



**industriales**  
etsii

**Escuela Técnica  
Superior  
de Ingeniería  
Industrial**

# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Industrial**

## **Aplicación de la Técnica de Gestión del Valor Ganado para la Evaluación de Proyectos**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN INGENIERÍA DE LAS TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

**Autor: Guillermo Esparza Pedreño**

Director: Ana Nieto Morote

Cartagena, Septiembre 2015



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



# ÍNDICE

1. Introducción.....	4
2. Gestión del Proyecto.....	5
2.1. Etapas de la Gestión del Proyecto.....	5
2.1.1. Etapa de Inicio.....	5
2.1.2. Etapa de Planificación.....	7
2.1.3. Etapa de Ejecución.....	8
2.1.4. Etapa de Monitoreo y Control.....	8
2.1.5. Etapa de Cierre.....	9
2.2. Áreas de la Gestión de Proyectos.....	9
2.2.1. Gestión de la Integración.....	10
2.2.2. Gestión del alcance.....	11
2.2.3. Gestión del Tiempo.....	12
2.2.4. Gestión de los Costos.....	13
2.2.5. Gestión de la Calidad.....	14
2.2.6. Gestión de los Recursos Humanos.....	15
2.2.7. Gestión de las Comunicaciones.....	16
2.2.8. Gestión de los Riesgos.....	17
2.2.9. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto.....	18
2.2.10. Gestión de los Interesados.....	19
3. Gestión del Valor Ganado.....	21
3.1. Elaborar la WBS del Proyecto.....	23
3.2. Desarrollar el Cronograma.....	24
3.2.1. Planificar la Gestión del Cronograma.....	26
3.2.2. Definir las Actividades.....	28
3.2.3. Secuenciar las Actividades.....	31
3.2.4. Estimar los Recursos de las Actividades.....	34
3.2.5. Estimar la Duración de las Actividades.....	36
3.2.6. Desarrollar el Cronograma. ....	39
3.2.7. Controlar el Cronograma.....	44
3.3. Asignar Costes a las Actividades.....	49
3.3.1. Planificar la Gestión de los Costos.....	50
3.3.2. Estimar los Costos.....	51
3.3.3. Determinar el Presupuesto.....	54
3.3.4. Controlar los Costos.....	55
4. Aplicación de las Técnicas de Valor Ganado.....	57
5. Caso Práctico.....	62
5.1.1 Fecha de Control.....	63
5.2.2 Fecha de Control.....	67
5.3.3 Fecha de Control.....	72
5.4.4 Fecha de Control.....	77
5.5.5 Fecha de Control.....	82
5.6.6 Fecha de Control.....	87
6. Conclusión.....	92
7. Bibliografía.....	93

# 1. Introducción

Resulta conveniente empezar por definir en que consiste la Gestión del Proyecto pues será en dos de sus áreas en las que se va a centrar este trabajo. La Gestión del Proyecto es un proceso de planteamiento, ejecución y control de un proyecto, desde su comienzo hasta su conclusión, con el propósito de alcanzar un objetivo final en un plazo de tiempo, con un coste y nivel de calidad determinados.

Es de especial interés la Gestión de Tiempo y la Gestión de Costo que son las variables objeto de estudio en este caso.

La Gestión del Tiempo incluye todas las actividades necesarias para conseguir cumplir el objetivo de fecha de entrega del producto del proyecto. La Gestión del Costo incluye las actividades necesarias para que se consiga completar el proyecto dentro de un presupuesto asignado. El objeto del trabajo será el control del tiempo y del coste del proyecto mediante la Gestión del Valor Ganado.

La investigación sobre la técnica de la Gestión del Valor Ganado es relativamente reciente, ya que fue a mediados del siglo XX, más concretamente en 1967, cuando el Departamento de Defensa de los Estados Unidos comienza a incorporar en todos sus proyectos esta técnica. A pesar de esto no fue hasta finales del siglo XX, allá por los años 90, cuando comenzó a tener importancia en la Gestión de Tiempo y del Coste de los Proyectos.

La Gestión del Valor Ganado (EVM) es una técnica de gestión para la supervisión del rendimiento del proyecto. Integra el control del coste y del tiempo, proporcionando, además, variaciones de rendimiento e índices que permiten a los directores detectar sobrecostos y demoras de tiempo. Bajo esta metodología, los nuevos datos reales generados durante la ejecución del proyecto son utilizados para describir las tendencias para el futuro coste total y la fecha de finalización del proyecto.

El objetivo principal del trabajo es la aplicación de un programa informático que facilite el uso de la técnica EVM. El estudio se centra, por tanto, en facilitar el control y el seguimiento de proyectos durante su ejecución con el objetivo de evaluar y mejorar el desempeño del proyecto.

Uno de los objetivos va a ser realizar un análisis de la Gestión del Proyecto centrándonos en la Gestión del Coste y en la Gestión del Tiempo; se definirán los distintos procesos que deben de realizarse para determinar el coste y el tiempo de un proyecto.

Finalmente, se define la técnica EVM y es utilizada para controlar la Gestión del Tiempo y la Gestión del Coste. Se desarrolla en particular, un sistema de cálculo en formato Excel. Con él, se consigue la obtención directa de los valores de las variables específicas que permiten determinar si el proyecto se está desarrollando de manera satisfactoria en coste y tiempo.

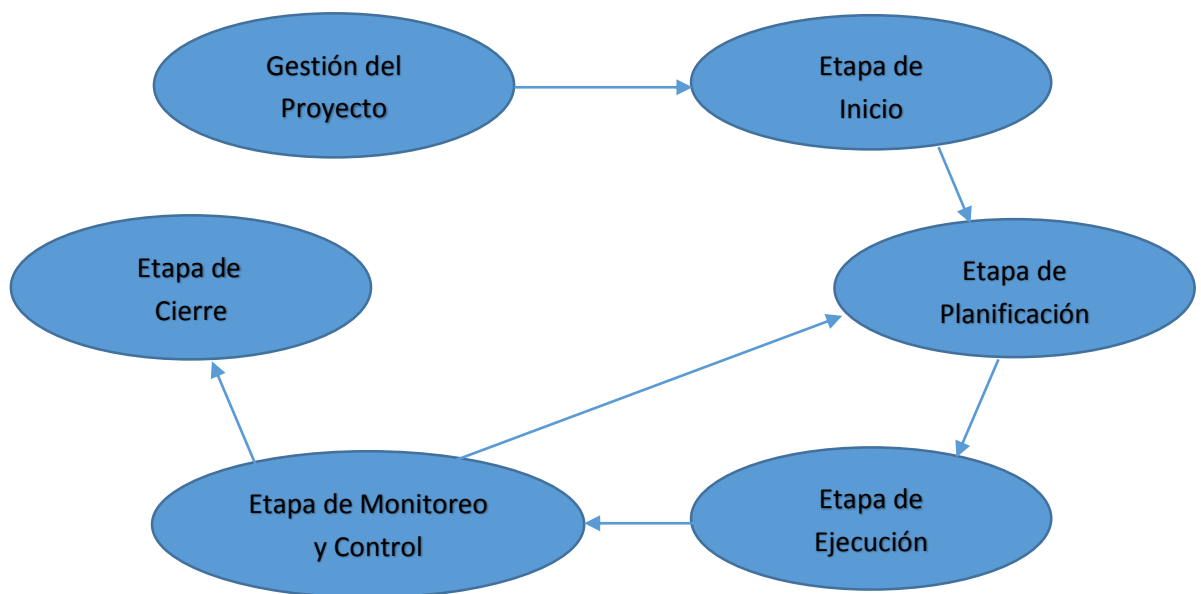
El cálculo de los resultados parte de ciertas variables iniciales como pueden ser las actividades que componen el proyecto y si se trata de actividades críticas o no. Además es necesario introducir tanto la fecha de inicio como la de final de cada una de las actividades, así como el coste presupuestado de cada una de ellas y el coste real una vez realizadas. A partir de estos datos de entrada se obtienen los resultados que nos permitirán determinar el avance del proyecto.

## 2. GESTIÓN DEL PROYECTO

La Gestión del Proyecto es el proceso mediante el cual se planifica, dirige y controla el desarrollo de un proyecto siguiendo unas condiciones de costo mínimo, dentro de un periodo de tiempo específico y buscando unas condiciones de calidad determinadas.

### 2.1. Etapas de la Gestión del Proyecto

Para poder gestionar correctamente un proyecto han de seguirse una serie de etapas que son: Inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre. La relación existente entre ellos se ve reflejada en la Figura 1.



**Figura 1. Relación entre los procesos de Gestión del Proyecto**

La figura refleja un bucle entre los procesos de Planificación, Ejecución y Monitoreo y Control. Si cuando se analiza el desempeño del proyecto, se observa que el trabajo no ha sido del todo realizado se tendrán que proponer nuevos cambios en la ejecución del proyecto con el fin de que éste sea finalizado correctamente.

#### 2.1.1. Etapa de Inicio

En la Etapa de Inicio se llevan a cabo una serie de actividades con el fin de definir un nuevo proyecto o una nueva fase de uno ya existente. Se pueden establecer como objetivos principales en esta fase los enumerados a continuación:

- Determinar el alcance inicial y los recursos que la organización está dispuesta a invertir.
- Seleccionar al director del proyecto.

- Determinar las restricciones del proyecto.

Estos objetivos se muestran en los siguientes documentos:

- Acta de Constitución del Proyecto

El acta de constitución del proyecto es un documento emitido por el iniciador del proyecto o patrocinador, que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Por tanto, se puede decir que el Acta de Constitución del Proyecto es un documento en el que se define el alcance, los objetivos y los participantes del proyecto. Da una visión preliminar de los roles y responsabilidades, de los objetivos, de los principales interesados y define la autoridad del Project Manager. Sirve como referencia de autoridad para el futuro del proyecto. Este documento incluye:

- **Propósito del Proyecto:** se trata de una descripción detallada de todas las tareas a realizar; debe incluir información relacionada con la dotación de personal, presupuestos, cronogramas, plazos, objetivos y medidas. También presenta los objetivos a conseguir de dicho proyecto.
- **Descripción del Proyecto:** consiste en una explicación inicial del objetivo principal del proyecto así como de cada uno de los pasos a seguir para completarlo.
- **Objetivos:** consiste en establecer todos y cada uno de los propósitos a conseguir durante el desarrollo del proyecto.
- **Requerimientos del Proyecto:** asegura que el proyecto cumpla con las expectativas de sus clientes y de sus interesados, siendo el proceso que garantiza el vínculo entre lo que esperaban los clientes y usuarios y lo que los equipos de proyecto tienen que desarrollar
- **Entregables:** son activos creados por el proyecto para el cliente, están representados por planos, esquemas, descripciones, modelos, sistemas y productos de distintas clases.
- **Recursos:** debe incluir todos aquellos bienes necesarios para llevar a cabo el proyecto, ya sean humanos, físicos, técnicos o financieros.

- Enunciado del Alcance del Proyecto

El Enunciado del Alcance del Proyecto es un documento en el que se describen de manera detallada los entregables del proyecto y los trabajos necesarios para crear esos entregables; un entregable es cualquier producto o resultado, que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto. Los entregables también incluyen resultados complementarios, tales como informes y la documentación de dirección del proyecto. El Enunciado del Alcance permite

al equipo del proyecto realizar una planificación más detallada y sirve como guía durante la ejecución del trabajo. Dentro del Enunciado del Alcance del Proyecto encontramos:

- *Descripción del Alcance del Producto:* Esta descripción proporciona de forma gradual las características del producto, servicio o resultado descrito en el acta de constitución del proyecto y en la documentación de requisitos.
- *Criterios de aceptación:* Es un conjunto de condiciones que debe cumplirse antes de que se acepten los entregables.
- *Entregable:* definido anteriormente.
- *Exclusiones del Proyecto:* Por lo general, identifican lo que está excluido del proyecto. Establece explícitamente lo que está fuera del alcance del proyecto y ayuda a gestionar las expectativas de los interesados.
- *Restricciones:* Son factores que limitan la ejecución de un proyecto o proceso. Las restricciones identificadas en el enunciado del alcance del proyecto enumeran y describen las limitaciones específicas.

### 2.1.2. Etapa de Planificación

En la Etapa de Planificación se establece la línea de actuación necesaria para llevar a cabo el proyecto. Durante este proceso se establece el *Plan para la Dirección del Proyecto*. Se trata de un documento en el que se describe el modo en que éste será ejecutado y controlado. Su desarrollo consta de una serie de procesos que se extienden hasta el cierre del proyecto; obtenemos así un plan para la dirección del proyecto que se va elaborando a lo largo de éste mediante actualizaciones. El Plan para la Dirección del Proyecto es creado por el gerente del proyecto con ayuda del equipo de trabajo e incluye los siguientes documentos:

- *Línea Base del Alcance:* define los entregables del proyecto y la estrategia para gestionar dichos entregables (cómo se van a definir los requerimientos que se convierten en entregables). Se trata de un documento que sólo se puede modificar a través de procedimientos formales de control de cambios. Los componentes de la línea base del alcance incluyen:
  - Enunciado del Alcance del Proyecto
- *Línea Base del Cronograma:* la línea base del cronograma es la versión aprobada de un modelo de programación, es decir, establece el modelo previo del cronograma identificando las fechas de inicio y de finalización de la línea base de forma que posteriormente se comparan las fechas reales de inicio y finalización para comprobar si se han producido desviaciones. La línea base del cronograma sólo se puede modificar a través de procedimientos formales de control de cambios.
- *Línea Base de Costos:* la línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto por fases del proyecto, es decir, es la línea que representa el presupuesto inicial que tenemos a lo largo del tiempo, obteniendo así el presupuesto total del proyecto; se desarrolla como la suma de los presupuestos aprobados para las diferentes actividades

del cronograma y se utiliza como base de comparación con el presupuesto real que tenemos finalmente. Sólo se puede modificar mediante procedimientos formales de control de cambios.

En la figura2 se refleja la línea base de costos y del Cronograma:

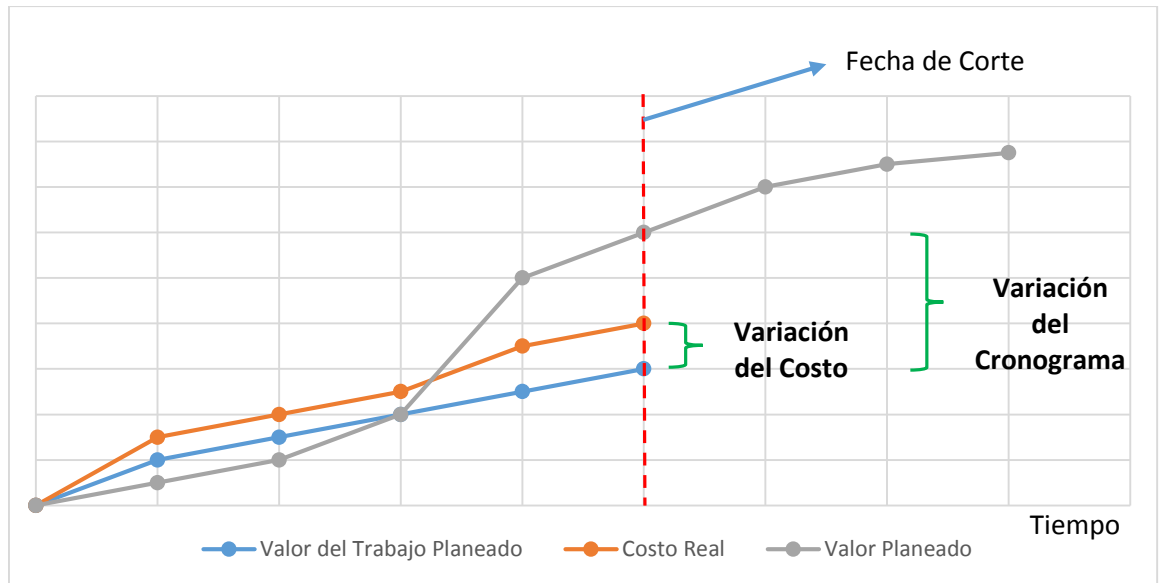


Figura2. Línea Base de Costos y del Cronograma

En esta gráfica se observa la relación entre el costo real, el valor del trabajo realizado y el valor planificado en función del tiempo; a partir de estos tres valores se pueden obtener ciertos datos como la variación del costo y la variación del cronograma en un momento determinado.

### 2.1.3. Etapa de Ejecución

En la Etapa de Ejecución se completa el trabajo definido en el Plan para la Dirección del Proyecto con el fin de cumplir las especificaciones de éste. Durante la ejecución del proyecto, dependiendo de los resultados obtenidos, se puede requerir una actualización de la planificación y una revisión de la línea base, lo que implica cambios en la duración prevista de las actividades.

### 2.1.4. Etapa de Monitoreo y Control

En la Etapa de Monitoreo y Control se analiza y dirige el progreso y el desempeño del proyecto con el fin de identificar las áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. El proceso de Monitoreo y Control implica, por un lado, controlar los cambios y recomendar acciones preventivas para anticipar posibles problemas. Y por otro lado, monitorear las actividades del proyecto, comparándolas con el plan para la dirección del proyecto y con la línea base para comprobar el desempeño del proyecto.

Este continuo control proporciona al equipo del proyecto conocimiento sobre su progreso y permite identificar las áreas que requieren más atención.



### 2.1.5. Etapa de Cierre

En la Etapa de Cierre se finalizan todas las actividades con el objeto de la finalización formal del proyecto. El proceso de cierre también establece formalmente el cierre prematuro del proyecto. Los proyectos cerrados prematuramente son proyectos cancelados, abortados y proyectos en crisis.

## 2.2. Áreas de la Gestión de Proyectos

Junto a los procesos de la Gestión del Proyecto se encuentran las áreas de la Gestión de Proyectos que se muestran en la Figura3.

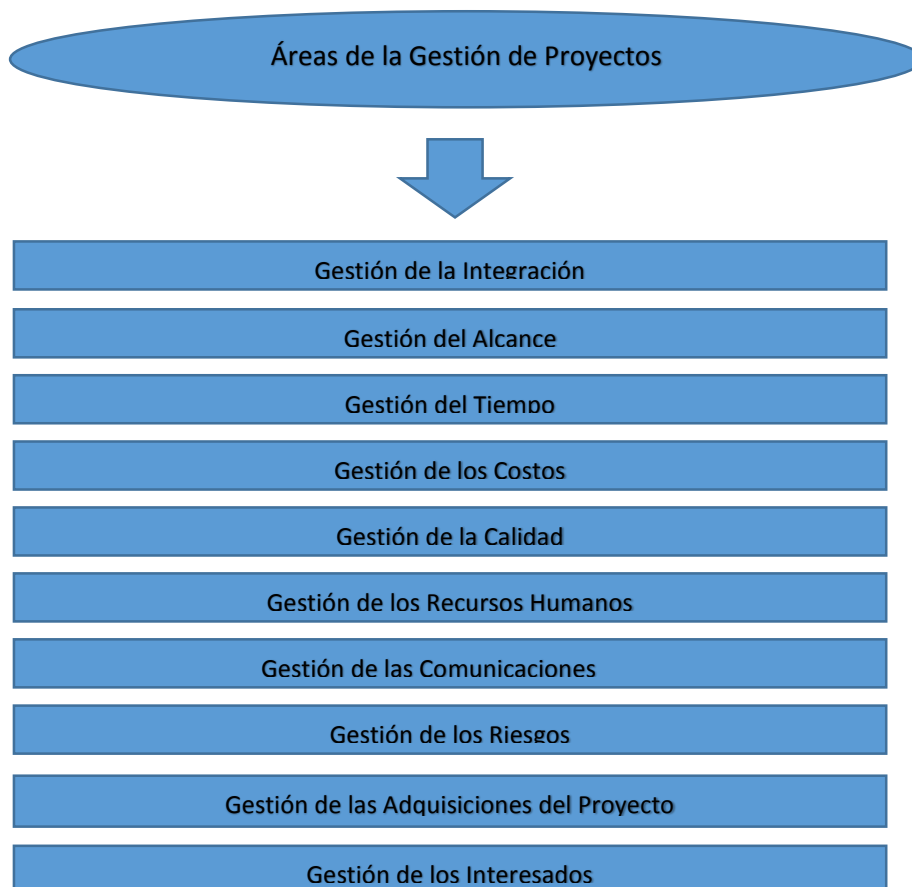
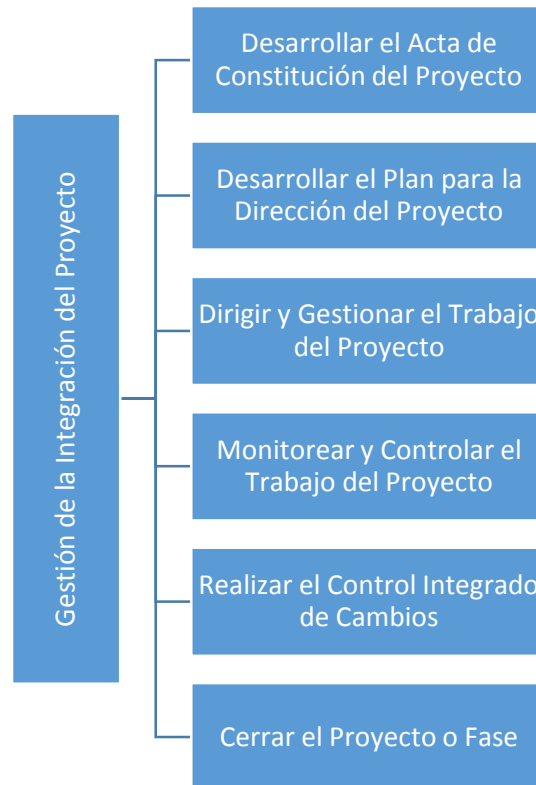


Figura3. Áreas de la Gestión de Proyectos

### 2.2.1. Gestión de la Integración del Proyecto

La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir y coordinar todos los procesos y actividades de dirección del proyecto, es decir, en la Gestión de la Integración se incluyen todos los procesos utilizados en el día a día para asegurar que los elementos del proyecto están siendo correctamente coordinados; de esta forma, los proyectos son completados dentro del tiempo, el costo y la calidad acordada.

La Gestión de la Integración del Proyecto incluye diferentes actividades enumeradas y explicadas a continuación.



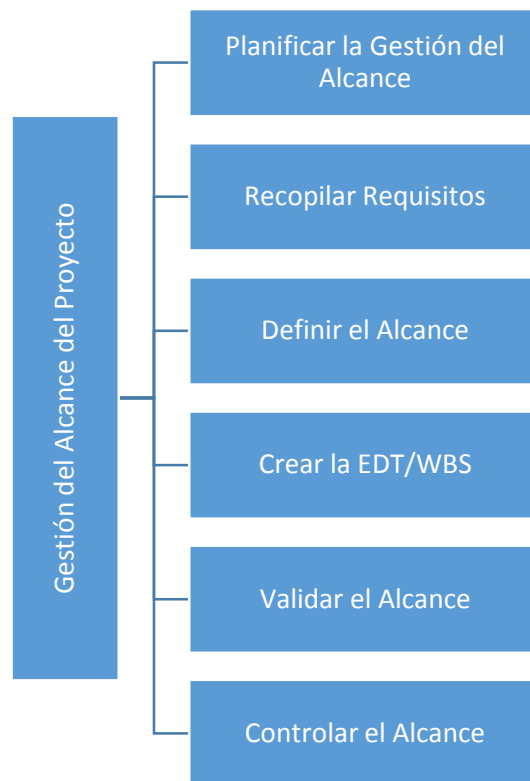
**Figura4. Procesos de la Gestión de la Integración del Proyecto**

- Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto: durante este proceso, se desarrolla un documento que autoriza la existencia de un proyecto, proporciona al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos necesarios para realizar todas las actividades del proyecto.
- Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto: se definen y coordinan todos los planes secundarios, incorporándolos en el plan para la dirección del proyecto.
- Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto: es el proceso de liderar y llevar a cabo el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto; así como de los cambios aprobados, con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto.
- Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto: consiste en llevar a cabo el seguimiento y el control del avance de proyecto con respecto a los objetivos impuestos en el plan para la dirección del proyecto.

- Realizar el Control Integrado de Cambios: es el proceso en el que se hace un análisis de todas las solicitudes de cambio; además se aprueban los cambios de los entregables, activos de los procesos de la organización y de los documentos del proyecto.
- Cerrar el Proyecto o fase: durante este proceso se finalizan todas las actividades, de forma que el proyecto queda completado.

## 2.2.2. Gestión del Alcance del Proyecto

La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo necesario para que sea completado con éxito. Dichos procesos son enumerados en la Figura5.



**Figura5. Procesos de la Gestión del Alcance del Proyecto**

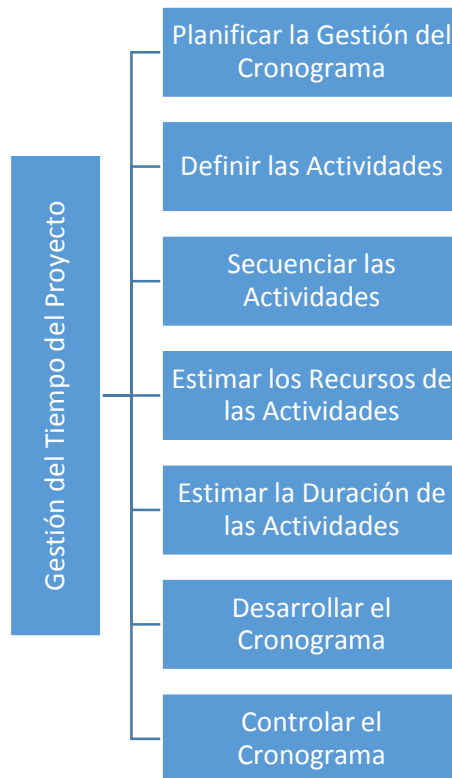
- Planificar la Gestión del Alcance: en este proceso se crea un plan de gestión de alcance que documente como se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto.
- Recopilar Requisitos: se determinan, documentan y gestionan las necesidades de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Definir el Alcance: es el proceso en el que se desarrolla una descripción detallada del proyecto y del producto.
- Crear la EDT/WBS: consiste en subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar, es decir, la totalidad del trabajo

necesario para realizar el proyecto se divide en distintas actividades de forma que se facilite su desarrollo.

- Validar el Alcance: es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado.
- Controlar el Alcance: durante este proceso se controla el estado del proyecto y de la línea base del alcance del producto, así como de gestionar cambios en la línea base del alcance.

### 2.2.3. Gestión del Tiempo del Proyecto

La gestión del tiempo del proyecto incluye todos aquellos procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto; estos procesos se muestran en la figura6.



**Figura6. Procesos de la Gestión del Tiempo del Proyecto**

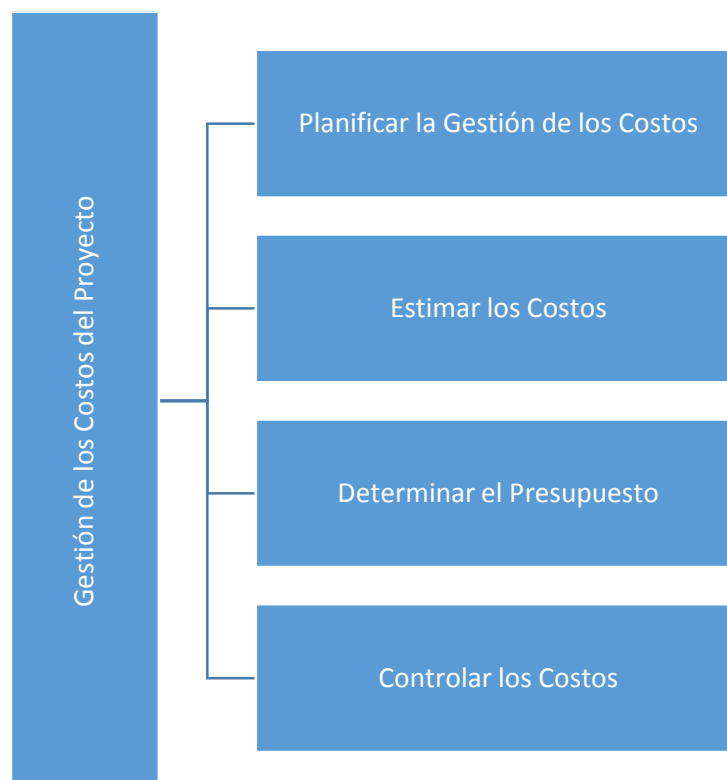
Las distintas actividades que incluye la gestión del tiempo del proyecto son:

- Planificar la Gestión del Cronograma: proceso en el que se establecen las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.
- Definir las Actividades: consiste en identificar y documentar las acciones que se deben de realizar para generar los entregables del proyecto.

- Secuenciar las Actividades: es el proceso en el que se identifican las relaciones existentes entre las actividades del proyecto.
- Estimar los Recursos de las Actividades: es el proceso que consiste en realizar una estimación del tipo y las cantidades de materiales, recursos humanos, equipos y suministros necesarios para poder realizar cada una de las actividades.
- Estimar la Duración de las Actividades: proceso en el que se estima la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.
- Desarrollar el Cronograma: se hace un análisis de la secuencia de las actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma con el fin de crear el modelo de programación del proyecto.
- Controlar el Cronograma: consiste en monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo, gestionando los cambios a la línea base del cronograma a fin de cumplir con el plan previsto.

#### 2.2.4. Gestión de los Costos del Proyecto

La gestión de los costos del proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Los procesos que se llevan a cabo en esta área vienen representados en la figura7.



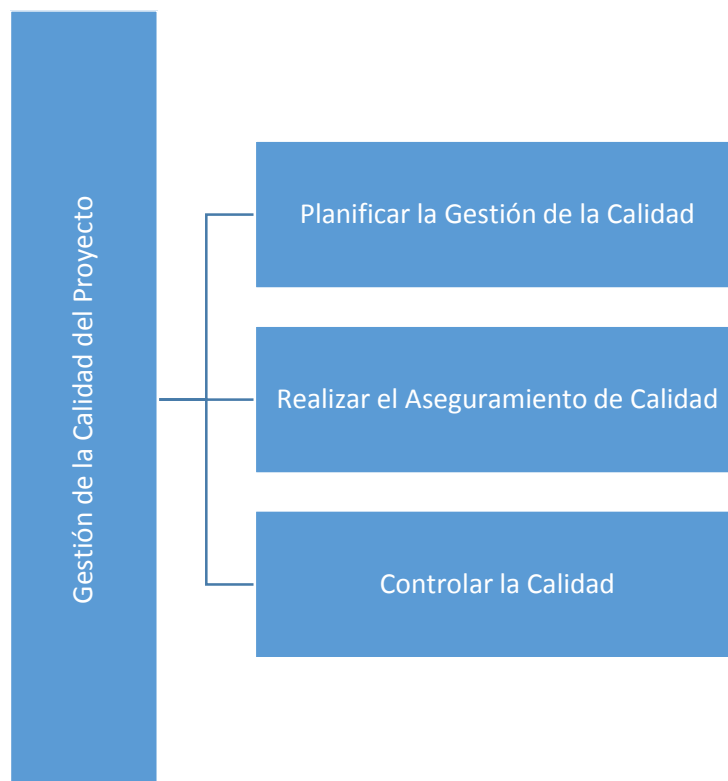
**Figura7. Procesos de la Gestión de los Costos del Proyecto**

- Planificar la Gestión de los Costos: es el proceso en el que se establecen las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar y controlar los costos del proyecto.
- Estimar los Costos: consiste en realizar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.
- Determinar el Presupuesto: es el proceso en el que se suman los costos estimados de las actividades o de los paquetes de trabajo estableciendo una línea base de costo.
- Controlar los Costos: proceso que consiste en monitorear el estado del proyecto con el fin de actualizar los costos de éste y gestionar los posibles cambios de la línea base de costos.

La gestión de los costos del proyecto se ocupa principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

### 2.2.5. Gestión de la Calidad del Proyecto

La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto cumpla con los objetivos iniciales; se trata por tanto de un proceso que asegura que todas las actividades sean efectivas y eficientes. La Gestión de la Calidad no es un proceso que se realiza al final del proyecto, se trata de un proceso continuo que empieza y termina con el proyecto, es decir, se aplica durante la ejecución de cada uno de los procesos del proyecto. Los procesos son:

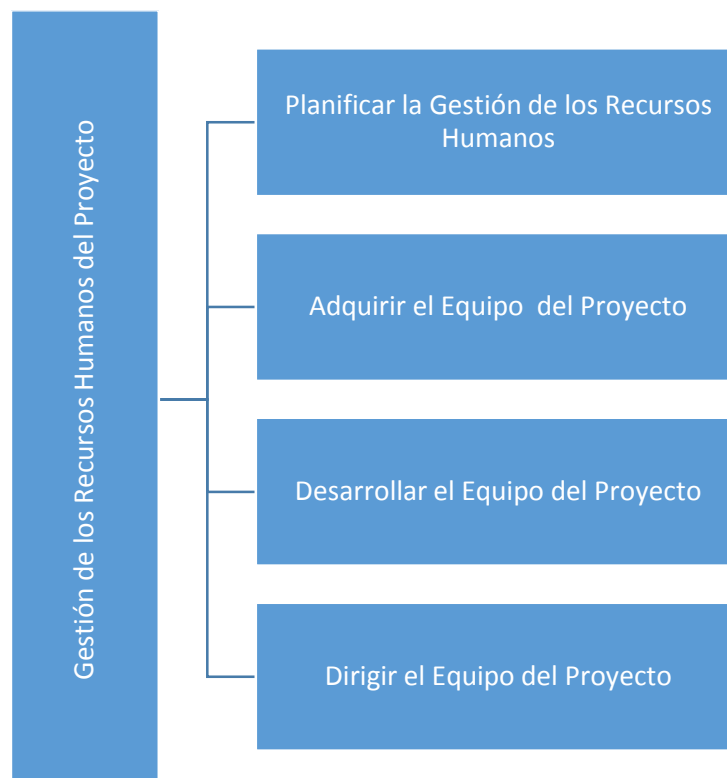


**Figura8. Procesos de la Gestión de la Calidad del Proyecto**

- Planificar la Gestión de la Calidad: es el proceso en el que se identifican los requisitos de calidad para el proyecto y sus entregables, documentando como se van a cumplir tales requisitos de calidad.
- Realizar el Aseguramiento de Calidad: proceso que consiste en auditar los requisitos de calidad y los resultados de las mediciones de control de calidad; el objetivo es asegurar que se utilicen las normas de calidad y las definiciones operacionales adecuadas.
- Control de Calidad: durante este proceso se monitorea y se registran los resultados de la ejecución de las actividades de control de calidad con el objetivo de evaluar el desempeño y determinar los cambios necesarios.

## 2.2.6. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto

La Gestión de Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos de organización y gestión del equipo del proyecto, estableciendo roles y responsabilidades a todas las personas que trabajan en éste, es decir, la Gestión de Recursos Humanos del Proyecto se encarga de la gestión del trabajo de las personas en el proyecto. Los procesos de la Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto aparecen en la figura9.



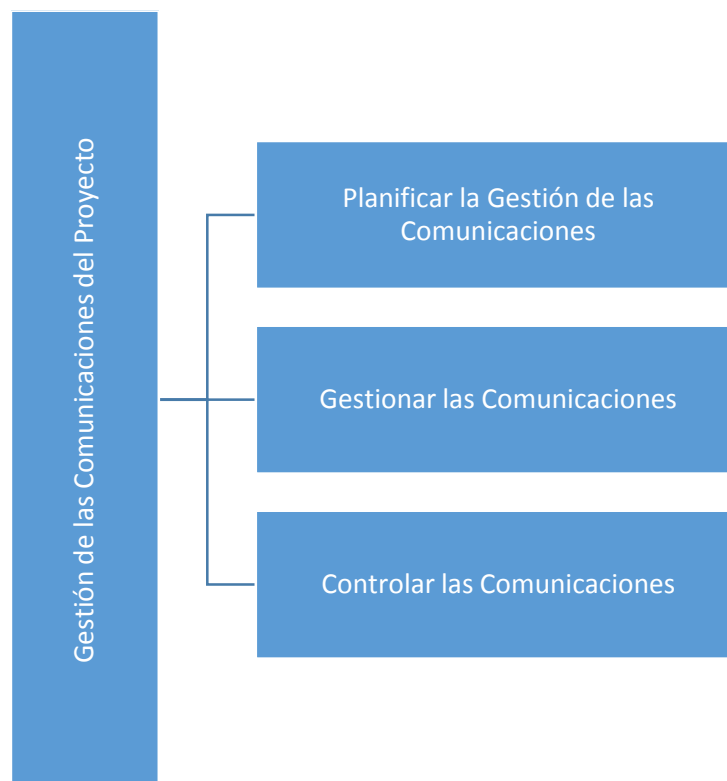
**Figura9. Procesos de la Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto**

- Planificar la Gestión de los Recursos Humanos: es el proceso de identificar y documentar los roles dentro de un proyecto, así como las responsabilidades que cada persona tendrá en éste.

- Adquirir el Equipo del Proyecto: se confirma la disponibilidad de los recursos humanos y se consigue al equipo necesario para completar las actividades del proyecto.
- Desarrollar el Equipo del Proyecto: durante este proceso se mejoran las competencias y la interacción entre los miembros del equipo con el fin de lograr un mejor desempeño del proyecto.
- Dirigir el Equipo del Proyecto: consiste en realizar un seguimiento del desempeño de todos los miembros del equipo, resolver problemas y gestionar cambios con el objetivo de optimizar el desempeño del proyecto.

### 2.2.7. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos necesarios para asegurar que todas las actividades éste sean oportunas y adecuadas, es decir, consiste en la comunicación constante con los miembros del equipo con el fin de conseguir los objetivos propuestos. Tres son los procesos que forman parte de esta área de la gestión del proyecto y vienen dados en la figura10.



**Figura10. Procesos de la Gestión de las Comunicaciones del Proyecto**

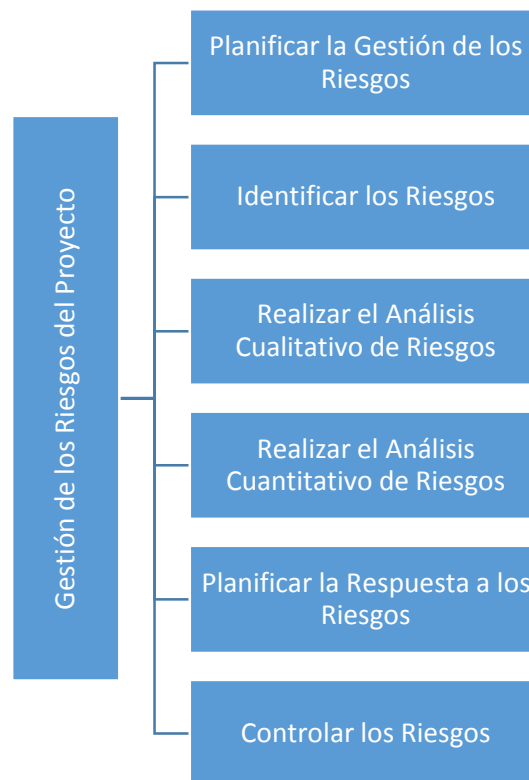
- Planificar la Gestión de las Comunicaciones: es el proceso de desarrollar un plan adecuado para las comunicaciones del proyecto en función de las necesidades y requisitos de información de los interesados y de los activos de la organización disponibles.



- Gestionar las Comunicaciones: consiste en crear, recopilar, distribuir, almacenar y realizar la disposición final de la información del proyecto de acuerdo con el plan de gestión de las comunicaciones.
- Controlar las Comunicaciones: es el proceso en el que se controlan las comunicaciones a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto con el fin de asegurar que se satisfagan las necesidades de información de los interesados del proyecto.

## 2.2.8. Gestión de los Riesgos del Proyecto

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la identificación, el análisis y el control de los riesgos del proyecto, se trata por tanto de aumentar la probabilidad de los eventos positivos y disminuir el de los eventos negativos. Los procesos que pertenecen a la Gestión de los Riesgos del Proyecto vienen representados en la siguiente figura:



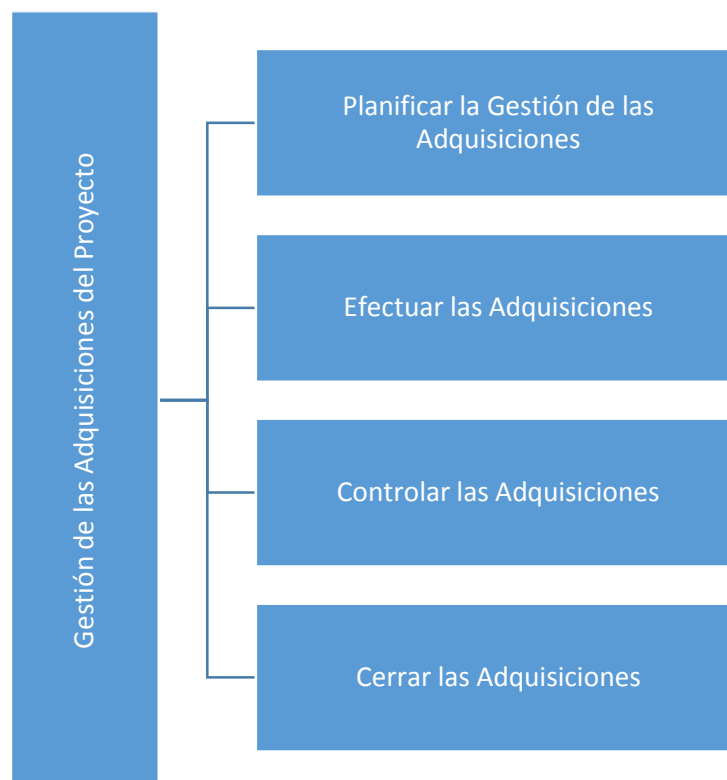
**Figura11. Procesos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto**

- Planificar la Gestión de los Riesgos: es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.
- Identificar los Riesgos: durante este proceso se determinan los riesgos que pueden afectar al proyecto, documentando sus características.
- Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: consiste en priorizar riesgos para evaluando o combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.

- Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: consiste en realizar un análisis numérico del efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.
- Planificar la Respuesta de los Riesgos: proceso en el que se desarrollan opciones y acciones con el fin de mejorar las oportunidades de reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- Controlar los Riesgos: se implementan los planes de respuesta a los riesgos, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.

### 2.2.9. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto tiene el objetivo de definir los procedimientos para la compra de los productos o servicios que puedan ser requeridos durante la ejecución del Proyecto, es decir, la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos necesarios para adquirir los productos, servicios o resultados que se necesitan para llevar a cabo el objetivo del producto. Todos y cada uno de los procesos se muestran en la figura12.



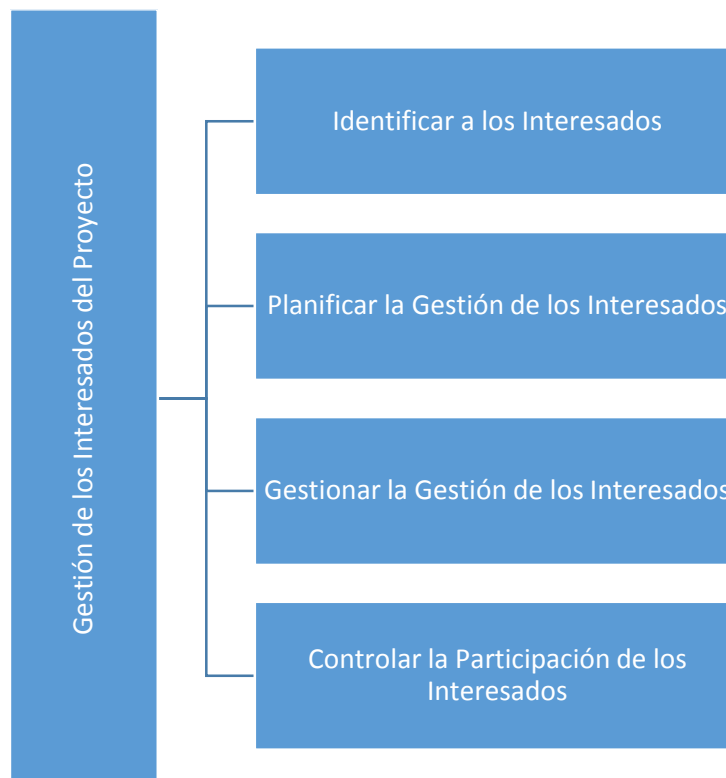
**Figura12. Procesos de la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto**

- Planificar la Gestión de las Adquisiciones: consiste en el análisis del proyecto con el fin de determinar si parte del trabajo requerido para cumplir los objetivos del proyecto necesita ser contratada fuera de la organización.
- Efectuar las Adquisiciones: es el proceso de seleccionar a las distintas empresas contratadas y de adjudicarles un contrato.

- Controlar las Adquisiciones: proceso que consiste en mantener un control de la ejecución del trabajo impuesto a las empresas contratistas, efectuando cambios y correcciones si corresponde.
- Cerrar las Adquisiciones: durante este proceso se finaliza cada adquisición para el proyecto.

## 2.2.10. Gestión de los Interesados del Proyecto

La Gestión de los Interesados del Proyecto incluye los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto. La gestión de los interesados también se centra en la comunicación continua con los interesados para comprender sus necesidades abordando los incidentes, gestionando conflictos de intereses y fomentando una adecuada participación de los interesados en las decisiones. Los procesos de la Gestión de los Interesados del Proyecto se muestran en la Figura13.



**Figura13. Procesos de la Gestión de los Interesados del Proyecto**

- Identificar a los Interesados: es el proceso de identificar las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar o ser afectados por una decisión, actividad o resultado del proyecto.

- Planificar la Gestión de los Interesados: consiste en elaborar estrategias adecuadas con el fin de obtener una participación eficaz de los interesados durante todo el ciclo de vida del proyecto.
- Gestionar la Participación de los Interesados: proceso que consiste en la comunicación continua con todos los interesados para satisfacer sus necesidades fomentando la participación adecuada de los interesados en las actividades del proyecto a lo largo del ciclo de vida del mismo.
- Controlar la Participación de los Interesados: durante este proceso se controlan las relaciones de los interesados del proyecto ajustando las estrategias y los planes con el fin de involucrar a los interesados.

### 3. Gestión del Valor Ganado

Una vez se ha realizado un análisis de la Gestión del Proyecto, se va a estudiar la Técnica del Valor Ganado.

La Gestión del Valor Ganado (EVM) es una técnica de gestión para la supervisión del rendimiento del proyecto. El EVM integra el control del alcance, costo y tiempo, proporcionando variaciones de rendimiento e índices que permiten a los administradores detectar sobrecostos y demoras de tiempo. Además, bajo esta metodología, se utiliza el tiempo de ejecución para describir las tendencias para el futuro costo total del proyecto y la fecha de finalización (en base a los resultados anteriores).

El EVM se basa en tres medidas; Valor Planificado (PV) o Costo Presupuestado del Trabajo Programado (CPTP); Costo Real (AC) del Trabajo Realmente Realizado (CRTR) y Valor Ganado (EV), o el coste previsto de la obra realmente completado (CPTR). A partir de estos datos obtenemos los siguientes valores:

- Variación de Costos  $\rightarrow VC = CPTR - CRTR$

La Variación del Coste de un Proyecto mide lo lejos que está el proyecto del costo presupuestado con respecto al realizado o ganado.

- Variación del Plazo  $\rightarrow VP = CPTR - CPTP$

La Variación del Plazo de un Proyecto mide lo lejos que está el proyecto respecto al cronograma inicial.

- Índice de Rendimiento de Coste  $\rightarrow IRC = CPTR / CRTR$

El Índice de Rendimiento de Costo mide la rentabilidad de un proyecto; es la relación entre la cantidad de presupuesto original para el proyecto. Divide la cantidad presupuestada para el trabajo realizado por los costos reales de completar el proyecto. El objetivo deseado es un CPI igual o mayor que uno, indicando que el proyecto están en el presupuesto o bajo presupuesto, respectivamente. Un valor de CPI menor de uno, indica que el proyecto está sobre el presupuesto; a medida que este valor se acerca a 0, la situación se convierte en cada vez más grave.

- Índice de Rendimiento de Plazo  $\rightarrow IRP = CPTR / CPTP$

El Índice de Rendimiento de Plazo muestra la eficacia con que el trabajo se ha ido cumpliendo acuerdo a lo planificado; un valor inferior a la unidad significa una situación desfavorable.

- El BAC (presupuesto hasta la conclusión) es el coste presupuestado del proyecto.
- El SAC es la duración del proyecto prevista inicialmente.

A partir de estos valores podemos obtener las siguientes conclusiones:

Si  $VC < 0$  y  $IRC < 1$  → El proyecto tiene sobrecoste.

Si  $VC > 0$  y  $IRC > 1$  → El proyecto está bajo presupuesto.

Si  $VP < 0$  y  $IRP < 1$  → El proyecto se retrasa.

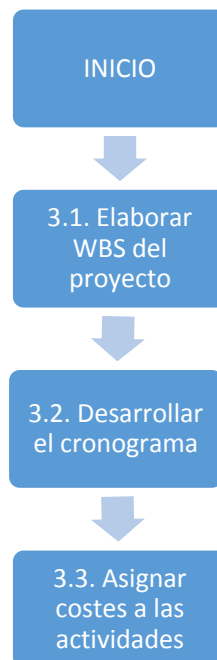
Si  $VP > 0$  y  $IRP > 1$  → El proyecto es antes de lo previsto.

Cuando  $VC=0$  ( $IRC=1$ ) y/o  $VP=0$  ( $IRP=1$ ) → El proyecto está en costo y/o en tiempo.

Mediante el seguimiento de estos índices más el ciclo de vida del proyecto, los administradores pueden detectar desviaciones del plan, pudiendo tomar acciones correctivas tempranas.

El EVM no sólo informa sobre el desempeño del proyecto, también da nuevas estimaciones sobre el costo del proyecto y fecha de acabado que dependen de hipótesis relativas a la evolución futura del proyecto [3 y 4].

Los procesos necesarios para poder aplicar las Técnicas de Valor Ganado son:



**Figura14. Procesos para las Técnicas de Valor Ganado**

### 3.1. Elaborar WBS del proyecto

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT/WBS) es una descomposición jerárquica del trabajo que se debe realizar durante la ejecución del proyecto con el objetivo de lograr el propósito de éste y crear los entregables requeridos. Organiza y define el alcance del proyecto al subdividir el trabajo en proporciones de trabajo más pequeñas, llamadas paquetes de trabajo. Cada paquete de trabajo puede ser programado, monitoreado, controlado y su costo puede ser estimado. Un ejemplo de EDT es el siguiente:

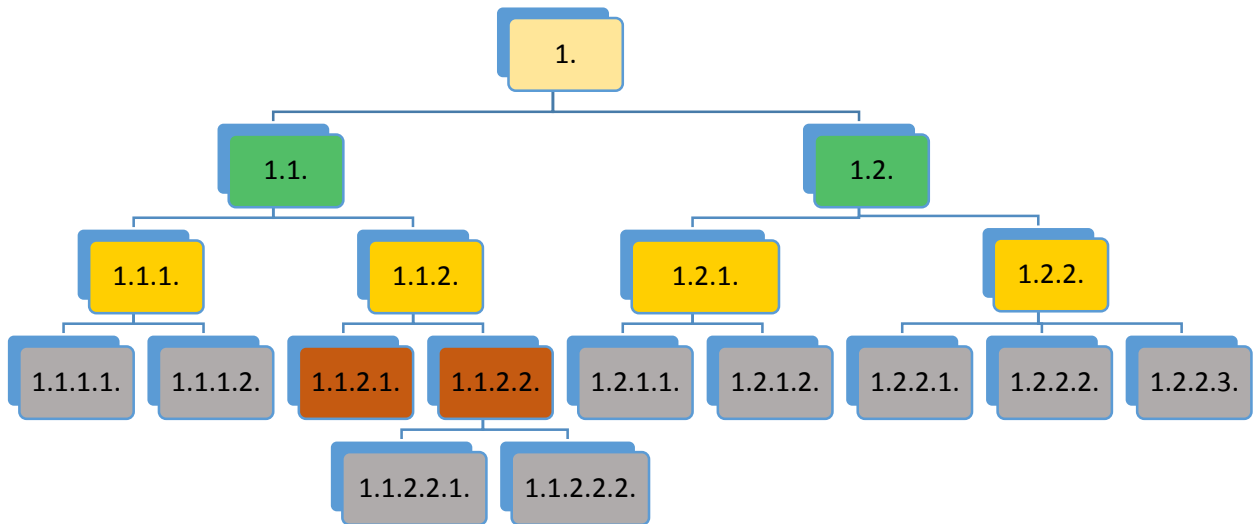


Figura15. Ejemplo de una Estructura de Desglose del Trabajo

Los documentos necesarios para poder crear la Estructura de Desglose de Trabajo son:

- Plan de Gestión del Alcance

El plan de gestión del alcance es un componente del plan para la dirección del proyecto en el que se describe cómo será desarrollado, monitoreado, controlado y verificado el alcance. El plan de gestión del alcance incluye los siguientes procesos:

- Proceso para elaborar un enunciado detallado del alcance del proyecto.
- Proceso que permite la creación de la EDT/WBS a partir del enunciado detallado del alcance del proyecto.
- El proceso que establece cómo se mantendrá y aprobará la EDT/WBS.
- El proceso que establece cómo se mantendrá y aprobará la EDT/WBS.
- El proceso que especifica cómo se obtendrá la aceptación formal de los entregables del proyecto que se hayan completado.

- Enunciado del Alcance del Proyecto

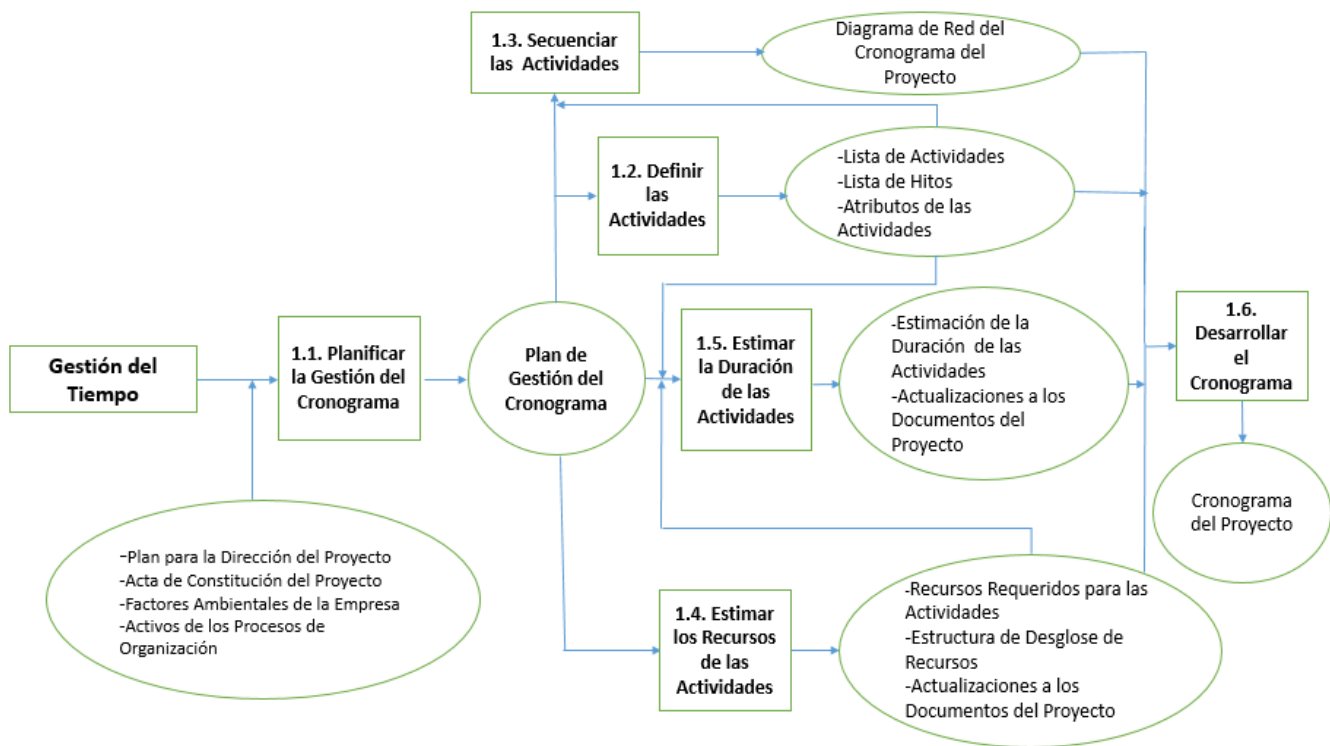
Ya descrito en el apartado 2.1.1.

- Documentación de Requisitos

La documentación de requisitos describe cómo los requisitos individuales cumplen con las necesidades de negocio del proyecto. Los requisitos pueden comenzar a un alto nivel e ir convirtiéndose gradualmente en requisitos más detallados, conforme se va conociendo más acerca de ellos.

### 3.2. Desarrollar el Cronograma

El cronograma se obtiene a partir de la Gestión del Tiempo del Proyecto; los procesos de esta gestión son:



**Figura16. Esquema de los Procesos de la Gestión del Tiempo del Proyecto**

El primer paso de la Gestión del Tiempo del Proyecto va a ser Planificar la Gestión del Cronograma; así mismo, el primer paso de la Gestión de los Costos del Proyecto será Planificar la Gestión de los Costos; sin embargo, antes de realizar estas planificaciones tendremos que tener en cuenta una serie de entradas, documentos previos a un proceso y necesarios para llevarlo a cabo. Estas entradas son:



- Plan para la Dirección del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

- Factores Ambientales

Los factores ambientales más importantes son:

- Factor Económico: incluye el sistema económico básico en donde la empresa privada o pública prevalece, la organización de los mercados de capital, el tamaño del mercado y el poder de compra total de la población; también son importantes algunos factores como: crédito, descuentos, disponibilidad de energía, agua y transportes, mano de obra y productividad.
- Factor Político y Legal: hace referencia al clima político pertinente y los reglamentos legales que prevalezcan el impuesto general, su grado de obligatoriedad, la estabilidad política y la flexibilidad legal.
- Factor Social: abarca la situación social general de los miembros de la organización, así como el grado de cooperación entre el sindicato y la gerencia, las posibilidades de la movilidad de las clases sociales hacia arriba y hacia abajo y los medios aprobados para lograr dicho movimiento.
- Factor Tecnológico: hace referencia a los nuevos métodos usados para convertir los recursos disponibles en un producto o servicio. Incluye el descubrimiento y uso de nuevos materiales, de nuevas máquinas, así como el uso de nuevos conocimientos.
- Factor Educativo: está compuesto de la actitud general hacia la educación, el nivel de alfabetismo y la cantidad de personas que reciben educación superior.

- Acta de Constitución del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.1.

- Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización son los planes, los procesos, las políticas, los procedimientos y las bases de conocimiento específicos de la organización ejecutora; también incluyen bases de conocimiento de la organización como información histórica. Los activos de los procesos de la organización pueden incluir cronogramas completados, datos sobre riesgos y datos sobre el valor ganado.

Los activos de los procesos de la organización proporcionan pautas y criterios para adaptar dichos procesos a las necesidades específicas del proyecto. Una vez incluidos estos documentos podremos pasar a realizar los primeros pasos tanto de la Gestión de los Costos como de la Gestión del Tiempo.

Los activos de los procesos de la organización pueden agruparse en dos categorías:

- Inicio y Planificación: guías y criterios para adaptar el conjunto de procesos y procedimientos estándar de la organización con el fin de que satisfagan las necesidades específicas del proyecto.
- Ejecución, Monitoreo y Control: procedimientos de control de cambios (como se realizará la aprobación y validación de cualquier cambio), procedimientos de control financiero (p.ej., informes de tiempo, códigos contables y provisiones contractuales estándar, procedimientos para la gestión de incidentes y defectos, procedimientos para asignar prioridad, aprobar y emitir autorizaciones de trabajo y procedimientos de control de riesgos.

### 3.2.1. Planificar la Gestión del Cronograma

Planificar la Gestión del Cronograma es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto, es decir, la gestión del cronograma incluye los procesos necesarios para asegurar la terminación del proyecto a tiempo.

Antes de que el cronograma de un proyecto sea creado, un gerente de proyecto debe tener una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) completa, un esfuerzo estimado para cada tarea, y una lista de recursos con la disponibilidad de cada uno. El establecer el total de las fechas para completar el cronograma tiene que ser realizado por el equipo del proyecto y recibir insumos de varias personas cercanas al proyecto.

El proceso del desarrollo del cronograma debe cumplir los siguientes criterios:

Completo— el cronograma tiene que representar todo el trabajo a ser realizado, por lo que la cualidad de la Estructura de Desglose del Trabajo es importante.

Realista— el cronograma tiene que ser realista con respecto a las expectativas de tiempo y la disponibilidad de los beneficiarios de participar, es decir, tiene que proporcionar unas estimaciones de tiempo que se puedan cumplir en la realidad sin tener en cuenta intereses externos al cronograma.

Aceptado— el cronograma debe tener el apoyo de los miembros del equipo e interesados en el proyecto, especialmente de los beneficiarios y del donante, es decir, tiene que ser estudiado y validado por todos los componentes de la dirección del proyecto, así como por el cliente.

El objetivo principal de Planificar la Gestión del Cronograma es:

- Plan de Gestión del Cronograma

El Plan de Gestión del Cronograma describe el proceso que será utilizado para manejar el cronograma del proyecto incluyendo el seguimiento a las actividades en curso, identificando las actividades a terminar, midiendo el desempeño de las actividades contra el tiempo ubicado, identificando los retrasos potenciales del proyecto y evaluando el desempeño general del proyecto.

El Plan de Gestión del Cronograma puede establecer lo siguiente:

- Desarrollo del modelo de programación del proyecto: se especifica la metodología y la herramienta de programación a utilizar en el desarrollo del modelo, es decir, establece el modelo a seguir para el desarrollo del proyecto así como las herramientas que van a ser necesarias para desarrollar dicho proyecto.
- Nivel de exactitud: se especifica el rango aceptable (p.ej.,  $\pm 10\%$ ) que se utilizará para hacer estimaciones realistas sobre la duración de las actividades.
- Unidades de medida: se definen, para cada uno de los recursos, todas las unidades que se utilizarán en las mediciones; por ejemplo, para medir el tiempo de una unidad de trabajo utilizaremos horas, días o semanas o para medir distancias utilizaremos metros, kilómetros o yardas
- Enlaces con los procedimientos de la organización: la estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS) establece el marco general para el plan de gestión de los costos y permite que haya coherencia con las estimaciones, los presupuestos y el control de los costos. A cada cuenta de control se le asigna un código único o un número o números de cuenta vinculados directamente con el sistema de contabilidad de la organización ejecutora, de esta forma, se puede controlar de forma más precisa los costes de las actividades del proyecto.
- Mantenimiento del modelo de programación del proyecto: se define el proceso que se utilizará para actualizar el estado y registrar el avance del proyecto a lo largo de la ejecución del mismo, es decir, se va analizando el progreso del proyecto (a lo largo de su ejecución) con el fin de obtener la progresión de éste o su avance.
- Umbrales del control: se pueden especificar los umbrales de variación para el monitoreo del desempeño del cronograma, que establezcan la variación permitida, previamente acordada, antes de que sea necesario tomar una acción. Se establece pues un rango de variación permitido para la correcta ejecución del proyecto; dicho rango suele ser un porcentaje de desviación con respecto a los parámetros establecidos; por ejemplo, si una actividad tiene una duración de 5 días, se encontrará en un umbral de entre 4 y 6 días (este umbral puede variar en función de las especificaciones acordadas), es decir, la realización de la actividad puede durar como mínimo 4 días y como máximo 6 días para que la ejecución del proyecto no se vea afectada.
- Reglas para la medición de desempeño: Se establecen reglas para la medición del desempeño tales como la gestión del valor ganado (EVM) u otras reglas de mediciones físicas. La Gestión del Valor Ganado es una técnica de gestión de proyectos que permite controlar la ejecución de un proyecto a través de su presupuesto y de su calendario de ejecución; compara la cantidad de trabajo ya completada en un momento dado con la estimación realizada antes del comienzo del proyecto.

### 3.2.2. Definir las Actividades

Definir las Actividades es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto. El objetivo de este proceso es el desglose de los paquetes de trabajo en actividades que proporcionan una base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto. Consiste en definir y planificar todas las actividades del cronograma de modo que se cumplan los objetivos del proyecto. Los paquetes de trabajo se descomponen normalmente en componentes más pequeños denominados actividades, que representan el trabajo necesario para completar los paquetes de trabajo.

Para definir las actividades primero es necesario disponer de una serie de documentos (entradas) que son los siguientes:

- **Plan de Gestión del Cronograma**

Ya descrito en el apartado 3.2.1.

- **Línea Base del Alcance**

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

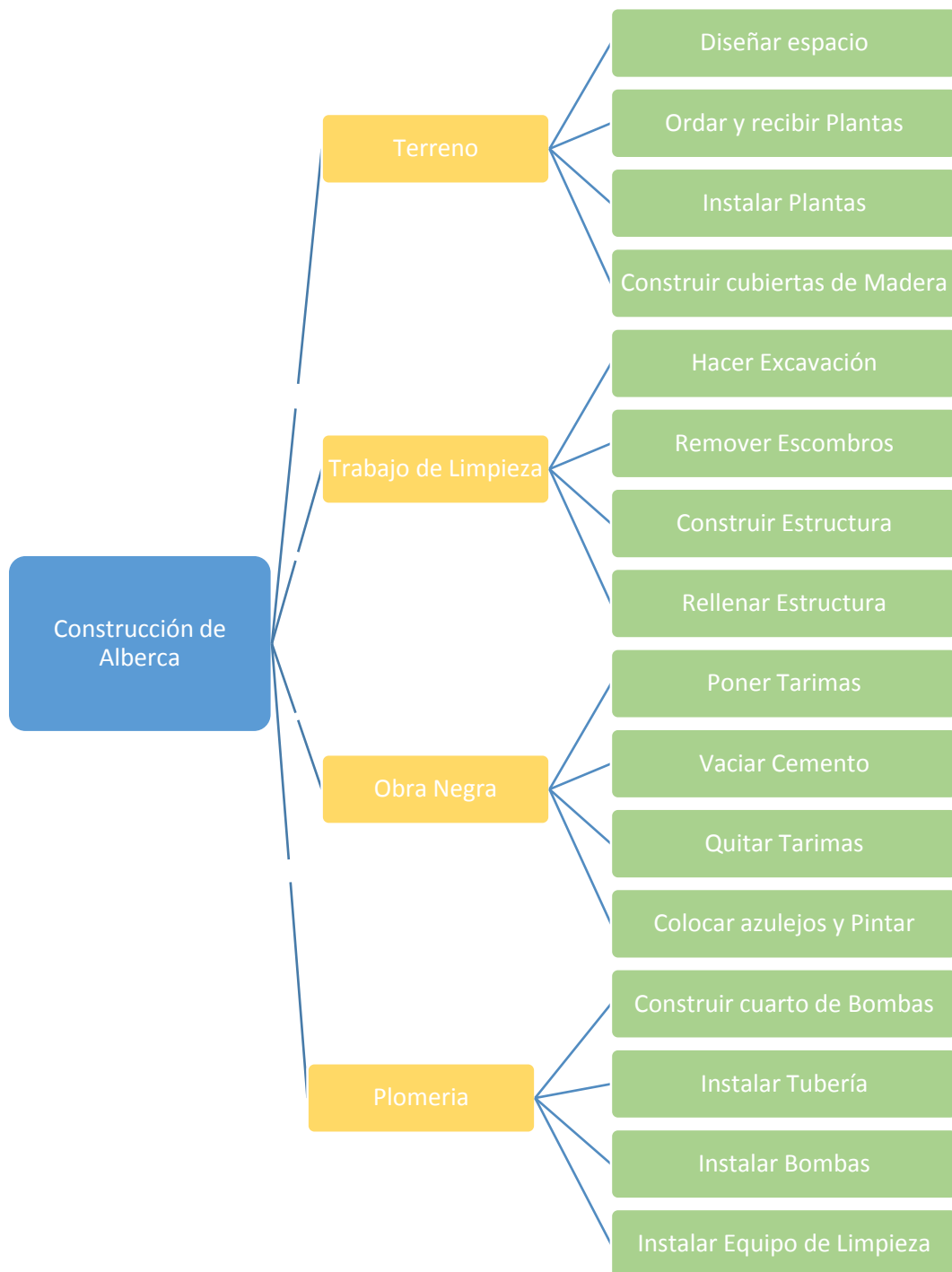
- **Factores Ambientales**

Ya descrito en el apartado 3.2.

Las técnicas y herramientas usadas para la definición de actividades son:

- **Descomposición**

La descomposición es una técnica que se utiliza para dividir las distintas partes del proyecto en otras más pequeñas de forma que sea más fácil identificar y comprender las distintas secciones del proyecto. La descomposición se encarga por tanto de establecer subdivisiones dentro del proyecto de forma que se facilita la definición de las actividades; cada uno de los paquetes de trabajo incluidos en la EDT/WBS se descompone en las actividades necesarias para producir los entregables del paquete de trabajo. Un ejemplo de descomposición de actividades es la siguiente:



**Figura17. Ejemplo de Descomposición de Actividades**

En este ejemplo se observa como algunas actividades se subdividen en otras más simples con el objetivo de simplificarlas; por ejemplo, en este caso el trabajo de limpieza es una de las actividades necesarias para la construcción de una Alberca y a su vez se subdivide en otras actividades como son: Hacer la Excavación, Remover los Escombros, Construir la Estructura y Rellenar la Estructura.

### - **Planificación Gradual**

La planificación gradual consiste en analizar con detalle el trabajo que se va a realizar a corto plazo, mientras que el trabajo futuro se define de forma más general y sin entrar en detalle en especificaciones, es decir, dependiendo de su ubicación en el ciclo de vida del proyecto, el trabajo se describirá con más o menos detalle. A medida que avanza el proyecto, y se conocen más detalles de la siguiente fase, se va planificando en detalle lo que anteriormente sólo estaba planificado a un nivel alto. Esta técnica es muy útil en proyectos en los que hay un grado de incertidumbre elevado y a medida que se van conociendo detalles de las siguientes fases podemos ir planificando los detalles.

A partir del proceso de Definir las Actividades se obtienen tres documentos que son:

### - **Lista de Actividades**

Documento que incluye una lista con todas las actividades necesarias para realizar el proyecto, además para cada actividad se incluye una descripción del alcance de trabajo lo suficientemente detallada como para que los miembros del equipo de trabajo comprendan el trabajo que deben realizar. Se puede decir por tanto, que la lista de actividades incluye todas y cada una de las actividades del proyecto así como la duración de éstas. La lista de actividades debe incluir un título con el fin de describir su ubicación dentro del cronograma. En la siguiente imagen se mostrará un ejemplo de una lista de actividades.

### - **Atributos de las actividades**

Los atributos de las actividades amplían la descripción de las actividades pues las identifica con los distintos componentes con los que están relacionados. En las etapas iniciales del proyecto, los atributos incluyen el identificador de la actividad, el identificador de la EDT/WBS y la etiqueta o el nombre de la actividad. Los atributos también se utilizan para identificar a la persona responsable de la ejecución del proyecto así como la zona geográfica o lugar donde debe realizarse el trabajo, el calendario del proyecto al que se asigna la actividad y el tipo de actividad. Por último, los atributos se usan para el desarrollo del cronograma y para seleccionar, ordenar y clasificar las actividades planificadas en el cronograma.

### - **Lista de Hitos**

Un hito es un punto de referencia que marca un evento importante de un proyecto y se usa para supervisar el progreso del proyecto. Todas las tareas que tengan una duración cero se muestran automáticamente como un hito. También puede marcar como hitos otras tareas de cualquier duración. Una lista de hitos consiste en un listado en que se identifican todos los hitos del proyecto y se indica si éstos son obligatorios, como los exigidos por contrato, u opcionales, como los basados en información histórica. Los hitos son similares a las actividades normales del cronograma, presentan idéntica estructura e idénticos atributos, pero tienen una duración nula, ya que representan un momento en el tiempo. Por ejemplo, en la construcción de una casa un hito sería cuando se finaliza de colocar los cimientos o cuando finaliza la instalación del gas.

### 3.2.3. Secuenciar las Actividades

Secuenciar las Actividades es el proceso que consiste en identificar las relaciones entre las actividades del proyecto. El objetivo de este proceso es definir la secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto, es decir, ordenar las actividades de forma que se obtenga una mayor eficacia de cada actividad, por ejemplo, en la construcción de una casa la actividad llevar el cemento al lugar deberá ser predecesora al comienzo de trabajo de los albañiles con el fin de que estos no estén sin trabajo durante ningún periodo. Para secuenciar las actividades se deben de diseñar las relaciones lógicas de manera que se genere un cronograma del proyecto realista; puede ser necesario incluir adelantos y atrasos entre las actividades para que el cronograma sea viable.

Para secuenciar las actividades serán necesarios los siguientes documentos:

- Plan de Gestión del Cronograma

Ya descrito en el apartado 3.2.1.

- Lista de Actividades

Ya descrito en el apartado 3.2.2.

- Atributos de la Actividad

Ya descrito en el apartado 3.2.2.

- Lista de Hitos

Ya descrito en el apartado 3.2.2.

- Enunciado del Alcance del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.1.

Las técnicas y herramientas usadas para Secuenciar las Actividades son:

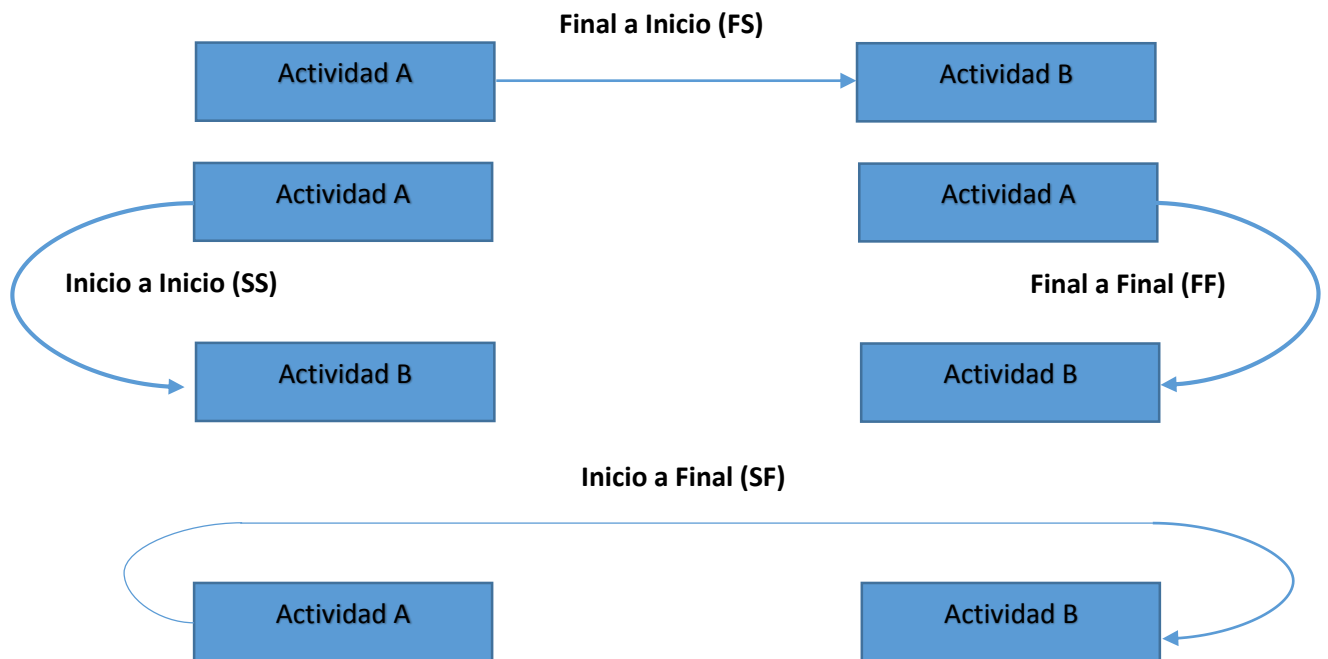
- Método de Diagramación por Precedencia

El Método de Diagramación por Precedencia (PDM) es una técnica utilizada para construir un modelo de programación en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas. El PDM incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones lógicas:

- Final a Inicio (FS): se trata de una relación lógica en la cual una actividad sucesora no puede comenzar hasta que haya concluido una actividad predecesora. Por ejemplo: La ceremonia de entrega de premios (sucesora) no puede dar comienzo mientras la carrera (predecesora) no haya concluido.

- Final a Final (FF): se trata de una relación lógica en la cual una actividad sucesora no puede finalizar hasta que no haya concluido una actividad predecesora. Por ejemplo: Es necesario terminar de redactar un documento (predecesora) antes de que pueda finalizar su edición (sucesora).
- Inicio a Inicio (SS): se trata de una relación lógica en la cual una actividad sucesora no puede comenzar hasta que haya comenzado una actividad predecesora. Por ejemplo: Nivelar el cemento (sucesora) no puede comenzar antes de comenzar a verter los cimientos (predecesora).
- Inicio a Final (SF): una relación lógica en la cual una actividad sucesora no puede finalizar hasta que la predecesora no haya comenzado. Por ejemplo: El primer turno de vigilancia de seguridad (sucesora) no puede finalizar mientras no haya comenzado el segundo turno (predecesora).

Una actividad predecesora es una actividad que precede a una actividad dependiente de la misma en un cronograma; una actividad sucesora es una actividad dependiente que ocurre después de una actividad en un cronograma.



**Figura18. Esquema de un Diagramación por Procedencia**

- Determinación de las Dependencias

La Dependencia de actividades es la necesidad de una actividad de que otra ocurra, es decir, una actividad es dependiente de otra cuando la realización de una está en función de la otra, una está sujeta a la otra. La Dependencia tiene cuatro atributos, pero sólo se pueden aplicar dos simultáneamente, de la siguiente forma: dependencias obligatorias externas, dependencias



obligatorias internas dependencias discrecionales externas o dependencias discrecionales internas. El equipo del proyecto, durante el proceso de secuenciación de las actividades, determina qué dependencias son discrecionales.

- Dependencias obligatorias: las dependencias obligatorias son las requeridas legal o contractualmente o las inherentes a la naturaleza del trabajo. Las dependencias obligatorias a menudo implican limitaciones físicas. Por ejemplo: en un proyecto de construcción en que es imposible erigir la superestructura hasta que no se hayan construido los cimientos
- Dependencias discrecionales: se establecen sobre la base del conocimiento de las mejores prácticas dentro de un área de aplicación determinada o de algún aspecto poco común del proyecto, en donde se desea establecer una secuencia específica, aunque existan otras secuencias aceptables.
- Dependencias externas: implican una relación entre las actividades del proyecto y las que no pertenecen al ámbito del mismo. Por ejemplo: la actividad de prueba en un proyecto de software puede depender de la entrega del hardware por parte de una fuente externa.
- Dependencias internas: implican una relación de precedencia entre las actividades del proyecto y por regla general están bajo el control del equipo del proyecto. Por ejemplo: si el equipo no puede probar una máquina mientras no haya ensamblado, se trata de una dependencia interna obligatoria.

#### - Adelantos y Atrasos

Un adelanto es la cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se puede anticipar con respecto a una actividad predecesora; por ejemplo: en un proyecto para la construcción de un nuevo edificio de oficinas, puede programarse el comienzo de la preparación del jardín dos semanas antes de la fecha programada para completar la lista de tareas pendientes.

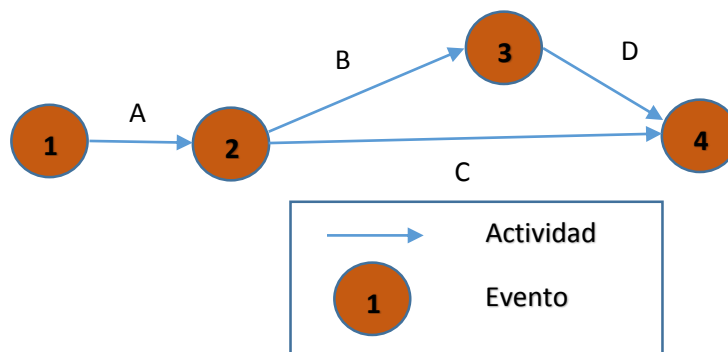
Un retraso consiste en la cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se retrasa con respecto a una actividad predecesora; por ejemplo: un equipo de redacción técnica puede comenzar a editar el borrador de un documento extenso 15 días después de haber comenzado a escribirlo.

Una vez establecidas los documentos de entrada y las técnicas y herramientas del proceso de Secuenciar las Actividades, podemos determinar los documentos que obtenemos en el proceso de Secuenciar las Actividades:

#### - Diagramas de Red del Cronograma del Proyecto

El Diagrama de Red del Cronograma del Proyecto es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto. Puede incluir todos los detalles del proyecto o contener una o más actividades

resumen. El diagrama de red del cronograma del proyecto representa la secuencia de las actividades y la relación entre estas, es decir, refleja de forma clara la dependencia entre las actividades.



**Figura19. Ejemplo de un Diagrama de Red del Cronograma del Proyecto**

En este caso por ejemplo se observa claramente que las actividades “B” y “C” dependen de la actividad “A”, así mismo, la actividad “D” va a depender de la “B”.

### 3.2.4. Estimar los Recursos de las Actividades

Estimar los Recursos de las Actividades es el proceso de estimar tipo y cantidades de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para llevar a cabo cada una de las actividades. El objetivo de este proceso es identificar el tipo, cantidad y características de los recursos necesarios para completar la actividad, lo que permite estimar el costo y la duración de manera más precisa. Previamente a la Estimación de la Duración de las Actividades del Proyecto (siguiente proceso), debemos realizar una estimación de la necesidad de recursos y determinar la disponibilidad de los mismos. La duración de una actividad, está condicionada al número de recursos necesarios para llevarla a cabo.

Los documentos necesarios para estimar los recursos de las actividades son:

- Plan de Gestión del Cronograma

Ya descrito en el apartado 3.2.1.

- Lista de Actividades

Ya descrito en el apartado 3.2.2.

- Atributos de la Actividad

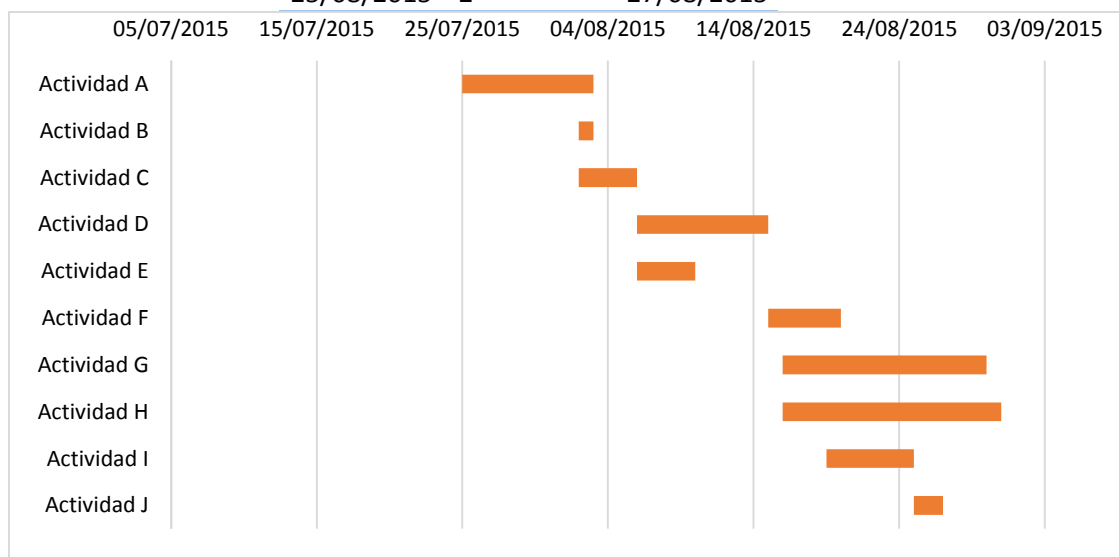
Ya descrito en el apartado 3.2.2.

- Calendario de Recursos

Los calendarios de recursos documentan los períodos de tiempo durante los cuales cada miembro del equipo del proyecto está disponible para trabajar en la actividad que debe

realizar. La creación de un cronograma fiable depende de la adecuada comprensión de la disponibilidad y de las restricciones del cronograma de cada una de las personas, incluidas las zonas horarias, los horarios de trabajo, el período de vacaciones, los feriados o festivos locales y los compromisos con otros proyectos. Se puede decir por tanto que el calendario de recursos indica la disponibilidad que cada grupo de trabajo tiene para realizar la actividad que le corresponde. Un ejemplo de un calendario de recursos es:

Fecha de Inicio	de Días de Trabajo	de Fecha de Fin
25/07/2015	9	03/08/2015
02/08/2015	1	03/08/2015
02/08/2015	4	06/08/2015
06/08/2015	9	15/08/2015
06/08/2015	4	10/08/2015
15/08/2015	5	20/08/2015
16/08/2015	14	30/08/2015
16/08/2015	15	31/08/2015
19/08/2015	6	25/08/2015
25/08/2015	2	27/08/2015



**Figura20. Ejemplo de Calendario de Recursos**

- Factores Ambientales de la Empresa

Ya descrito en el apartado 3.2.

Las técnicas y herramientas necesarias para poder estimar los recursos de las actividades son:

- Análisis de Alternativas

Consiste en estudiar las distintas alternativas con las que se puede dar solución a las actividades; por ejemplo, si tenemos que levantar un tabique que tenga que tener una determinada resistencia al viento habrá que analizar los componentes con los que vamos a realizar dicho tabique y hacer un estudio de cuáles son los componentes más adecuados para el caso dado.

- Datos de Estimaciones Publicados

Consiste en estudiar los datos que se publican a diario sobre los recursos que van a ser necesarios para realizar la actividad de forma que vamos a poder estimar los índices de producción y los costos unitarios de los recursos.

- Estimación Ascendente

Es un método de estimación de la duración o el costo del proyecto, consiste en sumar, el costo o la duración, de los distintos componentes de nivel inferior en la EDT/WBS. Se estiman las necesidades de recursos, después se suman estas estimaciones y se crea una cantidad total para cada uno de los recursos de la actividad.

Una vez se disponen de todas las técnicas y herramientas necesarias, vamos a determinar las salidas del proceso de Estimar los Recursos de las Actividades que son:

- Los Recursos Requeridos para las Actividades

Indica los tipos y las cantidades de recursos identificados que necesita cada actividad de un paquete de trabajo. Estos requisitos pueden posteriormente sumarse para determinar los recursos estimados para cada paquete de trabajo y cada período de trabajo.

- Estructura de Desglose de Recursos

Es una representación de los recursos ordenados por categoría y tipo. Algunos ejemplos de categorías de recursos son la mano de obra, el material y los equipos; los tipos de recursos son por ejemplo, nivel de habilidad, nivel de formación u otra información relevante para el proyecto. Este proceso es útil para organizar los datos del cronograma del proyecto.

### 3.2.5. Estimar los Recursos de las Actividades

Estimar la Duración de las Actividades consiste en determinar el número de periodos de trabajo (cantidad de horas o días que se invierten para producir un producto acabado, sin incluir el tiempo durante el cual los objetos de trabajo forman parte de las reservas de producción ni el tiempo de las pausas en el proceso productivo) necesarios para finalizar las actividades con los recursos anteriormente estimados. El objetivo de este proceso es establecer el tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades, se trata pues de un paso imprescindible para poder desarrollar el cronograma.

El proceso de Estimar la Duración de las Actividades requiere que se realice una estimación del esfuerzo requerido y de la cantidad de recursos disponibles estimados para completar la actividad. Estas estimaciones se utilizan para deducir de manera aproximada la cantidad de periodos de trabajo necesarios para completar la actividad, mediante la utilización de los calendarios adecuados de proyecto y de recursos.

Los documentos previos necesarios para poder estimar la duración de las actividades son:

- Plan de Gestión del Cronograma

Ya descrito en el apartado 3.2.1.

- Lista de Actividades

Ya descrito en el apartado 3.2.2.

- Atributos de la Actividad

Ya descrito en el apartado 3.2.2.

- Recursos Requeridos para las Actividades

Ya descrito en el apartado 3.2.4.

- Calendario de Recursos

Ya descrito en el apartado 3.2.4.

- Enunciado del Alcance del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.1.

- Estructura de Desglose de Recursos

Ya descrito en el apartado 3.2.4.

- Factores Ambientales de la Empresa

Ya descrito en el apartado 3.2

Para poder Estimar la Duración de las Actividades son necesarias una serie de técnicas o herramientas que son las siguientes:

- Estimación Análoga

La Estimación Análoga es una técnica para estimar la duración o el costo de una actividad o de un proyecto mediante la utilización de datos históricos de una actividad o proyecto similar, es decir, toma como referencia los datos de actividades anteriores y estima los costes o la duración a partir de estos. La estimación análoga de la duración se emplea a menudo para estimar la duración de un proyecto cuando se dispone de escasa información de detalle sobre el mismo. Ésta técnica es menos costosa y requiere menos tiempo que otras técnicas, pero también es menos exacta.

#### - Estimación Paramétrica

La Estimación Paramétrica es una técnica de estimación en la que se utiliza un algoritmo para calcular el costo o la duración sobre la base de los datos históricos y los parámetros del proyecto. La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre datos históricos y otras variables para calcular una estimación de los parámetros de una actividad tales como costo, presupuesto y duración. Con esta técnica puede lograrse niveles superiores de exactitud pero también supone un mayor coste.

La estimación paramétrica se puede realizar por dos formas:

- Análisis de Regresión (Diagrama de Dispersión): analiza 2 variables para ver si están relacionadas, y crea una fórmula matemática para usarlas en futuras estimaciones paramétricas.
- Curva de Aprendizaje: Describe el grado de éxito obtenido durante el aprendizaje en el transcurso del tiempo, es decir, tiene en cuenta que al realizar una misma actividad durante un largo periodo de tiempo, el rendimiento de su desarrollo mejorará debido a la experiencia obtenida durante este tiempo; por ejemplo, la décima aula pintada tomará menos tiempo que la primera aula, debido a la mejora de la eficiencia

#### - Estimación por Tres Valores

La Estimación por Tres Valores también denominada método PERT utiliza un estimado pesimista (tP), más probable (tM) y optimista (tO) para cada actividad, lo que permite obtener un estimado de la duración esperada basada en riesgos, tomando el promedio o un promedio ponderado de los tres estimados. Las tres estimaciones ya nombradas son:

1. Más Probable (tM): Esta estimación se basa en la duración de la actividad, en función de los recursos que probablemente sean asignados, de su productividad, de las expectativas realistas de disponibilidad para la actividad, de las dependencias de otros participantes y de las interrupciones.
2. Optimista (tO): Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del mejor escenario posible para esa actividad.
3. Pesimista (tP): Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del peor escenario posible para esa actividad.

Se puede calcular la duración esperada (tE) mediante el uso de distintas fórmulas:

- Distribución Triangular:  $tE = (tO + tM + tP)/3$
- Distribución Beta:  $tE = (tO + 4tM + tP)/6$

Una vez se dispone de todos los documentos necesarios para poder Estimar la Duración de las Actividades así como las herramientas y técnicas necesarias podemos determinar el documento objetivo de este proceso que es la Estimación de la Duración de las Actividades.

- Estimación de la Duración de las Actividades

Las Estimaciones de la Duración de las Actividades son valoraciones cuantitativas de la cantidad probable de períodos de trabajo que se necesitarían para completar una actividad. Las estimaciones de duración no incluyen retrasos. Las estimaciones de la duración de las actividades pueden incluir alguna indicación del rango de resultados posible.

### 3.2.6. Desarrollar el Cronograma

Desarrollar el Cronograma consiste en el análisis de la secuenciación, la duración y los recursos de cada una de las actividades con el objetivo de crear un modelo de programación del proyecto; este modelo incluye fechas planificadas para completar las actividades del proyecto. El desarrollo de un cronograma es un proceso iterativo que puede requerir el repaso y la revisión de las estimaciones de duración y de recursos.

Un Cronograma se crea utilizando un método de estimación dirigido por las personas que realizarán el trabajo. Cada fecha en el cronograma es estimada, y si esas fechas no tienen el apoyo de las personas que van a realizar el trabajo, el cronograma será impreciso. Para poder establecer el total de las fechas para completar el cronograma tiene que haber aportación del equipo del proyecto. El gerente del proyecto ayudará proporcionando la información acerca del alcance, el presupuesto, los recursos y los plazos que son descritos en el contrato del proyecto. Una vez que el cronograma es establecido en su totalidad, el gerente del proyecto es responsable de monitorear el progreso de éste.

Hay varias técnicas o herramientas para desarrollar el cronograma de un proyecto, pero antes de llevar a cabo estas técnicas necesitaremos disponer de una serie de documentos previos necesarios:

- Plan de Gestión del Cronograma

Ya descrito en el apartado 3.2.1.

- Lista de Actividades

Ya descrito en el apartado 3.2.2.

- Diagramas de Red del Cronograma del Proyecto

Ya descrito en el apartado 3.2.3.

- Recursos Requeridos para las Actividades

Ya descrito en el apartado 3.2.4.

- Calendario de Recursos

Ya descrito en el apartado 3.2.4.

- Estimaciones de la Duración de las Actividades

Ya descrito en el apartado 3.2.5.

- Enunciado del Alcance del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.1.

Una vez establecidos los documentos de entrada necesarios para el desarrollo del cronograma, se van a establecer las diferentes técnicas y herramientas necesarias para desarrollar el cronograma de un proyecto. Algunas de estas técnicas son las siguientes:

- El análisis de la Red del Cronograma

El análisis de la Red del Cronograma es una técnica que se utiliza para generar el cronograma del proyecto. Emplea diversas técnicas analíticas, tales como el método de la ruta crítica, el método de la cadena crítica y otras técnicas de optimización de recursos para calcular las fechas de inicio y finalización, tempranas y tardías, de las partes no completadas del proyecto.

- El Método de la Ruta Crítica

El Método de la Ruta Crítica se utiliza para estimar la duración mínima del proyecto y determinar el nivel de flexibilidad en la programación de los caminos de red del cronograma. Esta técnica de análisis de la red del cronograma calcula las fechas de inicio y finalización, para todas las actividades, sin tener en cuenta las limitaciones de recursos, y realiza un análisis que recorre hacia adelante y hacia atrás toda la red del cronograma. La ruta crítica es la secuencia de actividades que representa el camino más largo a través de un proyecto y determina la menor duración posible del mismo. El método de la ruta crítica permite estimar el tiempo más corto en el que es posible completar un proyecto. Se trata pues de un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos; el objetivo principal es determinar la duración del proyecto, en el que cada una de las actividades del mismo tiene una duración estimada. La duración de las actividades que forman la ruta crítica determina la duración del proyecto entero y las diferencias con las otras rutas que no sean la crítica se denominan tiempos de holgura. Un proyecto puede tener más de una ruta crítica.

El método de la ruta crítica usa tiempos estimados o reales y consiste en:

- Identificar todas las actividades que involucra el proyecto.
- Establecer relaciones entre las actividades, decidiendo cual debe de comenzar antes y cuál debe seguir después.
- Construir una red o diagrama conectando las diferentes actividades a sus relaciones de precedencia.
- Definir costos y tiempo estimado para cada actividad.
- Identificar la ruta crítica y las holguras de las actividades que componen el proyecto.



- Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto.

Existen dos redes dentro del método de la Ruta Crítica que sirven para determinar dicha ruta:

- Diagrama de Flechas: consiste en elaborar una red o diagrama en la que se muestra todas las actividades pertenecientes a un proyecto, se muestra una secuencia lógica en la que se debe realizar dicho proyecto y se especifica la interdependencia entre las actividades. Las actividades se representan mediante Flechas y las uniones entre una actividad y otra se representa mediante Nodos.
- Redes de Precedencia: las actividades se representan en los nodos, las flechas sirven únicamente para conectar las actividades y el tipo de relación entre ellas.

#### - El Método de la Cadena Crítica

El Método de la Cadena Crítica es un método que se aplica al modelo de programación y que permite colocar tolerancias en cualquier ruta del cronograma del proyecto para tener en cuenta los recursos limitados y las incertidumbres del proyecto. Se desarrolla a partir del método de la ruta crítica y tiene en cuenta los efectos de la asignación, la optimización y la nivelación de los recursos, así como de la incertidumbre en la duración de las actividades que se encuentran en la ruta crítica y que se calculan mediante el método de la ruta crítica.

La cadena crítica se trata por tanto de un método analítico que permite:

- Asegurar que las actividades del camino crítico tengan disponibles los recursos que precisan.
- Establecer los buffers (es una actividad ficticia, asociada a una actividad real y con una duración determinada, que se añade en un punto concreto del cronograma del proyecto con el objetivo de tener en cuenta posibles desviaciones temporales de las actividades) que absorban los imprevistos del proyecto y que permitan ejecutarlo con garantías.
- Partiendo de un cronograma construido, se trata en primer lugar de eliminar todas las holguras de manera que todas las actividades del proyecto pasen a ser críticas. Posteriormente, es necesario reequilibrar la carga de recursos, por ejemplo reordenando aquellas actividades que coincidan en el tiempo y que deban ser realizadas por el mismo recurso.

#### - Las Técnicas de Optimización de Recursos

Las Técnicas de Optimización de Recursos se pueden utilizar para ajustar el modelo de programación en función de la demanda y de la provisión de recursos:

- Nivelación de Recursos: es una técnica en la cual las fechas de inicio y finalización se ajustan en función de las restricciones de los recursos, con el objetivo de equilibrar la demanda de recursos con la oferta disponible.
- Equilibrio de Recursos: es una técnica que ajusta las actividades de un modelo de programación, de modo que las necesidades de recursos del proyecto no excedan ciertos límites predefinidos. Al contrario de la nivelación de recursos, en el equilibrio de recursos la ruta crítica del proyecto no se modifica, y la fecha de finalización no se puede retrasar.

- La Compresión del Cronograma

La Compresión del Cronograma es una técnica que se utiliza para acortar el calendario del proyecto sin modificar el alcance del mismo, con el objetivo de cumplir con las restricciones del cronograma, las fechas impuestas u otros objetivos del cronograma. Las técnicas de compresión del cronograma incluyen:

- Intensificación: Es una técnica utilizada para acortar la duración del cronograma con el menor incremento de costo posible mediante la aportación de recursos. La intensificación sólo funciona para actividades que se encuentran en el camino o ruta crítica, en las que los recursos adicionales permiten acortar la duración.
- Ejecución Rápida: Es una técnica de compresión del cronograma en la que las actividades o fases que normalmente se realizan en secuencia se llevan a cabo en paralelo, por lo menos en parte de su duración. La ejecución rápida puede derivar en la necesidad de volver a desarrollar determinados trabajos y en un aumento del riesgo. La ejecución rápida sólo funciona si las actividades pueden solaparse para acortar la duración del proyecto.

- El Cronograma del Proyecto

El Cronograma del Proyecto es una salida de un modelo de programación que presenta actividades relacionadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos. El cronograma del proyecto debe contener, como mínimo, una fecha de inicio y una fecha de finalización planificadas para cada actividad. Aunque el modelo de programación del proyecto puede adoptar una forma de tabla, es más frecuente representarlo en forma gráfica, mediante la utilización de uno o más de los siguientes formatos, que se clasifican como representaciones:

- Diagramas de Barras: Estos diagramas, también conocidos como diagramas de Gantt, presentan la información del cronograma con la lista de actividades en el eje vertical, las fechas en el eje horizontal y las duraciones de las actividades se representan en forma de barras colocadas en función de las fechas de inicio y de finalización. Se trata por tanto de una herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas y actividades a lo largo de un tiempo total determinado. El diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre las actividades.

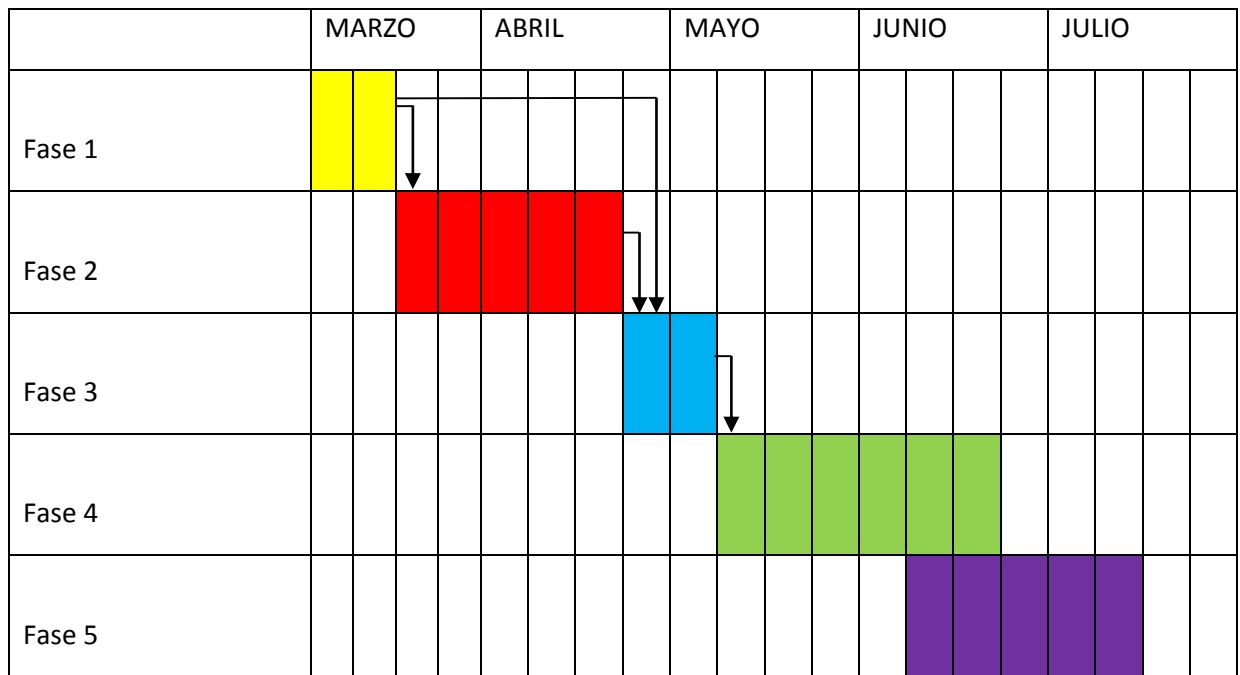


Figura21. Diagrama de Gantt

- Diagramas de Hitos: Estos diagramas son similares a los diagramas de barras, pero sólo identifican el inicio o la finalización programada de los principales entregables y las interfaces externas clave, es decir, no representan las actividades secundarias.
- Diagramas de Red del Cronograma del Proyecto: Estos diagramas por regla general muestra actividades y relaciones sin escala de tiempo y normalmente denominados diagramas de lógica pura. Estos diagramas tienen la información de la fecha de las actividades, normalmente muestran la lógica de la red del proyecto y las actividades del cronograma que se encuentran dentro de la ruta crítica del proyecto.

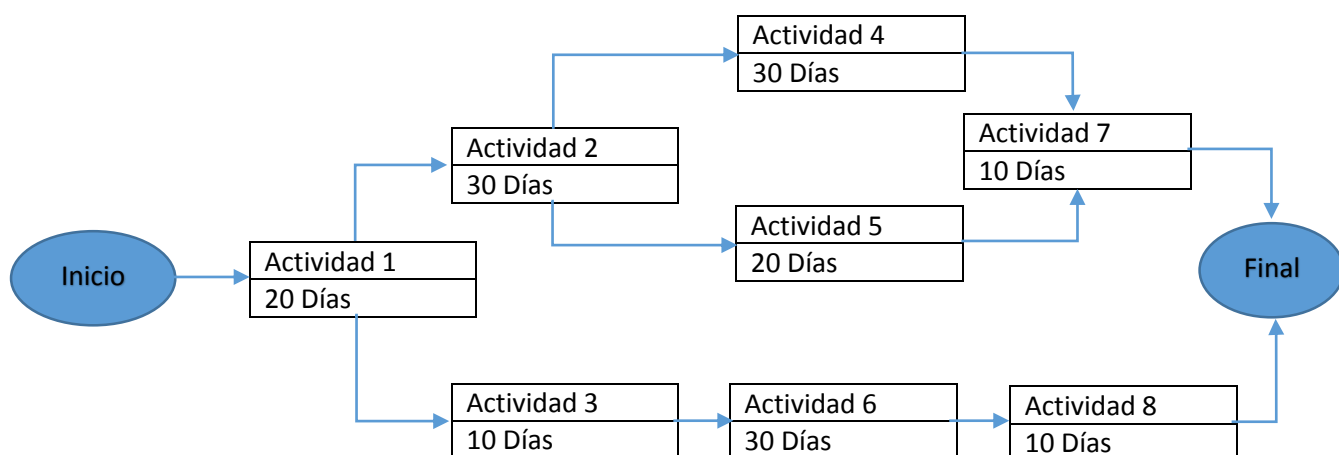


Figura22. Ejemplo del Diagrama de Red del Cronograma de un Proyecto

### 3.2.7. Controlar el Cronograma

Controlar el Cronograma es el proceso de control del estado de las actividades, es decir, consiste en el seguimiento de éstas con el fin de actualizar su avance; también se controlan los cambios en la línea base del cronograma. El beneficio de este proceso es que detecta desviaciones respecto al plan inicial y establece acciones correctivas y preventivas para minimizar riesgo.

Será en el control del cronograma donde se aplicarán las técnicas del valor ganado (EVM) pues ésta es una herramienta o técnica que permite el control del cronograma.

El proceso Controlar el Cronograma se ocupa de:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto mediante comparando la cantidad de trabajo actualizado con las estimaciones de trabajo para el tiempo transcurrido.
- Llevar a cabo revisiones periódicas.
- Priorizar el trabajo pendiente.
- Determinar el ritmo de generación, validación y aceptación los entregables.
- Determinar que el cronograma del proyecto ha cambiado.
- Gestionar los cambios reales conforme se producen.

Las entradas o documentos necesarios para llevar a cabo el control del cronograma son:

- Plan para la Dirección del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

- Cronograma del Proyecto

Ya descrito en el apartado 3.2.6.

- Datos de Desempeño del Trabajo

Los datos del desempeño del trabajo son las observaciones y mediciones realizadas durante la ejecución de las actividades; sirve para evaluar la forma en la que los conocimientos, las habilidades y los comportamientos influyen al logro de los objetivos de su empresa.

Una vez establecidas las entradas necesarias para llevar a cabo el control del cronograma, se van a exponer las técnicas y herramientas necesarias para llevarlo a cabo.

- Las Revisiones del Desempeño

Las Revisiones del Desempeño permiten medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma, es decir, establecen el porcentaje de trabajo completado y la duración restante

para completar el trabajo de ejecución. Entre las diferentes técnicas que se pueden utilizar, se incluyen:

- **Análisis de Tendencias:** El análisis de tendencias analiza el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si el desempeño está mejorando o se está deteriorando, es decir, determina si la evolución del trabajo es ascendente o descendente.

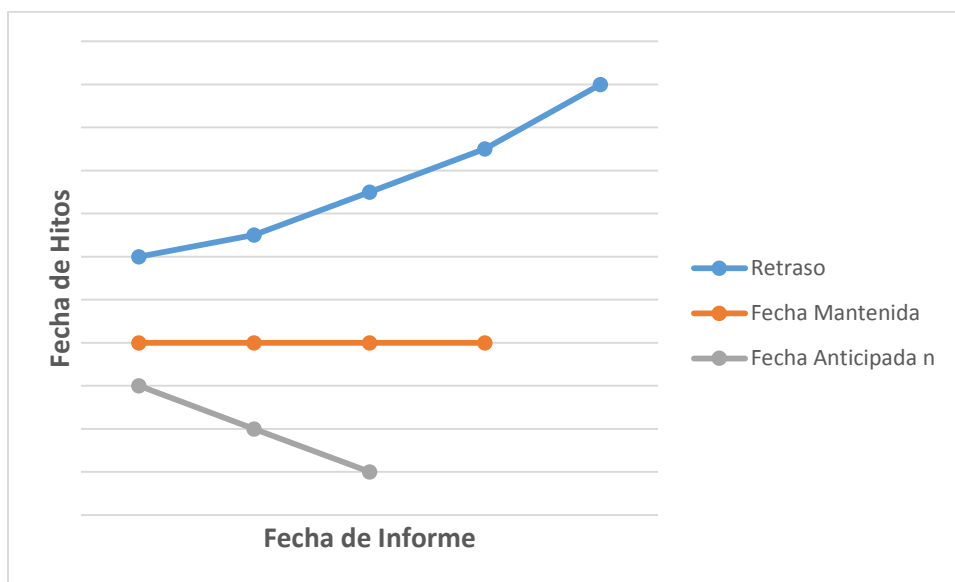


Figura23. Análisis de Tendencias de un Proyecto

## PERT

Uno de los métodos que se usan para controlar el cronograma del proyecto es la Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos (PERT) tiene el objetivo de optimizar el tiempo de ejecución del proyecto desarrollando la programación de las actividades. Este método (PERT) emplea una red del proyecto que visualiza gráficamente las relaciones entre las actividades; además se incluye la duración de las actividades así como sus fechas de inicio más tardío y más temprana admisibles.

El proceso de realización del método PERT es el siguiente:

1. **Hacer una lista de las actividades que tienen que llevarse a cabo.** Se trata de una lista de las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto (la definición de las actividades ya ha sido propuesta con anterioridad).
2. **Hacer una tabla de Precedencias.** Se trata de establecer qué actividades deben de preceder a cada actividad. Es decir, vamos a tomar la lista de actividades, que posiblemente estará desordenada, y vamos a ordenar las tareas según una relación de precedencia.

Actividades	Actividades de Precedencia
A	-
B	A
C	A
D	A
E	B, C, D
F	E
G	F
H	G
I	H
J	G

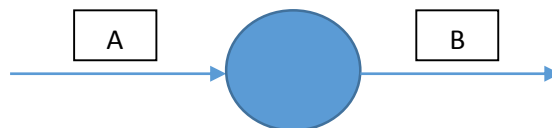
**Tabla1. Tabla de Precedencia de Actividades**

En esta tabla, indicamos en la columna de la izquierda cada una de las tareas, y en la columna de la derecha, las actividades que la preceden, es decir: aquellas tareas que necesariamente tenemos que haber terminado antes de poder empezar cada actividad. Por ejemplo, para poder empezar la tarea C, es necesario haber terminado la actividad A.

Cada una de las relaciones de precedencia que tenemos en la tabla se puede representar gráficamente.

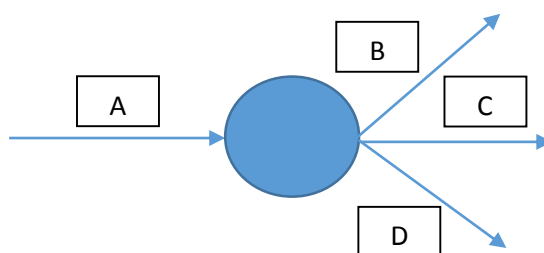
Hay 3 tipos de precedencias:

- Precedencias Lineales: corresponden a los casos en los que hay una actividad que precede y una única actividad que precede y una única actividad que procede.



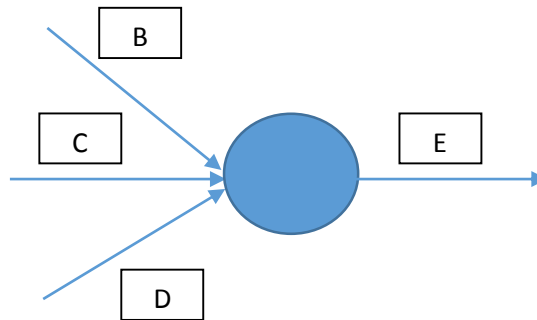
**Figura24. Precedencia Lineal.**

- Precedencias de Divergencia: corresponden a los casos en los que hay una única actividad que precede y varias que proceden.



**Figura25. Precedencia de Divergencia.**

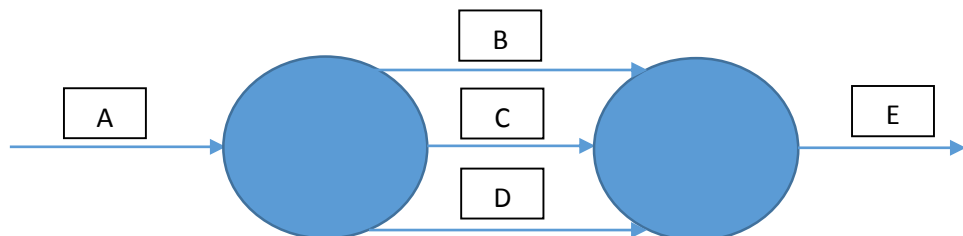
- Precedencias de Convergencia: corresponden a los casos en los que hay varias actividades que preceden y una única actividad que procede.



**Figura26. Precedencia de Convergencia.**

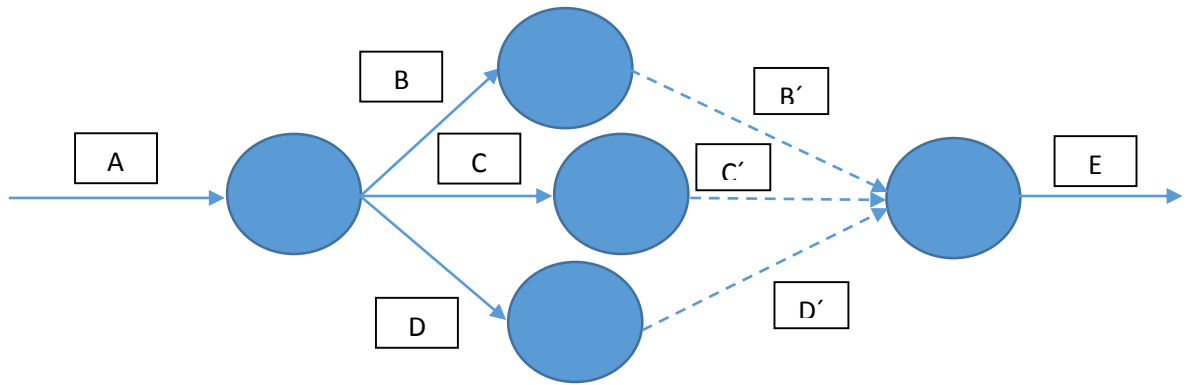
**3. Dibujar el Grafo.** El grafo PERT se hace siguiendo 3 reglas:

- Un nudo sólo puede numerarse una vez que se han numerado todos los nudos que le preceden (que tienen flechas que llegan hasta él).
- Debe de haber un único nudo de comienzo y un único nudo de final.
- Dos flechas que parten del mismo nudo no pueden tener el mismo nudo de destino. Puede suceder perfectamente que, para pasar de una fase del proyecto a la siguiente, sean necesarias varias actividades distintas. Esto se ve reflejado en la Figura31.



**Figura27. Ejemplo Erróneo De Unión de Nudos**

En este ejemplo, las actividades B, C y D proceden de A y preceden a E; en principio esto debería de representarse como aparece en la Figura31, sin embargo, se define una actividad como un conjunto de 2 nudos (para que la notación no sea demasiado pesada a medida que el PERT se complica); de forma que la Figura31 quedará correctamente representada en la Figura32:



**Figura28. Ejemplo Correcto de Unión entre Nodos**

Se han añadido 3 actividades “ficticias” (con los nombres B’, C’, Y D’) y 3 nudos intermedios simplemente para respetar el principio de designación unívoca.

- 4. Análisis de duraciones: tiempos “Early” y “Last”.** El grafo PERT se utiliza para calcular la duración del Proyecto y para evaluar la importancia de las diferentes tareas.
- Tiempo “Early”: es el tiempo mínimo necesario para alcanzar un nudo.
  - Tiempo “Last”: es el tiempo máximo que podemos tardar en alcanzar un nudo sin que el proyecto sufra un retraso.

Supongamos que las duraciones previstas de las actividades anteriores son las siguientes:

Actividad	Duración Prevista (Semanas)
A	4
B	4
C	8
D	1
E	3
F	7
G	3
H	6
I	10
J	2

**Tabla2. Tabla de la Duración Prevista de cada Actividad**

El tiempo “Early” y el tiempo “Last” dependen de la relación entre las diferentes tareas, y se calcula a partir del PERT de la siguiente forma:

- Debajo de cada flecha, colocamos la duración de la actividad.
- Para los tiempos “Early”: se comienza por el nudo inicial, asignándole un tiempo early = 0. A partir de este nudo, el tiempo early de cada nudo será igual al tiempo early del nudo anterior más la duración de la actividad precedente. Si hay varios nudos y actividades inmediatamente anteriores, se toma el máximo de los “candidatos”.



- Para los tiempos “Last”: se empieza por el nudo final, asignándole un tiempo last igual a su tiempo early. A partir de este nudo, el tiempo last de cada nudo será igual al tiempo last del nudo posterior menos la duración de la actividad precedente. Si hay varios nudos y actividades inmediatamente posteriores, se toma el valor mínimo entre los “candidatos”.

Hay “Holgura” en un nodo cuando el tiempo early es inferior al tiempo last. Que haya holgura significa que se puede permitir un retraso sin que la duración total del proyecto se vea comprometida. No hay Holgura en un nodo cuando el tiempo early es igual al tiempo last. El “CAMINO CRÍTICO” es la senda definida por los nudos que no tienen Holgura. Este camino indica todas las actividades para las cuales es importante que no haya ningún retraso [2].

### 3.3. Asignar Costes a las Actividades

El cronograma se obtiene a partir de la Gestión del Tiempo del Proyecto; los procesos de esta gestión son:

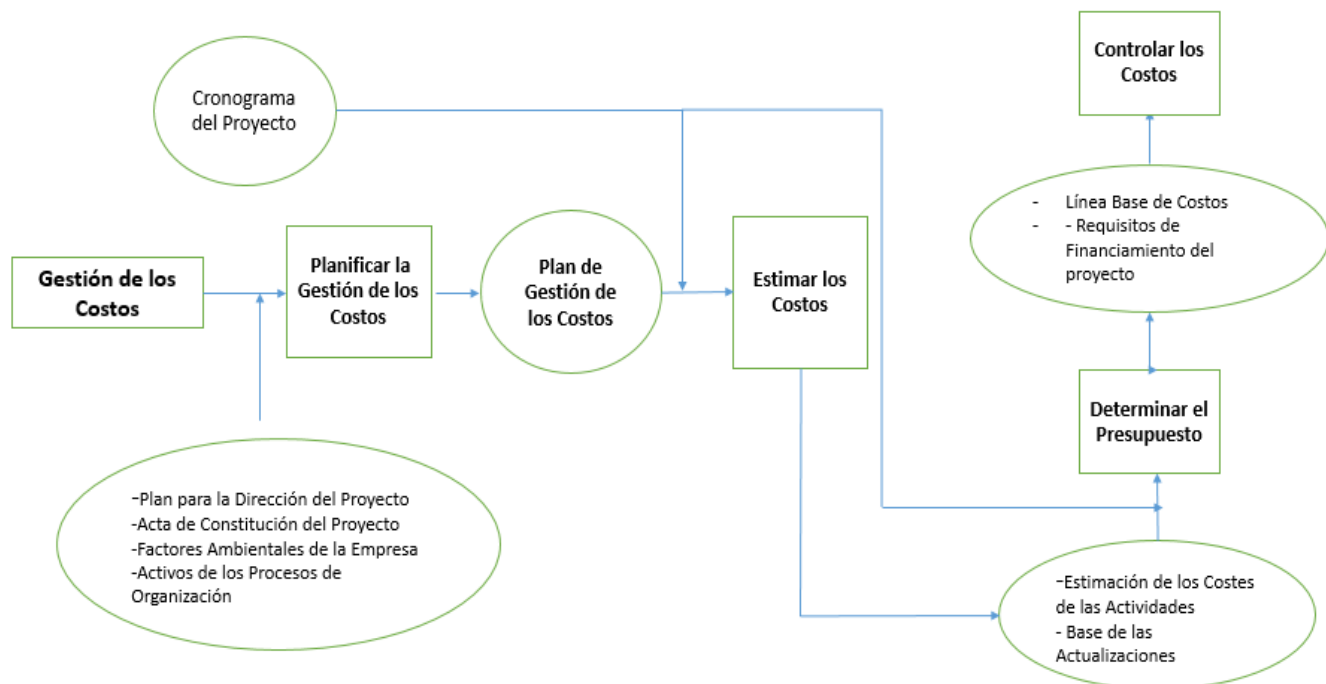


Figura29. Esquema de los Procesos de la Gestión de los Costos

### 3.3.1. Planificar la Gestión de los Costos

Planificar la Gestión de los Costos es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para poder planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto. Este proceso proporciona guía y dirección sobre la gestión de los costos del proyecto a lo largo de éste.

Las entradas necesarias para poder realizar la planificación de la gestión de los costos del proyecto son:

- Plan para la Dirección del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

- Acta de Constitución del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.1.

El documento que obtenemos a partir de este proceso es el Plan de Gestión de los Costos.

- Plan de Gestión de los Costos

El Plan de Gestión de los Costos describe la forma en que se planificarán, estructurarán y controlarán los costos del proyecto. El plan de gestión de costos debe de contener las mismas especificaciones que el Plan de Gestión del Cronograma pero esta vez enfocadas al coste del proyecto; dichas especificaciones son:

- Unidades de medida
- Nivel de precisión
- Nivel de exactitud
- Enlaces con los procedimientos de la organización
- Umbrales de control
- Reglas para la medición del desempeño
- Formatos de los informes
- Descripciones de los procesos

Todas ellas ya descritas en el apartado 3.2.1.

### 3.3.2. Estimar los Costos

El segundo proceso de la Gestión de los Costos del Proyecto es el de Estimar los Costos que es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para poder planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto. Este proceso proporciona guía y dirección sobre la gestión de los costos del proyecto a lo largo de éste.

Las entradas necesarias para poder realizar una estimación de los costos del proyecto son:

- Plan para la Dirección del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

- Plan de Gestión de los Recursos Humanos

Proceso que identifica y documenta los roles y las responsabilidades de cada una de las personas que forman parte del proyecto, es decir, se establecen las relaciones de comunicación y la gestión de personal.

- Línea Base del Alcance

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

- Cronograma del Proyecto

Ya descrito en el apartado 3.2.6.

Las técnicas y herramientas necesarias para estimar los costos de un proyecto son:

- Estimación Análoga

La Estimación Análoga de costos utiliza datos y valores de proyectos anteriores similares como base para estimar el mismo parámetro o medida para un proyecto actual; se emplea a menudo para estimar un valor cuando existe una cantidad limitada de información detallada sobre el proyecto. El problema de esta técnica es que no se puede llevar a cabo en proyectos innovadores que no disponen de precedentes similares.

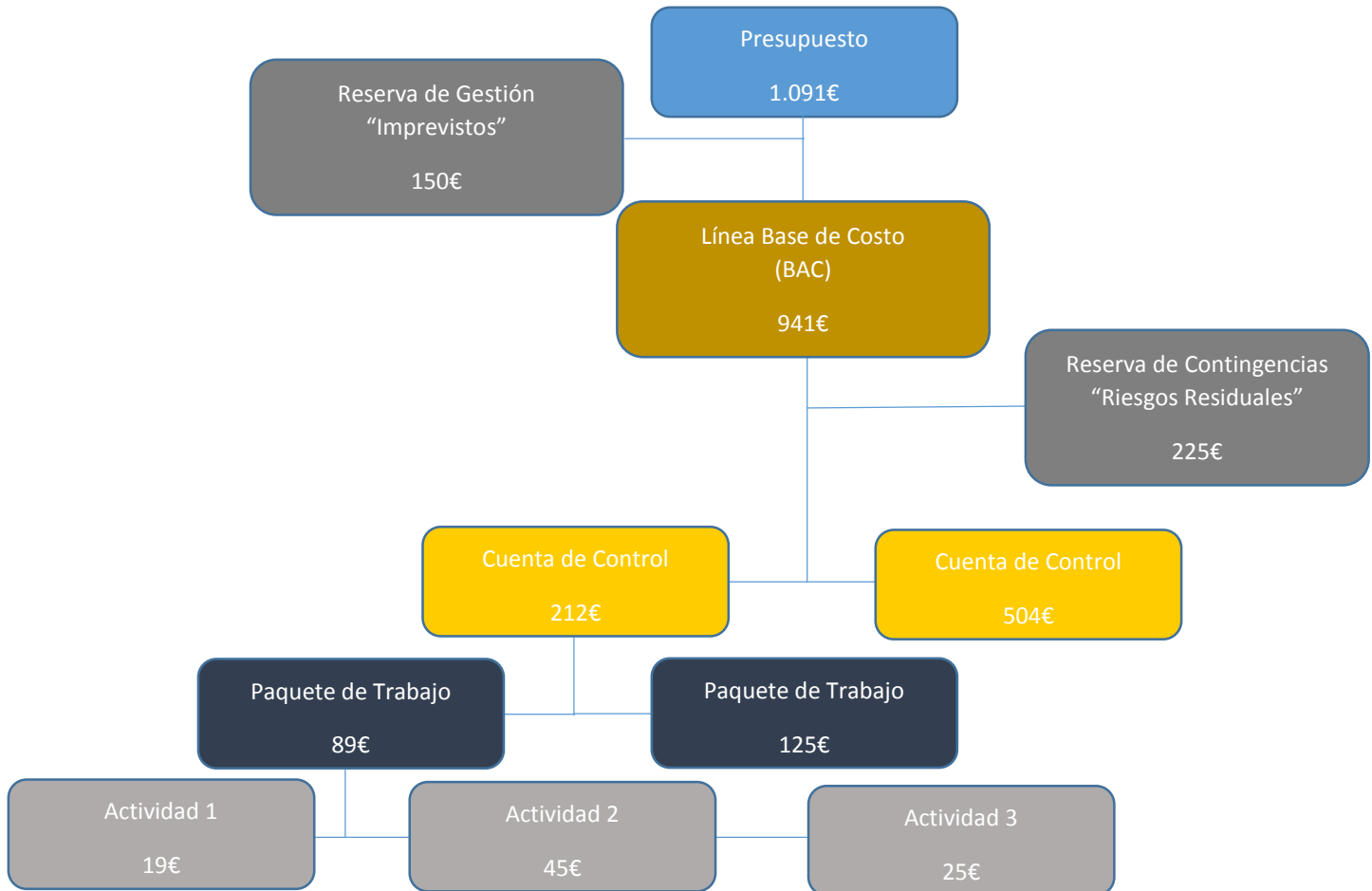
- Estimación Paramétrica

La Estimación Paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos relevantes y otras variables con el fin de obtener una estimación del costo del trabajo. La estimación paramétrica de costos se puede aplicar a un proyecto en su totalidad o a partes del mismo, en combinación con otros métodos de estimación. La ventaja que tiene esta técnica es que si se hacen proyectos similares esta forma de estimar es muy rápida y muy segura.

Por ejemplo, en el sector de la construcción el parámetro puede ser metro cuadrado construido: construir una casa lleva "X" horas por metro cuadrado y cuesta "Y" euros por metro cuadrado.

- Estimación Ascendente

La Estimación Ascendente es un método que sirve para estimar un componente del trabajo. El costo individual de cada paquete de trabajo o actividad se calcula con el mayor nivel posible de detalle. El costo detallado se resume posteriormente o se “acumula” en niveles superiores para fines de reporte y seguimiento.



**Figura30. Ejemplo de una Estimación Ascendente**

Se pueden observar las distintas actividades y su coste, así por ejemplo, el Presupuesto (de 1.091€) se divide en la Reserva de Gestión (de 150€) y en la Línea Base de Costo (de 941€), la suma de ambas dará el coste del Presupuesto, a su vez la Línea Base de Costo se divide en dos Cuentas de Control (de 212€ y de 504€) y una Reserva de Contingencias (de 225€) y así sucesivamente.

- Estimación por Tres Valores

La Estimación por Tres Valores plantea que se puede mejorar la exactitud de las estimaciones de costos si se tienen en cuenta la incertidumbre y el riesgo y se utilizan estimaciones por tres valores para definir un rango aproximado del costo de la actividad:

1. Más probable (cM). El costo de la actividad se estima sobre la base de una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y de cualquier gasto previsto.

2. Optimista ( $cO$ ). El costo de la actividad se estima sobre la base del análisis del mejor escenario para esa actividad.
3. Pesimista ( $cP$ ). El costo de la actividad se estima sobre la base del análisis del peor escenario para esa actividad.

Se puede calcular el costo esperado,  $cE$ , mediante las siguientes fórmulas:

4. Distribución Triangular:  $cE = (cO + cM + cP)/3$
5. Distribución Beta:  $cE = (cO + 4cM + cP)/6$

Por ejemplo: se tiene un proyecto que si todo va medianamente bien y no hay ningún imprevisto durará costará 1000€; si hay problemas con el desarrollo en los navegadores podría incrementarse el coste a 1500€ y si esta parte se elabora más rápido de lo esperado el coste se ve reducido a 800€, de forma que:

$$cM = 1000€$$

$$cO = 800€$$

$$cP = 1500€$$

$$cE = (1000 + 800 + 1500) / 3 = 1100€ \text{ (según la distribución triangular)}$$

$$cE = (1000 + 4*800 + 1500) / 6 = 950€ \text{ (según la distribución beta)}$$

Los documentos que se obtienen en el proceso de Estimar los Costos son:

- Estimación de los Costos de las Actividades

La Estimación de los Costos de las Actividades es una evaluación de los costos probables necesarios para completar el proyecto. Se estiman los costos para cada actividad necesaria para realizar el proyecto incluyendo los costos indirectos del éste. Las estimaciones de costos de actividades deben actualizarse durante el transcurso de éstas con el fin de reflejar detalles adicionales a medida que éstos se conocen. Por ejemplo: un proyecto en su fase de iniciación puede tener una estimación aproximada de orden de magnitud (ROM) en el rango de  $\pm 50\%$ . En una etapa posterior al proyecto, conforme se cuenta con más información, las estimaciones pueden reducirse a un rango de  $\pm 10\%$ .

- Base de las Estimaciones

La Base de las Estimaciones muestra la cantidad y el tipo de detalles adicionales que respaldan la estimación de costos, es decir, la base de las estimaciones es una serie de documentos que respaldan las estimaciones obtenidas; estos documentos son:

- La documentación de los fundamentos de las estimaciones, es decir, una explicación de cómo fueron desarrolladas.
- La documentación de todos los supuestos realizados, es decir, la documentación de todas las actividades sobre las que se ha estimado.
- La documentación de todas las restricciones conocidas.

- Una indicación del rango de las estimaciones posibles (por ejemplo: 10.000€ ±10% para indicar que se espera que el costo del elemento se encuentre dentro de este rango de valores).
- Una indicación del nivel de confianza de la estimación final, es decir, reflejar la probabilidad de que la estimación obtenida sea la real.

### 3.3.3. Determinar el Presupuesto

El tercer proceso de la Gestión de los Costos del Proyecto es el de Determinar el Presupuesto que es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo de cara a establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto.

Para poder determinar el presupuesto de un proyecto, previamente es necesario disponer de una serie de documentos: dichos documentos son:

- Plan de Gestión de los Costos

Ya descrito en el apartado 3.3.1.

- Línea Base del Alcance

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

- Estimación de Costos de las Actividades

Ya descrito en el apartado 3.3.2.

- Cronograma del Proyecto

Ya descrito en el apartado 3.2.6.

- Calendario de Recursos

Ya descrito en el apartado 3.2.4.

- Activos de los Procesos de la Organización

Ya descrito en el apartado 3.2.

En el proceso de Determinar el Presupuesto se obtienen una serie de documentos:

- Línea Base de Costos

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

- Requisitos de Financiamiento del Proyecto

Los Requisitos de Financiamiento del Proyecto se derivan de la línea base de costos. La línea base de costos incluirá los gastos proyectados más las deudas anticipadas. Los fondos totales necesarios son aquellos incluidos en la línea base de costos más las reservas de gestión, en caso de existir.

### 3.3.4. Controlar los Costos

El último proceso dentro de la Gestión de los Costos del Proyecto es el de Controlar los Costos que es el proceso de control del estado del proyecto con el fin de actualizar sus costos y gestionar cambios en la línea base de costo; este proceso detecta variaciones con respecto al plan de costos inicial con lo que se pueden tomar acciones correctivas minimizando el riesgo. Se puede decir que la gestión del Costos del Proyecto involucra los procesos necesarios para estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto. Dentro del control de los costos, encontramos la Gestión del Valor Ganado, cuyo estudio, va a constituir la segunda parte de nuestro trabajo.

El control de costos pretende cumplir una serie de objetivos, algunos de ellos son:

- Influir sobre los factores que producen cambios en la línea de costos, es decir, intentar tener un control sobre aquellas actividades que puedan producir cambios en los costos de un proyecto.
- Asegurar que todas las solicitudes de cambio se lleven a cabo de manera oportuna.
- Asegurar que los gastos no excedan los fondos autorizados por período, por actividad y para el proyecto en su totalidad, es decir, controlar el gasto monetario para que no sea superior al previsto y que no supere los fondos de los que se dispone.
- Monitorear el desempeño del costo para detectar y comprender las variaciones con respecto a la línea base aprobada de costos, con esto se refiere a llevar un control del costo a lo largo del proyecto con el fin de que se siga la línea base de costos.
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre utilización de costos o de recursos.
- Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados.
- Realizar las acciones necesarias para mantener los excesos de costos previstos dentro de límites aceptables, es decir, evitar que se superen los costos programados y si hay cambios adaptarlos para que esto no ocurra.

Para poder llevar a cabo el proceso de Control del Costo de un proyecto, serán necesarios una serie de documentos:

- Plan para la Dirección del Proyecto

Ya descrito en el apartado 2.1.2.

- Datos de Desempeño del Trabajo

Ya descrito en el apartado 3.2.7.

- Activos de los Procesos de la Organización

Ya descrito en el apartado 3.2.

Las técnicas y herramientas necesarias para llevar a cabo el Control del Costo de un proyecto son:

- Gestión del Valor Ganado.

Ya descrito en el apartado 3.

- El Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI)

El índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI) es una medida en la que se establece el desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un determinado objetivo de gestión, es decir, una vez establecido el costo actualizado en un momento dado, establece el trabajo que falta por realizar en función de los recursos que hay disponibles.

- Revisiones del Desempeño

Las Revisiones del Desempeño analizan el costo a lo largo del tiempo, las actividades del cronograma detectando los paquetes de trabajo que exceden el presupuesto o que están por debajo de éste, y los fondos necesarios para completar el trabajo en ejecución.



## 4. Aplicación de las Técnicas de Valor Ganado

Una vez se ha **Elaborado la WBS del Proyecto, Desarrollado el Cronograma del Proyecto y Asignado Costes a las Actividades** ya se pueden aplicar las Técnicas de Valor Ganado con el fin de controlar tanto el Tiempo de las actividades como su Coste.

En esta parte del trabajo, se emplea las Técnica de Valor Ganado con el fin de determinar la variabilidad del proyecto y analizar los riesgos de éste dentro del marco del valor ganado. Por medio del análisis de riesgos cuantitativos, se obtiene la función y distribución tanto de la duración del proyecto como del costo de éste, por lo que, por ejemplo, se pueden obtener los niveles máximos de sobrecostos dentro de un nivel de confianza determinado.

Sin embargo, algunos cambios estructurales durante el ciclo de vida del proyecto pueden alterar la variabilidad esperada inicial y llevar el proyecto fuera de los límites de confianza. Por otra parte, las decisiones de los directivos pueden cambiar alguna de las condiciones iniciales. El director del proyecto no debe de esperar hasta el final del proyecto para saber si los sobrecostos están dentro de los niveles esperados o no; durante el ciclo de vida del proyecto hay que asegurarse de que el sobrecosto está dentro de la variabilidad esperada.

Dentro de las Técnicas de Valor Ganado, las varianzas y los índices de rendimiento informan al director del proyecto de si tiene sobrecostos o retrasos, pero no informan si los sobrecostes están dentro de los límites esperados del proyecto.

La tabla que se puede observar a continuación es una muestra de la tabla desarrollada en el entorno Excel empleada para la introducción de los datos del proyecto objeto de estudio.

Actividades	Critica	Fecha de Inicio	Semanas de Trabajo	Fecha de Fin

**Tabla3. Tabla a completar**

En esta tabla es posible observar varias columnas. El objetivo de la primera columna es la determinación de las distintas actividades a realizar para completar los entregables del proyecto en cuestión. Por su parte, la segunda columna servirá para determinar qué actividades son críticas y cuales no. Si se determina en el valor de la misma un “1” implicara que la actividad es crítica. El valor “2” indica que dicha actividad no lo es.

Volviendo a la tabla Excel, en las columnas 3 y 5 es necesario colocar las **Fechas de Inicio** y de **Fin de las actividades**, estas fechas de inicio y fin son las previstas inicialmente; sin embargo, una vez vayan sucediendo las actividades se pueden ir modificando las fechas de inicio y de fin modificándose así las semanas de trabajo. Una vez, hayamos colocado los datos en esas 4 columnas, el primer valor que se obtiene de forma directa será el de los **Días de Trabajo** en cada actividad, para ello el algoritmo utilizado es:

$$= \text{Fecha de Fin}_x - \text{Fecha de Inicio}_x$$

La función de este algoritmo es comparar la Fecha de Fin de la Actividad con la Fecha de Inicio de la Actividad, dando así la duración de cada actividad.

La siguiente columna de la tabla es la de **Situación**, en ella se muestra si a día de hoy la actividad se encuentra Finalizada, En Curso o Sin Comenzar; para conseguir esto se debe de colocar una tabla intermedia que identifique si la actividad está En Curso o Terminada; esto se hará a partir del % de trabajo completado de la actividad, si éste es del 100% la actividad estará terminada. El algoritmo utilizado será:

$$= SI (\% \text{ Trabajo Completado} = 100; " \text{ Terminado } "; " \text{ En Curso } ")$$

Una vez la tabla intermedia se encuentra disponible, es posible completar la tabla Situación y es que en esta columna se comprobará si el % de Trabajo Completado es de 0, si lo es, la Situación será Sin Comenzar; si no lo es, la situación será la obtenida en la tabla intermedia; el algoritmo utilizado para calcular esto es:

$$= SI (\% \text{ Trabajo Completado}; " \text{ Sin Comenzar } " ; \text{ celda de la tabla intermedia})$$

La función SI devuelve un valor si la condición es verdadera y otro si la condición es falsa:

$$SI ( \text{ prueba\_lógica}; [\text{valor\_si\_verdadero}]; [\text{valor\_si\_falso}])$$

Lo que hace es comprobar si la “prueba\_lógica” es cierta o no, de forma que si lo es se aparecerá el “valor\_si\_verdadero” y si no lo es aparecerá el “valor\_si\_falso”.

Las columnas de **Coste Presupuestado** y de **Coste Real** deberán de ser rellenadas por el usuario; cabe destacar, que el coste real se irá modificando a medida que la actividad vaya siendo realizada.

La columna de **Porcentaje de Trabajo Completado** de cada actividad es una columna que, si la actividad está acabada, se deberá de introducir el valor 100 (haciendo referencia a que el total de la actividad ha sido completado). Si la actividad está en curso, el usuario tendrá que introducir el % de la actividad que ha sido completado hasta ese momento.

Por último, en esta tabla se encuentra el Indicador de Previsión del Cronograma. Esto se debe a que el Método del Valor Ganado (EVM) también puede ser utilizado para apoyar la decisión sobre la implementación de los cambios en diferentes fases del proyecto. Se debe tener en cuenta que el cambio del diseño general conlleva cambios en el proyecto que pueden ser difíciles de predecir antes de comenzar el cambio inicial. El indicador SFI (Indicador de Previsión del Cronograma) es una fórmula (dedicado a los directores de los proyectos) que sirve como una herramienta de gestión complementaria al EVM.

El objetivo de SFI es presentar un valor que exprese la oportunidad de una exitosa cancelación del retraso ocurrido en varias fases del proyecto, es decir, el SFI expresa el porcentaje que hay, en cada fase del proyecto, de que al modificar el diseño inicial de una actividad se pueda solucionar el retraso que esto puede generar. El director del proyecto, antes de tomar una decisión sobre la ejecución de un nuevo cambio en el diseño debería siempre considerar si el coste del objetivo del proyecto y la ficha final del proyecto coinciden. Cabe destacar que es mucho más fácil de cancelar perturbaciones generadas por el cambio de diseño en las primeras etapas del proyecto que en sus fases más tardías. Es más, la probabilidad de una cancelación efectiva de los retrasos debido a un cambio de diseño depende del número de actividades

críticas y no críticas restantes, es decir, actividades que se ejecutarán después de la Fecha de Control y antes del Final Programado del Proyecto. Lógicamente, el número de actividades críticas es un dato más importante que el número por lo que se ha propuesto el factor de ponderación para la fórmula SFI. La fórmula para calcular el SFI es:

$$SFI = \frac{a * \sum_{START}^{STD}(t_c) + \sum_{START}^{STD}(t_{nc})}{(a + 1) \sum_{START}^{END}(t_c + t_{nc})}$$

Donde:

$$a = \frac{\sum_{START}^{END}(t_{nc})}{\sum_{START}^{END}(t_c)}$$

$\sum_{START}^{STD}(t_c)$  = Duración total de todas las actividades críticas completadas

$\sum_{START}^{STD}(t_{nc})$  = Duración total de todas las actividades NO críticas completadas

$\sum_{START}^{END}(t_c)$  = Duración total de todas las actividades críticas

$\sum_{START}^{END}(t_{nc})$  = Duración total de todas las actividades NO críticas

El SFI podemos verlo claramente en el artículo [1].

Una vez terminada la primera de las dos tablas que forman parte del documento Excel, la siguiente tabla será completada, en gran parte, de forma automática.

En la segunda tabla que vamos a obtener los datos en función del tiempo (en la tabla anterior los datos eran para las distintas actividades). Para ello el primer proceso a calcular será el **Coste Presupuestado** para cada uno de los periodos (si no se da este coste presupuestado para cada Fecha de Control se calcula a partir del Coste Presupuestado de las actividades). Junto al Coste presupuestado, se debe de calcular el **Coste Real** para cada periodo de control. No se trata más que de la realización del sumatorio del Coste Real de todas las actividades comenzadas hasta ese momento.

A partir de estos datos, se obtendrán valores que se verán reflejados en distintas gráficas; los 3 primeros datos que obtenidos son el **Coste Presupuestado del Trabajo Presupuestado**, el **Coste Real del Trabajo Presupuestado** y el **Coste Presupuestado del Trabajo Real**.

El Coste Presupuestado del Trabajo Presupuestado (CPTP) indica el coste que había planificado del trabajo que había sido programado y que debería de estar realizado para esa determinada fecha de control.

Coste Real del Trabajo Realizado (CRTR) indica el coste que verdaderamente han supuesto los trabajos realizados hasta la fecha de control.

El Coste Presupuestado del Trabajo Real (CPTR) indica el coste del trabajo realizado hasta la fecha de control, pero al coste que se había presupuestado inicialmente.

El siguiente valor que vamos a obtener a partir de los datos introducidos es la **Variación del Coste (VC)** que es una medida del desempeño del costo en un proyecto es igual al Valor Ganado (CPTR) menos los Costos Reales (CRTR). La Variación del Coste indica la relación entre el desempeño real y los costos ganados; una VC negativa con frecuencia no es recuperable para el proyecto. El algoritmo utilizado en Excel para calcularlo es:

$$= CPTR_x - CRTR_x$$

Junto a la Variación del Coste está la **Variación del Plazo (VP)** que es una medida del desempeño del cronograma de un proyecto; es igual al Valor Ganado (CPTR) menos el Valor Planificado (CPTP). La variación del cronograma es una medida útil, ya que puede indicar retraso del proyecto con la línea base del cronograma. A continuación se muestra el algoritmo empleado para el cálculo de la misma:

$$= CPTR_x - CPTP_x$$

Al igual que en el caso anterior, los dos siguientes valores obtenidos van relacionados, el primero de ellos es el Índice del **Desempeño del Costo (IRC)** que es una medida del valor del trabajo completado en comparación con el costo o el avance real del proyecto. Esta se considera la métrica más importante dentro de la EVM, pues mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado. Un valor de IRC mayor que 1 indica un costo inferior con respecto al desempeño en la fecha y un IRC menor que 1 indica un sobre costo con respecto al trabajo completado. El IRC se calcula como la división entre el CPTR y el CRTR.

$$= CPTR_x / CRTR_x$$

El siguiente valor es el **Índice del Desempeño del Cronograma (IRP)** que es una medida del avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado. Es una razón entre el Valor Ganado (CPTR) y el Valor Planificado (CPTP). Un valor del IRP menor que 1, indica que la cantidad de trabajo efectuado es menor a la prevista, mientras que si el IRP es mayor que 1, la cantidad de trabajo efectuado es mayor a la prevista. Se calcula dividiendo el CPTR entre el CPTP.

$$= CPTR_x / CPTP_x$$

La siguiente gráfica que se obtiene es la del **CFP** Coste Final del Proyecto; la fórmula para calcular el CFP es:

$$CFP = CRTR + \frac{CPP - CPTR}{\text{Indice de Rendimiento}}$$

Donde el CPP es el Coste Presupuestado del Proyecto que es la suma del Coste Presupuestado de todas las actividades del Proyecto.

El Factor de Rendimiento refleja las expectativas que tiene el analista acerca de cómo se comportará el proyecto en el futuro. Este factor se puede calcular de 3 formas en función del "Índice de Rendimiento que usemos:

- El valor que más se ajusta a la realidad es:

$$\text{Indice de Rendimiento} = 0,2 * IRP + 0,8 * IRC$$

Todas estas definiciones se encuentran en [5].

- El valor más Optimista del CFP es:

$$\text{Indice de Rendimiento} = IRC$$

- El valor más Pesimista del CFP es:

$$\text{Indice de Rendimiento} = IRC * IRP$$

El último valor que se obtiene para cada fecha de control va a ser el **IRTC** o Índice del Rendimiento del Trabajo por Completar, es el rendimiento del coste que será necesario para completar el trabajo dentro del presupuesto. La siguiente fórmula se emplea para el cálculo del IRTC:

$$IRTC = \frac{CPP - CPTR}{CFP - CRTR}$$

Donde el CFP ya ha sido calculado anteriormente para cada actividad.

Un IRTC mayor que 1 significaría que habría que realizar más de una unidad monetaria de trabajo por cada unidad monetaria de dinero invertido, a partir de la Fecha de Control, si lo que se pretende es acabar el proyecto con un coste CFP.

## 5.Caso Práctico

En esta parte del trabajo, se plantea un ejemplo con datos reales de costes y tiempos. Así mismo, se introducen las distintas gráficas obtenidas para las distintas Fechas de Control.

Los datos de partida vienen dados en la siguiente tabla:

Actividades	Crítica	Fecha de Inicio	Semanas de Trabajo	Días de Trabajo	Fecha de Fin	Coste Presupuestado
Actividad A	1	04/05/2015	3	21	25/05/2015	24000
Actividad B	1	25/05/2015	4	28	22/06/2015	36000
Actividad C	2	25/05/2015	2	14	08/06/2015	20000
Actividad D	2	08/06/2015	3	21	29/06/2015	39000
Actividad E	1	29/06/2015	2	14	13/07/2015	20000
Actividad F	1	13/07/2015	1	7	20/07/2015	15000
Actividad G	1	20/07/2015	3	21	10/08/2015	12000
Actividad H	2	29/06/2015	3	21	20/07/2015	15000
Actividad I	1	20/07/2015	2	14	03/08/2015	6000
Actividad J	2	20/07/2015	3	21	10/08/2015	15000
Actividad K	1	10/08/2015	2	14	24/08/2015	10000
Actividad L	1	10/08/2015	4	28	07/09/2015	12000
Total			18			224000

**Tabla4. Tabla de Datos**

En esta tabla quedan reflejados los datos iniciales de los que dispone el usuario y a partir de los cuales se va a aplicar la Gestión del Valor Ganado.

Se puede observar que la duración total de este Proyecto es de 18 semanas (teniendo en cuenta que el trabajo se va a realizar los 7 días de la semana); en este caso se ha decidido que el control de éste se realice cada 3 semanas, es decir, 6 fechas de control.

## 5.1. 1 Fecha de Control

El primer control del avance del proyecto se realizará a las 3 semanas de su comienzo, el día 25/05/2015; para esta fecha los datos de los que disponemos para cada actividad son:

Actividades	Situación	Coste Presupuestado	Coste Real	Porcentaje del Trabajo Completado (en %)
Actividad A	Terminado	24000	28000	100
Actividad B	Sin Comenzar	36000		
Actividad C	Sin Comenzar	20000		
Actividad D	Sin Comenzar	39000		
Actividad E	Sin Comenzar	20000		
Actividad F	Sin Comenzar	15000		
Actividad G	Sin Comenzar	12000		
Actividad H	Sin Comenzar	15000		
Actividad I	Sin Comenzar	6000		
Actividad J	Sin Comenzar	15000		
Actividad K	Sin Comenzar	10000		
Actividad L	Sin Comenzar	12000		
Total		224000		

Tabla5. Tabla de datos para la 1ª Fecha de Control

En esta tabla se observa como durante las 3 primeras semanas sólo se ha completado la Actividad A, sin embargo, el resto de actividades están sin comenzar. Las gráficas obtenidas son:

### CPTP-CRTR-CPTR

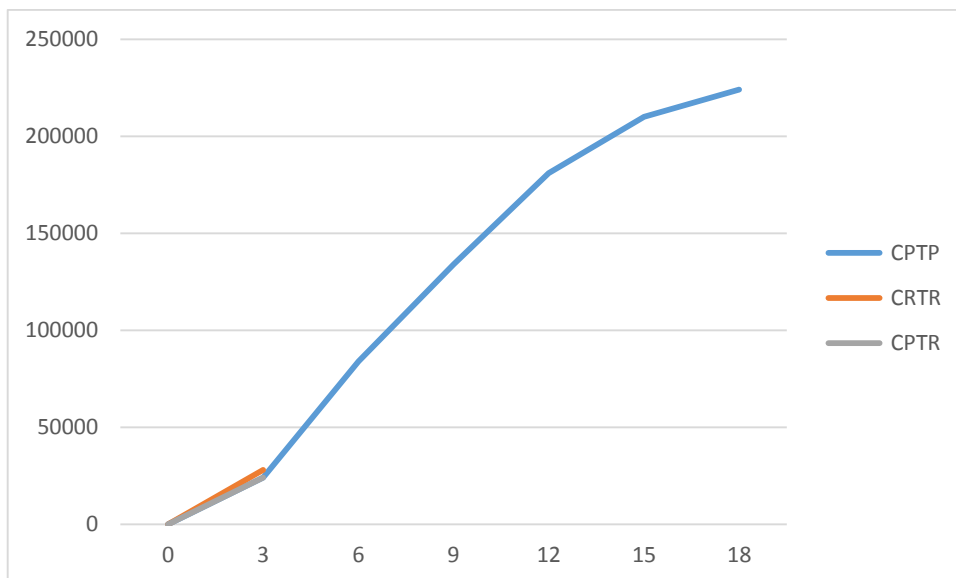


Figura31. Gráfica CPTP-CRTR-CPTR para 1ª Fecha de Control

La gráfica muestra claramente como tanto el CPTR como el CRTR tienen valores ligeramente por encima del CPTP. Esto indica que hasta el momento los costes están por encima de lo previsto.

### CP-CR

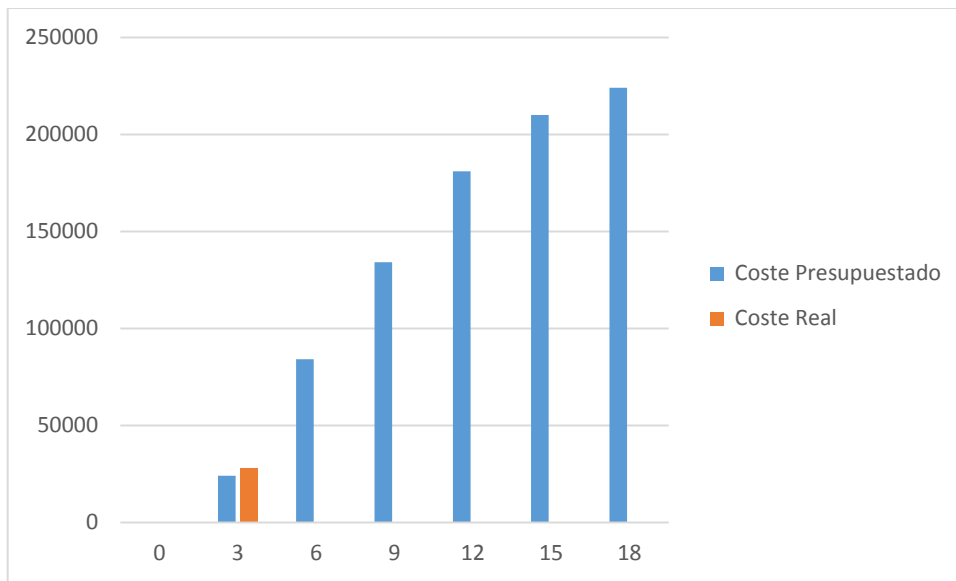


Figura32. Gráfica CP-CR para la 1ª Fecha de Control

Como ya se ha comentado anteriormente se observa claramente como para la primera fecha de control el coste real es mayor que el coste presupuestado y por tanto, en ese momento existe sobrecosto.

### VC-VP

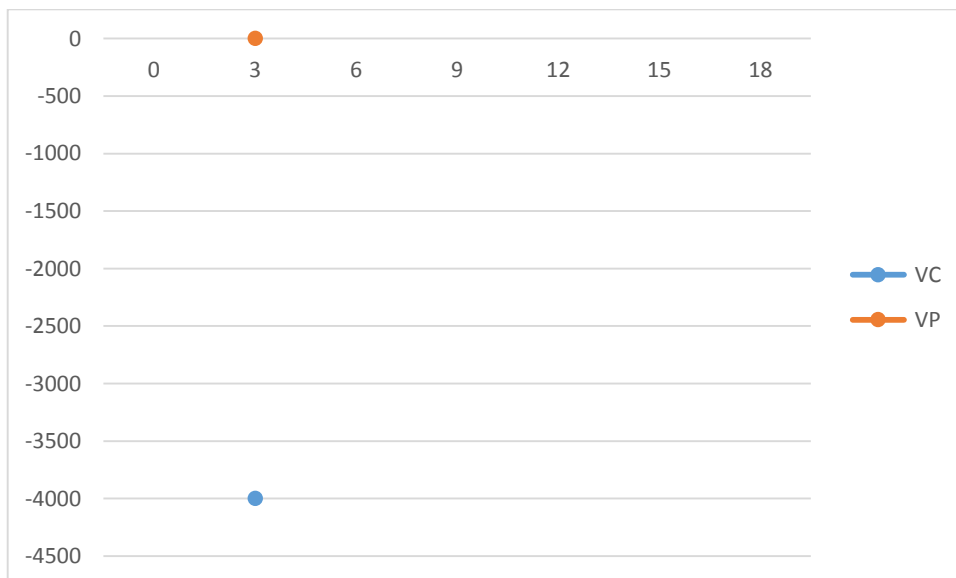


Figura33. Gráfica VC-VP para la 1ª Fecha de Control

En esta gráfica se observa claramente lo que se ha comentado en las gráficas anteriores. Se puede asegurar por tanto que para la primera Fecha de Control el proyecto tiene sobrecosto. Sin embargo, la variación del plazo es nula, lo que significa que hasta esta fecha el plazo está siguiendo lo previsto.



## IRC-IRP

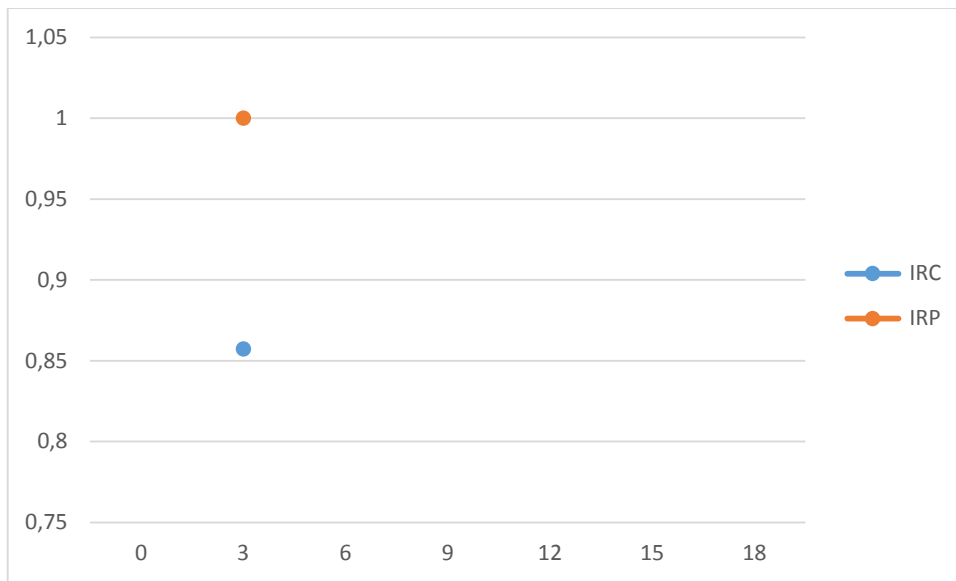


Figura34. Gráfica IRC-IRP para la 1ª Fecha de control

En esta gráfica es posible observar que el IRC está por debajo de la unidad. Esto significa que los costos del proyecto hasta esta fecha sobrepasan los costos esperados (hay sobrecosto); así mismo, el IRP es 1 pues no hay variaciones en el plazo para la primera fecha de control.

## CFP

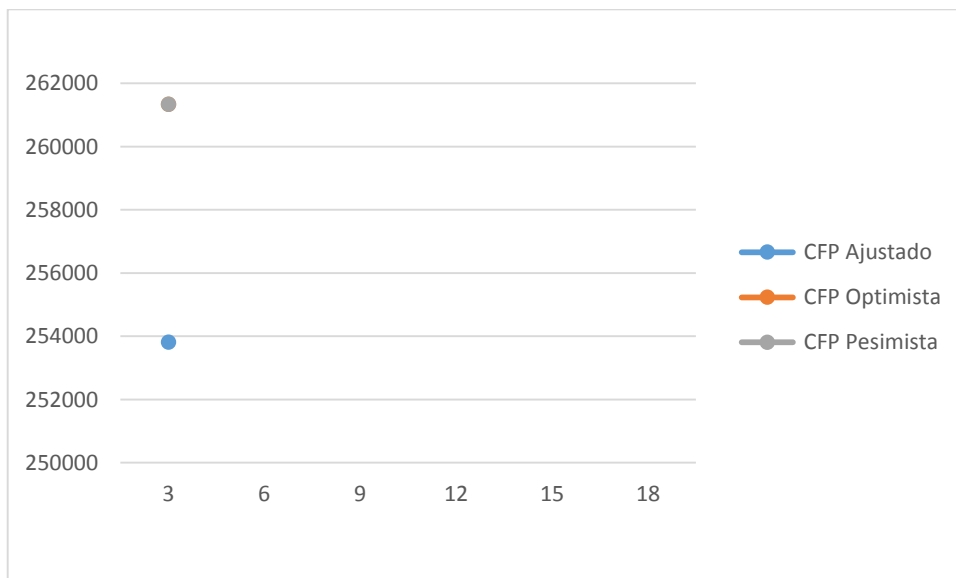
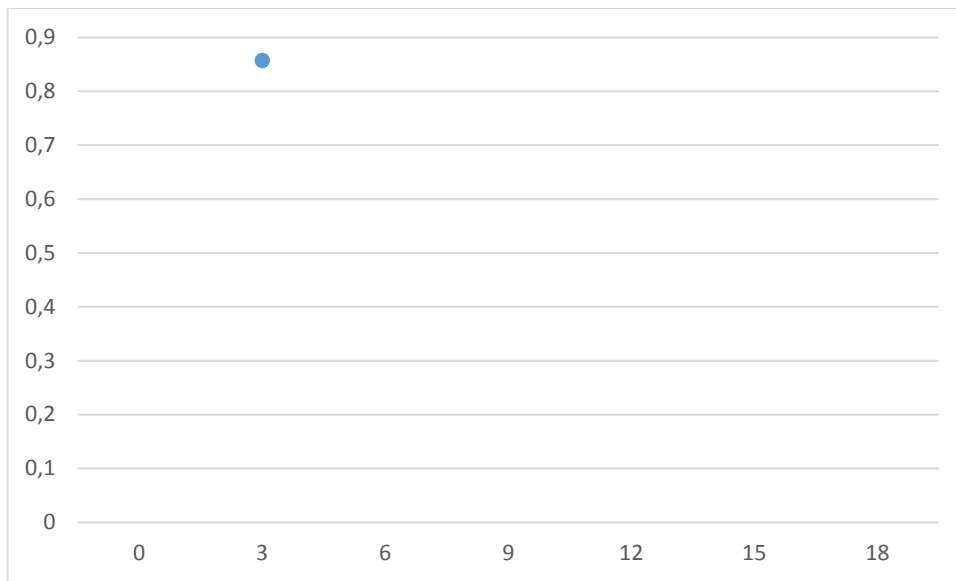


Figura35. Gráfica CFP para la 1ª Fecha de control

En este gráfico, se puede observar como el CFP Pesimista es algo superior al Ajustado. Además, en este caso, al ser el IRP=1 el CFP Pesimista y el Optimista coinciden.

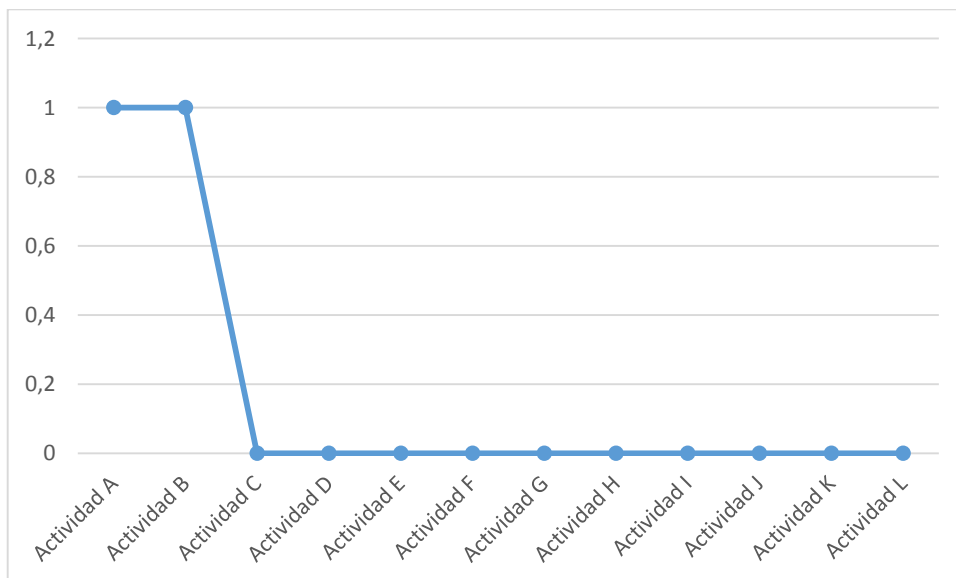
## IRTC



**Figura36. Gráfica IRTC para la 1ª Fecha de control**

Se observa como el IRTC tiene un valor inferior a 1, lo que significa que hasta la fecha se ha realizado menos de una unidad monetaria de trabajo por cada unidad monetaria de dinero invertido.

## SFI



**Figura37. Gráfica IRTC para la 1ª Fecha de control**

En la gráfica, se puede observar como las dos únicas actividades con SFI no nulo son la A y la B, por lo que son las únicas en las que se podrán realizar modificaciones sin verse afectado el plazo del proyecto.

## 5.2. 2 Fecha de Control

El primer control del avance del proyecto se realizará a las 6 semanas de su comienzo, el día 15/06/2015. Para esta fecha, los datos disponibles para cada actividad son:

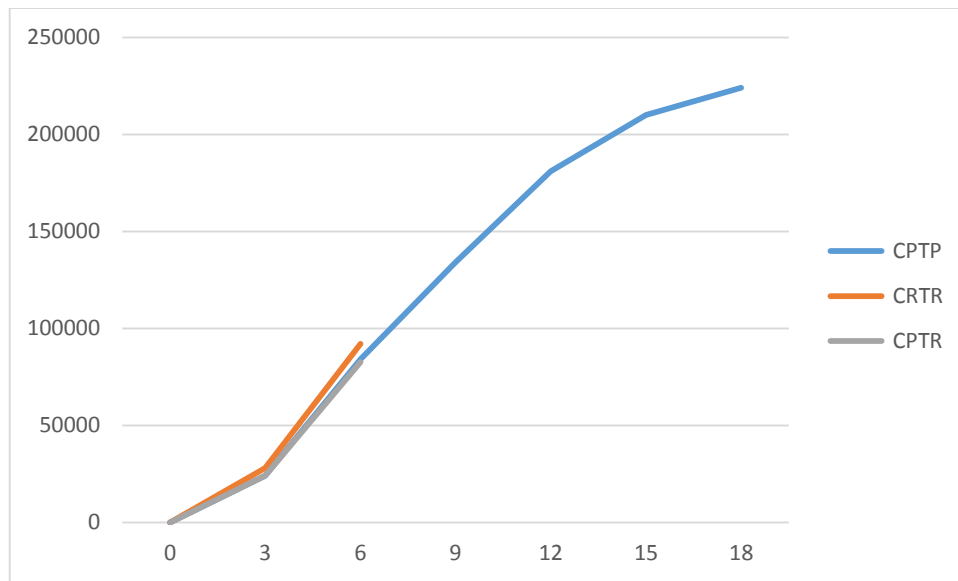
Actividades	Situación	Coste Presupuestado	Coste Real	Porcentaje del Trabajo Completado (en %)
Actividad A	Terminado	24000	28000	100
Actividad B	En Curso	36000	32000	80
Actividad C	Terminado	20000	21000	100
Actividad D	En Curso	39000	11000	25
Actividad E	Sin Comenzar	20000		
Actividad F	Sin Comenzar	15000		
Actividad G	Sin Comenzar	12000		
Actividad H	Sin Comenzar	15000		
Actividad I	Sin Comenzar	6000		
Actividad J	Sin Comenzar	15000		
Actividad K	Sin Comenzar	10000		
Actividad L	Sin Comenzar	12000		
Total		224000		

**Tabla6. Tabla de datos para la 2ª Fecha de Control**

En esta tabla se observa como durante las 6 primeras semanas se han completado las actividades A y C, mientras que las actividades B y D están En Curso.

A partir de estos datos, las gráficas obtenidas son:

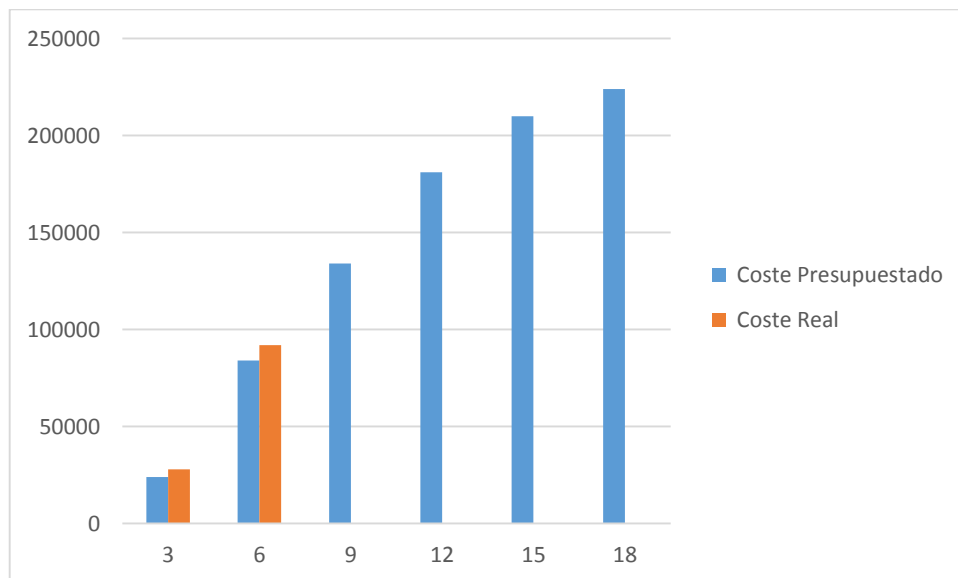
### CPTP-CRTR-CPTR



**Figura38. Gráfica CPTP-CRTR-CPTR para la 2ª Fecha de control**

En la gráfica se puede observar como el CRTR es superior al CPTP lo que significa que durante las primeras 6 semanas hay sobrecosto; además, el Coste Presupuestado del Trabajo Realizado (CPTR) es ligeramente inferior al CPTP.

### CP-CR



**Figura39. Gráfica CP-CR para la 2ª Fecha de control**

En esta gráfica se observa claramente como el Coste Real para la segunda Fecha de Control supera al Coste Presupuestado, por lo que para este momento existe sobrecosto.

### VC-VP

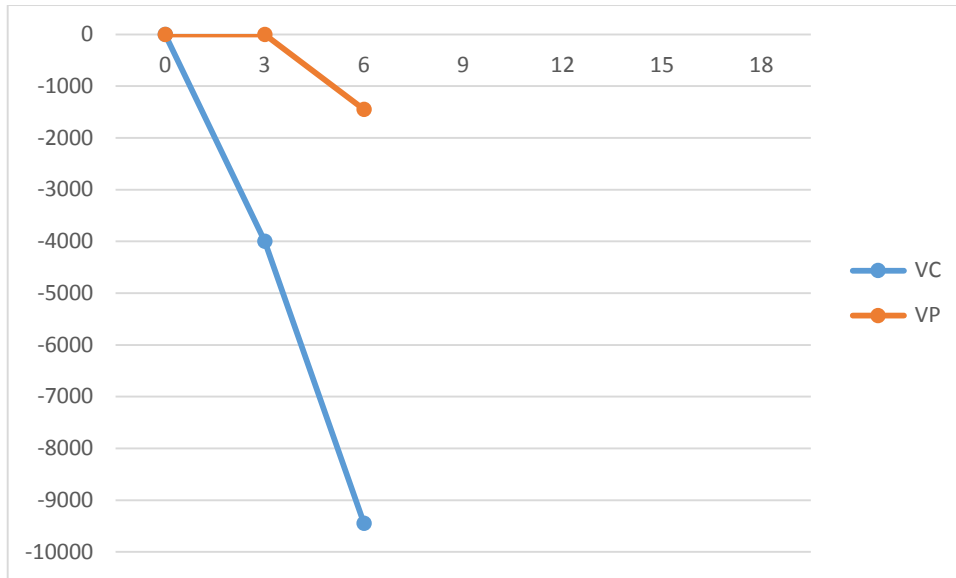


Figura40. Gráfica VC-VP para la 2ª Fecha de control

Para la segunda Fecha de Control, tanto la Variación del Costo como la Variación del Plazo son negativas, lo que significa que el proyecto tiene retraso y sobrecosto para la fecha de control.

### IRC-IRP

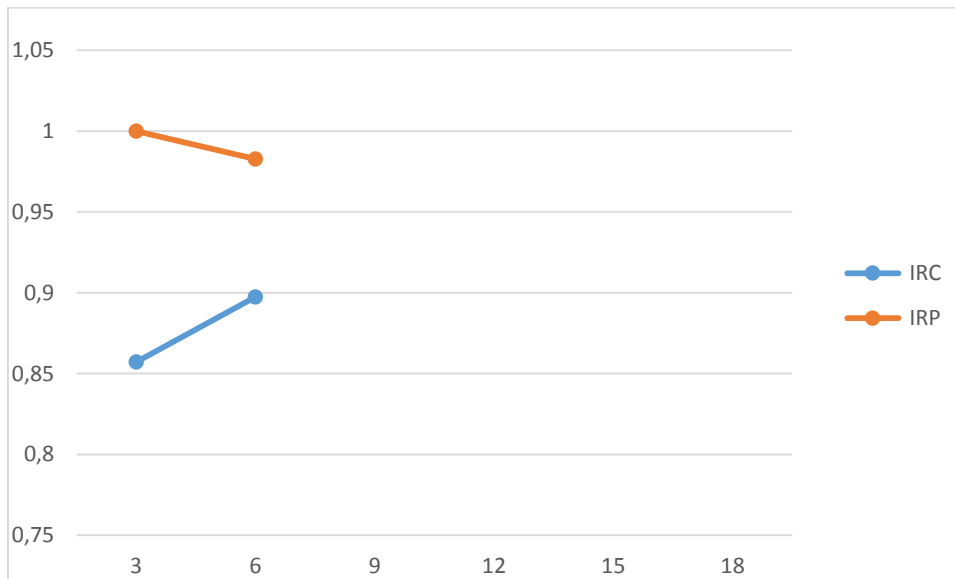
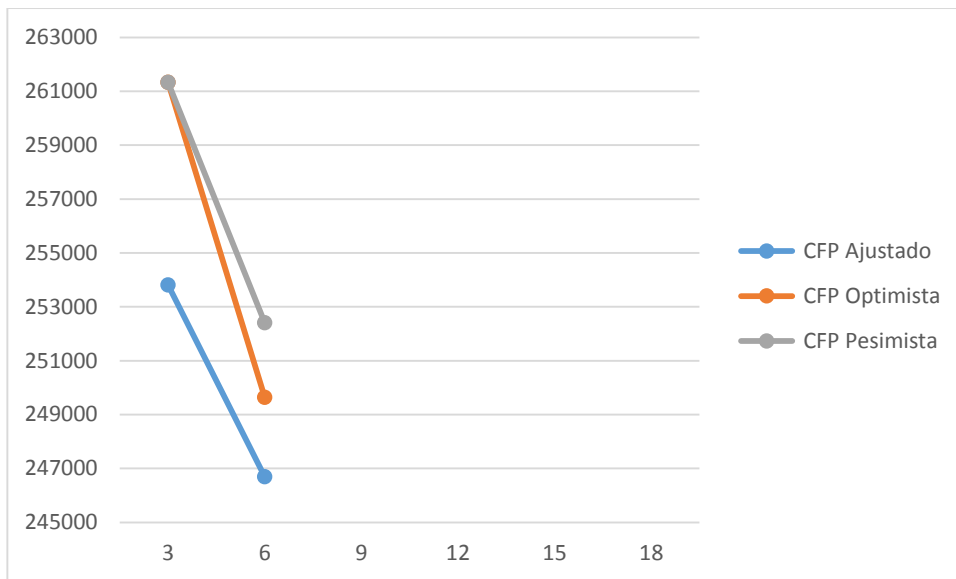


Figura41. Gráfica IRC-IRP para la 2ª Fecha de control

Se observa como tanto el Índice de Rendimiento del Costo como el Índice de Rendimiento de Plazo son inferiores a la unidad; por lo que, el proyecto tiene sobrecosto y está retrasado.

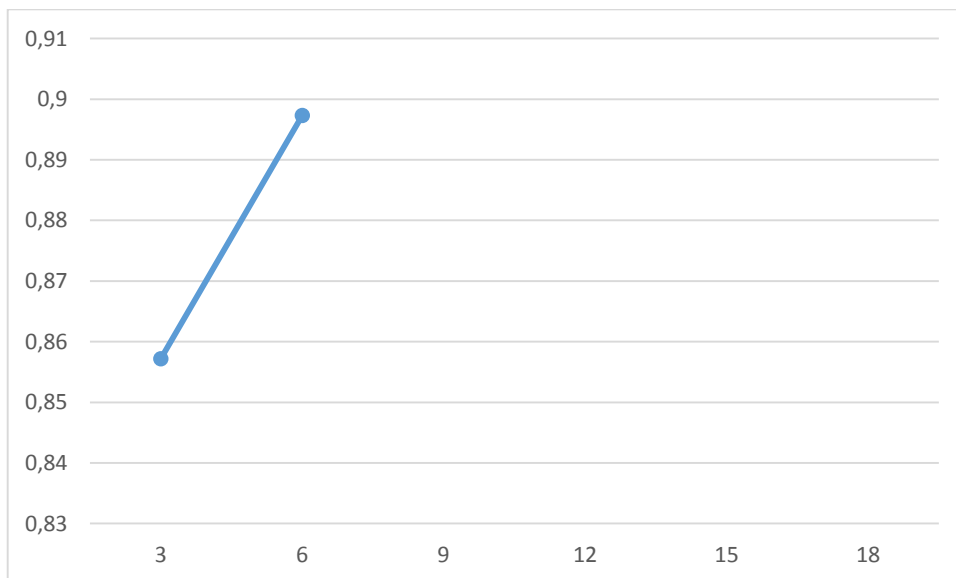
## CFP



**Figura42. Gráfica CFP para la 2ª Fecha de control**

Para la segunda Fecha de Control, el CFP Optimista es superior al CFP Ajustado, esto es otro parámetro que indica que hasta la Fecha de Control el coste del proyecto está siendo superior a lo esperado.

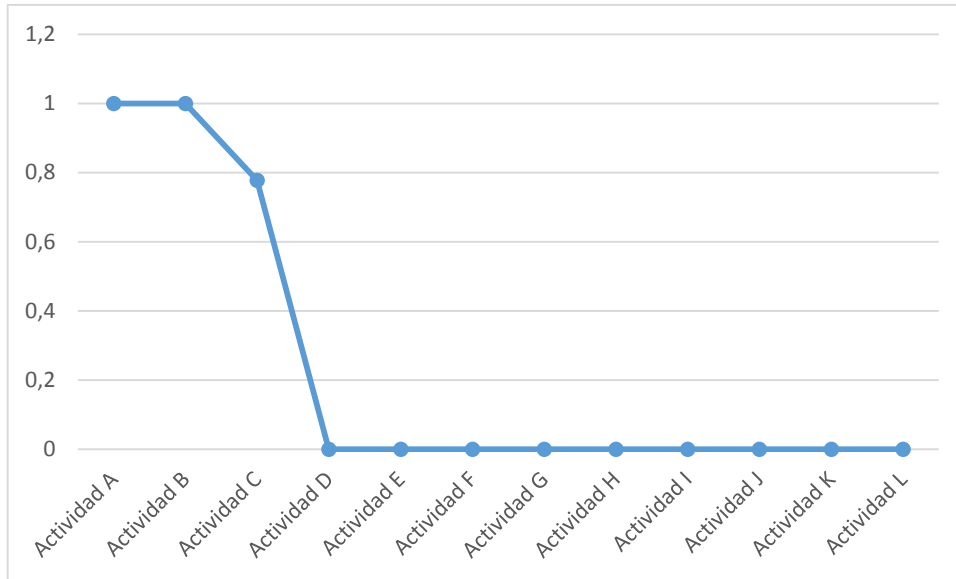
## IRTC



**Figura43. Gráfica IRTC para la 2ª Fecha de control**

El IRTC sigue siendo inferior a 1 pero aumenta ligeramente hasta quedarse en un valor muy próximo a 0,9 por lo que en esta fase del proyecto se ha mejorado ligeramente.

## SFI



**Figura44. Gráfica SFI para la 2ª Fecha de control**

Se puede ver como la Actividad C ya tiene un SFI distinto a 0, mientras que la Actividad A y la B siguen teniendo un SFI de 1.

### 5.3. 3 Fecha de Control

El primer control del avance del proyecto se realizará a las 9 semanas de su comienzo, el día 06/07/2015; para esta fecha los datos de los que disponemos para cada actividad son:

Actividades	Situación	Coste Presupuestado	Coste Real	Porcentaje del Trabajo Completado (en %)
Actividad A	Terminado	24000	28000	100
Actividad B	Terminado	36000	38000	100
Actividad C	Terminado	20000	21000	100
Actividad D	Terminado	39000	38000	100
Actividad E	En Curso	20000	5000	50
Actividad F	Sin Comenzar	15000		
Actividad G	Sin Comenzar	12000		
Actividad H	En Curso	15000	5000	30
Actividad I	Sin Comenzar	6000		
Actividad J	Sin Comenzar	15000		
Actividad K	Sin Comenzar	10000		
Actividad L	Sin Comenzar	12000		
Total		224000		

**Tabla7. Tabla de datos para la 3ª Fecha de Control**

Para 3ª Fecha de Control hay un total de 4 Actividades completadas (A, B, C y D) y 2 Actividades En Curso (E y H).

A partir de estos datos, las gráficas que obtenidas son:



### CPTP-CRTR-CPTR

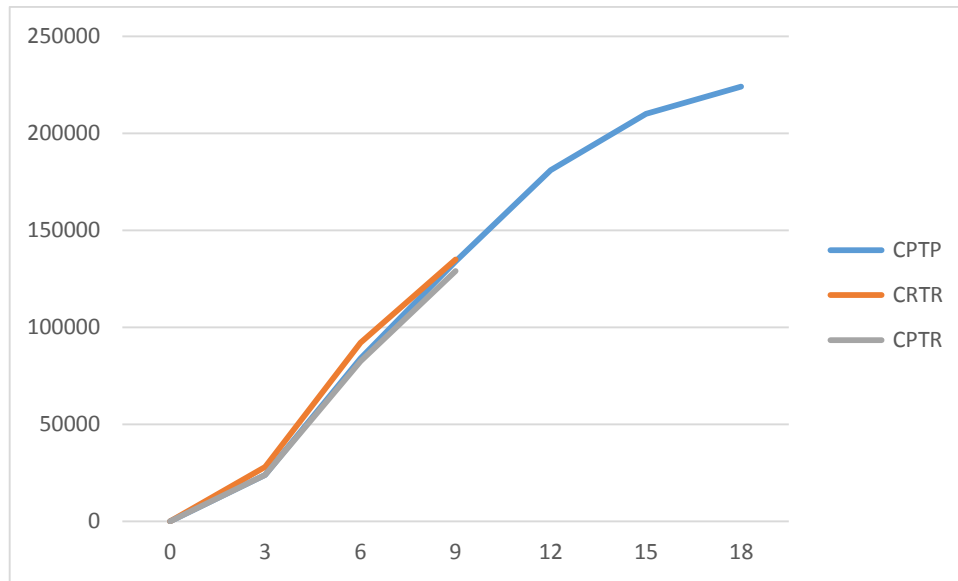


Figura48. Gráfica CPTP-CRTR-CPTR para la 3ª Fecha de control

Es observable cómo tanto el CRTR como el CPTR se van acercando a la curva CPTP, por lo que las modificaciones que se han realizado durante las 3 últimas semanas están siendo efectivas.

### CP-CR

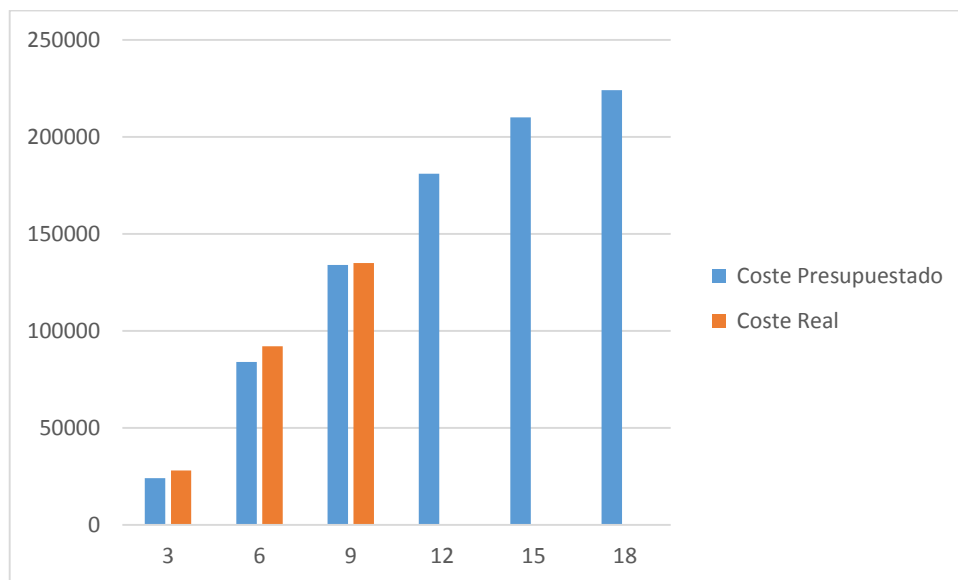


Figura49. Gráfica CP-CR para la 3ª Fecha de control

En la gráfica se puede observar como para la tercera Fecha de Control el Coste Real y el Coste Presupuestado tienden a igualarse, es decir, la diferencia entre ellos es menor que en las Fechas de Control anteriores.

### VC-VP

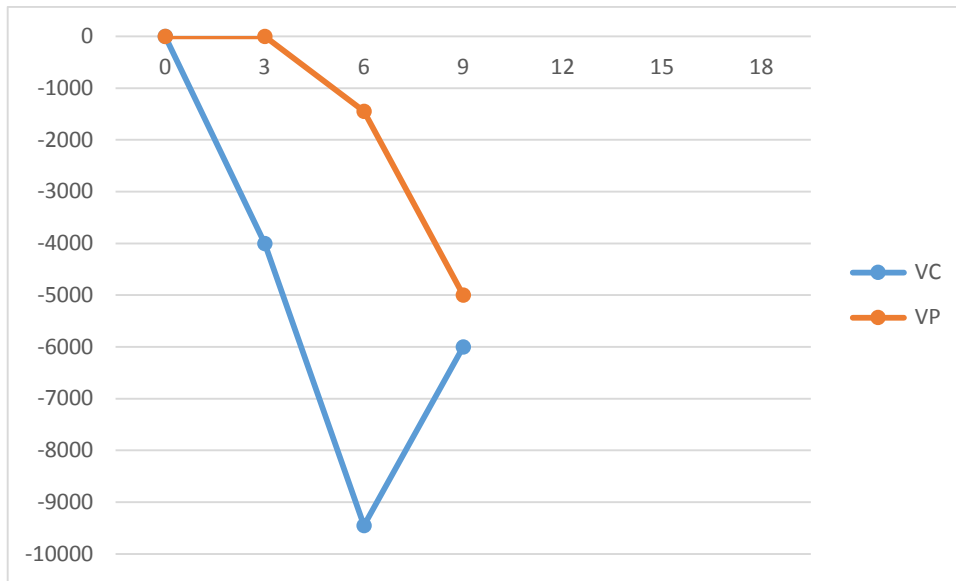


Figura50. Gráfica VC-VP para la 3ª Fecha de control

En la gráfica se observa como la Variación del Coste mejora en el tramo entre la segunda y tercera Fecha de Control, mientras que la Variación del Plazo disminuyendo a medida que pasa el tiempo.

### IRC-IRP

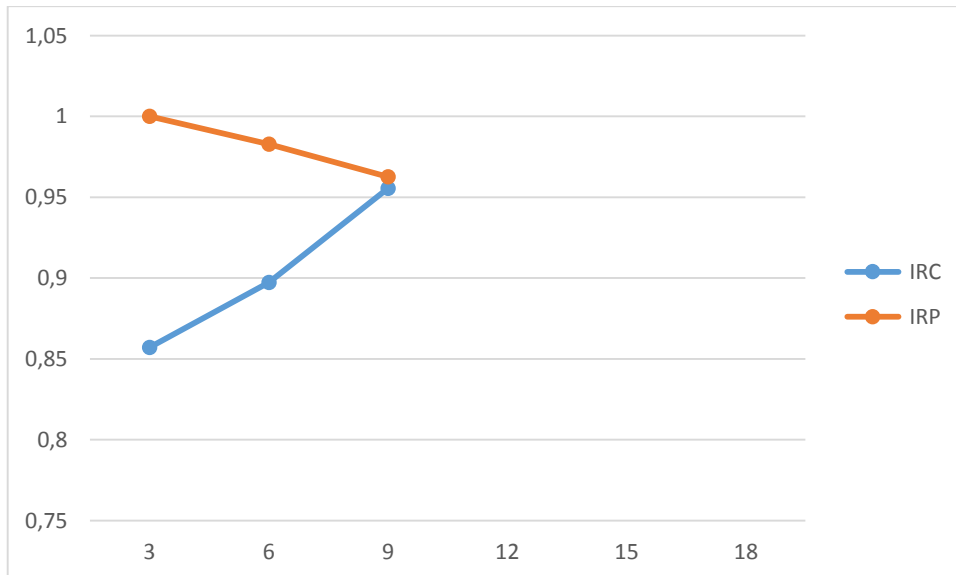
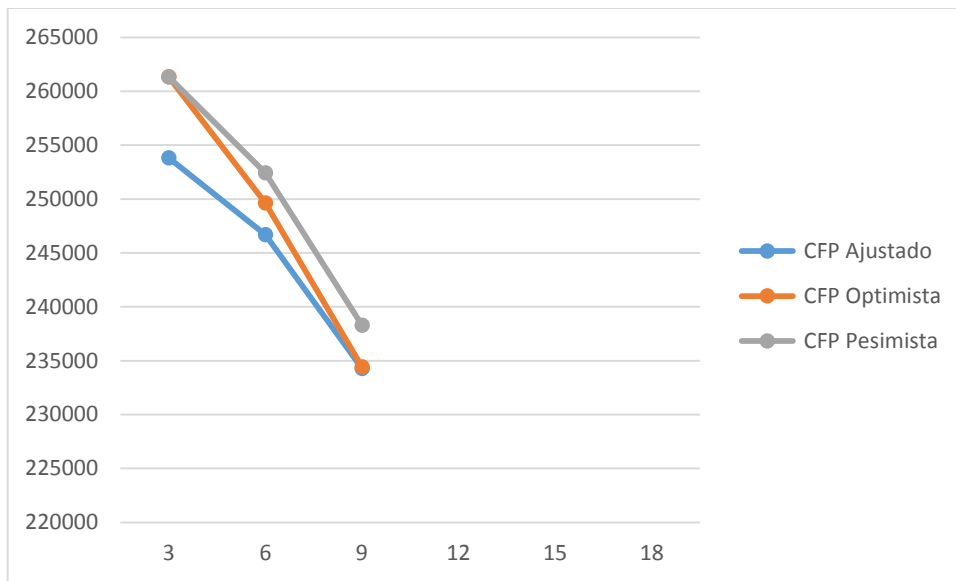


Figura51. Gráfica IRC-IRP para la 3ª Fecha de control

Al igual que en las gráficas anteriores se puede concluir que en la tercera Fecha de Control, el coste del proyecto ha mejorado, mientras que el plazo ha empeorado a lo largo del tiempo.

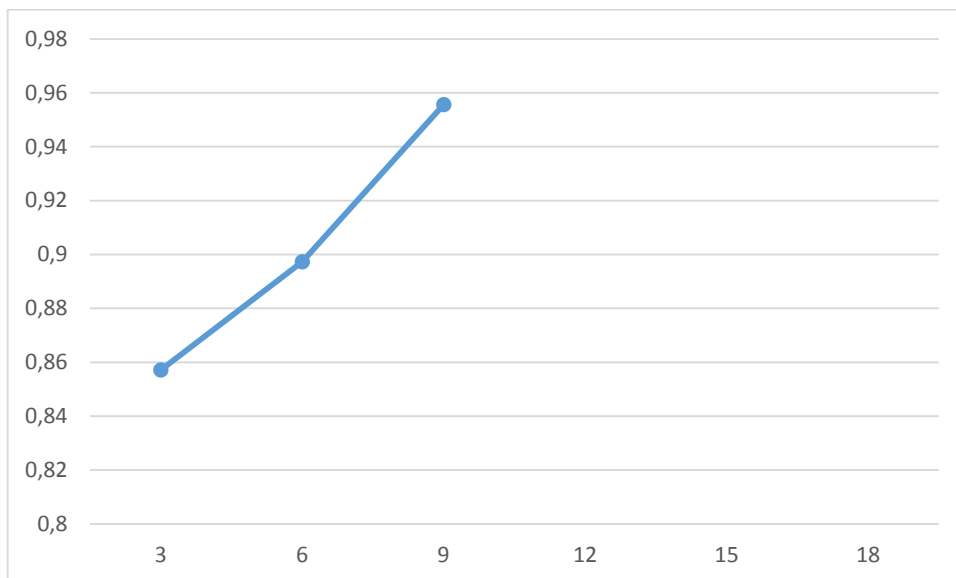
## CFP



**Figura52. Gráfica CFP para la 3ª Fecha de control**

En la gráfica se puede observar como el CFP Optimista es prácticamente igual que el Ajustado para la semana 9 del Proyecto; además cada vez se aleja más del Pesimista.

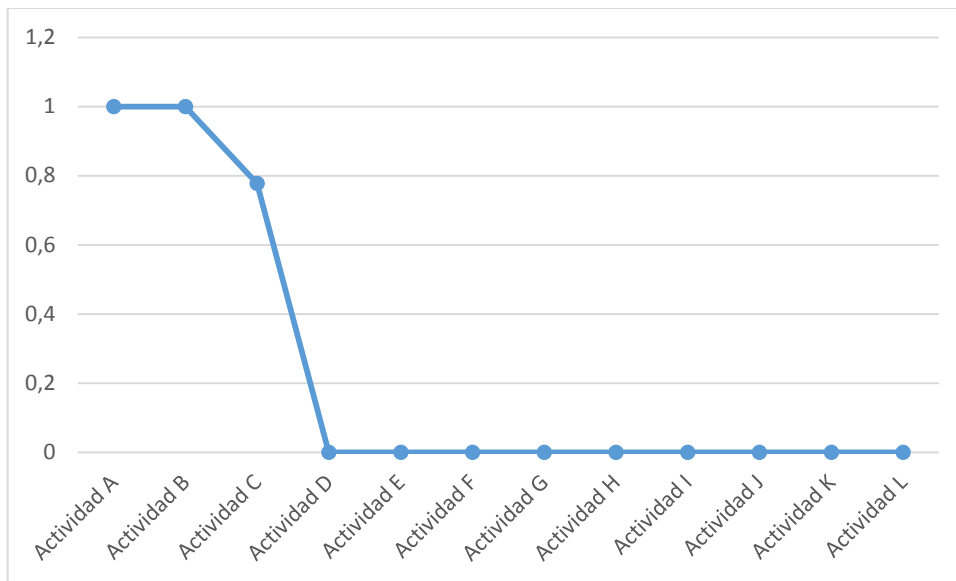
## IRTC



**Figura53. Gráfica IRTC para la 3ª Fecha de control**

Observamos como el IRTC sigue aumentando a medida que pasan las semanas, cada vez está más cerca de 1.

## SFI



**Figura54. Gráfica SFI para la 3ª Fecha de control**

En esta fecha de control el SFI es exactamente igual al de la segunda fecha de control.

## 5.4. 4 Fecha de Control

El primer control del avance del proyecto se realizará a las 9 semanas de su comienzo, el día 27/07/2015. La siguiente tabla muestra los datos disponibles para cada actividad:

Actividades	Situación	Coste Presupuestado	Coste Real	Porcentaje del Trabajo Completado (en %)
Actividad A	Terminado	24000	28000	100
Actividad B	Terminado	36000	38000	100
Actividad C	Terminado	20000	21000	100
Actividad D	Terminado	39000	38000	100
Actividad E	Terminado	20000	9000	100
Actividad F	Terminado	15000	17000	100
Actividad G	En Curso	12000	2000	10
Actividad H	En Curso	15000	12000	85
Actividad I	En Curso	6000	2000	50
Actividad J	En Curso	15000	5000	40
Actividad K	Sin Comenzar	10000		
Actividad L	Sin Comenzar	12000		
Total		224000		

**Tabla8. Tabla de datos para la 4ª Fecha de Control**

Para tercera Fecha de Control hay un total de 6 Actividades completadas (A, B, C, D, E y F) y 4 Actividades En Curso (G, H, I y J).

Las gráficas mostradas a continuación son las obtenidas a partir de los datos reflejados en la tabla anterior:

### CPTP-CRTR-CPTR

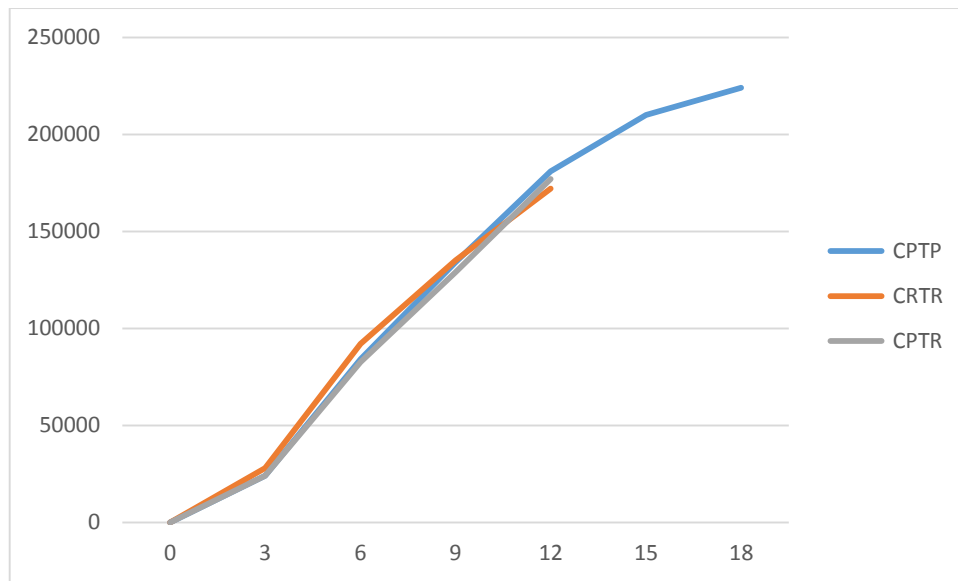


Figura55. Gráfica CPTP-CRTR-CPTR para la 4ª Fecha de control

Para la cuarta Fecha de Control tanto el CRTR como el CPTR están por debajo del CPTP por lo que tanto el Costo como el Plazo están por debajo del valor previsto de ambos.

### CP-CR

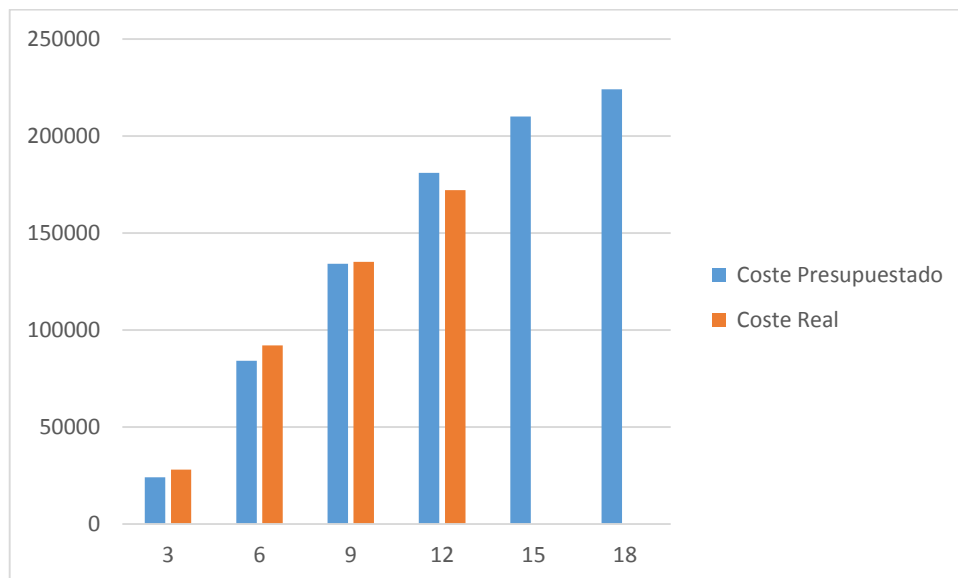


Figura56. Gráfica CP-CR para la 4ª Fecha de control

En esta gráfica, el Coste Real está por debajo del Coste Presupuestado, por lo que el Coste está siendo positivo hasta el momento.

### VC-VP

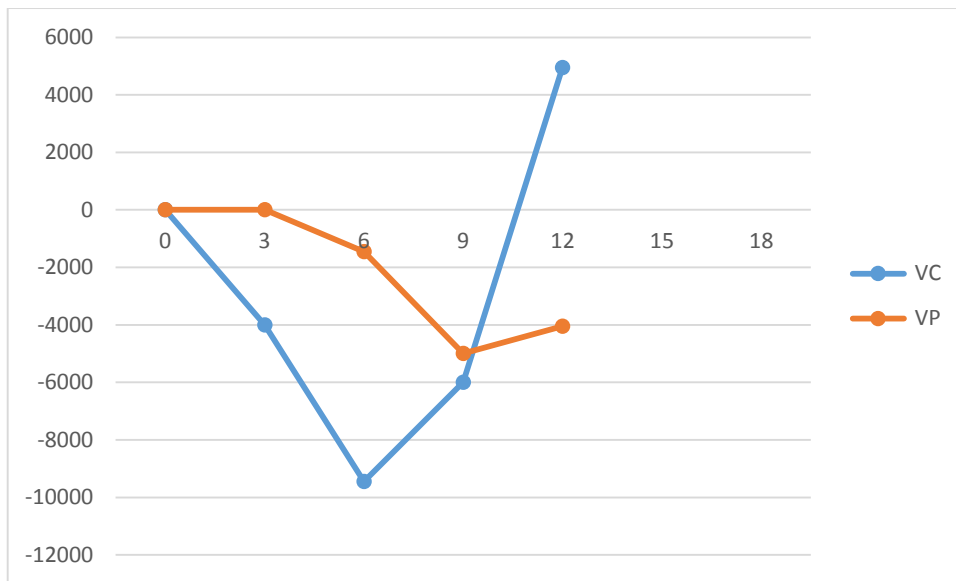


Figura57. Gráfica VC-VP para la 4ª Fecha de control

Como ya se ha comentado en la gráfica anterior, el Coste ha mejorado de forma que la Variación del Coste empieza a ser positiva (por primera vez en lo que va de proyecto), lo que hace pensar que el Coste Final del Proyecto va a estar por debajo del previsto; la Variación del Plazo sigue siendo negativa aunque se observa una pequeña mejoría entre las semanas 9 y 12.

### IRC-IRP

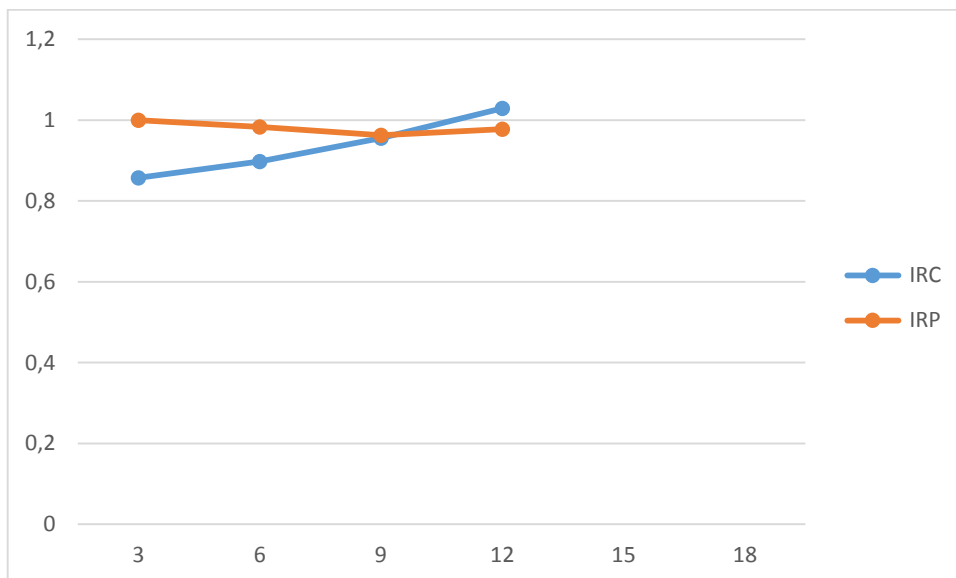
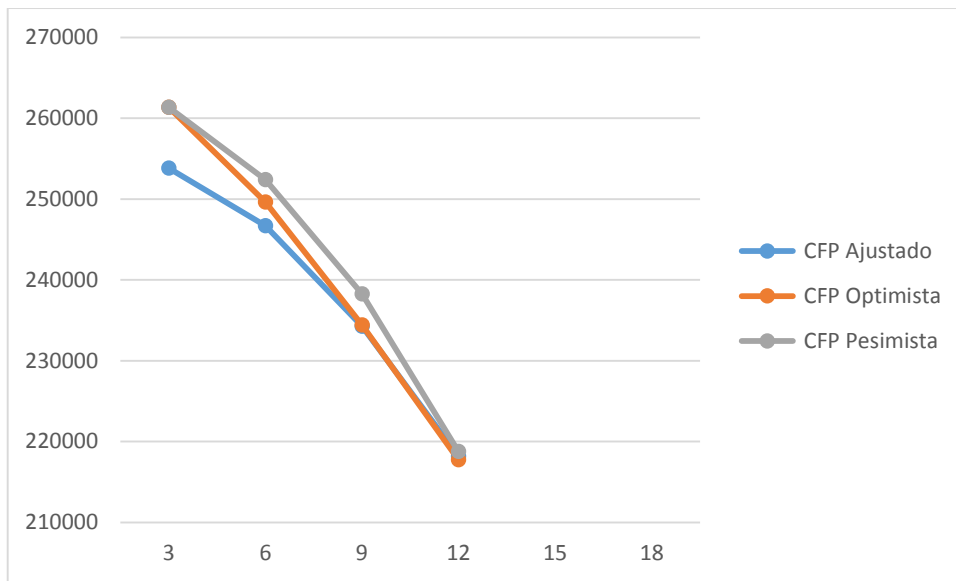


Figura58. Gráfica IRC-IRP para la 4ª Fecha de control

Tanto el IRC como el IRP tienen a 1. Este es el objetivo propuesto inicialmente, es decir, en cada fecha de control, se intenta que tanto el IRC como el IRP tiendan a 1.

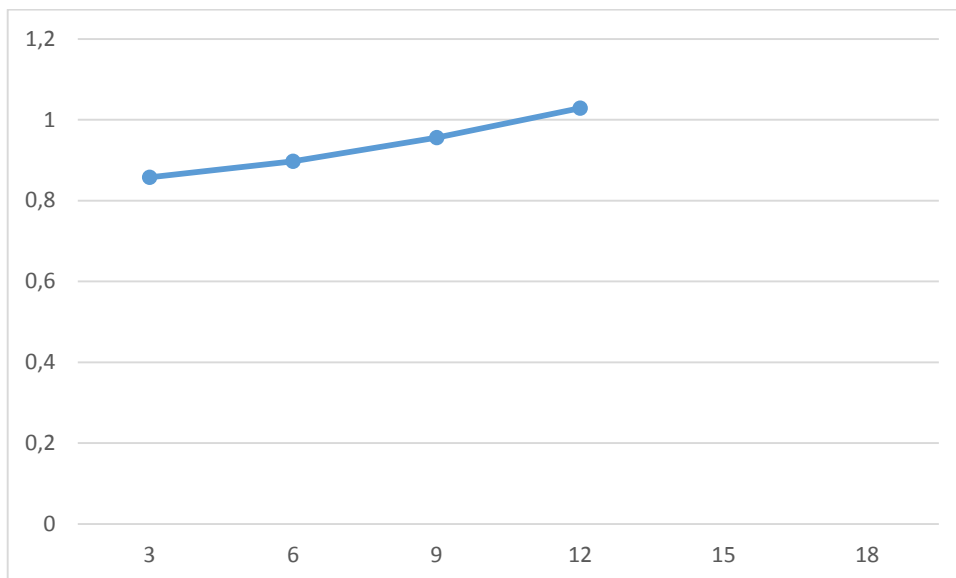
## CFP



**Figura59. Gráfica CFP para la 4ª Fecha de control**

En la gráfica se observa como los CFP Ajustado, Optimista y Pesimista coinciden para la cuarta Fecha de Control.

## IRTC

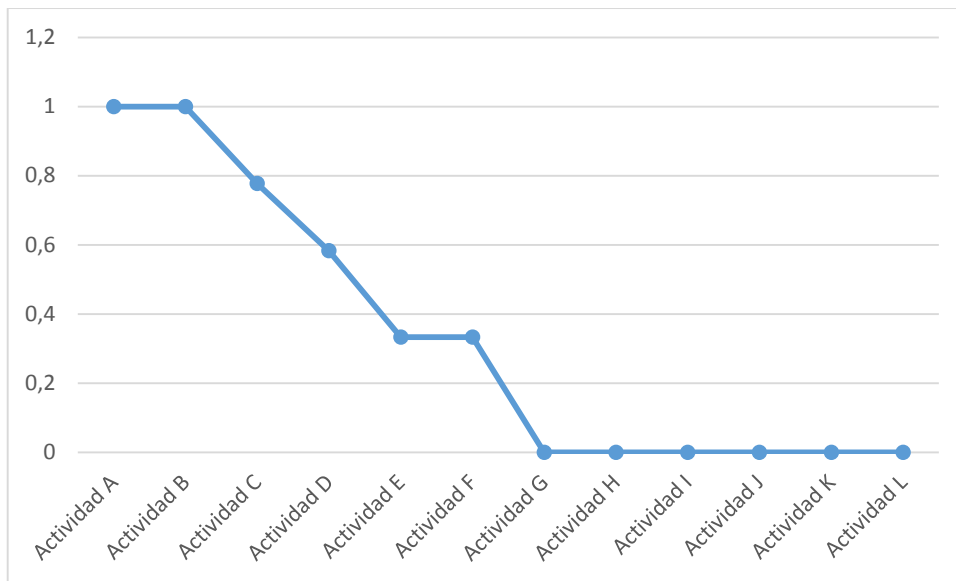


**Figura60. Gráfica IRTC para la 4ª Fecha de control**

Para la cuarta Fecha de Control, el Índice de Rendimiento del Trabajo por Completar supera la unidad.



## SFI



**Figura61. Gráfica SFI para la 4ª Fecha de control**

En la gráfica se observa como el SFI va disminuyendo a medida que avanzan las actividades.

## 5.5. 5 Fecha de Control

El primer control del avance del proyecto se realizará a las 9 semanas de su comienzo, el día 17/08/2015. Los datos disponibles para esta fecha en cada actividad son los mostrados en la siguiente tabla:

Actividades	Situación	Coste Presupuestado	Coste Real	Porcentaje del Trabajo Completado (en %)
Actividad A	Terminado	24000	28000	100
Actividad B	Terminado	36000	38000	100
Actividad C	Terminado	20000	21000	100
Actividad D	Terminado	39000	38000	100
Actividad E	Terminado	20000	9000	100
Actividad F	Terminado	15000	17000	100
Actividad G	Terminado	12000	13500	100
Actividad H	Terminado	15000	14500	100
Actividad I	Terminado	6000	6000	100
Actividad J	En Curso	15000	14000	80
Actividad K	En Curso	10000	1000	10
Actividad L	En Curso	12000	500	2
Total		224000		

**Tabla9. Tabla de datos para la 5ª Fecha de Control**

Para 3ª Fecha de Control hay un total de 9 Actividades completadas (A, B, C, D, E, F, G, H e I) y 3 Actividades En Curso (J, K y L).

A partir de estos datos, las gráficas obtenidas son:

### CPTP-CRTR-CPTR

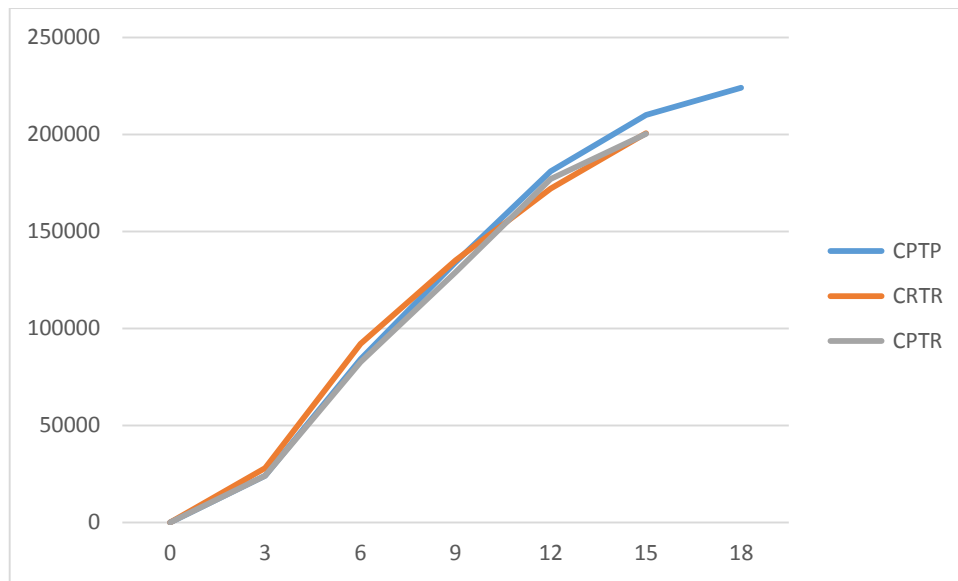


Figura62. Gráfica CPTP-CRTR-CPTR para la 5ª Fecha de control

Para la quinta Fecha de Control tanto el CRTR como el CPTR están por debajo del CPTP, por lo que se puede decir que para la semana 15 tanto el Coste Real del Trabajo Realizado como el Coste Presupuestado del Trabajo Programado están por debajo de lo previsto.

### CP-CR

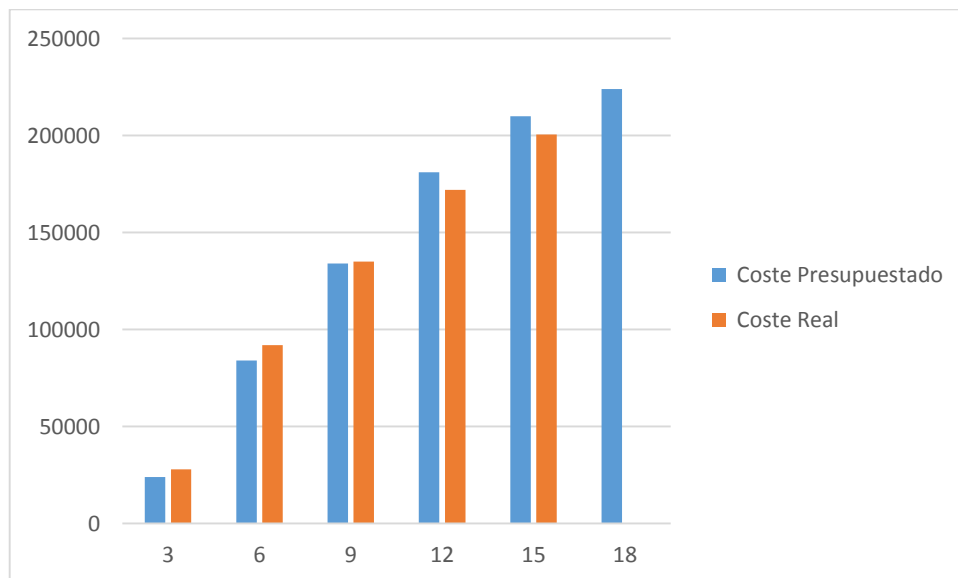


Figura63. Gráfica CP-CR para la 5ª Fecha de control

En la gráfica podemos ver como el Coste Real es inferior al Presupuestado, por lo que se puede decir que para quinta Fecha de Control el Coste del Proyecto está siendo inferior al presupuestado inicialmente.

### VC-VP

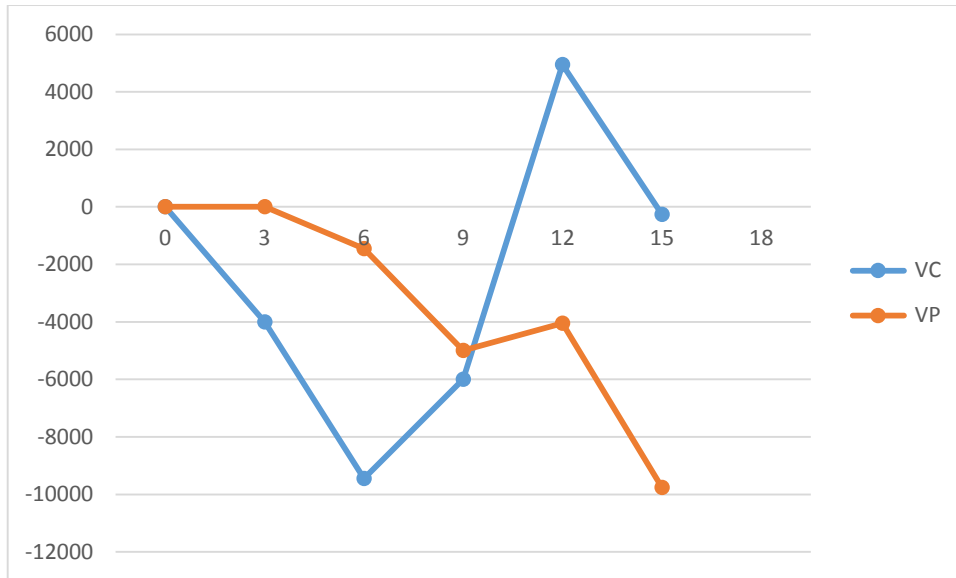


Figura64. Gráfica VC-VP para la 5ª Fecha de control

Para la quinta Fecha de Control la Variación del Coste es 0 por lo que el Coste del Proyecto hasta la fecha se ajusta al presupuestado inicialmente; sin embargo, la Variación del Plazo es claramente negativa lo que indica que el proyecto está retrasado respecto al plazo previsto inicialmente.

### IRC-IRP

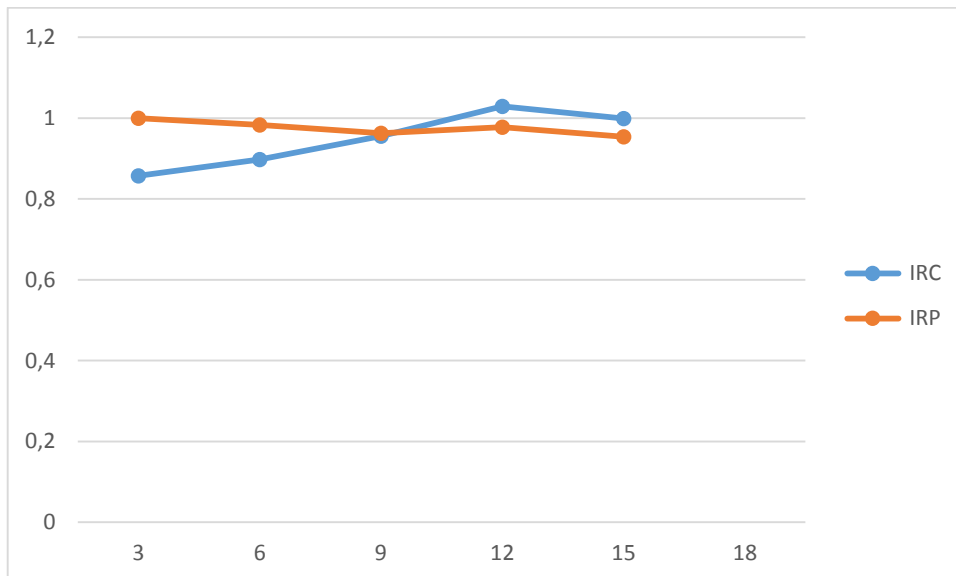


Figura65. Gráfica IRC-IRP para la 5ª Fecha de control

En la gráfica se observa como el IRC es 1, mientras que el IRP es menor que 1 por lo que (como ya hemos dicho antes) el Coste del proyecto es similar al esperado hasta el momento y el plazo de éste tiene retraso respecto a lo previsto.

## CFP

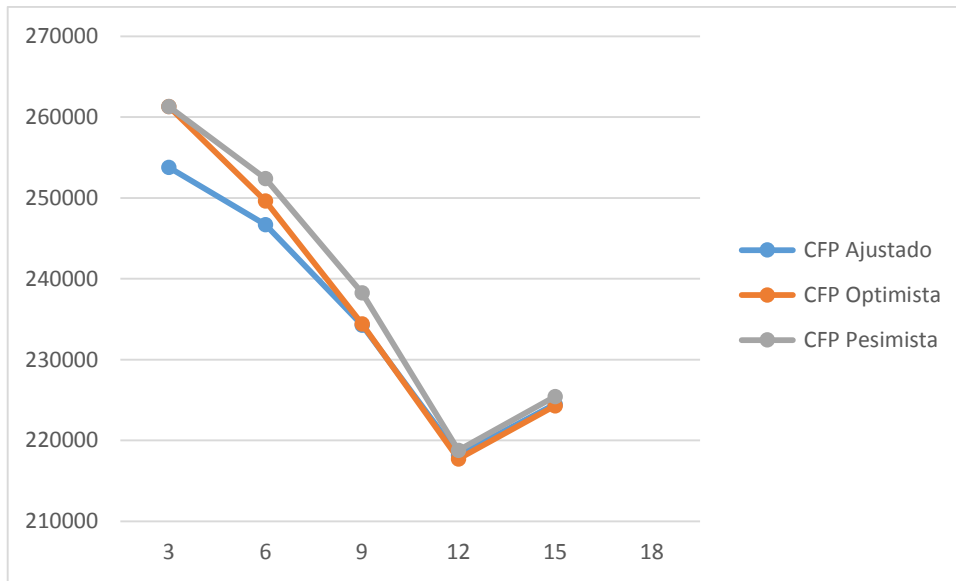


Figura66. Gráfica CFP para la 5ª Fecha de control

Al igual que para la semana 12 del proyecto, pues para la quinta Fecha de Control el CFP Optimista y el Pesimista se aproximan mucho al Ajustado.

## IRTC

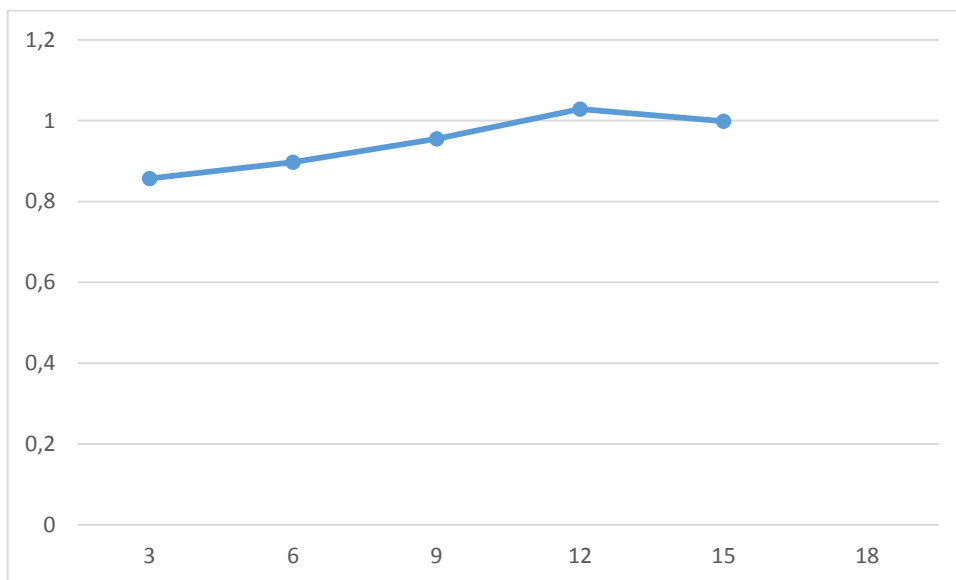
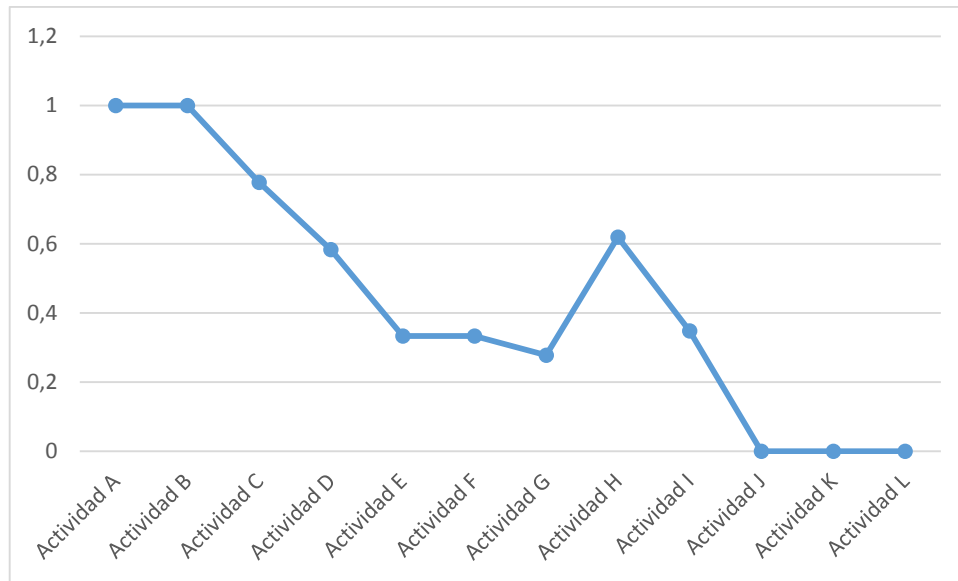


Figura67. Gráfica IRTC para la 5ª Fecha de control

Para la quinta Fecha de Control, el IRTC es justamente 1; se puede decir por tanto que el trabajo hasta el momento está siendo el esperado inicialmente.

## SFI



**Figura68. Gráfica CFP para la 5ª Fecha de control**

En la gráfica se observa como para la Actividad H el SFI es mayor que para la Actividad G, esto se debe a que la H es anterior a la G y por tanto el SFI es mayor. Igual ocurre entre las Actividades G e I.

## 5.6. 6 Fecha de Control

El primer control del avance del proyecto se realizará a las 9 semanas de su comienzo, el día 7/09/2015; para esta fecha los datos disponibles para cada actividad son:

Actividades	Situación	Coste Presupuestado	Coste Real	Porcentaje del Trabajo Completado (en %)
Actividad A	Terminado	24000	28000	100
Actividad B	Terminado	36000	38000	100
Actividad C	Terminado	20000	21000	100
Actividad D	Terminado	39000	38000	100
Actividad E	Terminado	20000	9000	100
Actividad F	Terminado	15000	17000	100
Actividad G	Terminado	12000	13500	100
Actividad H	Terminado	15000	14500	100
Actividad I	Terminado	6000	6000	100
Actividad J	Terminado	15000	18000	100
Actividad K	Terminado	10000	12000	100
Actividad L	En Curso	12000	13000	90
Total		224000		

**Tabla10. Tabla de datos para la 5ª Fecha de Control**

Para tercera Fecha de Control hay un total de 11 Actividades completadas (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J y K) y 1 Actividad En Curso (L); por tanto, para la última Fecha de Control el Proyecto no está finalizado.

A partir de estos datos, las gráficas obtenida son:

### CPTP-CRTR-CPTR

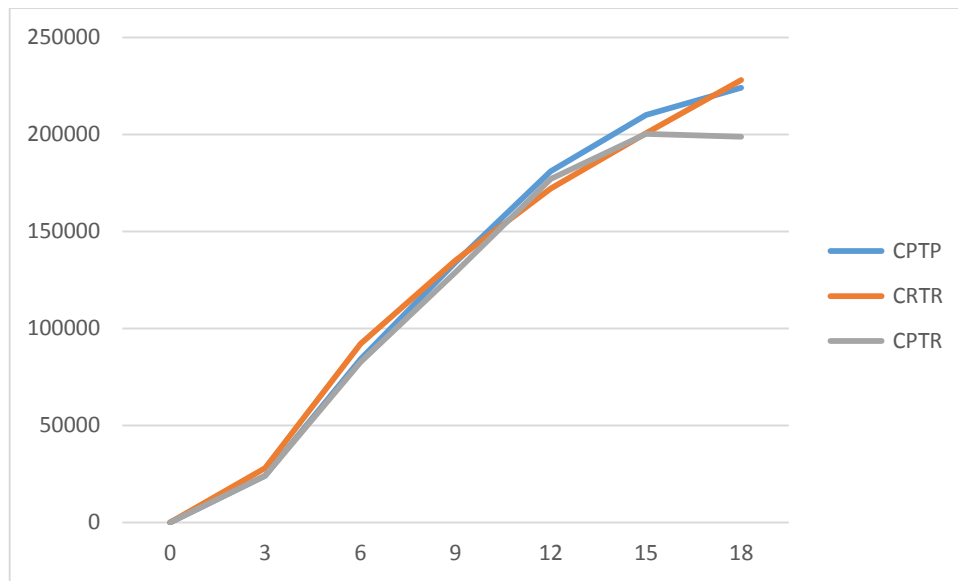


Figura69. Gráfica CPTP-CRTR-CPTR para la 6ª Fecha de control

Se puede observar como el CRTR está algo por encima del CPTP, por lo que el Coste Final del Proyecto es algo superior al previsto; además, el CPTR está por debajo del CPTP, por lo que el proyecto se ha retrasado respecto a los plazos iniciales previstos.

### CP-CR

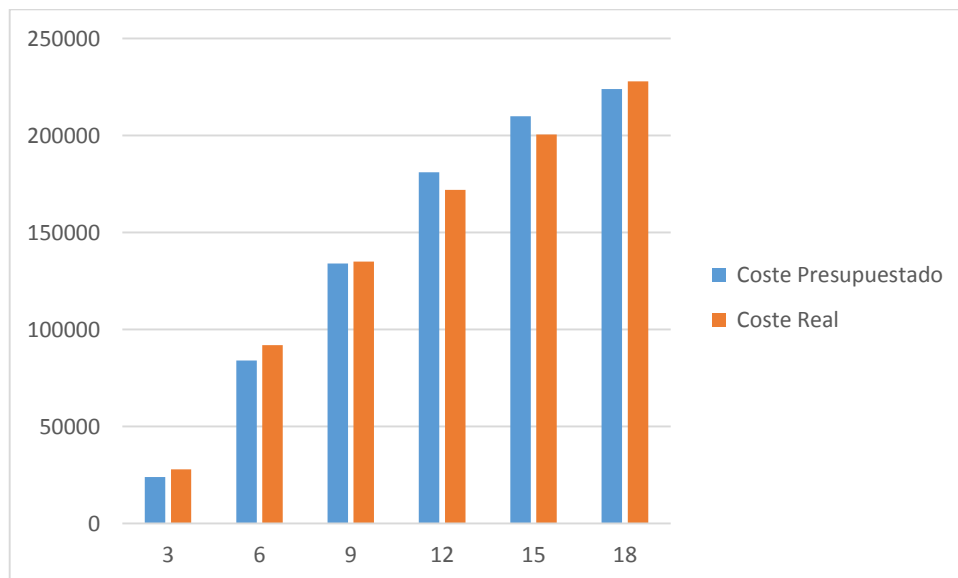


Figura70. Gráfica CP-CR para la 6ª Fecha de control

En esta gráfica se observa claramente como el Coste Real del proyecto supera al Presupuestado.



### VC-VP

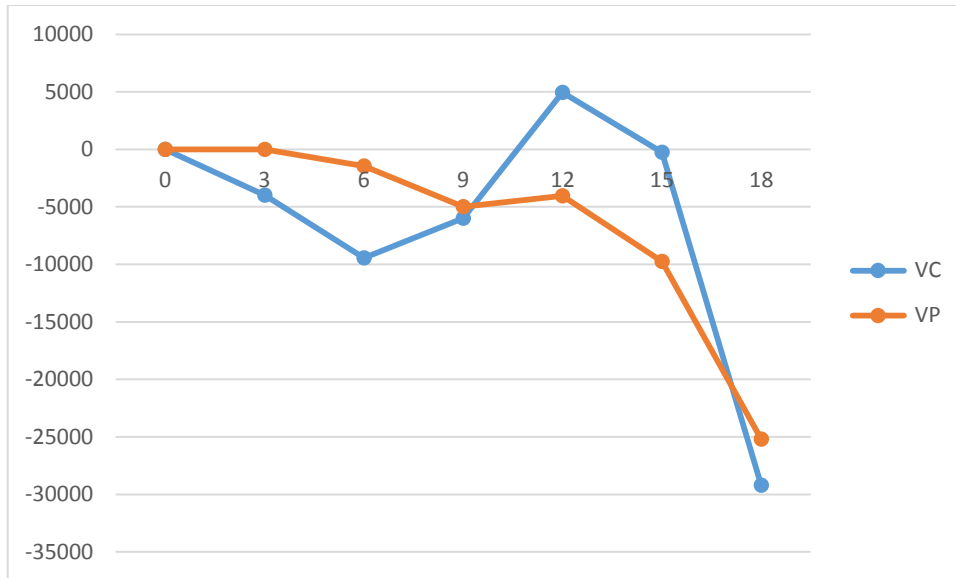


Figura71. Gráfica VC-VP para la 6ª Fecha de control

Con esta gráfica se observa claramente lo ya comentado en gráficas anteriores, es decir, que el Coste es superior al previsto al inicio del Proyecto y que se retrasa respecto a estas previsiones.

### IRC-IRP

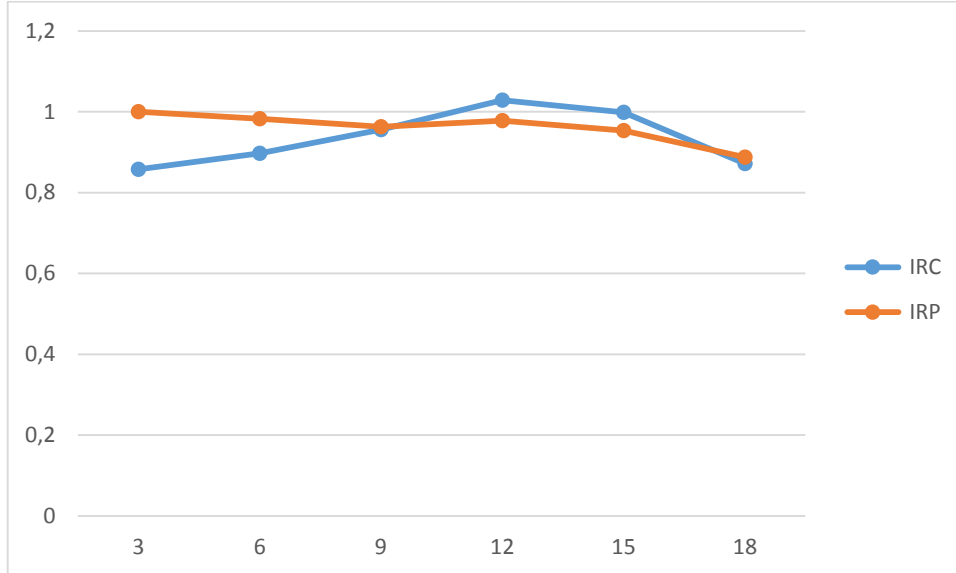
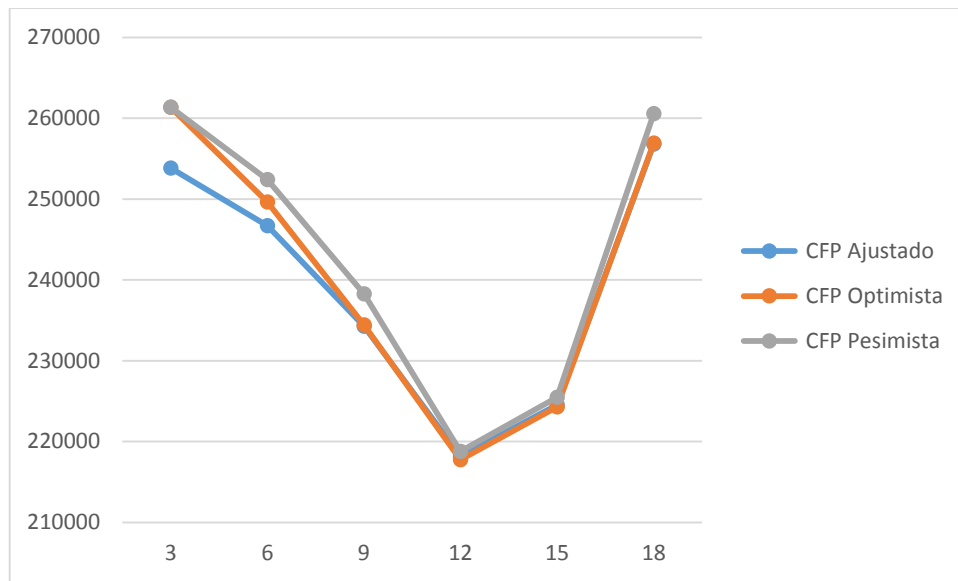


Figura72. Gráfica IRC-IRP para la 6ª Fecha de control

Para la semana 18 (sexta Fecha de Control), tanto el IRC como el IRP están por debajo de la unidad, esto se debe a los sobrecostos y a los retrasos ya comentados anteriormente.

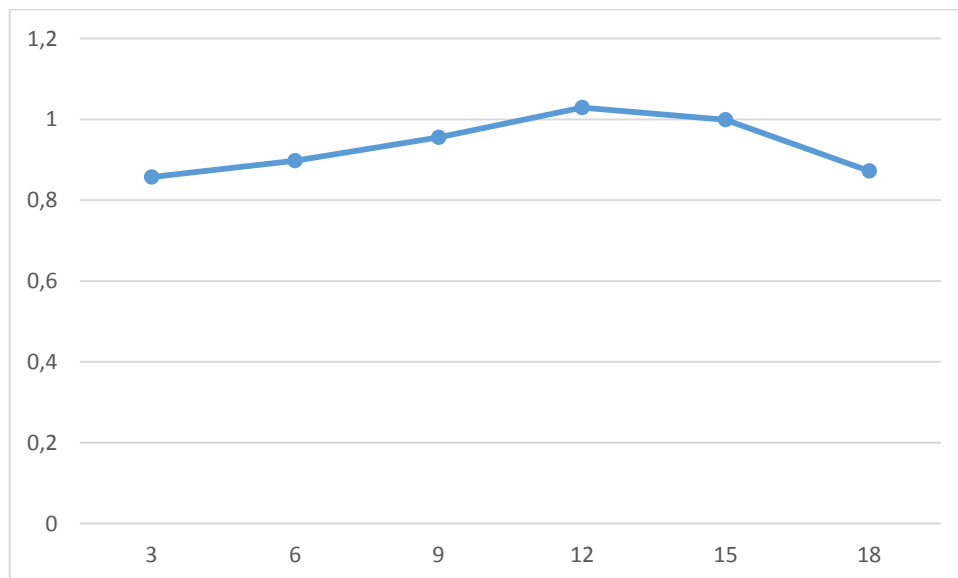
## CFP



**Figura73. Gráfica CFP para la 6ª Fecha de control**

El Coste Final del Proyecto para la última Fecha de Control es muy parecido al de la primera Fecha de Control, es decir, tanto el CFP Optimista como el Ajustado coinciden y son ligeramente inferiores al Pesimista.

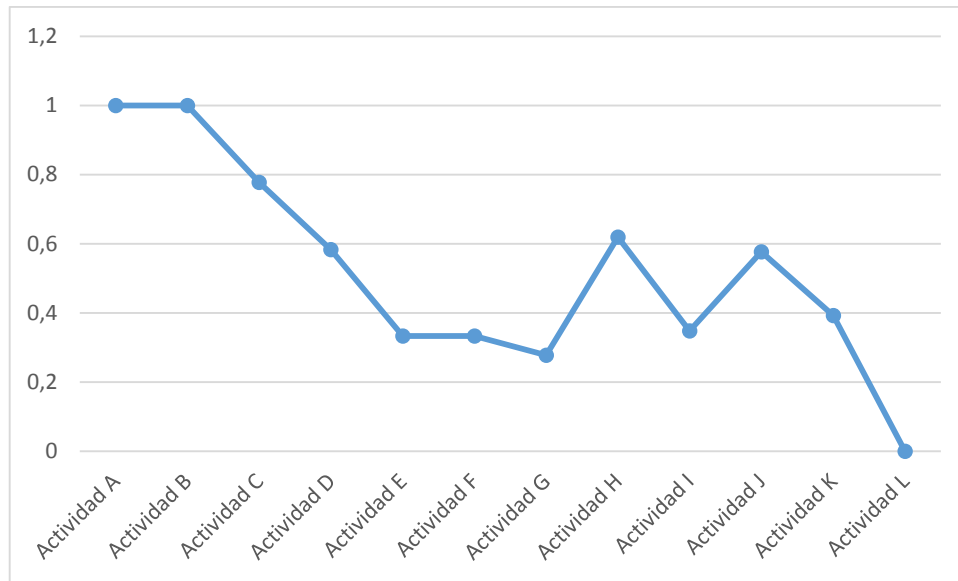
## IRTC



**Figura74. Gráfica IRTC para la 6ª Fecha de control**

Se observa como el Índice de Rendimiento de Trabajo por Completar ha disminuido para la última Fecha de Control, esto se debe a los sobrecostos y al retraso del proyecto.

## SFI



**Figura75. Gráfica SFI para la 6ª Fecha de control**

Al igual que en la Figura68, se observan varios picos (en las actividades H y J), esto se debe a que estas actividades finalizan antes que otras actividades anteriores.

## 6. Conclusión

El objetivo principal de este Trabajo era el uso de un programa informático con el fin de facilitar el uso de la técnica EVM y poder así controlar el Tiempo y el Coste de un Proyecto. En el Trabajo, se utiliza un Excel que, tras introducir los valores obtenidos en el presupuesto, proporciona gráficas que facilitan el control del avance del Tiempo y del Coste de un Proyecto en un momento determinado, es decir, permiten identificar si el Proyecto tiene sobrecoste o retraso respecto a lo previsto para una Fecha de Control determinada.

Uno de los parámetros que se obtienen es el SFI (Indicador de Previsión del Cronograma), que en el artículo (que ha servido como base de estudio del SFI) lo usa únicamente para proyectos de construcción; sin embargo, se va a usar este parámetro para otros tipos de proyectos como el del caso práctico. El SFI expresa la probabilidad de que al modificar el diseño inicial de una actividad se pueda solucionar el retraso que genera. Este valor se obtiene para cada una de las actividades y no para las distintas Fechas de Control (como el resto de parámetros); sin embargo, a medida que avanza el Proyecto, para las distintas Fechas de Control, el SFI de cada actividad varía pues depende de las actividades que han comenzado y de las que han sido completadas.

Cabe destacar que para obtener el Coste Presupuestado para cada Fecha de Control se ha supuesto que el coste a lo largo del tiempo es uniforme; por ejemplo, si el coste presupuestado de una actividad es de 4000 euros y su duración es de 4 semanas, a cada semana le corresponden un Coste Presupuestado de 1000 euros.

Una de las limitaciones de este trabajo es que para cada proyecto al que se le quiera aplicar nuestro trabajo hay que recalcular valores como el Coste Presupuestado del Trabajo Programado (CPTP) y el Coste Programado del Trabajo Realizado (CPTR) para cada Fecha de Control. Además, para obtener el parámetro SFI es necesario saber cuáles de las actividades son críticas y éste es un dato externo al programa en cuestión.

Una de las posibles mejoras será por tanto el cálculo directo del CPTP y CPTR; es decir, que únicamente introduciendo las distintas actividades y su coste se obtengan directamente los valores para cada Fecha de Control; para ello se debería vincular el Microsoft Project al Excel de forma que introduciendo las actividades del Proyecto, su duración y su coste se obtengan todas las gráficas necesarias para el control del avance del Tiempo y del Coste del Proyecto. Además, a partir del Microsoft Project también se obtienen las actividades que son críticas por lo que sólo tendríamos que introducir la solución que proporciona este programa.

## 7. Bibliografía

[1] Czemplik Andrzej, “Application of Earned Value Method to Progress Control of Construction projects”, Procedia Engineering 91 ( 2014 ) 424 – 428.

[2] Jaime Ortega Diego, “El Método PERT”, disponible en:

<http://ocw.uc3m.es/economia-financiera-y-contabilidad/economia-de-la-empresa/material-de-clase-1/PERT.pdf/view>

[3] Khamooshi Hamayoun, Golafshani Hamed, “EDM: Earned Duration Management, a new approach to Schedule performance management and measurement”, International Journal of Project Management 32 (2014) 1019-1041.

[4] Pajares Javier, López-Paredes Adolfo, “An extensión of EVM analysis for Project monitoring: The Cost Control Index and the Schedule Control Index”, International Journal of Project Management 29 (2011) 615-621).

[5] Project Management Institute, “Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos”, Project Management Institute Quinta Edición (2013)

[6] St-Martin Remi, Fannon David, “Gestión del Valor Ganado del Trabajo en Curso” disponible en:

<http://amerialatina.pmi.org/latam/KnowledgeCenter/Articles/EVM.aspx>