

## 7. Aspectos técnicos

---

Los aspectos técnicos de los proyectos de inversión generalmente empiezan a ser analizados una vez que se conocen los resultados del estudio de mercado. Con la información referente al producto y sus características, los volúmenes que se espera vender del mismo durante la vida del proyecto y las condiciones en que se comercializará, el proyectista debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se va a obtener el producto o servicio deseado?, ¿cuál será el *proceso técnico* para la producción?
- ¿Dónde conviene que se lleve a cabo el proceso?, ¿cuál es la *localización* más adecuada para el proyecto?
- ¿Cuál debe ser la *capacidad de producción*?, ¿de qué *tamaño* debe ser el proyecto?
- ¿Cómo afectará el proyecto al medio en el que se desenvolverá?, ¿cuál será su *impacto ambiental*?
- ¿Cuánto tiempo se requiere para ejecutar el proyecto y ponerlo en operación?, ¿cuál será el calendario de ejecución?
- ¿Cuánto costará realizar el proyecto? y ¿cuáles serán los costos para producir los bienes o servicios?, ¿de qué magnitud será la inversión por realizar? y ¿cuáles serán los costos de operación?

Así es que como resultado del estudio técnico se obtendrán soluciones a las cuestiones relacionadas con el proceso técnico, el tamaño y la localización del proyecto. Estos son los temas básicos del capítulo técnico. Todos ellos están muy interrelacionados; esas conexiones e influencias entre ellos afectan la selección entre las varias opciones posibles, de manera que el proyectista tiene por una parte que considerar todas esas opciones y por la otra seleccionar la que sea más conveniente para el proyecto, justificando dicha selección. El procedimiento para escoger

entre opciones es dinámico, dadas las conexiones no sólo entre los aspectos técnicos sino entre éstos y los otros componentes del estudio de factibilidad: mercado, financieros, etc.

Una vez hechas las selecciones referentes al proceso, tamaño y localización, el proyectista pasará a considerar el impacto ambiental de las soluciones escogidas, así como los tiempos y costos requeridos para ejecutar el proyecto y ponerlo en operación.

A continuación se describen cada uno de los aspectos considerados en el capítulo técnico, sin embargo, el orden en que se hacen las presentaciones se utiliza únicamente para facilitar la exposición.

### Proceso Técnico

Esta parte del estudio técnico permite seleccionar el proceso de producción o fabricación, o sea, el modo como algunos *insumos* iniciales serán transformados en un producto final, por medio de una secuencia de operaciones.<sup>1</sup>

Para producir un determinado bien pueden generalmente existir varios procesos tecnológicos o *tecnologías* disponibles, las cuales están sujetas a cambios y mejoras debido al desarrollo técnico y pueden, por lo tanto, estar en distintas etapas de su vida y representan por esto, diversos grados de riesgo cuando se trata de aprovecharlas a niveles industriales: algunos procesos pueden estar en pruebas de laboratorio, otros en pruebas de planta piloto, algunos más en los primeros niveles de producción industrial, etc.

También debe considerarse que en cuanto a procesos de producción existen tres grandes tipos de tecnología:

- a) Procesos de mano de obra intensiva,
- b) Procesos mecanizados y
- c) Procesos altamente mecanizados con uso de tecnologías avanzadas.<sup>2</sup>

La selección del proceso se hace con base en consideraciones económicas que reflejan la disponibilidad tanto acerca de utilizar la tecnología (algunas están patentadas y su utilización requiere de convenios con quienes poseen las patentes), como de materias primas, mano de obra especializada y equipos en las cantidades y calidades requeridas.

<sup>1</sup> ILPES, *Guía para la Presentación de Proyectos*, pp. 104-105.

<sup>2</sup> Erossa Martin, V.E., *Proyectos de Inversión en Ingeniería*, pp. 100-101.

La selección del proceso de producción determina la maquinaria y equipo que serán necesarios tanto para el proceso básico, como para los servicios auxiliares que demanda este proceso (vapor, agua helada, aire comprimido, etc.); con lo cual se puede proceder a desarrollar la *ingeniería* básica y la *ingeniería* de detalle del proyecto.

### ***Ingeniería básica***

La ingeniería básica comprende la información técnica fundamental para que el proceso productivo pueda llevarse a cabo y está constituida por un conjunto de documentos que permitirán realizar, primero, una estimación preliminar del monto de la inversión requerida y, en segundo lugar, la ingeniería de detalle o descripción detallada que servirá de base para la ejecución del proyecto.

En general la ingeniería básica se documenta con:

- *Bases de diseño.* - En las que se especifican las características y requerimientos de materiales, los datos del terreno en que se va a llevar a cabo el proyecto (extensión, topografía) y las especificaciones o códigos relativos a los procedimientos de construcción.
- *Diagramas de flujo.* - Sobre todo en el caso de procesos de transformación, el diagrama de flujo es la representación gráfica y simplificada del desarrollo de la transformación en su conjunto; en el que aparecen las operaciones que integran el proceso, su secuencia y el flujo del producto entre operaciones.
- *Diagramas de tuberías e instrumentación.* - En éstos se muestran las tuberías de proceso, especificándose materiales y diámetros requeridos.
- *Lista de equipo y especificaciones.* - En ésta se definirán los equipos importantes del proceso, como tanques, equipos de refrigeración o maquinaria especial, con sus especificaciones sobre materiales de construcción y capacidad.
- *Arreglo de equipo.* - La distribución o arreglo del equipo y edificios deberá presentarse para la utilización efectiva del terreno disponible, indicando vialidades internas y de acceso, espacios para movimiento de materiales de la manera que resulte más económica para la operación y almacenaje, a la vez que segura y satisfactoria para el personal.

## ***Ingeniería de detalle***

La ingeniería de detalle permite la descripción detallada del proceso técnico y sirve de base para efectuar la fase de ejecución del proyecto. La ingeniería de detalle desarrolla lo establecido en la ingeniería básica para lograr una cuantificación exacta de los materiales de construcción, equipos principales y auxiliares, instalaciones y de la mano de obra requerida para la construcción.

Durante la realización de la ingeniería de detalle se elaboran:

- Planos civiles y arquitectónicos que muestran las características de construcción de los edificios, los arreglos de distribución de equipos de proceso y auxiliares, etc.
- Planos de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, de gas y de tuberías de proceso.
- Planos de instalaciones auxiliares (vapor, refrigeración, aire acondicionado).
- Diagramas de flujo de proceso con especificaciones de características y volúmenes de materias primas, materiales auxiliares y productos resultantes.
- Listas de equipo, con especificaciones de tamaño, capacidad y materiales de construcción.
- Listas de tuberías y ductos con especificaciones de materiales, tamaños y accesorios.
- Las especificaciones generales y particulares para la construcción del proyecto.

Con los datos que la ingeniería de detalle proporciona pueden elaborarse los presupuestos de inversión y de operación, como se describe más adelante.

Algunas veces a la documentación que resume la ingeniería de detalle se le denomina Proyecto Ejecutivo y se integra con los planos de construcción, la relación de *conceptos de obra*, que son las actividades necesarias para la ejecución del proyecto, los materiales y los equipos necesarios junto con el *precio unitario* de cada uno de ellos y el presupuesto total de la construcción.

## Tamaño

Cuando se trata del “tamaño de un proyecto”, se considera que “...se mide por su capacidad de producción de bienes o de prestación de servicios, definidos en términos técnicos en relación con la unidad de tiempo de funcionamiento normal...” de la fábrica o empresa de servicio.<sup>3</sup> Por tanto, la capacidad o tamaño se expresará en toneladas por día, kilogramos por hora, litros por segundo, piezas por turno de 8 horas. En otros casos las unidades son muy diversas: camas disponibles en hospitales; alumnos atendidos en escuelas; vehículos por hora que transitan en una carretera; cuartos de hotel en lugares turísticos, etc.

Debe señalarse que el concepto de capacidad tiene que precisarse, además de la ya señalada en condiciones normales, en términos de “capacidad de diseño” y “capacidad máxima”, que suponen producciones en condiciones muy especiales que difieren mucho, generalmente, de las obtenidas en condiciones usuales.<sup>4</sup>

El estudio de mercado proporciona la información básica para definir el tamaño del proyecto, pero la participación de éste en el mercado y las condiciones de comercialización en la que se espera ocurra tal participación, interaccionan con otros factores como la tecnología, la magnitud de los recursos para inversión y los insumos para la producción disponibles, así como los incentivos que ofrezcan las políticas económicas gubernamentales, entre otros. El proyectista tendrá que considerarlos todos, ponderándolos juiciosamente, para llegar al tamaño más adecuado del proyecto.

La precisión del tamaño o capacidad del proyecto es vital para el éxito del mismo: un tamaño excesivo conducirá a que no se aproveche debidamente la capacidad, ocasionando gastos elevados de capital y de mantenimiento de instalaciones. Por otra parte, un tamaño menor no permitirá cumplir con el objetivo de tener toda la participación posible en el mercado y también conducir a mayores costos unitarios de producción por la menor escala de las operaciones.

En la selección de la capacidad del proyecto se observa la interrelación con los otros aspectos considerados en el estudio de factibilidad como los de mercado y finanzas, así como los elementos técnicos que son el proceso de producción y la localización del proyecto: el proceso determina la necesidad de insumos y la disponibilidad de éstos, que también afecta al tamaño, se relaciona a su vez con la localización. Ésta por su parte, también depende del tamaño y proceso seleccionados, pues éstos determinan la superficie de terrenos necesaria para construir las instalaciones requeridas, etc.

<sup>3</sup> ILPES *op. cit.*, p. 92.

<sup>4</sup> *Ibid.*, pp. 92-93.

## **Localización**

Este elemento completa la tercia de los temas básicos del capítulo relativo a los aspectos técnicos. El objetivo del estudio de localización es el de elegir el mejor sitio para llevar a cabo el proyecto. En los análisis para hacer esa selección se consideran las políticas y los planes de desarrollo regional, la extensión y ubicación del mercado considerado, las vías de comunicación, etc.

En los casos de proyectos para producir bienes de consumo puede considerarse que hay dos posibilidades extremas: ubicar el proyecto cerca de donde se encuentran disponibles los insumos, o bien, cerca de donde se localiza el mercado por atender. Entre ambos extremos, desde luego, hay una gran cantidad de posibilidades de ubicación de los proyectos.

También debe considerarse que en algunos proyectos la localización está definida de antemano por consideraciones naturales, como el aprovechamiento de recursos mineros, pesqueros o turísticos; o en los proyectos de vías de comunicación carreteras o ferroviarias y puentes, que dependen de las rutas escogidas por consideraciones socioeconómicas y técnicas.

Cuando es posible escoger entre varias opciones de localización, la selección se lleva a cabo en dos niveles: la macrolocalización y la microlocalización. La primera corresponde a un nivel de región o estado en que es posible ubicar el proyecto y la microlocalización define el lugar preciso (lote, terreno o predio) donde se llevará a cabo el proyecto.

### ***Macrolocalización***

La macrolocalización de un proyecto corresponde al análisis de las opciones regionales para su establecimiento y debe basarse en el análisis de aspectos geográficos, socioeconómicos, culturales e infraestructura para hacer la selección.

Los aspectos geográficos comprenden:

- Límites y colindancias,
- Coordenadas y altitud sobre el nivel del mar,
- Extensión de la región,
- Orografía e hidrografía,

- Clima,
- Recursos naturales y
- Disponibilidad de materias primas y otros insumos.

Los aspectos socioeconómicos y culturales que pueden influir en la macrolocalización son:

- Población total,
- Centros de población más importantes,
- Población económicamente activa por sectores,
- Tendencia de crecimiento,
- Nivel de sueldos y salarios,
- Condiciones de la vivienda,
- Educación,
- Salud pública,
- Centros de recreación,
- Actividades sindicales,
- Costo de la vida y
- Aspectos laborales y fiscales.

En cuanto a la infraestructura se consideran:

- Vías de comunicación,
- Electrificación,
- Agua potable,
- Alcantarillado,
- Disponibilidad de transporte,

- Industria complementaria y
- Parques industriales.

Algunos de los factores que afectan la macrolocalización, se han clasificado como críticos, objetivos o subjetivos.

- Los *factores críticos* son aquéllos que por su naturaleza pueden impedir la localización de un proyecto en una región determinada, por ejemplo, si se requieren grandes cantidades de agua en un proceso, un proyecto no se localizará donde hay escasez de ésta.
- Los *factores objetivos* son los que pueden evaluarse en términos monetarios como mano de obra, materias primas, impuestos, etc.
- Los *factores subjetivos* son los que no pueden medirse en dinero, pero que afectan las actividades de la región, por ejemplo el ambiente laboral y las actividades sindicales, conflictos de diversa índole, etc.

Por otra parte, precisamente como los proyectos de inversión pública se promueven en muchos casos para obtener o facilitar el desarrollo de alguna región, la selección en este nivel puede hacerse en función de que contribuya a generar empleos y producir un efecto multiplicador que sea relevante, o bien, en otros casos donde se evite el aumentar el daño al medio ambiente que causará el desarrollo del proyecto.

### ***Microlocalización***

En esta parte una vez que se escogió la región donde se llevará a cabo el proyecto, el estudio de microlocalización se dedica a precisar su ubicación mediante la selección de un predio, terreno o sitio adecuado.

El análisis considera los siguientes elementos:

- Superficies,
- Topografía,
- Tipo de suelo,
- Precio,
- Uso de suelo,



- Situación legal,
- Construcciones aprovechables y
- Distancias de los centros de consumo o de abasto.
- Disponibilidad de servicios (con la calidad y cantidad requeridos)
  - Agua y alcantarillado,
  - Energía eléctrica,
  - Combustibles,
  - Comunicaciones y transportes y
  - Manejo de residuos sólidos.
- Infraestructura económica,
  - Vialidades y accesos,
  - Almacenes y bodegas y
  - Viviendas, escuelas y comercios.

Como en el análisis de macrolocalización, el de microlocalización requiere hacer comparaciones de costos: del valor del terreno, de las tarifas de transporte, de los servicios de infraestructura, etc., para contar con los elementos objetivos y seleccionar el sitio más adecuado para ubicar el proyecto. Como resultado de ambos análisis, se tendrá definido el predio donde se recomienda, por todas las ventajas que ofrece ese sitio, construir las obras e instalaciones necesarias para que el proyecto produzca los bienes o servicios considerados.

### **Los elementos técnicos básicos en los proyectos de servicios públicos municipales**

Cuando se trata de este tipo de proyectos, los estudios y análisis correspondientes a la selección del proceso técnico, del tamaño o capacidad y de la localización, adquieren características especiales en cuanto a su contenido y alcance.

A continuación se presentan esas características especiales de los elementos técnicos, en el orden señalado, para los proyectos públicos municipales.

## **Proceso Técnico**

En este aspecto, sólo algunos proyectos de servicios requieren efectivamente de la selección de un proceso de transformación, tales son los casos del suministro de agua potable, del tratamiento de aguas residuales, de la disposición final de residuos sólidos o de la matanza de ganado en rastros. En estos tipos de proyectos municipales pueden considerarse varias opciones tecnológicas entre las cuales escoger para cumplir con el objetivo de prestar un servicio adecuado; efectivamente hay una transformación importante que ocurre a lo largo de una secuencia de operaciones entre el agua residual y el agua tratada, el animal vivo y los productos obtenidos por la matanza, el agua como se obtiene de la fuente natural y el agua potable que sirve para el consumo humano.

En los proyectos ya mencionados el estudio del proceso técnico se lleva a cabo como para cualquier otro proceso productivo.

En cuanto a los proyectos de mercados públicos, panteones, parques y jardines, los “procesos” para su operación son de carácter administrativo y en este sentido, lo que corresponde estudiar en cuanto a proceso técnico podrá considerarse equivalente a la selección de *sistemas administrativos* y *procedimientos de control* que permitan prestar los servicios en la forma más eficiente.

En todo caso, para los proyectos municipales donde no hay proceso de transformación propiamente dicho, el tema del proceso técnico se enfoca a la selección de los materiales y procedimientos de construcción más adecuados, tal como ocurre en la pavimentación de calles y avenidas; la instalación de sistemas de alumbrado público; el establecimiento de mercados, etc.

Por otra parte, para que el proyecto de servicio pueda ejecutarse en su momento, es necesario que se desarrollen tanto la ingeniería básica como la del detalle. Los resultados de realizar el trabajo de diseño de ingeniería correspondiente a ambos grados de detalle, se resumen generalmente en los *expedientes técnicos*, en los cuales se incluyen cuando menos:

- un plano de las instalaciones del proyecto, con dimensiones,
- lista de materiales especificados y cantidades a utilizar de cada uno y
- croquis de localización de las obras o instalaciones.

Para la preparación de los expedientes técnicos existen publicaciones ya editadas, como la guía publicada en 1990.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> SPP-Solidaridad, *Guía para la elaboración de expedientes técnicos simplificados*.

En esa guía se encuentran señaladas las informaciones técnicas que deben presentarse con relación a los proyectos considerados. Así, por ejemplo, para suministro de agua potable los datos requeridos son:

- Fuente de abastecimiento (pozo o manantial),
- Distancia de la fuente de abastecimiento al centro de suministro (km.),
- Aforo de la fuente (metros cúbicos por segundo),
- Características del agua de la fuente (resultado de un análisis cualitativo de laboratorio),
- Modo de captación y capacidad,
- Longitud y diámetro de la línea de conducción (de la fuente al centro de suministro),
- Longitud y diámetro de la línea de distribución (del centro de suministro a los consumidores) y
- Tomas domiciliarias por instalar.<sup>6</sup>

Para el caso de construcción de pavimentos, empedrados o guarniciones, los datos solicitados son:

- Longitud del tramo (metros de longitud),
- Tamaño de la obra (metros de longitud por metros de ancho),
- Condiciones topográficas del tramo y tipo de suelo,
- Obras existentes (como agua potable, alcantarillado, etc.) y
- Bancos de materiales y fuentes de abasto de agua y su distancia de la obra.<sup>7</sup>

La información mínima necesaria para un proyecto de alcantarillado debe contener:

- Disposición actual de las aguas residuales o negras,

<sup>6</sup> *Ibid.*, p. 69.

<sup>7</sup> *Ibid.*, p. 50.

- Sistemas de evacuación de las aguas residuales o negras,
- Sitio de disposición final de aguas negras,
- Número de emisores, colectores, subcolectores y red de atarjeas (existentes y planeadas),
- Volúmenes de aguas residuales por desalojar,
- Obras y conexiones a la red,
- Longitud de conductos,
- Número de descargas domiciliarias,
- Longitud y diámetro de la tubería y
- Número de pozos de visita.<sup>8</sup>

Con la información contenida en el expediente técnico simplificado se puede proceder a analizar varias alternativas, por ejemplo de materiales, proceso, trazo de líneas, etc., que permitan seleccionar la que representa las mayores ventajas para el proyecto.

### **Tamaño**

En una gran cantidad de proyectos de servicios municipales, en especial los correspondientes al desarrollo urbano, la magnitud del proyecto está determinada de antemano: la longitud y el ancho de las calles por pavimentar, la zona donde se instalará el alumbrado público y la superficie de las áreas dedicadas a parques o jardines. En los restantes servicios el tamaño del proyecto se define de acuerdo con la población que será la usuaria o beneficiaria.

De los estudios en cuanto al desarrollo de la población por atender se conocen los usuarios o consumidores potenciales, según las previsiones de crecimiento de la población por razones naturales o por efectos de las tendencias migratorias y la movilidad poblacional. La información general sobre estos temas es publicada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

A partir del crecimiento de la población actual y del Índice de Crecimiento Poblacional (*ICP*), es posible estimar a cuánto llegará la población considerada en un cierto número de años. Se aplica la fórmula:

<sup>8</sup> *Ibid.*, p. 66.

$$PE = PA ( 1 + ICP)^n$$

donde:

$PE$  = población esperada (número de habitantes)

$PA$  = población actual (número de habitantes)

$ICP$  = Índice de Crecimiento Poblacional  
(número de nacimientos menos número de defunciones ocurridos en un año, dividido entre el número de habitantes al iniciarse el año)<sup>9</sup>

$n$  = número de años considerados

Por ejemplo, para una localidad de 2 500 habitantes de población se desea estimar la población al final de 15 años si el ICP se considera igual al 2.5% anual. En este caso:

$PA$  = 2 500 habitantes

$ICP$  = 2.5% Anual = 0.025 / año

$n$  = 15 años

$PE$  = 2 500 ( 1 + 0.025 )<sup>15</sup> = 2 500 X 1.448, o sea,

$PE$  = 3 620 Habitantes

La población esperada después de 15 años llegaría a 3 600 habitantes.

Para convertir a la población que se espera atender en unidades de servicio que permitan dimensionar los proyectos de los servicios municipales, el Centro de Desarrollo Municipal (CEDEMUN), de la Secretaría de Gobernación, ha propuesto la utilización del llamado “Factor óptimo de prestación de servicios” (FOPS), el cual se define como una medida de la cantidad óptima de servicio que es requerida por cada habitante.<sup>10</sup> Estos factores han sido establecidos por instituciones y organismos como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que determinan niveles mínimos de bienestar para la población. En nuestro país puede recurrirse a la Comisión Nacional del Agua o a la Comisión Federal de Electricidad, para los consumos en sus respectivos ámbitos de competencia. Por otra parte, en el caso de proyectos de *equipamiento urbano* se cuenta con las recomendaciones de dimensionamiento, establecidas por el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano desarrollado por la antigua Secretaría de Desa-

<sup>9</sup> Aunque el ICP se determina con datos pasados y puede variar de año en año, el proyectista tiene que definir uno que tome en cuenta las variaciones del ICP, como los efectos de los movimientos de población.

<sup>10</sup> CEDEMUN, Secretaría de Gobernación. *Gobierno y administración municipal en México*, p. 319.

rollo Urbano y Ecología (Sedue) y luego manejado por la Secretaría de Desarrollo Social; esas recomendaciones se refieren a los tamaños mínimos técnicamente adecuados para diversos rangos de población.

Entre los Factores Óptimos de Prestación de Servicios (FOPS) ya determinados se encuentran:

<i>Servicio</i>	<i>FOPS</i>
Agua, en zona urbana no industrializada	300 litros diarios por habitante
Agua, en zona rural no industrializada	150 litros diarios por habitante
Áreas verdes, en zona urbana industrializada	4.5 metros cuadrados por habitante
Escuela primaria	Una por cada 2 000 habitantes
Mercado público	Un puesto por cada 120 habitantes

La fórmula que se aplica para determinar la capacidad de servicio requerida es:

$$C = PE \times FOPS$$

*C* = capacidad del servicio

*PE* = población esperada que será atendida

*FOPS* = Factor Óptimo de Prestación del Servicio

Como ejemplos se desarrollan a continuación dos casos, para la localidad antes descrita de 2 500 habitantes actuales, cuya población esperada es igual a 3 620 habitantes en un plazo de 15 años. Si para esta localidad se considera suministrar el servicio de agua potable, la capacidad del sistema será:

$$Q = 3\,620 \text{ habitantes} \times 150 \text{ litros diarios por habitante}$$

$$Q = 543\,000 \text{ litros diarios} = 543 \text{ metros cúbicos por día}$$

$$\text{o también } Q = \frac{543\,000 \text{ litros diarios}}{86\,400 \text{ segundos por día}} = 6.28 \text{ litros por segundo}$$

Si se considera el mercado público para la misma localidad, entonces la capacidad del mismo, expresada en número de puestos o locales, tendrá que ser:

$Q = 3\ 620$  habitantes 1 puesto por cada 120 habitantes

$$Q = \frac{3\ 620}{120} = 30.17 \text{ puestos}$$

Si tomamos como referencia al Sistema Normativo de Equipamiento Urbano antes mencionado, se encontrará que recomienda, para una localidad de entre 2 500 y 5 000 habitantes, un mercado con 30 puestos. Esta recomendación coincide con el resultado obtenido aplicando el procedimiento de FOPS propuesto por el CEDEMUN.

Debe tenerse cuidado, en el caso del ejemplo del mercado que está considerado, como en otros proyectos similares, ya que la capacidad determinada por el número de puestos será únicamente la capacidad útil, pero la instalación completa para que el mercado cumpla adecuadamente con su función tiene que incorporar las superficies para instalar las oficinas administrativas, los servicios sanitarios; las áreas de circulación; la zona para manejo de residuos sólidos y basura; andenes de carga y descarga; estacionamientos, etc.

### **Localización**

De los niveles de análisis considerados para la selección del predio donde se ubicará el proyecto, en los casos de los servicios municipales, la macrolocalización está definida de antemano por tratarse del ámbito del municipio correspondiente, es más, inclusive se determina previamente la localidad donde se requiere el servicio.

También en varios de esos tipos de proyectos la microlocalización se define de antemano: por las calles, barrios o secciones en los cuales se instalará alumbrado, se harán pavimentaciones o guarniciones y banquetas. Estos son casos donde tanto el tamaño como la localización del proyecto están previamente determinados.

Cuando se trata de proyectos de abastecimiento de agua, drenaje sanitario o tratamiento de aguas residuales, sí se requieren estudios específicos de localización para seleccionar las fuentes de abastecimiento, el trazo de las líneas o tuberías de conducción y la ubicación de plantas de tratamiento.

En lo casos de panteones, mercados, parques, jardines y rastos, se requiere también el análisis de microlocalización para poder escoger entre varios terrenos o predios factibles. La selección se ve afectada por la consideración de ciertas protecciones para la población como es el evitar que malos olores, humos, polvos provenientes del rastro, mercados o rellenos sanitarios sean desplazados por los vientos dominantes hacia los lugares habitados, o bien, en el caso de panteones, que no sean desarrollados en zonas bajas que sean inundables.

En algunas entidades federativas existen ya normas para la localización de algunos proyectos municipales. Tal es el caso del Fideicomiso para la Construcción y Operación de Centros de Abasto Popular (FICOCAP), organismo del gobierno del Estado de México, el cual establece criterios para los mercados. Estos deberán ubicarse en lugares que permitan el acceso desde varias direcciones, de manera que los predios deben tener tres o cuatro frentes, es decir, tienen que abarcar manzanas completas o estar en cabezas de manzanas. Además el predio debe tener forma cuadrada o rectangular, y en este caso, la proporción entre las dimensiones de los lados debe ser de 1 a 3.<sup>11</sup>

Un factor importante a considerar en los proyectos municipales es el relativo a las costumbres de la población en cuanto a su desplazamiento por las localidades y los tiempos que habitualmente les toma llegar a los sitios donde se les ofrecen los servicios, ya sean mercados, lugares de recreación y convivencia, etc. Cuando los habitantes de una localidad se hacen a la idea de que un nuevo servicio o instalación les queda “lejos” o está fuera de sus recorridos habituales, cuesta mucho trabajo convencerlos para que concurren a los mismos y entonces los servicios no son aprovechados en todo lo que se quisiera, conforme se planteó en el proyecto.

## Impacto ambiental

La realización y operación de todo proyecto afecta en mayor o menor medida el medio dentro del cual se desarrolla. Es por esto que se requiere la preparación de estudios que determinen y midan el *impacto ambiental* de cada proyecto.

En nuestro país la normatividad sobre la protección del ambiente empieza en el nivel federal por lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, la cual se complementa con las leyes equivalentes en cada estado y por la reglamentación a nivel municipal. Debe señalarse que la autoridad federal en la materia, el Instituto Nacional de Ecología, tiene únicamente funciones normativas. Corresponde a las autoridades estatales y municipales efectuar las acciones operativas para proteger el ambiente.

La participación de los ayuntamientos en esas acciones es fundamental, pues representan a la primera autoridad con que tratan los ciudadanos y son quienes conocen los problemas de primera mano.

La consideración del impacto ambiental de los proyectos debe hacerse tanto en la fase de ejecución; es decir, cuando son construidos, como cuando ya está funcionando normalmente. Algunos de los más grandes daños al medio se hacen precisamente durante la ejecución de las obras que el proyecto requiere. La protección al

<sup>11</sup> FICOCAP, *Prototipos de mercados*. pp. 2-23.



medio debe quedar incorporada a lo largo de todo el desarrollo de la ingeniería del proyecto; un buen diseño y especificaciones adecuadas de construcción y de operación eliminarán, o al menos reducirán, los efectos negativos.

Desde luego que tanto la determinación del impacto ambiental como las medidas de diseño, construcción y operación que deben aplicarse para mejorar los efectos del proyecto en su medio, tienen que ser definidos por especialistas que se incorporen al equipo de trabajo que se ha venido denominando como el proyectista. Aunque en los diversos aspectos que se consideran en los estudios de factibilidad intervienen especialistas, en el caso de los efectos de los proyectos en la ecología es más difícil que los equipos proyectistas cuenten con personal suficientemente preparado.

Para los proyectos de servicios municipales hay algunas medidas de protección del ambiente que están bien definidas, como:

- Evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por insuficiencia o mal funcionamiento de la red de drenaje de aguas negras.
- Evitar la contaminación de suelos por la recolección y la disposición final inadecuadas de residuos sólidos municipales e industriales.
- Evitar la contaminación atmosférica por emisiones de industrias o por la incineración inadecuada de residuos sólidos municipales o industriales.
- Impedir la tala irracional de los recursos forestales y los desmontes.

Con las experiencias adquiridas en la realización de proyectos municipales se han establecido normas como las que se presentan a continuación, que deben aplicarse en el desarrollo de los varios tipos de servicios que se consideran.<sup>12</sup>

- *Agua Potable*
  - Cuidar y conservar las fuentes locales de abastecimiento, tanto superficiales como subterráneas, evitando la sobreexplotación y el agotamiento, así como procurando mantener las condiciones de calidad.
  - Evitar el uso de agua potable para limpieza de calles, riego de jardines, etc.
  - Controlar la calidad de las fuentes de abastecimiento para evitar la transmisión de enfermedades.

<sup>12</sup> INAP, *Gaceta Mexicana de Administración Pública Estatal y Municipal*, núms. 39, 40 y 41 pp. 71-75.

- *Drenaje*
  - Procurar el adecuado mantenimiento del sistema para evitar la generación de malos olores.
  - Evitar la contaminación del suelo por las descargas de aguas residuales.
  - Promover la introducción de sistemas de tratamiento de aguas residuales.
  - Evitar la degradación de la flora local por verter las aguas residuales en cañadas, escurrimientos naturales y en el suelo.
  - Evitar la contaminación de productos vegetales destinados al consumo humano.
  
- *Mercados*
  - Contar con sistemas adecuados de ventilación para evitar malos olores.
  - Garantizar el suministro de agua potable para evitar la contaminación de los productos.
  - Requerir la instalación de sistemas adecuados para el desalojo de aguas negras y jabonosas.
  - Evitar focos de contaminación por el manejo inadecuado de residuos sólidos.
  - Procurar el adecuado servicio de limpia en tianguis y mercados ambulantes.
  - Establecer el adecuado control sanitario de productos alimenticios.
  
- *Alumbrado*
  - Procurar que las redes de transmisión no causen alteraciones significativas en la vegetación natural.
  - Adecuar el tipo de alumbrado a las características de la región.

En el caso de la fase de ejecución de los proyectos, pueden señalarse a manera de ejemplo algunos impactos ambientales tanto positivos como negativos, que se presentan comúnmente.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> FICOCAP, *op. cit.*, pp. 2-35 y 2-36.

<i>Acción</i>	<i>Efecto</i>	<i>Impacto Ambiental</i>
Obras en General. Construcción, remodelación, reparación o ampliación	Aumento del tráfico vehicular y equipo pesado en la zona	Negativo. Requiere Prevención
	Incremento de la demanda de materiales de construcción producidos en la zona	Positivo. Necesita Promoción
Apertura de zanjas y colocación de tuberías	Posible cierre y/o entorpecimiento del tránsito peatonal y de vehículos en zonas cercanas al proyecto	Negativo. Necesita Prevención.
Conexión a la red municipal de agua potable y drenaje	— Producción de cascajo y otros materiales de desecho	Negativo. Requiere Prevención
	— Polvos y contaminación en la zona	
	— Posible deforestación en la zona	
Utilización y cambio en el uso del suelo	— Posible aumento del nivel de ruido	Negativo. Prevenir
	— Producción de basura	Negativo. Prevenir
	— Posible aumento del precio de terrenos en la zona	Positivo. Promover
	— Posible creación de infraestructura vial y de servicios en la zona	Positivo. Promover

## Calendario de ejecución

El *calendario de ejecución* o *cronograma* es la representación gráfica de la duración de la fase durante la cual se construye o materializa el proyecto e indica la secuencia y duración de todas las actividades necesarias para poner el proyecto en su fase de operación.

En el cronograma se deberán indicar todas las actividades que deben realizarse con relación al proyecto desde la adquisición del terreno, la preparación del sitio, las cimentaciones, la adquisición de materiales y equipo, la construcción de edificios, el montaje de instalaciones y equipos, etc., hasta la capacitación de personal y las pruebas y la puesta en marcha.

La representación más común del calendario de ejecución es mediante un *diagrama de barras* o gráfica de Gantt, en el que se muestra el inicio y el fin de cada actividad o trabajo por efectuar, el periodo durante el cual se realiza y la fecha de terminación de la obra. Como ejemplo, se presenta el cronograma para la construcción de un edificio destinado a servir como mercado público.

<i>Tiempo</i>	<i>Meses</i>				
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Actividad</i>					
Obras preliminares	■				
Cimentación		■			
Inst. sanitarias		■			
Inst. hidráulicas		■			
Albañilería		■		■	
Herrería		■		■	
Cubierta		■		■	
Inst. eléctrica		■			

El cronograma presenta las siguientes ventajas:

- Muestra en una sola gráfica todo el programa de las actividades necesarias para la realización del proyecto.
- Puede ser utilizado para cualquier tipo y tamaño de proyecto.
- Ayuda a evitar la omisión de algún trabajo o actividad.
- Permite prever posibles retrasos y tomar las medidas preventivas correspondientes.
- Facilita la reprogramación a causa de demoras o adelantos, de acuerdo con el desarrollo de los trabajos.

El calendario de ejecución además de un elemento de planeación, si se aprovecha adecuadamente y se mantiene actualizado, es una importante herramienta de control para mantener el proyecto dentro de los plazos y costos estimados para su materialización.

La calidad del cronograma depende tanto de la exhaustividad en la consideración de las actividades por realizar, que deben tener un nivel de desagrupación o desglose compatible con la magnitud, complejidad y duración total de la fase de ejecución, por una parte, y por otra, la estimación de la duración de cada una de las actividades consideradas debe ser lo más realista posible.

En la preparación del calendario de ejecución tiene que tomarse en cuenta que para proyectos de gran magnitud y complejidad, así como en aquellos que utilicen

recursos fiscales o financiamiento de instituciones de crédito multilaterales, como el Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo, se requiere tiempo para llevar a cabo las negociaciones de los préstamos, además de que la normatividad aplicable exige que la selección de contratistas y proveedores de maquinaria o equipo se haga mediante licitación o concurso público; para algunas de estas licitaciones puede ser necesario convocar a nivel internacional a empresas interesadas en participar. Un buen cronograma necesita que se tomen en cuenta los plazos requeridos para llevar a cabo tales concursos o negociaciones.

El cronograma permite calendarizar, o sea, precisar cómo se distribuyen a lo largo del periodo de ejecución, los costos de inversión estimados, lo cual facilita la preparación del flujo de efectivo del proyecto que se considera en la parte financiera del estudio de factibilidad.

### Costos de inversión

La realización de un proyecto requiere que se inviertan cuantiosos recursos monetarios en la compra de maquinaria y equipo, instalaciones y ejecución de las obras previstas para que el proyecto inicie su fase de operación. Los costos de inversión corresponden a los conceptos que en términos contables se denominan activo fijo y activo diferido, entre los que se encuentran:

- *Terreno.*- incluye el costo de adquisición más los impuestos, gastos de escrituración y registros.
- *Construcciones e instalaciones.*- comprende los costos de edificios, instalaciones electromecánicas, almacenes y bodegas, patios, estacionamientos, caminos de acceso, espuela de ferrocarril y acometida para energía eléctrica, etc.
- *Maquinaria y equipo.*- tanto principal como auxiliar, incluye los costos de adquisición, montaje, instalación, fletes e impuestos para dejarlos listos para operar.
- *Equipos de transporte.*- vehículos para usos diversos, inclusive los de distribución de productos, en su caso.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Estudio de factibilidad.
- Ingeniería básica y de detalle.

- Gastos de constitución de la empresa.
- Gastos de supervisión y administración antes de la entrada del proyecto en operación.

La cuantificación de los costos de inversión se hace de acuerdo con cotizaciones obtenidas de los fabricantes, distribuidores o proveedores de los bienes y servicios considerados. Para los costos de construcción su estimación se basa en las cantidades o volúmenes de obras por ejecutar, de acuerdo con el diseño y los precios unitarios aplicables a los conceptos de obra correspondientes. Los gastos derivados de la administración y supervisión durante las fases de formulación y ejecución del proyecto, se determinan de acuerdo con las plantillas de personal y los niveles de sueldos aplicables por el tiempo que duran dichas fases, además de considerar los gastos de oficina, viajes, etc.

En algunos proyectos, es necesario separar el monto de la inversión en dos partes: la que corresponde a bienes y servicios que se adquirirán en el extranjero y se pagarán en divisas y los conceptos que se compran en el país y se pagarán en moneda nacional.

## Costos de operación

Como sucede con los costos de inversión, la mayor parte de los costos de operación dependen del tamaño, localización y proceso técnico seleccionados para el proyecto. Otros costos están determinados por el tipo de organización empresarial o institucional que tenga el proyecto en operación.

Dentro de los conceptos de costos de operación deben considerarse todas las erogaciones en que se incurre para la producción del bien o servicio, para que una vez cuantificados se pueda establecer un precio de venta del mismo, que deberá ser suficiente para cubrir los costos y gastos, además de proporcionar utilidades al productor o prestador del servicio.

Se definen como gastos a los desembolsos propios de una actividad, mientras que los costos representan la suma de gastos de diferentes características; en general, pueden clasificarse en:<sup>14</sup>

Costos de producción = Gastos directos y gastos indirectos de fabricación (materias primas, mano de obra y gastos diversos).

<sup>14</sup> SEPAFIN, *Metodología para la Presentación, Formulación y Evaluación de Proyectos Industriales*, p. 116.

Costo de ventas	=	Gastos de venta (vendedores, gastos de distribución, etc.)
Costo de administrar	=	Gastos de administración
Costo financiero	=	Gastos financieros

### **Costo de producción**

Corresponde a la erogación por las materias primas, sueldos y salarios directos del personal que interviene en el proceso de producción y por los gastos indirectos de producción, que se pagan por bienes o servicios que completan el proceso, por ejemplo agua, energía eléctrica, materiales auxiliares, herramientas menores, repuestos, combustibles y lubricantes. Adicionalmente se deben incluir impuestos y seguros.

Dentro de este costo es importante considerar la *depreciación* de las instalaciones y equipos. La depreciación es una forma de distribuir el costo de los conceptos del activo fijo a lo largo de los años de su vida útil. La aplicación de las tasas a las que se debe depreciar un bien está establecida en la Ley del Impuesto Sobre la Renta.

### **Costo de ventas**

Comprenden salarios de vendedores y sus comisiones, gastos de viaje y viáticos, gastos de publicidad y propaganda, si éstos son necesarios para la venta del bien o servicio durante la fase de operación del proyecto, y se debe incluir la depreciación del equipo de transporte.

En el caso que se cuente con redes de distribución de los productos, se deberán incluir las erogaciones correspondientes: salarios de choferes, combustibles y lubricantes, mantenimiento y depreciación del equipo de transporte.

La cuantificación o la estimación de los costos de operación requiere disponer de mucha información en cuanto a las operaciones por realizar como parte del proceso de producción, lo cual se traduce en necesidades de personal especializado, con diferentes niveles de salarios y que intervienen en el proceso durante distintos periodos. También tiene que conocerse la estructura organizacional para la operación del proyecto, ya que los costos de administración, supervisión y dirección son de importancia dentro de los costos totales.

## Capital de trabajo

En todo proyecto hay un lapso durante el cual se hacen erogaciones para producir el bien o servicio ofrecido, hacerlo llegar hasta el usuario o consumidor y, finalmente, recibir el pago correspondiente. La duración de ese lapso depende del proceso productivo (tiempos de fabricación), la agilidad en la distribución y las prácticas de comercialización en cuanto a plazos para pago.

Ese lapso entre erogaciones y cobros obliga a disponer de una cantidad de efectivo que se conoce como “*capital de trabajo*”, la cual permite cubrir los gastos por pago de mano de obra directa, compra de materias primas y otros insumos para la producción, pago de personal de administración y dirección, etc., el monto del capital de trabajo puede estimarse como el efectivo necesario para operar 2 o 3 meses, cubriendo todos los costos de operación; el monto está en relación directa con el nivel de producción considerado, de manera que al aumentar el volumen producido debe incrementarse el capital de trabajo.

Muchos proyectos, con posibilidad de ser exitosos, han fracasado y cerrado sus puertas por no haberse previsto un monto adecuado de capital de trabajo, lo cual afecta la liquidez, obligando a la suspensión de la producción, o creando conflictos laborales o aun problemas judiciales al no poder hacer frente a los compromisos contraídos con los trabajadores, empleados y proveedores.