

CAPÍTULO 7

DOCUMENTOS DEL PROYECTO. GENERALIDADES. ANEJOS DE DATOS DE PARTIDA Y DE CÁLCULO.

Fernando Cañizal Berini / M^a Antonia Pérez Hernando

OCW UNIVERSIDAD DE CANTABRIA • Licencia: CC BY-NC-SA

1. INTRODUCCIÓN

Tal como se ha indicado en el 1^{er} capítulo de esta publicación, el Diccionario de la Real Academia define un proyecto como *el conjunto de escritos, cálculos y dibujos, que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o ingeniería.*

Esta definición, analizada en sentido amplio, arroja mucha luz sobre cuáles deberán ser los documentos de un proyecto. Lógicamente, contendrá éste unos planos que permitan ejecutar las obras en las formas y dimensiones allí prefijadas. Deberá existir también algún documento que indique cómo y con que materiales ha de ejecutarse la obra. No podrán faltar el conjunto de escritos que reflejen el coste de dicha obra, generalmente, por aplicación de unos precios previamente estudiados, a los distintos volúmenes de obra a ejecutar. Por último, parece lógico que el proyectista exponga y justifique la solución adoptada y recopile en su proyecto el conjunto de datos que ha utilizado y cálculos efectuados para llegar a esa solución.

También se exponía en el 1er capítulo de esta publicación cual debía de ser el contenido de los proyectos, de acuerdo con la Ley de Contratos de las Administraciones

Públicas y se indicaba que todo ello podía agruparse en los cuatro documentos tradicionales: Memoria, Planos, Pliego y Presupuesto. Estos cuatro documentos constituyen, de hecho, el contenido de cualquier proyecto de ingeniería, público o privado.

Enumerados ya los cuatro documentos tradicionales de un proyecto, resulta interesante analizar, muy brevemente, su objeto y contenido, aspectos que se expondrán con detalle en posteriores capítulos.

2. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DOCUMENTOS

Tradicionalmente la **Memoria** de un proyecto se estructura en dos partes: La primera, tiene un carácter expositivo y suele denominarse **Memoria Descriptiva**, o **Memoria** propiamente dicha. Sirve de introducción al lector del proyecto y de coordinación entre los diversos y complejos apartados de que constan los demás documentos. Debe arrojar luz sobre el conjunto del proyecto, por lo que será fundamental que el proyectista sepa conjugar los aspectos de claridad y profundidad con la síntesis y la brevedad.

Por el contrario, la segunda parte (**Anejos a la Memoria**) contiene un diverso conjunto de estudios. Algunos de ellos se referirán a los "Datos de Partida", recopilando la información recogida y los estudios previos realizados; otros corresponderán al dimensionamiento de las distintas partes de la obra (Anejos de Cálculo). También el estudio de los precios de las diversas unidades de obra, será objeto de un Anejo a la Memoria (Anejo de Justificación de Precios). El programa del posible desarrollo de los trabajos; los aspectos relativos a la evaluación del impacto ambiental y a la seguridad durante la ejecución de las obras; el estudio de las expropiaciones y servicios afectados y otros extremos de carácter económico y administrativo se incluyen también como Anejos a la Memoria.

Corresponde a los **Planos** la definición gráfica de la obra a realizar. Evidentemente algunos de ellos se referirán al conjunto de la misma (emplazamiento, plantas generales, etc.), mientras que otros definirán los distintos elementos de la obra y detalles constructivos.

En cualquier caso deberán ser lo suficientemente descriptivos para que de ellos puedan deducirse las mediciones que servirán de base a las posteriores valoraciones.

El **Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares**, tiene por misión la definición (junto con los planos) de los distintos elementos y partes de la obra, la determinación de las características que deben reunir los materiales y sus condiciones de utilización; las condiciones de ejecución de las obras, incluso instalaciones que fuesen necesarias y precauciones especiales a adoptar; las actuaciones que comprende la ejecución de cada una de las unidades de obra, así como su forma de medición y abono y el conjunto de disposiciones y aspectos técnicos que resulte conveniente exigir al contratista.

El cuarto documento del Proyecto (**Presupuesto**), se inicia con el apartado denominado *Mediciones*, en el que se detallan las operaciones necesarias para la determinación de los volúmenes de las distintas partes de la obra a ejecutar, junto con los correspondientes resultados; se continúa con los llamados *Cuadros de Precios* en los que figuran los resultados del estudio de precios que se incluyó como Anejo a la Memoria y finaliza con los *Presupuestos* que, fruto de la aplicación de los precios a los volúmenes y de ciertos coeficientes que posteriormente se analizarán, informan sobre el coste de la futura obra.

De lo expuesto se desprende que algunos documentos tienen un carácter informativo mientras que otros van dirigidos básicamente al futuro constructor, al indicarle qué es lo que tiene que hacer, cómo debe hacerlo, y a qué precios se le van a abonar las distintas partes de la obra ejecutada. Estos documentos (**Planos, Pliego y Cuadros de Precios**) reciben el nombre de **contractuales** pues pasan a incorporarse al futuro contrato como verdaderas cláusulas del mismo. Obviamente habrá que cuidar su confección al ser vinculantes para el contratista a efectos de su exigibilidad. (Véase la publicación "*El Contrato de Obras y el Contrato de Consultoría y Asistencia*").

Si bien la ordenación tradicional de los documentos de un Proyecto es la anteriormente descrita (Memoria, Planos, Pliego y Presupuesto) resulta evidente que la secuencia de su confección será distinta. En primer lugar deberá abordarse el conjunto de **Anejos relativos a**

la recogida de información y estudios previos continuándose con los **Anejos de Cálculo y los Planos**. Corresponderá a un tercer nivel la elaboración del **Anejo de Justificación de Precios** y de los **Cuadros de Precios**.

Posteriormente, deberán abordarse las **Mediciones** y los **Presupuestos** y completar la elaboración de los Anejos a la Memoria. El último nivel de confección del proyecto estará constituido por la redacción del **Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares** y de la **Memoria Descriptiva**.

Esta secuencia ha servido de base para la sistematización de los distintos capítulos de que consta esta Segunda Parte de la presente publicación (Anejos de Datos de Partida y de Cálculo, Planos, Justificación de Precios, Presupuesto, Otros Anejos, Pliego y Memoria), completándose, como ya se indicó, con el tratamiento de las distintas **Figuras de Planeamiento Urbanístico** y el análisis de sus documentos específicos. Por último, se dedica un capítulo a la **tramitación de los proyectos**, abordándose esta actuación en sus líneas más generales.

3. ANEJOS DE DATOS DE PARTIDA

Como es sabido, previamente a la realización de los cálculos necesarios para el dimensionamiento de la solución adoptada es preciso concebir esta solución, que vendrá condicionada por multitud de aspectos cuyo conocimiento sólo será posible mediante una previa y exhaustiva recogida de información y la realización de los estudios oportunos. La sistematización ordenada de este conjunto de informaciones y estudios constituye un **primer bloque de Anejos a la Memoria**.

El proyectista tiene desde el primer momento una serie de condicionamientos que encauzan y limitan su actividad; unos nacen del propio planteamiento de la propiedad, en base a sus necesidades y al planteamiento económico efectuado. Otros son consecuencia del

marco legal existente y un tercer grupo es fruto de los condicionantes técnicos específicos que el proyectista deberá investigar y conocer.

Los **Anejos de Datos de Partida** estarán, por consiguiente, constituidos por los estudios necesarios para:

- a) la determinación de las necesidades a cubrir, a partir del análisis de la demanda futura;
- b) el conocimiento del terreno, que quedará plasmado en el correspondiente Anejo Topográfico y tendrá como resultado la obtención de la cartografía necesaria para la elaboración del proyecto;
- c) el conocimiento del suelo y subsuelo, que quedará reflejado en los Anejos que incluyan los informes geológico y geotécnico, todo ello con el alcance y contenido que se indicó en el capítulo 4º de esta publicación;
- d) el conocimiento del entorno, plasmado en diversos Anejos en los que se recopile la información obtenida y los estudios realizados en relación con los siguientes extremos:
 - Población y aspectos socio-económicos.
 - Vegetación y paisaje.
 - Clima.
 - Accesos.
 - Posibilidad de suministros.
 - Análisis de los materiales a emplear y posibilidades constructivas.
- e) el conocimiento de aspectos específicos, según sea la naturaleza del proyecto, recogido en los Anejos correspondientes:

- Estudios de tráfico.
- Estudios de oleaje y corrientes marinas.
- Estudios hidrológicos y de avenidas.
- Estudios de acciones de viento y sísmicos.
- Estudios de procesos de fabricación, etc.

En cualquier caso, fruto de estos estudios y de la información necesaria (en ocasiones de tipo legal) deberán quedar fijadas las *acciones* sobre la obra a proyectar, entendiendo este concepto en su más amplio sentido.

Es frecuente que algunos de los Anejos de *Datos de Partida* estén constituidos por estudios e informes efectuados por profesionales o empresas especializadas. También suelen incluir planos (que no tienen el carácter de planos del proyecto). Es fundamental que quede reflejada la procedencia de tal información.

4. ANEJOS DE CÁLCULO

El **segundo bloque de Anejos a la Memoria** está compuesto por los Anejos de Cálculo. En este bloque se incluirán el conjunto de estudios y cálculos necesarios para el dimensionamiento de los distintos elementos de la obra. Por dimensionamiento no debe entenderse sólo el relativo a los aspectos estático-resistentes, sino también a los aspectos funcionales (dimensiones de superficies, volúmenes y diámetros; trazados, dimensionamiento de instalaciones, etc.).

Cada uno de estos estudios deberá figurar en Anejo separado. Deberá quedar constancia expresa del método de cálculo que se va a adoptar, de las hipótesis simplificadoras que se hagan, y de las acciones de cálculo y características de los materiales a emplear, estos dos

últimos aspectos, recogidos de los Anejos de *Datos de Partida*. También deberán figurar los niveles de control que hayan de exigirse, al condicionar éstos los coeficientes de seguridad adoptados.

Es absolutamente imprescindible que los cálculos estén claramente expuestos y ordenados, para hacer posible su confrontación y revisión. Irán acompañados de los croquis y esquemas que sean necesarios para facilitar la exposición y para la identificación del elemento que se calcula.

5. UTILIZACIÓN DE LA INFORMÁTICA EN LOS CÁLCULOS DEL PROYECTO

En la actualidad está totalmente extendida la aplicación de la informática a la redacción de los proyectos. El ordenador se utiliza en la elaboración de los Anejos a la Memoria (*datos de partida, cálculos, justificación de precios*), en el diseño y dibujo de los planos, en la determinación de las mediciones y presupuestos y en la propia confección de los distintos documentos de los proyectos. Se utilizan así programas de cálculo adquiridos en el mercado o confeccionados por la propia oficina de proyectos; programas de diseño asistido; bases de datos para cálculo de los precios de las distintas unidades de obra y para la confección de los Cuadros de Precios y de los Presupuestos, y por último, procesadores de textos para facilitar la elaboración y presentación de los documentos del proyecto.

A continuación se pasa revista a la utilización del ordenador en lo que respecta a los cálculos del proyecto, dejando el análisis de las demás aplicaciones para posteriores apartados y capítulos de esta publicación.

En lo que respecta a los *datos de partida* no es frecuente encontrar programas en el mercado, por lo que para el conocimiento de la evolución de una población, o la determinación de una acción con un determinado período de retorno, o el estudio de la demanda de un bien o un servicio deberán elaborarse programas específicos, basados

generalmente en métodos estadísticos o en simulaciones, y que no suelen revestir gran complejidad. Hay que hacer mención aparte de los estudios relativos al conocimiento del terreno y elaboración de cartografía, ya que existe en la actualidad un potente software gráfico, asociado con programas de diseño asistido. (Véase capítulo dedicado a los planos del proyecto).

Al contrario de lo que ocurre con los *Anejos de Datos de Partida*, existen bastantes programas en el mercado para la realización de los *Anejos de Cálculo* (dimensionamiento) de un proyecto. Conviene distinguir entre las obras de *carácter estructural* y las de *carácter lineal*.

Los programas de **tipo estructural** están basados en el cálculo matricial (bidimensional o tridimensional). Admiten muy diversas hipótesis de cálculo y proporcionan resultados relativos a los esfuerzos o estados tensionales, reacciones, desplazamientos y deformaciones. Son programas típicos los de cálculo de pórticos, muros, zapatas, forjados, etc. La mayoría de estos programas avanzan un paso más: son capaces de dimensionar las secciones, incluso distribución de armaduras en el caso de obras de hormigón, efectuando las comprobaciones exigidas por la Instrucción. En estos casos, los programas suelen proporcionar también las mediciones y, si están asociadas a un módulo de diseño asistido, representan gráficamente tanto las secciones como las leyes de esfuerzos, deformaciones, etc..

Para obras de **carácter lineal** existen diversos programas de trazado. Todos ellos dibujan la planta, el perfil longitudinal y los perfiles transversales de la obra que se proyecta, realizando las cubicaciones y obteniendo los diagramas de masas de compensación de tierras. Pero estos programas de trazado han conseguido un desarrollo muy importante al ser acoplados a módulos de diseño asistido que permiten actuar de modo interactivo con el trazado, observando en pantalla las distintas soluciones, sobre soporte topográfico, incluso en perspectiva. (Véase capítulo de planos).

Los resultados de los cálculos efectuados por ordenador (tanto en lo que respecta a los anejos de datos de partida como a los de cálculos) pueden ser de muy engorroso examen y

comprobación si no están claramente especificados, si bien es verdad que su lectura se simplifica en la actualidad gracias a la presentación gráfica de los mismos, (leyes de esfuerzos, deformaciones, etc..). Las vigentes Instrucciones de Hormigón dedican unos párrafos al establecimiento de los requisitos que deben reunir los Anejos de Cálculo de un proyecto cuando estos se efectúen mediante ordenador. Por su interés se transcriben estos párrafos literalmente:

Cuando se efectúen los cálculos con ayuda de ordenadores se recomienda separar en Anejos especiales cada una de las etapas del cálculo resuelto con ordenador, debiendo dichos Anejos constituir por sí mismos unidades completas y ordenadas.

Cada Anejo deberá contener en sus hojas iniciales:

- *Las simplificaciones efectuadas sobre la estructura real al asimilarla a otra apta para su tratamiento en ordenador; la posible repercusión de dichas simplificaciones en los resultados; y las correcciones que deban efectuarse en los mismos, en su caso, para tener en cuenta estos efectos.*
- *Las propiedades supuestas para los materiales, como diagramas tensión-deformación, módulos de elasticidad, resistencias y tensiones admisibles, coeficientes de retracción, fluencia y térmicos, capacidad de carga y deformabilidad del terreno, etc.....*
- *La descripción detallada de la estructura ideal calculada, acompañada de croquis siempre que sea conveniente, incluyendo dimensiones, áreas e inercias de las secciones necesarias, tipos de conexiones en los nudos y condiciones de sustentación.*
- *Las acciones consideradas, las posibles combinaciones y los coeficientes de seguridad a tener en cuenta en cada caso.*

- ***Cualquier otro dato incluido en el cálculo, especificando siempre unidades y signos.***
- ***Nombre del programa; tipo de ordenador y centro de cálculo utilizado.***
- ***Método de cálculo utilizado en el programa y especialmente las bases del mismo y sus posibles simplificaciones, indicando referencias y las publicaciones consultadas si la formulación y la marcha del cálculo no son habituales.***
- ***Métodos, aproximaciones y simplificaciones empleados en la programación.***
- ***Resultados del cálculo, especificando unidades y signos.***
- ***Análisis de dichos resultados, acompañando siempre que sea conveniente diagramas de esfuerzos o tensiones, e incluyendo, si es posible, la comprobación con resultados obtenidos por métodos simplificados.***
- ***Utilización posterior de los resultados, en especial correcciones efectuadas sobre los mismos y obtención, a partir de ellos, de otros resultados que vayan a emplearse posteriormente.***

Lo dispuesto en esta Instrucción para el cálculo electrónico de elementos de hormigón armado puede servir de aplicación para cualquier cálculo realizado por ordenador a efectos de la inclusión en el Anejo correspondiente.

1. INTRODUCCIÓN	1
2. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DOCUMENTOS	2
3. ANEJOS DE DATOS DE PARTIDA	4
4. ANEJOS DE CÁLCULO	6
5. UTILIZACIÓN DE LA INFORMÁTICA EN LOS CÁLCULOS DEL PROYECTO	7