia la creación y explotación de nichos de mercados. Recolección somera y rápida de datos gruesos de mercado, aunada a la expedita realización de pruebas de mercado en pequeña escala e introducción inmediata del producto. Alta conciencia de servicio al producto y cliente, calidad como importante fuente para el desarrollo de nuevos productos. Urgencia y velocidad. | |
| PRODUCCION | Economía de escala y alto volumen de producción como norma deseable. Mantenimiento del ritmo de producción a cualquier costo. Uso de inventarios para acomodar variaciones en la demanda. Producir para acumular inventarios. Automatización y capital más importantes que la gente. Corte de personal en las caídas de demanda. Volumen, bajo costo y productividad más importantes que calidad y capacidad de respuesta. Sistema cerrado. | Sistemas flexibles de manufactura con alto grado de automatización e integrados por computadora, que producen con eficiencia y calidad una gran variedad de productos. Adapta ritmo a las variaciones de demanda. La manufactura como instrumento de mercadotecnia y de estímulo a la innovación. La gente es más importante que el capital. Uso de las caídas de demanda para mantenimiento y capacitación de recursos humanos. Calidad y productividad globales. Capacidad de respuesta, calidad, solución conjunta de problemas con clientes y proveedores. Sistema abierto. Urgencia y velocidad. | |
| ORGANIZACION "Modus Operandi" | Operación suave y optimizada, con rutinas y procedimientos patrón difundidas en manuales. Tareas individuales definidas en detalle por "Organización y Métodos". Especialización funcional única, línea de comando y comunicación vertical de arriba hacia abajo. Fuertes sanciones a errores. | Dirigida por valores y no por reglas y papeles. Envasis en el aprendizaje y perfeccionamiento continuos. El error bien intencionado como fuente de aprendizaje. Sistemas flexibles y procedimientos adaptativos. Amplia delegación del proceso de toma de decisiones, múltiples flujos de comunicación en todas direcciones con base en la informática. Recursos humanos versátiles de múltiples habilidades cumplen tareas variables auto-definidas y mayormente autocontroladas. Grupos-tarea "AD-HOC" como norma. | |
| Estructura y Crecimiento | Jerárquica, piramidal estable. Amplitud de control máxima de 1 a 10. El crecimiento se refleja en la altura de la pirámide y en la complejidad de su funcionamiento. | Jerarquía destruida por la revolución informática, la dinámica del entorno y la necesidad creativa. Red plana, ágil y flexible de unidades organizacionales, amplitud de control hasta de 1 a 100. Extinción de los niveles intermedios de gerencia. Crecimiento incremental en la red. Descentralización como norma, fronteras organizacionales en constante redefinición. | |
| Relaciones con Proveedores y Clientes | Posición dura con proveedores variables para maximizar utilidades. Amplia diversificación de clientes y relativa falta de atención a sus necesidades. | Búsqueda de relaciones duraderas con proveedores y clientes seleccionados para innovación y ganancia conjunta. El sistema organizacional abierto incorpora proveedores/clientes y otros protagonistas externos, ampliando las fronteras organizacionales tradicionales. | |
| Obtención y Capacitación de Recursos Humanos | Mano de obra como costo variable. El mercado como proveedor de personal capacitado. Reclutamiento para llenar especificaciones de los puestos. Disciplina como la característica de mayor valor. | Mano de obra como capital humano. Autocontrol, auto-evaluación y constante capacitación práctica interna como normas. Puestos en permanente redefinición demandan recursos humanos polifacéticos. Competencia, motivación, creatividad, trabajo en grupo, adaptabilidad al cambio, autodisciplina y grado de compromiso como valores centrales. | |
| Liderazgo | Comando centralizado y control vertical. El jefe como la autoridad suprema, siempre decide de forma independiente. Dedicado a los juegos de poder, cultiva una imagen distante y emocionalmente desvinculada de su personal y de sus problemas. | Recursos humanos considerados como agregadores de valor y elementos centrales para continua innovación en la organización. Su desarrollo es tarea básica del nuevo líder, que estimula su participación y creatividad en procesos de toma de decisiones. Autoridad del conocimiento. El líder como visionario, integrador, agente de cambio, motivador, facilitador, comunicador, capacitador y desarrollador del personal, además de guardián de los valores centrales de la organización y el enlace con distintos entornos organizacionales. Presión por mejoras incrementales diarias, sentido de oportunidad e información como aspectos centrales para éxito del líder. | |

que se deben realizar para mantener e incrementar la competitividad de las empresas mexicanas.

3. EL PRINCIPAL COMPETIDOR - LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCION DE EUA Y SU DESARROLLO TECNOLOGICO

La industria de construcción civil norteamericana representa negocios del orden de USD \$ 500.000.000.000,00 (quinientos mil millones de dólares), que representan entre 8 y 13% del producto interno bruto y entre 55 y 65% de las inversiones de capital de este país³

3.1 Debilidades

Sin embargo, esta industria apenas repunta de una crisis provocada por la recesión económica, está muy fragmentada, subcapitalizada y principalmente ha sido muy lenta en la utilización de nuevas tecnologías. Algunos expertos norteamericanos aseguran que la misma no ha incrementado su productividad en los últimos 20 años.

Entre otras razones reconocidas, ha faltado inversión en investigación y desarrollo (I-D) y en bienes de capital, sus prácticas gerenciales son obsoletas, las disputas de corte sindical son frecuentes y su entorno está plagado por regulaciones gubernamentales.

Entre todas estas debilidades, los norteamericanos mismos resaltan que la baja inversión en I-D merma la factibilidad de que se realicen innovaciones tecnológicas en el sector, comprometiendo mayormente su crecimiento futuro y competitividad internacional.

Datos de 1989 estiman esta inversión en I-D como 0.39% del valor anual del total de las obras realizadas.

En estas fechas, las empresas fabricantes de productos y de equipos para la construcción participaban con 69% de la inversión global en I-D, las agencias gubernamentales aportaban 18%, las empresas constructoras 4% y otros agentes 9%.

El Consejo Nacional de Investigación de los EUA encontró que antes de la presente crisis, el sector invertía en I-D cerca de US\$142.00 por empleado, lo que corresponde aproximadamente

a la mitad de lo invertido por la industria Tabacalera, siete veces menos que el sector tradicional de alimentos y bebidas y entre 30 y 50% de lo que invierte la construcción civil de Japón en este rubro.

La mayoría de las grandes empresas Japonesas de construcción tienen divisiones de I-D, en contraposición a un mínimo de empresas de los EUA.

Por ejemplo, la empresa SHIMIZU Construction Ltd tiene un Centro de I-D que emplea más de 200 técnicos, mientras la empresa TAISEIS CORPORATION cuenta con un Instituto de I-D de 130 técnicos, con un presupuesto anual de 30 millones de dólares. Hoy día estas empresas investigan nuevos diseños, procesos y materiales relacionados con la construcción espacial, las casas "inteligentes" y otros contextos imaginativos, además de las posibles aplicaciones de la informática a todas las actividades del sector.

Adicionalmente, las empresas Japonesas han establecido una red de oficinas de I-D en todo el territorio norteamericano, con el objetivo de conseguir información sobre lo que pasa en el sector de la construcción en los EUA.

Aparentemente la escasez de inversión en I-D en construcción en los EUA deriva en mucho de la fragmentación de la industria de construcción norteamericana - más de un millón de empresas, 50.000 arquitectos y firmas de consultoría en construcción, 25.000 empresas comercializadoras de materiales de construcción, 15 sindicatos de ámbito nacional y 7.000 locales, además de un número de códigos de construcción y jurisdicciones superior a 10.000.⁴

3.2 Fortalezas

Sin embargo, a pesar de las debilidades señaladas, no se debe tomar la competitividad de las constructoras norteamericanas a la ligera, - la industria de construcción de EUA sigue siendo responsable por el mayor saldo positivo de la balanza comercial de este país.

Por un lado, existen evidencias de que la baja inversión en I-D no ha mermado totalmente las innovaciones tecnológicas de sus empresas constructoras, principalmente en lo que se refiere a mejoras en los equipos, a la introducción de nuevos productos

desarrollados por proveedores y al uso de nuevos métodos de trabajo, logrados mediante experimentación directa «in loco».

Además, los métodos obsoletos de administración conviven con otros muy modernos y efectivos. Prueba de esto es que para los tres principales puestos gerenciales de la construcción del Eurotúnel (entre Francia e Inglaterra), fueron indicados empresarios norteamericanos.

Por otro lado, a partir de 1988 las empresas constructoras de EUA empezaron a utilizar tecnologías como el diseño asistido por computadora (CAD), la robótica, la inteligencia artificial, los sistemas de expertos y los materiales compuestos. Típicamente, estas y otras tecnologías erosionan la ventaja competitiva de bajos costos de mano de obra de los países menos desarrollados como México.

Entre los muchos programas de desarrollo de tecnologías financiados a costo compartido por un conjunto de empresas, está uno iniciado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano en 1990, con un presupuesto de 9 millones de dólares, para realizar Proyectos de I-D de interés compartido entre este Cuerpo, las empresas constructoras privadas, agencias del Gobierno y Universidades. Este Proyecto es adicional a un programa regular de I-D que ejecuta el Cuerpo de Ingenieros, por un monto de 250 millones de dólares, en sus 6 laboratorios en Missouri, California y otros estados norteamericanos.

Un otro programa asociado es el Programa de Investigación Avanzada en la Productividad de la Construcción (CPAR), creado en 1988 con un presupuesto inicial de 3 millones de dólares y que ha aprobado 145 proyectos en 1989. Este Programa apoya las empresas asociadas en terminar el desarrollo de equipos, productos o procesos específicos, en la incorporación de tecnologías a los códigos y normas de construcción, en la difusión de tecnologías, en la introducción de la informática en los sistemas productivos de las empresas y en el desarrollo y utilización de materiales avanzados, entre otras áreas. Entre los proyectos aprobados están:

- un proceso innovador de recubrimiento asfáltico.
- desarrollo de unidades de mampostería de concreto ligero.

- mejoras en los procedimientos de diseño para construcciones de mampostería.

- utilización de termoplásticos reciclados para mejorar el concreto.

- desarrollo de procesos de bioremediación para agua subterránea y suelos contaminados con hidrocarburos.

- desarrollo de "software" para detectar problemas de interferencia espacial al inicio de diseños que utilizan información tridimensional de fuentes variadas.

- Se prevee que la utilización de los resultados de la cartera de proyectos financiada por este Programa ahorre cerca de 20% de los costos operacionales, reduzca sustantivamente los accidentes en las obras y los seguros correspondientes.

- Otro proyecto del Cuerpo de Ingenieros, en el valor de 3 millones de USD por 3 años, tiene por objetivo el desarrollo de mecanismos apoyados en la robótica para reforzar la fuerza física de la mano de obra capacitada en mampostería, cuya edad promedio es 50 años. Con estos "exo-esqueletos" se espera extender el período en que esta mano de obra puede permanecer activa y eficiente.

- Un otro programa, lanzado por el Instituto Internacional para la Mampostería, es el llamado Proyecto 2.000, cuyo objetivo es aumentar el presupuesto del programa de I-D de este Instituto de 200.000 dólares en 1989 para 20 millones de dólares en 1995.

- Otro esfuerzo complementario, es la reciente creación de la Fundación de Investigación en Ingeniería Civil, que financiará proyectos en esta área presentados por universidades, empresas consultoras y empresas constructoras. Esta fundación patrocinó en enero pasado el primer Simposio Nacional para identificar las demandas de I-D del sector.

- Por otro lado, con base en una recomendación del Consejo nacional de Investigaciones, en 1989 la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) creó en la Northwestern University el Centro para la Ciencia y la Tecnología de los materiales basados en el cemento, con un presupuesto de 10 millones de dólares para un período inicial de 5 años.

Este Centro concentra su atención sobre el concreto que ya ha financiado investigaciones en otras Universidades e Instituciones que han cuadruplicado el número de científicos que desarrollan la tecnología del concreto en los EUA y aportado instrumentos y técnicas novedosas a este campo, como hologramas a laser, microscopios electrónicos, de resonancia magnética nuclear y otros.

Así, estos y otros programas tienden a incrementar notablemente monto de inversión en I-D del sector construcción de los EUA. El anexo I contiene información sobre Universidades, Laboratorios y Empresas de Construcción de EUA, líderes en I-D.

Sin embargo, lo que le permite al sector crecer, ser más rentable y competitivo, no son exclusivamente las inversiones en I-D, sino su capacidad para identificar e implementar innovaciones tecnológicas exitosas.

Se entiende la innovación tecnológica como un proceso que se inicia con la búsqueda sistematizada de las necesidades tecnológicas prioritarias de una empresa determinada y se extiende hasta la implementación en los sistemas productivos y a la comercialización, en los mercados de la empresa, de los procesos, equipos, productos u otras actividades de valor en las cuales se ha introducido cambios técnicos.

De esta manera, la innovación tecnológica:

- Implica satisfacer necesidades prioritarias de la empresa mediante la introducción de cambios técnicos, que incorporados a su sistema de producción y comercialización, producen beneficios económicos y sociales para la empresa, sector y para la sociedad como un todo.

- No implica necesariamente ejecutar proyectos del I-D, la generación de estos cambios técnicos puede basarse en información técnica disponible y de libre acceso, como también en conocimientos desarrollados por terceros y transferidos vía acuerdos de licenciamiento de patentes, de transferencia de "Know-How" y otras formas.

Por lo tanto, en vista de lo expuesto, la inversión en I-D no debe ser tomada como el único o el más importante parámetro

de evaluación de la competitividad tecnológica de cualquier sector de actividad económica, incluyendo el de la construcción.

Asímismo, aunque en los EUA la vinculación universidad/industria para la innovación tecnológica en el sector construcción podría ser más efectiva, esta última ha demostrado suficiente capacidad para llevar a cabo un número representativo de innovaciones tecnológicas de manera exitosa, lo que contribuye significativa a su competitividad internacional. A esta capacidad se denomina capacidad de gestión tecnológica.

4. LA CAPACIDAD DE GESTION TECNOLOGICA EN LA EMPRESA COMO PRIORIDAD COMPETITIVA

De conformidad con lo anterior, la oferta tecnológica, representada por las instituciones e inversiones de I-D, solo genera crecimiento, utilidades y competitividad cuando congruente con una demanda tecnológica explicitada "a priori", con la cual se encuentre efectivamente vinculada durante todas las etapas del proceso de innovación correspondiente.

Con eso no se quiere descartar la posibilidad o importancia de la creación de nuevas empresas para utilizar tecnologías enteramente novedosas. Sin embargo, este es un proceso más difícil y mucho menos frecuente.

En todos los países Latinoamericanos, el énfasis del desarrollo tecnológico en los últimos 30 a 40 años ha sido la creación y fortalecimiento de la oferta tecnológica, basado en la ilusión de que esto sería la condición necesaria y suficiente para el despegue tecnológico. En esto, el sector de construcción civil no ha constituido excepción.

En los últimos 5 a 8 años, el énfasis se trasladó a la necesidad de vincular las instituciones de I-D con las empresas del sector productivo.

Solo recientemente algunos pocos países de la región se han dado cuenta de que el desarrollo tecnológico representativo pasa casi que forzosamente por la explicitación de la demanda tecnológica de las empresas existentes y depende en mucho de la capacidad de gestión tecnológica de estas.

Sin menoscabar la necesidad de que las instituciones de I-D, los órganos de vinculación y las agencias gubernamentales promotoras y reguladoras del desarrollo tecnológico sean continuamente fortalecidos y presenten también una adecuada capacidad en gestión tecnológica, en la actualidad, la escasez de capacidad más crítica se ubica a nivel de las empresas existentes.

Para complicar un poco más las cosas, la gestión tecnológica presenta un marco conceptual-metodológico en plena evolución, puesto que es un campo emergente de acción, capacitación e investigación aún no plenamente reconocido por las carreras profesionales existentes, inclusive la de ingeniería civil.

Característicamente interdisciplinaria, la gestión tecnológica vincula disciplinas científicas, de ingeniería y de la administración de empresas para planear, desarrollar, implementar y evaluar capacidades tecnológicas que permiten definir y lograr los objetivos estratégicos y operacionales de una organización de un conjunto de organizaciones, de un país o región.

En lo referente a las empresas, la existencia de una capacidad interna de gestión tecnológica, permite contestar y actuar en relación a cuestiones como, entre otras:

- ¿Cómo usar la tecnología para mejorar la rentabilidad y crecimiento de la empresa?
- ¿Qué tecnologías se requiere para entrar en nuevos negocios?
- ¿Cómo evitar la obsolescencia de la empresa?
- ¿Cómo utilizar la tecnología como una barrera para la competencia? ¿Cómo organizar la empresa para la innovación tecnológica?
- ¿Qué tecnologías debe la empresa dominar?.....monitorear?
- ¿Cómo y cuándo conseguir y desechar tecnologías rápida y efectivamente?
- ¿Cómo evaluar tecnologías de manera más confiable?
- ¿Cómo obtener/transferir tecnologías de calidad que permitan a la empresa competir mejor, pagar menos por ellas, ser capaces de reproducirlas y utilizarlas en ampliaciones de capacidad y nuevas plantas?
- ¿Cómo asimilar y perfeccionar tecnologías de otros?
- ¿Cómo integrar la tecnología con la cultura, la estrategia y los objetivos generales de la empresa?

¿Cómo reducir el plazo para el desarrollo de nuevos productos y servicios?

¿Cómo aumentar la productividad de la empresa?

¿Cómo mejorar la efectividad del trabajo y contribución de los profesionales técnicos de la empresa?

¿Cómo administrar proyectos interdisciplinarios, multifuncionales y multiorganizacionales?

¿Cómo sacar el mejor provecho de las tecnologías de la empresa? ¿Cómo vincularse con organizaciones del entorno para beneficios del desarrollo tecnológico de la empresa?

Además, no hay que olvidarse que, conforme se ha mencionado, la gestión tecnológica cumple el papel de Hilo Conductor para la identificación e implementación de otros cambios de tipo organizacional, estratégico, de estilo gerencial, de infraestructura y otros, que conllevan la empresa a un proceso global de modernización efectiva y rentable.

¿Cómo crear una capacidad de gestión tecnológica en una empresa determinada?

El camino más obvio es la capacitación de los recursos humanos existentes. No obstante, hay que reconocer que la gestión tecnológica demanda la realización de funciones específicas al interior de la organización, cuya frecuencia y complejidad en mucho dependen de la dinamicidad de las tecnologías y de los mercados del negocio de la empresa, bien como de sus estrategias específicas.

Así, algunas empresas tendrán que encargar estas funciones a protagonistas "AD-HOC", que se constituirán en gestores tecnológicos, agentes de cambio o intraemprendedores, los cuales deben crear las condiciones organizacionales adecuadas para su efectivo funcionamiento. Otras podrán satisfacer sus necesidades con apoyo de asesores externos o internos. Lo indispensable es atribuir a las funciones de gestión tecnológica una importancia al menos equivalente a la de otras funciones organizacionales como la financiera, de mercadeo, de producción, de personal y otras.

5. OPORTUNIDADES, AMENAZAS Y RETOS PARA LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE MEXICO

En vista de lo expuesto, habrá que estimular el debate sobre las acciones que puede y debe tomar el sector de construcción civil de México para incrementar su competitividad, de manera de aprovechar las oportunidades y defenderse de las amenazas de su entorno futuro.

En el cortísimo plazo, habría que verificar cuál es la capacidad efectiva de gestión tecnológica de las empresas del sector. La experiencia específica de grandes empresas como la del grupo ICA, con ICATEC, podría ser analizada y difundida, en Programas de Capacitación "AD-HOC", promovidos por el Colegio y las Cámaras correspondientes. Se podría contar con el apoyo del Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM y de otras instituciones para fortalecer esta capacidad.

Asimismo, estas empresas podrían examinar a fondo las opciones de adoptar estrategias de co-inversión, alianzas estratégicas e integración vertical a nivel interno (entre empresas nacionales) y externo, para conseguir respectivamente masa crítica y acceso al mercado libre norteamericano.

El tener en claro sus fuerzas y debilidades tecnológicas, es reconocido no solo como un requerimiento para identificar posibles socios o aliados, sino principalmente como una condición básica para establecer alianzas efectivas, mutuamente beneficiosas y duraderas.

- La existencia de una capacidad de gestión tecnológica en estas empresas permitiría también efectivizar la baja vinculación universidad/empresa para la innovación tecnológica a nivel de las universidades e institutos de investigación nacionales.

- De la misma forma, permitiría igualmente realizar un monitoreo constante de las tecnologías, sus proveedores e información competitiva de interés de la empresa. Por ejemplo, el pasado mes de marzo, se realizó en miami Florida una exposición de nuevos productos para la construcción, promovida por el Instituto Norteamericano de Arquitectos y el Instituto de Especificaciones para la Construcción. En ella se exhibieron un número superior a 100 nuevos productos, sistemas constructivos y materiales de construcción, entre otros temas de interés para el sector. La admisión fue gratuita.

¿Cuántas empresas mexicanas estuvieron presentes, para identificar posibilidades de transferencia de tecnología, potenciales socios o aliados, competidores futuros, posibles fuentes externas de I-D?

¿Cuántos institutos de investigación y/o universidades mexicanas, como la UNAM, el CINVESTAN-IPN y otros enviaron representantes, para identificar el estado-del aire tecnológico y las tendencias del sector?

- Por otro lado, habría que fortalecer la capacidad técnica de las instituciones que representan la oferta de I-D del sector, mediante no solo el aumento de la capacidad nacional de inversión en proyectos de I-D con el apoyo gubernamental del Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994 y el aporte de las empresas directa e indirectamente vinculadas al sector, sino principalmente lograr un consenso sobre cuáles son los temas críticos del I-D donde se debe concentrar el desarrollo tecnológico autóctono del mismo sector.

En este sentido, identificar y llevar a cabo proyectos cooperativos de I-D podría ser otra opción para desarrollar tecnologías a nivel precompetitivo que aumenten la competitividad global del sector nacional ante mercados internacionales. El área de compatibilización de normas y códigos es un ejemplo típico.

La TRIDILOSA del Ing. Castillo ya cumple los 30 años y parecen ser escasas las investigaciones mexicanas del sector con carácter realmente innovador. El Sistema Fabricasa, recién generado y promovido por la Facultad de Arquitectura de la UNAM, es una de ellas.

Sin embargo, los temas de siempre-utilización de materiales regionales, perfeccionamiento de la ventaja comparativa de cálculo estructural y sistemas constructivos antisísmicos y vivienda de bajo costo, entre otros no han sido enriquecidos con otros temas ni generado ideas novedosas, incorporadas en los correspondientes procesos de innovación tecnológica que les posibilite un impacto económico y social.

Si por ejemplo se examina con un sentido más crítico la renombrada ventaja comparativa mexicana en ingeniería antisísmica, se nota la marcada inexistencia de paquetes competitivos de "software" de apoyo al cálculo estructural,

asociada a una relativa falta de percepción sobre el estado-del arte de los materiales de construcción críticos para esta área.

Así es que no hay información de innovaciones mexicanas sobre el concreto para construcciones antisísmicas, mientras en los EUA ya se ha desarrollado una variedad de concreto que es cerca de 10 veces más fuerte (20.000 libras por pulgada cuadrada) y de 3 a 4 veces más durable que el concreto tradicional.

Además, presenta sorprendentes nuevas propiedades, como alta flexibilidad -lo que permite a las estructuras de edificios, carreteras, puentes y otras construcciones curvarse, y no romperse en terremotos -aislante eléctrico-s e estudian aplicaciones en tarjetas de circuitos impresos de bajo costo y otras áreas de la microelectrónica -y extrusibilidad en formas muy precisas.

De esta manera, también ya se investiga su aplicación en productos tan diversos como botellas, fibras para frenos y bloques de motor de automóviles, tejas para viviendas, mobiliario, barcos, afeitadores y cajas acústicas, desplazando así, por costo, materiales como el aluminio y los plásticos.

Se reporta (5) que este nuevo concreto elástico de alta tecnología es virtualmente libre de poros, por ser fabricado con cemento cargado de polímeros como el polivinil alcohol (PVA), y que su alta flexibilidad se debe en gran medida a la adición de fibras largas y delgadas de materiales como vidrio, plástico y acero, en una proporción inferior a 20%.

Habría que acordarse que el Gobierno de los EUA estima necesario invertir cerca de un billón de dólares ("USD 1 trillón") en la reconstrucción de su infraestructura de carreteras, puentes y otras edificaciones de concreto durante los próximos veinte años.

La gran mayoría de las obras correspondientes debe ser antisísmica y el concreto elástico arriba descrito deberá ser utilizado ampliamente.

¿Qué oportunidad tendría la ingeniería antisísmica mexicana de participar, desconociendo por entero la fabricación y aplicaciones de este nuevo concreto?

Asimismo, ¿qué oportunidades de diversificación y de alianzas estratégicas estaría perdiendo?

Con frecuencia se mencionan las normas y códigos de construcción y la cultura formativa del ingeniero civil como barreras a la innovación tecnológica en el sector de construcción de México.

Seguramente una flexibilización de los primeros, considerando su parametrización actual como mínima y admitiendo constantes revisiones en función de innovaciones tecnológicas futuras, aunada a una revisión a fondo del curriculum de la formación continua del ingeniero civil mexicano-para incluir temas de la gestión tecnológica y otros-, serían de gran utilidad para aumentar la competitividad de las empresas del sector.

Sin embargo, dichas medidas tendrían que ser completadas con la información y otros cambios, algunos de los cuales sugeridos en este documento, para que dichas empresas se encuentren en posición de aprovechar las oportunidades y sortear las amenazas que les presenta la entrada de México a un mercado libre norteamericano.

BIBLIOGRAFIA

- (1) "A Engenharia está virando suco" - Revista Exame, 1 mayo de 1991.
- (2) "La Gestión Tecnológica como Hilo conductor de la Reconversión Industrial: Conceptos Básicos y la Experiencia de Costa Rica"-E.Doryan/F. Machado. Memorias del III Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC-Buenos Aires-Argentina 1989.
- (3) "Management of Technology-The Hidden Competitive Advantage" -American Task Group on the Management of Technology-National Research Council Report-National Academy Press-Washington, D:C:-EUA-1987.
- (4) "Low Construction Industry R&D Expenditure Undermine US Global Dominance"-C. Pelerin Technology Access Report-February 1991.
- (5) "Ho-Hum no More, Concrete Goes High-Tech"-W.J. Broad-New York Times, June 25, 1991.

ANEXO 1

**UNIVERSIDADES, LABORATORIOS Y EMPRESAS DE CONSTRUCCION DE
EUA LIDERES EN I-D PROGRAMAS UNIVERSITARIOS DE I-D EN
CONSTRUCCION CIVIL**

Advanced Construction Technology Center and the Materials Science Department, University of Illinois.
 Department of Civil Engineering, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh. Pa.
 Department of Civil Engineering and the Technology Licensing Office, MIT, Cambridge, Mass.
 California Polytechnic State University.
 Division of Engineering and Applied Science, California Institute of Technology.
 Department of Civil Engineering, Johns Hopkins University, Baltimore, Md.
 Department of Civil Engineering, University of Texas. Department of Civil Engineering, Clemson University.
 Center for Non-Destructive Evaluation (NDE), Ames Laboratory, Iowa State University.
 Department of Civil Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University.
 Department of Civil Engineering, University of Massachusetts.
 Urban Water Management Research Center, University of New Orleans, La.
 Department of Civil Engineering, University of New Mexico. Department of Civil Engineering, University of California at Davis. Department of Civil Engineering, Stanford University.
 Department of Civil Engineering, Purdue University.
 Department of Civil Engineering, University of Michigan. Department of Civil Engineering, Lehigh University.
 Department of Architectural Engineering, Penn State University.
 School of Engineering, Pratt Institute
 Construction Robotics Laboratory, Mechanical Engineering Department, University of Maryland at College Park.
 Department of Civil Engineering, University of Delaware.
 Civil Engineering Department, University of California at Berkeley.

EMPRESAS CONSTRUCTORAS SELECCIONADAS, INVOLUCRADAS EN I-D

Bechtel
 Bellono-McGee Inc.
 Stone & Webster Advanced Systems Development Services
 Delon Hampton & Associates
 Metallurgical Services, USX Corp.
 Construction Materials Research, W.R. Grace & Co.
 Lester B. Knight & Associates
 Greiner Engineering Inc.
 Space Biospheres Ventures
 CH2M Hill
 J.H. Wiggins Co.
 Vulcan Materials Co.
 Bethlehem Steel Corp.
 Greenhome & O'Mara Inc.
 Infrastructure and Urban Development Department, World Bank, Washington, D.C.
 Helm Kamp Construction Co.
 GEO Consultants Inc.

Black & Veatch Engineers-Architects
 Beacon Construction Co.
 Civilsoft
 Charles Pankow Builders Ltd
 Korte Construction Co.
 James M. Montgomery Consulting Engineers Inc.
 AWD Technologies Inc.
 Technical Resources Inc.
 Sverdrup Corp.
 Roy F. Weston Inc.
 Perland Environmental Technologies Inc.
 Chemical Waste Management.
 ConSolve
 Perini Corp.
 Architectural and Construction Systems, U.S. Gypsum Co.
 Pacer Works Ltd.
 Construction Technology Labs Inc.
 The Dow Chemical Co.

LABORATORIOS Y CENTROS DE I-D EN EL AREA DE CONSTRUCCION

National Environmental Technology Applications Corp.
 Office of Environmental Engineering and Technology Demonstration, Environmental Protection Agency.
 Risk Reduction Engineering Laboratory, Environmental Protection Agency.
 Engineering Sciences Division, Army Research Office.
 Army Waterways Experiment Station.
 Army Construction Engineering Research Laboratory.
 Federal Emergency Management Agency.
 Structures and Building Systems Program, National Science Foundation.
 Government Finance Research Center.
 Army Corps of Engineers, Washington, D.C.
 Center for Building Technology, Building Materials Division, and the Center for Fire Research, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Md.
 Air Force Engineering and Services.
 Structures Division and the Engineering and Highway Operations Implementation.

Division, Federal Highway Administration.

Naval Civil Engineering Laboratory.
 Noise and Air Analysis Division, Federal Highway Administration.
 Directorate of Aerospace Science, U.S. Department of the Air Force.
 Research and Development Director, Naval Facilities Engineering Command.
 Office of Safety and Traffic Operations; and Research, Development and Technology.
 U.S. Department of Transportation.
 NASA Technology Applications Team, Research Triangle Institute.
 Research and Laboratory Services Division, U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation.

FUENTE: *Technology Access Report, Febrero 1991.*