

## ÍNDICE

<i>Tema 1. INTRODUCCIÓN A LOS PROYECTOS</i> .....	11
1.1. Definiciones de proyecto .....	13
1.2. Los proyectos industriales .....	14
1.3. Tipos de proyectos industriales .....	14
1.4. Características de los proyectos industriales .....	15
1.5. Diferencias entre proyectos y actividades de operación .....	16
1.6. Normativa y asociaciones .....	17
<i>Tema 2. ELEMENTOS, DOCUMENTOS Y FASES DE LOS PROYECTOS</i> .....	21
2.1. Desarrollo tradicional de proyectos .....	23
2.2. Documentos básicos del proyecto .....	27
2.3. Documentación con entidad propia: estudios de seguridad e impacto ambiental .....	31
2.4. Ciclo de vida del proyecto .....	39
2.5. Interrelaciones en el desarrollo del proyecto .....	41
2.6. Fases de los proyectos .....	41
<i>Tema 3. LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO</i> .....	45
3.1. Organización de empresas de proyectos .....	47
3.2. El director del proyecto .....	50
3.3. Manual de coordinación .....	51
3.4. Orientaciones para una correcta gestión .....	54
<i>Tema 4. FASE DE INICIO: EL CLIENTE Y LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO</i> .....	55
4.1. Tipos de proyectos: Externos e internos .....	57
4.2. Detección de oportunidades .....	57
4.3. El cliente .....	60
4.4. Objetivos del proyecto .....	62

<b>Tema 5. FASE DE INICIO: ESTUDIOS DE VIABILIDAD</b> .....	65
5.1. Objetivos de los estudios de viabilidad .....	67
5.2. Viabilidad técnica y medioambiental .....	68
5.3. Viabilidad económica: presupuestos de costes y beneficio ...	70
5.4. Viabilidad financiera .....	76
5.5. Análisis de rentabilidad .....	78
5.6. Preparación de la oferta .....	82
<b>Tema 6. FASE DE PLANIFICACIÓN</b> .....	85
6.1. Revisión de la oferta y planeación del trabajo .....	87
6.2. Planificación temporal del proyecto: actividades y relaciones de dependencia .....	88
6.3. Programación clásica: Diagrama de Gantt. Construcción, ventajas y limitaciones .....	91
6.4. Evolución de los métodos basados en grafos .....	94
6.5. Método CPM-PERT de programación .....	95
6.5.1. Construcción de redes .....	103
6.5.2. Criterios adicionales de orientación de las actividades ficticias .....	108
6.5.3. Redes AOA y redes AON .....	124
6.6. Algoritmo PERT con probabilidad .....	131
6.7. Optimización de tiempos, costes y recursos: curva coste- tiempo y diagramas de Gantt para tiempos y recursos .....	136
6.8. Software para planificación y programación de proyectos ..	139
<b>Tema 7. FASE DE REALIZACIÓN</b> .....	141
7.1. El director del proyecto y la toma de decisiones .....	143
7.2. Gestión de compras y contratación .....	145
7.3. Supervisión de construcción y montaje .....	150
7.4. Puesta en servicio del proyecto .....	151
<b>Tema 8. FASE DE CONTROL</b> .....	153
8.1. Procedimientos de control .....	155
8.2. Control de plazos .....	157
8.3. Control de costos .....	160
8.4. Control de calidad .....	161
8.5. Gestión de los cambios .....	162

8.6. Gestión de la documentación .....	166
8.7. Aspectos humanos y culturales .....	177
<i>Tema 9. FASE DE CIERRE</i> .....	179
9.1. Objetivos del cierre .....	181
9.2. Aceptación del proyecto .....	181
9.3. Informe de cierre del proyecto .....	183
9.4. Evaluación de los resultados del proyecto .....	186
<i>Tema 10. LEGISLACIÓN Y TRAMITACIÓN LEGAL</i> .....	191
10.1. Documentación administrativa .....	193
10.2. Atribuciones profesionales en ingeniería industrial .....	194
10.3. Tipos de licencias administrativas .....	198
10.4. Colegios profesionales .....	200
10.5. Ayuntamientos .....	202
10.6. Licencia de obra .....	204
10.7. Licencia de actividades e instalaciones .....	207
10.8. Licencia de primera ocupación y funcionamiento .....	208
10.9. Registros industriales de la comunidad autónoma .....	210
10.10. Legislación y proyecto industrial .....	215
<i>Bibliografía</i> .....	217

TEMA 2  
ELEMENTOS, DOCUMENTOS Y FASES  
DE LOS PROYECTOS

## 2.1. DESARROLLO TRADICIONAL DE PROYECTOS

El anteproyecto constituye la primera etapa del desarrollo y ejecución del proyecto en la concepción tradicional. No en todos los proyectos existirá esta fase previa. El anteproyecto estudia globalmente el objeto del proyecto pero con menor profundidad, siendo sus documentos de menor alcance. De este modo recoge en una memoria los planteamientos generales y justifica las soluciones globales adoptadas para los distintos problemas implicados en el proyecto. Con este fin incluye planos a gran escala que muestran la solución general elegida. Adicionalmente incorpora una primera aproximación de los costos implicados en el presupuesto, aunque sin gran precisión ni detalle.

La norma UNE 157001:2002 de criterios generales para la elaboración de proyectos da la siguiente definición de anteproyecto o proyecto básico:

*Conjunto de documentos, en soporte físico, lógico o cualquier otro, que define las características generales de un producto, obra, edificio, instalación y servicio, sin entrar en el detalle de las características de cada uno de los elementos de que se compone.*

UNE 157001:2014 Criterios generales para la elaboración formal  
de los documentos que constituyen un proyecto técnico  
Definición de anteproyecto o proyecto básico

En definitiva, antes de la definición detallada del proyecto habrá trabajos previos que ayuden y den soporte a la toma de decisiones posterior. En proyectos que impliquen obras de edificación, el Código Técnico de la Edificación indica como fases del proyecto las siguientes: estudios previos, anteproyecto, proyecto básico, proyecto de ejecución, dirección de obra y liquidación y recepción. De este modo, las cuatro primeras etapas

suponen una evolución desde una solución inicial hasta la solución final. Cada fase incluye prácticamente a la anterior añadiendo información y detalle a la respuesta dada al problema.

Una vez aprobado el anteproyecto se pasa a la fase del proyecto. La norma UNE 157001:2002 establece los documentos básicos que deben integrar un proyecto. Además, en dicha norma se expone que podrán incorporarse «estudios con entidad propia» especialmente elaborados para cumplir con determinadas exigencias legales. En su versión más reciente, la norma UNE 157001:2014 modifica levemente los documentos a incluir en el proyecto, en especial en lo relativo a la incorporación a la estructura documental del proyecto de los estudios especiales que la naturaleza del proyecto pueda requerir. La Figura 2.1 resume gráficamente lo indicado en ambas versiones de la norma y sus diferencias.

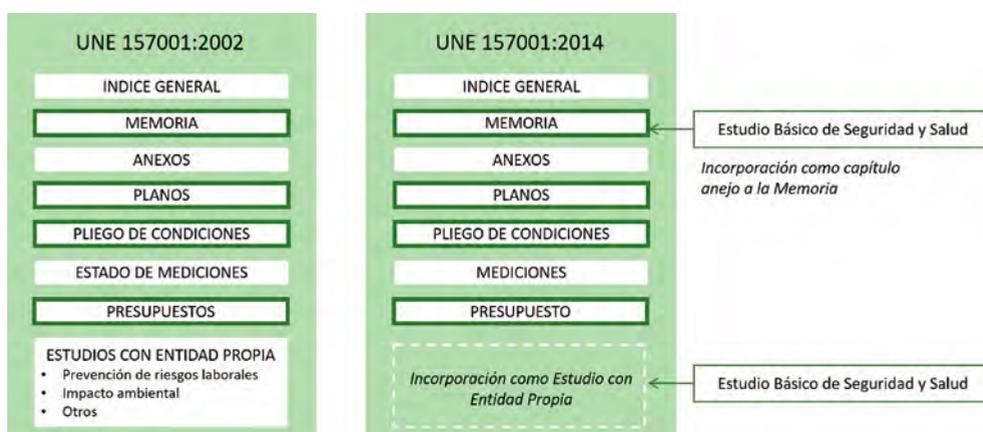


Figura 2.1. Documentos básicos del proyecto según la norma UNE 157001.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y la práctica habitual en la tramitación legal de proyectos de ingeniería industrial, los documentos básicos que debe incluir un proyecto técnico son los siguientes: Memoria, Pliego de Condiciones, Planos y Mediciones y Presupuesto, resaltados en la Figura 2.1 respecto al resto de documentos. Junto a estos documentos podrán incluirse otros que permitan justificar que el proyecto cumple alguna normativa específica. Por ejemplo, cuando el proyecto requiera la ejecución de obras e instalaciones deberá incluirse adicionalmente un

Estudio de Seguridad y Salud. Asimismo, si existe una alteración importante del entorno (ruidos, humos, vertidos, etc.), se incluirá también un Estudio de Impacto Ambiental como un documento básico diferenciado.

Los documentos anteriormente indicados podrán estar agrupados en distintos volúmenes o en uno sólo y, dependiendo del tipo de Proyecto, será o no necesario incluir la totalidad de los mismos. En todo caso, en la portada de cada uno de los volúmenes y en la primera página de cada uno de los documentos básicos constará el número del volumen, título del proyecto, tipo de documento unitario (Memoria, Planos, Pliego de Condiciones, etc.) e identificación del ingeniero autor del proyecto (nombre, titulación, número de colegiado, etc.) y del cliente que lo solicita.

Deberá incluirse un índice en cada documento. Asimismo, cada una de las páginas de los documentos básicos y cada uno de los planos contendrá la siguiente información: número de página o de plano, título del proyecto (en su caso, también se indicará número o código de identificación del proyecto), título del documento básico a que pertenece, número o código de identificación del documento y número de edición y, en su caso, fecha de aprobación.

Los documentos deben tener una presentación cuidadosa, limpia y ordenada. Estarán estructurados en forma de capítulos y apartados (por ejemplo, siguiendo las directrices de la Norma UNE 50132). El proyecto deberá estar redactado de forma que permita una clara interpretación por otros técnicos. Para ello, se recomienda utilizar un lenguaje claro, preciso y sin ambigüedad que permita definir con rigor los planteamientos técnicos expuestos. El uso del tiempo futuro en el proyecto indicará requisitos obligatorios mientras que las sugerencias o propuestas no obligatorias se expresarán mediante la utilización del tiempo condicional o subjuntivo.

De todos los documentos que integran el proyecto únicamente dos no tienen carácter vinculante o contractual: Memoria y Mediciones y Presupuesto. Asimismo, en la Memoria se podrá indicar el orden de prioridad de los documentos (en caso de duda o contradicción entre ellos). Si no se indica nada en este sentido, es habitual considerar el documento Planos como referencia principal del proyecto.

Una vez firmado el proyecto por el ingeniero autor del mismo puede decirse que, desde la concepción clásica, el proyecto ha terminado. A partir de este momento se iniciará la fase de ejecución, que podrá ser dirigido por el ingeniero autor o por otro colegiado distinto. Esta ruptura del proceso de desarrollo del proyecto crea múltiples problemas pues se está efectuando una clara división entre dos etapas de un mismo trabajo. Estas dificultades se agravan cuando el proyecto es de cierta envergadura, existiendo numerosas fases solapadas y con numerosas interrelaciones, lo que obliga a una concepción integral y coordinada de toda la obra.

Desde el momento en que se inician los trabajos, el Director Facultativo se convierte legalmente en el principal responsable de ésta y actúa como árbitro entre la Propiedad (que encarga el proyecto) y el Contratista (que efectúa la construcción). La Dirección Facultativa se realiza a pie de obra, bien de forma permanente o bien periódicamente, según el desarrollo del trabajo.

Aunque es habitual que la propiedad encargue el proyecto y actúe por tanto como cliente, en algunos proyectos puede darse una situación en la que propiedad y promotor no coincidan. En esos casos cabría hablar de cuatro agentes en lugar de tres, quedando la propiedad y el promotor vinculados bajo una figura común de clientes. La Figura 2.2 muestra los esquemáticamente los agentes implicados en la obra.

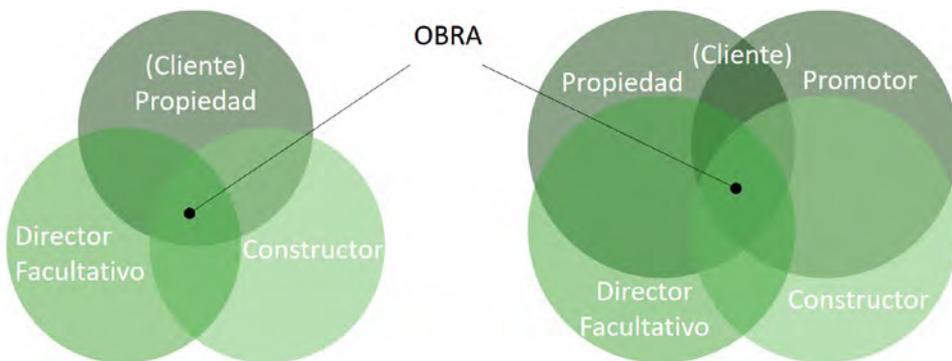


Figura 2.2. Agentes de la obra.

Entre las funciones que corresponden al Director Facultativo cabe destacar la dirección técnica, aprobar cualquier modificación al proyec-

to, certificar los trabajos efectuados y firmar el Acta de recepción provisional y definitiva de la obra. En resumen, puede decirse que es responsable de que los trabajos se ejecuten de acuerdo a lo establecido en el proyecto, incluyendo las modificaciones aprobadas por la dirección. Además, debe garantizar el buen estado de las obras durante la fase de construcción, evitando cualquier actuación del contratista que pueda resultar perjudicial para la parte de la obra ya efectuada. En el campo penal es preciso señalar que el Director Facultativo es directamente responsable de cualquier accidente que, debido a su falta de previsión, pudiera ocurrir durante la ejecución de los trabajos.

Como conclusión se puede inferir que, desde el punto de vista tradicional, tanto la realización del proyecto como su ejecución, constituyen un proceso rígidamente secuencial; es decir, no es posible iniciar una nueva etapa hasta que no haya concluido completamente la anterior. Además, entre las actividades relativas al desarrollo y ejecución de la obra no aparecen las de control de plazos ni de costes. Estas tareas de planificación, administración y control resultan imprescindibles para una adecuada ejecución del proyecto.

## 2.2. DOCUMENTOS BÁSICOS DEL PROYECTO

Los documentos básicos que debe incluir un proyecto técnico son los siguientes: Memoria, Pliego de Condiciones, Planos y Presupuesto. En los apartados siguientes se describen las características generales e implicaciones más importantes de cada uno de ellos:

**a. Memoria.** Describe con extensión los objetivos del proyecto y expone y justifica, tanto técnica como económicamente, las soluciones adoptadas. En este documento también se incluyen los cálculos de todos los componentes del proyecto en cada una de las especialidades involucradas. Normalmente suele incluir una orientación sobre la extensión temporal de las actividades necesarias para la ejecución del proyecto.

A continuación y con objeto de ilustrar el contenido y organización de este documento, se muestra un índice con los principales aspectos que deben incluirse:

- Descripción del proyecto (objeto, situación, descripción general, problemática planteada, soluciones factibles, etc.).
- Relación de normas y reglamentos utilizados de carácter general que son de aplicación al proyecto.
- Criterios de cálculo (aspectos generales, justificación de los cálculos, etc.).
- Características de las obras que deben realizarse (obra civil, ingeniería eléctrica, mecánica, etc. y estimaciones sobre la extensión temporal).
- Anexo que muestre los cálculos efectuados (hipótesis de partida, criterios y procedimientos de cálculo), catálogos de interés, listados de resultados de programas informáticos, etc.

**b. Pliego de condiciones.** Desde el punto de vista contractual es un documento de gran trascendencia. En el pliego de condiciones se establece las condiciones, los equipos y materiales y la forma en que deben efectuarse los trabajos. Normalmente este documento incluye los siguientes contenidos:

- Condiciones generales, legales y administrativas, relativas a los principales aspectos del proyecto.
- Condiciones de materiales y equipos. Se hará referencia a las especificaciones de todas las instalaciones, equipos y materiales así como las normas y reglamentos correspondientes (UNE, CTE, etc.).
- Condiciones de ejecución de las obras civiles y el montaje de las instalaciones y equipos eléctricos, mecánicos, etc.
- Instrucciones para efectuar la medición y abono de las obras así como una referencia, en su caso, para una posible revisión de precios.

En todo caso, la redacción del pliego de condiciones debe ser tan estricta como sea necesario para garantizar el adecuado funcionamiento de la instalación proyectada, acorde a las necesidades de la obra y de la propiedad así como con los medios para su ejecución.

- c. Planos.** Constituyen el documento más utilizado del proyecto. Deben incluir toda la información necesaria para ejecutar la obra objeto del proyecto. Su realización debe atender, tanto en sus formatos como en sus contenidos, a las normas UNE de dibujo técnico.
- d. Mediciones y presupuesto.** En este caso se trata de un documento meramente orientativo, sin valor contractual, para dar una idea del costo global del proyecto e incluye las partidas correspondientes a los estudios de Ingeniería, los equipos y materiales (transformador, conductores, instrumentos, interruptores, fusibles, etc.), los costes de construcción y montaje y los correspondientes a las pruebas y puesta en marcha de la instalación.

El documento correspondiente al presupuesto consta de los siguientes apartados:

- Mediciones. En esta sección, clasificada en diferentes capítulos (según áreas de ejecución del proyecto), se cuantifican las necesidades de las diferentes tareas (unidades de obra) que deben efectuarse así como la cantidad de material requerido. Se distingue entre medidas parciales de cada tipo de operación y medidas globales para el conjunto de operaciones que constituyen la actividad correspondiente. Por ejemplo, en el caso de un proyecto de electrificación para una urbanización de viviendas unifamiliares, las mediciones se agrupan en los siguientes epígrafes: canalizaciones y obra civil; red de baja tensión para el alumbrado viario y distribución de las viviendas; materiales y montaje eléctrico del centro de transformación y obras auxiliares, pruebas y puesta en servicio. Para cada una de las tareas o materiales se indicará el número de elementos iguales en el proyecto, sus dimensiones (longitud, ancho y altura) y el volumen. En el caso de piezas sueltas solo se anotará el número necesario; si se trata de cables se indicará la longitud total y en el caso de actividades diversas agrupadas (por ejemplo, materiales y montaje eléctrico en el centro de transformación o la construcción de caseta subterránea para dicho centro según modelo normalizado) se anota sólo el número de ellas.
- Cuadro de precios. Una vez fijadas las cantidades necesarias de cada unidad de obra es preciso determinar el precio correspondiente a cada una. En la sección Cuadro de Precios se anotan los

costes totales de cada unidad de obra (precios unitarios) y los precios pormenorizados de cada una de las partidas que constituyen el precio unitario (materiales, mano de obra, medios auxiliares, etc.).

Este precio incluirá los costos de mano de obra, maquinaria y materiales empleados y costos indirectos relativos a la tarea efectuada (se calculan como un tanto por ciento de los costes directos). Por ejemplo, para una actividad que consiste en el refuerzo de la canalización de calzada mediante tubo de hormigón vibropresado de 20 cm de diámetro, los componentes y el cálculo por metro lineal de esta unidad de obra se muestran en la Tabla 2.1.

- Presupuesto de Ejecución Material. Se obtiene multiplicando las mediciones totales por sus precios unitarios. Se obtienen así los presupuestos parciales de ejecución (Tabla 2.2). La suma de todos los presupuestos parciales proporciona el Presupuesto de Ejecución Material del proyecto.

Sin embargo, el cliente debe abonar, además de los costes de ejecución material, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial del contratista (normalmente como un porcentaje del Presupuesto de Ejecución Material). Además, hay que tener en cuenta los costes de realización y dirección facultativa del proyecto, impuestos y tramitación legal.

**Tabla 2.1.** Cálculo del costo de unidades de obra

REFUERZO DE CANALIZACIÓN DE CALZADA			
Elemento	Unidades necesarias	Precio unidad	Total parcial
Peón	1,2 h	11 €/h	13,2 €
Excavadora	0,6 h	17,2 €/h	10,32 €
Compactador vibratorio	0,6 h	2,80 €/h	1,68 €
Tubo hormigón	1 m	8,50 €/m	8,50 €
Costes indirectos	6%		2,02 €
<b>Total partida</b>			<b>35,72 €/ml</b>

**Tabla 2.2.** Presupuesto de ejecución material

CAPÍTULO I: Canalizaciones y Obra Civil				
N.º	Descripción	Totales	Precio unidad	Importe
1.1	Excavación en zanja por medios mecánicos hasta 3 m de profundidad (m <sup>3</sup> )	351	18,2 €	6.388,20 €
1.2	Suministro, extendido y compactación de arena para asiento de tuberías en zanja (m <sup>3</sup> )	70,2	24,25 €	1.702,35 €
1.3	Relleno y compactación ...			

### 2.3. DOCUMENTACIÓN CON ENTIDAD PROPIA: ESTUDIOS DE SEGURIDAD E IMPACTO AMBIENTAL

Las Administraciones Públicas pueden requerir en determinados proyectos la inclusión de documentación adicional a los documentos básicos descritos anteriormente. Estos documentos constituyen los Estudios con Entidad Propia y tienen por objeto demostrar que el proyecto cumple las exigencias legales específicas establecidas por las administraciones.

Cada documento relativo a un Estudio con Entidad Propia incluirá un índice que referenciará cada uno de sus capítulos y apartados con el fin de facilitar su utilización. Su formato de presentación será similar a lo indicado para cada uno de los documentos básicos del proyecto (contenido de la portada, numeración, identificación del autor del documento y del cliente, etc.).

Los Estudios con Entidad Propia más habituales son los «Estudios de Seguridad», relativos a la prevención de riesgos laborales durante la ejecución del proyecto, y los de «Impacto Ambiental», con objeto de reducir o eliminar la alteración que sobre el medio ambiente pueda ocasionar la ejecución del proyecto y/o su funcionamiento una vez finalizado. Las características y contenidos más relevantes de ambos estudios son los siguientes:

- a. **Estudio de seguridad.** El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre (BOE del 25-10-97) establece, con objeto de incrementar la seguridad en la ejecución de las obras, la necesidad de incluir entre la documen-

tación para el visado del proyecto un Estudio de Seguridad y Salud o, en su caso, un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Según este decreto, el promotor estará obligado a que, en la fase de redacción del proyecto, se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los siguientes supuestos:

- Presupuesto de Ejecución por Contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.000 € aproximadamente).
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada (suma de días de trabajo del total de trabajadores de la obra) sea superior a 500.
- Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en los supuestos anteriores, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un «Estudio Básico de Seguridad y Salud».

En aplicación del «Estudio de Seguridad y Salud» o, en su caso, del «Estudio Básico», cada contratista elaborará un «Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo» en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en los estudios de seguridad.

El «Plan de Seguridad y Salud», instrumento básico de evaluación y prevención de riesgos, estará en la obra a disposición permanente de cuantos intervengan en el proyecto: dirección facultativa, representantes de los trabajadores, instituciones con responsabilidad en seguridad y prevención, etc.

Con el fin de controlar y efectuar un seguimiento del «Plan de Seguridad y Salud», existirá en cada centro de trabajo un «Libro de Incidencias» (facilitado por el Colegio Profesional o la Oficina de Supervisión de Proyectos en el caso de obras de las Administraciones Públicas) que recogerá todas las circunstancias, relativas a temas de seguridad y salud de los trabajadores, que puedan ocurrir durante la ejecu-

ción de la obra. Es obligado remitir, en el plazo de 24 horas, el original de la hoja en que se haya recogido una incidencia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

El Libro, que estará en poder del técnico responsable en seguridad, se mantendrá siempre en la obra y tendrán acceso al mismo todas las personas o entidades que intervengan en la obra o tengan responsabilidades en materias de seguridad y salud. Dicho técnico está facultado para paralizar los trabajos de ejecución si durante la realización de los trabajos se apreciara un incumplimiento de las medidas de seguridad que suponga un riesgo grave o inminente para la salud de los trabajadores. En este caso, además de anotarlo en el libro de incidencias, dará cuenta a los contratistas, a los representantes de los trabajadores y a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

El promotor deberá designar durante la fase de elaboración del proyecto un técnico encargado de la seguridad (coordinador en materia de seguridad y salud durante la fase de elaboración del proyecto) que se encargará de coordinar la aplicación de los principios generales de prevención en materias de seguridad y salud (Art. 15, Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales) durante la concepción, estudio y elaboración del proyecto. En particular, en relación a los siguientes aspectos:

- Decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases que se desarrollarán simultáneamente.
- Estimación de la duración requerida para la ejecución de los trabajos o fases de la obra.
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en las debidas condiciones de seguridad y salud los trabajos de ejecución del proyecto.

Asimismo, el promotor deberá designar un técnico competente (integrado en la dirección facultativa) encargado de la seguridad durante la ejecución del proyecto (Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución del proyecto). Deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad en la toma de decisiones relativas a la planificación de los trabajos y en la estimación de la duración de las fases del proyecto.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos aplican las medidas preventivas recogidas en el artículo 15 de la ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre (BOE 256, 25-9-97).
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista. Cuando no se precise coordinador, la dirección facultativa asumirá esta función.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales según el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control en la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Tomar las medidas necesarias para evitar el acceso a la obra de personas no autorizadas. Esta labor será asumida por la Dirección Facultativa cuando no exista coordinador.

El «Estudio de Seguridad y Salud» será elaborado bajo la dirección del «Coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto». El citado estudio deberá contener, al menos, los siguientes documentos:

- Memoria. Descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que vayan a utilizarse. Asimismo, se identificarán los riesgos laborales, distinguiendo entre evitables (indicando a tal efecto las medidas necesarias) y no evitables (especificando las medidas preventivas y protecciones que permitan reducir dichos riesgos y valorar su eficacia).
- Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas y reglamentos aplicables a las características de la obra, así como las especificaciones de los sistemas y equipos de prevención (máquinas, herramientas, útiles, etc.).
- Planos. Representación gráfica para una mejor definición y comprensión de las medidas preventivas expuestas en la memoria.

- Mediciones. Evaluación de las necesidades de unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido proyectados.
- Presupuesto que cuantifique el gasto previsto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

El «Estudio Básico de Seguridad y Salud» será elaborado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto. En este estudio se precisarán las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. En este fin, se identificarán los riesgos laborales, distinguiendo entre evitables (señalando las medidas preventivas) y no evitables (indicando las acciones que permitan reducir el riesgo).

Tanto en el «Estudio de Seguridad» como en el «Estudio Básico» se incluirán las previsiones para efectuar en su día, en adecuadas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores. La inclusión en el Proyecto Técnico del «Estudio de Seguridad y Salud» o, en su caso, del «Estudio Básico de Seguridad y Salud» será requisito necesario para la expedición de la licencia municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las distintas Administraciones Públicas.

**b. Estudio de impacto ambiental.** La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE del 11-12-2013) establece los criterios generales que deben considerarse en la evaluación ambiental de los proyectos y planes de actuación que puedan afectar significativamente al medio ambiente con objeto de garantizar un elevado nivel de protección ambiental en todo el territorio nacional y promover un desarrollo sostenible. Para ello, propone, entre otras, las siguientes actuaciones:

- Incorporar los aspectos medioambientales en la elaboración y aprobación de los proyectos y planes de actuación.
- Análisis y selección de las alternativas que resulten ambientalmente viables.
- Adopción de las medidas preventivas y/o correctivas que permitan compensar o anular los efectos adversos sobre el medio ambiente.

Asimismo, esta ley distingue entre «Evaluación Ambiental Estratégica», referida al procedimiento administrativo para la aprobación de planes

y programas actuación, y «Evaluación de Impacto Ambiental», relativo al procedimiento administrativo de autorización de los proyectos que puedan afectar al medio ambiente.

En el caso de la «Evaluación de Impacto Ambiental», la ley distingue, según el tipo de procedimiento, dos tipos de conclusiones administrativas:

- «Declaración de Impacto Ambiental» para los proyectos sometidos a un procedimiento ordinario de evaluación de impacto ambiental. En general, este procedimiento debe utilizarse en proyectos de gran alcance tales como construcción de autopistas y autovías, presas y otras instalaciones destinadas a almacenar permanentemente agua (en cantidad superior a 10 hectómetros cúbicos), instalaciones de incineración de residuos peligrosos, etc. El Anexo I de la ley recoge todos los proyectos que deben someterse al procedimiento ordinario (aunque en determinadas condiciones también pueden incluirse los proyectos del Anexo II).
- «Informe de Impacto Ambiental» para los proyectos sometidos a un procedimiento simplificado de evaluación de impacto ambiental. En general, este procedimiento debe utilizarse en proyectos de menor alcance tales como plantas industriales para el envasado y enlatado de productos, instalaciones para la fabricación y montaje de vehículos de motor, etc. El Anexo II de la ley recoge todos los proyectos que deben someterse al procedimiento simplificado.

Para la «Declaración de Impacto Ambiental» es necesario que el promotor del proyecto presente, entre otros documentos, un «Estudio de impacto ambiental» que contendrá, al menos, la siguiente información:

- Descripción general del proyecto y previsiones temporales sobre utilización del suelo y otros recursos naturales. Estimación de tipos y cantidades de residuos, vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.
- Descripción de las alternativas consideradas, incluida la no realización del proyecto, y justificación razonada de la solución adoptada.

- Evaluación y cuantificación de los previsibles efectos directos y/o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, factores climáticos, cambio climático, el paisaje, los bienes materiales y el patrimonio cultural y su interacción durante las fases de ejecución, explotación y, en su caso, retirada de uso del proyecto.
- Medidas preventivas, correctivas y, en su caso, de compensación de los efectos adversos sobre el medio ambiente.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Resumen del estudio y conclusiones alcanzadas.

Para el «Informe de Impacto Ambiental» es necesario que el promotor del proyecto presente, entre otros informes, un «Documento Ambiental» que contendrá, al menos, la siguiente información:

- Explicación motivada de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.
- Definición, características y ubicación del proyecto.
- Descripción de las principales alternativas estudiadas y justificación razonada de la solución adoptada.
- Una evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales y el patrimonio cultural y su interacción durante las fases de ejecución, explotación y, en su caso, retirada de uso del proyecto.
- Medidas preventivas, correctivas y, en su caso, de compensación de los efectos adversos sobre el medio ambiente
- Descripción del seguimiento del proyecto de forma que se garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras desarrolladas en el «Documento Ambiental».

Con independencia de lo anterior, la mayoría de las comunidades autónomas y ayuntamientos tienen sus propias regulaciones que, en la mayoría de los casos, complementan lo especificado en la legislación estatal.

Así, por ejemplo, en la Comunidad de Madrid, el procedimiento de Evaluación Ambiental de Actividades está regulado en los artículos 41 a 48 y en el Anexo V de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid. Aunque esta Ley ha sido derogada por la Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas de la Comunidad de Madrid, en la disposición derogatoria de dicha ley se indica que la «Evaluación Ambiental de Actividades» continúa vigente. Así pues, deberán someterse al procedimiento de «Evaluación Ambiental de Actividades» los proyectos relacionadas en el Anexo V de la Ley 2/2002 (por ejemplo, talleres de reparación y mantenimientos de vehículos, instalaciones de fabricación de materiales de construcción, talleres de reparación de maquinaria, etc.).

El procedimiento de «Evaluación Ambiental de Actividades» se inicia con la presentación en el Ayuntamiento correspondiente de la solicitud de autorización o licencia acompañada de un proyecto técnico. Según lo indicado en el artículo 44 de la Ley 2/2002, el proyecto técnico deberá incluir una memoria ambiental detallada con, al menos, el siguiente contenido:

- Localización y descripción del proyecto (instalaciones, procesos productivos, energía consumida, productos y subproductos obtenidos, etc.).
- Características de las emisiones gaseosas, vertidos y residuos producidos por la actividad (composición, cantidad, etc.), así como el nivel sonoro y vibraciones emitidos.
- Técnicas propuestas para la prevención, reducción y control de las emisiones, vertidos y residuos producidos en la actividad.
- Grado de alteración del medio ambiente de la zona afectada antes del inicio de la actividad y su evolución previsible durante todas las fases del proyecto o actividad (construcción, explotación y cese o desmantelamiento de las instalaciones).

- Técnicas propuestas para la restauración del medio afectado por la actividad y programa de seguimiento del área restaurada.
- Planeamiento urbanístico vigente en el ámbito de implantación de la actividad, especificando los usos permitidos y prohibidos y sus condiciones de utilización.

El procedimiento concluye con la emisión por parte del Ayuntamiento del Informe de Evaluación Ambiental de Actividades, en el que se determinan, únicamente a efectos ambientales, las condiciones de funcionamiento de la actividad solicitada (sin perjuicio de las restantes licencias y autorizaciones administrativas que puedan ser necesarias).

## **2.4. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO**

El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Las fases son generalmente secuenciales aunque puede haber un cierto solapamiento en algunas de ellas. Estas fases tienen una duración temporal determinada con un punto de inicio y final claramente identificables.

En general, se puede distinguir la siguiente estructura para el ciclo de vida de un proyecto (la Figura 2.3 resume gráficamente su desarrollo secuencial).

- a. Inicio del proyecto. Constituye una fase básicamente conceptual donde se evalúa la viabilidad del proyecto.
- b. Organización y preparación. Corresponde con la adecuación de la organización que llevará la gestión del proyecto y de la planificación y programación de su ejecución mediante fases e hitos.
- c. Ejecución del trabajo. Es la realización práctica y real de las diferentes fases planificadas del proyecto.
- d. Cierre del proyecto. Corresponde con la finalización de los trabajos de ejecución, la aceptación del cliente y la evaluación de la gestión realizada por el equipo de proyecto.

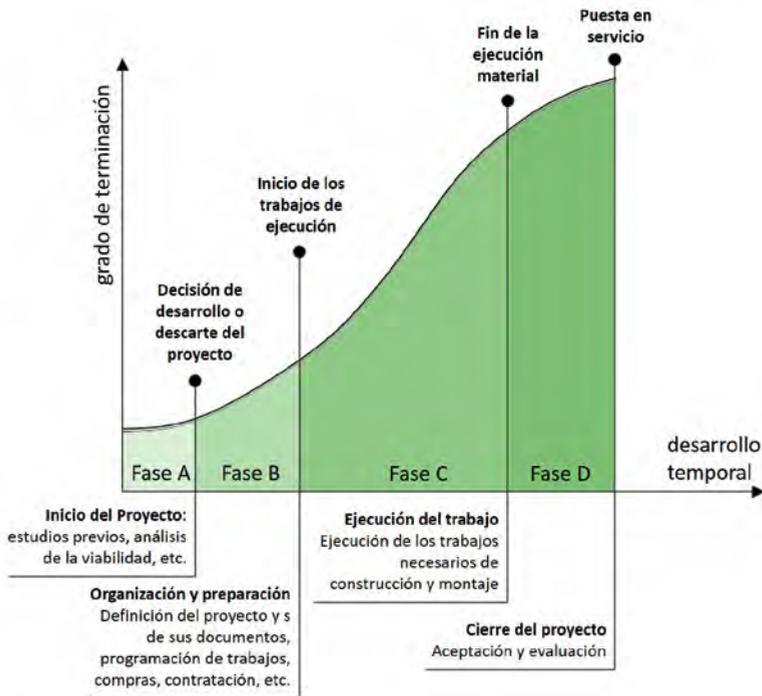


Figura 2.3. Ciclo de vida del proyecto. Fases.

Conviene señalar que el ciclo de vida del proyecto no tiene relación con el ciclo de vida del producto producido o modificado por el proyecto. Sin embargo, el desarrollo del proyecto debe tener en cuenta en qué fase de su ciclo de vida se encuentra el producto.

La etapa del ciclo de vida del proyecto condiciona los parámetros que caracterizan la gestión y desarrollo del mismo. Así, en general, cabe distinguir los siguientes condicionantes:

- Los costes de inversión y personal son bajos al inicio del proyecto pero alcanzan su máximo durante la ejecución para decaer muy rápidamente cuando el proyecto se acerca al cierre.
- El riesgo y la incertidumbre son altos al inicio del proyecto pero van disminuyendo gradualmente a medida que se avanza en la ejecución del proyecto.
- El coste de los cambios y corregir errores en un proyecto es reducido en la fase inicial y se incrementa progresivamente a medida que avanza la realización del proyecto.

## 2.5. INTERRELACIONES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

La dirección de un proyecto supone la realización de una serie de procesos o actividades bien diferenciadas que, sin embargo, en la práctica se solapan e interrelacionan entre ellos. Así, por ejemplo, el enfoque integrador de la dirección de proyectos requiere que los procesos de control y supervisión y el resto de procesos (planificación, ejecución, etc.) se ejerzan acciones recíprocas de manera que los procesos de control subyacen en todos los demás procesos de la dirección del proyecto.

En general, los procesos de la dirección de proyectos se relacionan entre ellos a través de los resultados o salidas que producen. Es decir, la salida de un determinado proceso o actividad se convierte normalmente en la entrada de otro proceso o constituye un hito o entregable de proyecto (fase realizada). Por ejemplo, los resultados de la fase de planificación proporcionan el plan de trabajo y los documentos del proyecto al grupo de procesos relacionados con la ejecución.

## 2.6. FASES DE LOS PROYECTOS

Las cinco fases que caracterizan la realización de un proyecto son inicio, planificación, ejecución, control y cierre. La figura 2.4 muestra la relación entre las diferentes fases del proyecto.

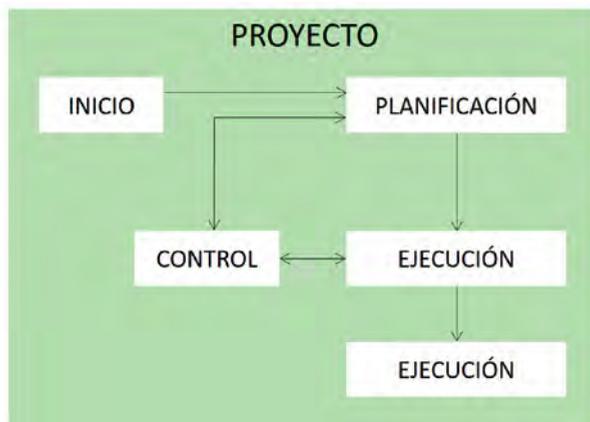


Figura 2.4. Relación entre las diferentes fases del proyecto.

La fase de inicio incluye un estudio de viabilidad (técnica, económica y financiera) del proyecto. Como consecuencia de este estudio debe conseguirse la aceptación del proyecto, tanto desde el punto de vista de la empresa de ingeniería que lo efectuará como desde la perspectiva del cliente, que autorizará el comienzo del proyecto.

El estudio de viabilidad puede entenderse como uno de los estudios previos realizados antes de poner en marcha el proyecto. Pero al mismo tiempo se diferencia de éstos, pudiendo apoyarse en su información para ser desarrollado. Así, los estudios previos, que pueden ser de muy diverso tipo según la naturaleza del proyecto, y el estudio de viabilidad son conceptos que según el proyecto pueden ser más coincidentes y solaparse más, o por el contrario pueden quedar más independizados siendo soporte los primeros del segundo. La Figura 2.5 representa gráficamente esta idea.



Figura 2.5. Estudios previos y estudio de viabilidad.

La planificación del proyecto es una actividad indispensable antes de la ejecución. Incluye un detallado análisis sobre el alcance y objetivos del proyecto, su descomposición en actividades y, teniendo en cuenta los recursos disponibles, la programación de los principales hitos del proyecto. Incluye una estimación de los costes implicados y la elaboración de un presupuesto detallado. Con carácter complementario, puede ser aconsejable la realización de un plan de calidad, un plan de comunicación (entre el personal implicado en el proyecto) y el plan de seguridad y salud, entre otros.

La planificación efectuada se desarrolla en la fase de ejecución práctica del proyecto. Se trata de realizar el proyecto según se especificó en las fases anteriores. En esta etapa, el grupo que dirige el proyecto debe procurar mantener un sistema de comunicación fluida con el personal implicado en el proyecto, evaluar y decidir sobre ofertas de suministros de mercancías y servicios, elegir los recursos y gestionar el proyecto (administración de la documentación, pagos, cobros, etc.).

Con objeto de comparar el trabajo que efectivamente se está realizando con lo planificado, es necesario controlar el proyecto, evaluando las posibles desviaciones que pudieran producirse y tomando las medidas correctoras apropiadas. Para efectuar esta tarea, la Dirección del proyecto utiliza informes de progreso y establece sistemas para controlar (mantener en el margen previsto) los cambios de objetivos del proyecto, costes, nivel de calidad y riesgos.

Una vez concluido el proyecto (o una fase del mismo) es necesario formalizar su terminación. La finalización requiere que se efectúen los siguientes subprocesos: verificación y comprobación del proyecto (pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, etc.), cierre administrativo (mediante una firma o aprobación escrita) y cierre del contrato.