

# TEMA 3

## INGENIERÍA BÁSICA

---

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Definición y objetivos.
2. Macro-estructura básica de la fase de Ingeniería Básica.
3. Micro-estructura de la Ingeniería Básica de plantas industriales.
4. La ingeniería del proceso.
  - 4.1. Diseño del proceso de fabricación.
  - 4.2. La transferencia de tecnología.
5. La información básica del proyecto.
6. Actividades propias de la Ingeniería Básica.
7. Alcance técnico de la Ingeniería Básica.
8. Presupuesto y planificación.
9. Referencias bibliográficas.

### 1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

A partir de la información aportada por el Estudio de Viabilidad del proyecto hay que elaborar la Ingeniería Básica, también llamado Proyecto Básico o Anteproyecto, que puede definirse como el **conjunto de documentos que definen inequívocamente el proyecto y su coste más favorable en un entorno dado.**

Por tanto, esta fase del proyecto tiene por objeto definir las líneas básicas del proyecto, de manera que suministre al promotor la información necesaria para poder tomar la decisión de llevar adelante el proyecto o de paralizarlo. Además, la extensión y definición de la Ingeniería Básica ha de ser tal que el equipo de ingeniería pueda tomar de él todos los datos precisos para realizar el cálculo detallado de los componentes y partes y finalizar el proyecto con garantías de éxito.

La Ingeniería Básica se dice que es correcta cuando el proyecto definitivo viene a confirmar las propuestas básicas de aquel.

Los objetivos de la fase de Ingeniería Básica son los siguientes:

- Seleccionar la solución más conveniente.
- Desarrollarla y definirla.
- Mejorar los diseños previos.
- Conocer la rentabilidad del proyecto.

En esta fase del proyecto ya no se manejan valores estimativos, como sucedía en la fase anterior. Ahora, los ratios, tan utilizados en el Estudio de Viabilidad, dejan de tener importancia para dar paso a planteamientos tecnológicos y económicos, cualitativa y cuantitativamente más refinados y exactos.

Normalmente se utiliza como **Documento de Gestión** cuya finalidad dependerá del tipo de proyecto. Así, en proyectos de productos se utilizan para petición de ayudas económicas y para solicitar ofertas a proveedores que deben desarrollar algunos de los componentes del diseño. Por otra parte, en proyectos de plantas industriales y arquitectónicos, los documentos que se generan en esta fase del proyecto se utiliza para la solicitud de subvenciones y de licencias de obras.

Se dice que la fase de Ingeniería Básica es la más creativa y, por tanto, la más difícil de llevar a cabo. Por ello, se responsabilizan de ella los mejores expertos de la organización y se ponen a su disposición todos los recursos necesarios.

Aunque, habitualmente, los honorarios de una Ingeniería Básica equivalen al 25% del proyecto, en muchas ocasiones las ingenierías deben incrementar este porcentaje para compensar el esfuerzo realizado.

La exactitud que se requiere es bastante más elevada que en la fase de Estudio de Viabilidad. Algunas partes del proyecto quedan totalmente desarrolladas (proceso productivo y distribución en planta de una industria), pero otras (cálculos de elementos constructivos) no llegan más que a apuntarse.

Estos hechos, junto con la experiencia de la ingeniería, permiten obtener resultados económicos de la Ingeniería Básica que no deben contener errores o desviaciones superiores, en más o en menos, al 15% de la inversión.

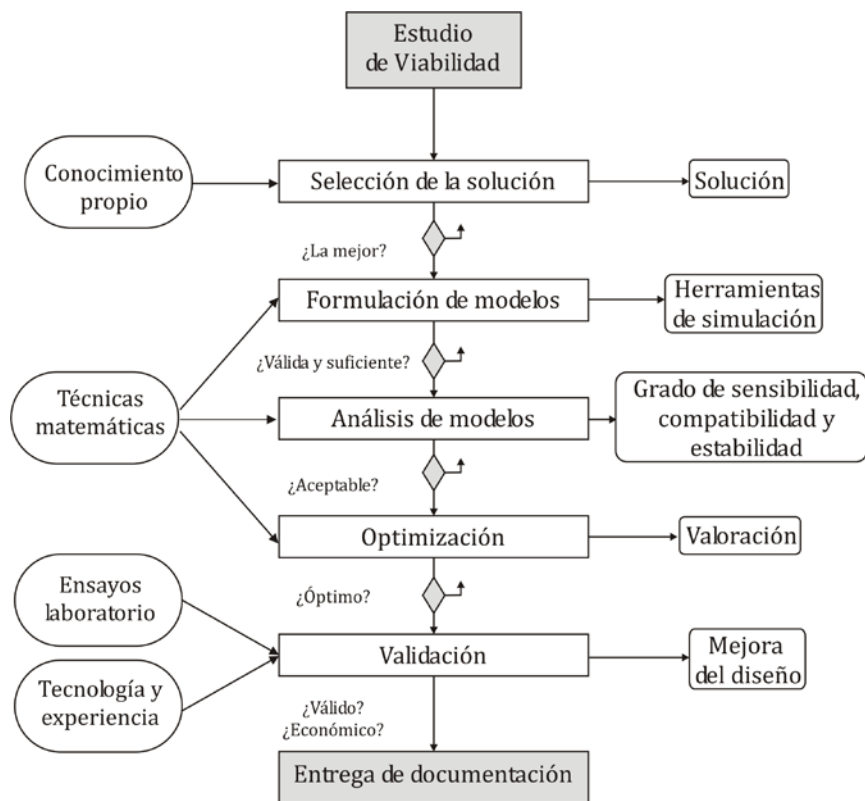
## 2. MACRO-ESTRUCTURA BÁSICA DE LA FASE DE INGENIERÍA BÁSICA

La Ingeniería Básica realiza un análisis en profundidad del sistema, de los subsistemas y de los componentes que forman el proyecto y deja marcadas las pautas para el cálculo y definición detallada de las partes del mismo.

La Ingeniería Básica arranca de las propuestas surgidas en los Estudios Previos, que pueden consistir en un estudio preliminar, un estudio de mercados, algún estudio específico del proceso o el conjunto de todos ellos.

La fase de Ingeniería Básica, aparte de realizar procesos de análisis y síntesis, se caracteriza porque engloban las grandes decisiones de toda actividad proyectual. En ella se utilizan todas las posibles fuentes de información y se aplican los métodos idóneos para una toma de decisiones con la máxima certidumbre y el mínimo riesgo.

A nivel conceptual las etapas que conforman una Ingeniería Básica son las que se esquematizan en la Figura 1.



**Figura 1. Etapas de la fase de Ingeniería Básica**

### **Etapa 1. Selección de la solución del proyecto**

El resultado del Estudio de Viabilidad puede plantear dos situaciones de partida diferentes de la Ingeniería Básica: una de ellas es que solamente exista una solución adecuada a las necesidades del proyecto y otra es que haya más de una solución adecuada. En el primer caso, se llega a la Ingeniería Básica con un planteamiento bien definido; en el segundo se ha de realizar una selección de la solución que mejor cumpla los objetivos perseguidos.

Sin embargo, la situación real es bastante compleja debido a que un proyecto tiene generalmente un objetivo global concreto que puede resolverse mediante una solución también global. Pero, inherente a ese objetivo existen sub-objetivos que resuelven los problemas asociados a las necesidades de los subsistemas y lo que es difícil es que todos los subsistemas tengan definidos sus objetivos de un modo general, ya que lo más habitual es que algunos de los objetivos estén definidos y los demás no.

La justificación a esta situación radica en que cuando se inicia la Ingeniería Básica, los trabajos realizados hasta entonces han perseguido proponer soluciones basadas en estimaciones y aproximaciones, a excepción del estudio de mercado, no profundizándose lo suficiente para adoptar soluciones parciales o globales definitivas.

La primera etapa que ha de cubrir la Ingeniería Básica es la de selección de las soluciones adecuadas a los objetivos y sub-objetivos. Las etapas de la Ingeniería Básica

señaladas en la Figura 1 se aplican a cada una de esas soluciones, generándose unos procesos cíclicos con retroalimentación que aumentan la información y disminuyen la incertidumbre del sistema.

La comparación de las soluciones normalmente es difícil porque no suele haber grandes diferencias, en la mayoría de los casos el Proyectista ha de hacer uso de su experiencia para decidir cuáles son los factores más importantes y qué importancia tiene respecto de los demás.

La selección de la solución más adecuada del proyecto debe incluir las siguientes actividades:

- Señalar los factores que han de influir en la selección.
- Fijar las ventajas e inconvenientes de cada factor.
- Determinar las posibilidades de llevarse a la práctica que tiene cada solución.
- Analizar y valorar la influencia de cada una de las soluciones con el resto de objetivos y subobjetivos.
- Justificar que la solución que se adopta es la mejor.

## **Etapa 2. Formulación de modelos**

Una vez seleccionada la solución general y las soluciones de los subsistemas, que se han valorado como más adecuadas, es preciso desarrollarlas para comprobar que son las válidas y correctas.

El Ingeniero se apoyará en una serie de medios que le permitan conocer las dificultades de un proyecto antes de que se construya, estos medios son los modelos.

Los modelos son instrumentos de simulación del proyecto. Existen cuatro tipos de modelos: icónicos, analógicos, simbólicos y digitales.

### **1. Modelos icónicos**

Los modelos icónicos contribuyen al planteamiento y resolución de problemas mediante la representación visual permitiendo el establecimiento de relaciones entre elementos y la síntesis de éstos que conduzca a la construcción (icónica) del conjunto.

Dentro de los modelos icónicos que utiliza el ingeniero se encuentran todos los relacionados con el estudio de formas, las proporciones, los problemas geométricos, el lenguaje de los símbolos las convenciones, las curvas de comportamiento, etc. Los modelos icónicos forman un código técnico de transmisión de información universal que se basa en la ciencia y el arte del dibujo y en las normas de símbolos y líneas.

Los principales modelos icónicos son:

- Especificaciones. Mediante palabras o por coordenadas (descriptivo) o mediante dibujo (más concreto y con menor posibilidad de error).
- Visualización síntesis. El dibujo permite la ampliación o la reducción de un elemento por medio de las escalas; utilizando las leyes de proyección y geométricas, se puede representar cualquier elemento y establecer sus relaciones: situación, orden, proporción, disposición, sombras, aspectos estéticos, etc.
- Determinación de dimensiones. Necesaria para la medición, valoración y construcción.
- Métodos gráficos para el cálculo. Interpolación en tablas, nomogramas, etc.

- Modelos a escala. Para realizar ensayos y comprobar su funcionamiento.

Los modelos icónicos tienen nivel de abstracción bajo en comparación con los modelos analógicos (nivel medio de abstracción) y con los modelos simbólicos (nivel alto).

## **2. Modelos Analógicos**

Permiten simular el comportamiento un sistema de difícil estudio directo, mediante otro sistema que pueda reproducir las características y circunstancias del primero. Algunos ejemplos de modelos analógicos son:

- Estudio del comportamiento aerodinámico de un avión en el túnel del viento.
- Resolución de problemas numéricos mediante modelos analógicos de cálculo (calculadora, ordenador).
- Resolución de sistemas mecánicos, térmicos, eléctricos, hidráulicos, etc., mediante analogías (por ejemplo, problemas térmicos por medio de un sistema analógico eléctrico).
- Programación de proyectos, utilizando métodos de representación del proceso de fabricación (PERT, etc.).

Como conclusión, los modelos analógicos permiten:

- Simular el comportamiento, operando en el modo deseado y en tiempo real o artificial.
- Determinar resultados numéricos, realizando un control cuantitativo de las interacciones entre componentes.
- Utilizar diversos fenómenos que sugieran nuevas áreas de investigación.
- Intercambiar variables y parámetros, a voluntad.

Los modelos analógicos precisan, para su utilización, de la comprobación de la homogeneidad dimensional y del cumplimiento de reglas de semejanza entre el modelo y el objeto del proyecto.

La simulación con modelos analógicos aumenta la posibilidad de respuestas correctas y se pueden aplicar siempre que existan disponibles los equipos específicos necesarios.

## **3. Modelos Simbólicos**

Los modelos simbólicos son abstracciones abreviadas de las partes relevantes y cuantificables de un problema. Cuando se determina una función objetivo para obtener la solución óptima de un problema. Los modelos simbólicos son las representaciones matemáticas de los problemas.

Las características de los modelos simbólicos son las siguientes:

- Se utiliza la máxima generalización para resolver un problema.
- Economía de esfuerzos, al usar símbolos y expresiones muy simplificadas.
- Los modelos simbólicos se apoyan en axiomas y leyes consistentes en sí mismos.
- Se alcanzan resultados numéricos.
- Deben comprobarse los resultados.

Los modelos simbólicos están limitados por la capacidad de resolución de las técnicas matemáticas conocidas y por los conocimientos de dichas técnicas que posea el proyectista.

La preparación de un modelo matemático comprende los siguientes casos:

- Determinar todas las variables del sistema y asignarle símbolos a cada una de ellas.
- Asumir simplificaciones y eliminar las variables de menor importancia.
- Identificar las variables, los parámetros, las constantes y las condiciones de contorno.
- Agrupar las expresiones y ecuaciones iniciales de estructura, comportamiento y rendimiento. Las ecuaciones representan condiciones de estado, de flujo o de suma de componentes.
- Reducir y simplificar la expresión a una forma en que queden definidos los más importantes aspectos del sistema.

Están bien contruidos cuando tienen las siguientes cualidades:

- Realismo en la elaboración de predicciones.
- Mínima complejidad (el menor número de términos y máxima sencillez matemática).
- Términos independientes para acciones o fenómenos separados.
- Directa manejabilidad de la expresión, es decir susceptible de manipular con operaciones conocidas.
- Facilidad en la sustitución de situaciones de control conocidas.

#### **4. Modelos digitales**

Los modelos digitales permiten:

- Modelizar tridimensionalmente los subsistemas en forma de realidad virtual.
- Modelizar los subsistemas por separado.
- Optimizar parámetros o procesos enteros.
- Simular flujos.

Permite integrar tecnología de inteligencia artificial para optimizar disposiciones, ajustar parámetros, etc. Los costes son al menos de 1 a 1,5 veces inferior al del modelo analógico

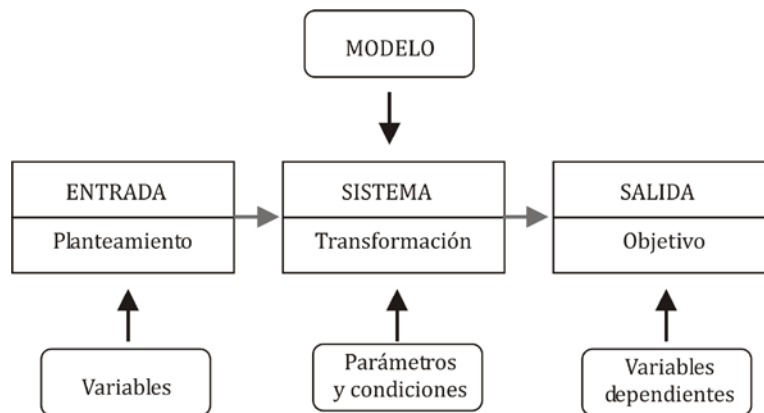
### **Etapa 3. Análisis del modelo**

Una vez formulados los modelos se obtiene una primera respuesta que debe analizarse en profundidad. El primer análisis corresponde al propio modelo formulado.

Pequeñas variaciones en algunos factores pueden producir cambios importantes en la respuesta, mientras que otros apenas influirán en los resultados aunque sufran modificaciones sustanciales.

El **análisis de sensibilidad** de los modelos consiste en determinar los factores que más afectan a la respuesta y ajustarlos con el mayor cuidado para que el comportamiento final sea el esperado.

En la mayoría de los casos, el modelo formulado será del tipo simbólico (matemático), su descripción puede venir en forma de ecuaciones en las que intervendrán las variables de entrada y salida y los parámetros y condiciones del proyecto como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2. Análisis del comportamiento del sistema**

Los parámetros del proyecto representan atributos del sistema, tales como dimensiones, capacidades, pesos y otras propiedades importantes o posibles estados del sistema. Un proyecto específico se determina definiendo un conjunto de valores para los parámetros que cumplan las restricciones del sistema.

El análisis de sensibilidad persigue la identificación de los parámetros críticos del proyecto, lo cual se realiza, con la ayuda de la experiencia, dando valores a las variables de entrada y comprobando los que toman las variables de salida, que dependerán de las cantidades asignadas a los parámetros.

El análisis de sensibilidad dará a conocer con más exactitud los mecanismos de funcionamiento del sistema y la conveniencia de modificar en más o menos, los valores de los parámetros y de las condiciones de contorno.

El **análisis de compatibilidad** se puede entender con facilidad partiendo del concepto de proyecto como sistema, favoreciendo este análisis el estudio por fases del proyecto.

Sin embargo, a nivel de componentes se pueden detectar los problemas de compatibilidad que, en general, se estudiarán en detalle en la fase de Ingeniería de Detalle.

Un ejemplo muy claro de análisis de compatibilidad se produce en el estudio de la distribución en planta por el método SLP cuando se definen las relaciones entre actividades definición relaciones positivas o negativas según la compatibilidad o incompatibilidad entre ellas

Otros ejemplos de problemas de compatibilidad:

- Tolerancia geométrica y física entre los componentes.
- Acoplamiento en serie de componentes.
- Tolerancia química: las características de un depósito para propano no serán las mismas que para un depósito de almacenamiento de agua.
- Seguridad: Una instalación pintura en una planta produce una atmósfera explosiva y, por tanto, la instalación eléctrica se proyectará con las protecciones necesarias.

El **análisis de la estabilidad** es necesario a nivel de Ingeniería Básica y más aún a nivel de proyecto. En la Ingeniería Básica se deben analizar las posibles causas de inestabilidad y los componentes afectados proponiéndose las soluciones que corrijan unas y otras.

Consiste en el estudio del comportamiento del sistema y de sus componentes ante perturbaciones de las condiciones de funcionamiento previsto.

#### **Etapa 4. Optimización**

Cada etapa de la fase de Ingeniería Básica va produciendo una respuesta más concreta, un conocimiento más profundo de la solución elegida. Este conocimiento sirve para confirmar que la elección de la solución ha sido buena o bien, puede generar dudas sobre la idoneidad. En este sentido, el proyectista ha de juzgar la validez de cada una de las etapas y, en caso necesario, realizar los bucles de retroalimentación precisos.

**Optimizar** es determinar los parámetros del proyecto que aplicados a las variables de entrada producen el conjunto de resultados más positivo posible, para unas determinadas condiciones de contorno.

El estudio de optimización es la base para la evaluación y toma de decisiones en la Ingeniería Básica.

#### **Etapa 5. Pruebas, comportamiento previsto y simplificaciones.**

Las **pruebas** pueden permitir observar los defectos de un proyecto antes de pasar a la fase de Ingeniería de Detalle. Únicamente se realizan cuando se observa una cierta inseguridad en los resultados del estudio, es decir, cuando los parámetros o las variables no han podido especificarse con suficiente exactitud.

Algunas de las muchas pruebas que pueden utilizarse en la Ingeniería Básica son:

- Ensayos de Resistencia a fatiga, a la corrosión de un material frente a determinados agentes externos.
- Comprobación del funcionamiento de un circuito cerrado mediante la construcción de un prototipo en laboratorio.
- Comprobación de la resistencia al fuego, aislamiento acústico o térmico de un material.
- Filmación a cámara lenta para analizar el movimiento o la vibración de un elemento.

La necesidad de hacer pruebas experimentales en la Ingeniería Básica viene dada por las propias características del mismo. En los proyectos de productos industriales de uso y en los de industrias de proceso es casi, siempre, obligado realizar algún tipo de prueba, bien sea sobre el prototipo, o bien, sobre elementos o piezas.

El estudio del **comportamiento previsto** consiste en el análisis de funcionamiento del proyecto tanto en el momento de su puesta en marcha como a lo largo de su vida útil. Ya que, durante el periodo de funcionamiento, pueden variar las condiciones del entorno (cambios demográficos, políticas económicas, leyes, etc.).

El estudio de las **simplificaciones** del proyecto se basa en que durante toda la fase de la Ingeniería Básica se va acumulando información y, debido a que el proyectista tiene ahora una visión más clara y específica del conjunto de la solución, parte de esa información se puede eliminar. En general, el proceso de simplificación se realiza mediante un feed-back rápido por todas las etapas de la Ingeniería Básica, teniendo en cuenta que el proyectista tiene ahora una visión mucho más clara y específica del conjunto de la solución.



### **3. MICRO-ESTRUCTURA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE PLANTAS INDUSTRIALES**

Cuando se profundiza en un tipo concreto de diseño se observa que no se puede utilizar la misma metodología en unos casos que en otros ya que aparecen diferencias apreciables en su desarrollo. Por ello, se plantea la siguiente micro-estructura de la Ingeniería Básica correspondiente a plantas industriales:

#### **1. Recopilación de antecedentes y revisión de la información**

Esta etapa se centra en la recopilación de toda la información generada por el proyecto desde su inicio. Esta información, en posesión del promotor y/o de la ingeniería, puede ser de muy distinto tipo: pliego de condiciones del proyecto, estudios de mercados, estudios de localización, información económica y financiera, presupuestos y estudios realizados por los proveedores; otros proyectos que traten aspectos coincidentes o de interés, así como leyes, normas y reglamentos relacionados con el proyecto.

Se analiza toda esta información para determinar su fiabilidad y si es suficiente para iniciar la Ingeniería Básica. Si no es así, se deben completar aquellas etapas del Estudio Preliminar que sea necesario revisar.

#### **2. Organización de las actividades de Ingeniería Básica**

Con la información que suministra la “programación” establecida en la fase de Estudio de Viabilidad, se planifican las actividades de la Ingeniería Básica, fijando el plazo de ejecución, el equipo de trabajo, los responsables de llevar a cabo las distintas etapas y el presupuesto del estudio.

#### **3. Estudio de mercados**

Según las características de la empresa y de los productos a fabricar el estudio de mercados será más o menos complejo. En general, será conveniente que sea realizado por una empresa especializada.

En esta fase, el estudio de mercados debe ser lo más fiable posible ya que servirá de base para determinar la producción de la planta e influirá sobre la localización de la industria. El estudio de mercados debe incluir un análisis detallado de los productos a fabricar, la evolución de las ventas y las tendencias de los diseños, así como información suficiente sobre las características de la competencia, con las cuotas de mercado que ocupan las principales industrial del sector, centros de producción, mercados exteriores, patentes en explotación, tecnologías utilizadas, ayudas fiscales y financieras, etc.

#### **4. Producción de la planta**

Se analiza la información recogida del Estudio Preliminar y en el estudio de mercados y se selecciona el producto o serie de productos a fabricar y su cantidad teniendo en cuenta los factores variables que más pueden influir tales tecnologías existentes, aspectos económicos y financieros, etc.

#### **5. Selección del proceso y elaboración detallada**

Se estudian los distintos procesos identificados en el Estudio Preliminar y se seleccionará el más conveniente, teniendo en cuenta sus características tanto técnicas como económicas. A partir de esta decisión, se constituye el diagrama de flujo detallado y se determina un balance de materiales y energía lo más exacto posible. Ello obliga a conocer los productos a fabricar en profundidad, conocimiento que suele aportar el promotor.

#### **6. Petición de ofertas**

Con los datos del estudio de procesos, el proyectista puede elaborar una lista de maquinaria y de bienes de equipo que va a necesitar en el proceso y debe contactar con los principales proveedores y fabricantes de los que recabará información técnica y económica y todas aquellas características que precise. A veces, el fabricante llega a informar de la solución más conveniente para la distribución en planta lo que puede representar una ayuda considerable. En otras ocasiones, se necesita diseñar alguna máquina o instalación no existente en el mercado, lo que representa un esfuerzo suplementario para la ingeniería o para el equipo de I+D perteneciente al grupo promotor o a una empresa de servicios.

### **7. Emplazamiento de la industria**

Se analiza la información obtenida en el Estudio Preliminar y si se han estudiado varias áreas geográficas se selecciona la más adecuada. A partir de aquí se busca un emplazamiento específico, y junto con el promotor, se elige aquel que mejor cumpla con las posibles restricciones de tipo económico, financiero, legal, transporte, mano de obra, clima, mercado, etc. Esta es una de las etapas fundamentales de la Ingeniería Básica de planta industrial.

### **8. Distribución en planta**

El nivel de dificultad de esta etapa varía mucho de unos proyectos a otros, pero en ella se detecta la forma clara la categoría del proyectista: sus conocimientos técnicos y su capacidad creativa. La distribución en planta debe quedar perfectamente definida. Si no existe una gran experiencia previa conviene seguir alguno de los métodos existentes como el Método S.L.P. El layout definitivo debe ser discutido por el equipo de proyectos con el promotor y se debe analizar cada una de las partes del sistema, valorando los recorridos, los elementos de manutención, los espacios muertos, etc. Deben confeccionarse planos a escala, pudiendo ser conveniente la construcción de maquetas cuando la complejidad especial es alta. Esta etapa implica generalmente, la ubicación casi definitiva de los equipos a utilizar en planta. Un buen layout debe prever los posibles cambios futuros, producidos por ampliaciones, cambios de tecnologías u otros.

### **9. Definición de las soluciones constructivas**

Definido el proceso y su distribución en planta, el proyectista debe definir cuáles son las características que deben reunir las edificaciones necesarias para albergar el proceso. Además, se deben tener presentes otras exigencias como: propuestas del promotor, dimensiones y orientación del solar, coste, posibles ampliaciones, entorno, clima, resistencia del terreno, etc.

### **10. Presupuesto de inversión**

El presupuesto de inversión puede llegar a un mayor grado de detalle que el del Estudio de Viabilidad puesto que ya se tiene bastante información sobre los elementos principales que han sido estudiados y seleccionados y se posee información de los fabricantes de equipos, en algunos casos, en forma de ofertas. Además, la experiencia en ingeniería y la del promotor pueden permitir definir el presupuesto con error inferior al 15% del presupuesto final del proyecto.

### **11. Presupuesto de explotación**

Analizando la evolución de la producción durante los primeros años y teniendo en cuenta como irá variando el nivel de producción hasta alcanzar la industria su pleno rendimiento se calcula el presupuesto de explotación de cada uno de los años de su vida útil a partir de la estimación de ingresos y costes anuales. Como mínimo, se construirán los gráficos del punto de equilibrio para cada año y, si es posible, se aplicará el método de los flujos de caja.

## **12. Análisis financiero**

Con los datos obtenidos en las etapas anteriores y con la información suministrada por el promotor o gestionada por la ingeniería, se realiza un análisis financiero fijando las fuentes de financiación e, incluso, preparando la documentación necesaria para la solicitud de préstamos, líneas de crédito y ayudas a fondo perdido de organismos e instituciones de carácter local, nacional o comunitario. Esta etapa suele realizarse conjuntamente entre el promotor y la ingeniería, aportando cada uno su experiencia en relaciones para obtener los mejores resultados.

## **13. Otras evaluaciones**

Al igual que en el Estudio de Viabilidad, puede ser conveniente realizar otras evaluaciones de carácter social, de impacto ambiental o legal.

## **14. Programación del proyecto**

Se construye, al menos, un gráfico Gantt que incluye todas las actividades, su duración y los recursos a emplear en cada actividad a desarrollar durante la fase de Ingeniería de Detalle, e incluso, durante la fase de Construcción y Puesta en Marcha. En otros muchos casos se aplican métodos más sofisticados como el método PERT o CPM, sobre todo, cuando las fases de Ingeniería de Detalle y Construcción se simultanean en el tiempo, al menos, parcialmente.

## **15. Reunión y discusión**

Se convocan y realizan reuniones con los responsables principales que han intervenido en la Ingeniería Básica para intercambiar opiniones y tomar decisiones definitivas. En esta etapa, el número de reuniones a celebrar depende de la complejidad del proyecto.

## **16. Redacción de la documentación de la Ingeniería Básica**

Se suele elaborar un documento en el que se recogen todos los datos e información generada durante esta fase del proyecto. El índice genérico de este documento puede ser el siguiente:

- Objetivo de la Ingeniería Básica: Antecedentes. Descripción breve del objeto. Nombre del promotor. Métodos de trabajo utilizados. Equipo humano que ha participado. Medios empleados. Precisión estimada de trabajo.
- Justificación: Justificación por motivos tecnológicos, económicos, financieros, legales, medioambientales, sociales, etc.
- Estudio de mercados: Descripción del producto. Usos. Antecedentes. Nivel de desarrollo. Competencia. Producción deseable.
- Proceso de fabricación: Esquema de proceso. Diagrama de flujo. Balance de materiales y energía. Descripción del proceso.
- Localización: Justificación de la localización exponiendo el método empleado y su aplicación. Plano de ubicación.
- Distribución en planta: Plano detallado de la solución. Justificación del layout exponiendo el método empleado y su aplicación. Descripción de la maquinaria y de las instalaciones. Características básicas de las construcciones.
- Organización: Organigrama de la empresa. Mano de obra indirecta.
- Estudio Económico: Presupuesto de inversión. Presupuesto de explotación. Proyección a los primeros años de funcionamiento. Rentabilidad. Beneficios. Recursos financieros. Ratios económicos.
- Programación: Propuesta de programación de las siguientes fases. Conclusiones.

- Honorarios: Honorarios de la Ingeniería Básica. Otros gastos. Coste de las siguientes fases. Fuentes de información consultadas. Anexos.

### 17. Revisión

Esta etapa consistirá en la revisión, por parte del promotor, de la Ingeniería Básica elaborada. La ingeniería aportará su experiencia aclarando el trabajo presentado de modo que se debe decidir si seguir adelante o no con el proyecto.

## 4. LA INGENIERÍA DE PROCESO

Al efectuar el Estudio de Viabilidad, se realizó un análisis y evaluación de las posibles tecnología aplicables, seleccionando ya alguna de ellas, que se tomaron como base del proyecto y que proporcionó abundante información para los trabajos y decisiones subsiguientes.

En la primera etapa de la Ingeniería Básica, corresponde reestudiar la información previa e introducir las modificaciones que procedan a fin de actualizar el proceso de fabricación con los mejores y más recientes conocimientos sobre el mismo:

- En los proyectos de plantas de proceso de tipo químico o petroquímico, el proceso de fabricación es una sucesión de reacciones químicas o físico-químicas. Existe una ingeniería de proceso suministrada por un tercero que no es ni la propiedad ni la Empresa de Ingeniería.
- En los proyectos industriales de naturaleza física o mecánica es necesario conocer el proceso de fabricación. En la mayoría de los casos, el proceso viene definido por su Know-how. La mayoría de las veces este Know-how está en manos de la propiedad, por su experiencia en instalaciones anteriores de la misma naturaleza. En otros casos, puede ser la propia Empresa de Ingeniería quien, en virtud de su experiencia anterior, disponga de ese conocimiento, o que existan empresas que estén dispuestas a ceder ese conocimiento en unas condiciones determinadas y por un determinado precio.
- Finalmente, hay campos (papel, siderurgia, etc.) donde los fabricantes de los equipos principales son los realmente conocedores del proceso, y los que conjuntamente con sus equipos transmiten el necesario Know-how.

Aunque todos estos aspectos tuvieron que ser estudiados y tenidos en cuenta a la hora de confeccionar el Estudio de Viabilidad, es este el momento de profundizar en ellos.

Así, una vez revisado el Estudio de Viabilidad, la principal tarea de la Empresa de Ingeniería será plasmar en los documentos adecuados toda la información correspondiente a la tecnología del proceso de fabricación, que constituye el objeto y la parte fundamental de la Ingeniería Básica. El uso de diagramas de bloques, esquemas de proceso y planos generales de implantación, es la forma habitual de dar soporte documental a estos procesos de fabricación.

En esta fase se debe conocer y definir el procedimiento que se va a utilizar para obtener el Know-how necesario para el proyecto. Si la empresa propietaria y promotora del proyecto dispone ya de esa tecnología, su utilización no encierra realmente grandes dificultades. Lo mismo sucede si, no disponiendo de ella, está disponible en el mercado. Más difícil es el caso en el que el proceso tecnológico está íntimamente ligado a determinados equipos como ocurre en la siderurgia, metalurgia, papel, alimentación.

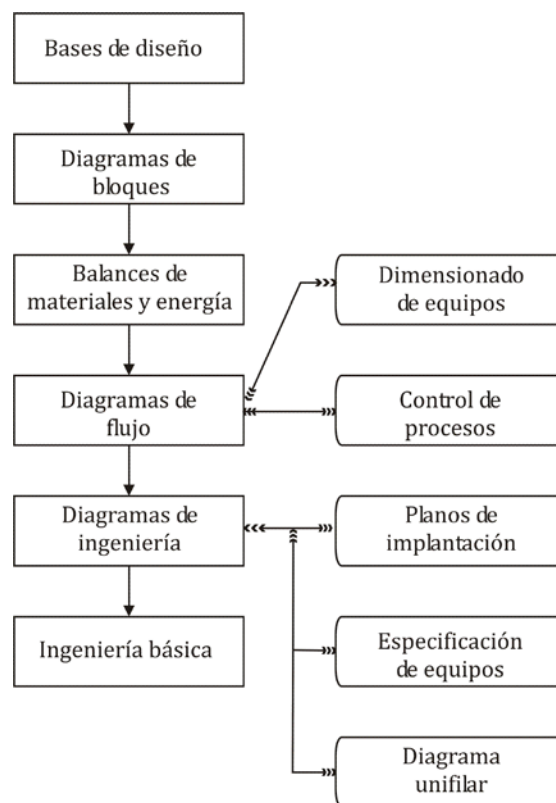
Independientemente del origen de la tecnología utilizada, es necesario definir parámetros importantes para la rentabilidad futura del proyecto como son:

- Capacidad de producción.
- Calidad del producto.
- Costes de producción.

La selección de un determinado proceso tecnológico no sólo significa conseguir una determinada calidad en el producto a fabricar, sino conseguir, en mejores o peores condiciones, una determinada capacidad de producción acorde con el tamaño asignado al proyecto.

#### 4.1. DISEÑO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

La Figura 3 presenta el esquema de las distintas fases del estudio y diseño de un proceso.



**Figura 3. Esquema de las fases del estudio y diseño de un proceso**

##### 1. Bases del diseño del proceso

Antes de iniciar el diseño es necesario establecer unas bases claras de partida a las que se va a referir y en las que se va a apoyar todo el desarrollo posterior. Entre estas bases de diseño figuran:

1. Especificación del producto/s deseado/s.
2. Tamaño de la planta o cantidad de producto/s.
3. Materias primas y sus características.
4. Factores de seguridad en el diseño y criterios económicos.

5. Plazo disponible para realizar la ingeniería de proceso.

Dentro de las bases de diseño hay que incluir, también, una serie de datos locales, que condicionan el proceso. Las condiciones locales que pueden afectar al proceso de diseño son entre otras: energía eléctrica, combustibles, características y volumen de agua, vapor, contaminación admisible en los efluentes, etc.

## 2. Procedimiento de diseño. Diagramas y balances

1. Diagrama de Bloques. Un gran bloque de materias primas, otro de servicios auxiliares que, en conexión con el primero origina el tercer gran bloque de productos.
2. Balances de materiales y energía. Analizan los flujos cualitativos y cuantitativos que intervienen en el proceso, indicando su estado físico (presión, temperatura, etc.). Suelen darse tabulados que resumen cálculos y reacciones.
3. Diagrama de flujo. Recoge toda la información suministrada por los diagramas de bloques y balances de materiales y energía, tanto referente a los equipos principales necesarios para la operación como a las líneas de conexión, en lo que se refiere a presiones, temperaturas y composición de los fluidos que circulan. El diagrama de flujo debe suministrar información suficiente para:
  - Estimar, en forma preliminar, el coste del equipo.
  - Calcular y comprobar los rendimientos.
  - Seleccionar el sistema de control más efectivo.
  - Fijar necesidades de servicios auxiliares.
  - Estimar necesidades de mantenimiento.
  - Establecer áreas de peligrosidad que permitan diseñar el sistema de seguridad.
  - Justificar la operatividad de la instalación y el número y calificación del personal necesario.
4. Diagramas de Ingeniería. Es el producto final de la ingeniería de proceso, en ellos aparecen todos los equipos, las tuberías de conexión (indicando el material, espesor, etc.), válvulas e instrumentos de control y todos los puntos de conexión con los servicios auxiliares.

## 3. Información de la ingeniería de proceso

Cuando, se compra la licencia para utilizar un proceso determinado, la información suele incluir aspectos importantes, distintos de los cubiertos por la propia licencia.

Habrà que añadir que el suministrador no sólo debe proporcionar los diagramas de ingeniería e instrumentos, sino las hojas de datos de los equipos principales.

Alcance y contenido de la información de la ingeniería de proceso:

- Diagramas de flujo.
- Diagramas de ingeniería de tuberías e instrumentos.
- Hojas de datos de equipos.
- Plano de implantación preliminar.
- Esquema unifilar y lista de motores.
- Especificaciones completas de equipos e instrumentos, incluidos lazos de control.
- Información particular sobre las características especiales del proceso en cuestión.

Toda esta información suele ir acompañada de la presentación de algún ingeniero del licenciante que facilita su interpretación y colabora en su adaptación a las necesidades específicas del proyecto.

## 4.2. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Los conceptos básicos sobre la transferencia de tecnología son:

- **Patente.** Es un privilegio legal que los gobiernos conceden a los inventores, durante un número de años determinado con la finalidad de prohibir a cualquier otra persona fabricar, utilizar o vender el producto, procedimiento o método patentado.
- **Licencia.** Es el derecho que el propietario de una patente (licenciante) concede a una o varias personas (licenciados), físicas o jurídicas de explotar en uno o varios países, la totalidad o parte de la patente.
- **Know-how** del licenciante. Conocimiento y experiencia que deben transmitirse conjuntamente con la licencia e incluirse dentro de su coste.
- **Asistencia Técnica.** Consiste fundamentalmente en:
  - Cesión de patentes y/o Know-how.
  - Prestación de servicios personales.
  - Entrenamiento de personal técnico.
  - Contratos de transferencia de tecnología: Las entidades con las que habitualmente se negocia son Empresas de ingeniería (licenciadas), de producción (propietarias) o vendedoras de procesos propios (centros de investigación, etc.).

### 4.2.1. Contratos de transferencia de tecnología

Los contratos de transferencia de tecnología incluyen las figuras anteriormente expuestas y su característica más destacada en España es que la entidad cedente de la tecnología suele ser extranjera.

La transferencia de tecnología es cada vez más frecuente entre los países desarrollados poseedores de aquella y los que están en vías de desarrollo y que la necesitan, aunque contrariamente a los pudiera pensarse el 75% de los intercambios de tecnología se realiza entre países en desarrollados.

El precio de estos contratos tiene frecuentemente dos partes. Una fija en concepto de pago de licencia y otra variable, en concepto de regalía "royalty" ligada al uso que se dé a esa licencia en función, habitualmente, del volumen de producción obtenido o más bien de la facturación conseguida por la venta del producto. La negociación de este precio suele ser parte difícil de estos contratos.

Las entidades con las que habitualmente se debe negociar la compra de licencias pueden ser:

- Empresas de ingeniería, licenciadas del proceso.
- Empresas de producción, propietarias del proceso.
- Empresas vendedoras de procesos propios (centros de investigación, etc.).

Y los puntos de especial atención en esta negociación son, a evitar:

- Tecnologías obsoletas.
- Limitaciones de exportación.

- Limitación de actuaciones futuras.
- Compromiso de compra de equipos o materias primas especiales.

#### 4.2.2. Negociación para la contratación de tecnología

La negociación de contratos de transferencia de tecnología incluye una serie de puntos fundamentales que necesariamente hay que abordar y resolver de la forma más equilibrada posible para ambas partes.

Entre los principales puntos a negociar están:

- **Alcance del contrato de licencia.** Debe de describir perfectamente el proceso y sus características clave (número de licencias, etc.)
- **Ámbito territorial.** Habitualmente la licencia se concede para utilizar el proceso en una instalación determinada.
- **Régimen de exclusividades** (total, parcial ó No exclusividad). Es la concesión del uso del proceso, la exclusividad total es difícil y poco frecuente ya que, sería conceder el uso del proceso a una sola empresa (supondría un coste muy elevado).
- **Regalías.** Parte del precio del contrato normalmente en función del volumen de producción, hay dos tipos:
  - Regalía fija. Al comienzo del acuerdo y establecida en función de la capacidad que se va a producir.
  - Regalía corriente (o royalties). Se paga periódicamente durante el periodo de vida útil de la instalación
- **Secreto.** Ni el licenciante quiere que se utilice su proceso sin recibir las correspondientes regalías, ni el usuario quiere que otro se beneficie gratuitamente de lo que él va a tener que pagar.
- **Intercambio de información.** El usuario conviene en transmitir al licenciante toda la información nueva que se genere, y el licenciante se obliga a conceder derechos de patente sobre cualquier invención.
- **Garantías.** El usuario suele requerir una garantía de que se obtendrán las cantidades establecidas de producto con los consumos y calidades especificados y de excluirse de cualquier responsabilidad por violación de patentes.
- **Usuario más favorecido.** Es una cláusula que permite al usuario disfrutar de condiciones más favorables en el pago de regalías si se conceden a otro usuario dichas condiciones.
- **Arbitraje.** Es una cláusula que permita solucionar posibles desacuerdos sin acudir a los tribunales de justicia.

## 5. LA INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO

Conocido el origen y la forma en que se va a poder disponer de la tecnología y del Know-how imprescindible para el proyecto, es conveniente antes de iniciar la Ingeniería Básica, recopilar toda la restante información necesaria tanto para su propia ejecución como para el posterior desarrollo de la Ingeniería de Detalle.

Esta información se conoce habitualmente como datos de partida, por consistir en informaciones básicas, que si no se conocen desde el principio impiden la correcta



ejecución del proyecto, y obligan, posteriormente, a cambios y modificaciones que encarecen y retrasan el trabajo.

No todos los datos de partida tienen la misma importancia ni son necesarios a la vez, pero sí conviene tenerlos identificados desde este momento para procurar conseguirlos lo antes posible a fin de evitar demoras posteriores.

Se clasifican en tres grandes grupos:

- Datos de la propiedad.
- Datos del emplazamiento del proyecto.
- Datos sobre el entorno del proyecto.

Como caso particular se tendrá en cuenta el correspondiente a: Ampliación y traslado de Instalaciones Existentes.

Al establecer los datos de partida hay que analizar cuidadosamente que permisos y licencias van a ser exigibles en los distintos niveles administrativos para la ejecución y funcionamiento del proyecto, a fin de solicitarlos oportunamente.

### ***Datos de la Propiedad***

Debe de figurar en estudios previos, pero su inclusión ahora permite realizar un estudio más profundo.

1. Datos sobre materias primas: Calidad, disponibilidad y procedencia.
2. Datos sobre productos: Relación de productos a fabricar. Especificaciones de producto. Cantidad de producto a fabricar. Destino de los productos.
3. Logística de almacenamiento: Número de días de abastecimiento de materias primas en almacén. Número de días de producto terminado en almacén. Criterios de almacenamiento.
4. Futuras ampliaciones: De las instalaciones de producción. De algunas secciones o unidades. De las instalaciones de almacenamiento. Fases de las ampliaciones.
5. Criterios de inversión: Objetivos de la inversión. Binomio coste-calidad. Binomio coste-automatización. Binomio coste-seguridad. Vida útil de la instalación. Obsolescencia.
6. Organización de la producción: Turnos de trabajo, Personal, organigrama.

### ***Datos del emplazamiento del proyecto***

Deben de figurar en el Estudio de Viabilidad, pero habrá que completarlos y obtener su confirmación con carácter definitivo. Dichos datos son:

1. Topografía:
  - 1.1. Memoria descriptiva del terreno.
  - 1.2. Plano topográfico de la zona, que deberá incluir:
    - 1.2.1. Situación y emplazamiento.
    - 1.2.2. Orientación.
    - 1.2.3. Conducciones existentes. Vaguadas o ríos cercanos.
    - 1.2.4. Líneas eléctricas existentes.

- 1.2.5. Accesos.
2. Geotecnia.
  - 2.1. Reconocimiento del terreno.
    - 2.1.1. Inspección visual.
    - 2.1.2. Fotos aéreas.
    - 2.1.3. Mapas e informes geológicos.
  - 2.2. Datos de obras ya construidas.
  - 2.3. Exploraciones.
  - 2.4. Sondeos.
3. Datos meteorológicos.
  - 3.1. Temperaturas máximas y mínimas.
  - 3.2. Humedades máximas y mínimas.
  - 3.3. Presión atmosférica.
  - 3.4. Vientos: intensidad y dirección dominante.
  - 3.5. Pluviosidad.
  - 3.6. Posibilidad de crecidas e inundaciones.
  - 3.7. Nieves.
  - 3.8. Posibilidad de aludes.
  - 3.9. Soleamientos.
  - 3.10. Sismicidad.
  - 3.11. Tormentas.

### ***Datos sobre el entorno del proyecto***

Indicará la influencia que las características de la región geográfica puedan ejercer sobre el proyecto. Los aspectos a investigar entre otros son los siguientes:

1. Existencia en las proximidades de canteras.
2. Existencia en las proximidades de vertederos.
3. Centrales hormigoneras próximas.
4. Talleres de estructura metálica en la zona.
5. Empresas de servicios auxiliares próximas.
6. Personal, su coste y disponibilidad.

### **Datos para ampliación de instalaciones existentes**

1. Obra civil.
  - 1.1. Planos de la obra civil en las áreas a ampliar.
  - 1.2. Soluciones arquitectónicas existentes.
  - 1.3. Cimentaciones.

- 1.4. Soluciones estructurales.
- 1.5. Sobrecargas permitidas.
- 1.6. Cotas, diámetros y caudales existentes de las redes de saneamiento.
- 1.7. Materiales empleados.
2. Aguas.
  - 2.1. Caudal disponible. Garantías de suministro adicional.
  - 2.2. Punto de toma.
  - 2.3. Presión.
  - 2.4. Materiales y soluciones constructivas empleadas en la instalación existente.
3. Otros fluidos (gas, combustibles, etc.).
4. Electricidad.
  - 4.1. Potencia disponible. Garantía de suministro adicional.
  - 4.2. Punto de conexión.
  - 4.3. Tensión.
  - 4.4. Materiales y soluciones constructivas empleadas en la instalación existente.

#### **Datos para traslado de las instalaciones existentes**

1. Máquinas y equipos a trasladar.
2. Capacidades de producción.
3. Dimensiones.
4. Pesos y esfuerzos de las cimentaciones.
5. Consumos eléctricos y mecánicos.

#### ***Permisos, licencias y contratación de servicios***

Para conocer los requisitos a cumplir, documentos a presentar y trámites a seguir hay que contactar con los siguientes organismos:

- Ayuntamiento del municipio donde esté localizado el proyecto para informarse de todas las licencias que es preciso disponer para comenzar la obra: vallado, tiras de cuerda, etc.
- Consejería de Industria o Delegación del Ministerio de Industria si hay instalaciones mecánicas y/o eléctricas en el proyecto.
- Consejería de Obras Públicas o Delegación del Ministerio de Fomento si hay que proyectar accesos.
- Agencia del Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma si hay que solicitar licencia de actividad o presentar estudio de impacto ambiental.
- Confederación hidrográfica si hay pozos de captación de agua y/o vertidos de efluentes.

*Gestiones oficiales*

## a) Permisos y licencias de tipo general.

- Ayuntamientos /Agencias de Medio ambiente.
  - Licencia de obra.
  - Licencia de actividad.
  - Estudio de impacto ambiental.
  - Licencia de apertura.
  - Protección contra incendios.
- Delegación/Consejería de industria.
  - Sala de calderas.
  - Tuberías a presión.
  - Recipientes a presión.
  - Instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado.
  - Instalaciones de alta y baja tensión.
  - Instalaciones de combustibles.
  - Alta en el registro industrial.

## b) Permisos y licencias para aspectos específicos del proyecto.

Entre los que se requieren con más frecuencia están los correspondientes a las siguientes necesidades:

*Acceso por carretera.*

- Organismo al que pertenezca la carretera de acceso.
- Servidumbres. Retranqueos exigidos.
- Permiso de movimiento de tierras en las zonas afectadas.
- Permisos de obras en general en las zonas afectadas.
- Normas para la realización del acceso.
- Permiso de acceso provisional y definitivo.
- Normas para la realización del cerramiento en la linde con la carretera.
- Permiso para la construcción de un tipo determinado de cerramiento en la zona afectada.

*Acceso por ferrocarril.*

- Ancho de vía.
- Tipo de paso de los carriles.
- Existencia de secciones tipo aconsejables o preceptivas dadas por la entidad explotadora de los ferrocarriles.
- Existencia de estaciones o apeaderos cercanos.
- Electrificación o no de la red.
- Situación de señales avanzadas.

- Gestiones con las entidades explotadoras para estudiar la forma de realización del acceso.
- Zona de influencia de la vía.

*Accesos fluviales o marítimos.*

*Edificabilidad.*

- Edificabilidad máxima en % de la superficie total.
- Edificabilidad máxima en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de superficie total.
- Alineaciones.
- Retranqueos de calzada.
- Alturas máximas y mínimas.
- Separación de edificios.
- Altura mínima de planta.
- Sótanos y semisótanos.
- Patios interiores.

*Servidumbres.*

- Zona marítimo-terrestre.
- Zona río-arroyo.
- Zona de lago-embalse.
- Carreteras.
- Vías pecuarias.
- Ferrocarriles.
- Campos de aviación.
- Líneas eléctricas.
- Etc.

*Gestiones en compañías suministradoras de servicios.*

a) Abastecimiento de agua.

- Si se hace captación de red existente:
  - Punto posible de abastecimiento.
  - Profundidad de la red. Sección.
  - Caudal.
  - Presión
  - Garantías de suministro.
- Si se realiza a partir de un río, lago o embalse:
  - Análisis del agua.
  - Aforo y cotas mínimas y máximas.

- Topografía de las zonas de influencia.
- Si existen pozos de captación:
  - Análisis del agua.
  - Aforo y cotas mínimas y máximas.
  - Diámetro del pozo.
- b) Vertido de efluentes.
  - Si las aguas se pueden verter a un colector existente:
    - Punto posible de conexión.
    - Sección del colector.
    - Cota inferior del colector y de la lámina de agua.
    - Especificaciones del efluente según disposiciones oficiales.
  - Si se han de eliminar a un medio natural:
    - Topografía del medio natural de vertido y de la zona situada entre las plantas y él.
    - Especificaciones del efluente según disposiciones oficiales.
- c) Suministro eléctrico.
  - Compañía suministradora.
  - Situación de la línea de suministro.
  - Tensión de suministro.
  - Garantía de suministro.
  - Garantía en la continuidad de las constantes eléctricas.
  - Normas de la compañía.
- d) Suministro de combustibles.
  - Compañía suministradora.
  - Normas de las compañías suministradoras particularizadas para el emplazamiento del proyecto.

## 6. ACTIVIDADES PROPIAS DE LA INGENIERÍA BÁSICA

En primer lugar hay que establecer y definir las distintas áreas que van a constituir la instalación objeto del proyecto.

Para su mejor estudio y teniendo en cuenta las distintas características de las partes que la integran, las tres áreas de cualquier instalación industrial son:

- Área de producción y almacenamiento.
- Áreas de servicios generales y auxiliares.
- Área social.

Posteriormente deben definirse:

- Medios de producción: Deberán quedar materializados en una lista de maquinas y equipos con sus especificaciones, que definan la calidad de sus materiales de

construcción y sus características de funcionamiento, así como en un organigrama del personal necesario con sus calificaciones técnicas.

- Organización de los medios de producción: No basta con determinar los medios necesarios para producir, sino que hay que organizarlos adecuadamente, partiendo de la definición de cada puesto de trabajo hasta la distribución en planta de todas las máquinas y de todos los medios de trabajo.
- Organización de los ciclos de fabricación: Después de organizar cada puesto de trabajo, hay que estudiar el ciclo completo de fabricación, de forma que se disminuyan los transportes internos y los tiempos muertos, se optimicen las alimentaciones a máquinas y los procesos tengan la adecuada fluidez, evitando recorridos y paradas innecesarias, para así conseguir los menores costes reales.
- Organización del control de la producción: Implantadas las máquinas y equipos y definida la forma de manipular y almacenar los materiales, se determinará la forma de controlar la producción para comprobar el cumplimiento de las especificaciones de calidad establecidas.

En el caso de que se utilice una ingeniería de proceso suministrada por la propiedad o por terceros, la Ingeniería Básica queda muy simplificada, ya que muchas de las actividades anteriores están ya incluidas en la documentación de proceso.

## 7. ALCANCE TÉCNICO DEL INGENIERÍA BÁSICA

El desarrollo de todas estas actividades constituye el trabajo a realizar durante la fase de Ingeniería Básica y, como consecuencia de él, se debe obtener la **información siguiente que constituye el alcance técnico propio de esta etapa** y el punto de partida para la Ingeniería de Detalle. Dicha información técnica debe aparecer plasmada en los planos y especificaciones del Ingeniería Básica.

### Información de carácter general

- Implantación general de las áreas de producción. No se desprende el plano de implantación general definitivo porque puede estar sujeto a otros condicionantes, pero sí una filosofía clarísima y materializada en un plano (Escala 1:200 o 1:1000) del que se pueda hacer un plano de replanteo de todas las instalaciones.
- Implantación particular de cada área de producción. Igual que en el caso anterior deben quedar definidos todos los elementos que ocupan espacio, consumen unos fluidos y eliminan otros. Se darán, además de las plantas, planos de altura o esquemas de secciones generales con las alturas libres mínimas de cada área por dimensiones de máquinas, por operaciones de montaje y desmontaje, etc. Además, por ejemplo, la superficie, altura y situación de los almacenes de materias primas, de los almacenes de productos en curso de fabricación, de los almacenes de productos acabados, de las zonas de control de materias primas en curso y de las zonas de embalaje y expedición.
- Datos para el proyecto de las áreas de servicios generales y auxiliares. Será necesario definir:
  - Superficies, altura, situación de los talleres de mantenimiento y laboratorios de investigación.
  - Organigramas de personal, turnos de trabajo, etc. para proyectar las oficinas generales y las de fábrica.

- Tipos de vehículos que ocuparán los aparcamientos.
- Situación en planta de las zonas de servicios auxiliares como sala de calderas, centro de transformación, depósitos de combustibles, tratamiento de aguas, etc.
- Datos para el proyecto de áreas sociales. En este grupo intervienen datos sobre el organigrama de personal, la organización de turnos, los deseos del cliente sobre la dedicación de más o menos espacio a locales como vestuarios, comedores, zonas deportivas, salas de relajación, etc.
- Posibles ampliaciones. Se incluye esta concepto como dato general porque las futuras ampliaciones previstas inciden en las soluciones adoptadas por todos los especialistas.

#### ***Información que afecta a los especialistas en infraestructuras***

- Características del tráfico rodado. Datos sobre intensidad de tráfico; peso máximo por eje, tonelaje de los vehículos y anchuras; forma de realizar la carga y descarga.
- Características del tráfico ferroviario. Datos sobre sistema de carga sobre los vagones; tamaño y peso de los paquetes y frecuencia de cargas.
- Características de otros posibles tráfico.
- Abastecimiento de agua. Datos sobre necesidades de agua industrial y de agua sanitaria; presión mínima de servicio en los diversos puntos.
- Evacuación de aguas. Datos sobre caudales y naturaleza de las aguas en todos los puntos donde se producen vertidos; características de la recogida de aguas; necesidad o no de tratamientos de depuración.

#### ***Información que afecta particularmente a los especialistas en arquitectura y construcción***

- Detalles de implantación. Datos sobre anchos de pasillos de circulación de vehículos y personas; tamaño de puertas por circulación y entrada de equipos y medios de montaje; necesidades de muelles indicando altura y cantidad de vehículos que pueden cargar simultáneamente.
- Cerramientos y cubiertas. Datos sobre condicionantes relativos a necesidades de cualidades como: incombustibilidad, aislamiento térmico, inatacabilidad química, aislamiento acústico, hermeticidad, fácil desmontaje, necesidad de luz natural o artificial, necesidades de ventilación natural o forzada, fácil limpieza y mantenimiento, etc.
- Separaciones interiores y sus acabados. Datos sobre condicionantes relativos a necesidades de cualidades como: aislamiento visual, aislamiento térmico, inatacabilidad química, aislamiento acústico, fácil desmontaje, necesidad de luz natural o artificial, necesidades de ventilación natural o forzada, fácil limpieza y mantenimiento, etc.
- Soleras y pavimentos. Datos sobre características tales como: temperaturas en los locales, atacabilidad química, resistencia física a la abrasión, rodadura o pivotamiento, facilidades de limpieza, resistencia al resbalamiento, etc.
- Forjados y escaleras. Datos sobre cargas sobre forjados; tráfico que presentan las escaleras que pueden condicionar su anchura, su pendiente y su ejecución.



- Carpinterías y pinturas. Datos sobre tipo de puertas aconsejables (vaivén, pivotantes, correderas); tipo de ventanas más aconsejables; tipos específicos de pinturas (bactericidas, antihumos, antihumedad).

### ***Información que afecta particularmente a los especialistas de estructuras y cimentaciones***

- Modulación de soportes. Se debe desprender si no la modulación final, sí una clara filosofía que permita analizar las posibilidades más interesantes, según proceso, y seleccionar desde el punto de vista del especialista cuál es la mejor desde un punto de vista técnico y económico.
- Material estructural. Deben recogerse datos que aconsejen un material u otro, tales como: peligro de incendio, necesidad de luces de celosía, cargas, rapidez de ejecución, atacabilidad química, remanecía de valor en las demoliciones, etc.
- Sobrecargas. Datos sobre la localización y magnitud de sobrecargas de uso y de ejecución; características de cargas originadas por esfuerzos dinámicos o estáticos; posibles sobrecargas de origen térmico por altas o bajas temperaturas.

### ***Información que afecta particularmente a los especialistas de mecánica***

#### *1. Instalaciones auxiliares.*

- Calefacción, ventilación, aire acondicionado. Datos sobre las condiciones ambientales a mantener en cada zona del edificio; ocupación de los locales y actividad que se desarrolla; desprendimientos de calor de los equipos; situación de los puntos que puedan desprender humo u otros olores y ventilación mínima necesaria.
- Aguas (sanitaria, para riego, para proceso, de incendios, etc.). Datos sobre tipos de aguas:
  - Agua para aseos. Cantidad de agua sanitaria y su temperatura.
  - Agua para limpiezas y riego. Los datos de proceso deben indicar la frecuencia e intensidad con la que se exige la limpieza de los locales y equipos.
  - Agua para proceso. Datos sobre caudales medio y máximo así como su simultaneidad; puntos de consumo; presión; temperatura; calidad de agua.
  - Agua de refrigeración. Datos que deben comprender: cantidad de calor a disipar; temperatura máxima de entrada del agua; pérdida de presión en el circuito de refrigeración.
  - Agua para el sistema de vapor. Datos sobre la cantidad y calidad de esta agua que dependen de la cantidad de condensado que se pierde y de la presión del vapor producido.
  - Agua caliente o recalentada. Es un agua que se utiliza para calentamientos dentro del proceso. Los datos deben ser: calor a transmitir; mínima temperatura de entrada; pérdida de presión del circuito de calefacción.
  - Agua de incendios. Dependiendo del tipo de productos que se manejan se debe indicar cuál es el sistema de incendios más adecuado.

- Vapor. Datos sobre tipo de vapor: saturado o recalentado; situación de los puntos de consumo, caudales y presiones en cada punto; situación de los puntos de recepción de condensados y recuperación o no de los mismos.
- Combustibles (propano, gas natural, gasóleos, etc.). A veces el combustible no solo se utiliza para generar agua caliente o vapor sino que se consume directamente en equipos de proceso como por ejemplo hornos. En tal caso es debe definir el caudal y calidad del combustible.
- Aire comprimido. Datos sobre calidad del aire consumido, situación de los puntos de consumo, caudales y presiones en cada punto.
- Vacío. Es necesario conocer la relación volumen-tiempo y la depresión a conseguir en los distintos puntos.
- Frío. Datos sobre la naturaleza del producto a someter a tratamiento frigorífico; ciclos de entradas y salidas; ciclos de temperatura, humedad y velocidad del aire a mantener.
- Protección contra incendios. Dependiendo de la naturaleza de las materias que hay en cada zona así como del tipo de atmosfera reinante se debe indicar el sistema de protección más adecuado.

## *2. Equipos de proceso*

- Instalaciones de manutención. Las instalaciones de manutención tiene que ser consideradas como un equipo de proceso más y así es si se tiene en cuenta que proceso también es el transporte de una materia de un lugar a otro.
- Maquinaria de proceso. Se debe definir datos sobre la clase de maquinaria así como sus características tales como tamaño, situación, consumos, producción, etc.

## ***Información que afecta particularmente a los especialistas de electricidad***

- Fuerza. Datos sobre punto de consumo y localización; potencias de estos puntos de consumo; factores de simultaneidad; puntos que necesitan tomas; tensiones de motores.
- Alumbrado. Datos sobre niveles de iluminación requeridos; tipo de alumbrado requerido por el proceso así como grado de fidelidad cromática solicitadas; tomas de alumbrado; alumbrado exterior indicando zonas que lo requieren y niveles de iluminación.
- Emergencia. Datos sobre servicios que debe mantener como mínimo.
- Red de tierra. Datos que justifiquen su necesidad y dimensionamiento.
- Corriente continua. Si hay alimentación en continua, datos sobre situación, tensión e intensidades.
- Instalaciones especiales. Datos sobre necesidad de instalación de pararrayos y antenas, relojes marcadores, comunicaciones por radio, telefonía interior, etc.

## ***Información que afecta particularmente a los especialistas de tuberías***

- Requiere recopilar datos sobre diagramas de flujo, conexionado de autómatas y sensores, grado de garantía del proceso, sistema control y regulación, etc.

## 8. PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Completado el alcance técnico de la Ingeniería Básica, es importante establecer un presupuesto y una planificación básica.

El presupuesto estimado preliminar, procedente del Estudio de Viabilidad, será actualizado en este momento y permitirá a la propiedad efectuar ciertas reconsideraciones sobre si su magnitud no se ajusta a lo esperado, transformándolo en una estimación definitiva.

Igualmente la planificación inicial, muy simple y establecida en función de los hitos más importantes, será desarrollada, mediante una red CPM/PERT que establece ya un camino crítico y permite destacar las actividades que van a requerir un mayor control.

De hecho, este presupuesto y planificación básicos van a ser el modelo de referencia para las etapas posteriores de la Ingeniería de Detalle, e incluso Construcción, sirviendo de base al control de costes y plazos que la administración del proyecto exige.

Tratar de mantener los costes dentro de este presupuesto y las fechas, en lo programado, será un objetivo primordial del proyecto.

Los principales capítulos que deben contemplar el presupuesto básico:

1. Ingeniería.
  - 1.1. Ingeniería de proceso.
  - 1.2. Ingeniería Básica.
  - 1.3. Ingeniería de Detalle.
  - 1.4. Gestión de Compras.
  - 1.5. Supervisión en campo.
  - 1.6. Administración y control del proyecto.
2. Equipos materiales.
  - 2.1. Equipo principal.
  - 2.2. Equipo de servicios generales y auxiliares.
3. Construcción y montaje.
  - 3.1. Infraestructura y urbanización.
  - 3.2. Estructura y edificios.
  - 3.3. Montaje mecánico.
  - 3.4. Montaje eléctrico.
  - 3.5. Montaje de instrumentación.
4. Puesta en servicio.
  - 4.1. Pruebas.
  - 4.2. Puesta en Marcha.
  - 4.3. Puesta en operación.

## 9. 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., Aragonés Beltrán, P., Sánchez Romero Miguel A. "Cuadernos de Ingeniería de Proyectos I: Ingeniería básica Anteproyecto de plantas industriales". Ed. S. P. UPV. 2001.
- [4]. Martínez De Pisón Ascacíbar, F. J. y otros. "La oficina técnica y los proyectos industriales. Volumen II". Ed. S. P. UR. 2002.