

Planificación y Programación de Obras de Arquitectura

MBA Arq. Alicia Casas
aliciacasas@ymail.com

La Administración de Operaciones

La función que permite alcanzar las metas establecidas en cualquier organización, a partir de la adquisición y utilización eficiente de los recursos, recibe el nombre de *Administración de Operaciones*. Esto es gestionar y controlar los procesos por los cuales los insumos se transforman en bienes o servicios, en el marco de un Sistema de Producción.

Como se aprecia en el gráfico, existen flujos de información que vinculan al proceso productivo con el cliente y todo lo que acontece en el ambiente externo. En nuestro caso en particular, nos enfocaremos en la administración de operaciones para la ejecución física de la obra de arquitectura, por lo que presuponemos la preexistencia del legajo de proyecto correspondiente.

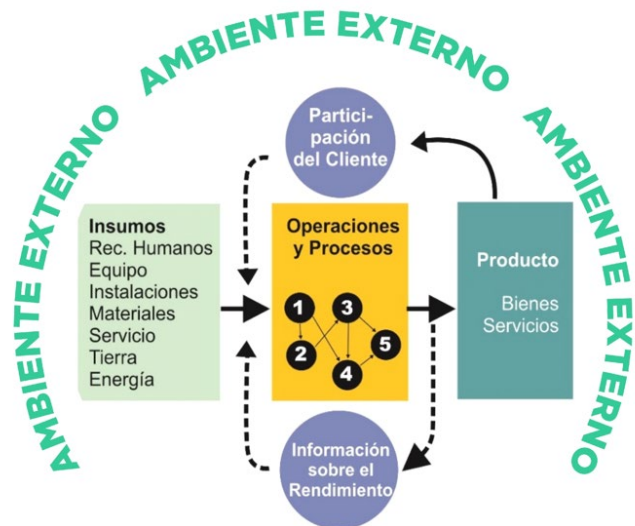


Gráfico 1

El producto arquitectónico, al ser único en una situación específica no puede ser estandarizado, esto es: aunque trabajemos con una misma tecnología el hecho de las diferencias en el proyecto, por pequeñas que sean, y su ubicación particular le dan un carácter de unicidad. Por otra parte, los sistemas constructivos tradicionales están asociados a la producción de tipo artesanal, que dificulta pensar en estandarización. Por estas razones es que el proceso de producción de una obra de arquitectura se denomina *“Producción por Proyecto”*. Se trata de *actividades temporales en las que el personal, los materiales y otros recursos se combinan con el fin de alcanzar una meta*, en este caso la construcción de una obra de características específicas, *dentro de un marco temporal determinado, después de lo cual se dispersan nuevamente*. La posibilidad de realizar esta labor en forma exitosa reside en la correcta coordinación de las tareas necesarias para la construcción, las personas que participaran en el proceso (operarios y profesionales), las organizaciones (subcontratistas y proveedores) y otros recursos como los económicos.

La posibilidad de realizar esta labor en forma exitosa reside en la correcta coordinación de las tareas necesarias para la construcción, las personas que participaran en el proceso (operarios y profesionales), las organizaciones (subcontratistas y proveedores) y otros recursos como los económicos.

El objetivo de la Administración de Proyectos es limitar el riesgo de que alguno de estos factores no responda adecuadamente y acotar aquellos que pudieran provocar incertidumbre para manejarlos.

Con el desarrollo del legajo del proyecto se determinan las particularidades de la obra respecto de la localización, el volumen de construcción de que se trata, la tecnología a utilizar, el costo estimado para la producción y la calidad resultante. Casi siempre, el plazo de obra también viene dado como meta por necesidades del comitente. Estas son las primeras condicionantes de la administración del proceso de construcción y provienen de los requerimientos del cliente.

La Localización

La ubicación de la obra afecta directamente en la provisión de los recursos necesarios para la producción. La tecnología, por ejemplo, no siempre está disponible en todas las localizaciones. Si bien esta es una premisa que debería ser resuelta en la etapa de proyecto, involucra decisiones de transporte que tendrán diferentes opciones de costo y también de tiempo. En la propia ciudad, es diferente el acceso a las distintas áreas. En el centro, por ejemplo, se complica la provisión de materiales hecho que provoca la solicitud de permisos especiales o la descarga en horarios determinados que en muchos casos exceden la jornada normal de trabajo.

La disponibilidad de mano de obra idónea también se ve afectada por este factor. Recordemos que en el caso de trasladar al recurso humano fuera del ejido corresponde el pago de viáticos y si la empresa que construye se encargara de realizarlo deberá disponer de un transporte adecuado además de un chofer que se ocupe de la tarea.

Además, las instalaciones temporarias del obrador y su infraestructura tendrán distinta complejidad si la obra se encuentra dentro de centros urbanos o no. También se ve afectada la disposición de los desechos de la obra con mayores o menores complicaciones.

Volumen de Construcción

Sin dudas, la cantidad de metros cuadrados a construir incide fuertemente en la organización de la obra. Para grandes obras será necesaria mayor dotación de operarios y se dispondrá de cuadrillas con mayor especialización en los distintos rubros. Al registrarse mayor cantidad de grupos trabajando la coordinación minuciosa es indispensable, en especial porque estos proyectos podrían responder a negocios inmobiliarios donde el factor plazo es vital en el éxito del emprendimiento.

En obras de pequeñas dimensiones se suele trabajar con una cuadrilla mas generalista y subcontratos con especialistas. La cuadrilla lleva el ritmo de la obra, dado que son esos operarios los que realizan todas las tareas, ello dificulta un acortamiento de plazos por superposición de tareas.

El Sistema Constructivo

Cada sistema posee particularidades en la forma de ejecución que condicionan la planificación en lo referido a la secuencia para la realización de trabajos, la especialización de los operarios, la disponibilidad de materiales y de maquinarias o herramientas especiales.

Hay nuevas tecnologías diseñadas con el objetivo de reducir los plazos de ejecución. Esto es de importancia al momento del desarrollo del proyecto de arquitectura, si es que uno de los objetivos es la rápida terminación.

La Calidad

Lograr la calidad planteada en las especificaciones técnicas del proyecto depende de la calificación de la mano de obra, las características físicas y desempeño de los materiales, como también de un acompañamiento responsable de los proveedores.

El empleo de personal no calificado puede tener una alta incidencia en los plazos y los costos por dos motivos: la demora en la ejecución dada por la falta de idoneidad y la necesidad de realizar correcciones en tareas mal ejecutadas.

La calidad propia de los materiales, si bien en una primera instancia demandan un costo mayor, facilita la ejecución de los trabajos y el logro de tiempos acotados de producción.

La existencia de proveedores confiables ayuda en la ejecución en cuanto respondan a tiempo con las entregas, garanticen los productos que ofrecen y colaboren en la resolución de problemas que puedan plantearse en el abastecimiento.

El Costo

Desarrollado el legajo existe la estimación de un presupuesto de obra que debe respetarse, suele haber un contrato que lo exige. El manejo de las variables expuestas incide fuertemente en las variaciones del costo de producir la obra. El control presupuestario periódico ayuda a conseguir la meta planteada en el proyecto.

El Plazo

También configura una meta explícita dada por el cliente, determinada por el programa del proyecto. Por lo general es, igualmente, una pauta contractual. En los casos en que no esté especificado o no sea un tema preocupante para el que solicitó, si debe considerarse su incidencia en los costos. Existe un plazo en el cual se obtiene una condición de producción a costo normal, esto es el monto mas bajo resultante de



operar en condiciones normales con una correcta dotación de recursos. La reducción o ampliación de los tiempos generan mayores costos que tendrán que ser afrontados por alguien.

Como se ve en el Gráfico 1, existe también otro condicionante que es el ambiente externo, que no podemos manejar pero que incide fuertemente en el proyecto y exigen por parte del administrador adaptabilidad permanente. Este entorno se conforma por cuestiones de política económica, gremiales, condiciones legales, etc. que pueden sufrir cambios en el desarrollo de la producción.

El Proceso Productivo

Las fases para la concreción de una obra son:



Como anticipamos, nos enfocaremos en la etapa de ejecución, dadas las condiciones impuestas por el proyecto. De ellas se desprenderán los recursos que serán necesarios para el proceso de construcción.



Recursos Humanos

Los recursos humanos abarcan todas las personas que participarán, desde los operarios conformando cuadrillas de trabajo, los capataces, sobrestantes, serenos, hasta los profesionales como el Director Técnico y el Representante Técnico. Este último cumple el rol de Gerente de Proyecto dadas las atribuciones que la función profesional le otorga: Preparar los planes de trabajo, Supervisar la marcha de los mismos, Responsabilizarse por los planos, cálculos, planillas y otros documentos de estructuras e instalaciones, Preparar toda la documentación técnica necesaria, como especificaciones y confección de subcontratos; y Coordinar a los distintos subcontratistas y proveedores para cumplir con la construcción en el marco esperado.

En el caso de proyectos de gran envergadura, se puede dar la posibilidad de que la gestión organizativa recaiga en otro actor que también debe estar capacitado para ello.

La planificación requiere de la definición de los trabajos a realizar para la concreción de la obra y de allí se desprenderán las necesidades de recursos humanos para cada caso particular. Por medio de la programación se deberá resolver sobre las formas de disponer de la gente necesaria. Si se trata de un equipo de trabajo permanente, habrá que evaluar si es suficiente o si se requieren nuevas contrataciones, tanto por la cantidad de operarios como por la existencia de tareas que demandan especialización. Además, el hecho de subcontratar tareas obliga a la realización de acuerdos previos para que los recursos necesarios estén disponibles cuando se necesite, cuando se trabaja de esta forma la coordinación anticipada es indispensable.



Vale aclarar que dada la importancia del impacto del factor humano en la acertada gestión de proyectos el encargado de esta tarea debe desarrollar destrezas en el campo de negociación y resolución de conflictos.

Materiales

Del cómputo métrico de la obra se conoce la cantidad de cada ítem a ejecutar, ello, sumado a las especificaciones técnicas nos permite conocer la cantidad de materiales que se utilizarán y sus características. La programación asignará fechas para el abastecimiento de los mismos para evitar demoras por tiempos improductivos. Esto implica la existencia de alguna persona que controlará que las entregas se realicen en el tiempo correcto y la existencia de los materiales al momento de ejecutar cada tarea.

Hoy existe una variada gama de recursos materiales que facilita el trabajo en la obra y posibilitan la disponibilidad “Just In Time”, con el fin de reducir la ineficiencia y los tiempos improductivos del proceso de producción, posibilitando lograr una mejor calidad de construcción. Ejemplo de ello es el Hormigón Elaborado que llega a la obra en el momento de hormigonar, evitando acopios, tiempos de producción en obra, utilización de maquinaria propia, además de entregar una calidad en el material que difícilmente se lograría de manera artesanal. Existe también la posibilidad de agregados aditivos que disminuyen el tiempo de fragüe con lo cual se aceleran también los procesos. Existen también variada gama de morteros de asiento o de revoques a los cuales solo basta incorporar agua para su utilización inmediata. Otra muestra la constituyen los estribos predoblados y las armaduras listas para colocar que son provistas por diversas empresas de nuestro medio.

La utilización de nuevas tecnologías en aberturas, como el aluminio, también aumentan la calidad del producto final con una reducción considerable en tiempos de colocación.

El sistema “Just in Time” implica disponer de los recursos al momento que son requeridos. Permite la reducción de acopios, lo cual contribuye a evitar “*pérdidas por razones desconocidas*”, desperdicios de materiales acopiados por roturas o vencimientos o pérdidas por factores climáticos. Sin embargo la aplicación del sistema involucra fuertemente a los proveedores que deben ser considerados al momento de la programación, lo que nos obliga a la elección de empresas responsables que acompañarán en el proceso.



Obrador

El Obrador, como instalación organizada para producir la obra, debe diseñarse con el objetivo de obtener la mayor productividad posible, esto es lograr la mayor producción con la menor cantidad de recursos. El término Lay-Out, literalmente traducido “configuración”, define la elección compositiva y asociativa de elementos específicos dentro del espacio para que el trabajo resulte la más eficiente posible. Esto implica disminuir los desplazamientos de personas, materiales y equipos de modo que resulten en el recorrido más corto posible.

El exceso de traslados del personal no solo incide en la demora de las tareas sino también en la generación de cansancio que disminuye la productividad del operario.

Cada tarea tiene su secuencia de actividades, es un proceso en si misma. Requiere de un espacio determinado para el desarrollo y disposición de materiales, equipos y herramientas. La distribución y organización del obrador requiere del conocimiento de los métodos de trabajo de cada tarea para facilitar la eficiencia. Se planificará el traslado de materiales y los procedimientos para evitar la generación de desperdicios, considerando la utilización de equipos que permitan un desplazamiento más rápido y seguro, como elevadores, grúas, etc.

Si el acopio o depósito no se encuentra próximo a la tarea que se ejecuta, probablemente convendrá planificar el traslado de los insumos necesarios al inicio de la jornada al lugar de trabajo con la consiguiente devolución al final. Es por eso que es importante que los lugares de acopio y pañoles se encuentren planeados en un “centro de gravedad” respecto de las tareas que asistirán. De igual modo, debe tenerse el apropiado acceso a los distintos servicios como fuerza motriz, agua y demás que se necesiten. Ello implica considerar con tiempo las tramitaciones necesarias y su correcta ubicación en el obrador para tener facilidad de uso.

Otro factor de importancia en el proceso productivo son las comunicaciones entre los actores participantes ya que facilitan la pronta resolución de posibles inconvenientes que surjan en el trabajo diario.



El cumplimiento de la normativa de Higiene y Seguridad contribuye a mantener los objetivos de plazos y costos planteados. La ocurrencia de un hecho de siniestralidad provoca costos monetarios por las demoras en que se incurrirá dado el suceso y por la necesidad de reemplazar, aunque sea temporalmente, al accidentado. Pero, dejando la cuestión económica de lado, existe un costo moral para todos los que participan en la obra y un costo anímico que los influenciará negativamente una vez ocurrido el hecho.

Maquinarias y Equipos

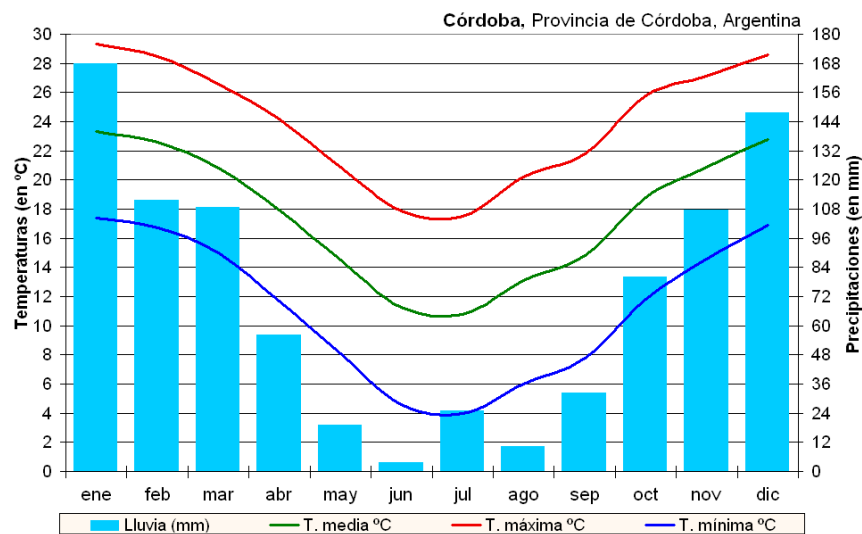
Las Maquinarias y Equipos necesarios para cada tarea son objeto de la planificación. En el inicio se definirá si los equipos son propios y estarán disponibles al momento de necesitarse, o si deben alquilarse. También es posible que se subcontrate tareas con mano de obra y equipos. Conservarlos en la obra requiere de personal para su cuidado, que se ocupará de la entrega y recuperación al final de la jornada, además de personal de seguridad que los resguardará, en muchos casos a la salida del personal, y cuando no haya nadie en la obra.

Factores Climáticos

Dado que la producción de la obra se desarrolla en un gran porcentaje a cielo abierto la ejecución de las tareas se ve fuertemente afectada por las épocas de lluvia, como también por la posibilidad de heladas invernales. Diversos ítems pueden malograrse por las condiciones climáticas. Por ejemplo, si llueve durante los primeros 30 minutos o tiempo de fraguado inicial de morteros y hormigones, la mezcla se verá afectada ya que la lluvia fuerte “lava” la superficie y puede arrastrar la arena y el cemento, dejando a la vista la piedra y la armadura en el hormigón. De igual manera, las temperaturas menores a 0°C afectan al agua de amasado congelándola, esto impide que el cemento se hidrate y esto impide el desarrollo de la resistencia del hormigón en el tiempo.

Al momento de programar no puede desconocerse la posibilidad de demoras debidas a factores climáticos, que en muchos casos pueden ser prolongadas, no solo por la necesidad de suspender los trabajos sino también por la posibilidad de que algunas tareas realizadas se vean perjudicadas. La temperatura incide, asimismo, en la productividad de los operarios cuyo rendimiento físico puede verse afectado por el frío o calor extremos.

Podemos apreciar en un climograma para Córdoba los valores medios de precipitaciones y temperatura:



Se puede observar la diferencia estacional: mientras que en los meses de mayo hasta agosto la media de precipitaciones se presenta en menos de dos días al mes y va de 0 a 24 mm, en la época estival desde noviembre hasta marzo crece en frecuencia y milímetros de lluvia.

En estos meses puede haber hasta 11 días de lluvia por período (un tercio de las jornadas), con valores desde los 108 a los 168 mm.

Planificación y Programación

Como anticipáramos, el objetivo de la gestión de proyectos es la construcción de la obra en el *plazo, costo y calidad* requeridos. El primer paso es la planificación que define que se va a hacer, especificando los recursos necesarios para cada trabajo. Para ello es necesario un cuidado estudio de la documentación del legajo para saber si hay tareas que requieran especialización o la utilización de materiales que pudieran tener gran demora en la entrega, como también si existen tareas que presuponen gran riesgo. En lo posible se trata de reunirse con el equipo de proyecto para alinear información y precisiones sobre el programa.

En principio es conveniente realizar una división por etapas intervinientes en el proceso:

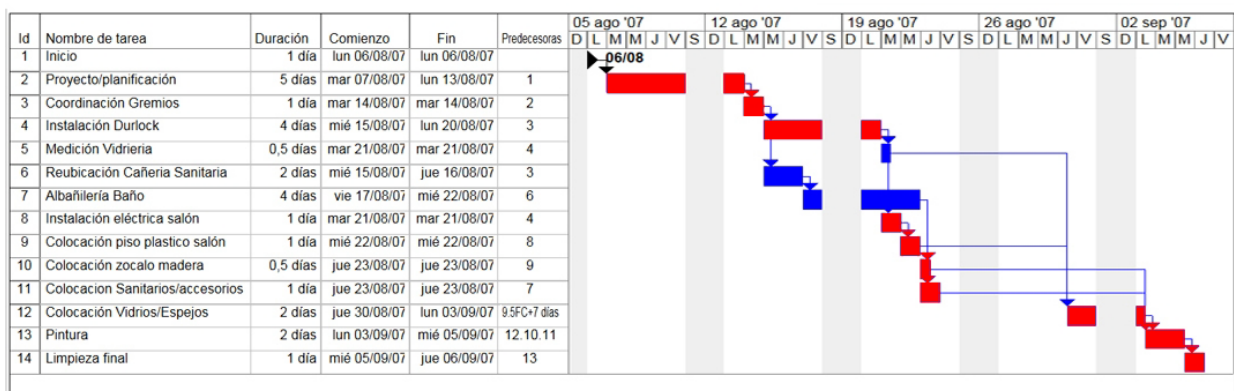
1. **Instalación del Obrador:** Acondicionamiento del terreno y construcción de las edificaciones temporarias a utilizar para la ejecución de la obra: Vallados, playa de maniobras, estacionamiento, acopios bajo techo o a la intemperie, eliminación de residuos, oficina técnica, zonas de comedor, sanitarios, talleres y/o sectores de elaboración de partes como armaduras, etc. Se incluye la dotación de servicios.
2. **Replanteo, cimentación y estructura:** Realización de las excavaciones de cimientos y obras sanitarias. Preparación y puesta en obra de las armaduras, encofrado, hormigonado y desencofrado de los distintos elementos estructurales.

3. **Actividades elementales de albañilería, cubrición, instalaciones empotradas, carpintería y solados:** Ejecución de mampostería con colocación de carpintería o premarcos, distribución de instalaciones, revoques y revestimientos, solados.
4. **Actividades de terminación:** Terminación y puesta en servicio de instalaciones, carpintería y acabados en general: pintura, vidrios, señalizaciones. Limpieza final.
5. **Actividades de ajardinamiento y acabados exteriores.**

Hay cierta interdependencia entre las etapas que aumenta con la aceleración del ritmo de la obra. En general, la división entre la primera y segunda etapa es bastante clara, pero pueden superponerse cuando la obra se acelera. Si el sistema constructivo no es de estructura independiente la segunda y tercera se solapan y en algunos casos lo hacen también la tercera y la cuarta cuando se dispone sectorizar la obra en pos de una aceleración de los tiempos.

Los trabajos a realizar se identifican con los rubros de obra expuestos en el presupuesto que se dividen en tareas, conformadas por los ítems, y estos a su vez en actividades cuya finalidad es la ejecución de los mismos. Realizaremos entonces, en primer lugar, un listado de tareas ordenadas por prelación, indicando precedencias y definiendo los recursos necesarios para cada una. Si bien el presupuesto que nos da el volumen y costo de las distintas tareas, es importante también contar con el cómputo métrico, dado que es posible que los distintos ítems se encuentren agrupados por totales y esto nos impediría considerar su ejecución por etapas. De la misma forma, se incorporará la duración de las tareas previo cálculo.

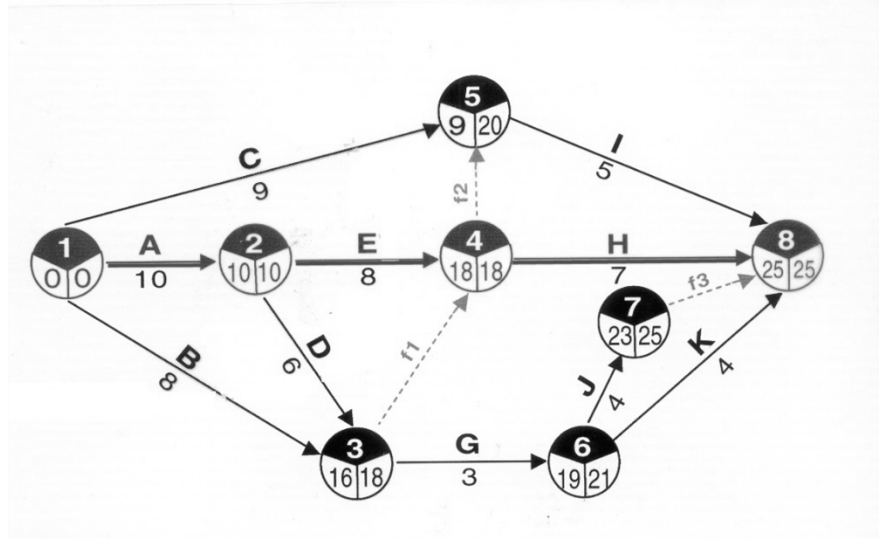
Existen básicamente dos herramientas de programación más utilizadas para obras de arquitectura: el Diagrama de Gantt y los Diagramas Sagitales. El primero consiste en un gráfico de barras expuesto sobre una grilla calendario. Las barras representan las tareas con su duración dadas por la fecha de Inicio y Finalización. Este diagrama tiene la limitación de no mostrar cuales son las tareas “Críticas”, cuyo retraso repercutiría sobre todas las demás provocando una prolongación del plazo de ejecución. Estas tareas son las que deben tener un control más exhaustivo en la gestión.



Los Diagramas Sagitales son esquemas representados por redes que vinculan las tareas mediante los cuales se puede determinar cuales son críticas como también la duración de la obra en función de estas. Los métodos más conocidos son el CPM, en español Método del Camino Crítico, y el PERT, traducido Evaluación de Programa y Técnica de Revisión. Ambos concebidos en la misma época son similares en la aplicación y se diferencian en la forma en que se estiman las duraciones

de las tareas. En CPM se emplean tiempos “determinísticos”, esto es un cálculo basado en las condiciones de realización de la tarea. En PERT se utilizan tiempos “probabilísticos”, tomados de datos estadísticos que permiten estimar la duración en función de probabilidades teniendo en cuenta tres posibilidades: Optimista, Probable y Pesimista.

Por sus características el método CPM/PERT es la herramienta considerada más apropiada para gestionar proyectos de construcción ya que definen el “Camino Crítico”, derivado de las tareas críticas, que son aquellas que, aplicado el método, no presentan margen de demora, como se aprecia en el gráfico de red (los días que demora cada tarea son los consignados en los triángulos blancos).



El margen de demora es el tiempo que transcurrirá entre la terminación de una tarea lo antes posible y su finalización lo mas tarde que se pueda.

El camino crítico condiciona la duración final del proyecto de construcción, comienza en la primera tarea y va vinculando las críticas, sin interrupciones hasta la última tarea. Es por eso que todo retraso que se produzca en una actividad crítica repercutirá en la duración del proyecto. De la misma forma, *si se precisa acortar el plazo total lo que debe hacerse es gestionar el modo de acortar alguna de las tareas críticas.*

Hoy existen variadas herramientas informáticas de gran utilidad en la planificación y administración de proyectos, la más difundida es Microsoft Project. Con su ayuda se evitan los procesos de cálculo de redes con lo que se facilita enormemente la obtención de los plazos de obra, además de poder incorporar gran cantidad de información del proyecto y poder realizar el seguimiento periódico que colabora en la tarea de control.

Para poder utilizar el software es conveniente elaborar una planilla con la información necesaria para cargarla luego.

PLANILLA SINTESIS DE DATOS PARA PROJECT

FECHA:

OBRA:

CONTRATISTA:

CUIT:



Nº	NOMBRE DE LA TAREA	DURACION (DIAS)	PREDECE-SORAS	SUSESORAS	RECURSOS	COSTO TAREA

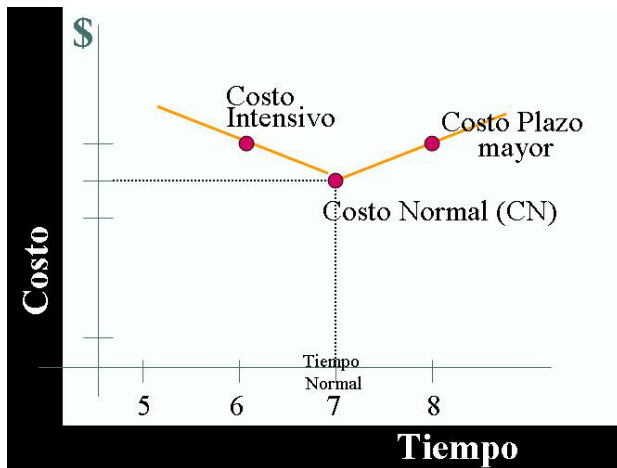
En primer lugar consignaremos las tareas, agrupadas por rubros, ítems y actividades necesarias para la ejecución de los mismos. Los datos que siguen se aportarán a estas actividades básicas.

Duración de las Tareas

El cálculo de la duración merece la consideración anticipada de distintos factores que nos permitirán tomar decisiones respecto de la disposición de los recursos de acuerdo a cada proyecto en particular. En primer lugar corresponde tener en cuenta, respecto de los recursos humanos, los siguientes:

- **Densidad de trabajadores:** No es aconsejable que se produzcan concentraciones de personas en un espacio dado que entorpece el normal desarrollo del trabajo, disminuyendo la productividad.
- **Rotación del personal:** Se debe privilegiar, en lo posible, el trabajo con el mismo equipo de gente dado que la rotación puede elevar los costos de volver a formar al operario en cuestiones relativas a la calidad deseada y los métodos de trabajo. Otro motivo por el que es preferible mantener al equipo viene dado por el aumento de la productividad con el dominio de las operaciones y esto ocurre a lo largo del tiempo.
- **Repetición:** La repetición de actividades aumenta la calidad y la productividad por lo que debe favorecerse la división del trabajo y la especialización.

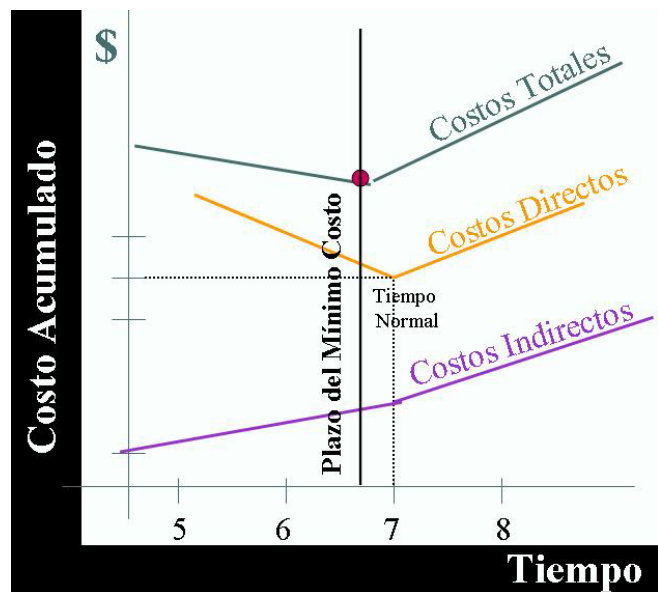
Otro factor de importancia es la relación Costo – Duración de las tareas. Si consideramos que



la tarea se ejecutará con una dotación de recursos humanos que trabajen sin interferencias por densidad de operarios, con la maquinaria apropiada y con una adecuada disposición del puesto de trabajo podríamos decir que tendrá una duración considerada de Tiempo Normal que se esperaría para su ejecución. En esas condiciones obtendremos un Costo Normal Directo de la tarea (Materiales, Mano de Obra y Equipos). A partir de ese punto, tanto el acortamiento como la

prolongación de su duración producirán un aumento del costo. Si se decide disminuir el tiempo se precisa aportar más operarios o considerar materiales y equipos que pudieran acelerar el proceso, lo que implica un gasto mayor en recursos. Esto ocurrirá también en el caso de una demora que implicará el pago de jornales no previstos o utilización de equipos por un tiempo mayor.

La duración óptima de una tarea es aquella en la que esta se realiza al menor costo posible, en este caso sería la determinada a tiempos normales, si es que pudiéramos aislar la tarea del resto del proyecto. Pero esto es una abstracción, la realidad es que las tareas tienen un costo directo pero participan de un proyecto que tiene un costo indirecto que no podemos aplicar por unidades a los diversos trabajos y que son más o menos fijos. Si analizamos la interdependencia de los costos directos e indirectos en la obra,



se aprecia que su sumatoria deriva en un punto de costo mínimo que no coincide con el plazo de menor costo directo, ese es el plazo más conveniente en lo que a lo económico se refiere.

Los recursos que condicionan la duración de las tareas son los Recursos Humanos y las Maquinarias y Equipos que se utilizan para la ejecución. Estos últimos pueden facilitar la tarea de manera de acortar su duración. Por ejemplo, la utilización de un equipo de proyección de revoques tiene un alto impacto en el resultado final obteniendo una superficie lista para pintar en menos de la mitad de tiempo que el revoque aplicado, sin desperdicios de material.

El tiempo que demora un operario trabajando a un ritmo normal bajo condiciones tipificadas, sumado a un suplemento dado por los momentos de descanso, satisfacción de

sus necesidades fisiológicas y demoras inevitables se denomina Tiempo Tipo. Existen numerosos estudios que determinan Tiempos Tipos Normalizados para las diferentes tareas que pueden utilizarse para la realización del cálculo de duraciones. De todas formas, la práctica profesional puede enriquecer esa información ajustándola a la propia forma y condiciones de trabajo.

Disponiendo de una tabla de tiempos normalizados, realizaremos diversos pasos para definir la duración:

1. Calcularemos en primer lugar el **Tiempo de Recursos Mínimos**. Es un tiempo teórico que muestra cuanto tardaríamos en ejecutar la tarea con un solo operario. Veamos un ejemplo como el de Revoque grueso común:

Tiempo Tipo Normalizado para 1 m² de Revoque Grueso:

Oficial	1,00	hs
Ayudante	0,50	hs

Si la cantidad a ejecutar fuera 25 m², el Tiempo de Recursos Mínimos sería:

$$\begin{aligned} \text{Oficial: } & 25 \text{ m}^2 * 1 \text{ hs.of./m}^2 = 25 \text{ hs.of.} \\ \text{Ayudante: } & 25 \text{ m}^2 * 0,55 \text{ hs.ay./m}^2 = 13,75 \text{ hs.ay.} \end{aligned}$$

2. **Recursos Mínimos Óptimos:** Son los necesarios para evitar que alguno de los recursos caiga en largos tiempos improductivos. En este caso, de haber solo un oficial y un ayudante, este último tendría 11,25 hs. improductivas. Combinamos las duraciones en una ecuación que nos permita conocer que cantidad necesitaría del recurso que ocupa mayor tiempo en la tarea, de manera de equiparar las cargas, optimizando el tiempo.

$$\frac{1}{\text{Oficial}} * 25 \text{ m}^2 * 1 \text{ hs.of./m}^2 = 13,75 \text{ hs.} \Rightarrow \text{Oficial} = 1,82$$

Luego, se precisan 1,82 oficiales para realizar la tarea en 13,75 hs. Por lo que podríamos decir que conviene asignar 2.

3. **Tiempo a Recursos Fijos:** Es el tiempo que se tarda en hacer la tarea, suponiendo los recursos fijos. Es lo que normalmente sucede cuando disponemos de la cuadrilla y sabemos a ciencia cierta como está compuesta. Digamos que son 2 oficiales y 1 ayudante:

$$\frac{25 \text{ m}^2 * 1 \text{ hs.of./m}^2}{\text{hs.of.} \times 2 \text{ Oficiales}} = 12,50$$

$$\frac{25 \text{ m}^2 * 0,55 \text{ hs.ay./m}^2}{\text{hs.ay.}} = 13,75$$

1 Ayudante

Por lo que definimos la duración de la tarea en 13,75 hs. que es la mayor obtenida y condiciona al total.

4. **Recursos a Tiempo Fijo:** En este caso, se plantea la situación inversa a la anterior y necesitamos saber que cantidad de recursos son necesarios para terminar la tarea en un tiempo determinado, por ejemplo 48 m² de revoque en 2 días de 8 hs. laborales:

$$\frac{1}{\text{Oficial}} * 48 \text{ m}^2 * 1 \text{ hs.of./m}^2 = 16 \text{ hs.} \Rightarrow \text{Oficial} = 3$$

$$\frac{1}{\text{Ayudante}} * 48 \text{ m}^2 * 0,55 \text{ hs.ay./m}^2 = 16 \text{ hs.} \Rightarrow \text{Ayudante} = 1,71$$

Por lo que podemos pensar en armar un grupo de 3 oficiales y 2 ayudantes. Recordemos que además de hacer este cálculo debe tenerse en cuenta si la disposición del espacio permite mayor concentración de operarios o si de debe pensar en otro procedimiento que acorte el plazo con menos personal.

Relación de Dependencia

El paso que sigue en la carga de información acerca de las tareas es la asignación de **Tareas Predecesoras y Sucesoras**, que muestran la dependencia entre tareas. Para esto se debe tener en cuenta:

- La existencia de Dependencias Obligatorias que implica que haya tareas que no pueden realizarse hasta tanto no se haya terminado otra o parte de ella: no se puede llenar cimientos que no han sido excavados o cuya armadura no se ha concluido, no podremos colocar la carpintería si la misma no fue provista. *El hecho de que existan tareas que son ejecutadas por el mismo recurso imposibilita su realización simultánea.* Estos son simples ejemplos.
- Hay otro tipo de dependencias, denominadas Discrecionales, que son fruto de decisiones de gestión. Por ejemplo cuestiones de manejo del dinero que determinen la realización de una tarea en un momento dado.
- *Hay también factores externos al proyecto que inciden en el inicio de algunas tareas como la provisión de los servicios de agua o electricidad, o la obtención de permisos que deben tenerse en cuenta. Hablamos en este caso de Dependencias Externas.*

Las dependencias pueden consignarse según el estado de avance de la predecesora, de la siguiente manera:

Fin a Comienzo (fc): Indicando que la tarea se ejecuta una vez terminada la anterior. Esta es la manera en que se disponen por defecto en el software. Por ejemplo, si coloco la tarea 10 como predecesora de la 12, significa que esta última comienza cuando termina la tarea 10.

Comienzo a Fin (cf): Significando la opción contraria a la anterior, de manera que la tarea en cuestión finaliza cuando comienza su predecesora.

Comienzo a Comienzo (cc): Implica el comienzo simultáneo de ambas tareas.

Fin a Fin (ff): Marcando la finalización concurrente de ambas tareas.

A estas relaciones puede sumarse o restarse un tiempo determinado, por ejemplo, si consignamos como predecesora de la tarea 12: **10 cc + 3 días** significa que la iniciación de la tarea doce se dará 3 días después del comienzo de la 10.

Recursos

Posterior a la definición de secuencias se asignan los recursos necesarios para cada tarea. Como ya dijimos se trata de los recursos humanos, materiales y equipos que van a utilizarse. Una vez consignados puede recurrirse a la planilla “Hoja de Recursos”, para dar mayores precisiones: si se trata de un recurso material o de trabajo, los costos de cada recurso y la forma de realizar los pagos.

Tips

Algunas cuestiones para tener en cuenta al momento de la programación:

- Prever, en la medida de lo posible, que complicaciones podrían ocurrir para considerar márgenes por imprevisiones u otros cursos de acción como renegociaciones, reestructuración de la organización del recurso humano, etc.
- Dejar aclarado al cliente que toda modificación supondrá mayores plazos y mayores costos.
- Tener en cuenta que hay actividades suplementarias a las técnicas que requieren de un tiempo en la programación y que si bien no están declaradas en el presupuesto, no pueden evitarse. Ejemplo de ello son las reuniones con los proveedores de materiales y mano de obra, el cliente, organismos de control, etc.

- Considerar, al momento de programar, si se está haciendo otro u otros trabajos que puedan modificar el desarrollo del proyecto en cuestión, tanto por la carga de trabajo para el equipo profesional como por la disponibilidad de operarios.
- Asegurarse de tener un equipo de recursos humanos comprometido que no abandonará el proyecto en la mitad del camino.

Seguimiento y control de lo programado

La primera gestión antes del inicio de las tareas, consiste en entregar a todos los participantes las metas a cumplir por cada uno para obtener su compromiso de responsabilidad en los cumplimientos que les han sido conferidos.

Puesto en marcha el proyecto de construcción se evaluará su marcha de manera de evitar dispersiones de lo programado respecto de plazos, costos y calidad. Para esto iremos chequeando diversas situaciones en virtud de los procesos en si mismos y de estos con la totalidad del proyecto. Con la utilización del software es conveniente, en esta etapa, trabajar directamente en la vista Gantt de Seguimiento.

Avance de las Tareas

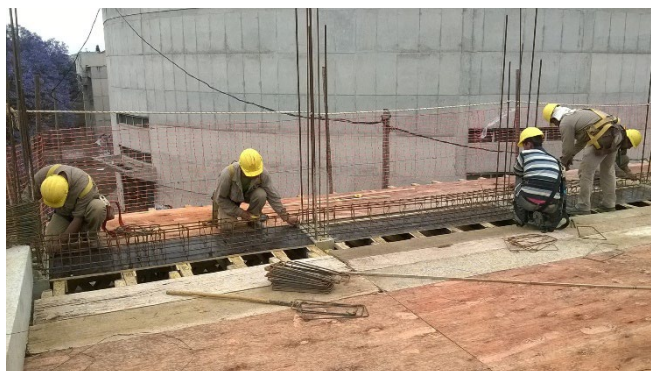
La cantidad de tareas realizadas deberá medirse periódicamente para poder conocer la situación del proyecto. La certificación de trabajos es una forma sencilla de conocer el porcentaje de avance, especialmente en obras pequeñas si es que se lo hace semanalmente. Si la certificación fuera mensual, deberá contarse con alguien que eleve los informes en períodos más cortos para tener margen de corrección en el caso de demoras.

La forma más común de medir el avance es en porcentaje de tarea realizada. Para esto simplemente se toma el cómputo del certificado y se lo divide por la cantidad total a ejecutar:

$$\% \text{ Ejecutado} = \frac{\text{Cantidad Ejecutada}}{\text{Total a Ejecutar}} \times 100$$

Si el cálculo no se realiza de manera matemática, y en algunas tareas esto se dificulta, la estimación se basará en la experiencia y juicio del encargado de ejecutar el informe.

El software admite, también, la introducción del avance en días, por ejemplo, si la tarea demora 10 días y han transcurrido 2, al igual que en el caso del porcentaje, esta posibilidad se consigna en “Actualizar Tareas” del menú “Herramientas: Seguimiento”: Duración Real: 2 días y se calculan automáticamente el Porcentaje y la Duración restante. Esta variante solo puede utilizarse para algunos lapsos de espera, como el fragüe, en que el tiempo determina una situación necesaria para la prosecución de trabajos. En el caso de procesos de ejecución no es práctico ya que, que hayan transcurrido dos días desde que se comenzó, no implica necesariamente que se lo haya hecho con la productividad estimada.



Al igual que en las demás vistas, Gantt de Seguimiento tiene la posibilidad de mostrar diversas tablas para la misma situación. Si ingresamos en la tabla Programación podemos apreciar: Fechas Límite de Comienzo y Finalización, Demora Permisible que determina el tiempo que se puede retrasar una tarea sin retrasar ninguna tarea sucesora, y Margen de Demora Total indicando cuanto se puede retrasar una tarea sin retrasar la fecha de fin del proyecto.

Acortamiento de Plazos

Como ya se expresó, las tareas que marcan la duración del proyecto son las denominadas **críticas** dado que no tienen ningún margen de demora. Por eso es que el curso de acción variará en el caso de registrarse demoras reales en función de si la tarea es crítica o no.

Si nos encontramos frente a la demora de una tarea crítica es obvia la presencia de dos soluciones: ***admitir que el proyecto de construcción no terminará en la fecha prevista o trabajar en el uso de recursos para solucionar el problema y terminar en plazo.***

El primer caso es una opción y se puede dar naturalmente por ejemplo cuando las condiciones climáticas han excedido las medias estimadas en la programación por lo cual el comitente podría admitir que ello ocurriera. Podría ser también que no se ha contado con las entregas de dinero como se había estipulado por lo que la extensión no sería atribuible al Director de Proyecto. Otra causa que sería factible estimar ajena al equipo que desarrolla la construcción es la falta de cumplimiento de proveedores, sin embargo no siempre se puede utilizar como una razón de demora atendible. Si el proveedor es designado por el cliente, o bien este se encarga de las compras seguramente lo será, en cambio, si la administración está a cargo del estudio profesional y este maneja las relaciones con las empresas que proveen productos y servicios, difícilmente podrá delegar responsabilidades.

Si no hay posibilidad de contemplar una demora en la finalización de la obra, que en general es lo más probable si es que hay un contrato firmado y teniendo en cuenta que la ampliación

del plazo implica necesariamente un costo mayor, se procederá a acelerar el proyecto. Para ello se analizarán las tareas críticas restantes por separado. ***El procedimiento más razonable es acortar primero la tarea crítica que produzca menor incremento de costo por unidad de tiempo a reducir.***

Hay distintas posibilidades para reducir el plazo. En principio se podrá asignar mayor cantidad de operarios si el espacio lo permite, aumentar la jornada laboral, brindar incentivos por logro de objetivos. Otra posibilidad es la utilización de otros métodos como el uso de equipos o productos aceleradores.

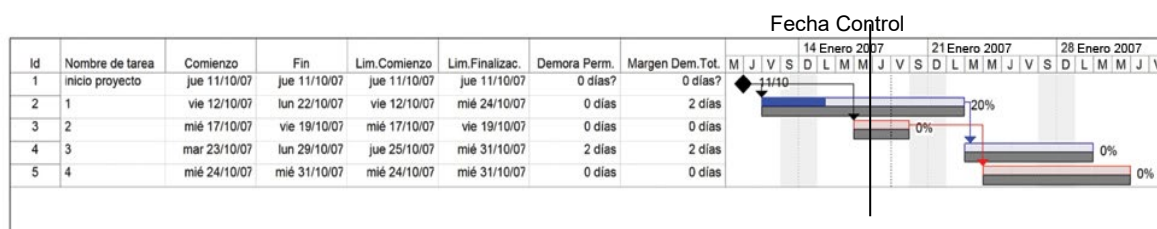
Veamos como determinar cual es la opción de asignación de recursos menos onerosa. Toda tarea puede reducirse hasta cierto punto límite dado por sus condiciones técnicas. Este punto se denomina Duración Intensiva y trae aparejado un aumento del costo directo de la tarea. Para calcular el costo por unidad de tiempo del acortamiento de plazos simplemente hacemos:

$$\text{Costo Intensivo diario} = \frac{\text{Costo I} - \text{Costo N}}{\text{Dn} - \text{Di}}$$

Donde: **Costo I:** Costo directo de la realización en Tiempo Intensivo
Costo N: Costo directo en Tiempo Normal
Dn: Duración normal
Di: Duración intensiva

Definida la opción es importante tener en cuenta que el acortamiento también tiene un límite provocado por el momento en que otras tareas que no son críticas se transformen en críticas lo cual vendría a volver a complicar las cosas.

Para el caso de las tareas no críticas, por el contrario de lo que hemos expuesto, no debería haber gran preocupación en el control de tiempos, dado que hay un margen de demora permisible. Sin embargo, si esa holgura es pequeña merece la misma atención que una tarea crítica. Además, la vinculación de estas necesariamente transporta las demoras de una a su sucesora. Veamos un ejemplo:



Las tareas 2 y 4 no son críticas, la 2 no tiene demora permisible pero tiene una margen de demora total de 2 días, esto es en función de la demora permisible de su sucesora. Ahora bien, la tarea 2 viene demorada como lo demuestra la parte llena del gráfico de seguimiento, si

termina dos días después de lo previsto, la iniciación de la 4 se correrá en ese tiempo transformándose en crítica.

El control nos permite tener un panorama anticipado de lo que va a pasar, pudiendo prevenir mayores problemas. Hay algunos puntos interesantes a tener en cuenta que pueden ayudar:

- Si detecta recursos que no colaboran en la correcta marcha del proyecto, por lentitud o no alinearse a los objetivos planteados, tal vez sea oportuno su reemplazo.
- Los recursos más calificados pueden tener un costo mayor, pero pueden ahorrar tiempo en el control de sus actividades y no plantean riesgo en el sentido de volver a ejecutar la tarea con el costo doble que eso significaría.
- Es conveniente delegar las actividades que no resultasen de gran importancia en la tarea de la gestión para poder enfocar nuestros esfuerzos en la resolución de cuestiones relacionadas los aspectos críticos del proyecto.
- También puede ayudar recurrir a la subcontratación de tareas. Si, se tendrá la precaución de no otorgarle la ejecución de tareas críticas a proveedores cuya responsabilidad no esté comprobada por uno.
- Vale la pena pedir la opinión de personas experimentadas si uno no encuentra fácilmente la solución del problema.
- Vale también involucrar al cliente para conocer sus prioridades, dado que esto puede favorecer un curso de acción sobre otro.

Costos

El control del presupuesto es una función inherente a la gestión de proyectos de construcción. En principio, y en tanto no se hayan “congelado” los precios al inicio de la obra, siempre habrá una diferencia entre el costo real y el previsto, devenida del aumento de precios de materiales y mano de obra, lo mismo podría pasar con los costos indirectos. Esta es una realidad que no puede desconocerse y que puede ser útil para el manejo financiero del proyecto.

La existencia de tareas relacionadas con trabajos adicionales, no considerados en la programación, conllevan un aumento de costos que tampoco pueden atribuirse al proyecto y esta es una cuestión que debe quedar clara al cliente que muchas veces quiere “hacer el doble al precio de la mitad....”

Sin embargo puede haber otras dispersiones, como las provenientes del acortamiento de plazos, del trabajo a niveles de productividad inferior al estimado, ocurrencia de imprevistos no considerados en el presupuesto, entre otros.

Microsoft Project colabora en el seguimiento del presupuesto brindando informes variados sobre costos: Presupuesto, Flujo de caja, Tareas con presupuesto sobrepasado, Recursos con presupuesto sobrepasado, de gran utilidad para el control.

Durante la gestión, y en concordancia con una administración efectiva, se intentará reducir en la medida de lo posible los costos estimados en el presupuesto por medio de negociaciones con los proveedores, aprovechamiento de ofertas, búsqueda de marcas de menor costo (en tanto coincidan con la calidad estipulada) y otras acciones.

La evaluación del proyecto se realiza en forma general, por lo que corresponde tomar las variaciones en ambos sentidos para poder saber cual es el grado de dispersión. Para medirlo podríamos aplicar el siguiente indicador:

Porcentaje de Variación del Costo por Alteraciones del Proyecto

$$\text{VCAP (\%)} = \frac{\text{Variación de Costos por Alteraciones}}{\text{Total presupuestado}} \times 100$$

Considerando en el numerador las variaciones que tienen que ver con cambios en el desarrollo de tareas. En Project esta información se encuentra en el informe “Presupuesto” que presenta por tarea: Costo total (real), Costo previsto y variación. Con este indicador tendremos una idea del resultado de la gestión del proyecto en términos económicos.

Se puede hacer lo mismo con las tareas que han tenido incrementos notables para evaluar el impacto de la alteración en el costo de la tarea. Esto nos sirve para analizar aquellas con mayor variación y poder determinar cuales fueron los problemas desencadenantes de esa situación, premiando futuros trabajos.

Porcentaje de Impacto de la Alteración por Tarea

$$\text{IAT (\%)} = \frac{\text{Variación de Costo por Alteración}}{\text{Total presupuestado por tarea}} \times 100$$

También se pueden hacer consideraciones que ayuden a superar los problemas que se presenten en el presupuesto:

- Se debe asegurar que se están cargando todos los gastos que devienen de las tareas como los costos indirectos para no tener sorpresas al final.
- Si se detectaran tareas que no sumaran valor al total del proyecto se podría considerar eliminarlas.
- Es posible considerar renegociaciones de contratos, especialmente en tareas que hubieran provocado defasajes por mala ejecución.

- Si el presupuesto se encuentra excedido es bueno comunicárselo a los involucrados para tratar de que aporten más de sí para ayudar en la corrección.

Consideraciones finales

La programación del proyecto de construcción es útil para estimar los tiempos de terminación de la obra y organizar su fluido desenvolvimiento. Permite conocer de antemano la forma de gerenciar los eventos que se han considerado, con la finalidad de alcanzar las metas establecidas en plazos, costos y calidad requerida. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el cambio de las condiciones que inciden en la producción es una característica inherente al proyecto, pudiendo surgir circunstancias imprevistas. La función del administrador excede la mera planificación, incluyendo su capacidad de resolver problemas no considerados en la efectiva ejecución, mediante una adaptabilidad permanente.

La gestión requiere de gran responsabilidad y merece desarrollar capacidades de negociación para la acertada resolución de conflictos entre recursos humanos. Debe ser, también, capaz de manejar y programar su propio tiempo, aprendiendo a delegar las tareas que no aportan valor a su gestión.

Lograr terminar en plazo, a los costos y calidad requerida es una tarea compleja que se alimenta de la experiencia constante, y es la base para el desempeño profesional exitoso.

Bibliografía

Salvarredy, J. y García Fronti, V.: “Gestión de Proyectos para la Construcción”. 1ª Edición. Editorial Omicrón. Buenos Aires, 2004. (Biblioteca FAUD)

Burstein, D. y Stasiowski, F. “Project Management: Manual de gestión de proyectos para arquitectos, ingenieros e interioristas”. G. Gili. Barcelona, 1997.

Nucifora Carrasco, M.; Stronati, A. y Menella, P. “Gerenciamiento de Proyectos y Obras”. Arquitectas Asociadas. Buenos Aires, 2006.

Krajewski, L y Ritzman, L. “Administración de Operaciones: Estrategia y análisis”. 5ta. Edición. Pearson Educación. México, 2000.

Chandías, Mario E. “Cómputos y Presupuestos”. 17ª Edición. Librería y editorial Alsina. 1995.

Enciclopedia de la Construcción: Presupuestos: Costos y Tiempos.
<http://www.construir.com/Econsult/Costos/document/costos>