

PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN

Recopilado por:
Ing. Eduardo Pereira Calvo MBA
Julio, 2014

PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN

A continuación vamos a desarrollar los marcos conceptuales para solucionar problemas de planificación, programación y control de la producción.

FUNDAMENTACIÓN

Adquirir conocimiento de distintas herramientas y métodos para la planificación, programación y control de la producción.

UNA DE LAS FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES ES LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE PRODUCCIÓN PARA APOYAR EL LOGRO DEL PLAN ESTRATÉGICO DE LA EMPRESA, DETALLANDO DE QUÉ MANERA SE VA A PROVEER DE LA CAPACIDAD OPERATIVA PARA SATISFACER LOS PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y A UN COSTO MÍNIMO.

Una de las funciones del departamento de operaciones es la elaboración de los planes de producción para apoyar el logro del plan estratégico de la empresa, detallando de qué manera se va a proveer de la capacidad operativa para satisfacer los pronósticos de demanda y a un costo mínimo.

La planificación de la producción resulta particularmente importante para todas las áreas de la empresa, pudiendo mencionar a contabilidad que prepara información sobre contabilidad de costos que se requiere para evaluar los planes elaborados, para finanzas que conoce la situación financiera de la empresa y desarrolla los flujos de efectivo creados por la planificación, para recursos

humanos que conoce el mercado de mano de obra y la capacidad que en materia de capacitación restringen los planes desarrollados, para marketing que proporciona los pronósticos de demanda necesarios para confeccionar la planificación, para compras que conoce las capacidades de los proveedores y para operaciones que es el que debe desarrollar un plan que represente el mejor compromiso entre costo y servicio al cliente, inversión e inventario, niveles estables de la fuerza del trabajo y utilización de las instalaciones.

PLANIFICACIÓN EN GENERAL

La planificación y control de la producción como decisión táctica (estrategia operacional) está conformada por tres niveles de estructura típicamente jerárquica y asociada a los horizontes temporales de los respectivos planes:

1. El planeamiento (también llamada planificación agregada o total), usualmente anual de productos e insumos requeridos para cada mes,
2. La programación (maestra o básica) con horizonte de 1 a 3 meses y que determinan la secuencia y los recursos a aplicar y que constituye el control principal de las actividades de producción, y
3. El lanzamiento que es la orden de ejecutar la producción y que pone en marcha la producción.

Un sistema de planeamiento y control de la producción debe contestar cuatro preguntas básicas:

1. ***Qué se quiere producir, cuánto y cuándo.***
2. ***Qué se necesita (componentes, insumos y procesos).***
3. ***Qué se tiene disponible (materiales y recursos).***
4. ***Qué se debe aprovisionar o fabricar, cuándo y cuánto.***

La primera pregunta se contesta por los pedidos de los clientes o por el plan maestro de producción determinado por el pronóstico de demanda y por la política de uso de la capacidad.

La segunda se contesta transformando el plan maestro de producción en un plan de requerimientos de recursos de producción.

La tercera requiere consultar los inventarios y la capacidad de mano de obra y proceso.

La cuarta se responde con el programa de materiales o componentes a fabricar o comprar.



Los objetivos a los que se apunta con la planificación de la producción son variados y entre los más importantes podemos mencionar:

- » Optimizar el resultado económico.
- » Dar un buen servicio al cliente.
- » Hacer buen uso de la capacidad instalada.
- » Bajos costos de operación.
- » Mantener inventarios reducidos.
- » Mantener buenas relaciones laborales.

Como vemos estos objetivos están enmarcados en lo que la dirección haya fijado para las operaciones. Hará hincapié en la coordinación de la oferta y la demanda para dar un buen servicio al cliente, bajar los costos de operación y niveles de inventario, manteniendo la flexibilidad necesaria.

Las distintas instancias de planeamiento de operaciones se llevan a cabo en diferentes niveles de estructura, ya sea por su grado de análisis o por su instancia en el horizonte de tiempo que abarcan, configurando una jerarquía de planeamiento que se correlaciona con los distintos niveles en la estructura organizacional.

FIGURA 1. PLANEAMIENTO DE OPERACIONES

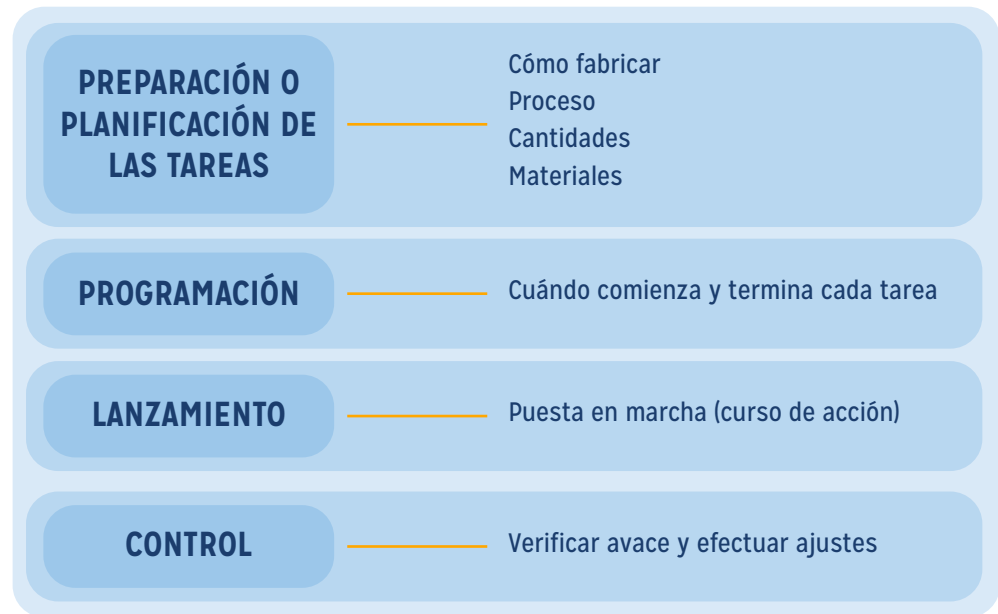


Fuente: Elaboración propia con base en "Administración de Operaciones. Krajewsky-Ritzman"



La función pcp (planificación y control de la producción) la podemos representar con el siguiente esquema:

FIGURA 2. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN



Fuente: Elaboración propia.

PRODUCCIÓN CONTINUA

Las industrias que utilizan este tipo de producción como fábricas de celulosa, papel, azúcar, acero, harina, etc., tienen características específicas:

- » Grandes volúmenes.
- » Diseño planta orientada al producto
- » Equipos en línea.
- » Productos procesados por procesos idénticos.
- » Intensivas en capital.
- » La planificación tiende al uso pleno capacidad instalada.
- » Alta automatización.
- » Inventarios en materias primas y productos terminados.
- » Actividades logísticas y mantenimiento resultan fundamentales.

LA DIRECCIÓN INDICARÁ QUÉ ESTRATEGIA A SEGUIR, LA CUAL PODRÁ SER DE PERSECUCIÓN, ES DECIR, SIGUIENDO A LA DEMANDA O PODRÁ SER DE EQUILIBRIO LO QUE SIGNIFICA PRODUCIR EN FORMA CONSTANTE DURANTE TODO EL PERIODO BAJO ANÁLISIS Y QUE DETERMINARÁN EL RITMO DIARIO DE PRODUCCIÓN.

En estas empresas, el tamaño de las corridas o lotes (fábricas de papel) podrá variar desde periodos cortos hasta una producción absolutamente continua (harina, azúcar). Apreciamos entonces, que existen dos tipos de producción, la ultra continua y la continua por lotes que condicionan el planeamiento y control en cada una de ellas.

Como primera medida y válida para cualquiera de los sistemas que debemos planificar deberemos conocer los pronósticos de demanda o los pedidos de los clientes, que determinarán el nivel de producción y serán los insumos para preparar el plan maestro de producción.

La dirección indicará la posible estrategia a seguir, la cual podrá ser de persecución, es decir, **siguiendo a la demanda** o podrá ser de **equilibrio** lo que significa producir en forma constante durante todo el periodo bajo análisis y que determinarán el ritmo diario de producción.

De esas características que citamos para este tipo de industrias, podrá inferir que en la **ultra continua** solo será necesario determinar las cantidades a producir y los insumos requeridos para el periodo por lo que carecen de relieve la programación y el lanzamiento, para el pcp es la más sencilla.

En caso de producirse por lotes, su tamaño y secuencia obligan al uso de algún modelo de programación que optimice tales aspectos. Se utilizan el presupuesto, la programación lineal, simulaciones por computador o modelos específicos para cada industria.



Otro de los métodos utilizados para la producción por lotes es el llamado método de agotamiento que vincula las cantidades en inventarios con las que se prevé consumir en los periodos posteriores. Aquel ítem o lote que prevé agotarse primero será el primero en fabricarse y para la carga de la línea suele utilizarse el Diagrama de Gantt cuyo estudio, desarrollo y aplicaciones las verá en la producción intermitente.

AQUEL ÍTEM O LOTE QUE PREVÉ AGOTARSE PRIMERO SERÁ EL PRIMERO EN FABRICARSE Y PARA LA CARGA DE LA LÍNEA SUELE UTILIZARSE EL DIAGRAMA DE GANTT CUYO ESTUDIO, DESARROLLO Y APLICACIONES LAS VERÁ EN LA PRODUCCIÓN INTERMITENTE.

Tenga en cuenta que uno de los métodos para la planificación y control que utiliza este tipo de producción es la programación lineal, por lo que es muy importante que comprenda su funcionamiento y los objetivos que persigue. Le recomiendo que lo estudie detalladamente y aprenda su resolución gráfica.

El control cuantitativo y el costeo se realizan por procesos por lo que se hace necesario la definición de los centros de control (generalmente se corresponden con los procesos del sistema) y que pueden ser productivos, de servicios y de almacenaje y la verificación de la eficiente aplicación de los insumos y los activos que circulan por la línea lo que determina la necesidad de controlar los insumos tanto fijos como variables.

1. **La tarea de preparación** se integra con el conocimiento preciso del producto/servicio a elaborar/prestar. La información proviene de ingeniería del producto/servicio. Se utiliza el diagrama de despiece y el de explosión para obtener este conocimiento.
2. **Se confeccionan los formularios:**
 - A. Hoja de ruta
 - B. Orden de producción
 - C. Vale de materiales
 - D. Vale de herramientas
 - E. Vale u orden de inspección y control
 - F. Orden para uso de medios de transporte interno.

Luego comienza el trabajo de programación. En PCP continua, la programación se denomina suplementaria o complementaria o detallada. Es el complemento necesario del plan básico o maestro:

1. **La programación detallada es:** diaria, semanal y quincenal, es decir, de muy corto plazo. Se determinan los requerimientos de materia prima, mano de obra y otros insumos para el trabajo día a día.
2. **Se debe trabajar sistemáticamente**, estableciendo relaciones informativas con: finanzas, compras, ingeniería del producto, ingeniería industrial, mantenimiento y, por último, con higiene y seguridad industrial. La relación con comercialización es permanente.
3. **La programación utiliza el gráfico o diagrama de Gantt.**
4. La computadora provee una herramienta de planificación y programación muy utilizada en medianas y grandes empresas.
5. Reunida la información necesaria, se presenta la **carpeta de lanzamiento**, integrada por los formularios, diagramas, planos, listas de materiales e instrucciones especiales, la que se entrega al supervisor o capataz. Con esta información, el responsable de la línea o sub área de la fábrica, sabe qué tiene que hacer y cuándo hacerlo.
6. Mientras se está llevando a cabo el proceso productivo, es necesario realizar el **control de avance de las tareas**, en función de los tiempos programados y del uso de las instalaciones generales disponibles. El control es efectuado por el propio lanzador..



Éste esquema global del funcionamiento de la sub área PCP corresponde a producción continua y continua por bloques.

La ausencia de esta sub área ocasiona los siguientes problemas:

- » Falta de materia prima adecuada.
- » Paradas imprevistas de las máquinas
- » Cuellos de botella
- » Falta de mano de obra
- » Baja calidad de salida.

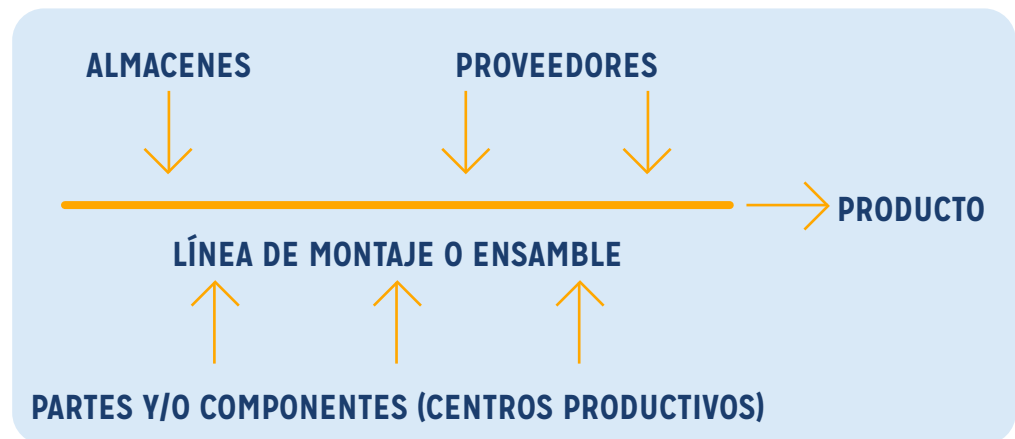
Hemos completado este tipo de producción, responda ahora los siguientes interrogantes:

- » ¿Cuántos tipos de producción continua existen, cuáles son las diferencias?
- » ¿Puedo describir el método de agotamiento?
- » Mencione cinco características de la producción continua
- » Mencione algunos ejemplos de industrias que operan en forma continua
- » Anote los tipos de decisiones actúan sobre la oferta y cuáles sobre la demanda en la producción continua
- » ¿Recuerda cuáles son los costos más importantes que entran en juego en la producción continua?

PRODUCCIÓN POR MONTAJE

Entre este tipo de industrias se encuentran la fabricación de automóviles, electrodomésticos, juguetes, etc. En las mismas, las materias primas o las partes componentes pueden arribar de diferentes procedencias, tanto internas como por ejemplo almacenes o centros productivos, o externas como lo pueden ser las fábricas de los subcontratistas (piense es una fábrica de automotores o camiones, esa es la característica).

FIGURA 3.



Fuente: Elaboración propia.

Estas industrias que encadenan secuencias de procesos diferentes, en la primer parte productos fabricados bajo la producción intermitente y un producto final bajo la modalidad continua, ha originado problemas para el planeamiento, programación y control (la propia naturaleza del producto hace necesario que se ensamble en etapas sucesivas).

Para programar es necesario recorrer la red en sentido inverso, desde el producto hacia los orígenes para determinar que piezas fabricar y cuando hacerlo.

Hasta la década del 70 el PCP se efectuaba por medio de ficheros, donde cada ficha representaba una pieza, componente o ensamble. Establecido el plan de ventas, los responsables de las fichas calculaban las necesidades de cada uno.

Como es obvio, la forma de programar era lenta, rígida, y terreno fértil para toda clase de errores. Se fueron desarrollando así prácticas tendientes a mejorar los programas, a acumular grandes inventarios de partes y las industrias de montaje adquirieron un perfil paquidérmico, tan antieconómico como inflexible.

Pero a partir del desarrollo del MRP (del inglés *Material Requirements Planning*) o Planificación de los Requerimientos de Materiales por IBM, el panorama cambió sustancialmente y simplifico las tareas de PCP. El control cuantitativo y el costeo también se realizan por medio del MRP.

LA CARACTERÍSTICA FUNDAMENTAL QUE DETERMINA EL SISTEMA DE CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE MATERIALES ES QUE LA DEMANDA DE ELLOS DEPENDE DE AQUELLA DEL PRODUCTO TERMINADO; POR LO QUE SE LOS IDENTIFICA COMO SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE DEMANDA DEPENDIENTE.

Las características principales en este tipo de producción están dadas porque el inventario es permanente, aun cuando en algún momento las existencias sean nulas o muy bajas, mientras que en otro se hará la reposición y crecerán.

La característica fundamental que determina el sistema de cálculo de las necesidades de materiales es que la demanda de ellos depende de aquella del producto terminado; por lo que se los identifica como sistemas de administración de inventarios de demanda dependiente.

Además de las decisiones clave de administración del inventario (cuánto y cuándo ordenar) se requiere administrar el resto de los recursos, como la fuerza de trabajo (personal asignado al proceso) y las capacidades del proceso.

Si fabricamos mesas de computación dé tres modelos diferentes, debemos determinar qué cantidad pensamos fabricar, de acuerdo con la demanda pronosticada y nuestra capacidad de producción. Decidido el programa maestro de producción (MPS), que nos dice cuántos productos de cada modelo planeamos fabricar en el período de un mes, calculamos la cantidad de materiales que se requieren para cada uno (madera, placa de aglomerado, laminado plástico, etc.) y en qué momento deseamos que estén disponibles.

Según el proceso que requiere cada mueble calcularemos la carga de trabajo (cantidad de horas hombre u horas máquina que se requerirán en cada puesto); tales como cortar maderas y placas, ensamblar los muebles o terminarlos. La capacidad disponible en personal de producción o en máquinas puede ser suficiente o no. En este último caso deberemos tomar una decisión: reducimos el programa maestro de producto terminado, aumentamos las horas disponibles o subcontratamos parte de las operaciones, para corresponder los requerimientos con la capacidad.

Resolver y responder los siguientes cuestionamientos le indicarán el grado de comprensión del tema:

- » Explique de qué derivan las complejidades de la producción por montaje
- » Para qué se utiliza el diagrama de Gozinto
- » ¿Cómo resultan los flujos de insumos y productos en proceso?
- » ¿Cuál es la herramienta principal que se utiliza en el PCP?

PRODUCCIÓN INTERMITENTE

Llamada también producción por taller o por órdenes, es sin lugar a dudas la más compleja desde el punto de vista del PCP.

Este comienza a funcionar cuando en nuestra empresa recibimos el pedido de un cliente que está solicitando la fabricación de un producto. En este caso las especificaciones técnicas son fijadas por el cliente y cuando la presentación es una idea general, tendremos que definir el diseño final con lo que el papel de ingeniería de producto se torna fundamental.

Pero tenga en cuenta que las ordenes o pedidos que se reciben pueden ser de variada índole y hay que cumplimentarlas con los recursos disponibles que algunas veces no alcanzan y otras veces quedan ociosas. En esto talleres es común observar estaciones de trabajos abarrotadas de trabajo y otras con muy poco o nada.



Como vemos los problemas que se presentan en este tipo de producción son múltiples y variados y entre ellos podemos identificar:

- » Confiabilidad de cargas de trabajo
- » Respuesta con rapidez a las demandas
- » Tiempos de fabricación prolongados
- » Gastos en horas extras como tiempos ociosos
- » Elevada cantidad de empleados
- » Dificil coordinación entre funciones
- » Muchas tareas que superan los requerimientos

Las características principales de la producción intermitente así como las de programación, están ampliamente explicitadas en la bibliografía mencionada.

Esos conceptos le demuestran la alta complejidad tanto en la asignación de recursos (llamada carga de máquinas) como en la sincronización de las tareas conformadas por la secuencia y cronología de los trabajos los cuales se efectúan a través del Grafico de Gantt. Ver lectura de Complemento.

La capacidad de producción se obtiene sumando la capacidad de producción de cada uno de los puestos de trabajo del taller o de la sección respectiva.

La operatoria de la preparación se concreta y manifiesta mediante los formularios que diseña y utiliza el preparador. Sin los mismos, no existe etapa de preparación.



La orden de producción incluye, en su diseño, el detalle de los puestos de trabajo y operaciones integrantes del proceso productivo, por ello es, también, una hoja de ruta. El diseño básico del formulario es utilizado para dar comienzo al proceso productivo.

Un vale de materiales sirve para retirar los mismos del almacén o depósito.

Un vale de herramientas sirve para retirar éstas del almacén respectivo.

En PCP por órdenes, las etapas o fases se llevan a cabo cada vez que se recibe un pedido.

En general, la programación, en este tipo de PCP, se efectúa a partir de la fecha de entrega hacia atrás para poder calcular el momento exacto en que debe darse comienzo al proceso productivo, determinando si se podrá cumplir con la fecha de entrega.

El lanzamiento, es la acción de entregar la respectiva carpeta al supervisor, encargado, capataz de línea, área o sección, o bien al propio jefe del taller.

El control de avance supervisa el cumplimiento del programa elaborado para detectar inconvenientes que impidan la entrega en tiempo y forma. Si los problemas se producen, deberán ser solucionados para alcanzar el objetivo propuesto.

PCP cumple una función de servicio y con características intelectuales (trabajo mental).

Almacenes desarrolla actividades de tipo físico, en tanto el control de inventarios puede efectuarse en las oficinas de administración de producción y, particularmente, en el área de PCP.

Otro aspecto importante, referido a la estructura organizativa, es la decisión de contar con una única sub área de PCP, es decir, centralizada, o bien descentralizarla ubicando PCP en cada planta o fábrica de la empresa. Éste es el caso de la empresa industrial con plantas fabriles en diferentes localizaciones.



El siguiente cuadro muestra las diferencias en la preparación entre la producción continua y la intermitente:

TABLA 1. PREPARACIÓN

en pcp continuo	en pcp por órdenes
Se requiere un pronóstico de ventas, que se convierte en el plan básico o maestro. Información inicial.	Se requiere la orden o pedido del cliente. Información inicial primaria.
Se debe decidir entre hacer o comprar. Se debe decidir el nivel de producción: Siguiendo los picos de la demanda. Producción nivelada o constante.	Se atiende el requerimiento, en volumen, del cliente.
Se requiere un diagrama de Gozinto o de explosión y un diagrama de ordenamiento.	Las especificaciones de los planos, dibujos y diseños, elaborados por ingeniería del producto son suficientes.
Se debe fijar el ritmo diario de producción para poder cumplir con el plan maestro que satisfará la demanda pronosticada.	Se trabaja en función de la capacidad instalada para satisfacer el pedido del cliente.
La preparación se efectúa una sola vez, antes de lanzar la producción y se mantiene mientras no cambien, ya sea el producto elaborado (servicio prestado) o el proceso productivo y el método adoptado.	La preparación debe efectuarse para cada trabajo o pedido a fabricar. Los diseños son diferentes.

Fuente: Elaboración Propia

PRODUCCIÓN POR PROYECTOS

Se define como proyecto a un conjunto de actividades relacionadas entre sí, que tienen puntos definidos de inicio y final y cuyo resultado final es un producto específico.

SE DEFINE COMO PROYECTO A UN CONJUNTO DE ACTIVIDADES RELACIONADAS ENTRE SÍ, QUE TIENEN PUNTOS DEFINIDOS DE INICIO Y FINAL Y CUYO RESULTADO FINAL ES UN PRODUCTO ESPECÍFICO.

Generalmente son actividades temporales en las cuales el personal, los materiales y los recursos se combinan entre sí para alcanzar una meta, dentro de un marco de tiempo especificado, después de lo cual vuelven a dispersarse.

Son muy comunes y los ejemplos de construcciones efectuadas por este método están presentes a nuestro alrededor: puentes, diques, edificios, barcos, etc.

Constituye el extremo de la producción intermitente y las diferencias sustanciales con este tipo de producción derivan de las complejidades, demoras y coordinaciones que se requieren para llevarlo a cabo.

En los proyectos se presentan tres instancias sucesivas:

1. **Análisis y evaluación de la inversión** que significa analizar los aspectos positivos y negativos, dimensionar y ponderar el esfuerzo para su realización y estudiar y aportar elementos de juicio para quienes tengan que tomar la decisión de su concreción.
2. **Especificación pormenorizada de los trabajos**, sus interrelaciones, materiales, recursos, cómputos de costos, erogaciones, etc. y que se conoce con el nombre de ingeniería de detalle.
3. **Finalmente la ejecución**, etapa en la que concreta el proyecto y en la que se emiten las órdenes de trabajo que a su vez sirven para efectuar el control cuantitativo y el costeo de la obra.

Entre los métodos y herramientas utilizadas en la etapa de planificación y programación podemos encontrar:

- » Métodos financieros como la TIR Y el VAN
- » Gráficos de Gozinto
- » Diagrama de Gantt
- » MRP
- » Ordenes de Trabajos
- » Métodos de planificación de red, como CPM y PERT

Un enfoque por proyectos deberá aplicarse cuando:

- » La magnitud del esfuerzo requiere una cantidad mayor que los recursos disponibles
- » Necesidad de gran coordinación entre áreas o con otras organizaciones
- » No se cuenta con el debido conocimiento de algunas tareas
- » Se necesita disponer de gran flexibilidad de recursos
- » El éxito del proyecto tiene importancia extrema para la empresa



INTERCAMBIOS COSTO - TIEMPO - ACELERACIÓN DEL PROYECTO

MODELOS DE ACORTAMIENTO

Cuando se efectúa un proyecto es frecuente que el responsable del mismo se enfrente con alguna de las siguientes circunstancias, que el proyecto se retrase con respecto al programa o que el tiempo de terminación programado se adelante.

CUANDO SE EFECTÚA UN PROYECTO ES FRECUENTE QUE EL RESPONSABLE DEL MISMO SE ENFRENTA CON ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CIRCUNSTANCIAS, QUE EL PROYECTO SE RETRASE CON RESPECTO AL PROGRAMA O QUE EL TIEMPO DE TERMINACIÓN PROGRAMADO SE ADELANTE.

En cualquiera de las mismas es necesario acelerar alguna o todas las actividades restantes para terminar el proyecto en la fecha deseada. Al proceso mediante el cual se acorta la duración del proyecto en la forma más económica posible se denomina aceleración del proyecto.

CPM es una técnica donde cada actividad tiene asignado un tiempo normal que empleamos en los cálculos. Asociado con este tiempo normal está el costo normal de la actividad.

Sin embargo, otro tiempo es considerado y es el de aceleración el que se encuentra asociado con el costo de aceleración de la actividad. Usualmente podemos acelerar una actividad agregando recursos, por ejemplo equipo o personal (o ambas cosas, por consiguiente es lógico que el costo de aceleración sea mayor que su costo normal).

La cantidad que puede acortarse una actividad, es decir, la diferencia entre su tiempo normal y el tiempo de aceleración depende de la actividad que se trate, pero además es posible que algunas actividades no puedan acortarse, por ejemplo un pieza sometida a tratamiento térmico y que deba permanecer en el horno un determinado tiempo, no ganaremos nada por más recursos que agreguemos, ya que estos no ayudarán a reducir los tiempos estipulados.

Pero hay actividades que si pueden reducirse, por ejemplo construir la armadura de una viga y su encofrado puede reducirse significativamente si duplicamos el número de empleados, de la misma forma el costo de aceleración(o acortamiento) de una actividad depende de la naturaleza de la actividad.



Habitualmente los responsables de ejecutar un proyecto están interesados en acelerar el proyecto al menor costo posible, por lo tanto para elegir qué actividades acortar y por qué monto se debe asegurar lo siguiente:

- » La cantidad por la que se acorta una actividad es permisible
- » La duración de las actividades acortadas permitirán terminar el proyecto cumpliendo las fechas de entrega
- » El costo de aceleración es el menor posible

Para concretarlo es necesario efectuar cuatro pasos:

1. **Calcular el costo de aceleración** por semana (u otro período) para cada actividad incluida en la red. Si los costos son lineales en el tiempo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de aceleración por período} = \frac{(\text{Costo de aceleración} - \text{Costo normal})}{(\text{Tiempo normal} - \text{Tiempo de aceleración})}$$

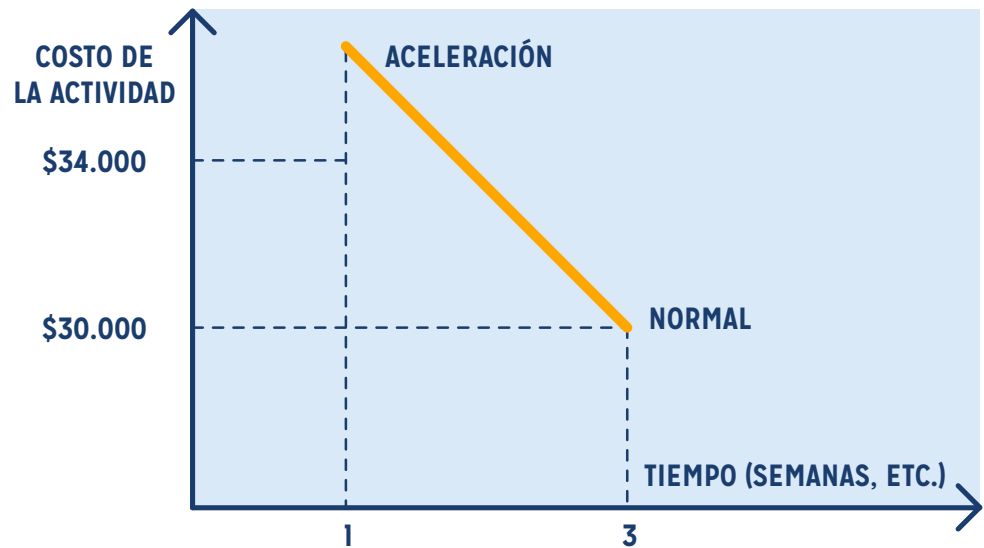
2. Usando los tiempos actuales de las actividades, **encontrar las rutas críticas** en la red el proyecto. Identificar las actividades críticas
3. **Si solo existe una ruta crítica**, seleccionar la actividad que:
 - A. todavía puede acelerarse y
 - B. tiene menor costo de aceleración por período. Acelerar esta actividad en un período.
4. **Si existe más de una ruta crítica** seleccionar una actividad de cada ruta crítica en tal forma que
 - A. cada actividad todavía se pueda acelerar y
 - B. el costo de aceleración total por período de todas las actividades sea el menor. Acelerar cada actividad en un período.

Observe que una misma actividad puede ser común a más de una ruta crítica.

- Actualizar todos los tiempos de las actividades. Si ya se logró la fecha de entrega deseada, detenerse; si no, regresar al paso 2

Estos modelos se representan mediante el gráfico siguiente:

FIGURA 4.



Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la fórmula:

$$\text{Costo de aceleración} = \frac{34.000 - 30.000}{3 - 1} = \frac{\$4.000}{2} = \$2.000 / \text{semana}$$

A partir de aquí pueden aplicarse los pasos 2, 3 y 4 para reducir el tiempo de terminación del proyecto que estemos considerando. Obviamente en este caso.

AHORA QUE COMPRENDIÓ EL TEMA, RESPONDA LAS SIGUIENTES CUESTIONES:

- » Defina en qué consiste un proyecto productivo
- » ¿Qué herramientas se utilizan en un proyecto para planificar y programar?
- » ¿En qué consiste la técnica PERT/CPM y cuál es la diferencia entre ambas?
- » Defina con sus propias palabras el camino crítico

BIBLIOGRAFÍA

RED ILUMNO LIBRARY - USAM; **CURSO ID 3013661**; Módulo 3, Lectura 3, Unidad 4: Planificación, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN

Andurno, R. (04 de Julio de 2014). *Produccion I - Lectura 3*. Obtenido de EPIC - Red Ilumno: <https://liboasso.epic-sam.net/Learn/Player.aspx?enrollmentid=3358409>

Lectura total y adaptación de las propias imágenes y gráficos.: Ajuste de formatos y de graficación. Imágenes propias del documento.



The logo for ILUMNO, featuring the word in white uppercase letters on an orange rectangular background. The background of the entire page is a dark blue geometric pattern of overlapping triangles, with a large, semi-transparent dark blue circle centered in the middle.

ILUMNO