



Revista de Ingeniería

ISSN: 0121-4993

reingeri@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes

Colombia

Torres Macías, Álvaro
Tendencias en la consultoría para la ingeniería de grandes proyectos
Revista de Ingeniería, núm. 27, mayo, 2008, pp. 68-76
Universidad de Los Andes
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121015057008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Tendencias en la consultoría para la ingeniería de grandes proyectos

68

Trends in Consulting Engineering for Major Projects

Recibido 3 de abril de 2009, aprobado 21 de abril de 2008.

Álvaro Torres Macías

Ph.D. Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes. Bogotá D.C., Colombia.
atorres@uniandes.edu.co 

PALABRAS CLAVES

Ingeniería de consulta, competencia, conocimiento, construcción, contratos, mercado, firmas de ingeniería, manejo del riesgo, proyectos de ingeniería.

RESUMEN

La ingeniería en Colombia y en el mundo está transformándose no sólo en la integración y cada vez más amplia y efectiva utilización de las tecnologías informáticas sino también en la forma como se contrata e interactúa con las entidades propietarias de las obras y los constructores y supervisores de construcción. Las tecnologías informáticas tales como los sistemas CAD, bases de datos, modelación computacional, visualización, etc., fueron el reto más importante de la consultoría en los años 90, puede decirse que está siendo superado exitosamente en nuestro país y que la consultoría hace un uso importante y cada vez más intenso de ellas. Ahora, el impulso a las formas no tradicionales de contratación de las obras de ingeniería, tales como concesiones, diseño-construcción, diseño-construcción-mantenimiento, gerencia de proyectos, etc., imponen al ingeniero consultor, diseñador e interventor, nuevos retos y oportunidades. Se requiere entonces que la consultoría en ingeniería se enfoque y administre de manera que se obtengan los beneficios de las ventajas que aparecen y se reduzcan las amenazas

impuestas. Aunque puede decirse que el momento por el que pasa la ingeniería es bueno en general, para el éxito en la consultoría se requiere de nuevas habilidades para enfocarse en los cada vez más reducidos márgenes, la mayor competencia local y global, el cada vez más escaso y limitado recurso humano experimentado, la necesidad de involucrar y capacitar nuevos ingenieros, competir en el mercado laboral y los mayores costos en la actividad, así como en la adecuada gestión de los nuevos riesgos. En este artículo se presentan de manera general las formas de contratación de las obras de ingeniería y su impacto sobre la actividad específica de la consultoría en la ingeniería, centrada en las actividades de diseño y supervisión. Se analiza el impacto sobre los aspectos técnicos, económicos y especialmente sobre los riesgos involucrados. También, se muestran las oportunidades para las firmas de diseño en ingeniería que se enfoquen en su preparación adecuada a los nuevos retos que impone la forma como la ingeniería de las grandes obras está evolucionando en el país y en el mundo.



Foto: Nicolás Bojorquez

KEY WORDS

Consulting engineering, construction, engineering projects, engineering contracts, engineering market, engineering competency, engineering knowledge, project risk management, engineering firms.

ABSTRACT

Engineering activity is undergoing a major transformation worldwide and in Colombia, not only related to integration but also into the intensive use of information technologies. So, engineering firms are considering large transformations in the way they carried out their business and how they interact with owner entities and construction builders and supervisors. Computer technologies such as CAD systems, databases, computer modeling, visualization, etc. were the most important challenge of consulting engineering in the decade of the nineties and it is possible to say that is being successfully overcome in our country and that every day its use is more important and intense. Now, the impulse to non-traditional contract engineering projects, such as concessions, design-build, design-build-maintenance, project management, etc., are imposing new challenges and opportunities to consultants, and design and control engineers. Then, it is required that consulting engineering be approached and managed in a strategic manner in order to derive real benefits from coming advantages and reduce threats

imposed by the market and competency. Although, in general is possible to say that engineering is going through a good moment, however, in order to be successful the Colombian consulting engineering needs to acquire new skills to manage efficiently business in the new environment. The main new conditions are: reduced profit margins, locally and globally competition, scarce and limited experienced human resources, scare of human talent, necessity of training programs, higher costs for each activity, higher labor market competition as well as a proper new risk management. This article presents in general way contracts types for construction and consulting engineering projects and their impact on the specific activity of consulting engineering, focusing on design and supervision. It is analyzed the impact on technical, economic and especially on risks involved. It also presents opportunities for engineering design firms focused on their adequate preparation to meet new challenges imposed by the way how is managed and evolved the engineering on large projects in Colombia and in the world.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería de consulta en Colombia ha experimentado cambios importantes en las últimas décadas, algunos de ellos motivados por la necesidad de involucrar las tecnologías informáticas y siempre considerando los conocimientos actuales y el estado del arte en todas las áreas; pero también muchos cambios motivados por el entorno, aparte de la misma tecnología. Los aspectos ambientales, la mayor sensibilidad existente en la sociedad a estos aspectos y la legislación ambiental han obligado a los ingenieros y a la ingeniería de consulta a involucrar equipos multidisciplinarios y a tener en cuenta elementos sociales y culturales que en épocas anteriores eran menos determinantes de la ingeniería. Así también, la legislación contractual ha venido cambiando y sobre todo, la apreciación de la ingeniería por parte de las entidades públicas y privadas propietarias de los proyectos y de las obras de ingeniería.

Hay aspectos muy positivos en estos cambios en el entorno y otros aspectos que podrían actuar como fuerzas para reducir la calidad, extensión y detalle de la ingeniería requerida cuando se trata de obras de gran envergadura e importancia. El ambiente político y social alrededor de las obras de ingeniería ha conducido en muchos casos a improvisar en las necesidades, alcances y tiempos prudenciales en los cuales debe desarrollarse la ingeniería de una obra, conduciendo en estos casos a grandes dificultades y errores que posteriormente tienen impactos muy negativos, no solo en las mismas obras sino en la imagen y prestigio de los ingenieros y de las firmas consultoras de ingeniería.

También la falta de apreciación por parte de entidades públicas de la importancia de tener ingeniería de alta calidad para diferentes niveles de detalle y alcances, ha sido un factor para obtener en algunos casos productos de discutida calidad y aumento en las dificultades de los proyectos y grandes obras. Las entidades públicas encargadas de la ingeniería y de las obras públicas no reconocen siempre la importancia de tener en el país una ingeniería de consulta de alto

nivel ni de promover la preservación de los grupos de conocimiento que lo han adquirido a lo largo de años de experiencia en las obras de ingeniería en las cuales el país ha invertido. Se ha visto, por el contrario, que entidades del Estado promueven proyectos con ingenierías deficientes y realizadas en periodo de tiempo extremadamente cortos que impiden tener soluciones de ingeniería adecuados.

Es importante por lo tanto, analizar el entorno actual, su evolución y la forma como las grandes obras se desarrollan en el mundo y en el país, con el fin de establecer las estrategias y acciones que deberían seguir las firma de ingeniería para obtener las ventajas que ofrece el mercado y las actuales oportunidades, y reducir las desventajas y los riesgos que éstas imponen. En todo caso, la situación actual y lo que se puede apreciar de las tendencias hacia el futuro es de grandes oportunidades para la consultoría en ingeniería en aquellas firmas que sepan adaptarse a los cambios y a las nuevas necesidades en el mercado.

MODELOS DE DESARROLLO DE PROYECTOS

El objetivo fundamental en los proyectos de ingeniería es lograr que las obras y los proyectos se ejecuten en el tiempo establecido, a un costo competitivo y racional. Para lograr este objetivo se establecen estrategias de desarrollo de los proyectos que permitan establecer las diferentes fases, sus resultados, sus costos y una distribución conveniente de los riesgos entre el propietario del proyecto, los consultores, los contratistas de construcción y los supervisores.

Hay dos modelos principales. El modelo tradicional de DISEÑO-LICITACIÓN-CONSTRUCCIÓN (DBB por sus iniciales en inglés Design-Bid-Build) y el modelo considerado más nuevo DISEÑO-CONSTRUCCIÓN (DB por sus iniciales en inglés de Design-Build o también llamados EPC por sus iniciales de Engineering-Procurement-Construction). Este último ha sido común en la industria privada, en la industria petrolera y en la industria de la construcción vertical pero se ha venido popularizando muy rápidamente en los

últimos diez años en la industria de la construcción pública de infraestructura.

En el modelo tradicional, la entidad contratante realiza el diseño internamente o lo contrata con una firma de ingeniería, para obtener las especificaciones y los planos de construcción y, de manera independiente, contrata a través de un proceso de licitación competitiva a una firma constructora que asume los riesgos de construcción. Bajo este modelo, la entidad garantiza al contratista constructor que las especificaciones y planos están libres de errores, y asume los riesgos de diseño. Normalmente la licitación se adjudica al menor precio.

Realmente las obras de ingeniería históricamente [1] eran ejecutadas por un constructor principal que hacía las actividades de diseño y de construcción, sin embargo, la complejidad de las obras modernas y la necesidad de involucrar un número cada vez mayor de especialistas en múltiples disciplinas, hizo que esta modalidad diera paso a la separación del diseño. Sin embargo, estas ventajas han venido deteriorándose en el sector público con los defectos de la institucionalización de estos procesos por lo que se han requerido modelos que permitan una mayor eficiencia, una mejor gestión y control de los riesgos, y la aplicación de tecnologías de punta en proyectos estratégicos.

En el modelo diseño-construcción DB una firma ejecuta ambos procesos: los diseños de ingeniería o arquitectura y la construcción bajo un solo contrato. En este contrato la firma de diseño-construcción garantiza a la entidad contratante que producirá los documentos de diseño asumiendo los riesgos de que sean completos y libres de errores. El proceso de selección puede provenir de un proceso de negociación o de una licitación competitiva que combina precio, duración y calificaciones del proponente.

Existen muchas variedades del modelo diseño-construcción. En el caso de proyectos industriales, se puede incluir en el contrato la adquisición de equipos o materiales completa o parcialmente. En este caso, se incluye la denominada gestión de compras y el modelo

se denomina EPC (por sus iniciales en inglés de ingeniería-compras-construcción). En general, este modelo se puede adaptar a diferentes necesidades y tipos de proyectos en donde los riesgos se pueden aceptar o trasladar en forma diferente entre el cliente o dueño del proyecto y el contratista.

La Figura 1 muestra los procesos principales de los dos modelos, incluyendo algunos datos de reducciones de tiempos y costos para el caso de proyectos de infraestructura, de acuerdo con datos de *Design-Build Effectiveness Study* [2]. De acuerdo con este estudio, en los proyectos de diseño-construcción para obras de infraestructura viales, si bien no se detectan ahorros importantes en costo, sí existe evidencia importante reportada sobre ahorros en tiempo de ejecución de los proyectos, pues se obtiene comparativamente una reducción en tiempo de ejecución del orden del 14% en 17 proyectos comparados dentro del programa SEP-14 de la Federal Highway Administration FHWA de los Estados Unidos, desde 1990.

El modelo diseño-construcción puede llegar a incluir etapas la financiación y de mantenimiento de corto, mediano o largo plazo, llegando a formar parte integral de modelos de concesión otorgadas por entidades públicas sobre obras o servicios. Esta extensión se muestra esquemáticamente en la Figura 2. Otras alternativas

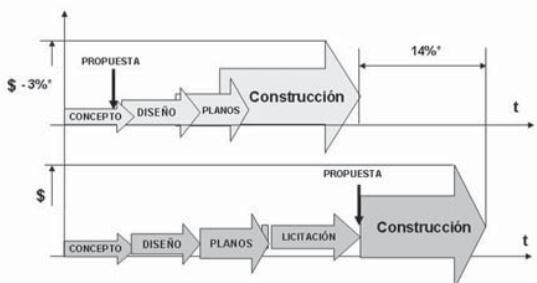


Figura 1. Esquema de los modelos de desarrollo de proyectos.

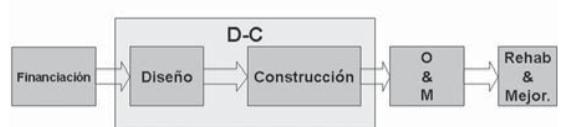


Figura 2. Alternativa de extensión del modelo de diseño-construcción.

incluyen la gerencia de los proyectos EPC, denominados EPCM que pueden incluir diferente asignación de riesgos.

La modalidad diseño-construcción DB o EPC ofrece oportunidades importantes a las firmas de ingeniería y les ha causado impactos importantes tanto positivos como negativos en todo el mundo y en el país. Si se tiene en cuenta el alto crecimiento de la modalidad DB o EPC, las firmas de ingeniería deben prepararse para ser competitivas y mantenerse en el cambiante y cada vez más exigente mercado de la ingeniería, que a su vez ofrece también ventajas y oportunidades para el crecimiento y la obtención de mejores márgenes.

La utilización cada vez mayor de la modalidad diseño-construcción ha llevado a algunas Sociedades Profesionales, tales como FIDIC (International Federation of Consulting Engineers) y el ICE (Institution of Civil Engineers con sede en Londres) a proponer términos como guía para contratos de diseño-construcción. Aún con la experiencia en la utilización de esta modalidad de contratación, no se puede decir que existe una solución única e ideal. Siempre habrá discusión sobre la asignación de los riesgos y reclamaciones que, aunque muchas veces difíciles de conciliar, podrán conducir a establecer cada vez mejores estrategias y condiciones. En el caso de los contratos propuestos por el ICE y denominados "New Engineering Contract – NEC" existen varias opciones [3]:

- Opción A: Contrato a suma global fija, con programa de actividades.
- Opción B: Contrato con precio basado en cantidades a facturar. Las cantidades pueden variar.
- Opción C y D: Contrato con precio objetivo y con programa de actividades o cantidades a facturar. Se comparte un bono o penalización si el valor final está por debajo o por encima del objetivo.
- Opción E: Costos reembolsables.
- Opción F: Contrato de gestión.

Estas opciones tienen como objeto asignar de la manera más efectiva y conveniente para el proyecto y las partes, los riesgos financieros del mismo. Un aspecto clave de los contratos NEC es la lista específica de eventos de compensación que presenta en detalle la asignación de riesgos entre las partes. Finch et al. [4] provee ejemplos importantes de la evolución en la estrategia de contratación de grandes obras en el Reino Unido; muestra el avance en la contratación de obras como diseño-construcción con diferentes modalidades y especialmente para el caso de túneles.

También en el país se están manejando alternativas de consultoría en ingeniería que promueven la creatividad, la eficiencia y la eficacia de la ingeniería para conducir a obras mejor ejecutadas en costo y en plazo. El proyecto de ECOPETROL denominado de crudos pesados [5] es un ejemplo importante de nuevas modalidades de contratación para las firmas de consultoría en el país. En este proyecto, la ingeniería y la supervisión de construcción se hacen como parte del cliente con bonificaciones y penalizaciones dependiendo de factores de éxito de la construcción. Esta modalidad promueve la mejor integración de los grupos de trabajo en la cadena de producción. En este la Entidad ha considerado importante que el Consultor Gerente del Proyecto, responsable de la Ingeniería y Supervisión, comparta riesgos en el manejo integral del proyecto para aumentar su esfuerzo en la optimización de las variables de éxito del mismo. De esta manera, la utilidad prevista para el consultor incluirá un valor a riesgo, el cual será la base para el cálculo de una bonificación si las variables superan los umbrales del éxito o de una penalización si pasa lo contrario.

IMPACTO DE LOS MODELOS DE DESARROLLO DE PROYECTOS EN LA CONSULTORÍA EN INGENIERÍA

Hay que considerar dos aspectos importantes en el impacto de las modalidades de desarrollo de los proyectos, con respecto a la ingeniería. El primero es

responder a la pregunta de cuál sería el nivel apropiado de diseño que debería tenerse antes de asignar un contrato de diseño-construcción. El segundo es sobre las oportunidades de participación en estas modalidades para firmas de consultoría de diferentes tamaños, especializaciones y orientaciones.

NIVEL DE INGENIERÍA PREVIO

No hay una respuesta simple ni única para el nivel de ingeniería previo a la contratación en la modalidad de diseño-construcción. Este nivel depende de la complejidad del proyecto, de los requerimientos de experiencia que se soliciten al contratista al verificar sus capacidades de ingeniería y su habilidad para obtener diseños más seguros, confiables y competitivos económico, sin desviaciones importantes sobre los diseños previos o los diseños conceptuales considerados adecuados por el cliente o entidad contratante, y que satisfagan las especificaciones de desempeño.

El nivel de ingeniería previo a una contratación de construcción y de la madurez del diseño está relacionado intrínsecamente con los niveles de incertidumbre y de riesgo del proyecto y por lo tanto de su costo, ya que a medida que un diseño se revisa, refina y detalla, el nivel de incertidumbre para su ejecución se reduce y así mismo los costos inherentes a su ejecución. En los contratos de diseño-construcción, se distribuyen los riesgos entre el cliente y el contratista, este último tiene en cuenta sus riesgos en los precios y en su programa de ejecución. Esto se muestra esquemáticamente en la Figura 3, adaptada de Patterson [6]. En la distribución de los riesgos se establecen los eventos de compensación, en donde se aclaran los efectos de estos eventos en el tiempo de ejecución y en el costo, y quién asumirá éstos.

Es importante notar que si una obra quiere hacerse en la modalidad diseño-construcción (DB) con un nivel muy primario o casi inexistente de estudios o diseños previos, el costo puede ser muy alto, ya que los riesgos son difíciles de establecer y evaluar apropiadamente tanto para la Entidad como para el contratista. Esto puede llevar a la inexistencia de propuestas

serias o a la asignación de los proyectos a contratistas que no evalúan apropiadamente los riesgos y sus costos, lo cual puede terminar en problemas graves en la ejecución poniendo en peligro el éxito de la obra. Si a esto se adiciona que la Entidad quiera desarrollar el proyecto en la modalidad D-B con suma global fija, la situación puede ser de mayor peligro.

IMPACTO SOBRE EL MERCADO DE LAS FIRMAS DE CONSULTORÍA

La modalidad diseño-construcción tiene un impacto importante sobre las oportunidades de mercado para las firmas de ingeniería de consulta. En primer lugar, porque el cliente para estas firmas pasa de ser entidades públicas a ser agentes privados. Por otra parte, el cliente será en este caso un constructor y por lo tanto los objetivos de eficiencia, calidad y nivel de integración con la construcción serán diferentes. Especialmente el criterio de integración con la construcción será especialmente importante, así como la obtención de diseños altamente confiables, seguros y competitivos económico y financieramente.

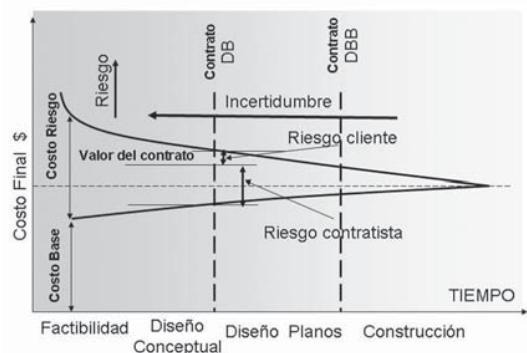


Figura 3. Incertidumbre y riesgo en los contratos diseño-construcción (DB) y diseño-licitación-construcción (DBB).

Es necesario para las firmas de consultoría, adaptarse a estos nuevos criterios y especialmente a la integración con los equipos de construcción. Por otra parte, se abren posibilidades y nuevas oportunidades en el mercado. Se está viendo en todo el mundo que, para aumentar los niveles de integración en los equipos multidisciplinarios, muchas grandes firmas de construcción se están fusionando o están adquiriendo empresas de

ingeniería para aumentar su competitividad y capacidad de atracción y retención de los clientes, de acuerdo con las encuestas extensas reportadas en Tulacz [7]. Adicionalmente, la utilización de nuevas tecnologías está potenciando y haciendo atractivas y competitivas a las firmas de ingeniería alrededor del mundo. Éste ha sido siempre un punto importante para estas firmas pero actualmente las nuevas tecnologías (diseños 3D, la utilización de herramientas sofisticadas para modelamiento y diseño tridimensional de plantas, edificios y obras de infraestructura) son la base de la competitividad y surgimiento de las firmas de consultoría [8].

Por otra parte, el nivel de competencia para los proyectos de diseño-construcción es menor debido, principalmente, a que es una modalidad relativamente nueva en el mercado de la infraestructura y sobre la cual existe una percepción de involucrar mayores riesgos. Este nivel irá aumentando en la medida que nuevas empresas entren en el mercado del diseño-construcción o se hagan fusiones, adquisiciones, o se integren consorcios para acceder a este mercado. Sin embargo, en el año 2006, en el caso colombiano, en 30 de los grandes proyectos de diseño-construcción en infraestructura, sólo alrededor de 10 firmas de consultoría en ingeniería participaron en estos proyectos, tal y como se mostrará en la siguiente sección.

OPORTUNIDADES DE MERCADO PARA LAS FIRMAS DE CONSULTORÍA

A nivel internacional, el mercado de las firmas de diseño es creciente y muy prometedor. De acuerdo con Reina [9], el mercado internacional para las 200 firmas más grandes aumentó en el 25.6% entre el año 2005 y 2006 para un valor de US\$33.06 miles de millones en proyectos por fuera de su país de origen. Para estas firmas, el mercado latinoamericano representó US\$1.93 miles de millones de dólares. Aunque gran parte de este mercado está en el Medio Oriente (US\$6.12 miles de millones) y en proyectos petroleros, el sector transporte ha venido aumentando su participación de manera importante.

Las firmas de diseño se han venido concentrándose en áreas menos tradicionales, haciendo *outsourcing* de las actividades menos rentables de su cadena y ampliándose a áreas o sectores de la economía en donde los márgenes son mejores. Éste es el caso del diseño detallado que se ha trasladado a firmas más pequeñas, en muchos casos locales o especializadas en este tipo de trabajo.

De nuevo, los proyectos de diseño-construcción ofrecen oportunidades importantes por la necesidad de las grandes empresas de construcción de contar con la Ingeniería necesaria integrada a su operación, para ser competitivos en este mercado y ofrecer servicios globales de ingeniería. Las oportunidades se han dado no sólo en la integración de grupos o consorcios sino también en la adquisición de firmas de ingeniería por parte de las grandes empresas tanto de ingeniería como de construcción.

El gran aumento en los ingresos de las primeras 100 empresas de diseño-construcción muestra cómo el mercado se está moviendo hacia este modelo de desarrollo de los proyectos. De acuerdo con Tulacz [10], el aumento de los ingresos de estas firmas fue de alrededor del 22% entre el año 2005 y el 2006, tal y como se muestra en la Figura 4.

El avance de esta modalidad de contratación en el sector de infraestructura vial también se ha notado ostensiblemente. En el año 1993, sólo un Estado en los Estados Unidos autorizaba este modelo de contratación y, actualmente, sólo tres Estados no lo han hecho [2]. Considerando los mayores contratistas de Estados Unidos, de acuerdo con los datos incluidos en [11] puede decirse que prácticamente el 50% de los ingresos de los 110 contratistas más grandes, corresponden a proyectos de diseño-construcción; lo cual puede apreciarse en la Figura 5. Si a esto, se agrega el hecho de que el mayor crecimiento es en este modelo, podría concluirse fácilmente sobre la tendencia a nivel internacional y en los Estados Unidos en términos de modalidad de desarrollo de los grandes proyectos de ingeniería.

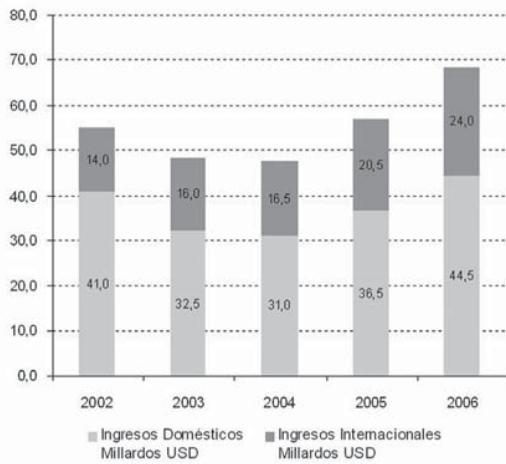


Figura 4. Ingresos de las 100 Firms de Ingeniería más grandes de Estados Unidos en proyectos de diseño-construcción

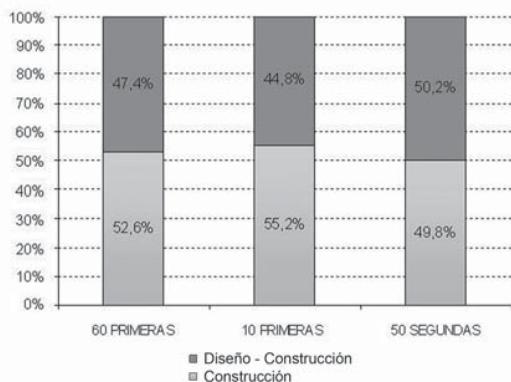


Figura 5. Ingresos de las 110 Firms de Construcción más grandes de Estados Unidos y distribución de ingresos entre modalidades DB y DBB



Figura 6. Distribución de los proyectos de las 50 Firms más grandes de consultoría en Colombia y su participación en proyectos de diseño-licitación-construcción y diseño-construcción.

Analizando la situación en Colombia y considerando el mercado de las 50 empresas de consultoría en ingeniería más grandes, puede verse que el mercado es todavía grande en los proyectos de diseño-licitación-construcción, pero también allí participan todas estas 50 empresas, mientras que en el mercado de los proyectos de diseño-construcción, sólo participan 12 empresas, tal y como puede apreciarse en la Figura 6.

Considerando los proyectos en el futuro próximo en el área de infraestructura vial en Colombia, de acuerdo con los planes del Instituto nacional de Vías y la publicación de proyectos próximos a licitarse de acuerdo con Confecámaras [13], puede apreciarse que el mercado en diseño-construcción tendrá un aumento muy importante, hasta llegar a alrededor de US\$1.36 miles de millones, incluyendo el proyecto del Túnel de la Línea y 17 proyectos viales adicionales dentro del programa denominado “Corredores arteriales complementarios para la competitividad”.

CONCLUSIONES

El mercado actual y el futuro próximo para las firmas de consultoría en Colombia es muy prometedor, dado el crecimiento del país y el crecimiento de la inversión en infraestructura y en el sector privado. Sin embargo, las oportunidades en el mercado actual plantean retos importantes para el cambio en aspectos importantes en estas firmas.

Aunque el conocimiento acumulado durante años de consultoría es un activo muy importante de experiencia para estas firmas, se requiere mantenerlo y explicitarlo por parte de las firmas y fomentarlo por parte de las Entidades Estatales. Esta gestión del conocimiento en las firmas de ingeniería es fundamental para mantener la competitividad y para que el factor experiencia, el cual debe ser cada vez mejor considerado por parte de las Entidades, sea un factor de mejor eficiencia y de valor agregado en el desarrollo de los proyectos. La experiencia de las firmas debe

capitalizarse adecuada y sistemáticamente para que la experiencia se convierta en un factor real de competitividad y crecimiento corporativo.

Las nuevas oportunidades en el mercado para las firmas de consultoría en ingeniería requieren que éstas se preparen para nuevas modalidades de contratación y retos importantes, tanto en mejoramientos tecnológicos como de calidad y de mayor integración en la cadena de desarrollo de los grandes proyectos de infraestructura. Las nuevas modalidades de contratación en el sector de infraestructura obligan a que las firmas de consultoría se integren de una manera más real a la actividad de construcción y a las firmas constructoras para conformar equipos de trabajo que redunden en mayores eficiencias y beneficios para la ejecución de las obras.

REFERENCIAS

[1] **J. L. Beard, M.C. Loulakis, E. C. Wundram.**

Design-Build: A Brief History. Design Build Planning Through Development. McGraw-Hill, 2001.

[2] **Design-Build Effectiveness Study.**

Final Report Prepared for: USDOT - Federal Highway Administration, January 2006, Marzo 2007. En: <http://construction.colorado.edu/Design-Build/>, <http://www.fhwa.dot.gov/reports/designbuild/designbuild4.htm#B>

[3] **ICE.**

Procurement and Contract Strategies, An NEC document, June 2005, Marzo 2007. En: <http://www.necontract.co.uk/documents/NEC%20Procurement%20and%20Contract%20Strategies.pdf>

[4] **A. P. Finch, M. MacDonald and R. L. Patterson.**

Recent Trends In Procurement Of Tunnel Projects In The United Kingdom Alan P., Rapid Excavation & Tunnelling Conference & Exhibit, RETC PROCEEDINGS the Engineer, Marzo 2007. En: http://www.tunnels.mottmac.com/files/page/1607/Procurement_of_Tunnel_Projects_in_UK.pdf

[5] **ECOPETROL.**

Gestión del proyecto, ingeniería básica y detallada, interventoría de obra para el desarrollo de la alternativa de transporte de los crudos pesados de Castilla y la Nafta. Gerencia Técnica de la Vicepresidencia de Transporte, CEC, Concurso Cerrado 509185. Bogotá, 2006.

[6] **R. Patterson.**

NEC Newsletter, Issue No. 40 February 2008, “NEC and risk management”. En: <http://www.necontract.co.uk/newsletter/index.asp>

[7] **G. Tulacz.**

“The Top 100 Design-Builders, Construction Managers, Program Managers, The search for a better mousetrap”. *ENR Engineering News-Record*, New York, Vol. 258, No. 21, June 11 2007, pp. 34-36.

[8] **G. Tulacz.**

“The Top 500 Design Firms, Technology and Sustainability are Surging”. *ENR Engineering News-Record*. New York, Vol. 258, No. 22, June 25 2007, pp. 9.

[9] **P. Reina, G. Tulacz.**

“The Top 200 International Design Firms, The Focus is on Margins”. *ENR Engineering News-Record*. New York, Vol. 259, No. 3, July 35 2007, pp. 28-38.

[10] **G. Tulacz.**

“Design-Build Gets a Big Boost From New Building-System Requirements”. *ENR Engineering News-Record*. New York, Vol. 258, No. 21, June 11 2007, pp. 41.

[11] **G. Tulacz.**

“The Top 400 Contractors”. *ENR Engineering News-Record*. New York, Vol. 259, No. 11, Sepember 24, 2007, pp. 12-26.

[12] **Confecámaras.**

Boletín Único de Licitaciones y Concursos. Bogotá, No. 147, Mayo 2007.