

# CAPÍTULO 2



## INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

*El segundo capítulo del curso muestra los pasos para el desarrollo de las herramientas para la gestión del alcance, el tiempo y el costo del proyecto. Para cada una de las herramientas, se presentará el proceso de construcción que permite identificar las entradas (insumos), las técnicas y las salidas (resultados).*

*El capítulo está estructurado en tres unidades de aprendizaje, cada una referida a un paso secuencial (pasos 1, 2 y 3) de la planificación del proyecto. La primera unidad (paso 1) se enfoca en el desarrollo de la estructura desglosada del trabajo (EDT); la segunda (paso 2), en la realización del cronograma; y la tercera (paso 3), en la elaboración de la curva S para el control de los costos del proyecto.*

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

*Conocer y aplicar los pasos para el desarrollo de las herramientas y su aplicación en la gestión del proyecto.*

### ***Preguntas orientadoras de aprendizaje***

- *¿Cuáles son los criterios para desglosar el alcance de proyecto?*
- *¿Cuáles son las técnicas para lograr un buen estimado en la duración de las actividades del proyecto?*
- *¿Qué técnicas se emplean para generar una curva S que permita un buen control del presupuesto?*

---

## Unidad 1. Paso I: El desglose del alcance del proyecto

---

### Objetivos de aprendizaje

- Dar el primer paso en la planificación de un proyecto a través de la aplicación de la herramienta para el desglose del alcance del proyecto: la estructura desglosada del trabajo (EDT):
  - identificar las entradas (insumos) necesarias para crear la EDT;
  - conocer y aplicar las técnicas para el desglose del trabajo del proyecto.
- Entender la relevancia de la herramienta EDT dentro del contexto de la gestión del alcance del proyecto.

### 1.1. La estructura desglosada del trabajo (EDT)

La EDT, conocida también como *Work Breakdown Structure (WBS)*, constituye el primer paso en la planificación de un proyecto. Se trata de una herramienta que consiste en la descomposición jerárquica del trabajo para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. La EDT organiza y define el alcance total del proyecto; sin embargo, no es funcional cuando se transforma en una lista de cientos de actividades que requeriría el trabajo de una o más personas para actualizarla periódicamente.

El propósito de desarrollar una EDT es para usarla como una herramienta de trabajo diario y no como un documento que se actualiza una vez por año para justificar los gastos del proyecto. Para que resulte útil, la EDT tiene que ser un documento fácil de modificar, enfocado en resultados definidos SMART<sup>5</sup>, que ha sido diseñado o ratificado por el equipo responsable de implementar el proyecto o por quienes deben rendir cuentas sobre sus resultados. La EDT no debe llegar al nivel de actividades (la definición y gestión de las actividades se realiza en el cronograma), sino que debe quedar en un nivel superior llamado paquete de trabajo. El paquete de trabajo, último nivel de desglose de la EDT, es aquel cuya duración y costo pueden ser estimados y que puede ser monitoreado y controlado. Otra característica del paquete de trabajo es que puede ser usado para asignar a un responsable. En cuanto al nivel de desglose, no existe una regla que indique cuántos niveles debe tener una EDT; sin embargo, se recomienda que tenga entre tres y cinco. El equipo del proyecto es el que debe decidir hasta qué nivel de detalle se requiere, lo cual está muy ligado a la complejidad del proyecto. Una

---

<sup>5</sup> Como se vio en el Módulo I, son indicadores que utilizan los siguientes principios básicos para su formulación: Specific (específicos); Measurable (medibles); Achievable (alcanzables); Relevant (relevantes); Time-bound (delimitados en el tiempo).

EDT no representa la secuencia de ejecución, es una organización jerárquica de los entregables del proyecto. En una EDT no se deben utilizar verbos, no tiene tiempos, costos ni recursos.

### Proceso para la creación de la EDT

En la etapa de planificación, el primer proceso comúnmente usado por los proyectos de desarrollo para gestionar el alcance es la creación de la EDT. Para hacerlo, se emplean como entradas los documentos producidos durante el diseño del proyecto (gráfico II.1).

Gráfico II.1. Proceso para el desarrollo de la EDT



Fuente: Adaptación de SIPOC Diagram, Six Sigma.

### I.2. Entradas

El documento más importante de los producidos en el diseño del proyecto es la matriz de resultados (MdR) ya que describe los objetivos del proyecto y los indicadores que permiten verificar si el objetivo se cumplió.

Es importante entender la lógica de la matriz –que va de insumos a productos– dado que sirve para identificar los objetivos intermedios y las actividades que servirán para desarrollar el cronograma y el presupuesto del proyecto.

Otro insumo adicional para la elaboración de la EDT es la **información histórica**, es decir que el gerente del proyecto puede usar información de proyectos anteriores similares que otorguen pautas para definir los componentes de trabajo de un objetivo. Esto puede reducir significativamente el proceso de desglose.

### I.3. Técnicas

La creación de la EDT no es un ejercicio o un trabajo de una sola persona. Para poder lograr una EDT efectiva, se debe contar con la participación del equipo del proyecto y de otros interesados para que puedan identificar los componentes de la EDT según el tipo de trabajo. El gerente del proyecto deberá asegurarse de recibir el aporte de las personas que más conocen el proyecto durante este proceso de elaboración.

Además, el gerente, junto con el equipo y otros interesados (*stakeholders*) o expertos que conocen los temas del proyecto, debe desglosar todos los entregables siguiendo un orden jerárquico que permita establecer la relación de cada elemento con la meta del proyecto.

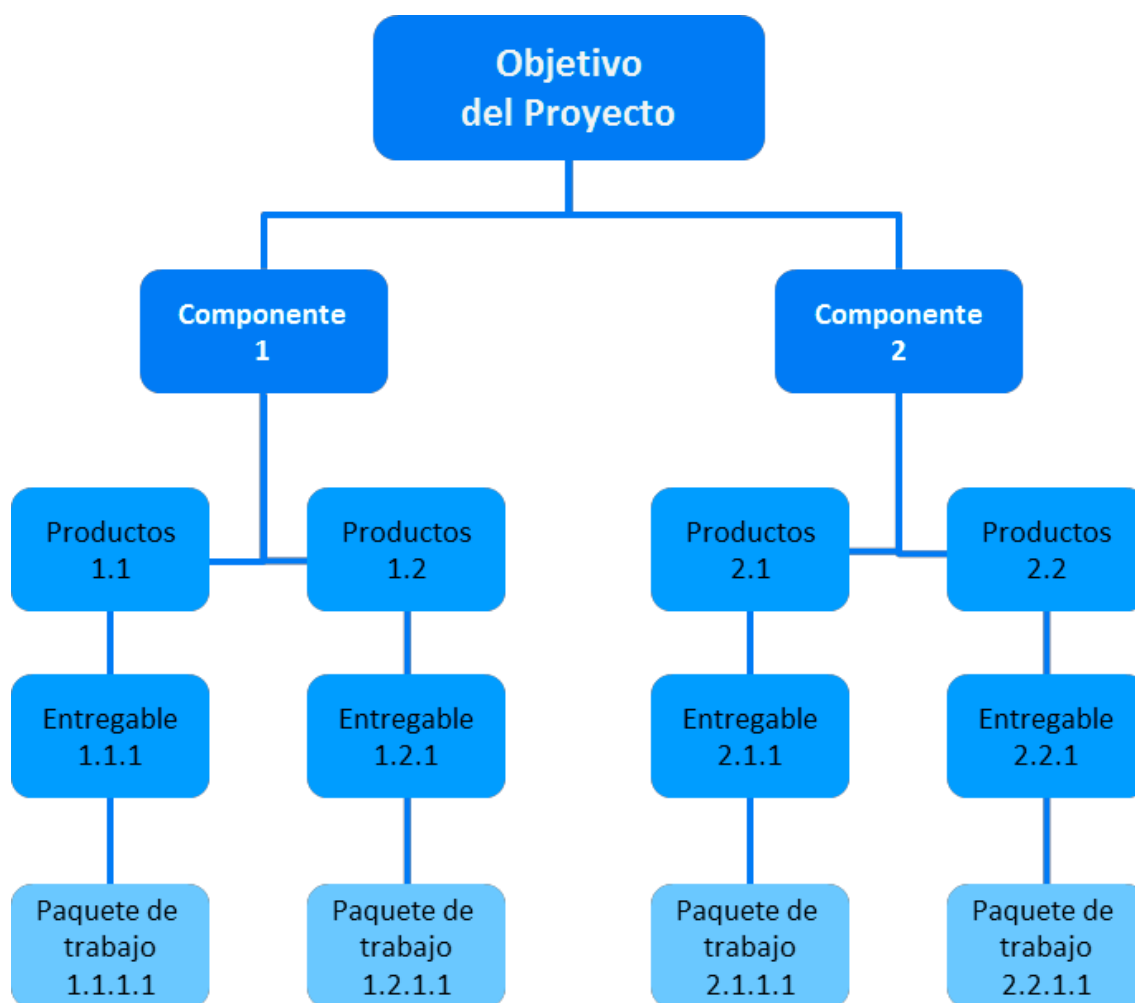
*Una EDT debe ser lo suficientemente detallada como para poder asignar fácilmente el trabajo a terceros y poder monitorear su estado de manera adecuada. Para determinar si se ha logrado este nivel de claridad, las variables de tiempo y costos deberían ser fácilmente identificables. Si esta regla no se cumple, se debe subdividir aún más hasta que sea útil para estimar tiempos y costos.*

El equipo del proyecto inicia el desglose de las actividades empezando por el objetivo final del proyecto hasta llegar al nivel de paquetes de trabajo. Una estructura que facilita el orden de los diferentes niveles de la EDT es la siguiente:

1. **Objetivo del proyecto:** el impacto esperado de los componentes del proyecto.
2. **Componentes:** el conjunto de productos agrupados según su naturaleza.
3. **Productos:** el resultado agregado de los entregables del proyecto.
4. **Entregables:** los servicios, bienes y trabajos que produce el proyecto mediante la ejecución de los paquetes de trabajo.
5. **Paquetes de trabajo:** los grupos de actividades o tareas que se realizan para lograr los entregables del proyecto; es el nivel más bajo de la EDT.

El gráfico II.2 muestra un diagrama del ordenamiento jerárquico de la EDT. Debe tenerse en cuenta que la EDT tiene tantos componentes, productos, entregables y paquetes de trabajo como se requiera. Uno de esos componentes puede ser la gestión del proyecto y los productos y el trabajo de gestión necesario para implementarlo.

Gráfico II.2. Ejemplo de un diagrama del ordenamiento jerárquico de la EDT



Fuente: Elaboración propia.

#### I.4. Salidas

Como resultado, el proyecto contará con una lista jerárquica de todo el trabajo requerido en forma de entregables y paquetes de trabajo. En el contexto de la EDT, un entregable es el resultado del esfuerzo, no el esfuerzo en sí mismo. Por lo anterior, no se deben utilizar verbos en la EDT. Esta lista es la línea de base que permite estimar los tiempos y el costo del proyecto.

El aspecto más importante para el desarrollo de la EDT, más allá de los insumos, es el proceso a través del cual se realiza. Este proceso debería ser participativo y estar enfocado en obtener resultados y no en la enumeración de acciones o tareas.

La EDT, además, ayuda a establecer la correlación de cada paquete de trabajo con la meta final y a identificar el 100% del trabajo requerido para llevar a cabo el proyecto.

*Es común encontrar que los trabajos definidos para un proyecto no representan el 100% de su alcance. Con frecuencia se omiten trabajos necesarios y casi nunca se identifican los relativos a la gestión del proyecto; estos requieren el uso de recursos del proyecto; por lo tanto, deben ser parte de la EDT.*

Como se mencionó anteriormente, la EDT es el primer paso en la planificación de un proyecto de desarrollo y es la base para realizar su cronograma de actividades y su presupuesto.

Uno de sus usos más importantes es apoyar el proceso de la verificación del alcance del proyecto.

Esta verificación incluye actividades tales como medir, examinar y verificar, y busca determinar si los servicios o productos y

entregables cumplen con los requisitos y los criterios de aceptación. La aceptación formal significa también que el proyecto ha cumplido con su objetivo y que no se requiere ningún otro trabajo o esfuerzo. La EDT se aplica para verificar que los servicios o los productos y entregables están comprendidos en el alcance del proyecto aprobado y los cambios autorizados.



---

## Síntesis de la unidad

---

Una de las técnicas más útiles para la gestión del alcance es la descomposición del trabajo del proyecto en componentes que permitan su ejecución, verificación y control.

La EDT es una herramienta que posibilita al equipo del proyecto definir con mayor exactitud el alcance del trabajo mediante el desglose de cada objetivo del proyecto en varios niveles hasta llegar al nivel en el que se puede estimar el tiempo y el costo del trabajo.

La EDT se usa en especial para verificar el trabajo del proyecto y como un insumo para los siguientes pasos de la planificación: la creación del cronograma (paso 2) y la realización de la curva de uso de los recursos (paso 3).

---

## Unidad 2. Paso II: El cronograma del proyecto

---

### Objetivos de aprendizaje

- Utilizar la salida del paso 1 (EDT) para la planificación de los tiempos del proyecto.
- Identificar y aplicar el proceso para la creación del cronograma del proyecto:
  - conocer las entradas (insumos) necesarias para crear un cronograma;
  - conocer las técnicas para estimar la duración de las actividades del proyecto.
- Calcular la ruta crítica de un cronograma.

### II.1. El cronograma del proyecto

Un cronograma es más que la suma de los tiempos de las actividades de un proyecto ya que presenta toda la secuencia lógica y los pasos a seguir para entregar los resultados. Dado que el tiempo es una de las restricciones más importantes de un proyecto, el cronograma se convierte en la herramienta que el gerente usará con más frecuencia, no solo para controlar el avance del proyecto, sino también para realizar el análisis y los ajustes que sean necesarios.

El proceso de creación del cronograma es iterativo, no lineal. A medida que se crea el cronograma, el gerente y el equipo del proyecto comprenden mejor las relaciones, las dependencias y la duración total del proyecto. Esto permite analizar la información para optimizar el uso de los recursos y cumplir con las metas dentro del plazo previsto. Durante el proceso de planificación del proyecto, el desarrollo del presupuesto detallado, de la matriz de riesgos, de los planes de adquisiciones y de comunicación, se obtiene información adicional que permite realizar ajustes y cambios en el cronograma. El gráfico II.3 muestra el proceso para la creación del cronograma del proyecto.

Gráfico II.3. Proceso para el desarrollo del cronograma



Fuente: Adaptación de SIPOC Diagram, Six Sigma.

## II.2. Entradas

De acuerdo con el gráfico, los insumos para la elaboración del cronograma son los siguientes:

- **Estructura desglosada del trabajo (EDT):** organiza y define el alcance total del proyecto; los trabajos que no están incluidos en la EDT quedan fuera del alcance del proyecto.
- **Restricciones:** son factores que limitan las opciones del equipo del proyecto; por ejemplo, la fecha de conclusión del proyecto es una restricción que limita las opciones del equipo.
- **Dependencias:** pueden ser obligatorias, discrecionales o externas; es decir, fuera del control del equipo del proyecto.
- **Calendario de recursos:** es la disponibilidad para el uso de los recursos del proyecto.

## II.3. Técnicas

### Estimación de la duración de las actividades

Basándose en la lista de paquetes de trabajo identificados en la estructura desglosada del trabajo (que corresponde al nivel más bajo de esta), el gerente y el equipo del proyecto inician la estimación de la duración de cada actividad. Este proceso no tiene que ser algo complejo. Las técnicas más frecuentes para estimar la duración de las actividades son:

- **Juicio de expertos:** Teniendo en cuenta experiencias anteriores, los expertos pueden proporcionar tiempos estimados de duración. Esta técnica es útil para aquellas actividades en las que el equipo tiene bastante experiencia en proyectos similares.

- **Estimación análoga:** Es una técnica para estimar la duración o el costo de una actividad o un proyecto mediante el uso de información histórica. Utiliza parámetros de un proyecto anterior similar, tales como la duración, el presupuesto y la complejidad. Por lo general, es menos costosa respecto a las otras técnicas, pero también tiene menor exactitud.
- **Estimación paramétrica:** Utiliza una relación estadística entre datos históricos y otras variables para calcular una estimación de los parámetros de una actividad tales como el costo y la duración; por ejemplo, horas hombre o metros cuadrados. Con esta técnica se pueden obtener niveles más altos de exactitud, pero toma más tiempo y es más costosa.
- **Estimación por tres valores:** Puede lograrse una mayor exactitud tomando en consideración el grado de incertidumbre y el riesgo. Para determinar esta estimación, se utiliza el método PERT<sup>6</sup>, el cual calcula la duración esperada utilizando la siguiente fórmula:

$$De = (O + 4M + P) / 6$$

Donde:

De = duración esperada

O = duración optimista

M = duración más probable (realista)

P = duración pesimista

Adicionalmente, para desarrollar los estimados de duración, se deben incluir reservas por contingencias o de tiempo. Estas pueden ser un porcentaje de la duración estimada de una actividad, una cantidad fija de períodos de trabajo o pueden calcularse por medio del análisis de los riesgos del proyecto. A medida que se disponga de mayor información, la reserva puede usarse, reducirse o eliminarse. La contingencia debe identificarse claramente en el cronograma o incluirse como un factor en las actividades cuya duración, a juicio del equipo del proyecto, es difícil estimar con precisión.

---

<sup>6</sup> The Project Evaluation and Review Technique (PERT) es un modelo de la gestión de proyectos diseñado para analizar y representar tareas de un proyecto.

## Determinación de la secuencia lógica de las actividades

El primer paso para crear el cronograma consiste en determinar la secuencia lógica de las actividades. Estas deben ordenarse con exactitud ya que constituyen el soporte de un proyecto realista y alcanzable. La secuencia también determina las dependencias entre las actividades. Por ejemplo, hay actividades que no pueden empezar hasta que la actividad anterior haya terminado. Existen tres tipos de dependencias entre actividades:

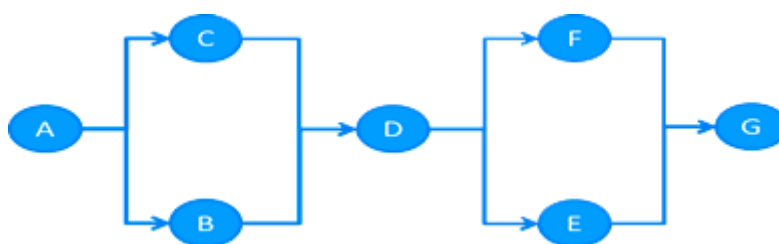
- **Dependencias obligatorias:** Son inherentes a la naturaleza del trabajo que se ejecuta. Por ejemplo, no se puede iniciar la construcción de muros si no se ha terminado la cimentación.
- **Dependencias discrecionales:** Son definidas por el equipo del proyecto. Consisten en cambiar el orden lógico sin afectar el resultado. Por ejemplo, si quisiéramos remodelar una sala de juntas cambiando la alfombra y pintando de otro color las paredes, la secuencia lógica diría que primero se pintan las paredes y después se coloca la alfombra. Sin embargo, podríamos primero colocar la alfombra y después pintar las paredes. Claro que habría que proteger muy bien la alfombra y pintar con mucho cuidado para que no se manche, pero se puede invertir el orden.
- **Dependencias externas:** Implican una relación entre las actividades del proyecto con las que no pertenecen a su ámbito. Son las que están fuera del control del equipo del proyecto. Por ejemplo, obtener la aprobación de una solicitud de licencia de construcción.

Al identificar las dependencias, se descubrirá que existen actividades que tienen múltiples relaciones.

## Diagrama de precedencias

El diagrama de precedencias es una técnica para crear un diagrama de red del proyecto. Se utilizan casillas o rectángulos, denominados nodos, a fin de representar las actividades y se conectan con flechas para mostrar las dependencias (gráfico II.4).

Gráfico II.4. Diagrama de precedencias



Fuente: Elaboración propia.

## Diagrama de red

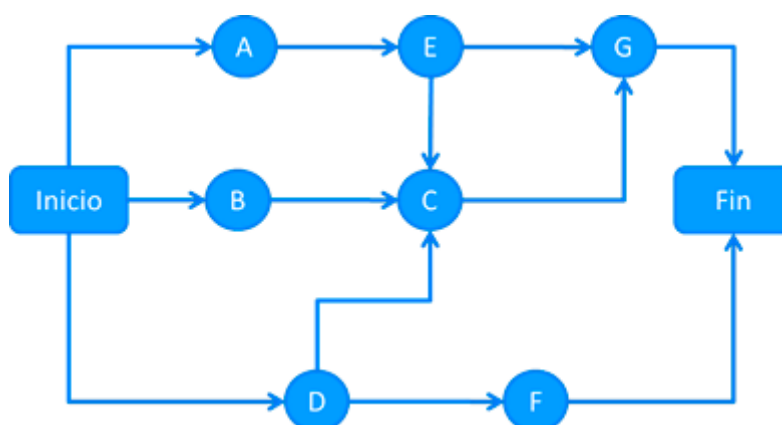
El diagrama de red es una técnica de diagramación que permite visualizar las dependencias de las actividades y calcular la duración total del proyecto.

*Este diagrama utiliza la técnica llamada actividad en el nodo (AEN), que es la empleada por la mayoría de los paquetes de software de gestión de proyectos.*

Un diagrama de red puede producirse manualmente o por medio de un programa de computación, que facilita el análisis de los cambios requeridos para optimizar el proyecto. Este tipo de diagrama se basa en la utilización de una red con nodos (en los que figuran las actividades) y con flechas que no solo representan la secuencia y la

relación que los unen, sino que muestran las dependencias que existen entre ellos. La red permite reflejar las distintas relaciones de precedencia entre tareas. El gráfico II.5 muestra un ejemplo de un diagrama de red simple de un proyecto.

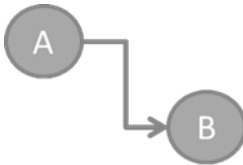
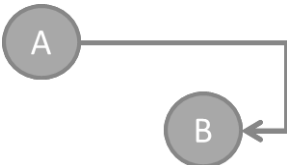
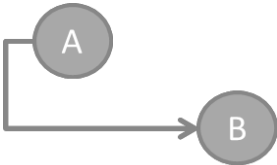
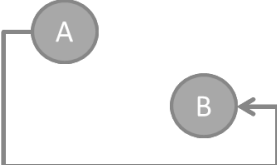
Gráfico II.5. Diagrama de red



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de red incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones de precedencia (cuadro II.1).

**Cuadro II.1. Tipos de dependencia del diagrama de red**

TIPO DE DEPENDENCIA	GRÁFICO
<b>(FI) Fin a inicio:</b> El inicio de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.	
<b>(FF) Fin a fin:</b> La finalización de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.	
<b>(II) Inicio a inicio:</b> El inicio de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.	
<b>(IF) Inicio a fin:</b> La finalización de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.	

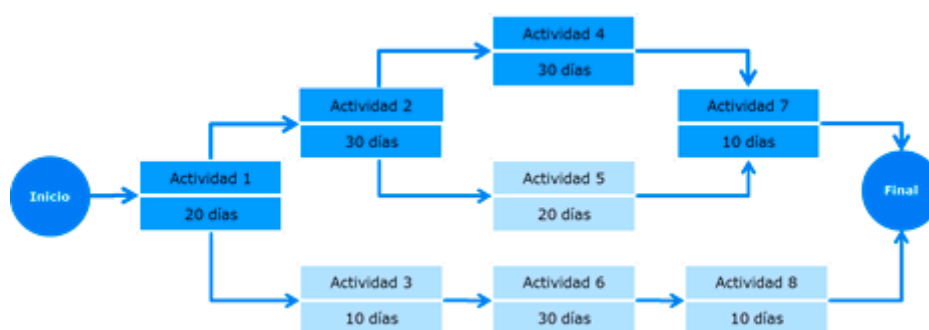
Fuente: Elaboración propia.

El tipo de relación de precedencia más común es el de fin a inicio (FI); mientras que las relaciones inicio a fin (IF) raramente se utilizan.

### Diagrama de ruta crítica

Una vez que el equipo del proyecto ha terminado con la diagramación de la red de actividades, es necesario determinar la ruta crítica. Esta se define como aquella que va desde el inicio hasta el final del proyecto y que toma más tiempo en comparación con las otras rutas. Es también la que no tiene espacios u holguras de tiempo entre actividades, lo que significa que cualquier demora en alguna de las actividades en esta ruta resultará en un retraso del proyecto. Calcular los valores para encontrar la ruta crítica es un proceso complejo ya que se debe determinar la duración de cada actividad en relación con los estimados, que incluyen los tiempos de holgura para que una actividad se inicie y concluya. El uso de programas de computación puede facilitar este proceso; en especial para proyectos de gran magnitud. El gráfico II.6 muestra un diagrama de red de un proyecto que contiene cuatro rutas; en este ejemplo, la ruta crítica está determinada por las actividades 1, 2, 4 y 7, que suman un total de 90 días, y es la de mayor duración.

**Gráfico II.6. Diagrama de Ruta Crítica**

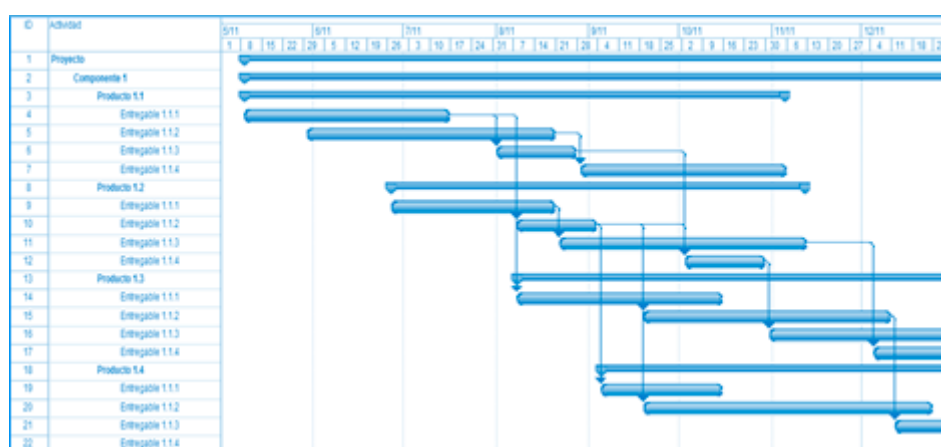


Fuente: Elaboración propia.

## Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una presentación gráfica muy utilizada cuyo objetivo es mostrar la duración prevista para las diferentes actividades a lo largo del tiempo total del proyecto. Se utiliza con frecuencia para presentar el cronograma del proyecto a los interesados (*stakeholders*) ya que su presentación gráfica favorece su comprensión. Básicamente, el diagrama está compuesto por un eje vertical, en el que se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas. Cada actividad se presenta en forma de una barra o línea que muestra el inicio y el final, los grupos de actividades relacionados entre sí y las dependencias entre ambos. El gráfico II.7 muestra un ejemplo del diagrama de Gantt de un proyecto.

**Gráfico II.7. Diagrama de Gantt**



Fuente: Elaboración propia.

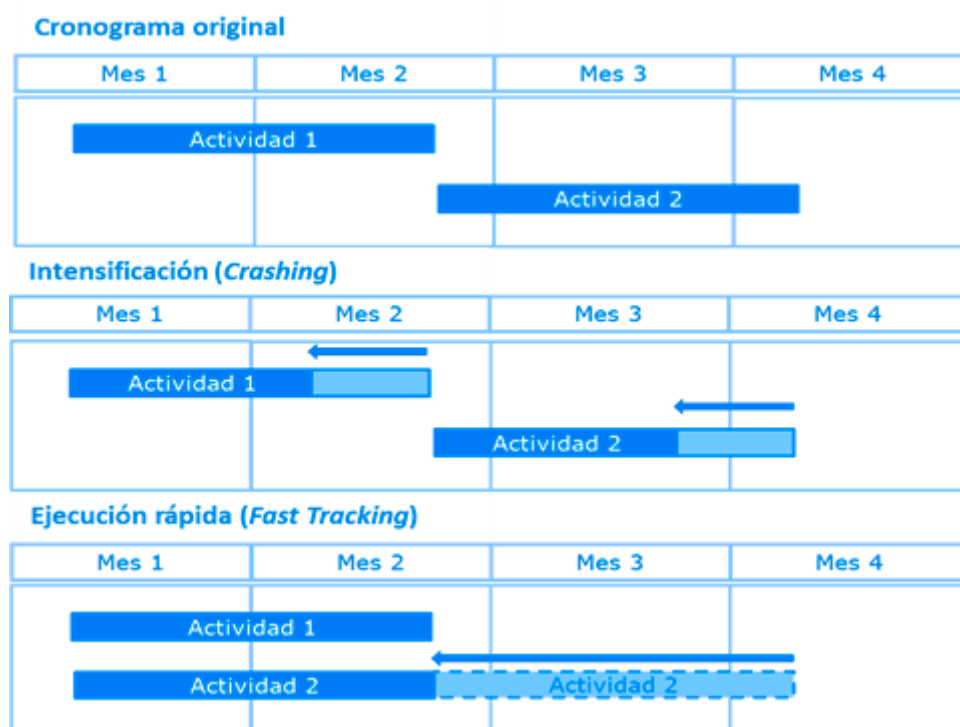


## Compresión del cronograma

La creación del cronograma es un proceso que requiere constantes revisiones de los estimados para obtener uno que se ajuste a las restricciones del proyecto. La primera versión puede dar resultados que no están dentro del presupuesto, los recursos y las dependencias con otros proyectos. El gerente del proyecto deberá realizar varios ajustes hasta lograr un cronograma final. La compresión del cronograma mediante la reducción de duraciones es un caso especial de análisis matemático que busca formas de acortar la duración del proyecto sin cambiar su alcance. Esta incluye técnicas, tales como (gráfico II.8):

- **Intensificación (*Crashing*):** Implica reducir el estimado original de una actividad mediante el uso de recursos adicionales. Se analiza la relación entre los costos y la duración para determinar el mayor grado de intensificación a cambio del menor aumento posible en los costos. La intensificación no siempre produce alternativas viables y muchas veces resulta en un incremento del riesgo y del costo.
- **Ejecución rápida (*Fast Tracking*):** Significa realizar en paralelo actividades que normalmente se ejecutarían en secuencia, lo que implica usar recursos adicionales. Esta técnica muchas veces aumenta de manera desproporcionada el riesgo asociado con el proyecto y está limitada por las relaciones de dependencia entre actividades.

Gráfico II.8. Técnicas de compresión del cronograma



Fuente: Elaboración propia.

## II.4. Salidas

El resultado del paso 2 es el cronograma, herramienta que le permite al gerente hacer un seguimiento del avance del proyecto y poder determinar acciones compensatorias si es que existen retrasos en las actividades programadas. El cronograma es una herramienta de uso continuo que debe ser consultada frecuentemente.

El cronograma no solo permite identificar las actividades que se deben realizar, sino que también es un registro de las tareas que se completaron. A medida que las actividades del proyecto se inician y se completan, el gerente deberá actualizar la información del cronograma en relación con la fecha real de inicio y término de cada actividad. Esta información se utiliza para comparar las fechas del cronograma original con las fechas reales, lo que permite detectar desviaciones o retrasos, frente a los cuales el gerente del proyecto puede desarrollar e implementar acciones correctivas y preventivas. El cronograma es un insumo para el desarrollo de la planificación de los costos del proyecto (paso 3) ya que proporciona las fechas de inicio y fin de cada actividad, el paquete de trabajo, el entregable, las salidas y los componentes del proyecto.

---

## Síntesis de la unidad

---

La gestión del cronograma se inicia con la estimación de la duración de las actividades definidas a partir de la EDT (paso 1), la definición de las dependencias y la verificación de la disponibilidad de los recursos del proyecto.

El cronograma presenta la duración de todas las actividades y la duración total del proyecto, y puede tener varias redes formadas por las relaciones de dependencia entre actividades. La red con la duración más larga es la ruta crítica del proyecto. La duración de un proyecto puede optimizarse mediante la aplicación de técnicas como la intensificación de actividades o la realización de actividades en paralelo (ejecución rápida).

---

## Unidad 3. Paso III: La curva de uso de recursos

---

### Objetivos de aprendizaje

- Utilizar la salida del paso 2 (cronograma) para planificar los costos del proyecto.
- Identificar los pasos para la creación de la curva de uso de recursos (curva S):
  - conocer los insumos necesarios para crear la curva S;
  - conocer las técnicas para estimar los costos de las actividades.
- Comprender la aplicación de la curva S en el control de los costos del proyecto.

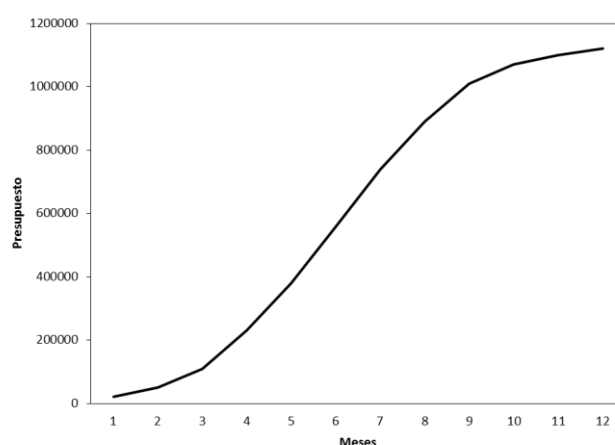
### III.1. La curva de uso de recursos

La gestión de costos consiste en organizar todos los recursos financieros del proyecto para completar y lograr los objetivos dentro del presupuesto aprobado para ello. Para cumplir con este precepto, es necesario realizar una serie de procesos de planificación, estimación, análisis, preparación y coordinación con los otros procesos de la gestión del proyecto. Las técnicas más importantes para la creación de la curva de uso de recursos son: estimación de costos, análisis del presupuesto y creación de una línea de base, en la que la estimación de costos correcta consiste en asignar un costo o valor a cada una de las actividades necesarias para producir un resultado. El conjunto de estos, a su vez, es necesario para producir un entregable o lograr un objetivo del proyecto.

La gestión de costos implica manejar efectivamente el costo del proyecto. Para esto es necesario planificar los recursos involucrados, estimar el costo de su uso, preparar el presupuesto del proyecto, manejar el flujo de caja y controlar las variaciones en los desembolsos del presupuesto. Una herramienta que facilita la gestión de costos es la curva de uso de recursos, conocida como curva S. Se trata de una representación gráfica de los usos de recursos en función del tiempo. Normalmente, tiene la forma de la letra S porque al principio del proyecto los gastos son bajos, luego se incrementan y, después, se reducen a medida que el proyecto se termina.

El gráfico II.9 muestra un ejemplo de curva S en un proyecto con un presupuesto total de \$1.200.000 y una duración de 12 meses. El eje Y representa el valor acumulado del presupuesto y el eje X representa el tiempo del proyecto.

Gráfico II.9. Curva de uso de recursos



Fuente: Adaptación de Milošević, Dragan Z. (2003) *Project Management Toolbox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager*, Figura 7-13. Curva S. New Jersey: John Wiley & Sons.

La curva de uso de recursos es de gran importancia para cualquier organización y representa actualmente una estrategia financiera que se debe tener muy en cuenta al desarrollar un proyecto ya que permite el control de los recursos.

### Proceso para la creación de la curva de uso de recursos

El gráfico II.10 presenta los elementos básicos en el proceso de creación de la curva S.

Gráfico II. 10. Proceso para la creación de la curva S



Fuente: Adaptación de SIPOC Diagram, Six Sigma.

## III.2. Entradas

Los insumos requeridos para la creación de la curva de uso de recursos son:

- **Documentos de aprobación del proyecto:** contienen información sobre el presupuesto total del proyecto.
- **Estructura desglosada del trabajo (EDT):** incluye información sobre el alcance del trabajo.

- **Cronograma:** tiene la estimación de la duración y la secuencia de las actividades del proyecto.
- **Restricciones:** son las que pueden limitar el uso de los recursos.
- **Información financiera de la organización:** incluye los datos históricos sobre los costos de diferentes proyectos.

### III.3. Técnicas

#### Estimación de costos

El costo total del proyecto se estima generalmente durante la fase de inicio (fase de diseño cuando se trata de un proyecto de cooperación internacional), en la cual se aprueba el presupuesto. En esta fase, la información de costos está llena de supuestos que requieren una revisión en detalle para asegurar que se pueda iniciar la implementación del proyecto con un presupuesto realista.

El gerente del proyecto tiene la responsabilidad de hacer la revisión del presupuesto para determinar si los supuestos y las estimaciones originales aún son válidos.

#### Técnicas de estimación

Si bien existen varias técnicas de estimación de los costos de un proyecto, las más comunes y de uso general son:

- **Estimación análoga:** Consiste en usar los valores históricos de los proyectos concluidos. Esta información deberá ser analizada en función de las diferencias que puedan existir con el proyecto actual. La estimación por analogía se utiliza frecuentemente cuando la cantidad y la calidad de la información detallada sobre el proyecto son limitadas. Esta técnica es más fiable cuando los proyectos anteriores son similares de hecho y no solo en apariencia, y las personas o grupos que preparan las estimaciones tienen la experiencia suficiente en proyectos similares.
- **Determinación de tarifas:** Implica usar las tarifas de costos unitarios, tales como las del personal por hora, los servicios y los materiales por unidad, correspondientes a cada recurso a fin de estimar el costo de la actividad. Un método para lograrlo es pedir cotizaciones que permitan obtener las tarifas. Para establecer el costo de los productos, los servicios o los resultados que deben obtenerse por contrato, también se pueden incluir las tarifas estándar que usa la organización, las bases de datos comerciales y las listas de precios publicadas por los vendedores.

- **Estimación en base a índices:** Se trata de utilizar índices que determinan el costo unitario de un bien o servicio en relación con los materiales, los equipos y el personal que se requiere para completar una unidad de trabajo. Se usa en proyectos de construcción. El costo unitario se multiplica por las instancias de la unidad de trabajo en el proyecto para determinar el costo total.

Estas técnicas para la estimación del costo se pueden abordar utilizando un enfoque descendente o uno ascendente. Un enfoque descendente se inicia en el nivel de los objetivos o la meta del proyecto y consiste en partir de un presupuesto determinado y desagregarlo teniendo en cuenta los componentes y las actividades del proyecto. En otras palabras, busca averiguar cuánto se puede lograr con un presupuesto fijo. El enfoque ascendente, en contraposición, se inicia en el nivel de la actividad. Para ello, el proyecto se divide en actividades y se calcula el esfuerzo requerido para desarrollar cada una de ellas; luego estos costos se suman hasta lograr el presupuesto total.

Las desventajas que presenta el enfoque descendente son las ventajas que muestra el ascendente y viceversa. La estimación descendente no considera todas las actividades del proyecto y tiende a subestimar los costos debido al poco análisis del proyecto. En contraste, la estimación ascendente considera cada actividad y su desarrollo toma más tiempo. Además, para usar este enfoque, debe haber una EDT inicial del proyecto para identificar los componentes que hay que estimar.

Para estimar los costos de las actividades, además de las técnicas anteriores, se pueden utilizar las técnicas mencionadas en la estimación de las duraciones de las actividades: juicio de expertos, estimación paramétrica y estimación por tres valores.

### **Clasificación de los costos**

Los costos se pueden clasificar según varias categorías; la más común de ellas es considerar su grado de uso. La clasificación de costos ayuda a determinar su impacto en el proyecto durante la fase de implementación. Así tenemos:

- **Clasificación según el grado de uso:** Esta clasificación es importante para realizar estudios de planificación y control de operaciones. Está vinculada con las variaciones o no de los costos, según los niveles de actividad.
  - **Costos fijos:** son aquellos cuyo importe permanece constante, independientemente del nivel de actividad en el proyecto.
  - **Costos variables:** son los que varían en forma proporcional, de acuerdo con el nivel de uso o actividad.

- **Clasificación según su asignación:**
  - **Costos directos:** son aquellos que se asignan directamente a una actividad; por lo general, se asimilan a los costos variables.
  - **Costos indirectos:** son los que no se pueden asignar directamente a una actividad, sino que se distribuyen entre las diversas actividades mediante algún criterio de reparto; en la mayoría de los casos, los costos indirectos son fijos.

## Contingencias

Mientras mayor sea la incertidumbre sobre el estimado de los costos del proyecto, mayor será la necesidad de contar con contingencias o reservas. Esto permite evitar sorpresas cuando el proyecto está en la fase de implementación y se descubre que el costo estimado está muy por debajo del costo actual. El monto del presupuesto asignado a contingencias puede variar según el método que se use, como los análisis estadísticos o datos de la experiencia ganada en proyectos similares. Las reservas para contingencias solo deberán usarse para cambios no planificados en el alcance y el costo del proyecto. Se considera una buena práctica que el gerente del proyecto obtenga aprobación antes de utilizar esta reserva.

## Determinación de la curva S

Una vez que se ha completado la estimación de todos los costos del proyecto, el siguiente paso consiste en determinar el costo en función de las unidades de tiempo. Por ejemplo, se puede usar el mes como la medida para calcular el costo del proyecto por cada mes de su duración. Al determinar el costo de las actividades que se realizarán en cada mes, se está distribuyendo el costo total del proyecto basándose en el uso de recursos.

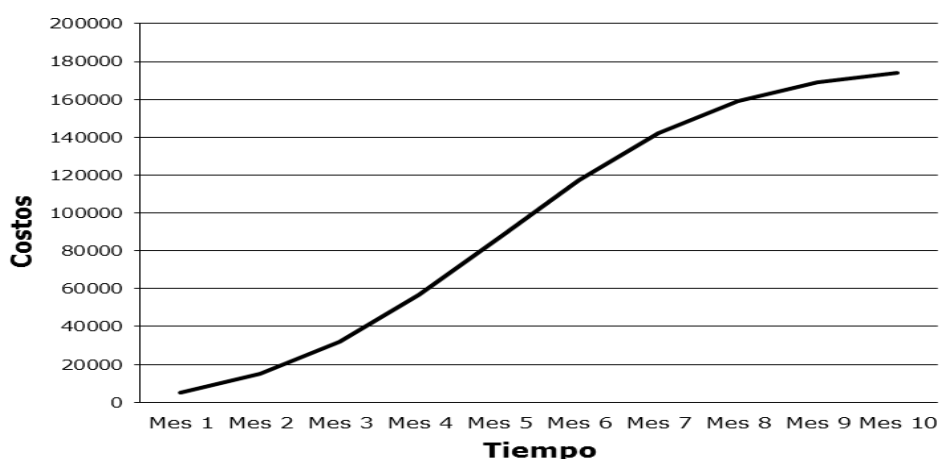
El cuadro II.2 muestra el ejemplo de un proyecto con un costo total de \$174.000 y una duración de diez meses. El costo por mes se obtiene al sumar los costos de todas las actividades que están planificadas durante ese período. Cada mes se acumula la información hasta que se llega al final del proyecto. Esta información sirve para graficar la distribución del uso de los recursos durante la duración del proyecto (gráfico II.11).



**Cuadro II.2. Distribución de costos de un proyecto**

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
5.000	10.000	17.000	25.000	30.000	30.000	25.000	17.000	10.000	5.000
5.000	15.000	32.000	57.000	87.000	117.000	142.000	159.000	169.000	174.000

**Gráfico II.11. Ejemplo de una curva S**



Fuente: Adaptación de Milošević, Dragan Z. (2003) *Project Management Toolbox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager*, Figura 7-13 Curva S. New Jersey: John Wiley & Sons.

### Clases de estimados del presupuesto

El presupuesto total de un proyecto se puede clasificar en tres niveles según su precisión (cuadro II.3). Esta clasificación es útil en el momento de definir los supuestos que se hacen en las estimaciones del proyecto.

**Cuadro II. 3. Clasificación de tipos de estimados del presupuesto**

Clase	Rango	Uso
<b>Orden de magnitud</b>	25% a +75%	Durante la fase de inicio del proyecto, cuando todavía no se tiene una información precisa.
<b>Definitivo</b>	-5% a +10%	Conforme el proyecto tiene más información sobre las condiciones y los supuestos originales.

Fuente: *Guía del PMBOK®* 5ta. Edición, p. 201, Sección 7.2. Estimar los costos.

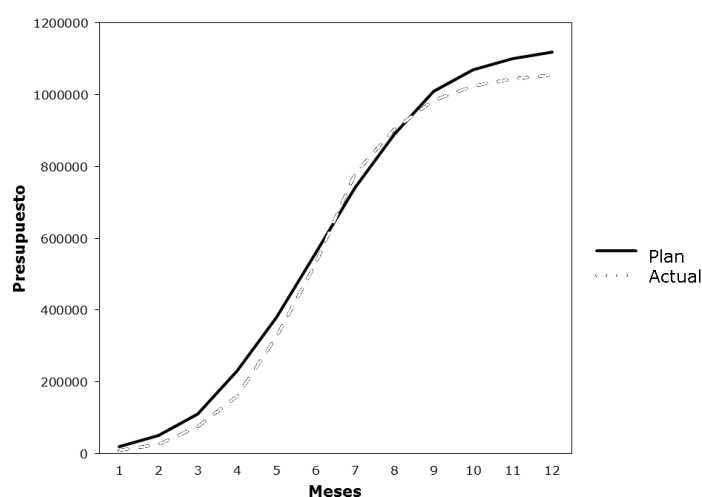
### III.4. Salidas

El resultado del paso 3, la curva S, debe diseñarse en un formato de fácil uso e interpretación para que funcione como herramienta para controlar el uso de los recursos. Cada mes (o el período definido por el proyecto) se realiza un análisis que permite evaluar el desempeño del proyecto en relación con lo planificado para determinar las variaciones y tomar decisiones al respecto. Se debe recalcar que un presupuesto mal estimado es responsabilidad del gerente del proyecto. En caso de que existan variaciones materiales, el gerente del proyecto tiene que justificarlas frente a los interesados (*stakeholders*) (sobre todo aquellos que aprueban el financiamiento y los que participan del proyecto) y plantear soluciones para ajustar otras restricciones del proyecto (tiempo y alcance) sin afectar el remanente del presupuesto o negociar el impacto de posibles desfases significativos del presupuesto.

El gráfico II.12 muestra la curva de uso de recursos planificados y la curva de uso de recursos reales. Comparaciones como esta permiten comprobar las desviaciones que existen en el proyecto para tomar acciones correctivas y preventivas.

Es importante notar que una vez aprobada la planificación, tal como se refleja en la curva S, esta se fija como línea de base, por lo que el seguimiento por parte de la gestión del proyecto y los reportes se hacen sobre esta planificación, a la cual solo se le podrán hacer cambios autorizados mediante el mecanismo de control acordado.

Gráfico II.12. Curva S planificada vs. curva S real



Fuente: Adaptación de Milošević, Dragan Z. (2003) *Project Management Toolbox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager*, Figura 7-13 Curva S. New Jersey: John Wiley & Sons.

La curva S permite visualizar la variación de costos del proyecto entre lo planificado y lo ejecutado. Con esta información, el gerente puede determinar si el desempeño del proyecto requiere o no ajustes. La pronta identificación de las variaciones permite tomar acciones a tiempo y, así, evitar riesgos en el proyecto. Por ejemplo, si la curva muestra que los gastos son más altos que lo planificado, el gerente deberá analizar si los estimados de costos del presupuesto están más bajos que los costos reales. Otra razón para una variación se puede dar por el inicio de las actividades antes de lo planificado, lo que tiende a incrementar los gastos iniciales del proyecto.

---

## Síntesis de la unidad

---

La gestión del presupuesto requiere un proceso de estimación y clasificación de costos que permita valorar el costo total del proyecto y que sirva como una herramienta de control y monitoreo.

Existen varias técnicas de estimación, que deberán ser usadas dependiendo el tipo de proyecto y la información con la que se cuente.

La curva S es el resumen del presupuesto en relación con su uso durante el ciclo de vida del proyecto y es una herramienta importante para el control del presupuesto.

---

## Referencias bibliográficas

---

Fleming, Quentin W. y Joel M. Koppleman (2000) *Earned Value Project Management*. 2da. edición. Estados Unidos: Project Management Institute.

Gardiner, Paul (2005) *Project Management: A Strategic Planning Approach* [Gestión de proyectos: Un enfoque de planificación estratégica]. New York: Palgrave-Macmillan.

Haugan, Gregory T. (2002) *Effective Work Breakdown Structures*. Vienna, VA: Management Concepts.

Kloppenborg, Timothy J. (2008) *Contemporary Project Management*. Mason, OH: South Western Cengage Learning.

Lewis, James P. (1997) *Fundamentals of Project Management*. New York: AMACOM.

Meredith, Jack y Samuel Mantel (2003) *Project Management: A Managerial Approach* [Gestión de proyectos: Un enfoque gerencial]. 5ta. edición. New York: John Wiley Ed.

Mulcahy, Rita (2009) *PMP Exam Prep*. 6ta. edición en inglés. Estados Unidos: RMC Publications.

Pereña Brand, Jaime (2008) *Dirección y gestión de proyectos*. 2da. edición. Madrid: Ediciones Díaz De Santos.

PM4DEV (2010) *Mastering Project Management*. Estados Unidos: PM4DEV.

Project Management Institute (2007) *Practice Standard for Work Breakdown Structures*. Estados Unidos: PMI.

Project Management Institute (2013) *Guía del PMBOK®*. 5ta. edición en español. Estados Unidos: PMI.

Verzuh, Eric (2007) *The Fast Forward MBA in Project Management*. New Jersey: John Wiley & Sons.

VV.AA. (2009) *Presentación Programa de Gestión Integrada de Proyectos (PGIP), Metodología 7 Pasos*. Washington, D.C.: BID.

---

## Índice de gráficos

---

Gráfico II.1. Proceso para el desarrollo de la EDT .....	47
Gráfico II.2. Ejemplo de un diagrama del ordenamiento jerárquico de la EDT .....	49
Gráfico II.3. Proceso para el desarrollo del cronograma.....	53
Gráfico II.4. Diagrama de precedencias .....	55
Gráfico II.5. Diagrama de red .....	56
Gráfico II.6. Diagrama de Ruta Crítica .....	58
Gráfico II.7. Diagrama de Gantt.....	58
Gráfico II.8. Técnicas de compresión del cronograma .....	59
Gráfico II.9. Curva de uso de recursos.....	63
Gráfico II.10. Proceso para la creación de la curva S .....	63
Gráfico II.11. Ejemplo de una curva S .....	67
Gráfico II.12. Curva S planificada vs. curva S real.....	68

---

## Índice de cuadros

---

Cuadro II.1. Tipos de dependencia del diagrama de red .....	57
Cuadro II.2. Distribución de costos de un proyecto .....	67
Cuadro II.3. Clasificación de tipos de estimados del presupuesto.....	67