

# TEMA 5

## CONSTRUCCIÓN

---

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Objeto y etapas de la fase de realización de un proyecto.
2. Esquema general de la ejecución material de la obra.
3. Contratación de la construcción y el montaje del proyecto.
  - 3.1. Contratación de obra civil.
  - 3.2. Contratación del montaje.
  - 3.3. Contratos de suministro y montaje: unidades paquete.
4. Supervisión de la construcción y el montaje.
  - 4.1. Condiciones de finalización de obra: Terminación mecánica.
  - 4.2. Aceptación mecánica.
5. Referencias bibliográficas.

### 1. OBJETO Y ETAPAS DE LA FASE DE REALIZACIÓN DE UN PROYECTO

El objeto de la fase de realización es el de construir o poner en funcionamiento el sistema proyecto definido en las fase anteriores.

La fase de realización precisa de todas las demás dimensiones; aunque el proyecto esté muy bien analizado y resuelto, el llevarlo a la realidad es un cambio cualitativo importante: y los dibujos se convierten en objetos, las fórmulas se transforman en procesos y los valores obtenidos se convierten en personas, máquinas y materiales. Es decir, todos los modelos gráficos y simbólicos que ha ideado el proyectista adquieren su verdadera dimensión; ya no existen simplificaciones ni hipótesis puesto que las condiciones de contorno, las variables y los parámetros serán ahora viento, nieve, acero, hormigón, luz, energía, procesos químicos, etc.



de dirección de proyectos corre a cargo en muchos casos de técnicos distintos a los que realizaron el proyecto.

- Estudio, petición, valoración y selección de ofertas de fabricantes de maquinaria, constructores, instaladores y proveedores.

## **Etapas 2. Construcción del sistema de explotación**

Esta etapa es de gran importancia y duración en los proyectos de plantas industriales y en muchos proyectos de productos industriales. En ambos casos, es durante esta etapa cuando se lleva a cabo la mayor parte de la inversión prevista. De hecho, aunque el proyecto corresponda a un producto industrial, esta etapa es la base principal de la llamada dirección de obras clásica.

Las actividades más importantes que se desarrollan en esta etapa son:

- Acondicionamiento, mejora, transformación o construcción de nueva planta de los edificios industriales.
- Modificación o realización de las instalaciones diseñadas en el proyecto.
- Montaje de la nueva maquinaria o acondicionamiento de la existente a la distribución en planta proyectada.
- Control de calidad continuo de la construcción para cumplir las especificaciones del pliego de condiciones.
- Control de las calidades utilizadas en la construcción mediante mediciones y valoraciones (certificaciones) periódicas.
- Seguimiento de la programación establecida y, en su caso, rectificación y ajuste de la misma a la situación real. Ello significa utilizar el bucle de retroalimentación y volver a la etapa 1.

Al finalizar esta etapa el sistema operativo está totalmente terminado.

## **Etapas 3. Pruebas de comportamiento del sistema**

Aunque en la etapa anterior se lleva un control de cada una de las operaciones que el constructor e instaladores realizan, este control no se efectúa sobre el conjunto del sistema, siendo en esta tercera etapa cuando se realiza esta acción.

Las actividades de esta etapa son:

- Comprobar las dimensiones, la calidad de los materiales y los acabados de los elementos constructivos.
- Comprobar la correcta distribución de la maquinaria y que las características de los materiales empleados se ajustan al proyecto.
- Realizar las pruebas necesarias para asegurar el buen comportamiento de los subsistemas.
- Exigir la corrección de todos los defectos observados.

Finalizadas las actividades señaladas se puede considerar que las obras, la maquinaria y las instalaciones están en condiciones de funcionamiento.

Esta situación queda plasmada en un documento denominado acta de recepción provisional acreditativa de que el promotor recibe del constructor y suministradores el sistema objeto del contrato.

Las pruebas de comportamiento del sistema se realizan a nivel de partes, componentes y subsistemas. Las características de estas pruebas son, principalmente, las siguientes:

- Son pruebas no destructivas, es decir, las condiciones de ensayo se corresponden con las de pleno funcionamiento consideradas en el cálculo o con las que indiquen las normas en cada caso.
- Son pruebas selectivas. En efecto, la comprobación del comportamiento no se hará sobre todos los elementos, sino sobre los que ofrezcan algún tipo de duda y únicamente sobre el subconjunto necesario para que la prueba sea representativa. Así, el ensayo de un forjado de 1.000m<sup>2</sup> no se realizará sobre el total de la superficie, sino sobre un tramo reducido, del que se deberá obtener resultados suficientemente amplios como para la generalización a todo el forjado. Estas pruebas selectivas no son posibles o suficientes en aquellos casos en que el subsistema tiene una interacción entre componentes muy elevada; así, por ejemplo, una instalación de gas o una de transporte neumático pueden considerarse subsistemas que precisan de pruebas a nivel general.
- Tipos concretos de subsistemas o componentes tienen un riesgo tal que precisan de pruebas indirectas o simuladas. Así, las instalaciones con fluidos combustibles a presión (conductos, depósitos, etc.) se prueban, en general, con fluidos inertes antes de su puesta en servicio.

#### **Etapas 4. Pruebas de calidad del producto**

Con la etapa anterior, el sistema de fabricación está terminado y preparado para funcionar. Sin embargo, aunque el sistema funciona perfectamente, ello no garantiza que los productos que se obtengan en este proceso no posean defectos.

Las principales actividades de esta fase son:

- Revisión de las operaciones de fabricación por si ellas se deriva algún defecto en el producto.
- Pruebas de resistencia y fatiga en los componentes de los productos.
- Comprobación del embalaje de partes y componentes: holguras, acoplamientos, tolerancias.
- Pruebas de los acoplamientos entre subsistemas: subsistema mecánico, eléctrico, hidráulico, de control, etc.
- Pruebas en la calidad de los acabados: color, toxicidad, ergonomía, textura, embalaje, almacenamiento y transporte.

Estas comprobaciones darán a conocer los posibles defectos de productos, sus causas y las modificaciones que conduzcan a una mejora del diseño.

#### **Etapas 5. Simplificación para reducir el coste**

Durante las fases de Ingeniería Básica e Ingeniería de Detalle se desarrollan diversas etapas cuya finalidad es optimizar los procesos de fabricación y reducir los costes del producto final.

Aún así, es necesario, una vez realizado el proyecto, comprobar si el diseño o el proceso de fabricación pueden modificarse para reducir el coste final. En esta etapa se debe trabajar conjuntamente con los equipos de proyectos y de producción, de manera que se sumen ambos puntos de vista en una operación de simplificación muy delicada.

En las reuniones de trabajo señaladas, la ingeniería actúa como consultor y asesora al equipo de producción de las posibles simplificaciones que pueden adoptarse y de las limitaciones que el propio proyecto marca.

Las principales simplificaciones podrán aparecer en:

- El proceso de fabricación (simplificación, automatización, etc.).
- La forma de los componentes del producto.
- Los materiales.
- El control de almacenes.
- Los consumos energéticos.
- La normalización.

## 2. ESQUEMA GENERAL DE LA EJECUCIÓN MATERIAL DE UNA OBRA

La ejecución de una obra es diferente para cada uno de los actores que intervienen, directa o indirectamente, en ella y que, sistémicamente, son tres: el cliente, la contrata y la dirección facultativa.

Para el **cliente** que es quién encarga la obra, es una inversión que pone en marcha porque espera obtener una determinada rentabilidad (económica, social o de imagen).

Para la **contrata**, que es quien ejecuta (construye) la obra, es un encargo que debe realizar intentando optimizar los factores de calidad, coste y tiempo.

Para la **dirección facultativa**, que es quien dirige la obra, es un encargo cuyo objetivo es que la contrata realice todas las operaciones de acuerdo con los documentos del proyecto.

La fase de realización puede verse desde estas tres perspectivas distintas. En el presente apartado se enfoca la Realización desde el punto de vista de la Dirección Facultativa haciendo referencia a los otros actores en relación a las actividades de seguimiento y control que llevan a cabo los ingenieros que lo forman.

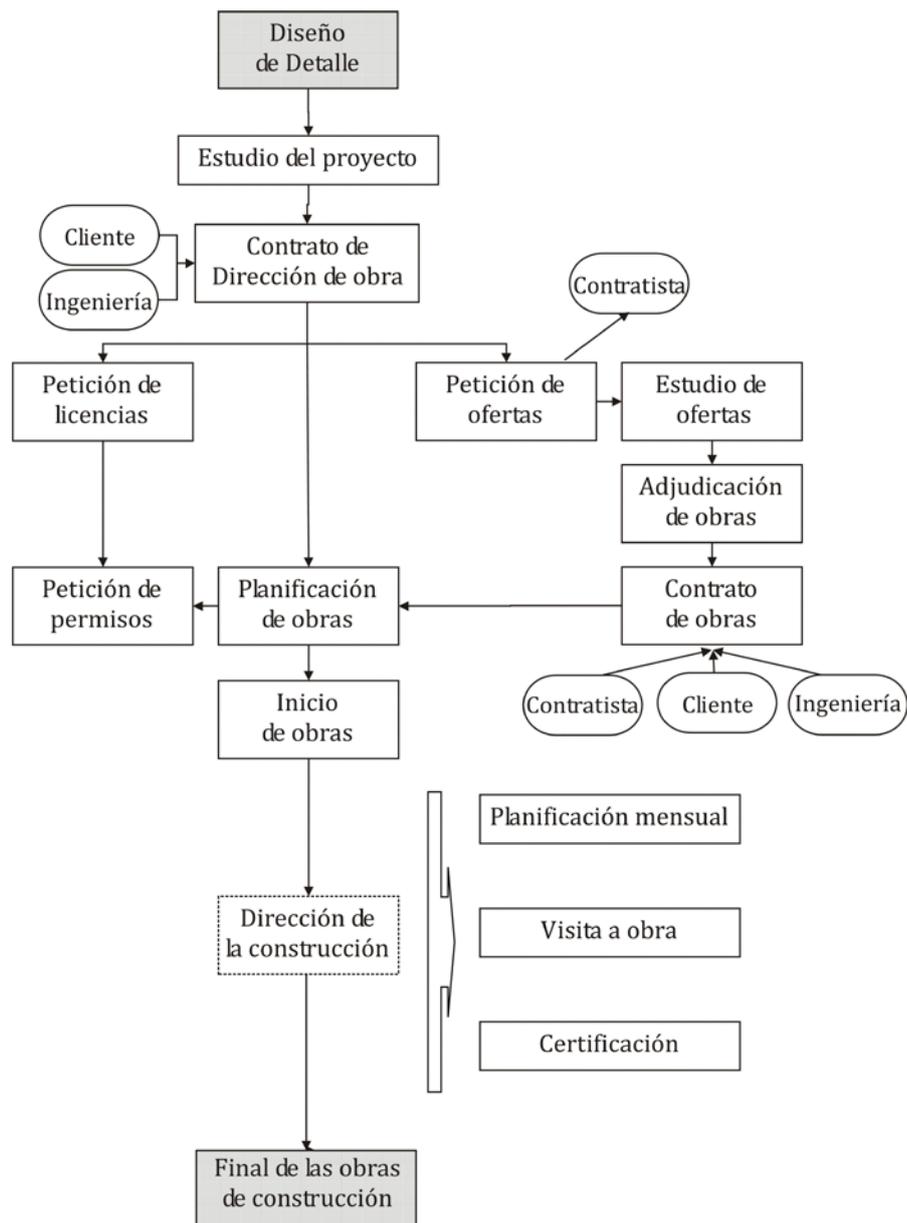
La Figura 2 muestra esquemáticamente las principales etapas que comprende la fase de Construcción del proyecto, cuyas etapas se detallan a continuación.

### 1. Estudio del proyecto.

Pueden producirse diversas situaciones de arranque derivadas de si el proyecto ha sido realizado o no por la misma ingeniería a la que se le encarga la dirección de obra y de si el tiempo transcurrido entre la finalización de las fase creativas y el inicio de la construcción ha sido corto o largo.

Si un cliente encarga la dirección de obras a la misma ingeniería que ha realizado el proyecto técnico el paso de una fase a otra es más fácil puesto que ya se conocen y la ingeniería conoce los aspectos explícitos e implícitos del proyecto. En caso de optar por otra ingeniería para dirigir las obras habrá que tener cuidado para que no se produzcan situaciones que desde un punto de vista económico, legal o deontológico sean incorrectas, tales como, pago pendiente de honorarios a la ingeniería que realizó el proyecto técnico o vigencia de contrato incluso de dirección de obras.

La otra situación relacionada con el tiempo transcurrido desde la finalización del proyecto aconseja revisar el proyecto por si ha habido cambios de normativa, mejoras tecnológicas significativas o cambio en las expectativas del cliente.



**Figura 2. Esquema general de la ejecución material de una obra**

Además de estas cuestiones este estudio debe ser tal que la dirección facultativa se haga una idea clara de:

- Soluciones constructivas adoptadas por el proyectista.
- Dificultad que entraña cada actividad.
- Orden en que deben ejecutarse las diferentes partidas.
- Partes que no han quedado definidas en el proyecto.

## 2. Contrato entre el cliente y la ingeniería

Toda prestación de servicios debe estar protegida por una relación contractual en la que queden definidos los deberes y obligaciones a los que se comprometan las partes.

Cuando el volumen y la entidad de los trabajos a desarrollar son pequeños y de corta duración es normalmente suficiente suscribir un contrato estándar entre el cliente y la ingeniería. El contrato más usual es el llamado Hoja de Encargo constituida por un folio a dos caras en el que en la cara anterior se anotan los datos identificativos de las partes, en qué consiste la prestación de servicios y el importe y la forma de pago de los trabajos. En la cara posterior se incluyen las cláusulas por las que se rige el contrato.

Cuando la prestación de servicios es importante el contrato debe ser elaborado por la ingeniería y revisada por el cliente. Un contrato bien redactado protege equilibradamente a las partes y evita discusiones posteriores que no conducen más que a crear situaciones tensas deteriorando las relaciones con los consiguientes perjuicios para todos.

Todo contrato debe contener como mínimo las siguientes descripciones:

1. Fecha del contrato y localidad en la que se suscribe.
2. Datos de las partes que permitan identificarlas totalmente.
3. Alcance de los trabajos.
4. Plazos de ejecución y equipo básico que va a intervenir (cualificación).
5. Honorarios a facturar, especificando si se incluyen todos los gastos o no.
6. Forma de pago.
7. Forma de actuar (reuniones cliente-ingeniería, decisiones a tomar).
8. Cláusulas de rescisión del contrato y penalizaciones por incumplimiento.

Cabe señalar que, con cierta frecuencia, el contrato entre cliente e ingeniería se produce antes de iniciar el proyecto, existiendo en estos casos un único contrato para el proyecto y la dirección de obras.

## 3. Petición de licencias

La licencia que mayor trascendencia tiene es la Licencia de obras. El solicitante legal es el cliente pero suele estar asesorado por la Dirección Facultativa ya que su concesión depende de cuestiones técnicas. Sin licencia, al menos teóricamente, no pueden iniciarse las obras.

La petición de licencia consiste en:

- Rellenar los formularios establecidos por el ayuntamiento donde vayan a ubicarse las obras.
- Entregar la documentación técnica exigida. Generalmente, el anteproyecto o estudio básico es suficiente.
- Abonar el importe de las tasas que suele situarse en un 4% de la inversión prevista, aunque depende del ayuntamiento.
- Hacer entrega de la cesión de zonas verdes o viales al Ayuntamiento.
- Hacer seguimiento de la petición.

El tiempo que puede transcurrir hasta la concesión de la licencia es variable aunque raramente es menor de dos o tres meses.

#### 4. Petición de ofertas

La documentación que se presenta para que las empresas puedan ofertar es:

- Todos los planos que conciernen a las obras a ofertar.
- Pliego de condiciones que afecta a las partidas a ofertar.
- Mediciones de las obras a ofertar.
- Parte de la memoria y de los anejos que puedan ayudar a confeccionar mejor la oferta.

#### 5. Estudio de ofertas

El estudio de las ofertas presentadas por las diversas constructoras suele realizarlo la Dirección Facultativa, ya que por conocer el proyecto puede detectar cualquier anomalía.

Los aspectos más importantes a valorar son factores técnicos (calidad y entidad de otros trabajos realizados y recursos materiales de que dispone cada constructor), económicos y humanos (cualificación profesional del equipo técnico y operarios, comportamiento ético previo).

El aspecto que más influye, normalmente, en la selección de la mejor oferta suele ser el económico, si bien a la hora de comparar ofertas se suele eliminar la oferta más cara y la más barata.

#### 6. Adjudicación de obras

Una vez seleccionada una oferta, se procede a la adjudicación de las obras aunque este acto no se realiza de forma automática sino que se lleva a cabo después de una o varias reuniones entre el cliente, el contratista y la ingeniería. En estas reuniones se discuten los temas relacionados con:

- El precio final acordado.
- El momento de inicio de las obras y la duración de las mismas.
- La forma de certificación y de pago.
- La fórmula polinómica de revisión de precios.
- Otros aspectos técnicos como recursos humanos y materiales que se van a poner al servicio de las obras.

#### 7. Contrato de obras

Un contrato es un documento que obliga a determinadas prestaciones y contraprestaciones entre las partes firmantes. A diferencia del contrato Cliente-Ingeniería en el caso de contratos de obras el importe económico del mismo es, generalmente, mucho más alto por lo que los riesgos asumidos por las partes son mucho mayores y los perjuicios que puede acarrear su incumplimiento son también mucho más importantes.

En el contrato de obras se hace hincapié en el cumplimiento de los plazos y en las penalizaciones a las que se somete el contratista en caso de retraso de las obras.

Otro aspecto importante de este contrato es la inclusión en la firma del mismo de los documentos Planos y Pliego de condiciones que tienen carácter contractual. Además en

muchos casos se suelen firmar también las hojas que recogen los precios unitarios y descompuestos.

## **8. Planificación y programación de obras**

Este es el momento adecuado para realizar la programación de las obras. Lo más importante de la programación no es la construcción de un diagrama de barras sino el seguimiento de las obras, corrigiendo y modificando fechas y sirviendo de ayuda para establecer si se deben poner más recursos para acelerar los trabajos o, por el contrario, el ritmo es bueno.

La programación podrá hacerse más o menos detallada. En general, se opta por contar como actividad un capítulo de las mediciones o bien un conjunto de unidades homogéneas, siendo muy raro hacer coincidir cada actividad con una unidad de obra, toda vez que es este caso el número de actividades se dispara y hace muy laboriosa la programación y su seguimiento.

## **9. Permisos**

Mientras se prepara el inicio de las obras, se deben realizar algunas gestiones administrativas que es imprescindible tener resueltas antes de comenzar las obras. Se trata de disponer de suministro de agua, energía eléctrica, etc. en la parcela, por lo que es necesario solicitar permisos provisionales de estos suministros auxiliares.

## **10. Inicio de la obras**

Ante el inicio de las obras deben prepararse todos los participantes en el mismo para no encontrarse con problemas no resueltos y tener que improvisar con el riesgo que ello supone.

Los trabajos previos a realizar son:

- Demoliciones de viejas construcciones.
- Limpieza del terreno.
- Explanación e, incluso, relleno y compactación del terreno hasta situar la cota al nivel de trabajo correcto.
- Construcción o montaje de la caseta de obras y otras edificaciones auxiliares.
- Instalación de los servicios auxiliares de la obra.
- Acopio de materiales para iniciar la obra.

### *10.1. Inicio de los obras*

El inicio de las obras consiste en una reunión oficial de los representantes legales del cliente, el contratista y la ingeniería, en la que se acuerda:

- Cota de referencia a partir de la cual se fijarán todas las de la obra.
- Ejes o puntos de referencia a partir de los cuales replantear toda la obra.
- Condiciones de seguridad que deben regir en la obra.
- Controles de calidad que deben llevarse a cabo sobre materiales o sobre lo que se va ejecutando.

Todos estos aspectos deben quedar reflejados y firmados en el Libro de Órdenes.

### 10.2. Acta de replanteo

El acta de replanteo es un documento que adquiere valor legal ya que establece la fecha oficial de inicio de las obras, a partir de la cual cuentan los plazos de ejecución.

Este documento es suscrito, por triplicado, por los representantes legales del cliente, el contratista y la ingeniería, quedando un ejemplar para cada uno de ellos.

## 11. Dirección de la construcción

La dirección de Obra comprende tres conjuntos de actividades:

- Mantener la programación de los trabajos al día.
- Realizar las visitas de obra necesarias para el correcto seguimiento y control de los trabajos.
- Valorar periódicamente la actividad realizada y certificarla.

### 11.1. Planificación mensual

La dirección facultativa debe planificar y saber cuál es la situación real de todas las actividades:

- Las actividades que van a buen ritmo.
- Las actividades que se han retrasado y su cuantificación.
- Las actividades críticas que se han retrasado.
- Retraso total en la ejecución de las obras si no se adoptan medidas correctoras.

### 11.2. Visita a obra

La visita de obra consiste en una reunión periódica, institucional y acordada a la que asisten los representantes legales de la dirección facultativa, el cliente y el contratista para realizar un seguimiento de los trabajos, aprobar los bien realizados, proponer tareas nuevas, aportar soluciones a los problemas y tratar todo tipo de incidencias.

Los aspectos que se suelen tratar en estas reuniones son:

- Estado de los obras. Siempre hay que aprobar lo que se ha realizado desde la visita anterior, descripción que suele hacer el jefe de obra del contratista detallando las unidades de obra ejecutadas, los tajos iniciados y aquellos que continúan. La dirección facultativa comprueba estos trabajos y la calidad con que han sido realizados. Huelga decir que estas comprobaciones deben realizarse *in situ*.
- Incidencias. La dirección facultativa y el contratista deben comentarse todas las incidencias que pueden haberse presentado desde la visita anterior. Alguna de las incidencias más repetitivas son: lluvias y viento que afectan al ritmo de las obras, robos de materiales o maquinaria, accidentes, visitas de inspección de trabajo o técnicos del ayuntamiento, etc.
- Defectos y correcciones. En todas las obras se cometen errores que se traducen en defectos. Los defectos pueden considerarse de dos clase: los que son casi

imperceptibles y no afectan a la seguridad y los que, si no se solventan, van en detrimento de la calidad total del conjunto.

- Control de materiales. Durante la ejecución de las obras van copiándose y fabricándose materiales que intervienen en la construcción de las distintas unidades de obra. De la mayoría de ellas hay que comprobar su calidad ensayos encargados a empresas especializadas.
- Control del ritmo de los trabajos. El ritmo de los trabajos depende de los recursos humanos y materiales que el contratista pone a disposición de la obra. El ritmo de los trabajos puede observarse a simple vista mirando cómo evoluciona cada unidad respecto a la programación. En caso de que el ritmo vaya lento hay que hacérselo notar al contratista para que ponga los medios necesarios para corregirlo.
- Soluciones a problemas. Es imposible evitar que surjan problemas en un proyecto: detalles no resueltos en el proyecto, cambios en materiales, modificaciones de normas, etc. Estos problemas es responsabilidad de la dirección de obra el resolverlos bien en la misma obra o en la oficina técnica.
- Aprobación de los siguientes trabajos. Antes de iniciar una tarea es necesario que la dirección facultativa marque los criterios para su realización: antes de hormigonar la dirección facultativa debe dar el visto bueno a la armadura y encofrados; replantear cerramientos mediante una hilera de ladrillos, etc. En todas las visitas de obra, además de controlar el ritmo de las mismas, se autoriza qué actividades pueden iniciarse y si están condicionadas a alguna aprobación.
- Precios contradictorios. Durante la ejecución de obras suelen aparecer unidades de obra no previstas en el proyecto: cambio de materiales, cambio de tipología estructural, partidas no previstas. Todas estas unidades de obra antes de ejecutarse deben presupuestarse y aprobarse por acuerdo entre el contratista y el cliente con el visto bueno de la ingeniería.
- Anotaciones en el libro de órdenes. Todas las incidencias observadas durante la visita de obra que afectan al plazo, seguridad o calidad deben anotarse en el libro de órdenes. Este libro tiene una gran importancia ya que se convierte en documento oficial ante cualquier problema de carácter legal que surja durante la obra o posteriormente.

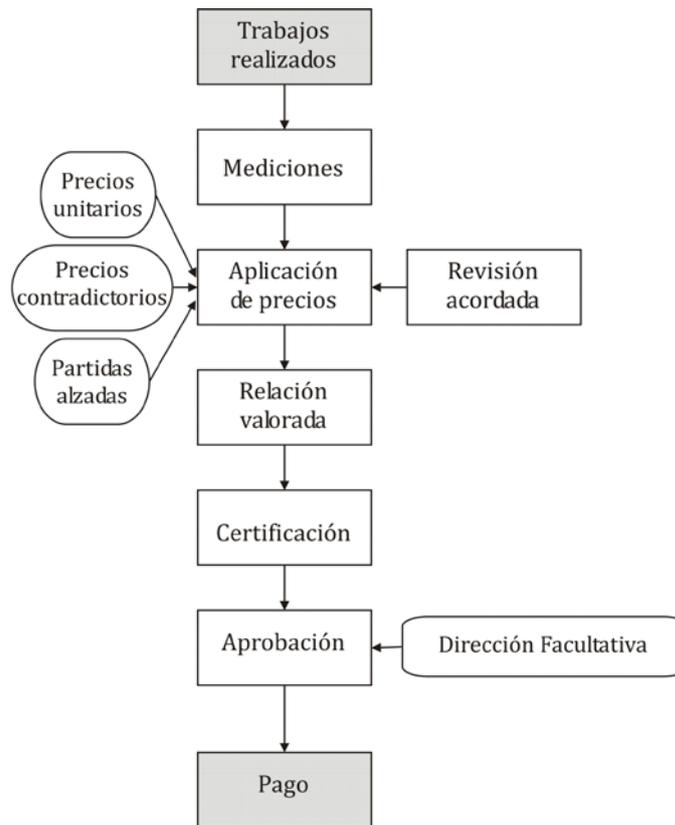
## **12. Certificación de obras**

Aunque existen contratos de obra que especifican la forma de pago en determinados plazos y pos cantidades fijas, este caso es poco corriente. Lo más habitual es acordar pagos en función del trabajo realizado. Para ello se miden los trabajos ejecutados hasta un día determinado y a cada unidad de obra se le aplica el precio unitario correspondiente obteniéndose así la certificación de las obras hasta ese momento.

En la Figura 3 se muestra el esquema básico de una certificación de obra.

### *12.1. Mediciones*

Definido el procedimiento para realizar las mediciones (Pliego de condiciones) se mide lo realmente ejecutado. La medición la realiza la contrata y es supervisada por la Dirección facultativa. El mejor método para realizar las mediciones es llevarlas a cabo conjuntamente entre el contratista y la Dirección Facultativa.



**Figura 3. Esquema de los pasos de la certificación de obra**

### 12.2. Aplicación de Precios

Las mediciones se hacen en obra pero el resto de la certificación la realiza la Dirección Facultativa en sus oficinas.

A cada unidad de obra le corresponde un precio establecido en contrato (precios unitarios) o posteriormente (precios contradictorios).

#### 12.2.1. Revisión acordada

Por otra parte habrá que tener en cuenta si se aplican las formulas de revisión de precios. Se suelen tomar como referencia las formulas que periódicamente publica el Ministerio de Economía y Hacienda.

En el *Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas* se recoge, por ejemplo, que para obras de edificación las fórmulas son las siguientes:

## 8 OBRAS DE EDIFICACIÓN

FORMULA 811. Obras de edificación general.

$$K_t = 0,04A_t/A_0 + 0,01B_t/B_0 + 0,08C_t/C_0 + 0,01E_t/E_0 + 0,02F_t/F_0 + 0,03L_t/L_0 + 0,08M_t/M_0 + 0,04P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,06R_t/R_0 + 0,15S_t/S_0 + 0,02T_t/T_0 + 0,02U_t/U_0 + 0,01V_t/V_0 + 0,42$$

FORMULA 812. Obras de edificación general con alto componente de instalaciones.

$$K_t = 0,04A_t/A_0 + 0,01B_t/B_0 + 0,08C_t/C_0 + 0,01E_t/E_0 + 0,02F_t/F_0 + 0,03L_t/L_0 + 0,04M_t/M_0 + 0,04P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,06R_t/R_0 + 0,15S_t/S_0 + 0,06T_t/T_0 + 0,02U_t/U_0 + 0,01V_t/V_0 + 0,42$$

FORMULA 813. Obras de edificación general con alto componente de vidrio.

$$K_t = 0,04A_t/A_0 + 0,01B_t/B_0 + 0,08C_t/C_0 + 0,01E_t/E_0 + 0,02F_t/F_0 + 0,03L_t/L_0 + 0,08M_t/M_0 + 0,04P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,06R_t/R_0 + 0,10S_t/S_0 + 0,02T_t/T_0 + 0,02U_t/U_0 + 0,07V_t/V_0 + 0,41$$

FORMULA 821. Obras de edificación con alto componente de materiales metálicos e instalaciones.

Obras de edificación de oficinas.

$$K_t = 0,08A_t/A_0 + 0,01B_t/B_0 + 0,05C_t/C_0 + 0,01E_t/E_0 + 0,02F_t/F_0 + 0,01L_t/L_0 + 0,04M_t/M_0 + 0,03P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,03R_t/R_0 + 0,18S_t/S_0 + 0,08T_t/T_0 + 0,01U_t/U_0 + 0,02V_t/V_0 + 0,42$$

FORMULA 831. Obras de restauración de edificios.

$$K_t = 0,01B_t/B_0 + 0,05C_t/C_0 + 0,01E_t/E_0 + 0,03F_t/F_0 + 0,02L_t/L_0 + 0,02M_t/M_0 + 0,02P_t/P_0 + 0,01O_t/O_0 + 0,08R_t/R_0 + 0,11S_t/S_0 + 0,04T_t/T_0 + 0,01U_t/U_0 + 0,02V_t/V_0 + 0,57$$

Donde el significado de los símbolos es el siguiente:

Símbolo	Material
A	Aluminio.
B	Materiales bituminosos.
C	Cemento.
E	Energía.
F	Focos y luminarias.
L	Materiales cerámicos.
M	Madera.
O	Plantas.
P	Productos plásticos.
Q	Productos químicos.
R	Áridos y rocas.
S	Materiales siderúrgicos.
T	Materiales electrónicos.
U	Cobre.
V	Vidrio.
X	Materiales explosivos.

representando Símbolo<sub>t</sub> el precio actual y Símbolo<sub>0</sub> el precio en la fecha de contratación

### 12.3. Relación valorada

Cálculo del importe de la obra que se certifica estará compuesto por las siguientes partidas:

1. Unidades de obra ejecutadas, previstas en el proyecto, valoradas según los precios del cuadro de precios N<sup>o</sup> 1.
2. Unidades de obra ejecutadas, no previstas en el proyecto, valoradas según los precios contradictorios previamente acordados.
3. Partidas alzadas:
  - ✓ A justificar: mediante medición y precios unitarios
  - ✓ De abono íntegro: según el importe establecido en el proyecto.
4. Abonos a cuenta de materiales acopiados, instalaciones y equipos
5. Unidades defectuosas, pero admisibles, valoradas según los precios de ejecución material propuestos por el director de obra.

6. Unidades incompletas, valoradas según el cuadro de precios Nº 2.

Importe líquido = Relación valorada

- + % del RV correspondiente a gastos generales
- + % del RV correspondiente a beneficio industrial
- + IVA
- Descuentos
- Retenciones

#### 12.4. Certificación

Documento legal, mostrado en la Figura 4, por medio del cual el promotor presta su conformidad a una valoración parcial de la obra, tramitado por el director de obra.

D./Dña _____, _____			
D./Dña _____, _____ Director/a de la obra.			
CERTIFICO: que las obras realizadas por el Contratista, durante el periodo comprendido entre el _____ y _____, y que se justifican en la correspondiente RELACIÓN VALORADA, ofrecen el siguiente detalle:			
<b>SOBRE PRESUPUESTO</b>	<b>OBRAS EJECUTADAS EN EL PERÍODO</b>	<b>EJECUTADAS ANTERIORMENTE</b>	<b>PENDIENTES DE EJECUTAR</b>
De contrata			
De adjudicación			
<b>LIQUIDACIÓN IVA (Tipo impositivo _____ %)</b>	<b>BASE</b>	<b>IMPORTE I.V.A.</b>	<b>TOTAL CERTIFICACION</b>
Y para que así conste y sirva de abono al contratista, a cuenta, expido la presente certificación por un importe, IVA incluido, (en letra) de _____ EUROS.			
En _____, a _____			
CONFORME, EL/LA CONTRATISTA (Firma y sello)		EL/LA DIRECTOR/A DE LA OBRA	
Fdo: _____		Fdo: _____	
D.N.I. _____		DNI: _____	

Figura 4. Modelo de Certificación

### *12.5. Aprobación de la certificación*

La certificación la realiza la dirección Facultativa y la presenta al Contratista para su revisión y aprobación. Si se ha realizado la medición conjuntamente esta revisión suele ser rápida y sin dificultades.

### *12.6. Pago de la certificación*

La forma de pago ha debido quedar establecida en el contrato. El no pago junto con el retraso de las obras son las dos causas más frecuentes de conflicto entre cliente y contratista.

## **13. Fin de las obras de construcción**

Cuando se terminan las obras haya que realizar una serie de actividades muy semejantes a una vista de obras y a una certificación pero con ciertas particularidades pues coincide con la finalización de las obras.

Se realiza una visita de obra en la cual no puede quedar nada pendiente. Se revisa todo y se anotan, si hubiera, los desperfectos observados. Se prepara la Certificación final de la obra.

Si todos están de acuerdo se precede a la firma del acta de recepción provisional que implica:

- Fijar la fecha a partir de la cual cuenta el periodo de garantía.
- Establecer plazos de reparaciones e las partes de la obra no conformes.
- Devolver retenciones y avales si así se ha pactado.

## **3. CONTRATACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL MONTAJE DEL PROYECTO**

La gestión de la contratación forma parte de la gestión de compras, si bien por la naturaleza distinta de los bienes y servicios a adquirir, su tratamiento debe ser diferente.

En primer lugar, hay que recordar que la participación en la gestión de contratación de la Empresa de Ingeniería dependerá, a su vez, del tipo de contrato entre ésta y la propiedad.

Según actúe la Empresa de Ingeniería como suministradora de servicios o contratista general, su relación con las empresas de construcción y montaje será distinta.

El caso más frecuente es la actuación de la Empresa de Ingeniería sólo como suministradora de servicios y a su vez el más complejo, ya que en proceso interviene tanto ella como la propiedad.

La gestión de compras propiamente dicha, está encaminada a la adquisición de bienes, fundamentalmente equipos y maquinaria y buena parte de los materiales, mientras que la gestión de contratación va destinada a la construcción de las obras civiles necesarias, al montaje de los equipos y materiales y, en algunos casos, a la adquisición de instalaciones competas (unidades paquete) que incluyen sus propios equipos, materiales y montaje.

Se presentan así tres casos fundamentales y distintos, que en la práctica pueden complicarse mediante su combinación.

La gestión de compra de construcciones y montajes puede ser o no responsabilidad del grupo de compras, ya que en muchas organizaciones y por las características especiales de estos contratos, suele recaer bajo la responsabilidad de los ingenieros de proyecto, auxiliados por los departamentos técnicos correspondientes.

Hay que tener en cuenta que con el concepto actual de proyecto muchos de estos trabajos hay que iniciarlos sin tener finalizada la Ingeniería de Detalle, asumiendo una serie de posibles riesgos en aras de la rapidez. Estas actuaciones tienen que contar con el total apoyo de los departamentos técnicos correspondientes ya que ellos son los que poseen la mayor información y experiencia en cada caso.

Los tres posibles casos de contratación son un resumen de los distintos contratos que de cada uno de ellos se pueden ejecutar, ya que, con frecuencia, no hay un contrato único de construcción ni otro de montaje.

### 3.1. CONTRATACIÓN DE OBRAS CIVILES

De acuerdo con la secuencia temporal de los acontecimientos en el proyecto, las obras civiles constituyen el primer trabajo de campo y, por ello, las medidas para su contratación y comienzo en el plazo previsto serán el primer objetivo de esta gestión.

La primera decisión de la propiedad, asesorada por la Empresa de Ingeniería, es la utilización de un contratista general de obras civiles o la de varios contratistas especializados en cada uno de los temas.

La decisión no es fácil ni clara, dividir entre varios contratistas tiene la ventaja teórica de un menor coste frente al inconveniente de una multiplicidad de contratistas, con el consiguiente aumento de los trabajos de coordinación por parte de la Empresa de Ingeniería.

En el caso de optar por esta solución, se suele desglosar las obras civiles en los siguientes contratos:

- Movimiento de tierras.
- Infraestructuras y urbanismo.
- Hormigones.
- Estructuras metálicas.
- Albañilería y acabados.

La Ingeniería de Detalle de cada una de estas partes de la obra civil es desarrollada por los departamentos de infraestructuras, de arquitectura y construcción, y de estructuras y cimentaciones.

Antes de pedir ofertas a los respectivos contratistas, se establece la posible lista de los mismos, teniendo en cuenta no sólo las experiencias anteriores de los departamentos, sino también las recomendaciones de los ingenieros de proyecto y del grupo de compras en su caso.

La lista se somete a la atención de la propiedad, cuyos comentarios se incorporan, obteniéndose así la lista definitiva de posibles ofertantes.

Es conveniente comprobar la carga de trabajo de cada uno de ellos durante el periodo en que se les pretende utilizar, a fin de eliminar los que no merezcan total garantía en cuanto a su disponibilidad real.

La petición de oferta debe ir acompañada de todos los planos de las obras a ofertar, de los pliegos de condiciones o especificaciones correspondientes, en las que se establecen

las calidades de los materiales y de la ejecución, y de la medición de la obra a fin de establecer la cuantía de su volumen.

Especial importancia tendrá el incluir aquellas características específicas de la obra cuya existencia pueda tener incidencia directa en los cotes (horario de trabajo, turno, pausas por necesidades de otros contratistas, coordinación con terceros, etc.).

Las ofertas son analizadas y comparadas por el departamento correspondiente que, después de los contactos necesarios con los ofertantes y de aclarar posibles dudas, efectúa su reconocimiento de adjudicación, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

El ingeniero de proyecto o el propio director de proyecto estudian el informe y la recomendación, aclara con el departamento las dudas que puedan surgirle y efectúa la recomendación definitiva a la propiedad.

Conocida la decisión, se informa al adjudicatario a la vez que se comienza a estudiar el contrato, que será discutido entre el adjudicatario y la propiedad con la ayuda de la Empresa de Ingeniería.

La firma del contrato será de la propiedad, aunque en ocasiones puede firmar la Empresa de Ingeniería en nombre y representación de aquella.

Este aspecto de la contratación de obras civiles admite muchas variantes, desde una delegación total de la propiedad en la Empresa de Ingeniería hasta la intervención única de aquélla en el contrato.

En ocasiones y por razones de urgencia, no es posible realizar todo este proceso con el detalle que se ha expuesto. La urgencia en el plazo de construcción obliga a contratar sin tener terminada la Ingeniería de Detalle correspondiente.

En estos casos suele efectuarse una medición muy grosera de las principales unidades de obra, y a partir de esos datos se solicitan precios unitarios de los contratistas.

La decisión de adjudicación se efectúa sobre esa información y después, en el transcurso de la obra, se van negociando los precios de las nuevas unidades que vayan surgiendo.

Este procedimiento es poco recomendable, pues es prácticamente imposible predecir el coste final.

Si la obra civil es muy conocida y su coste no incide demasiado en el coste total, puede ser admisible siempre que verdaderamente resuelva un problema de plazos.

### ***El contrato de obras civiles***

La actividad de construcción, referida a inmuebles, ha sido configurada tradicionalmente en las normas de Derecho Civil y dentro de la figura general del contrato de arrendamiento.

Esto tiene justificación cuando el constructor se limita a incorporar mano de obra y técnica a unos materiales suministrados por la propiedad, aunque actualmente lo habitual es que sea el propio constructor el que provea esos materiales.

Las obligaciones contractuales pueden enunciarse como:

- El constructor (contratista) se obliga a entregar una obra conforme a unos planos y unas especificaciones (Ingeniería de Detalle del proyecto), dentro de un plazo determinado y con arreglo a un presupuesto aceptado.
- La propiedad tiene la obligación fundamental de pagar el precio convenido, y de poner una serie de medios o elementos a disposición del contratista par el cumplimiento de sus obligaciones.

La entrega de la obra se produce en la fecha de su recepción provisional, a la que sigue un periodo de garantía que expira en el momento de la recepción definitiva, habitualmente un año después de la provisional.

En este punto, la ley prevé una duración más larga, que en España es de diez años, lo que se conoce como garantía decenal y que afecta tanto al constructor como a los técnicos responsables del proyecto y de la dirección de obra.

Una característica típica de estos contratos es la presencia de la propiedad en la obra por medio de sus supervisores, residentes, etc., además de la exigencia legal de un director facultativo de la misma.

Por otra parte, un problema tradicional de estos contratos es el de las ampliaciones o modificaciones durante la obra y su imputación al responsable que las origina: propiedad, contratistas, empresas de ingeniería, subcontratistas, etc.

El tener un alcance claro del trabajo desde el comienzo permite definir las ampliaciones y modificaciones reales, así como los cambios de calidad. La valoración de estos cambios y las personas autorizadas para su aprobación, son puntos conflictivos que conviene definir exactamente en el manual de coordinación del proyecto.

El tipo de contrato también es importante: el contrato por administración facilita estos cambios, mientras que el de precio fijo exige mucha mayor definición de los trabajos y, en consecuencia, mayor claridad en el origen y responsabilidad de las posibles modificaciones.

En la Tabla 1 se resumen las principales características de esta contratación.

**Tabla 1. Características de la contratación de obras civiles**

<p>Objeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratación de obras civiles y de construcción, directamente o en nombre y representación de la propiedad.</li> </ul> <p>Áreas a las que se aplica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimiento de tierras.</li> <li>• Infraestructuras y urbanización.</li> <li>• Hormigones.</li> <li>• Estructuras metálicas.</li> <li>• Albañilería y acabados.</li> </ul> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de lista de posibles contratistas.</li> <li>• Comprobación de su posible carga de trabajo.</li> <li>• Petición de ofertas: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Planos.</li> <li>○ Especificaciones.</li> <li>○ Mediciones.</li> <li>○ Características específicas que pueden influir en el coste.</li> </ul> </li> <li>• Análisis, comparación y recomendaciones.</li> <li>• Adjudicación y contratación.</li> </ul> <p>Características del contrato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega de la obra.</li> <li>• Responsabilidades.</li> <li>• Garantías y penalidades.</li> <li>• Ampliaciones y modificaciones.</li> </ul>
---

### 3.2. CONTRATACIÓN DE MONTAJES

En el orden cronológico, a continuación de la construcción de obras civiles y muchas veces en paralelo, comienzan los trabajos de montaje.

Los trabajos de montaje se desglosan según las distintas especialidades que han de intervenir dentro del tipo de proyecto que se está ejecutando.

Así como en obras civiles es frecuente la figura de un contratista general civil, en montajes, lo más habitual es que cada especialidad sea objeto de un contrato separado.

Las principales especialidades de montaje y a la vez más habituales son:

- Montaje mecánico.
- Montaje de tuberías.
- Montaje eléctrico.
- Montaje de aislamiento y calorifugado.
- Montaje de instrumentos.

Todas estas especialidades están presentes en la ejecución de cualquier proyecto industrial, si bien la importancia de cada una de ellas varía con el tipo de proyecto en cuestión.

Así, en las plantas de proceso el montaje de tuberías e instrumentos es muy importante, mientras que en los proyectos de pasta y papel o siderurgia, el mayor volumen lo representa el montaje mecánico de los equipos y máquinas.

Las plantas metal-mecánica tienen un montaje mecánico de volumen importante pero simple, aumentando la complejidad en las instalaciones generales tanto eléctricas como mecánicas.

La documentación a incluir en la petición de ofertas incluye tanto los planos de cada especialidad como la propia especificación de su montaje.

En este punto hay que insistir que el alcance de la Ingeniería de Detalle no es el mismo para todas las especialidades y todos los tipos de proyecto.

Los planos de tuberías son extremadamente complejos y detallados en plantas de proceso, pero meramente indicativos en proyectos de plantas metal-mecánicas donde hay abundancia de tuberías, pero de diámetros muy pequeños muy pequeños que no justifican un trabajo muy detallado para reflejarlas en planos.

No es fácil establecer una separación clara entre planos de Ingeniería de Detalle y planos de montaje, aunque teóricamente se establezca que éstos son simples esquemas que facilitan la interpretación de los planos principales.

El sistema de petición de ofertas y la obtención de listas de proveedores sigue la misma normativa enunciada para los contratistas de obras civiles.

El análisis y comparación suele ser realizado por los departamentos responsables de cada especialidad, con la ayuda de los ingenieros de proyecto.

El proceso de decisiones se repite hasta la obtención de la adjudicación por parte de la propiedad, seguido de la negociación y firma de los contratos.

#### ***El contrato de montaje***

El contrato de montaje, como el de ingeniería, es un contrato de servicios en el que además existe una obligación de resultado.

El grado de responsabilidad del montador depende de su participación en la concepción, especificación y definición del plan de montaje.

Si los requerimientos de la empresa son tan específicos y concretos que el montador es un mero elemento a su servicio, que únicamente aporta su trabajo material al montaje en curso, cuya poca responsabilidad es le puede exigir en los errores o accidentes causados durante la ejecución.

Como caso límite, el montador sólo sería responsable de suministrar personal suficientemente adecuado para ejecutar los trabajos en la forma y manera que la Empresa de Ingeniería exige.

Este planteamiento no es el habitual, ya que la Empresa de Ingeniería suele presentar unas ideas generales sobre cada montaje, dejando al buen criterio y profesional del montador, su desarrollo y planificación detallada.

En estas condiciones la responsabilidad de la empresa de montaje en los resultados obtenidos será máxima.

Las principales garantías y responsabilidades a cargo del montador serán:

1. En caso de defectos de montaje estará obligado a repetir el trabajo defectuoso, sin cargo adicional para la propiedad.
2. En caso de retraso con respecto al plazo de ejecución y siempre que los retrasos le sean imputables, soportarán una penalidad previamente establecida.

El contrato montaje, como todo contrato que implica manipulación de maquinaria, equipos, etc., en campo, implica una serie de riesgos para terceros, tanto materiales (daño a maquinarias, instalaciones, propiedad de terceros, etc.) como personales.

La cobertura real de estos riesgos está en la suscripción de pólizas adecuadas con las compañías de seguros y aquí todas las soluciones son posibles y negociables.

Los contratos de seguros implican una serie de aspectos que es preciso establecer con claridad como son:

- Quién contrata el seguro.
- Qué clase de seguro se contrata.
- Con qué extensión.
- Quién soporta las franquicias.
- Quién responde por encima del límite de cobertura de la póliza.

La solución más eficaz es el seguro de responsabilidad civil cruzada, en el que tanto la propiedad como todos los contratistas aparecen como asegurados directos y principales.

La Tabla 2 resume las particularidades más significativas de este tipo de contratos.

### **3.3. CONTRATOS DE SUMINISTRO Y MONTAJE: “UNIDADES PAQUETE”**

Este tipo de contratos mixtos de suministro y montaje son muy típicos de determinadas instalaciones.

Así, en edificación, todas las instalaciones de fontanería, electricidad, calefacción, aire acondicionado, etc. suelen ejecutarse mediante este tipo de contratos.

**Tabla 2. Características de la contratación de montajes**

<p>Objeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratación del montaje de equipos y materiales suministrados.</li> </ul> <p>Especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje mecánico.</li> <li>• Montaje de tuberías.</li> <li>• Montaje eléctrico.</li> <li>• Montaje de aislamientos y calorifugado.</li> <li>• Montaje de instrumentos.</li> </ul> <p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de lista de posibles contratistas.</li> <li>• Comprobación de su carga de trabajo.</li> <li>• Petición de ofertas: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Planos.</li> <li>○ Especificaciones.</li> <li>○ Mediciones.</li> <li>○ Características específicas que pueden influir en el coste.</li> </ul> </li> <li>• Análisis, comparación y recomendaciones.</li> <li>• Adjudicación y contratación.</li> </ul> <p>Características del contrato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finalización del montaje.</li> <li>• Responsabilidades sobre defectos.</li> <li>• Garantías y penalidades respecto a plazos de ejecución.</li> <li>• Seguros.</li> </ul>
--

En los proyectos industriales y cuando se trata de instalaciones generales en edificios, sean de producción, sean de servicios auxiliares o sociales, se sigue el mismo procedimiento.

En cualquier proyecto industrial hay una serie de instalaciones que, por razones de seguridad, complejidad o tradición se compran habitualmente como un conjunto integrado, como una “unidad paquete”, con responsabilidad completa por parte de su suministrador.

Ejemplos típicos pueden ser:

- Las instalaciones de tratamiento de agua para suministro de calderas.
- Las instalaciones convencionales de tratamiento de agua residuales.
- Los sistemas de enfriamiento de agua.
- Las instalaciones de vapor.
- Las instalaciones de manipulación de sólidos.
- Las instalaciones de pintura, galvanizado, etc.

Y en general cualquier unidad cuya valoración y rendimiento esté no tanto en unos equipos aislados, como en un conjunto integrado con unas características de rendimiento garantizadas, que es lo que caracteriza las “unidades paquete”.

Las “unidades paquete” hay que definir las al comienzo del proyecto y es labor del ingeniero de proyecto decidir cuáles van a ser las instalaciones que reciban este tratamiento.

Las “unidades paquete” han de ser objeto de una especificación técnica general, que es la que se utiliza para la petición de ofertas. Los planos, en estos casos, se limitarán a fijar su situación aproximada en el plano de implantación y los puntos donde se efectuarán las conexiones.

Las alimentaciones a las propias “unidades paquetes” no podrán definirse exactamente hasta tener los planos de detalle de dichas unidades; esto afecta también a la ingeniería civil y, en muchas ocasiones, los planos del suministrador de la unidad se incorporan, en la parte civil, a los generales de Ingeniería de Detalle a fin de que puedan construirse dentro del plan general.

Sin embargo, a partir de la ingeniería civil, hecha de acuerdo con sus instrucciones, el montaje de toda la “unidad” es responsabilidad de su suministrador.

El aumentar el número de estas “unidades” en un proyecto facilita la tarea de coordinación de la Empresa de Ingeniería, ya que ésta apenas tiene que ocuparse de las interioridades de las unidades que se compran, pero sí de establecer una especificación global de consumos, producción y rendimientos.

La labor de la Empresa de Ingeniería en relación con las “unidades paquete” es la coordinación con el resto del equipo, y una supervisión general del suministro y montaje de la unidad.

#### ***El contrato de unidades paquetes***

Las contrataciones de “unidades paquete” disfrutan de la doble característica de los contratos de suministro y montaje.

El objeto del contrato no es la adjudicación de determinados bienes y servicios, sino el de una instalación funcionando con unos consumos y rendimientos garantizados.

A estos efectos las “unidades paquete” pueden y deben considerarse como contratos de responsabilidad total o “llave en mano”, en los que el contratista y la propiedad asumen a la vez distintas figuras contractuales que se mezclan y entrelazan: contratación de suministros, arrendamiento de servicios, etc.

Cada etapa del contrato, desde el punto de vista jurídico, está regida por distintos condicionantes, aunque esto no sea relevante desde el punto de vista práctico.

El problema de garantías y responsabilidades se resuelve mediante su evaluación separada, con unos máximos totales que constituyen el verdadero riesgo económico del suministrador.

Otro aspecto importante en estos casos es el problema de la transferencia de propiedad, que se suele situar cuando la instalación está funcionalmente completa y lista para operar, con independencia de otros criterios.

La Tabla 3 recoge las principales características de esos contratos.

## **4. SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL MONTAJE**

Las principales actividades propias de la supervisión en campos son las que se resumen en la Tabla 4 dentro de sus tres funciones básicas:

- Organización y coordinación
- Técnicas
- Administración

**Tabla 3. Características de los contratos de suministro y montaje: “unidades paquete”**

<p>Objeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratos mixtos de suministro y montaje con responsabilidad total.</li> </ul> <p>Algunas unidades paquete típicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de agua de calderas.</li> <li>• Tratamiento de aguas residuales.</li> <li>• Sistemas de refrigeración.</li> <li>• Instalaciones de vapor.</li> <li>• Manipulación de sólidos.</li> <li>• Cabina de pintura, galvanización, etc.</li> </ul> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay que definir las al comienzo del proyecto.</li> <li>• Especificaciones en cuanto a consumo, producción y rendimientos.</li> <li>• Tratarlas como si fuesen un equipo único y con un único responsable.</li> </ul> <p>El contrato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un contrato “llave en mano”, lo que supone varios tipos de contrato a la vez.</li> <li>• Responsabilidad global en cuanto a producción y consumos.</li> <li>• Garantías y responsabilidad. Parciales y total.</li> <li>• Tránsito de propiedad: unidad lista para funcionar.</li> </ul>
---

**Tabla 4. Principales funciones y actividades de la supervisión de campo**

<p>1. Organización y coordinación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización de la obra.</li> <li>• Coordinación con la propiedad (ingeniero residente).</li> <li>• Coordinación con la oficina principal de la Empresa de Ingeniería.</li> <li>• Elaboración de los informes de progreso de la obra.</li> </ul> <p>2. Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de la obra.</li> <li>• Vigilancia de medios y métodos (construcción y montaje).</li> <li>• Control de calidad.</li> <li>• Compras locales.</li> <li>• Cumplimiento de la Ingeniería de Detalle.</li> <li>• Propuesta de modificaciones a la Ingeniería de Detalle.</li> <li>• Propuestas de precios contradictorios.</li> </ul> <p>3. Administración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de mediciones.</li> <li>• Control de certificaciones.</li> <li>• Control de plazos (programación).</li> <li>• Recepción y almacenamiento de equipos materiales.</li> <li>• Administración de la obra.</li> </ul>
---

## 4.1. CONDICIONES DE FINALIZACIÓN DE OBRA: TERMINACIÓN MECÁNICA

La última actividad en el tiempo, que finaliza teóricamente la etapa de montaje de una instalación industrial, es lo que se ha dado en llamar terminación mecánica.

La terminación mecánica supone el final de todas las actividades de construcción y montaje y el reconocimiento, por parte de todos los interesados, de que la instalación está lista para iniciar las pruebas.

Es muy difícil definir exactamente el momento en que se coloca el último tornillo finalizando así el montaje, para ello se fijan una serie de condiciones y, una vez cumplidas, se acepta la terminación mecánica de la instalación.

En instalaciones industriales y especialmente en las de procesos, entre estas condiciones suele figurar las que se indican en la Tabla 5.

**Tabla 5. Condiciones que pueden definir la terminación mecánica**

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han limpiado y lavado todos los sistemas de tuberías.</li> <li>• Se han probado con aire y con agua, a la debida presión, todos los circuitos (pruebas hidráulicas y neumáticas).</li> <li>• Se han engrasado y ajustado todos los equipos mecánicos.</li> <li>• Se han arrancado todos los motores y comprobado su sentido de giro.</li> <li>• Se han alineado y girado todos los equipos rotatorios.</li> <li>• Se han calibrado los instrumentos.</li> <li>• Se dispone de los servicios auxiliares necesarios en todos los puntos de conexión.</li> </ul> |
|---|

Sin embargo, todas las condiciones, si se analizan con detalle, tampoco garantizan que la instalación esté totalmente terminada.

Trabajos como los de aislamiento, pintura, pavimentación de determinadas zonas, edificios de servicios generales, etc., pueden no estar completados todavía.

Otro aspecto importante a destacar es que cuando se trata de grandes instalaciones industriales no es posible, necesario, ni recomendable terminar todos los trabajos a la vez.

Lo usual es programar la finalización de las distintas áreas y unidades de la instalación, de tal forma que se pueda efectuar la terminación mecánica por fases y que cada fase pueda estar puesta en marcha antes de iniciar la siguiente.

Por ello es importante programar el orden en que habrán de terminarse las distintas áreas y sus fechas, a fin de minimizar el tamaño del equipo de puesta en marcha.

Lógicamente los servicios auxiliares, necesarios para el funcionamiento de las áreas de producción, es lo primero que hay que finalizar y dentro de ello también existe un cierto orden cronológico:

- Sistema de suministro de energía eléctrica.
- Tratamiento de aguas.
- Agua de refrigeración.
- Sistema de protección contra incendios.
- Calderas de vapor y sistema de distribución.

La terminación de las unidades de producción es escalonada teniendo en cuenta las necesidades de materias primas y almacenamiento, de tal forma que se comienza por aquellas cuyos productos finales son materias prima para el funcionamiento de unidades posteriores.

## 4.2. ACEPTACIÓN MECÁNICA

Una vez cumplidas todas las condiciones anteriores, la instalación se puede considerar mecánicamente terminada y la propiedad puede firmar la aceptación mecánica, equivalente a la recepción provisional de las obras civiles clásicas.

La aceptación mecánica o recepción provisional es importante desde el punto de vista legal ya que puede producir varias y distintas consecuencias:

- Finalizar el periodo de construcción y montaje, a efectos del cumplimiento de plazos por este concepto y de la aplicación de posibles penalidades por retrasos.
- Constituye el punto de partida para establecer los plazos de garantía mecánica de los equipos, que suele fijarse en doce meses a partir de este momento, o en dieciocho meses a partir de la entrega inicial.
- En contratos “llave en mano”, suele producirse en este momento la transferencia de propiedad de la instalación, que hasta entonces era propiedad legal del contratista,
- Empieza a contar el plazo de garantía por otros conceptos hasta llegar a la recepción definitiva.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. De Cos Castillo, M. “Teoría General del Proyecto. Ingeniería de Proyectos/Project Engineering”. Ed. Síntesis 1995.
- [2]. Gómez-Senent Martínez E. “Las fases del Proyecto y su metodología”. Ed. S. P. UPV. 1992.
- [3]. Gómez-Senent Martínez E., González Cruz, M. C., Sánchez Romero M. A. “Cuadernos de Ingeniería de Proyectos II: Del Diseño de Detalle a la Realización”. Ed. S. P. UPV. 1997.



