

CONGRESO NACIONAL DE INGENIEROS CONSULTORES

MADRID

23-24 abril 2007

CONCEPTO GLOBAL DEL PROYECTO DE UNA OBRA

Fernando Román

Intecsa-Inarsa

Universidad Politécnica de Madrid

Sta. Leonor 32

28037 Madrid

91 567 39 45

649 19 00 80

romanbuj@intecsa-inarsa.es

CONCEPTO GLOBAL DEL PROYECTO DE UNA OBRA

Fernando Román

Intecsa-Inarsa

Universidad Politécnica de Madrid

En España cuando se habla de un “proyecto” de una obra se piensa frecuentemente en un documento compuesto de una memoria y sus anejos, planos, presupuesto y pliego de condiciones, todo ello editado en numerosos tomos que ocupan frecuentemente varios cajones provistos de asas metálicas para facilitar su manipulación.

En las obras públicas de infraestructura civil, cuyos propietarios son las Administraciones centrales o autonómicas, o entes autónomos paraestatales, pueden darse varias fases que en muchos casos comienzan por un Estudio Previo, le sigue un Anteproyecto, un Proyecto de Licitación, un Proyecto de Construcción, la construcción por un Contratista y finalmente la fase de servicio o de explotación de dicha obra.

Es muy frecuente que en estas fases intervengan Ingenieros diferentes como autores o responsables de cada una y, en muchos casos, cada vez que se abordan alguna de las fases, los diferentes responsables vayan introduciendo modificaciones de muy diversa justificación.

En el caso de una edificación, el Arquitecto autor del proyecto es normalmente quien lleva la responsabilidad de la Dirección (se dice facultativa) de la obra y si se producen modificaciones, ocurren tras un análisis y una asunción responsable de las mismas.

El objeto de estas líneas es plantear e intentar defender el concepto de que cuando se hable de un Proyecto de una obra, deba hablarse del conjunto global de todas las actividades que van desde el momento de su concepción inicial hasta un cierto tiempo posterior a su puesta en servicio. Si no es así, se pierden por el camino la idea inicial que el proyectista desarrolló en sus primeros estadios.

Parece un tanto abundante o exigente plantear que un proyecto no deba terminar cuando la obra se termina, sobre todo si tenemos en mente el concepto usual de lo que entendemos como Proyecto. Pongamos algunos ejemplos que pueden ilustrar esta extensión del concepto proyecto.

En efecto.

Un arquitecto de un edificio inteligente y domotizado de oficinas habrá considerado la reacción del edificio, de sus estructuras e instalaciones incluso de las personas que lo van a usar para el caso de que se inicie un incendio. Entre otras cosas habrá proyectado puertas esclusas, habrá previsto el funcionamiento del sistema de extracción de aire y habrá colocado sus salidas de emergencia. En la actualidad tanto en arquitectura como en ingeniería, por ejemplo en el caso de un proyecto de un túnel, se está trabajando con modelos matemáticos que simulan el movimiento más racional de personas y vehículos en su escape natural del punto de fuego para poder proyectar las salidas de emergencia más efectivas. Pero, aunque emplee estos programas de ordenador que simulan estos comportamientos de las personas o de los materiales, muy probablemente hasta que no se produzca más de un simulacro de incendio no podrá saber si su proyecto es correcto o no.

Otro caso.

En una obra portuaria consistente en la ampliación hacia el exterior de un puerto existente, es normal que se proyecte un dique de abrigo. El Ingeniero proyectista hace su modelo numérico, con la ayuda de sus sofisticados programas informáticos, y calcula el oleaje que puede producirse determinando las acciones actuantes sobre este dique para cuando se dé el temporal “de cálculo”. En muchas ocasiones se construye un modelo a escala reducida que se ensaya físicamente en Laboratorios especializados. Pues bien, dado que la naturaleza no tiene un patrón normalizado de comportamiento, hasta que el temporal “de diseño” no aparece (y esto puede ocurrir varios años después de la terminación de las obras, aquí no puede hacerse un simulacro) no se podrá contrastar si el dique proyectado tiene un comportamiento adecuado.

Más ejemplos.

Cuando se decide construir una presa en el curso bajo de los ríos en los que el terreno bajo la superficie está compuesto por sedimentos de partículas finas de poca resistencia, la presa no puede ser una presa rígida de hormigón porque no sería estable, se hundiría y porque esta deformación no sería admisible por el cuerpo de la presa. Lo que se hace es construir una presa que decimos “de materiales sueltos”, de tierra compactada. Son presas que transmiten las cargas de una forma más repartida y sobre todo son “flexibles” en el sentido de que aguantan mejor las deformaciones que aparecen al comprimirse el terreno bajo su peso. Debo decir que deformaciones del orden del metro no son inhabituales y su aparición continúa tras la terminación de la presa y durante los primeros llenados del embalse, pues el agua supone una parte importante de las acciones que los causan. El Ingeniero proyectista proyecta una serie de aparatos y equipos (que constituyen la “instrumentación” de la presa) y que registran el comportamiento de la misma en los primeros estadios de su fase de servicio. Si la presa se comporta de otra forma distinta de la prevista, debe analizarse y emprender las medidas que garanticen la seguridad de la obra.

Estos tres ejemplos demuestran que el proyecto de una obra está vivo hasta bastante tiempo después de ser construida. Por lo tanto es razonable que el Ingeniero que los proyectó debería de conocer y analizar este comportamiento para contrastar sus hipótesis de partida.

Decía al principio que es frecuente que se produzcan cambios en la ejecución de las obras en relación con lo que ha sido plasmado en el documento de Proyecto de Construcción. Estos cambios pueden estar a veces justificados porque, al cambiar los planes estratégicos de la Propiedad, las obras deban ser realizadas en plazos o con costes diferentes de los iniciales. Incluso puede darse el caso de que el contratista proponga un cambio que no modifique la calidad ni el concepto ni la funcionalidad de la obra pero que a él le convenga para poder ejecutarla en un plazo menor ya que dispone de los medios idóneos para hacerlo. Pues bien, en cualquier caso, el responsable del Proyecto de Construcción tiene que participar en el cambio, asumirlo y continuar siendo la persona responsable del proyecto. Bien conocido es el caso de un arquitecto norteamericano que proyectó un auditorio y que no participó durante la obra en un cambio que hubo en la unión de la estructura de una entreplanta con los muros que cerraban el edificio. La forma en que se ejecutó esta unión no fue la

correcta y hubo un accidente en el que se desplomó la entreplanta con numerosas. Pues el Colegio Nacional de Arquitectos condenó al arquitecto y lo inhabilitó para ejercer en más de un Estado; es decir lo hizo responsable incluso del cambio que no hizo, precisamente por no haberlo detectado.

En el ámbito de los contratos la FIDIC (Federación Internacional de Ingenieros Consultores) es común que en la obra se aplique lo que se llama “Value Engineering” en la que proyectista, que es también el director de las obras, y constructor buscan soluciones que al final benefician no solo al ejecutor sino también a la propiedad. Pero en estas relaciones entre ambos la palabra final es siempre la del proyectista como responsable del proyecto.

En esta línea hay que abordar un aspecto muy importante que afecta al contenido del Proyecto de Construcción, a la hora de plasmar las ideas del proyectista en planos, costes y plazos. Y es el hecho de que el Proyecto de Construcción no sólo debe contener la definición y calidades de las partes proyectadas sino la forma en que deben ser construidas. En muchos contratos FIDIC el proyectista prepara lo que recibe el nombre de “Tender dossier”, diríamos que es un proyecto de licitación, y los contratistas presentan sus ofertas en las que es obligado incluir una parte importante: “Statement of Method of Construction”. Es decir, el contratista ofertante describe cómo es capaz de llevar a cabo la obra con los medios que dispone o tiene acceso a ellos. El proyectista, entonces, evalúa la capacidad de cada contratista y propone a su cliente un determinado adjudicatario. Sin solución de continuidad se confecciona el Proyecto de Construcción en el que se detallan las partes a construir pero – y esto es lo que quiero resaltar –proyectando con detalle la forma en que debe hacerse. Es evidente que el proyectista tiene ya in mente a los posibles adjudicatarios y difícilmente podrá proyectar un procedimiento de construcción que no pueden llevar a cabo los contratistas en liza.

Pongamos algún ejemplo.

El más sencillo me viene a la memoria cuando escuchaba a uno de los arquitectos de la torre que OHL está construyendo en la antigua ciudad deportiva del Real Madrid. Hablaba de la complejidad del proyecto de esta torre y citaba como ejemplo el tiempo que transcurría desde que los trabajadores llegaban a la entrada de la obra y estaban

en su puesto de trabajo, en el piso 30; este tiempo podía ser de más de media hora. Si ese mismo tiempo se repetía a la hora de la comida y a la terminación de la jornada, o se añadían los tiempos que debían ocuparse en otros menesteres llamemos personales, se “perdían” casi el 25% de la jornada laboral. Bueno, pues el proyecto contempla la forma de “mover” a los trabajadores, la “intendencia” y los servicios necesarios para que el trabajador no abandone su planta. En otros aspectos más técnicos, por ejemplo, hormigonar a una altura de 100 m del suelo exige el empleo de equipos no habituales en edificación – aunque sí en la obra pública – o el propio suministro de otros materiales obliga a prever una cadena de transporte notable.

Pongamos otro caso.

En un gran desmonte de una autovía – podría ser también en un gran vaciado urbano – que se excave en una formación rocosa, puede ser necesario disponer anclajes que garanticen la estabilidad, mucho más en el caso urbano, pues los taludes de los cortes deben ser muy verticales por razones de no afección a propiedades medianeras o vecinas. La ejecución de dichos anclajes obliga a una secuencia determinada de las excavaciones imposible de modificar conceptualmente. Es decir el proyectista proyecta no solo los anclajes sino el procedimiento a seguir en la excavación.

Otro caso.

En un proyecto de una obra viaria reciente que se desarrolla en un terreno de grandes dificultades geotécnicas, el proyectista ha desarrollado un proyecto con un conjunto de unidades bien detalladas en planos, mediciones y pliego de condiciones. En este pliego se especifica con sumo detalle la forma en que se deben construir junto con un conjunto de investigaciones previas y una auscultación a llevar a cabo durante la obra. Tanto las investigaciones previas y la auscultación quedan también definidas en mediciones y en el propio pliego. El problema surge cuando el Contratista, que se ha visto obligado a pujar con bajas importantes, plantea modificados para realizar la obra con los medios que dispone o los que le permitan compensar las bajas ofertadas. En muchos casos los modificados cambian parte de las obras (por ejemplo el tipo de cimentación o de tablero de un puente) cuando no es

la totalidad del proyecto, pero no es consciente de que existen condicionantes que son necesarios considerar en el proyecto modificado que lo hacen inviable. Cuando el modificado se hace consensuadamente con el proyectista (como cuando se hablaba del "Value Engineering") la obra puede llegar a buen término.

En la prensa se están viendo últimamente con demasiada frecuencia casos de obras con fallos de elementos de construcción en los que hay pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales. ¿Fue mal concebida la obra o se estaba construyendo mal o en desacuerdo con el procedimiento que previó el proyectista?. Esto enlaza con lo que decíamos anteriormente acerca de que en las fases del proyecto y de la construcción pueden llegar a intervenir responsables técnicos distintos. Viene a mi memoria la caída hace unos meses de un gran elemento estructural que formaba la cubierta de una edificación – afortunadamente sin víctimas - a causa de que el contratista modificó las condiciones específicas de unos de sus dos apoyos laterales en la idea de que no era relevante. Pues era tan relevante que el dimensionamiento que el modificado había realizado de algunos de los elementos metálicos que formaban la cubierta quedaba del lado de la inseguridad, y así se comprobó desgraciadamente.

En el caso de las obras subterráneas las cosas son un poco complicadas porque se juega con el comportamiento que se prevé del terreno y que ha sido determinado a partir de unas propiedades fruto de una investigación. El problema está en que la Naturaleza no es cartesiana y no es sencillo establecer un modelo de comportamiento, pues sus componentes ni son fáciles de caracterizar ni son constantes ni regulares entre dos puntos de investigación. Pero quiero resaltar la importancia de su investigación; no olvidemos que es de las pocas cosas que no podemos cambiar en un determinado emplazamiento. Podemos jugar con distintas concepciones estructurales para nuestra obra, de edificación o pública, pero al final debemos cimentarla en el terreno existente. En ocasiones lo podemos mejorar pero no lo podemos evitar.

Hay muchos ingenieros geotécnicos especialistas que han actuado en muchas ocasiones como autores de dictámenes periciales, en juicios o en investigaciones privadas en lo referente al Estudio Geotécnico, analizando el existente en el proyecto o complementándolo con estudios adicionales. El autor de esta comunicación tiene en su haber numerosas intervenciones al respecto. Hay proyectos que menosprecian el

Estudio Geotécnico o proyectistas que confían en experiencias no suficientemente contrastadas. Hay propietarios o proyectistas que lo encargan a empresas que, aunque sean especializadas, realizan un estudio normalizado, estándar, sin atenerse a unos requerimientos concretos de la obra en cuestión. Creo que es importante resaltar que un Estudio Geotécnico incluido como anejo de un proyecto no es contractual de forma que quien lo hace no adquiere más responsabilidad de la de satisfacer bien los requerimientos que aparezcan en el contrato firmado con el proyectista (cuando existe este contrato pues muchas veces ni existe). Pero quien tiene la responsabilidad de diseñar, por ejemplo, las cimentaciones sobre las que se construirá la obra, es el proyectista y no el autor del Estudio Geotécnico. Por ello es muy importante que en el encargo o en el contrato que regule la realización del estudio se especifiquen con precisión el objeto del estudio y los parámetros que quieren obtenerse. De ahí que las empresas de ingeniería que cuentan en su organización con especialistas en estas materias estén en mejores condiciones técnicas que otras.

Todos estas observaciones, considerandos o comentarios pueden resumirse en las siguientes conclusiones:

- El autor de un proyecto – arquitecto o ingeniero – debe estar presente y con responsabilidad en todas las fases del mismo.
- Debe encargar un estudio geológico-geotécnico especificando el alcance de la información del terreno con la que establecer sus características geotécnicas.
- En el momento de confeccionar el Proyecto de Construcción no solo debe dimensionar la obra sino establecer el procedimiento de ejecución de la obra proyectada.
- Debería dirigir posteriormente las obras para verificar que se cumplen los requerimientos que estableció y, si fuera necesario o conveniente, emprender responsablemente modificaciones en aras de una mejor garantía de cumplimiento de calidades, costes y plazos.
- Si en el proyecto actúa como Consultor, en la dirección de obra debería estar como asistente técnico del Director de obra.

- Y finalmente debería verificar durante los primeros estadios de la puesta en servicio que la obra tiene la funcionalidad esperada.

Por eso, un proyecto de una obra civil no debe entenderse como sólo el documento que contiene los planos etc.. sino como un concepto que englobe todas sus fases.

Solo así estaremos más cerca de que la obra tenga la calidad requerida cuando se concibió.

Si en cada fase de este proyecto se trabaja con esta mentalidad y se van plasmando las decisiones en forma de medidas que se concatenen con facilidad posteriormente, puede asegurarse que cada una de esas fases por si misma tiene un Valor importante.