I

Conceptos generales de planificación y programación

1.1 Introducción

Una vez firmado el Contrato entre el Promotor y la Empresa Constructora (EC), la Dirección de la EC asignará a un Jefe de Obra (JO) la responsabilidad de la Gestión Integrada de la Obra, convirtiéndose así en el representante de la EC ante el Promotor y la Dirección Facultativa (DF).

En el intervalo de tiempo entre la fecha de la firma del Contrato y el inicio de la ejecución de la Obra, el JO y su equipo de apoyo llevarán a cabo la Planificación de Obra, que finalizará con el establecimiento de un Cronograma de Obra realista y objetivo.

El Cronograma de Obra es la herramienta que pronostica el futuro de la Obra y ayudará al JO a supervisar y controlar todas las actividades que haya que desarrollar durante la Obra. Se convierte en la línea base para controlar la fase de Ejecución de Obra.

Previamente al desarrollo del Cronograma de Obra, el JO y su equipo habrán llevado a cabo un análisis exhaustivo de todos los documentos constituyentes del Proyecto de Ejecución (Memoria, Planos, PPTP, Presupuesto y Mediciones, ESS, EGR y todos los Anejos) con el objetivo de conocer y hacer conocer al Promotor y a la DF las indefiniciones, omisiones o carencias para que se corrijan con la mayor brevedad posible y poder conocer el verdadero alcance del Proyecto.

La Obra, por lo tanto, debe ser objeto de un proceso previo de Planificación antes de abordar su Ejecución.

La necesidad de conocer a priori el calendario de trabajos y, en consecuencia, las fechas más probables en las que se espera tengan lugar los acontecimientos que

marcarán el desarrollo de la Obra, ha hecho que desde siempre se haya intentado establecer Planes de Obra y generar un Cronograma de Obra que es siempre el objetivo principal de todo proceso de planificación.

1.2 Planteamiento conceptual

La Planificación de Obra es un conjunto de actividades racionales que se materializan en una serie de documentos escritos que reúnen las previsiones técnicas, económicas y cronológicas de una Obra.

La Planificación de Obra consiste en modelizar el futuro de una Obra e incidirá en el presente ya que los autores y responsables (JO y su Equipo) se han comprometido con ese modelo frente alConstructor, Promotor y DF alcanzar los objetivos planteados, lo cual va a condicionar su forma de actuar.

Antes del comienzo de una obra, el JO debe realizar necesariamente su Planificación Técnica y Económica, a fin de conocer aspectos esenciales de la misma como:

- Procedimientos constructivos y medios de producción necesarios.
- Posibles indefiniciones y condicionantes externos.
- Medición real de la obra adjudicada y coste de la misma.
- Plazo de ejecución y secuencia más adecuada para la realización de los trabajos.
- Modificaciones del Proyecto y de procesos constructivos para mejorar el resultado.

Toda planificación constituye esencialmente una directriz de objetivos a conseguir, ya sean técnicos o económicos. Nada debe emprenderse sin estar previamente planificado, sería como andar a ciegas.

Pero además, un sistema de planificación debe permitir, a través de su seguimiento, comprobar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados. Ello se consigue comparando periódicamente la evolución de la obra con las previsiones efectuadas.

Este último aspecto es esencial ya que proporciona la información suficiente para adoptar, si es necesario, las medidas oportunas para optimizar la gestión.

La Planificación Técnica (Temporal) de la obra tiene esta doble vertiente, constituyendo una herramienta esencial que en combinación con la Planificación Económica permite al JO optimizar la gestión técnico-económica de la obra:

- Conociendo en todo momento cuáles son los objetivos técnicos: plazo de ejecución, secuencia de ejecución de los trabajos, procedimientos constructivos y medios de producción.
- Comparando periódicamente la evolución real de la obra con las previsiones efectuadas en la planificación (rendimientos, plazos parciales, etc.).

Al comienzo de la obra, se realiza la Planificación Técnica (Temporal) Inicial en la que, partiendo de la definición de la obra adjudicada, el JO analiza y define:

- Método constructivo y plazo de ejecución de las distintas actividades que forman la obra.
- Secuencia de ejecución de los trabajos más adecuada.
- Plazo total necesario para su ejecución a fin de garantizar e cumplimiento del plazo contractual.

Posteriormente, y con la frecuencia que se considere conveniente, se efectuará el Seguimiento de la Planificación Técnica (Temporal) con una doble finalidad:

- Mantener continuamente actualizada la Planificación Técnica (Temporal) de la obra introduciendo las modificaciones necesarias de la misma, en función de los cambios, variaciones e incidencias producidas.
- Comprobar periódicamente el grado de cumplimiento de los objetivos planteados en la Planificación Técnica, comparando las previsiones con la evolución real de la obra.

Concepto de Obra Planificada/Obra Ejecutada

Se debe tener muy en cuenta que aun cuando la Ejecución de la Obra haya comenzado siempre tendremos una parte de Obra que todavía es virtual, es decir, que no se haya aún ejecutado, siendo, por lo tanto, de momento fruto de planificación. En cualquier punto intermedio de la Obra, una parte de la Obra estará Ejecutada y otra parte de la Obra estará pendiente de ejecutar o, lo que es lo mismo, será Obra Planificada.

Al inicio de la Obra, toda la Obra es virtual, aún no se ha ejecutado, es decir, es Obra Planificada (Fig. 1).

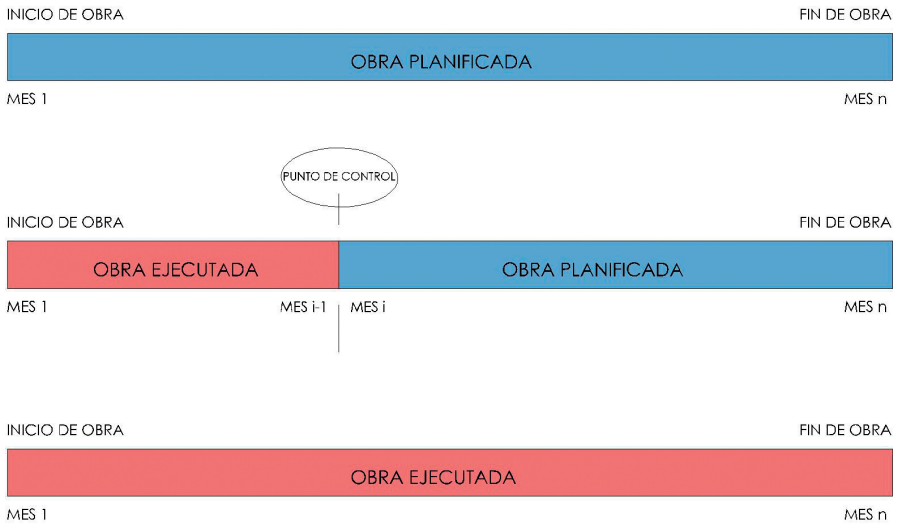
Durante la ejecución de la Obra, es decir, en cualquier punto intermedio del Plazo de Ejecución, nos encontramos con dos estados de Obra; la Obra ya realizada, es decir, la Obra Ejecutada y la Obra pendiente de realizarse, es decir, la Obra Planificada (Fig. 1).

Al final de la Obra, toda la Obra ha sido ejecutada, por lo tanto sólo existe Obra Ejecuta; ya no hay cantidad de Obra alguna que planificar (Fig. 1).

A partir de la información obtenida en los seguimientos de la Planificación Técnica (Temporal), el JO deberá adoptar las medidas necesarias en la obra para optimizar su gestión técnica.

La Planificación Técnica (Temporal) permite conocer en todo momento el plazo necesario para terminar la obra, que deberá compararse con el plazo contractual disponible a fin de adoptar, si es necesario, las medidas oportunas en obra.

Fig.1 Estado de Obra: Inicio (arriba), durante la ejecución (medio) y al final de la ejecución (abajo)



1.3 Procesos de la planificación técnica (temporal)

La fase de Planificación consiste en realizar y seguir los procesos que se establecen en la figura siguiente:

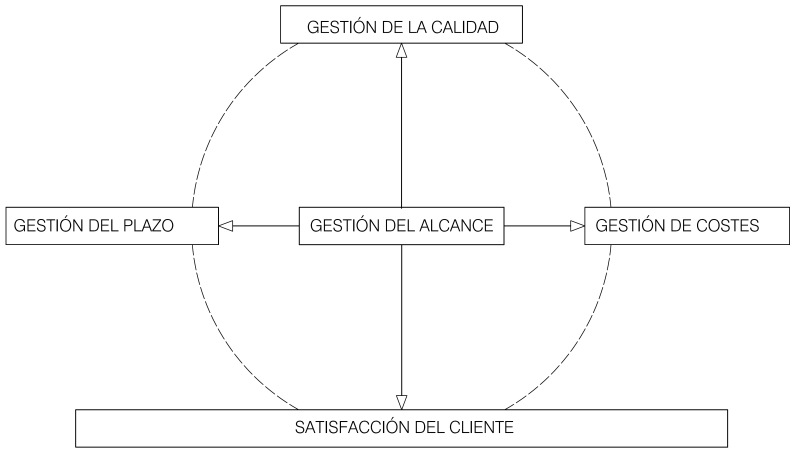
1. Definición de las actividades.
2. Asignación de los recursos de las actividades (mano de obra máquinas, herramientas y medios auxiliares).
3. Estimación de la duración de las actividades.
4. Secuenciación de las actividades.
5. Desarrollo del cronograma de obra.

1.4 Principales restricciones

Una Obra de Edificación, por naturaleza, siempre estará limitada por tres restricciones fundamentales (Fig. 2), sin olvidarnos nunca del objetivo principal; la plena satisfacción del Cliente/Promotor:

- Plazo de Ejecución (Tiempo). Que quedará reflejado en el Cronograma de Obra.
- Coste. Está basado en el Presupuesto del Proyecto y en todos los recursos necesarios para llevar a cabo la Obra; mano de obra, productos y sistemas constructivos, medios de producción (maquinaria, herramientas y medios auxiliares) y subcontratos.

Fig. 2 Principales restricciones en la gestión de obras



- Alcance. El alcance son los objetivos y las tareas del proyecto. Lo constituyen el ámbito del producto y del proyecto. El alcance del producto describe la calidad, característica y funciones del producto (con frecuencia de manera detallada) y el ámbito del proyecto describen el trabajo requerido para lograr el objetivo, producto o servicio del proyecto con el ámbito previsto del producto.

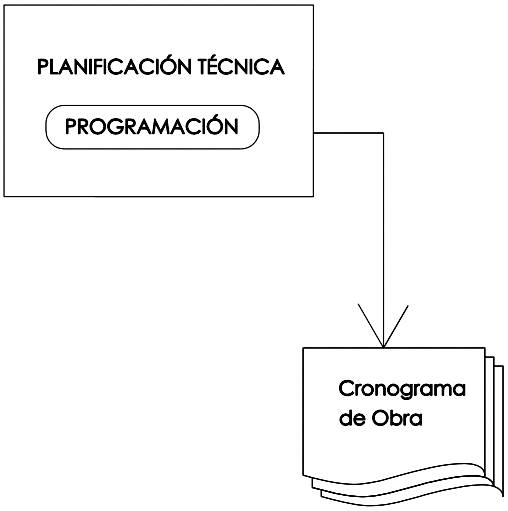
1.5 Planificación y programación

Hay una gran tendencia de confusión entre estos dos conceptos:

- Planificación; consiste en analizar las tareas individuales de una Obra y poner de manifiesto las relaciones lógicas entre ellas. La Planificación se ocupa del análisis de las actividades que se deben desarrollar para la ejecución de una

Obra y su orden de ejecución. Se basa únicamente en la tecnología y el orden, es decir, en los procedimientos constructivos, los medios de producción y la secuencia lógica de las actividades según las buenas prácticas dPlanificación y programación. La Planificación sirve para expresar el orden en que las operaciones deben desarrollarse para conseguir finalizar la Obra a tiempo y dentro del presupuesto adjudicado.

Fig. 3 Cronograma: Resultado de la planificación y programación.



- Programación; consiste básicamente en materializar el Cronograma de Obra, es decir, establecer un calendario de actividades. Se corresponde con uno de los procesos de la Planificación denominado Desarrollar el Cronograma de Obra. La Programación se ocupa de periodificar las actividades en forma de calendario de trabajos. El Cronograma de Obra se obtiene a partir de una planificación previa mediante un proceso en el que se articulan las restricciones técnicas establecidas en la planificación y determinadas prioridades, junto con las limitaciones que presentan los recursos a aplicar. Igualmente en la Programación se tiene en cuenta la posible existencia de incompatibilidades de tipo climatológico de carácter estacional (Fig. 3).

Para el proceso de cálculo se hace uno de aplicaciones informáticas, siendo el más habitual Ms Project, lo que equivale a decir que la programación la hace la máquina, pero la planificación previa es un estudio muy exhaustivo realizado por el JO, cuyos conocimientos y pericia le permitirán llevar cabo un análisis crítico de lo que la máquina es capaz de hacer. Resumiendo, en la Planificación se plantean los

datos del problema y en la programación se resuelve este problema y se obtienen los resultados definitivos.

1.6 Necesidad de programar las obras

Programar una Obra equivale a desarrollar su Cronograma de Obra, objetivo principal de un proceso de planificación. Independientemente de la complejidad de la Obra siempre existen incertidumbres que se materializan en preguntas como:

- ¿Qué es importante y qué es prioritario?
- ¿Cuánto tiempo durará la Obra?
- ¿Qué costes implicará?
- ¿Cómo administrar los recursos con que se ejecuta?
- ¿Cómo medir el avance?
- ¿Cómo pronosticar la fecha de finalización y los costes finales?

La descomposición de una Obra en unidades de obra y su cuidadosa medición, unido al estudio de los precios unitarios, nos permite conocer el Presupuesto. Pero, ¿y el Plazo de Ejecución?

Lo habitual es que la fecha de finalización de la Obra sea contractual y una práctica habitual es que venga reflejada en el Pliego de Bases de Licitación y se pida a la EC que desarrolle un Cronograma de Obra que lo justifique.

Un Cronograma de Obra es un documento vivo durante toda la Obra, su eficacia depende de la agilidad con que se puede responder al cambio respecto a la situación inicial planificada. Esto hace que el Cronograma de Obra se vaya adaptando perfectamente a la progresión de la Obra y a las variaciones que voluntariamente se vayan introduciendo con el objeto de alcanzar los objetivos establecidos de plazo y costes.

Un buen Cronograma de Obra debe cumplir las tres condiciones básicas siguientes:

- Integrado. Es decir, contener todo lo necesario para ejecutar la obra.
- Inteligible. Debe entenderlo cualquier persona distinta al autor.
- Seguible. Debe seguirse con facilidad para comparar la evolución con lo planificado.

El Cronograma de Obra, además de establecer la fecha límite de fin de Obra, es la línea base que nos permitirá conocer:

- Las actividades críticas en las que recae el mayor riesgo e incertidumbre para cumplir la finalización de la Obra a tiempo.
- La fecha de inicio y fin de todas las actividades de la Obra.
- La fecha límite de recepción de los suministros de materiales, productos y sistemas de construcción.
- La fecha límite de entrada de máquinas o medios auxiliares en Obra.
- La fecha límite de los contratos con proveedores y subcontratistas.
- Los hitos establecidos en el contrato y los hitos establecidos por la propia EC.
- La fecha límite en que se tienen que clarificar las indefiniciones, omisiones o carencias detectadas en el Proyecto de Ejecución.
- La fecha límite para el trámite de gestiones previas al comienzo de actividades de ejecución.
- El Grado de Avance mensual estimado de Obra.

Independientemente de que un Cronograma de Obra sufra cambios durante la ejecución por motivos razonables no invalida en absoluto la necesidad de realizarlo previamente al comienzo de la Obra ya que se someterá a revisiones con cierta frecuencia a medida que avance la ejecución de la Obra.

1.7 Programación de la obra mediante los métodos del camino crítico (MCC)

Los Métodos del Camino Crítico (MCC) se basan en el uso de redes de actividades y aplican técnicas de optimización, cuyo objetivo es lograr que la Obra tenga una duración mínima.

Estos métodos son:

- Método PERT (Program Evaluation and Review Techniques)
- Método CPM (Critical Path Method)
- Método ROY o de los Potenciales
- Método PDM (Precedence Diagramming Method)

Un Cronograma de Obra se realiza aplicando uno de los MCC y convirtiendo posteriormente la Red de Precedencias o Grafo en un Diagrama de Barras ó Diagrama de Gantt (Gantt Chart), al que se le incluirá todos los datos suficientes y necesarios para que la interpretación correcta del mismo sea posible por una persona que no haya participado en el proceso de planificación.

1.8 Conceptos fundamentales comunes a todos los métodos del camino crítico

Todos los MCC tienen unas características comunes y los conceptos fundamentales son los mismos para todos ellos:

Actividades/Tarea

Una actividad o tarea es cada una de las partes en que se divide una obra para cuya realización se requiere el empleo de tiempo y medios de producción.

Para una correcta ejecución de la obra es necesario planificar las distintas actividades definiéndolas y ordenándolas.

La Lista de Actividades es el núcleo de una Obra y es un elemento básico para el buen progreso de la misma. Es conveniente que las actividades en la lista estén ordenadas en el orden que se espera que comiencen. La estructura de la Lista de Actividades determina el nivel de detalle de la Planificación de Obra.

Una actividad bien definida es aquella que tiene una fecha de inicio y una fecha de fin claras, lo que permite al JO conocer con facilidad cuándo debe estar terminada dicha actividad.

Suceso/Nodo

Un Suceso o Nodo es el instante de tiempo que marca el comienzo y fin de una actividad. No consumen tiempo del plazo de la Obra. Se muestran en un Cronograma de Obra normalmente en forma de rombo.

Hito

Un Hito es un punto de referencia que marca un evento importante de la Obra y se utiliza para controlar el progreso de la Obra. Toda actividad con duración cero se muestra automáticamente como un Hito. Son la base para la programación de las actividades. Constituyen objetivos intermedios de la Obra, por lo que facilitan su control. El número de Hitos dependerá de su duración.

La Lista de Hitos establece la fecha en que ocurren los eventos más importantes de la Obra:

- La fecha de recepción de suministros.
- La fecha de llegada de maquinaria y medios auxiliares.
- La fecha de elección de muestras.
- La fecha de las pruebas finales.
- La fecha de realización de ensayos, etc.

Relación de precedencias

Una relación de precedencias representa las vinculaciones entre las actividades y se deben a restricciones de tipo técnico o administrativo. Permitirán conocer las actividades predecesoras y sucesoras de cada actividad de la Obra.

Camino

Un Camino es la cadena o sucesión de actividades ligadas por sucesos o relaciones de precedencias, siguiendo el orden de orientación de las flechas.

Camino crítico

Un Camino Crítico es la cadena o sucesión de actividades más extensa del Cronograma que determina el tiempo mínimo en el que la Obra puede realizarse. Siempre es continuo; nunca se interrumpe.

Las actividades que integran el Camino Crítico no tienen ningún tipo de holgura y se denominan actividades críticas. Estas actividades representan las áreas de mayor riesgo cuyo descontrol nos hará incumplir la fecha de finalización prevista de la Obra.

Red/Grafo

Una Red o Grafo es un conjunto de caminos ligados entre sí. Es la mejor expresión gráfica para establecer la interdependencia y secuencialidad que deben existir entre todas las actividades que constituyen una Obra.

Holgura

Una Holgura es la diferencia que existe entre el tiempo disponible para realizar una actividad y la duración de la misma o, dicho de otra forma, es el tiempo que una actividad puede retrasarse sin afectar a la fecha de finalización de la Obra.

Las Holguras más representativas son:

- Holgura Total (HT). Es el tiempo (días) que puede retrasarse una actividad sin que afecte a la duración total de la Obra. También puede interpretarse como el tiempo (días) que se puede incrementar la duración de una actividad sin que se retrase la fecha de terminación de la Obra.
- Holgura Libre (HL). Es el tiempo (días) que puede retrasarse una actividad sin que afecte a los tiempos más pronto de inicio de las tareas posteriores a ella. También puede interpretarse como el tiempo (días) que se puede incrementar

la duración de una tarea sin retrasar la fecha de comienzo de las actividades siguientes.

- Holgura Independiente (HI). Representa el retraso que puede sufrir una actividad comenzando en su fecha más tarde sin que ese retraso afecte al comienzo de cualquier actividad posterior. Apenas se utiliza esta Holgura aunque sí que es un dato útil porque indica las condiciones más desfavorables en que puede desarrollarse una actividad.