

TEMA 4

INGENIERÍA DE DETALLE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Definición y objetivos de la fase de Ingeniería de Detalle.
2. Etapas de la fase de Ingeniería de Detalle.
3. Micro-estructura de la Ingeniería de Detalle en plantas industriales.
4. Organización de la Ingeniería de Detalle.
5. Principales actividades de la Ingeniería de Detalle.
6. Coordinación técnica entre departamentos.
7. Referencias bibliográficas.

1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS DE LA FASE DE INGENIERÍA DE DETALLE

La Ingeniería de Detalle o Diseño de Detalle es la fase en la que quedan definidos todos y cada uno de los subsistemas, componentes o partes que integran el proyecto, de tal manera que los documentos que lo desarrollan han de ser suficientes para llevarlo a la práctica, ya sea bajo la dirección de los mismos proyectistas o por otro equipo de ingeniería distinto.

Esta fase siempre existe independientemente de las características del proyecto y del objeto que se persigue. Por ejemplo, cuando los objetivos del proyecto están definidos perfectamente desde un principio o cuando su complejidad es muy pequeña (ejemplo: nave para almacenamiento), se puede suprimir la realización de estudios preliminares o diseño básico, pero no la Ingeniería de Detalle.

La fase de Ingeniería de Detalle se diferencia de las demás fases creativas porque, así como en las otras fases los objetivos son los de analizar el problema y definir las soluciones más adecuadas, en esta fase, esas soluciones deben concretarse en respuestas únicas que han de describirse en su totalidad y con el detalle necesario para su posterior transformación en una realidad. En este sentido la precisión que se requiere es alta, no

permitiéndose errores importantes ni valores estimativos, aunque en ocasiones no es posible disponer de toda la información que garantice una elevada fiabilidad en los resultados del proyecto. En general, se puede considerar que un proyecto está bien calculado y diseñado en detalle cuando las desviaciones entre el presupuesto de inversión estimado y la inversión real que resulta tras la construcción del objeto del proyecto no son superiores a un 5%.

Los objetivos esta fase son los siguientes:

- Comprobar y confirmar y, si procede, modificar, las hipótesis y soluciones del diseño básico.
- Suministrar toda la información técnica, económica y legal al promotor.
- Suministrar los datos técnicos, detalles constructivos y condiciones en que debe fabricarse (o construirse) el objeto del proyecto.
- Servir de documento de gestión en aquellos casos en los que el anteproyecto o diseño básico es insuficiente o no existe. Por ejemplo: los documentos que deben presentarse para dar de alta a la empresa en Industria o para solicitar la licencia de actividad.

2. ETAPAS DE LA FASE DE INGENIERÍA DE DETALLE

Esta fase de proyecto es una fase fundamental de cálculos técnicos y de diseño. Es, en el estudio de los componentes y partes, donde el proyectista se percata de la calidad del anteproyecto y la gran importancia que tiene el resultado final. En la Figura 1 se recogen las diferentes etapas en las que se divide la fase de Ingeniería de Detalle:

Etapas 1. Comprobación de especificaciones

Esta etapa implica la revisión de los Estudios Previos y el diseño Ingeniería Básica precedente para ajustarlos al momento y circunstancias en que se encarga la realización del proyecto. Resulta necesario proceder de esta forma por los siguientes motivos:

- Cuando el tiempo transcurrido desde la realización del diseño básico haya modificado las condiciones del entorno y por tanto las bases fijadas en el anteproyecto no se correspondan con las nuevas circunstancias.
- Cuando los Estudios Previos y la Ingeniería Básica hayan sido realizados por distintos técnicos, siendo necesario, realizar una síntesis de las hipótesis y datos válidos antes de iniciar el diseño detallado.
- Por motivos de naturaleza técnica, económica y legal que justifiquen la modificación de la Ingeniería Básica.

Esta etapa incluye:

- La definición de los subsistemas (forma, materiales y características fundamentales).
- La fijación de las hipótesis de cálculo a considerar.
- La división de los subsistemas en componentes, su modelización y el cálculo y comprobación de cada uno de ellos.

En algunas ocasiones, no es posible realizar los cálculos de los componentes sin definir todas las etapas en que se subdividen, siendo necesario realizar simultáneamente esta primera etapa y la siguiente.

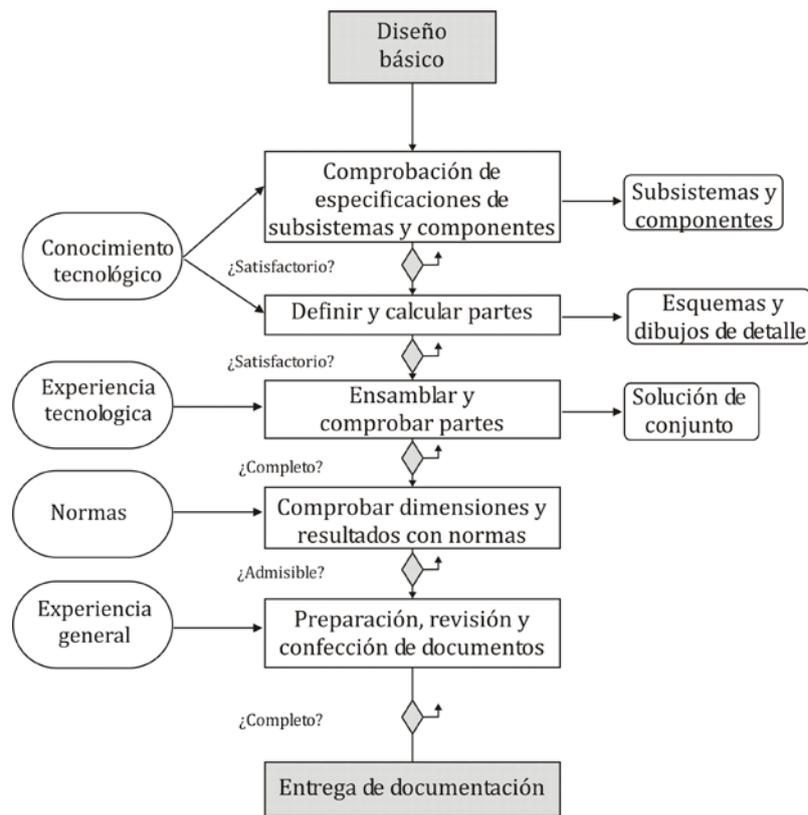


Figura 1. Etapas de la fase de Ingeniería de Detalle del Proyecto

Etapa 2. Definir y calcular las partes

Las partes en que se divide cada componente deben ser tales que en la fase de fabricación no quede ningún aspecto constructivo sin definir. Todo detalle no resuelto en la fase de diseño puede llegar a significar un grave problema posteriormente. El proyectista confía muchas veces en el buen hacer de los suministradores y fabricantes y deja en sus manos la fijación de muchos detalles, esta actitud es peligrosa (incluso temeraria), puesto que ni los fabricantes ni los suministradores están en posesión de todas las claves del problema y, además, tenderán a solucionarlos para que su beneficio sea máximo y no necesariamente para que el resultado sea el óptimo.

Esta etapa incluye:

- Definición de las partes de cada componente y de las hipótesis de cálculo específicas.
- La modelización, el cálculo y el dimensionado de cada elemento.
- La consideración de que los elementos forman parte de un conjunto y de que éste debe ser óptimo.
- El estudio y cálculo de los elementos de unión y piezas auxiliares, de control y de montaje.
- Los esquemas, dibujos y detalles constructivos de cada una de las partes.

Etapas 3. Ensamblar y comprobar partes

Esta etapa lleva a una primera solución de diseño completo y comprende los siguientes procesos:

- Ensamblar partes en componentes y éstos en subsistemas.
- Dibujar el conjunto y detalles del ensamblaje.
- Calcular los elementos que aún no estaban definidos.

Etapas 4. Comprobar dimensiones y resultados con normas

Una vez calculado el proyecto y definidas las dimensiones del conjunto y de sus componentes, es preciso contrastar y comprobar estos resultados de modo que cumplan las normas, leyes y reglamentos. Ello es necesario porque, aunque durante el diseño se tienen en cuenta, la resolución de los cálculos y dibujos puede modificar alguna de las consideraciones iniciales y porque parte de la reglamentación no afecta directamente a los cálculos. En todo caso deben consultarse las normas con el fin de incluir en los planos y demás documentos todas las condiciones que es obligatorio citar.

Etapas 5. Preparación, revisión y confección de documentos

Dado que la fase de proyecto es la fase definitiva de preparación antes de llevar a efecto una determinada obra o producto, los documentos deben ser completos y suficientes en sí mismos.

3. MICRO-ESTRUCTURA DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE PLANTAS INDUSTRIALES

En el apartado anterior se han descrito las principales etapas de la fase de Ingeniería de Detalle, sin embargo, este primer nivel de descomposición es insuficiente para saber con exactitud cómo se ha de llevar a cabo la Ingeniería de Detalle en un proyecto concreto. Para ello, se deben definir metodologías que corresponden a un nivel de descomposición que permiten dicha exactitud pero que son válidas solo para tipologías concretas de proyectos.

En la Figura 2 se muestra esquemáticamente la micro-estructura básica de la fase de Ingeniería de Detalle para proyectos de plantas industriales. Antes de entrar en su descripción pormenorizada se debe aclarar su contenido global y las simplificaciones introducidas en el diagrama para facilitar su comprensión. En primer lugar, cabe señalar que se han incluido las actividades principales pero se ha obviado representar la mayoría de puntos de decisión, cuya forma simbólica es el rombo, que deberían aparecer al final de cada actividad. Únicamente se recogen los símbolos de decisión de salto de un nivel a otro a otro. En segundo lugar, tampoco se han representado las flechas de realimentación, por lo que conviene aclarar que el proyectista siempre puede volver atrás, retroceder, cuando la situación lo aconseje. En tercer lugar, el esquema muestra la línea general de proceso, que representa el nivel en el que se contempla el proyecto en su conjunto y dos esquemas complementarios que incluyen las actividades a desarrollar en los niveles inferiores, componentes y partes. Estas subdivisiones son, buscando una analogía con la programación informática, como subrutinas encadenadas de las que se sale cuando todas las partes de un componente están resueltas (segundo nivel) y cuando todos los componentes de un subsistema se han proyectado (en el primer nivel). Cada uno de estos niveles comprende un conjunto de actividades encaminado a resolver problemas cada vez más específicos a medida que desciende el nivel.

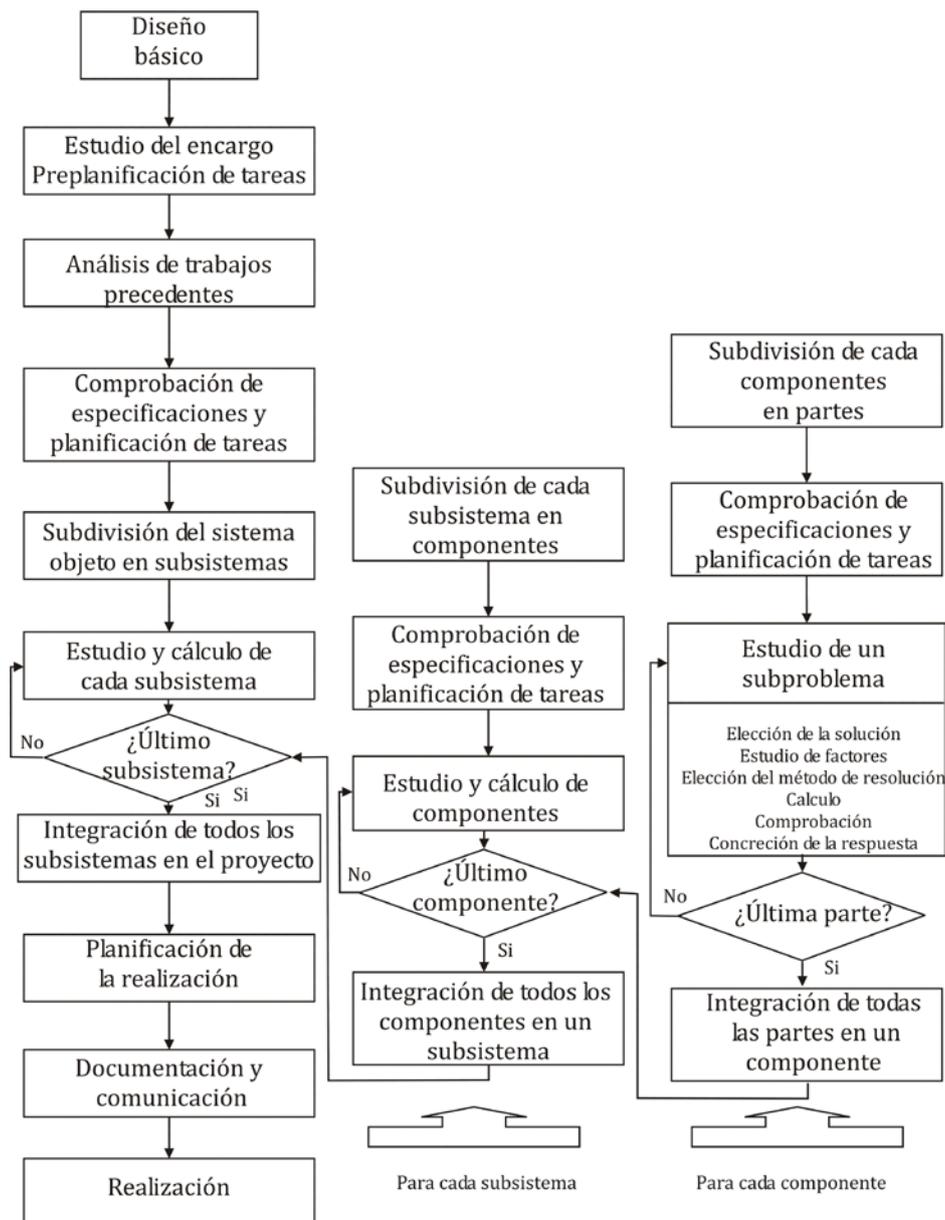


Figura 2. Micro-estructura de la fase de Ingeniería de Detalle del Proyecto

1. Estudio del encargo. Pre-planificación de tareas

Esta primera etapa adquiere una importancia variable dependiendo tanto de la importancia como de las características del proyecto. Si el estudio de viabilidad y la Ingeniería Básica han sido desarrollados por otras ingenierías, el inicio de los trabajos tendrá bastantes complicaciones añadidas, al igual que si el tiempo transcurrido desde que se ejecutaron dichas fases anteriores es elevado.

El encargo quedará completamente definido cuando se responda a cuestiones tales como:

- ¿Se conocen las propuestas del diseño básico y su alcance?

- ¿Se conocen los honorarios máximos disponibles para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle?
- ¿Se conocen las exigencias del cliente en relación a calidad, coste de realización y tiempo disponible?
- ¿Se conocen los recursos humanos y materiales que la ingeniería está dispuesta a asignar a la realización de los trabajos?

2. Análisis de trabajos precedentes

El análisis de los trabajos precedentes se debe iniciar con una recopilación de la información existente sobre el proyecto. Dicha recopilación suele realizarse con cierta rapidez pues la fundamental debe estar documentada en los Estudios Previos y Diseño Básico o es fácil de conseguir mediante los actores que han participado en el proyecto hasta ese momento.

Tras la recopilación, el director del proyecto debe ordenarla y seleccionar la que le será útil. Tras el análisis de la información recopilada el director del proyecto debe estar en condiciones de responder a cuestiones tales como:

- Cuál es la producción de la planta y de las secciones de proceso principales.
- Qué proveedores han ofertado la maquinaria de proceso. ¿Son adecuados y suficientes?
- Qué organización se ha previsto para la nueva planta.
- Qué nivel de automatización se ha previsto en la planta industrial.
- Qué especificaciones marca el cliente, para poder fijar aspectos como calidad, coste, tiempo, seguridad, impacto ambiental, etc.
- Qué normas urbanísticas condicionan la edificación.
- Qué características tiene la maquinaria: rendimiento, peso, potencia, acciones sobre la edificación, etc.
- Qué normas son de aplicación para el desarrollo del proyecto.

3. Comprobación de especificaciones y planificación de tareas

El director en el caso de que pueda definir correctamente a las preguntas que se ha hecho en el apartado anterior debe seguir avanzando en la definición de actividades a desarrollar en el proyecto. Para ellos debe comprobar las especificaciones que acotan el proyecto, la mayoría de las cuales habrán aparecido al ir respondiendo a las citadas preguntas.

Con los datos recogidos y las conclusiones a las que se ha llegado, el director de proyecto establecer plazos de ejecución, concretar el equipo de diseño que bajo su supervisión realizara las actividades necesarias para definir el proyecto en su totalidad.

La planificación de las tareas debe llevarse a cabo partiendo de dos realidades:

1. La que deriva de las características del proyecto y que le permitirá dividir el mismo según subsistemas y partes que hay que resolver.
2. La que, partiendo de los recursos humanos y materiales, le ayudará a marcar las pautas y plazos del diseño en cada una de las partes que lo componen.

4. Subdivisión del problema-proyecto en sub-problemas.

El director del proyecto subdivide el sistema objeto imaginado en sub-sistemas y, si es necesario, cada subsistema en componentes y cada componente en partes hasta que la última partición pueda resolverse aplicando técnicas y métodos conocidos.

Los dos criterios fundamentales para la división de un sistema en subsistemas, componentes y partes son:

- Cada subdivisión debe hacerse de tal manera que las interacciones entre partes divididas sean lo más débiles posible con el fin de poder modelizar cada parte como un problema que contenga el mínimo de condiciones externas.
- Cada subdivisión debe hacerse de tal manera que se corresponda con una tecnología más específica, pues ello significa que pueden repartirse las tareas entre los especialistas que participan en el equipo de diseño.

En el caso de proyectos de planta industriales los subsistemas que se pueden definir son: organizativo, proceso, edificación e instalaciones. Cada uno de los cuales se puede dividir en componentes y dichas componentes en partes como se recoge en la Figura 4.

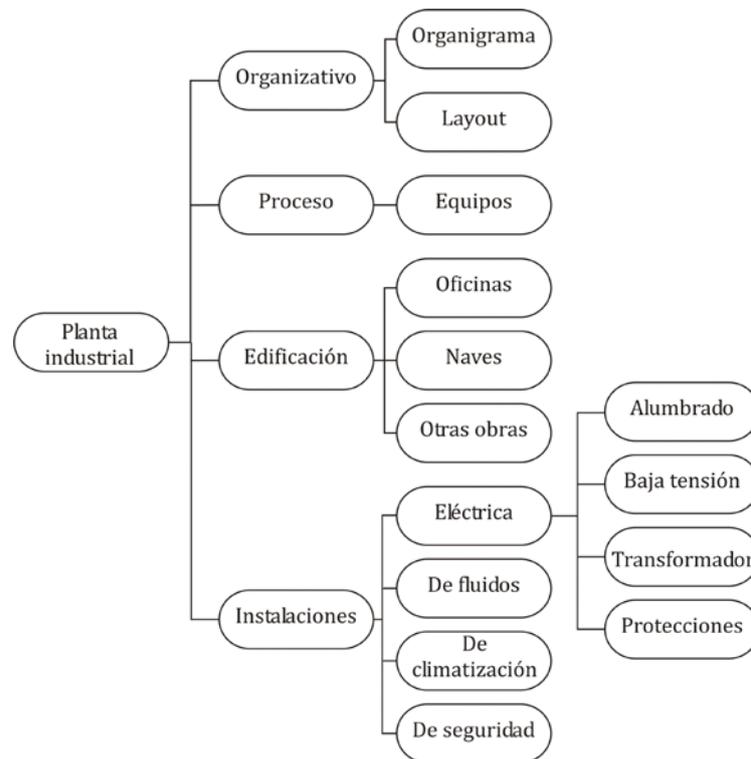


Figura 4. División en subsistemas y componentes

5. Estudio y cálculo de cada subsistema.

Hasta esta etapa las principales actividades del proyecto han sido asumidas por su director. A partir de ahora, la responsabilidad del diseño y cálculo de cada subsistema recae sobre los ingenieros proyectistas encargados de su estudio

Los ingenieros jefes que han de diseñar cada subsistema deben dividirlo en los niveles necesarios para poder calcular cada parte y poderla posteriormente, integrar en un conjunto que represente la solución.

En el caso de los subsistemas edificación y organizativo la división en niveles, a modo de ejemplo se muestra en las Figuras 5 y 6.

6. Integración de las partes en un todo

Realizados los cálculos de las partes, la siguiente actividad tiene un claro carácter sintético pues consiste, básicamente, en ir integrando las soluciones obtenidas para cada sub-problema en conjuntos más grandes.

La integración no puede realizarse de una sola vez porque no todos los problemas se resuelven simultáneamente y porque los responsables de la integración son diferentes según el nivel de subdivisión en que se esté.

En el nivel de mayor descomposición quienes realizan la integración son los especialistas o calculistas. Cada uno realiza la integración de las partes que va calculando y a medida que realiza esta tarea puede ir apareciendo alguna inconsistencia o incompatibilidad que lo obligará a volver atrás y reconsiderar alguna hipótesis de las que adoptó al empezar los cálculos.

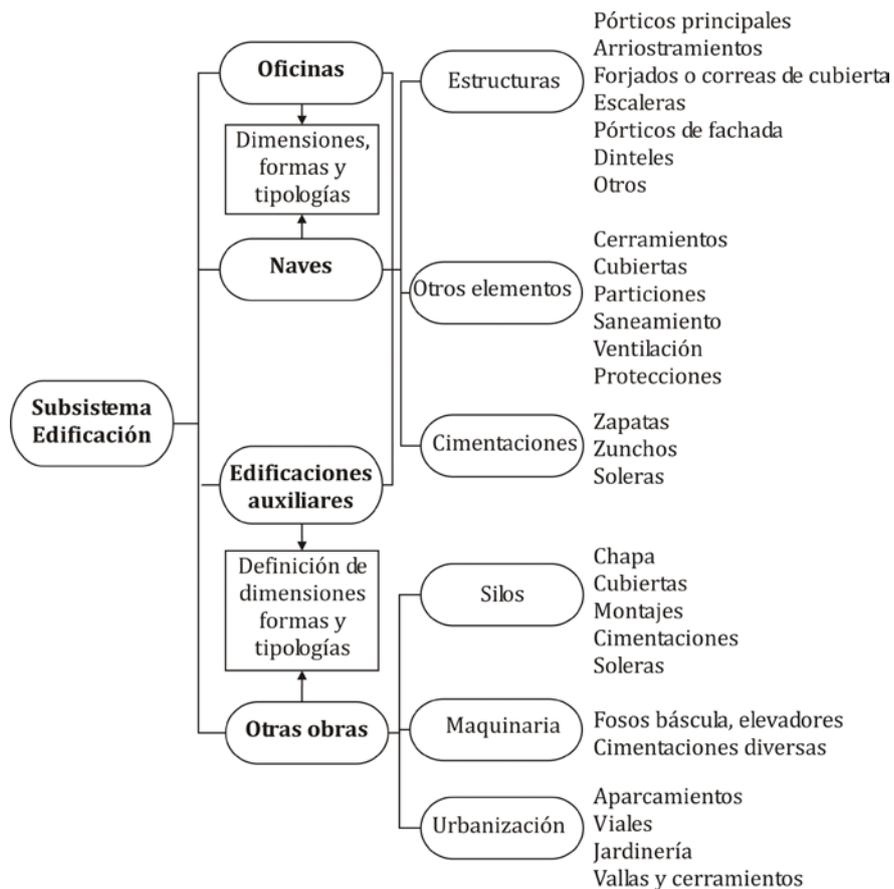


Figura 5. Componentes del subsistema edificación

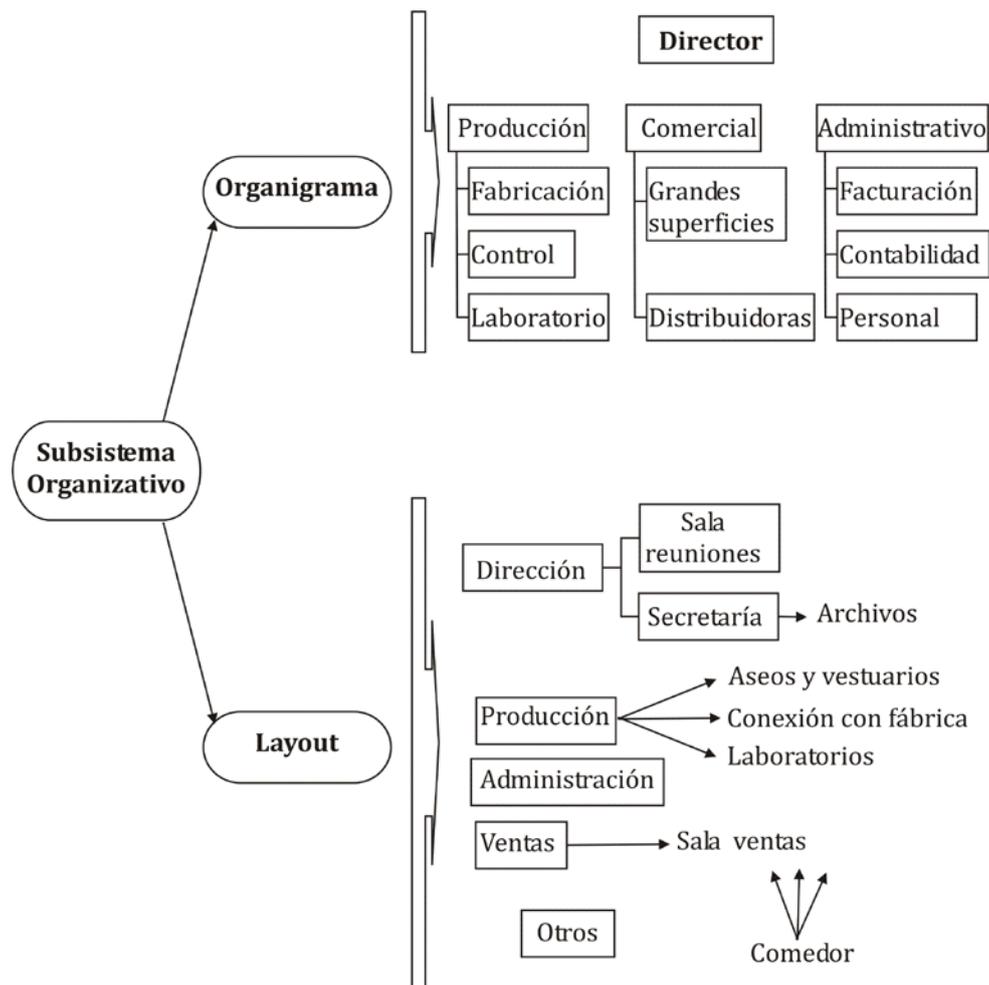


Figura 6. Componentes del subsistema organizativo

En el siguiente nivel de integración, el ingeniero jefe es el responsable de analizar si lo diseñado por cada ingeniero especialista puede acoplarse a los componentes de los otros ingenieros y conformar subsistemas coherentes.

Finalmente es el director de proyecto el responsable de integrar los subsistemas en un todo armónico, revisándolos problemas que puedan aparecer en dicha integración.

Los problemas de integración entre partes pueden identificarse antes de realizar los cálculos finales, sobre todo, cuando funcionan correctamente las actividades de seguimiento y control.

Se pueden reducir los problemas de integración cuando se toman precauciones como:

- Coherencia en las hipótesis trabajando los problemas bajo las mismas condiciones.
- Utilización de materiales compatibles con las condiciones del entorno.
- Empleo de métodos de cálculo compatibles y con precisión similar.
- Fiabilidad semejante para cada componente.
- Comunicación fluida y constante entre todo el equipo.

- Colaboración entre los miembros del equipo.

En esta etapa de integración, a veces, sucede que los posibles desajustes o las dificultades de acoplamiento o funcionamiento entre partes no pueden resolverse volviendo atrás y reconsiderando los problemas ya resueltos sino que dichas inconsistencias se deben a la falta de exactitud de los métodos existentes o de las propias partes del sistema. Entonces la solución solo puede pasar por una etapa de experimentación en la que, mediante técnicas de ensayo y error, se corrijan los defectos y se ajuste el sistema.

7. Planificación de la fase de construcción

Se debe planificar la fase de construcción de un proyecto poco antes de iniciar dicha fase. Sin embargo, en los proyectos de construcción es una exigencia legal el planificar las obras e incluirla en los documentos del proyecto.

8. Documentación y comunicación

En esta etapa del proyecto adquiere especial importancia la presentación de los resultados del trabajo desarrollado al cliente. Ello exige elaborar una serie de documentos que, en su conjunto, permitan entender tanto las respuestas a los problemas planteados como la forma en que se ha llegado a ellos.

5. ORGANIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DE DETALLE

La fase de Ingeniería Básica movilizó fundamentalmente al director de proyecto y a los ingenieros de proyecto, así como al departamento de procesos.

Los distintos especialistas y departamentos de la empresa de ingeniería también colaboraron en algunos aspectos parciales, pero la responsabilidad principal de los planteamientos y de las grandes líneas del proyecto estaba fuera de su actividad habitual.

En este punto debe existir ya un organigrama completo que refleje cómo se va a desarrollar el proyecto y quienes van a participar en él, y todo ello en consonancia con los procedimientos señalados en el manual de coordinación y en el plan de calidad del proyecto.

Los departamentos que deben invertir en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle dependen, en primer lugar, de la naturaleza del proyecto, y después de la organización específica de la empresa que lo desarrolle.

A estos efectos y a fin de disponer de la máxima flexibilidad, se considerara que los departamentos fundamentales de una empresa de ingeniería son los correspondientes a las disciplinas de:

- Infraestructuras.
- Arquitectura y construcción.
- Estructuras y cimentaciones.
- Mecánica.
- Electricidad.
- Tuberías.
- Instrumentación y control.

Antes de iniciar la Ingeniería de Detalle, el Director del Proyecto asignará y negociará con cada departamento técnico el número de horas/hombre del que va a disponer para ejecutar el trabajo y cuyo consumo marcará el progreso del mismo.

También es frecuente que en esta etapa se incorpore algún ingeniero representante de la Propiedad, conocido como ingeniero residente, cuyas funciones concretas, actividades, localización, autoridad, etc., deberán ser transmitidas a todos los elementos que intervengan en el proyecto.

El esquema de la Figura 7 corresponde a la organización habitual de la Ingeniería de Detalle.

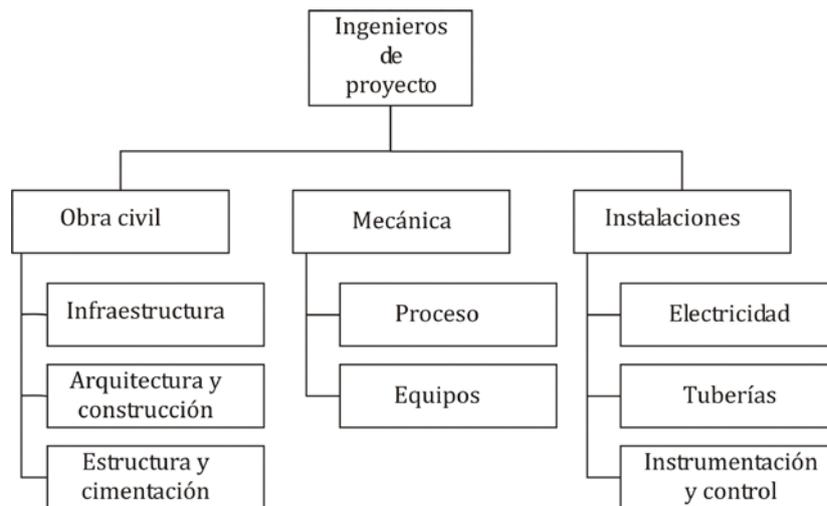


Figura 7. Organización típica de la Ingeniería de Detalle

5. PRINCIPALES ACTIVIDADES DE LA INGENIERÍA DE DETALLE

Las actividades de la ingeniería se realizan fundamentalmente a través de los departamentos técnicos, coordinados por los ingenieros de proyecto, cuyo número será determinado en función del tamaño del proyecto, el número de áreas diferentes que lo integran y del tipo de contrato.

En instalaciones de cierta responsabilidad es frecuente dedicar un ingeniero de proyecto a las unidades de proceso y otro a los servicios auxiliares y generales, que a su vez actúa como ayudante directo del director de proyecto, descargándole de determinadas funciones administrativas.

La coordinación técnica de los trabajos es la principal responsabilidad de los ingenieros de proyectos y se refleja en los planos de proyecto, cuyo desarrollo en el tiempo, hasta su aprobación final, va marcando el progreso de la Ingeniería de Detalle.

Las actividades fundamentales de cada departamento en esta etapa son:

Departamento de Infraestructuras

Incluye todos los trabajos relacionados con el terreno donde se va a emplazar el proyecto. Sus principales actividades son:

- Implantación definitiva de las áreas de producción, servicios generales y auxiliares y servicios sociales.
- Establecimiento de ejes de coordenadas para el terreno y para cada una de las áreas de la planta, susceptibles de materializarse fácilmente en el replanteo.
- Movimiento de tierras. Terraplenes y plataformas.
- Vallas y cerramientos.
- Estudios de tráfico. Accesos. Red viaria: anchos de calles, secciones tipo, redes de carreteras. Aparcamientos.
- Redes de evacuación: pluviales, fecales y efluentes industriales.
- Obras civiles de la red de abastecimiento de agua.
- Instalaciones deportivas (si existen).

Es importante recalcar la necesidad de una coordinación especial entre la obra enterrada y muy especialmente entre redes de agua y saneamiento, tuberías de proceso y cables subterráneos.

Departamento de Arquitectura y construcción

Las actividades de este departamento dependerán mucho del tipo de proyecto. Por ejemplo, en plantas químicas apenas tiene relevancia, pero será muy importante en laboratorios farmacéuticos.

El emplazamiento del proyecto en un complejo urbano, sus proximidades, o en un polígono industrial, otorgará más o menos importancia a los aspectos estéticos. Sin embargo, nunca se deben hacer fábricas antiestéticas cuando por el mismo coste se pueden hacer no solo funcionales sino también atractivas.

Para todos los edificios, sean de producción, servicios generales o sociales, se estudiarán y definirán los siguientes aspectos:

- Distribución en planta.
- Alturas libres. Número de plantas. Cotas.
- Cerramientos.
- Forjados.
- Cubiertas y desagües.
- Pavimentos.
- Carpinterías exteriores.
- Carpinterías y separaciones interiores.
- Aparatos sanitarios.
- Vidrieras.
- Pinturas y acabados.
- Varios.

Departamento de Estructuras y cimentaciones

Es necesario el estudio y definición de los siguientes puntos:

- Tipo, modulación y materiales para cada estructura.
- Cimentaciones de edificios.
- Cimentaciones de equipos de proceso.
- Muros de contención, interiores y exteriores.
- Pórticos, puentes, mensuras y soportes de tuberías y cables. Sus cimentaciones.
- Plataformas, barandillas, escaleras, etc.
- Chimeneas.
- Pintura y acabado.

Departamento de mecánica. Equipos de instalaciones mecánicas

El departamento de mecánica suele tener una participación muy importante en cualquier proyecto industrial.

En relación con el equipo de proceso, será este departamento el que a partir de la Ingeniería Básica, calcule, diseñe y seleccione la mayor parte del mismo.

Las especificaciones completas de cada equipo serán emitidas por él y en ellas se apoyará el servicio de compras para sus adquisiciones.

El establecimiento de las especificaciones conlleva en muchos casos contactos y negociaciones con fabricantes y suministradores, a fin de contrastar experiencia y definir en cada caso los equipos más adecuados.

El posterior seguimiento de los equipos, especialmente el estudio y aprobación de los planos de vendedores, es otra tarea específica de este departamento.

En relación con el tipo de proyecto que desarrolle, la participación de este departamento será distinta. Frecuentemente incluye las siguientes actividades:

- Máquinas rotativas (bombas, compresores, etc.).
- Recipientes (torres, tanques, reactores, etc.).
- Intercambio de calor (hornos, cambiadores, etc.).
- Movimiento y manipulación de sólidos (cintas transportadoras, tornillos, etc.).
- Máquinas motrices (motores de combustión, turbinas, etc.).
- Servicios auxiliares (agua, vapor, aire comprimido, frío, gases, combustibles, etc.).
- Instalaciones generales (aire acondicionado, calefacción, ventilación, fontanería, protección contra incendios, etc.).
- Manutención.
- Equipos especiales.

Departamento de Equipos e instalaciones eléctricas

Su punto de partida son los diagramas unifilares y la lista de motores, que deben formar parte de la Ingeniería Básica.

Utiliza códigos y reglamentos nacionales e internacionales para la especificación del equipo eléctrico principal y las redes de conexión.

A este departamento corresponde el estudio y definición de los siguientes puntos:

- Alimentación en alta tensión.
- Transformadores de tensión.
- Centro de control de motores.
- Cuadros de fuerza.
- Clasificación de áreas peligrosas.
- Redes de alumbrado y fuerza.
- Distribución en zanjas y bandejas.
- Red de tierra.
- Sistemas de emergencia.
- Redes de datos y telefonía.
- Instalaciones especiales: intercomunicadores, timbres, pararrayos, instalaciones de seguridad frente a robos, sistemas de acceso restringido.

Departamento de Tuberías

El departamento de tuberías participa de forma destacada en el caso de refinerías, plantas químicas y petroquímicas y centrales térmicas convencionales o nucleares.

Las tuberías para servicios auxiliares e instalaciones generales no suelen ofrecer problemas especiales, no así las tuberías de proceso que requieren un estudio completo en los siguientes aspectos:

- Especificaciones de materiales.
- Implantación definitiva.
- Selección de válvulas y accesorios.
- Planos de plantas, alzados y secciones.
- Planos isométricos.
- Listas de materiales.
- Cálculo y análisis de flexibilidad.
- Definición de soportes de tuberías y válvulas.

Departamento de Instrumentación automatización y control

El trabajo de este departamento comienza con la revisión de especificaciones, establecidas en la Ingeniería Básica.

Aspectos propios de su trabajo son:

- Especificaciones.
- Dimensionado de instrumentos.
- Preparación de hojas de datos.

- Lista de instrumentos.
- Situación de instrumentos.
- Lazos de control.
- Paneles.
- Listas de cables.

6. COORDINACIÓN TÉCNICA ENTRE DEPARTAMENTOS

Además de la misión independiente de cada departamento existe una interrelación en el trabajo de unos y otros que procede del hecho de que el resultado del trabajo de unos departamentos es dato de partida de otros.

Para conseguir el éxito en ésta y sucesivas etapas del proyecto, es necesaria una cativa labor de coordinación interna que consista en la comprobación de que dichos datos se están facilitando de hecho y que se proporcionan en su momento y correctamente. El desempeño de dicha misión corresponderá habitualmente a los ingenieros de proyecto. Con carácter orientativo las relaciones interdepartamentales más comunes son los que se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1. Conceptos interrelacionados entre departamentos para un proyecto de planta industrial

CONCEPTO	EMISOR	RECEPTOR
Croquis preliminares de distribución en planta de edificios	Construcción	Estructuras
Croquis de altura libres	Construcción	Estructuras
Croquis de las distintas soluciones arquitectónicas y materiales de cerramiento y cobertura	Construcción	Estructuras
Asesoramiento en la solución estructural de los anteriores croquis	Estructuras	Construcción
Tamaño de soportes perimetrales para definición detalles de cerramiento	Estructuras	Construcción
Detalles, altura y situaciones de canalones	Construcción	Estructuras
Estructura de cubiertas	Estructuras	Construcción
Planta de edificios	Construcción	Electricidad Mecánica
Coefficientes de aislamiento de los materiales	Construcción	Mecánica
Dimensión en planta y altura de los locales destinados a albergar equipo mecánico. Tamaño del equipo más grande que ha de ser montado en dichos locales o dimensiones de puertas	Mecánica	Construcción
Consumos eléctricos de equipos mecánicos	Mecánica	Electricidad
Dimensión en planta y altura de los locales destinados a albergar equipo eléctrico. Tamaño del equipo más grande que ha de ser montado en dichos locales o dimensiones de puertas	Electricidad	Construcción
Dimensiones en planta de todos los edificios	Construcción	Electricidad

Implantación general	Electricidad Mecánica Construcción Civil	Cliente
Ampliación en planta de aseos y vestuarios	Construcción	Civil
Planos de fontanería y saneamiento para su medición	Mecánica	Construcción
Planos de fontanería para diseño de redes bajo cota cero	Mecánica	Civil
Otros vertidos de residuales para diseño de redes bajo cota cero	Mecánica	Civil
Cota de entrada en las instalaciones de depuración de aguas residuales	Civil	Mecánica
Punto de vertido de aguas pluviales de las cubiertas	Construcción	Civil
Planta de cimentación para trazado de redes enterradas	Estructuras	Civil
Peso de los equipos que habría que desmontar en los locales mecánicos para previsión de carga sobre la estructura	Mecánica	Estructuras
Dimensiones, situación y cargas sobre bancadas de equipos mecánicos	Mecánica	Estructuras
Dimensiones de huecos en cerramientos y cubiertas para paso de tuberías	Mecánica	Construcción
Recorrido y sobrecarga de tuberías	Mecánica	Estructuras
Peso de los equipos que habría que desmontar en los locales eléctricos para previsión de carga sobre la estructura	Electricidad	Estructuras
Dimensión, situación y cargas sobre bancadas de equipos eléctricos	Electricidad	Estructuras
Recorrido y dimensiones de canaletas para conductos y cables	Electricidad Mecánica	Construcción Civil

7. 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. y otros "Cuadernos de Ingeniería de Proyectos II. Del diseño de Detalle a la realización". Ed. S. P. UPV. 2000.
- [4]. Martínez De Pisón Ascacíbar, F. J. y otros. "La oficina técnica y los proyectos industriales. Volumen II". Ed. S. P. UR. 2002.