



Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

TÉCNICA DEL VALOR GANADO: CASO DE ESTUDIO

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Autor: María Moya Paredes

Director: Ana Nieto Morote

Cartagena, Septiembre 2019





ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8
2. GESTIÓN DEL PROYECTO.....	9
2.1. INTRODUCCIÓN.....	9
2.2. ÁREAS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS	11
2.2.1. Gestión de la integración del proyecto.....	11
2.2.2. Gestión del alcance del proyecto.....	12
2.2.3. Gestión del Tiempo del proyecto.....	13
2.2.4. Gestión de los Costos del proyecto.....	14
2.2.5. Gestión de la Calidad del Proyecto.....	15
2.2.6. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto.	16
2.2.7. Gestión de las Comunicaciones del proyecto.....	17
2.2.8. Gestión de los riesgos del proyecto.	18
2.2.9. Gestión de las Adquisiciones del proyecto	19
2.2.10. Gestión de los interesados del proyecto	20
3. GESTIÓN DE PLAZOS Y COSTES.....	21
3.1. INTRODUCCIÓN.....	21
3.2. PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	23
3.3. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO.....	25
3.4. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	28
3.5. SECUENCIACIÓN DE ACTIVIDADES	30
3.6. ESTIMACIÓN DE RECURSOS	32
3.8. DESARROLLO DEL CRONOGRAMA	36
3.9. ESTIMACIÓN DE COSTOS	39
3.10. DESARROLLAR EL PRESUPUESTO	41
3.11. CONTROL DEL CRONOGRAMA Y LOS COSTES DEL PROYECTO. ANÁLISIS DEL VALOR GANADO.....	42
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EJEMPLO.....	48
4.1. INTRODUCCIÓN.....	48
4.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	48
4.3. SOLUCION PROPUESTA	50
4.4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS	51
5. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO.....	53



6. PLAN DE GESTIÓN DE PLAZOS Y COSTES	54
7. APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO AL PROYECTO EJEMPLO	59
7.1. LISTA DE ACTIVIDADES	59
7.2. DIAGRAMA DE RED DEL PROYECTO	62
7.3. ESTIMACIÓN DE RECURSOS Y DURACIONES DE LAS ACTIVIDADES.....	63
7.4. LÍNEA BASE DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	71
7.5. ESTIMACIÓN DE COSTOS	72
7.6. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	74
7.7. CONTROL DEL CRONOGRAMA Y COSTOS DEL PROYECTO	75
7.7.1. Primer registro de avance	75
7.7.1.1. Datos de desempeño	75
7.7.1.2. Información de desempeño	78
7.7.1.3. Análisis de datos. Curva S	79
7.7.2. Segundo registro de avance	80
7.7.2.1. Datos de desempeño	80
7.7.2.2. Información de desempeño	88
7.7.2.3. Análisis de datos. Curva S	89
7.7.3. Tercer registro de avance	91
7.7.3.1. Datos de desempeño	91
7.7.3.2. Información de desempeño	95
7.7.3.3. Análisis de resultados: Curva S	96
7.7.4. Cuarto registro de avance	97
7.7.4.1. Datos de desempeño	97
7.7.4.2. Información de desempeño	102
7.7.4.3. Análisis de resultados: Curva “S”	103
7.7.5. Reporte final	104
7.7.5.1. Datos de desempeño finales.....	104
7.7.5.2. Análisis de resultaos: Curva S	109
7.7.5.3. Lecciones aprendidas	110
7.7.5.4. Recomendaciones.....	111
8. CONCLUSIÓN	112
9. BIBLIOGRAFÍA	113



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Umbrales de Control	46
Tabla 4.1 Plan de Gestión de Plazos y Costes del Proyecto	58
Tabla 7.1 Lista de Actividades	62
Tabla 7.2 Estimación de Recursos y Duraciones de las Actividades	70
Tabla 7.3 Estimación de costos	72
Tabla 7.4 Presupuesto del proyecto.....	74
Tabla 7.5 Estado de avance de los entregables en Fecha de Estado 1.....	75
Tabla 7.6 Actividades iniciadas en el periodo en Fecha de estado 1.	76
Tabla 7.7 Actividades finalizadas en el periodo en Fecha de Estado 1.....	76
Tabla 7.8 Actividades en proceso a la Fecha de Estado 1.	76
Tabla 7.9 Costos incurridos en el periodo en la Fecha de Estado 1.	77
Tabla 7.10 Recursos utilizados en el periodo	78
Tabla 7.11 Estado del proyecto a la Fecha de Estado 1	78
Tabla 7.12 Pronósticos del proyecto en la Fecha de Estado 1	79
Tabla 7.13 Estado de avance del proyecto en el periodo hasta la Fecha de Estado 2	81
Tabla 7.14 Actividades iniciadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 2.....	83
Tabla 7.15 Actividades finalizadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 2.....	85
Tabla 7.16 Actividades en proceso a la Fecha de Estado 2.....	85
Tabla 7.17 Costos incurridos en el periodo hasta la Fecha de Estado 2.....	86
Tabla 7.18 Recursos utilizados en el periodo hasta la Fecha de Estado 2.....	88
Tabla 7.19 Estado del proyecto hasta la Fecha de Estado 2	89
Tabla 7.20 Pronósticos del proyecto en la Fecha de Estado 2	89
Tabla 7.21 Estado de avance de los entregables en el periodo hasta la Fecha de Estado 3.....	91
Tabla 7.22 Actividades iniciadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 3.....	92
Tabla 7.23 Actividades finalizadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 3.....	93
Tabla 7.24 Actividades en proceso hasta la Fecha de Estado 3.....	93
Tabla 7.25 Costos incurridos en el periodo hasta la Fecha de Estado 3.....	94
Tabla 7.26 Recursos utilizados en el periodo hasta la Fecha de Estado 3.....	94
Tabla 7.27 Estado del proyecto en el periodo hasta la Fecha de Estado 3	95
Tabla 7.28 Pronósticos del proyecto en la Fecha de Estado 3	95
Tabla 7.29 Estado de avance de los entregables en la Fecha de Estado 4.....	98
Tabla 7.30 Actividades iniciadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 4.....	99
Tabla 7.31 Actividades en proceso a la Fecha de Estado 4.....	99
Tabla 7.32 Actividades finalizadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 4.....	100
Tabla 7.33 Costos incurridos en el periodo hasta la Fecha de Estado 4.....	100



Tabla 7.34 Recursos utilizados en el periodo hasta la Fecha de Estado 4.....	101
Tabla 7.35 Información de desempeño en la Fecha de Estado 4	102
Tabla 7.36 Pronósticos en la Fecha de Estado 4	102
Tabla 7.37 Actividades iniciadas en el periodo hasta la Fecha de Finalización	105
Tabla 7.38 Actividades finalizadas en el periodo hasta la Fecha de Finalización	106
Tabla 7.39 Costos incurridos en la Fecha de Finalización	107
Tabla 7.40 Recursos utilizados en el periodo hasta la Fecha de Finalización	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos	10
Figura 3.1 Planificar la Gestión del Cronograma del Proyecto	23
Figura 3.2 Planificar la Gestión de los Costos	26
Figura 3.3 Definición de Actividades	28
Figura 3.4 Secuenciación de Actividades	30
Figura 3.5 Estimar los recursos de las actividades	33
Figura 3.6 Estimar la duración de las actividades	35
Figura 3.7 Desarrollar el Cronograma del proyecto	37
Figura 3.8 Estimar los Costos	39
Figura 3.9 Desarrollar el presupuesto	41
Figura 3.10 Controlar el cronograma y los costos del proyecto	43
Figura 3.11 Curva “S”	45
Figura 4.1 Situación en término municipal	49
Figura 4.2 Situación en parque industrial de Alhama de Murcia	49
Figura 4.3 Emplazamiento de edificación en parcela	50
Figura 4.4 Planta de replanteo, cimentación saneamiento y puesta a tierra	50
Figura 4.5 Estructura metálica y pórticos	52
Figura 4.6 Estructura de Desglose del Trabajo	54
Figura 7.1 Diagrama de Red del Proyecto	62
Figura 7.2 Línea Base del Cronograma	72



ÍNDICE DE ESQUEMAS Y GRÁFICOS

Esquema 2.1 Gestión de la integración del proyecto	11
Esquema 2.2 Gestión del alcance del proyecto	12
Esquema 2.3 Gestión del Tiempo del Proyecto	13
Esquema 2.4 Gestión de los Costos del Proyecto	14
Esquema 2.5 Gestión de la Calidad del Proyecto.....	15
Esquema 2.6 Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto	16
Esquema 2.7 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto	17
Esquema 2.8 Gestión de los Riesgos del Proyecto.....	18
Esquema 2.9 Gestión de las Adquisiciones del proyecto	19
Esquema 2.10 Gestión de los Interesados del Proyecto	20
Esquema 3.1 Gestión de Plazos y Costes	22
Gráfica 1 Costo presupuestado.....	73
Gráfica 2 Curva “S”. Primer registro de avance	79
Gráfica 3 Curva “S”. Segundo registro de avance	90
Gráfica 4 Curva “S”. Tercer registro de avance.....	96
Gráfica 5 Curva “S” en Fecha de Estado 4.....	103
Gráfica 6 Curva “S” en Fecha de Finalización	109

1. INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los proyectos que se llevan a cabo en ingeniería tienen cada vez una mayor dificultad para abordar los trabajos en el plazo establecido inicialmente, provocando un aumento considerable en los costes finales del proyecto. Las dificultades en la dirección y gestión de proyectos crecen de forma exponencial cuanto mayor es la envergadura de los proyectos de ingeniería y construcción.

A finales de 2014, KPMG, una de las consultoras más importantes a nivel mundial, elaboró un estudio llamado “KPMG Global Construction Survey 2015 Climbing the curve”, a través de entrevistas presenciales realizadas a 109 altos directivos de organizaciones públicas y privadas que encargan proyectos de construcción. El estudio presenta los desafíos a los que se enfrentan los propietarios de proyectos durante la gestión y dirección de proyectos y manifiesta que solo el 31% de los proyectos de construcción se completaron en los últimos tres años dentro de un margen de desviación del 10% respecto al presupuesto inicial, y únicamente el 25% dentro de una banda del 10% de los plazos originales.

El fracaso de los proyectos puede deberse a diversas causas, entre las que destacan, la incompleta definición de recursos, modificaciones del alcance, cambios en las expectativas de los interesados, falta de actualizaciones en las duraciones de los trabajos, o simplemente se ha sido demasiado optimista en las estimaciones de plazos y costes.

Para lograr un equilibrio entre los objetivos del proyecto alcance, tiempo, coste y calidad se requiere una adecuada gestión del proyecto cuya responsabilidad recae en el director de proyectos que según la Guía PMBOK [1] tiene como funciones principales definir el proyecto, establecer los objetivos, monitorizar y controlar, supervisar las distintas actividades que intervienen en él, gestionar los cambios y tomar las decisiones oportunas.

Para ello urge la necesidad de un método que garantice la adecuada gestión del proyecto integrando alcance, cronograma y costes, denominado Earned Value Management (EVM), ya que es considerada una eficaz herramienta que proporciona información valiosa acerca del seguimiento del proyecto, y además permite tomar decisiones fundamentadas en datos numéricos, para hacer frente a los problemas que puedan surgir durante la ejecución del proyecto.

Cabe destacar la importancia que tiene la Planificación en la gestión y dirección de proyectos, puesto que la principal causa que da lugar a retrasos en las obras de construcción es la elaboración de un Plan para la Dirección del proyecto incompleto o defectuoso debido a que no se invierten los recursos y el tiempo necesario para realizar una programación que realmente presente la metodología de desarrollo de los distintos trabajos y que, posteriormente, sirva de base para efectuar un control eficaz.

En conclusión, el propósito principal de este trabajo es la implementación del método del valor ganado a un proyecto de una nave industrial destinada para almacén que sirva de herramienta para conocer la situación actual del mismo y guiar a los recursos humanos hacia las metas establecidas, sin la necesidad de datos adicionales a los requeridos para la gestión normal del proyecto (costes reales y costes programados), con el fin de llevar a cabo la interpretación de los resultados según el criterio seguido.

2. GESTIÓN DEL PROYECTO

2.1. INTRODUCCIÓN

Según el Project Management Institute (PMI), la gestión y dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, aptitudes, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto, encaminadas a satisfacer o colmar las necesidades y expectativas de las entidades y organizaciones involucradas en un proyecto.

Es decir, dirigir un proyecto es asegurar que todos los integrantes del equipo del proyecto conocen su rol y saben ejecutarlo, cuentan con los medios disponibles para hacerlo y con la información necesaria para comprender el alcance y limitaciones de cada actividad en la que intervendrán de forma activa.

El responsable de guiar al equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y de los interesados es el Director del proyecto a través del Plan para la Dirección del proyecto, donde se documentan el conjunto de procesos seleccionados y su nivel de implementación, así como las descripciones de las herramientas y técnicas que se utilizarán para llevar a cabo esos procesos y cómo se utilizarán para dirigir el proyecto específico. Además, se definen los procedimientos para actualizar y gestionar la integridad de las líneas base para la medición del rendimiento del proyecto.

El director de proyectos debe crear una comunicación eficaz de manera que los diferentes interesados de un proyecto se mantengan informados en todo momento, gestionando las comunicaciones entre los mismos para satisfacer sus necesidades y abordar las polémicas que puedan surgir a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El conjunto de acciones y actividades interrelacionadas entre sí que componen la dirección de proyectos se agrupan en cinco grupos comunes a todos los proyectos:

- **Grupo de Procesos de Inicio.** Es el conjunto de procesos realizados para definir un nuevo proyecto. Los procesos pertenecientes a este grupo se llevan a cabo con el objetivo de definir el alcance inicial y los recursos financieros iniciales de acuerdo a las necesidades y expectativas de los interesados que deben ser identificados en el documento Registro de Interesados. Toda esta información junto con los requisitos del proyecto, la evaluación de alternativas y la descripción de los objetivos y principales razones por las que debe desarrollarse el proyecto debe quedar reunido en el documento Acta de Constitución del Proyecto que deberá ser aprobado para dar comienzo a la ejecución del mismo. Así mismo la aceptación de este documento supone concederle al director de proyecto la potestad de emplear los recursos en las actividades posteriores del proyecto.

- **Grupos de Procesos de Planificación.** Es el conjunto de procesos realizados para desarrollar el plan para la dirección del proyecto y los documentos que se necesitarán para llevarlo a cabo. A medida que el proyecto avanza se va actualizando, monitorizando y confeccionando el plan de proyecto. Los procesos pertenecientes a este grupo tienen como principal objetivo desarrollar la línea de acción requerida para completar el proyecto con éxito integrando alcance, tiempo, costo, calidad y riesgos, y a su vez, garantizando la comunicación con los interesados.
- **Grupo de Procesos de Ejecución.** Es el conjunto de procesos realizados para desarrollar los trabajos definidos en la planificación mediante la coordinación de los recursos y la gestión de las expectativas de los interesados. El principal objetivo es garantizar que los resultados obtenidos cumplan con las especificaciones descritas en el plan. En caso de que presenten una elevada desviación respecto al plan se llevará a cabo la consideración de cambios en el plan para la dirección del proyecto u otros documentos del mismo, que deberán ser aprobados para ser aplicados.
- **Grupo de Procesos de Monitoreo y control.** Es el conjunto de procesos llevados a cabo para analizar y medir el desempeño del proyecto, contrastando la realidad con la línea base del cronograma, de manera que se identifiquen los problemas manifestados durante la ejecución y generar las medidas correctivas o preventivas para evitar futuros retrasos y sobrecostos. Además, incluye los procesos para gestionar los cambios en el cronograma, los recursos y los costos con el fin de cumplir con los objetivos definidos para el proyecto.
- **Cierre.** Conjunto de procesos realizados para finalizar todas las actividades del proyecto a fin de dar por terminado formalmente la ejecución proyecto, verificando que todos los procesos dentro de los Grupos de Procesos se han completado.

Los Grupos de Procesos funcionan como un bucle de manera que el Monitoreo y Control ejerce acciones sobre el resto de procesos actuando al mismo tiempo en el que se desarrollan los cuatro procesos restantes e interactuando de manera recíproca tal y como se muestra en la siguiente ilustración (Guía PMBOK, pág. 50):

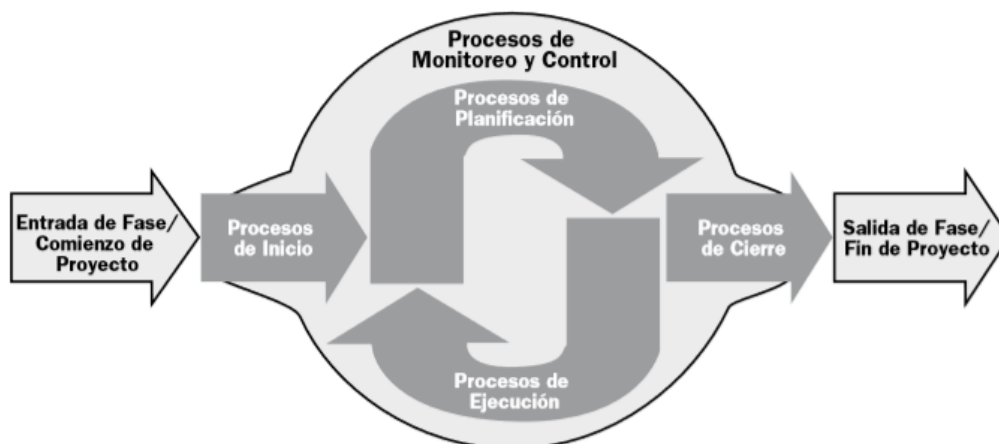


Figura 2.1 Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos

Dependiendo de la naturaleza del proyecto, de las características del área geográfica donde se lleve a cabo, de las necesidades del cliente, de la propia organización o incluso de los roles de

los participantes en el mismo, harán falta más o menos procesos, y a su vez, se necesitarán con grados de intensidad diversa. Además, durante el desarrollo de la planificación deberá evaluarse la situación e intentar que las restricciones contrapuestas del proyecto queden equilibradas sin que se vea afectada la calidad.

2.2. ÁREAS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

Las herramientas y técnicas empleadas en los distintos grupos de procesos para que el proyecto avance eficazmente se establecen en base a las habilidades y capacidades descritas por las áreas de conocimiento que abarcan la dirección de proyectos. Según el Project Management Institute (PMI) se pueden distinguir las siguientes áreas:

2.2.1. Gestión de la integración del proyecto.

Es el conjunto de acciones esenciales que intervienen desde el inicio del proyecto hasta su cierre para que se lleve a cabo la ejecución de forma controlada, cumpliendo con los requisitos y colmando las necesidades de los interesados.

La Gestión de la integración consiste en equilibrar las demandas que compiten entre sí examinando los enfoques alternativos para cumplir con los requisitos. Así mismo tiene como objetivo adaptar los procesos involucrados en el desarrollo del proyecto según las necesidades y gestionar las dependencias de las distintas áreas de conocimiento de la dirección de proyectos.

En la gestión de la integración del proyecto cabe distinguir los distintos procesos que se deben llevar a cabo:



Esquema 2.1 Gestión de la integración del proyecto

- Desarrollar el Acta de Constitución. Elaborar el documento Acta de constitución, donde se formaliza la existencia del proyecto y se le autoriza al director la utilización de los recursos por parte de la organización.
- Elaborar el plan para la dirección del proyecto. Proceso que consiste en redactar un plan para la dirección del proyecto donde se definen, se preparan y se coordinan los componentes de la planificación.
- Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto. Liderar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto y gestionar el conocimiento del proyecto para generar a partir de la información disponible, los conocimientos necesarios con el fin de cumplir con los objetivos.
- Monitorear y controlar el trabajo del proyecto. Revisar la ejecución del proyecto e informar acerca del avance del mismo.
- Realizar el Control integrado de cambios. Elaborar las solicitudes de cambio para que una vez aprobadas se lleve a cabo la implementación y gestión de los cambios necesarios en el plan y en los procesos de dirección.
- Cierre del proyecto. Culminación final de todas las actividades implicadas en la ejecución del proyecto.

Por tanto, las actividades más importantes en la integración del proyecto son asegurar que las fechas límites de los entregables de cada fase, que el ciclo de vida del proyecto y que los objetivos previstos concuerden y estén unificados en la gestión del proyecto.

2.2.2. Gestión del alcance del proyecto.

Incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito [1]. Por tanto, el objetivo principal de definir el alcance del proyecto es conocer con exactitud lo que queremos obtener con la ejecución del proyecto y por tanto, reunir únicamente los trabajos necesarios para conseguirlo. Los procesos que intervienen en la Gestión del alcance del proyecto vienen representados a continuación:

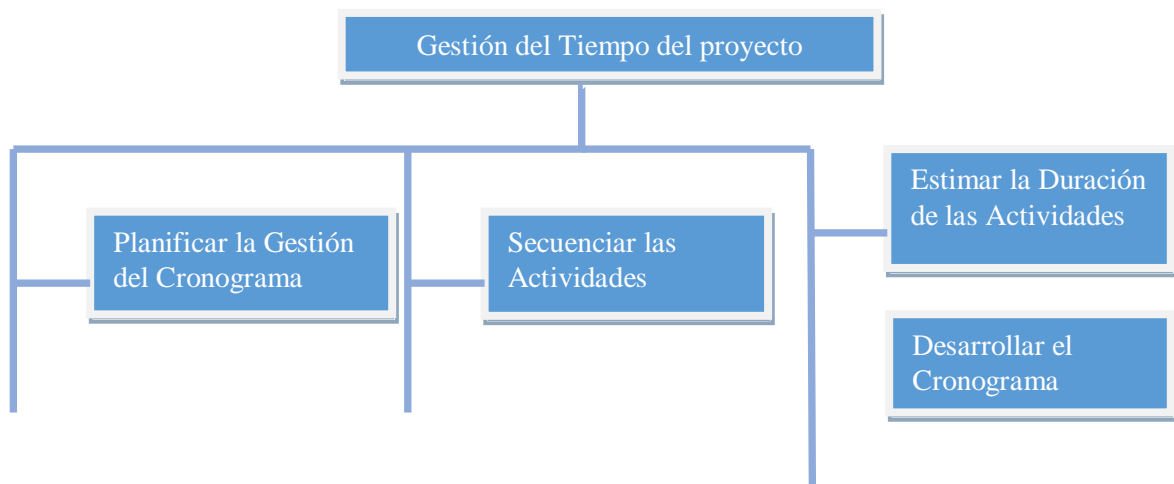


Esquema 2.2 Gestión del alcance del proyecto

- Planificar la Gestión del Alcance. Elaborar un plan que indique como se va a definir, monitorear y verificar el alcance del proyecto. El desarrollo del plan partirá de la información que viene en el Acta de Constitución donde aparece el alcance inicial del proyecto, es decir, los principales objetivos a cumplir.
- Recopilar Requisitos. Analizar y agrupar los requisitos y necesidades de los interesados para cumplir con los objetivos, comprobando que ninguno de ellos se contradice con los establecidos inicialmente en el Acta de Constitución, considerándose así válidos.
- Definir el Alcance. Interpretar los requisitos para crear una descripción detallada del proyecto incluyendo las características y especificaciones del mismo.
- Crear la EDT/WBS. Dividir el trabajo a realizar y crear entregables que sean medibles y verificables, dando lugar a la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) que proporciona una visión estructurada de lo que se debe llevar a cabo para satisfacer el alcance del proyecto aprobado.
- Evaluar el Alcance. Valorar los entregables completados y aceptar los que se consideren satisfactorios.
- Controlar el Alcance. Monitorear el estado del alcance y gestionar los cambios en la línea base del alcance.

2.2.3. Gestión del Tiempo del proyecto

Según la Guía PMBOK, la Gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto.



Esquema 2.3 Gestión del Tiempo del Proyecto

- Planificar la Gestión del Cronograma. Proceso a través del cual se documentan los procesos de la Gestión del Tiempo del proyecto, así como sus herramientas y técnicas asociadas, se identifica el método de programación y se selecciona el formato y los criterios para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto.
- Definir las Actividades. Dividir cada paquete de trabajo incluido en la estructura de desglose del trabajo en las actividades necesarias para producir los entregables del proyecto, describiendo las características y atributos de cada una de ellas.
- Secuenciar las Actividades. Definir las relaciones que guardan entre sí las distintas actividades del proyecto, generando una secuencia lógica del trabajo a realizar, teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto.
- Estimar los Recursos de las Actividades. Determinar el tipo y cantidad de recursos a emplear en cada una de las actividades.
- Estimar la Duración de las Actividades. Calcular la cantidad de tiempo que requiere cada actividad para completarse a partir de los recursos estimados.
- Desarrollar el Cronograma. Analizar las salidas de los procesos anteriores, es decir, la secuenciación de las actividades, sus duraciones y los recursos estimados mediante técnicas de optimización y modelado para definir las fechas de inicio y finalización de las actividades del proyecto.
- Controlar el Cronograma. Proceso a través del cual se proporcionan los medios para identificar desviaciones de forma prematura y para la obtención de pronósticos con el fin de tomar acciones correctoras o preventivas si fuera necesario.

2.2.4. Gestión de los Costos del proyecto

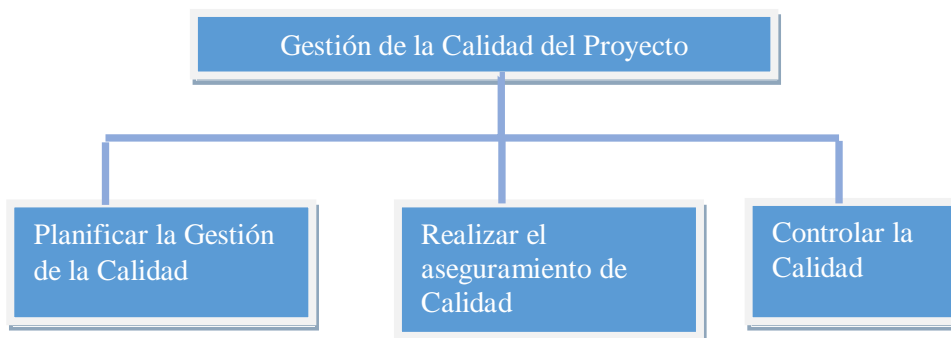
En la Gestión de los costos del proyecto se deben tener en cuenta todos los costos que pueden incurrir a lo largo del ciclo de vida del proyecto y los efectos de las decisiones sobre los costos del proyecto a fin de controlar el costo de los trabajos a realizar para que queden por debajo del presupuesto aprobado. Esto incluye cuatro procesos que permiten conocer por adelantado los costes, obtener financiamiento y minimizar el riesgo de superar el presupuesto inicial.

Gestión de los Costos del Proyecto

- Planificar la Gestión de los Costos del Proyecto. Documentar cómo se estimarán los costes de las actividades del cronograma, cómo se establecerá el presupuesto del proyecto y cómo se controlará su progreso y los cambios del presupuesto, definiendo los procedimientos, técnicas y herramientas a emplear.
- Estimar los Costos. Establecer la cantidad de recursos monetarios que se requerirán para completar cada una de las actividades del proyecto.
- Determinar el Presupuesto. Sumar los costes estimados de cada actividad para elaborar una línea base que muestre los costos de manera acumulada a lo largo de todo el proyecto y obtener las reservas de contingencia y de gestión para el proyecto.
- Controlar los Costos. Medir el rendimiento del coste de los trabajos para comparar su evolución respecto a lo planificado y proponer cambios a la línea base de costos con el fin de eliminar riesgos.

2.2.5. Gestión de la Calidad del Proyecto

Según expone la Guía PMBOK la Gestión de la Calidad incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido. De manera que debe de abordarse la calidad tanto en la gestión del proyecto como en los entregables del mismo de forma continua para asegurar que todas las actividades necesarias para diseñar, planificar e implementar el proyecto sean efectivas y eficientes. Los procesos para cumplir los objetivos del proyecto con la máxima calidad posible vienen representados a continuación:



Esquema 2.5 Gestión de la Calidad del Proyecto

- Planificar la gestión de la Calidad. Especificar la calidad que el trabajo debe tener definiendo los estándares de calidad para el proyecto y sus entregables. Así mismo el Plan de la Gestión de la Calidad debe documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento de los mismos, indicando las herramientas y técnicas a emplear.

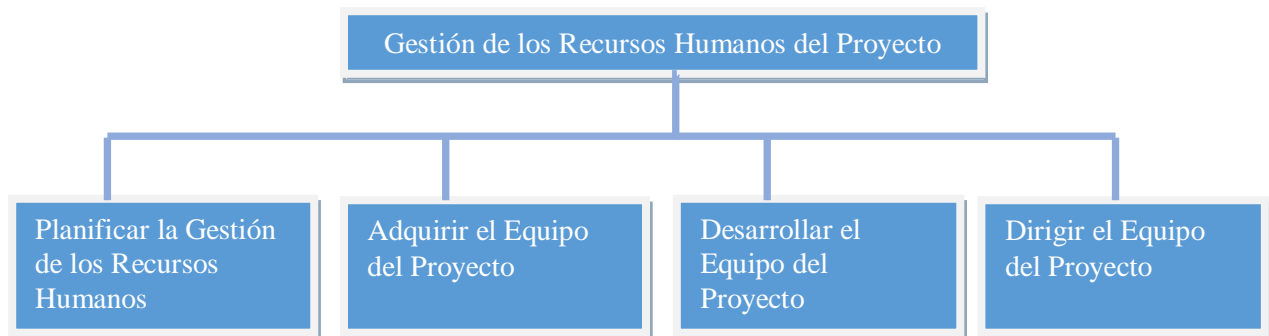
- Realizar el aseguramiento de Calidad. Convertir el plan de gestión en actividades ejecutables de calidad que incorporen al proyecto las políticas de calidad de la organización. Así mismo gestionar los procesos de la calidad durante la ejecución del proyecto.
- Controlar la Calidad. Es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades del proyecto para evaluar el desempeño y asegurar que las salidas del proyecto sean correctas, completas y satisfagan las expectativas del proyecto. Los requisitos de calidad pasan a convertirse en instrumentos de prueba y evaluación de los resultados obtenidos a fin de garantizar que el resultado sea aceptable.

La Gestión de la Calidad debe de ir enfocada a la prevención más que a la inspección. Es mejor incorporar calidad en lugar de encontrar problemas de calidad durante la inspección puesto que los costos de prevenir errores son mucho menores que el de corregirlos cuando son detectados en la inspección.

2.2.6. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto.

Según la Guía PMBOK, los recursos humanos del proyecto son aquellas personas a las que se les ha asignado un conjunto de roles y responsabilidades para completar el proyecto con éxito. El principal objetivo de la gestión de recursos humanos es conseguir que cada uno de los integrantes del equipo tenga el trabajo que le corresponde, obteniendo una organización lo más óptima posible y coordinando correctamente los esfuerzos de los mismos.

Para la gestión de las personas que trabajan con el fin de lograr los objetivos del proyecto es necesario llevar a cabo los siguientes procesos:



Esquema 2.6 Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto

- Planificar la Gestión de los Recursos Humanos. Elaborar un plan que sirva de guía para la adquisición y dirección del personal del proyecto, identificando a las personas necesarias en base a los trabajos a realizar.

- Adquirir el Equipo del Proyecto. Conseguir los recursos humanos necesarios para el desarrollo de las actividades según su disponibilidad y proporcionar el apoyo tecnológico con el que contarán.
- Desarrollar el Equipo del Proyecto. A medida que el proyecto se lleva a cabo el equipo deberá ir adquiriendo y perfeccionando habilidades, para ello es fundamental la interacción entre los integrantes del mismo y la generación de un ambiente cómodo y favorable, de esta manera se conseguirá mejorar el desempeño del proyecto.
- Dirigir el Equipo del Proyecto. Monitorear y controlar el desempeño del equipo del proyecto, identificar problemas, mantener al equipo motivado y gestionar los cambios a tiempo real.

2.2.7. Gestión de las Comunicaciones del proyecto.

Incluye los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados [1]. La Gestión de las Comunicaciones permite la conexión de los involucrados en el proyecto conforme a experiencia, perspectiva e intereses en la ejecución o conclusión del proyecto e incluye un total de tres procesos:



Esquema 2.7 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

- Planificar la Gestión de las Comunicaciones. Identificar las actividades de comunicación necesarias con los respectivos recursos necesarios para lograr una comunicación eficaz y eficiente, es decir, proporcionar información necesaria en el momento oportuno y a las personas correspondientes en un formato adecuado.
- Gestionar las Comunicaciones. Ejecutar las actividades identificadas en el plan para generar y suministrar la información del proyecto a los interesados del proyecto y además facilitar el debate entre ambas partes, entendiéndose como información del proyecto al conjunto de informes de desempeño, al estado de los entregables, el avance del cronograma y los costos incurridos.

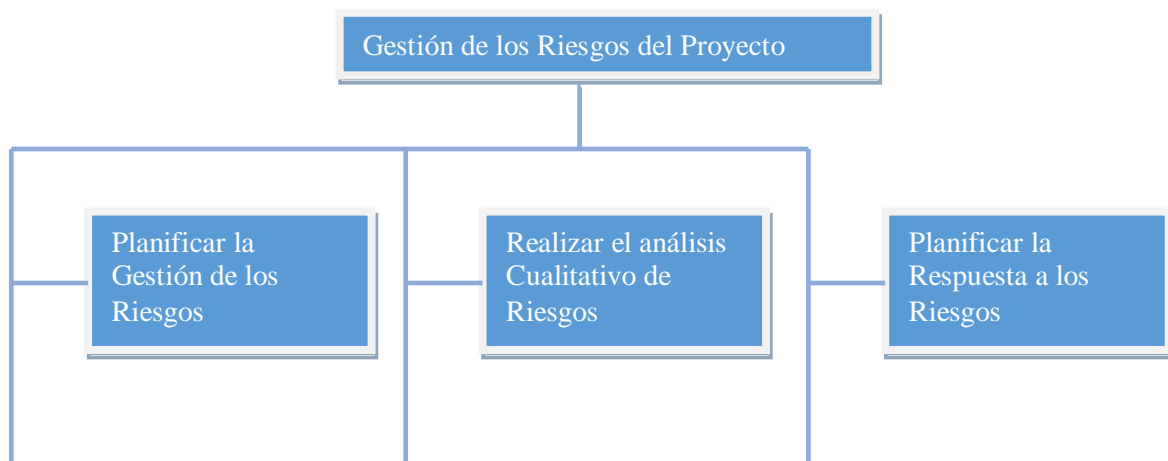
- Controlar las Comunicaciones. Garantizar la generación de las necesidades de información monitoreando y controlando las comunicaciones a lo largo del proyecto y proporcionar las solicitudes de cambio en caso de ser necesario un ajuste del plan del proyecto.

2.2.8. Gestión de los riesgos del proyecto.

Según la Guía PMBOK un riesgo es un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto, tales como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad, por esta razón es importante la correcta gestión de los riesgos, cuyos objetivos son disminuir el impacto de los eventos que afecten negativamente al proyecto y potenciar las posibles apariciones de eventos positivos.

Se pueden diferenciar varios tipos de riesgos, por un lado, están los conocidos, que son aquellos que se han podido predecir y analizar, y por otro lado los desconocidos que surgen de manera inesperada y a los cuales se les debe asignar una reserva de gestión. También se pueden clasificar en individuales o globales. Los riesgos globales representan la incertidumbre del proyecto en su totalidad, refiriéndose a los posibles problemas que puedan darse en la organización y en el entorno del mismo entre otros. Mientras que los individuales son identificados como posibles amenazas en ciertas actividades del proyecto, por ejemplo, el retraso en la llegada de permisos para la ejecución de un trabajo que afectaría al alcance, al costo y al cronograma.

La identificación de riesgos y la prevención de los mismos son responsabilidades cruciales para el director de proyectos ya que puede suponer el éxito o el fracaso del trabajo proyectado. Todos los procesos de la Gestión de Riesgos guardan relación entre sí y su correcta ejecución permitirá la inhibición de los riesgos sobre el proyecto o en caso de ser inevitables, permitirá hacer frente a las consecuencias que conlleven dichos riesgos. Los procesos que intervienen en la gestión de riesgos vienen representados a continuación.

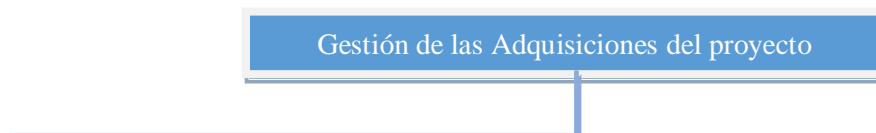


Esquema 2.8 Gestión de los Riesgos del Proyecto

- Planificar la Gestión de los Riesgos. Descripción de los procedimientos necesarios para llevar a cabo las actividades implicadas en la gestión de riesgos del proyecto.
- Identificar los Riesgos. Determinar y documentar los riesgos que pueden alterar el desarrollo del proyecto y describir sus características.
- Realizar el análisis Cualitativo de Riesgos. Proceso a través del cual se identifican las causas por las cuales se manifiestan los riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto y se analizan las áreas del proyecto afectadas evaluando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.
- Realizar el análisis Cuantitativo de Riesgos. Analizar matemáticamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos del proyecto.
- Planificar la Respuesta a los Riesgos. Documentar las estrategias de respuesta ante los riesgos y las acciones necesarias para implementar las estrategias de respuesta al proyecto para reducir al mínimo el impacto de cada riesgo.
- Controlar los Riesgos. Supervisar y controlar los riesgos para mantener actualizado el plan de gestión de riesgos, implementar los planes de contingencia si fueran necesarios y evaluar la efectividad del proceso de gestión de riesgos.

2.2.9. Gestión de las Adquisiciones del proyecto

Incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto [1]. Las adquisiciones se obtienen a partir de la redacción de contratos donde se describen las especificaciones que deben satisfacer para colmar las necesidades del proyecto. De esta manera se consiguen mitigar muchos de los riesgos del proyecto, asegurando que las adquisiciones obtenidas darán los resultados esperados. Los procesos que intervienen en esta área de conocimiento son los representados a continuación:

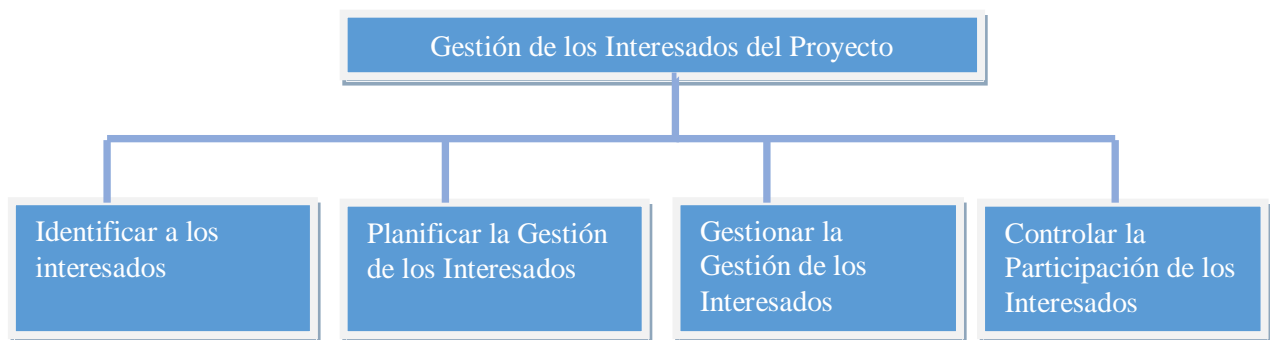


Esquema 2.9 Gestión de las Adquisiciones del proyecto

- Planificar la Gestión de las Adquisiciones del proyecto. Proceso que consiste en identificar las necesidades de contratos con empresas externas eligiendo el tipo de contrato que mejor convenga usar para la obtención de recursos, en especificar los criterios de evaluación de proveedores., y en coordinar las adquisiciones con otros procesos del proyecto, como la planificación del alcance y el cronograma.
- Efectuar las Adquisiciones. Revisar todas las ofertas y elegir entre los posibles proveedores.
- Controlar las Adquisiciones. Administrar las relaciones contractuales entre compradores y vendedores, comprobando que el proveedor cumple con los requisitos contractuales a fin de garantizar el desempeño eficaz del proyecto.
- Cerrar las Adquisiciones. Clausurar todos los contratos una vez completados todos los elementos contractuales del proyecto, auditando su rendimiento, negociando un finiquito y atacando la resolución de cualquier asunto pendiente.

2.2.10. Gestión de los interesados del proyecto

Según la Guía PMBOK los interesados del proyecto son personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto. Como, por ejemplo, los clientes, los contratistas, los patrocinadores, los peones de construcción o personas influyentes que no están involucrados directamente en el proyecto. La gestión de los mismos implica llevar a cabo los siguientes procesos:



Esquema 2.10 Gestión de los Interesados del Proyecto

- Identificar a los interesados. Consiste en reconocer a las personas interesadas, analizando sus expectativas e impactos en el proyecto y categorizando sus intereses y sus respectivas participaciones de manera que quede toda la información relevante documentada.
- Planificar la Gestión de los Interesados. Elaborar estrategias de gestión adecuadas que permitan coordinar las comunicaciones entre los interesados del proyecto.

- Gestionar la Gestión de los Interesados. Consiste en hacer que participen de manera efectiva los interesados durante el ciclo de vida del proyecto, con el fin de evitar conflictos y lograr abordar con rapidez los imprevistos.
- Controlar la Participación de los Interesados. Monitorear a los interesados y abordar los incidentes en el momento en que ocurren, actualizando las estrategias de gestión con el fin de evitar que el proyecto se desvíe de su curso incumpliendo las expectativas de los interesados.

En definitiva, todas estas áreas representan un campo de especialización de la dirección de proyectos cuyas gestiones se superponen unas sobre otras de diversas maneras dependiendo del tipo de proyecto. A su vez están integrados en los cinco Grupos de Procesos e indican las actividades necesarias para ejecutar y finalizar con éxito cada proceso.

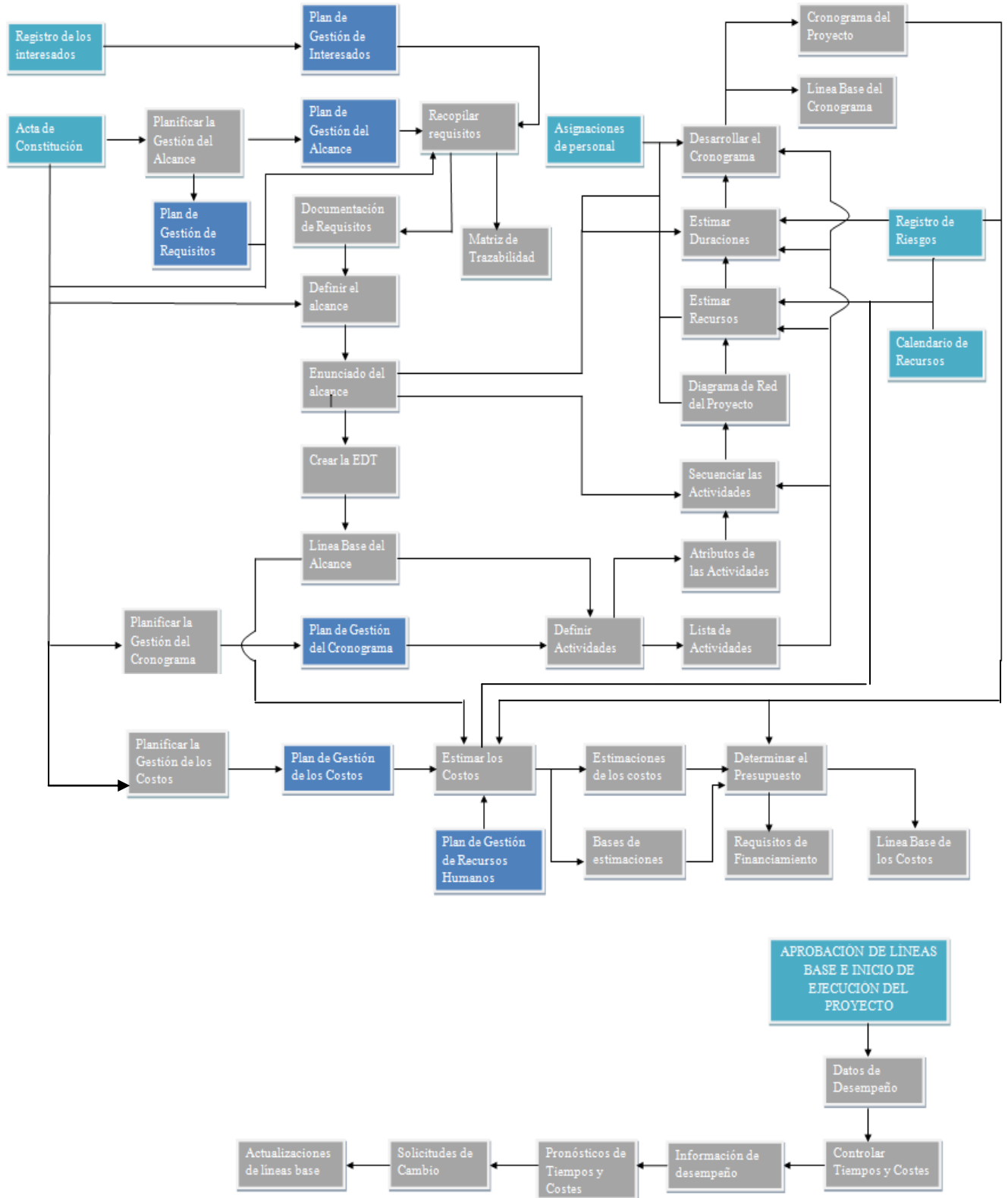
3. GESTIÓN DE PLAZOS Y COSTES

3.1. INTRODUCCIÓN

Todas las áreas de conocimiento de un proyecto son importantes, pero en concreto, la gestión de plazos y costes constituye una condición indispensable para que el proyecto finalice con éxito, puesto que en el tiempo y el presupuesto radican los riesgos fundamentales a tratar durante el desarrollo del proyecto que pueden llegar a provocar la desviación en los plazos de entrega y en los costes generados evitando que se alcance o no el objetivo previsto.

Cabe distinguir por un lado la Gestión del Tiempo del Proyecto, que según la Guía PMBOK se define como aquellos “procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto”, mientras que por otro lado 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.”

Ambas guardan relación, de manera que si se modifica el plazo de una tarea o directamente la estimación del tiempo del proyecto ha sido incorrecta se verá afectado el coste de manera proporcional. Por tanto, a pesar de que se enuncien de manera separada, los diez procesos que intervienen en la gestión de plazos y costes tienen un elevado grado de interacción entre sí.



Esquema 3.1 Gestión de Plazos y Costes

3.2. PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

El trabajo necesario para llevar a cabo los seis procesos de la Gestión del Tiempo, debe estar precedido de un esfuerzo de planificación por parte del equipo del Proyecto, que forma parte del proceso Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto.

Planificar la Gestión del Cronograma va a permitirle al director del proyecto limitarse a los plazos aprobados e incorporar cambios en la línea base del cronograma a través de la metodología, las herramientas, el formato y los criterios definidos en el Plan de Gestión del Cronograma que constituye un documento esencial para guiar el desarrollo, la gestión y el control del Cronograma del Proyecto.

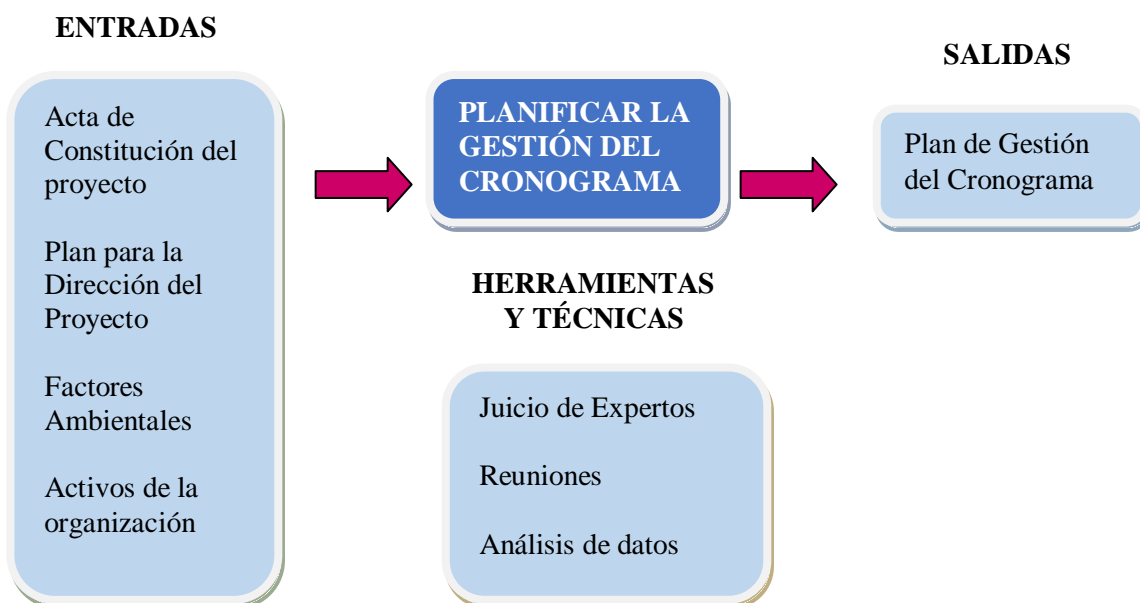


Figura 3.1 Planificar la Gestión del Cronograma del Proyecto

La información que se utiliza para el desarrollo del Plan de Gestión del Cronograma viene incluida en los siguientes documentos:

- Acta de Constitución del proyecto. Incluye de forma resumida todos los aspectos importantes del Cronograma del proyecto, es decir, los supuestos, los hitos, las restricciones, las necesidades de tiempo y los requisitos de aprobación del proyecto.
- Plan para la Dirección del Proyecto. Es un documento que define la base para todo el trabajo del proyecto. Integra y consolida todos los planes y líneas base secundarios de los procesos de planificación una vez finalizados. Entre ellas se encuentra la Línea Base del Alcance que constituye la versión aprobada de los siguientes documentos:

- *Enunciado del alcance.* Documento donde se definen las características del proyecto en cuestión, los criterios de aceptación, los entregables a generar para terminar el proyecto, las restricciones del mismo, los supuestos y las exclusiones del proyecto. Se elabora a partir de la información recogida en el Acta de Constitución y la Documentación de Requisitos el cual incluye las condiciones a cumplir en el proyecto y las expectativas cuantificadas de los interesados, de manera que los requisitos considerados como válidos queden definidos en la línea base del alcance para su posterior medida una vez ejecutado el proyecto.
 - *Estructura de desglose del trabajo.* Documento que recoge el alcance total del trabajo a realizar descompuesto de manera jerárquica [1].
 - *Diccionario de la EDT/WBS.* Es un documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS [1]. La información que incluye el Diccionario de la EDT/WBS para cada paquete de trabajo es el código de cuenta, la descripción de tareas, los responsables asignados, los hitos, los recursos correspondientes, entradas y salidas, actividades asociadas, los costos estimados y los criterios de calidad y aceptación.
- Factores Ambientales. La cultura de la organización, la disponibilidad de recursos, la información comercial de dominio público, el software de gestión empleado o los sistemas de autorización de trabajos pueden tener un gran impacto sobre el proceso Planificar la Gestión del Cronograma por lo que conviene tenerlos en cuenta durante el desarrollo del Plan de Gestión del Cronograma.
- Activos de la organización. El director de proyectos puede recurrir a documentos históricos, plantillas y directrices para el uso eficaz del tiempo disponible.

Para la obtención del Plan de Gestión del Cronograma se requiere el uso de las siguientes herramientas y técnicas:

- Juicio de Expertos. El director de proyectos le conviene emplear el juicio de expertos sobre la información de proyectos similares para obtener información valiosa sobre la manera más eficiente de gestionar el cronograma. El juicio de expertos también permite combinar diferentes métodos de estimación y conciliar diferencias.
- Técnicas Analíticas. En el proceso Planificar la Gestión del Cronograma se suelen considerar las diferentes opciones que tiene el director de proyecto a la hora de estimar y programar el proyecto. Las decisiones en el empleo de técnicas de programación pueden estar influenciadas por las políticas y procedimientos de la organización. Estas técnicas también pueden ser útiles a la hora de realizar una ejecución rápida o intensificar el cronograma del proyecto en caso de ser necesario.
- Reuniones. El director del proyecto debe realizar reuniones de planificación con el equipo del proyecto e interesados para desarrollar el Plan de Gestión del Cronograma.

Una vez que se ha reunido toda la información necesaria para una eficaz gestión del cronograma, se elabora con el uso de las herramientas y técnicas descritas el Plan de Gestión del Cronograma que puede incluir los siguientes aspectos:

- **Desarrollo del modelo de programación del proyecto.** Se incluyen los métodos y la herramienta de programación empleada para el desarrollo del modelo de programación.
- **Nivel de exactitud.** Especifica el rango aceptable en el que se pueden encontrar las estimaciones de las duraciones de las actividades.
- **Unidades de medida.** Especifica las unidades de las mediciones realizadas para la obtención de las cantidades de recursos necesarias.
- **Enlaces con los procedimientos de la organización.** Establece la relación que guarda el plan de gestión del cronograma con las salidas de otros procesos de gestión, en concreto con la Estructura de Desglose del Trabajo, que sirve de base para las estimaciones y cronogramas obtenidos.
- **Mantenimiento del modelo de programación del proyecto.** Define el proceso necesario para llevar a cabo las actualizaciones y el registro de avance en el modelo de programación.
- **Umbrales de control.** Se establecen márgenes de desviación para evaluar las variaciones del cronograma a partir de los datos de desempeño. Los umbrales se expresan como un porcentaje con respecto a los parámetros establecidos en la línea base del cronograma.
- **Reglas para la medición del desempeño.** Establece las pautas para medir el desempeño del proyecto tales como la Gestión del Valor Ganado (EVM), que especifica cómo medir el porcentaje completado, las cuentas de control, las técnicas para medir el valor ganado y las medidas del desempeño del cronograma.
- **Formatos de los Informes.** Define el formato de los informes generados en la gestión del proyecto y especifica cuando se presentarán.
- **Descripciones de los procesos.** Se documentan las descripciones de cada uno de los procesos incluidos en la gestión del cronograma.

A medida que el proyecto avanza se obtienen estimaciones más precisas, de manera que el Plan de Gestión del Cronograma se irá mejorando y detallando de manera continua, efectuando las correspondientes acciones correctivas con el fin de garantizar el alcance de las metas marcadas para el proyecto en cuestión.

3.3. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO

Según la Guía PMBOK, Planificar la Gestión de los Costos es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto. La salida de este proceso es el Plan de Gestión de Costos, se trata de un documento que teniendo en cuenta las necesidades de los interesados, detalla los criterios para estructurar, estimar, preparar, aprobar y controlar el presupuesto del proyecto de modo que se complete dentro del presupuesto aprobado, uno de

los principales requisitos del proyecto. Por lo que una buena planificación va a facilitar el trabajo del director del proyecto y la consecución de los objetivos.

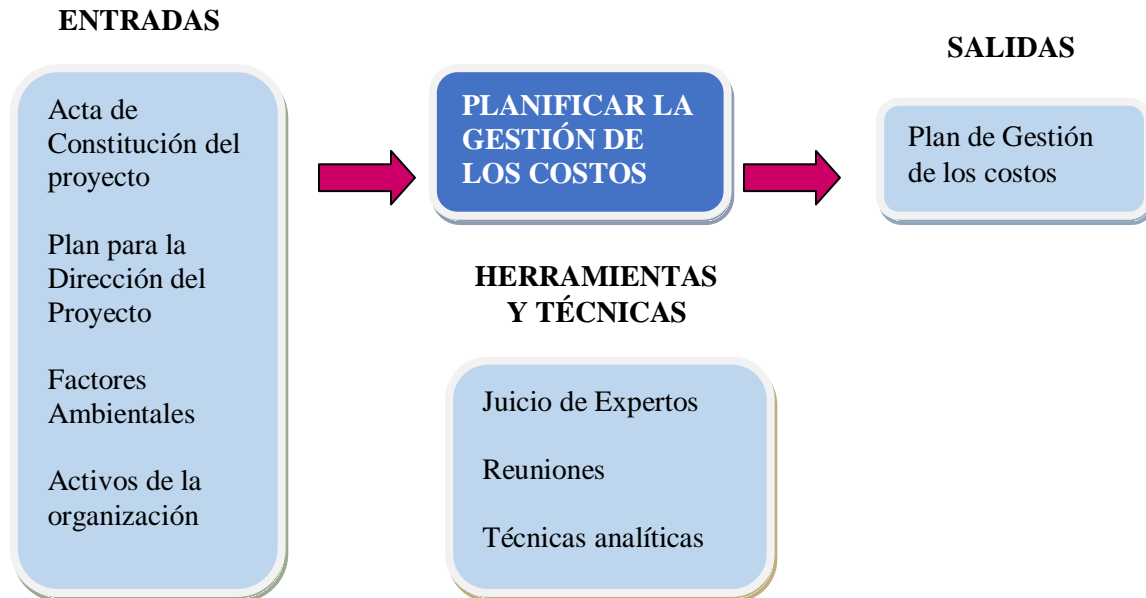


Figura 3.2 Planificar la Gestión de los Costos

La planificación de costos requiere conocer con detalle el proyecto y el entorno donde este va a ejecutarse.

- Plan para la Dirección del Proyecto. Se emplean los componentes del plan para la dirección del proyecto ya desarrollados que resulten útiles para establecer las guías de la Gestión de Costos, incluye entre otros la Línea Base del Alcance, se emplea para la estimación y gestión de los costos del proyecto y la Línea Base del cronograma, aporta información acerca de cuándo se incurrirá en los costos del proyecto ya que se trata de una reproducción gráfica de las tareas a realizar, su duración y secuencia dando lugar al calendario general del proyecto.
- Acta de Constitución del proyecto. Desarrollada en el grupo de procesos de inicio, provee el resumen del presupuesto destinado por el patrocinador para realizar el proyecto.
- Factores Ambientales. La cultura de la organización, las condiciones de mercado, la información comercial de dominio público, las tasas de cambio de divisas o los sistemas de información para la dirección de proyectos pueden tener un gran impacto sobre el proceso Planificar la Gestión de los Costos por lo que conviene tenerlos en cuenta durante el desarrollo del Plan de Gestión de los Costos.
- Activos de la organización. El director de proyectos puede recurrir a documentos históricos, conocimientos de lecciones aprendidas, bases de datos financieras, procedimientos y guías relacionados con la gestión de costos y el de control financiero para el uso eficaz del presupuesto disponible.

Los recursos que se van a emplear para recopilar y tratar la información incluida en las entradas de este proceso para la elaboración del plan de gestión de los costos son los siguientes:

- Juicio de Expertos. El director de proyectos le conviene emplear el juicio de expertos sobre la información de proyectos similares para obtener información valiosa sobre la manera más eficiente de gestionar los costos. El juicio de expertos también permite combinar diferentes métodos de estimación y conciliar diferencias.
- Reuniones. El director del proyecto debe realizar reuniones de planificación con el equipo del proyecto e interesados para desarrollar el Plan de Gestión de los Costos
- Técnicas analíticas. El proceso de planificar la gestión de los costos permite elegir entre varias estrategias de financiación (autofinanciación, intercambio o endeudamiento). También permite optar por diversas maneras de obtener los recursos, tales como fabricar, comprar, alquilar, etc. De manera que las decisiones tomadas afectarán tanto al cronograma como a los riesgos del proyecto. Además, las políticas y los procedimientos de la organización pueden recomendar utilizar técnicas financieras específicas para la toma de dichas decisiones (periodo de recuperación, retorno de la inversión, flujo de caja y valor neto presente).

Finalmente se obtiene como salida del proceso el Plan de Gestión de Costes, donde se seleccionan y documentan los procesos de gestión de costos (Estimación de costes, Determinación del presupuesto y Control de costes) y se especifican los siguientes aspectos:

- **Unidades de medida.** Se definen las unidades a usar en la medición de los costos para cada uno de los recursos, tales como las horas de trabajo del personal, las cantidades de recursos medidas en litros, kilogramos o metros entre otros, o pago único en formato de moneda.
- **Nivel de Exactitud.** Se especifica el grado de redondeo permitido a las estimaciones de los Costos.
- **Nivel de precisión.** Las estimaciones de costos se ajustarán a un determinado nivel de precisión dependiendo del alcance de los paquetes de trabajo y de la magnitud del proyecto. También pueden incluir una cantidad estimada para contingencias.
- **Enlaces con los procedimientos de la organización.** Se emplea la Cuenta de Control situado en la EDT. Es un punto de control de gestión en el que se integran alcance, presupuesto, costo real y cronograma, y se comparan con el valor ganado para la medición del desempeño. De manera que permite agrupar y analizar los trabajos realizados, y su vez se localizan en puntos de gestión fijados en la EDT/WBS
- **Umbral de control.** Se definen rangos de desviaciones de los costos para permitir variaciones de costo sin necesidad de tomar acciones correctivas o preventivas.
- **Reglas para la medición del rendimiento.** Se aplican las fórmulas definidas por la técnica del valor ganado para la obtención de variaciones, índices de rendimiento y pronósticos.

- **Formatos de informe.** Se definen los formatos de los informes de rendimiento de costes.
- **Detalles adicionales.** Incluye fuentes de financiación recomendadas, normas para aplicar cambios de moneda etc.

Al igual que el resto de planificaciones, la planificación de costos es un proceso iterativo, ya que los costes van a verse afectados por la aparición de contingencias a lo largo de la ejecución del proyecto, y habitualmente son necesarias diferentes iteraciones hasta conseguir que el planteamiento del proyecto cumpla con el presupuesto disponible.

3.4. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES

Definir las actividades es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto [1]. Las actividades son resultado de la descomposición de los entregables del nivel más bajo de la EDT/WBS de manera que representan el trabajo total requerido para obtener dichos entregables. Así mismo deben ser mensurables en términos de tiempo, recursos, esfuerzo y costes de manera que se puedan programar, presupuestar y controlar.

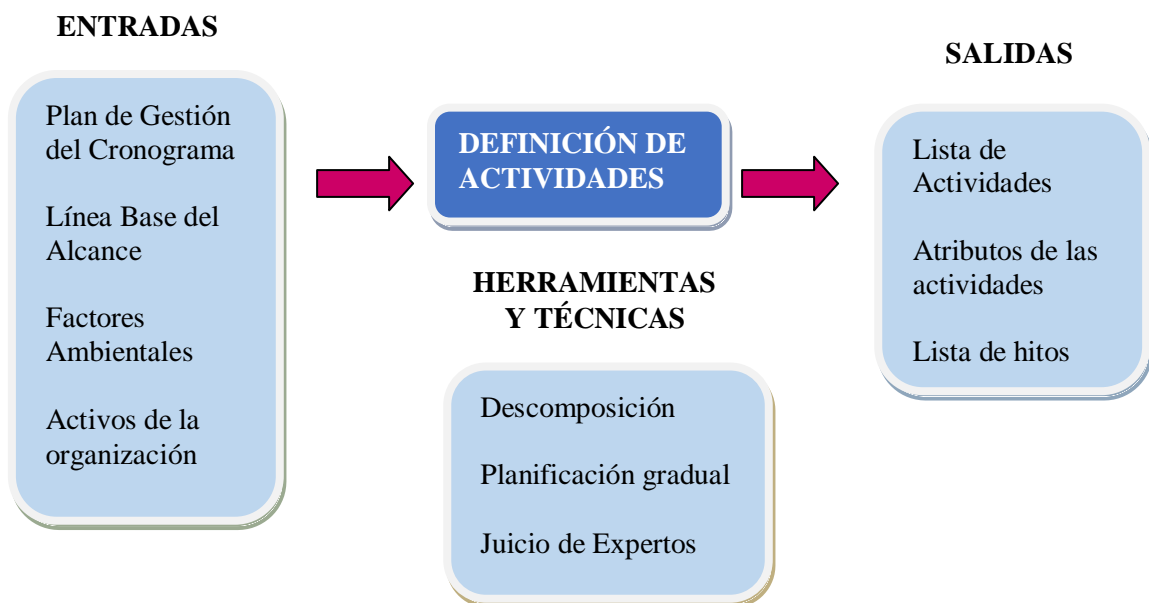


Figura 3.3 Definición de Actividades

Las técnicas y herramientas que se pueden emplear para obtener las salidas del proceso son útiles para la recopilación y tratamiento de la información aportada por el Plan de Gestión del Cronograma, la Línea Base del Alcance, los Factores Ambientales y los Activos de la organización.

- Técnica de descomposición. Consiste en subdividir los paquetes de trabajo de la EDT/WBS en componentes más pequeños y fáciles de manejar, denominadas actividades del proyecto. La descomposición realizada se considera válida cuando se comprueba que no existen actividades redundantes o que se han identificado las actividades con el nivel de detalle suficiente, de manera que todos los miembros del equipo del proyecto estén conformes. Además, la descomposición realizada debe permitir generar informes a los niveles deseados para facilitar el monitoreo y control del proyecto.
- Técnica de planificación Gradual. Se trata de una forma de elaboración progresiva. El trabajo que debe desarrollarse a corto plazo se planifica en detalle, y el trabajo más a largo plazo se planifica a un nivel superior de la EDT/WBS.
- Juicio de Expertos. Consiste en la participación en el proceso de definición de actividades de miembros del equipo u otros expertos con experiencia y habilidad en el desarrollo de cronogramas, de enunciados de alcance y de EDT/WBS.

Las salidas del proceso *Definición de Actividades* van a permitir a los miembros del equipo del proyecto comprender y tener claros los trabajos que deben realizar, así como desarrollar el cronograma del proyecto con mayor precisión y organizar las actividades de manera que queden ordenadas y clasificadas según el criterio seguido.

- Lista de Actividades. Es una lista exhaustiva de actividades, asimismo incluye los identificadores de cada una de las actividades y las respectivas descripciones del alcance del trabajo con suficiente claridad y amplitud.
- Atributos de las Actividades. A medida que el proyecto avanza se amplían las descripciones de las actividades agregándoles atributos, los cuales expresan las características y los componentes propios de cada actividad, de manera que al inicio del proyecto los atributos incluyen el identificador de la actividad, el identificador de la EDT/WBS y el nombre de la actividad; una vez que se haya avanzado en la gestión del proyecto pueden incluir así mismo las descripciones, las actividades predecesoras y sucesoras, los recursos asignados, restricciones y supuestos.
- Lista de Hitos. Existe un tipo especial de tarea, con duración nula, denominada hito y simboliza un logro o momento en el proyecto que puede ser obligatorio u opcional, según si son exigidos por contrato o impuestos por el director del proyecto. Se van a reunir en una lista indicando si son obligatorios u opcionales. Pueden emplearse para proporcionar una medida del progreso del proyecto adquiriendo una serie de ventajas:
 - Facilidad para realizar modificaciones y cambios de requisitos. Lo que permite al director de proyecto adquirir flexibilidad en la gestión del proyecto.
 - Mayor control de los plazos de entrega y de los costes incurridos por etapas, permitiendo presupuestar el proyecto y estimar el plazo final del proyecto con mayor precisión.
 - Establecer una comunicación efectiva y clara con los interesados del proyecto.

3.5. SECUENCIACIÓN DE ACTIVIDADES

El proceso Secuenciar las Actividades consiste en identificar las relaciones que guardan entre sí las distintas actividades del proyecto, dotándoles de un orden de ejecución lógico, lo cual es representado gráficamente en el Diagrama de Red del Cronograma del Proyecto.

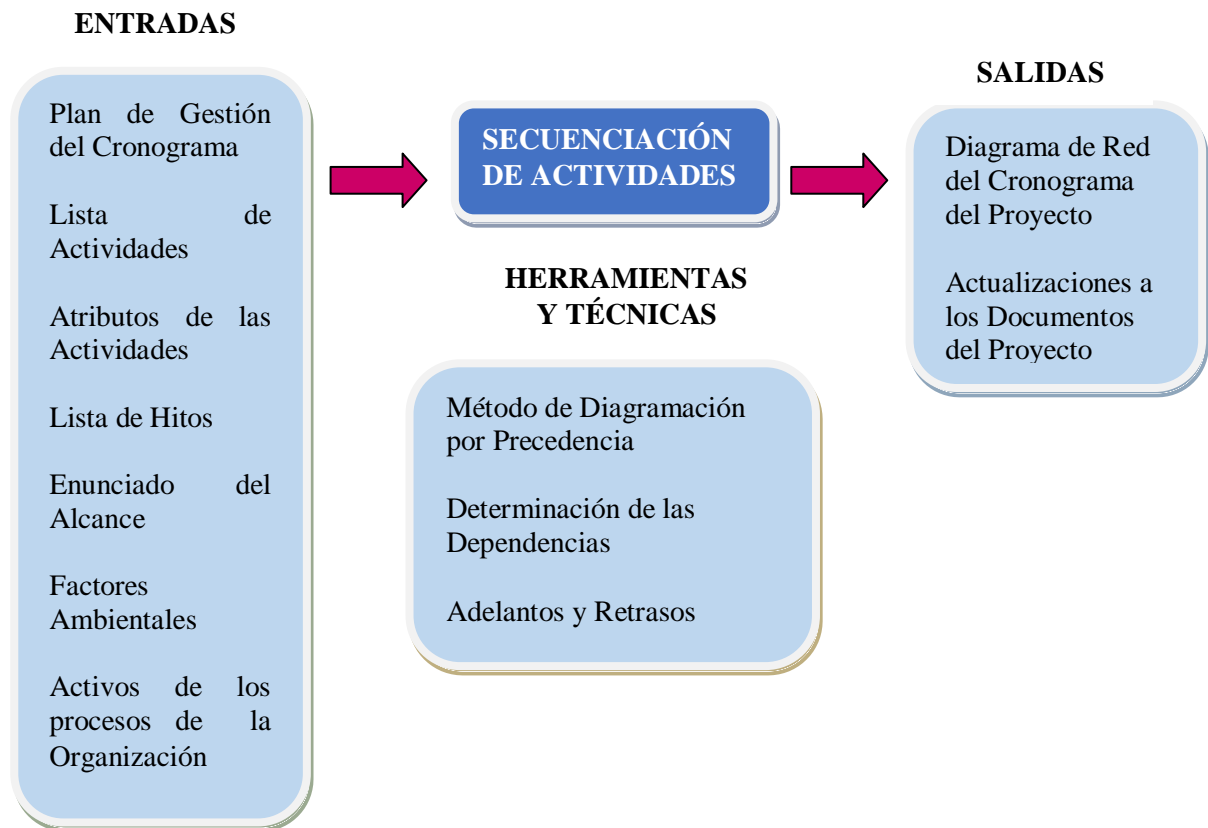


Figura 3.4 Secuenciación de Actividades

Las herramientas y técnicas que hacen posible la identificación de las relaciones que guardan entre sí las actividades del proyecto y la secuenciación de las mismas se describen a continuación.

- Determinación de las Dependencias. En función de la situación en la que se encuentre el proyecto se definirán las relaciones de dependencia entre las actividades, pudiendo diferenciar entre dependencias obligatorias o discrecionales, internas o externas.
 - **Dependencias obligatorias.** También conocidas como “lógica dura” son aquellas que no se pueden evitar de ninguna manera, como en el caso de una nave industrial donde resulta imposible colocar la cubierta sin previamente disponer de los cimientos.

- **Dependencias discrecionales.** En ocasiones se denominan “lógica preferencial o blanda” y son aquellas relaciones que se introducen en el proyecto para mejorar la gestión del mismo, pueden obedecer a la necesidad de disponer de determinados recursos o hacer referencia a algún tipo de política o práctica que exista habitualmente en la organización, es decir, se establecen en función del deseo del director de establecer una secuencia específica, aunque existan otras secuencias aceptables. A diferencia de las dependencias obligatorias pueden ser retiradas y eliminadas en un momento dado. Deben de establecerse el menor número de dependencias discrecionales para permitir gestionar la red con cierto margen de maniobra para ejecutar el proyecto.
- **Dependencias externas.** Son aquellas que vienen dadas por algo que se encuentra fuera del entorno del proyecto o del entorno que domina el director del proyecto. Por tanto no pueden ser gestionadas, es decir, no pueden ser adelantadas, retrasadas o retiradas.
- **Dependencias internas.** Se refiere a las relaciones existentes entre las actividades del proyecto que caen bajo el control del equipo de gestión del proyecto.

La dependencia tiene cuatro atributos, pero sólo se pueden aplicar dos simultáneamente de la siguiente forma [1]: Dependencias obligatorias externas, Dependencias obligatorias internas, Dependencias discrecionales externas y Dependencias discrecionales internas.

- Adelantos y Retrasos. El equipo de dirección puede especificar las dependencias que requieren un adelanto o un retraso, de forma que la relación entre una tarea y otra respete una diferencia de tiempo especificado, considerándose adelanto como una cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se puede anticipar con respecto a una actividad predecesora y retraso como una cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se retrasa con respecto a una actividad predecesora [1].
- Método de Diagramación por Precedencia (PDM). Es una técnica utilizada para construir el modelo de programación en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante relaciones lógicas [1]. Según el PDM existen cuatro tipos de dependencias: Final a Inicio (FS), Final a Final (FF), Inicio a Inicio (SS), Inicio a Final (SF). La más utilizada es la de **Final a Inicio (FS)** que consiste en que una actividad únicamente puede comenzar cuando su actividad predecesora haya finalizado. Esta dependencia tiene sentido cuando por ejemplo se quiere iniciar la colocación de la cubierta de la nave, lo cual resulta imposible sin la previa ejecución de la cimentación. También es de uso frecuente la dependencia **Inicio a Inicio** que sugiere que el comienzo de la sucesora requiere que se haya iniciado la predecesora. Por ejemplo, puede darse cuando se precise la iniciación simultánea de dos o más tareas por motivos de finalizar a tiempo la ejecución del proyecto. Sin embargo, las otras dos dependencias, Final a Final e Inicio a Final, no son tan utilizadas. La dependencia **Final a Final** por ejemplo puede servir como restricción para indicar que una actividad finalice tan pronto como finalice su sucesora. Mientras que la de **Inicio a Final** es una forma de programación de atrás hacia delante, de manera que a partir de la finalización de una actividad debería iniciarse su predecesora.

A partir de las salidas que ofrecen los procesos *Planificar la Gestión del Cronograma* y *Definición de Actividades*, junto con los factores ambientales de la empresa y los activos de

los procesos de la organización, se reúne la información necesaria para la obtención de las salidas del proceso *Secuenciación de las Actividades*.

- Diagramas de Red del Cronograma del Proyecto. Las dependencias entre las actividades del cronograma, junto con los adelantos o retrasos, son representadas, de manera gráfica en el Diagrama de Red del Cronograma. Puede ser elaborado de forma manual o mediante el uso de un software de gestión de proyectos.
- Actualizaciones a los documentos del Proyecto. En el proceso de secuenciar las actividades se analizan las actividades para detectar las que son redundantes y reconocer las dependencias entre ellas. Como resultado se lleva a cabo la actualización de los documentos del proyecto, entre otros, la Lista de actividades, los Atributos de las Actividades, la Lista de hitos y el Registro de riesgos.

3.6. ESTIMACIÓN DE RECURSOS

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 [1]. Se trata de un proceso complejo y de gran transcendencia en el proyecto puesto que está directamente relacionado con los procesos: Estimar los Costos y Estimar las Duraciones, ya que por un lado los costos de ejecución material vienen definidos por el coste de los recursos empleados, y, por otro lado, las duraciones de las actividades del proyecto son estimadas a partir de los recursos humanos empleados para el desarrollo de las actividades del proyecto.

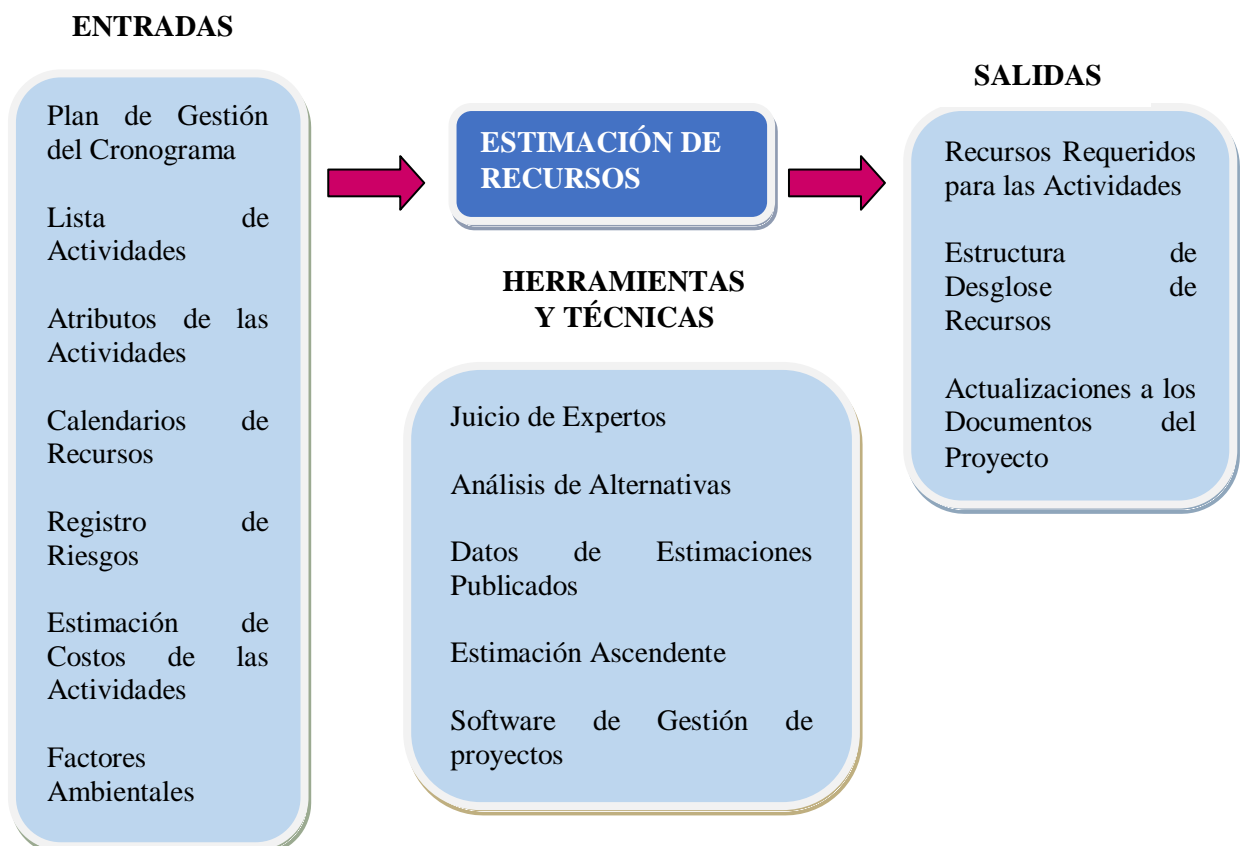


Figura 3.5 Estimar los recursos de las actividades

Durante el proceso Estimar los Recursos además de asignar los recursos más indicados para cada actividad, se determina el tiempo de asignación de cada recurso y los requerimientos de asignación. Según la Guía PMBOK los datos necesarios para llevar a cabo este proceso son los descritos a continuación:

- Plan para la Dirección del Proyecto. Incluye entre otros el Plan de gestión de los recursos y la Línea Base del Alcance. A partir de estos documentos se identifica el nivel de exactitud y las unidades de medida a utilizar para la estimación de recursos.
- Atributos de las actividades. Constituyen la principal entrada de datos que se empleará para obtener las necesidades de recursos de cada actividad.
- Lista de actividades. Incluye las tareas a ejecutar en el proyecto, de esta manera es posible identificar el trabajo necesario para llevarlas a cabo.
- Estimación de costos. El costo de los recursos puede influir en la selección de los mismos.
- Calendario de recursos. Es un calendario que incluye información acerca de la disponibilidad de los recursos. El calendario de recursos especifica cuándo y por cuánto tiempo pueden ser usados tanto a nivel actividad como a nivel proyecto, de manera que incluye los días laborales, los no laborales, los festivos y los turnos de trabajo en los que están disponibles cada recurso del proyecto, es decir, el horario de trabajo de los recursos empleados.
- Registro de riesgos. Un evento asociado a un determinado riesgo puede influir en la disponibilidad de los recursos y con ello la selección de los mismos.
- Factores ambientales de la empresa. Incluyen, entre otros: la ubicación de los recursos, la disponibilidad de los recursos, habilidades de los recursos del equipo, cultura de la organización, datos para estimación publicados y condiciones del mercado.
- Activos de los procesos de la organización. Políticas y procedimientos en relación a la adquisición de los recursos e información basada en proyectos anteriores similares acerca de los tipos de recursos utilizados.

Una vez recopilada toda la información requerida para tener claras las necesidades de recursos y las competencias clave de cada actividad se procede a la estimación de los recursos necesarios para cada tarea con el uso de las siguientes herramientas y técnicas.

- Juicio de Expertos. Consiste en el análisis de las entradas a este proceso por parte de personas especializadas y con experiencia en la planificación y estimación de recursos.
- Análisis de Alternativas. Consiste en evaluar las distintas maneras de llevar a cabo las actividades y los correspondientes recursos necesarios para cada actividad.

- Datos de Estimaciones Publicados. Existen empresas que proporcionan una extensa base de datos, donde se pueden consultar los costos unitarios de los recursos, los materiales y equipos y los índices de producción actualizados, en diferentes áreas geográficas.
- Estimación Ascendente. Es una técnica que consiste en identificar los recursos necesarios correspondientes a cada tarea para posteriormente obtener el total de recursos empleados para cada paquete y periodo de trabajo.
- Software de Gestión de Proyectos. Ayuda a planificar, organizar y gestionar los grupos de recursos, así como a realizar estimaciones y a optimizar el uso de los mismos.

Finalmente se obtienen los recursos requeridos para las actividades y la representación gráfica de los mismos de manera esquematizada.

- Recursos Requeridos para las Actividades. Documento donde se indican los tipos, la disponibilidad, las cantidades de recursos necesarios para cada actividad y las bases de estimación para cada recurso utilizada. Así como las descripciones de los requisitos de recursos con un alto nivel de detalle.
- Estructura de Desglose de Recursos. Es una representación jerárquica de los recursos por categoría y tipo. Los recursos pueden ser clasificados en tres categorías (Personal, Maquinaria y Material) y los tipos de recursos se pueden definir en función del nivel de habilidad, el nivel de formación u otra información relevante para el proyecto [1].
- Actualizaciones a los Documentos del Proyecto. Se incluyen, entre otros, la lista de actividades, los atributos de las actividades y los calendarios de recursos.

3.7. DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Conociendo las tareas a realizar y los recursos necesarios para cada una de ellas, la disponibilidad de los recursos y las cantidades estimadas de los mismos, se procede a la obtención de la duración de cada actividad que es el proceso que consiste en estimar la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados [1].

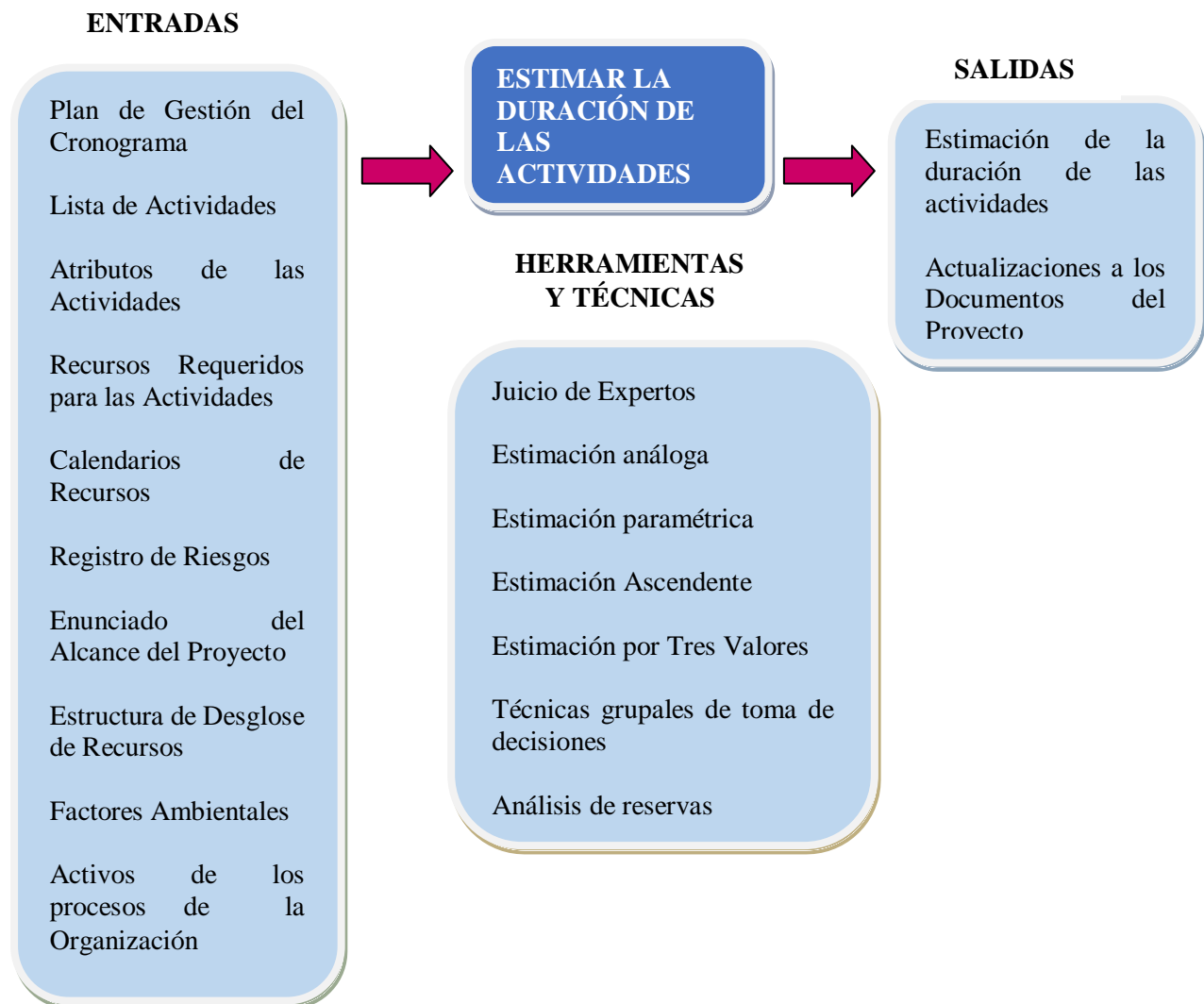


Figura 3.6 Estimar la duración de las actividades

La estimación de la duración de las actividades se puede realizar cuantitativamente multiplicando las cantidades de trabajo de los recursos obtenidas en el proceso *Estimación de Recursos*, por las cantidades de horas de trabajo por unidad de trabajo. Esta técnica se denomina Estimación paramétrica. Con esta técnica se obtienen estimaciones con alto nivel de exactitud y puede emplearse junto a otros métodos de estimación.

Existe otra forma de determinar las duraciones de las actividades según la Guía PMBOK, mediante una técnica de estimación por tres valores denominada Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT), que consiste en realizar tres estimaciones de duración: la más probable (tM), la optimista (tO) y la pesimista (tP), para luego obtener la duración esperada mediante el uso de una fórmula que en función de la distribución de los tres valores podrá ser:

- Considerando una distribución triangular: Duración esperada (tE)= (tO+tM+tP)/3
- Considerando una distribución beta: Duración esperada (tE)=(tO+4tM+tP)/6

Por otro lado, pueden darse casos en los que no se pueda estimar la duración de una actividad cuantitativamente por escasez de información, de manera que se obtendrá empleando la técnica análoga que consiste en usar datos reales de proyectos similares para estimar la duración de una determinada actividad. Con esta técnica no se logra un nivel de exactitud tan elevado como con el uso de otras técnicas, sin embargo, las estimaciones obtenidas se pueden mejorar teniendo en cuenta los riesgos que puedan surgir.

Así mismo, se puede mejorar la exactitud de las estimaciones realizadas mediante técnicas grupales, tales como las técnicas Delphi, técnicas de grupo nominal o tormenta de ideas que consisten en aunar juicios e ideas para crear un curso de acción satisfactorio para la organización. Van a permitir extraer información suplementaria y como consecuencia obtener estimaciones más exactas.

Las estimaciones de la duración pueden incluir reservas para contingencias para tener en cuenta la incertidumbre del cronograma. A medida que el proyecto avanza pueden llegar a eliminarse o reducirse. Las reservas para contingencias pueden ser un porcentaje de la duración estimada de una actividad, una cantidad fija de periodos de trabajo, o bien pueden estimarse mediante métodos de análisis cuantitativos, como la simulación Monte Carlo [1].

3.8. DESARROLLO DEL CRONOGRAMA

En base a las actividades identificadas y secuenciadas, a la Red del proyecto y a la estimación de recursos y duraciones de las actividades se desarrolla el Cronograma del proyecto, proceso que consiste en evaluar las relaciones que guardan entre sí las actividades y los recursos para una correcta integración de los mismos en el proyecto, considerando las numerosas restricciones para elaborar un modelo de programación con el empleo de una herramienta de administración de proyectos que muestre las fechas entre las que se va a ejecutar cada actividad del proyecto.

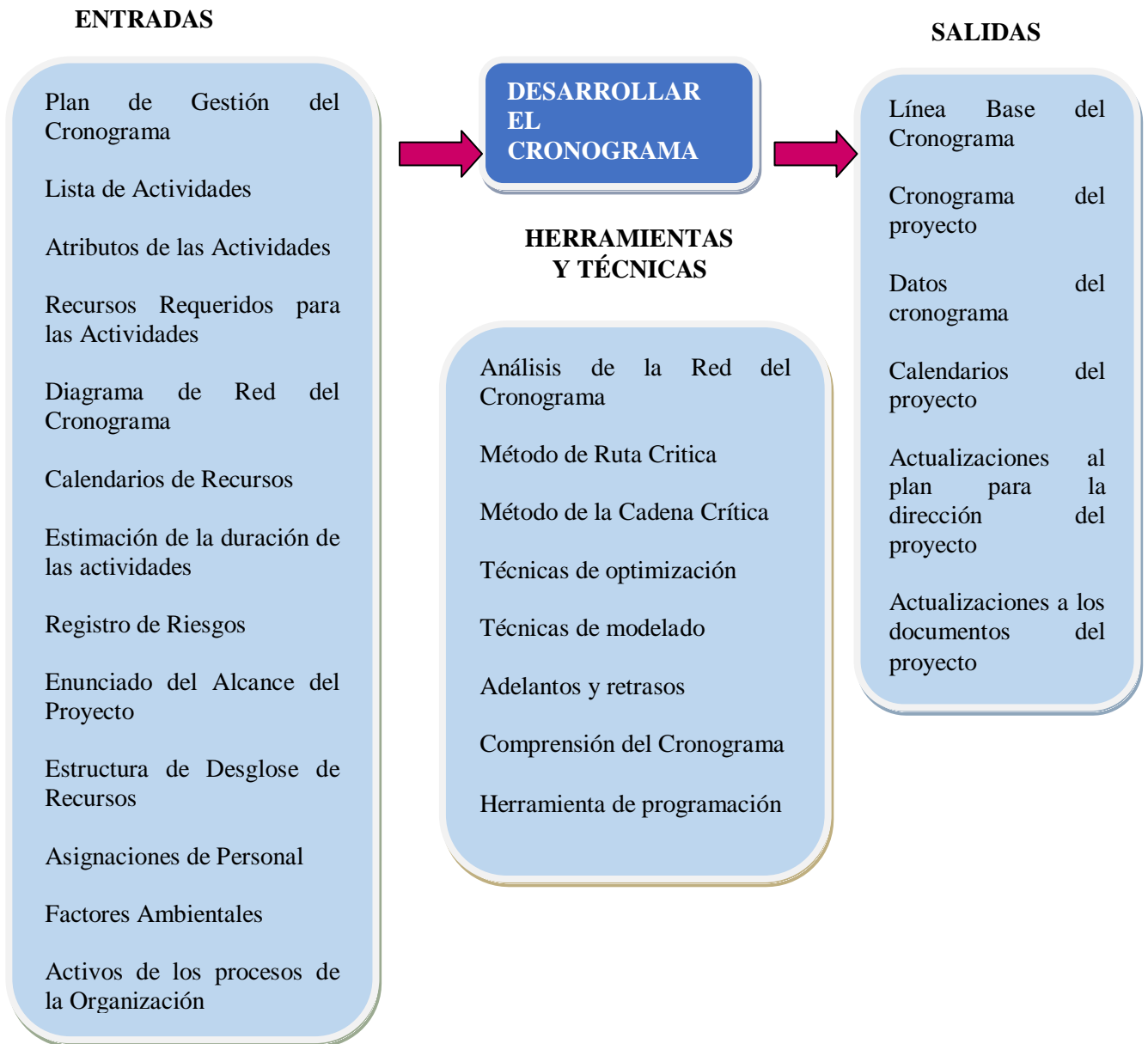


Figura 3.7 Desarrollar el Cronograma del proyecto

Existen muchas entradas en este proceso, todas ellas son salidas de los procesos de Gestión del Tiempo descritos hasta ahora: Planificar la Gestión del Cronograma; Definir las Actividades; Secuenciar las Actividades; Estimar los Recursos y Estimar la duración, excepto una, Asignaciones de Personal al Proyecto. Los miembros del equipo del proyecto son recursos valiosos y las asignaciones de personal indican cuales de estos recursos son asignados a determinadas actividades.

La técnica que se puede usar para generar el cronograma del proyecto es el Análisis de la Red del Cronograma, sirve para generar una vista gráfica de las actividades y cómo estas se relacionan unas con otras. Identifica las fechas de inicio temprano y tardío, así como, las de finalización temprana y tardía para las actividades del cronograma empleando técnicas analíticas como el método de la ruta crítica o el método de la cadena crítica.

- El método de la ruta crítica. Define cual es el camino más corto de actividades en el diagrama de red del cronograma, de manera que si cualquiera de las actividades que se encuentran en la ruta crítica se atrasa, retrasará la fecha de finalización del proyecto. Este método va a permitir determinar la fecha de finalización del proyecto e identificar los periodos dentro de los cuales se podrían llevar a cabo las actividades sin llegar a retrasar la fecha de finalización del proyecto.
- El método de la cadena crítica. Se desarrolla a partir del método de la ruta crítica, pero tiene en cuenta los recursos limitados y las incertidumbres del proyecto a través de la introducción de colchones [1] para gestionar cualquier desviación en cualquier parte de la ruta del cronograma del proyecto.

Las técnicas de optimización de recursos son empleadas una vez creado el modelo de programación para adaptarlo en función de la demanda y de la disponibilidad de recursos. Según indica la Guía PMBOK se incluyen, entre otras:

- Nivelación de Recursos. Consiste en ajustar las fechas de inicio y finalización para equilibrar la demanda de los recursos con la oferta disponible.
- Equilibrio de Recursos. Consiste en ajustar las actividades para que las necesidades de recursos no excedan ciertos límites de recursos predefinidos. Al contrario que con la nivelación, no se modifica la ruta crítica del proyecto.

Las técnicas de modelado son herramientas basadas en el aprendizaje por simulación empleadas para evaluar los posibles resultados sobre los objetivos del proyecto ante distintas situaciones y generar un cronograma óptimo. Entre ellas se encuentran: análisis de Escenarios “¿Qué pasa si...?” y análisis Monte Carlo.

También pueden ser aplicados adelantos y retrasos en el tiempo entre cada actividad del cronograma como parte del desarrollo del mismo con objeto de generar un cronograma viable.

Con el uso del conjunto de técnicas y herramientas descritas se elabora el modelo de programación, el cual incluye el conjunto de información necesaria para describir y controlar el cronograma. Además, sus salidas son representaciones del cronograma [1].

Por un lado, el Cronograma del proyecto presenta las actividades del proyecto con sus fechas de inicio y finalización, sus dependencias, recursos asignados y características. Se puede presentar en forma de tabla, pero es más frecuente representarlo de manera gráfica mediante un diagrama de red, un diagrama de barras o mediante un diagrama de hitos.

Por otro lado, la Línea Base del Cronograma constituye la versión aprobada del modelo de programación. Además, constituye la base para supervisar y controlar el desarrollo de las actividades que componen el proyecto de manera que va a tratarse de un proceso iterativo en el que se revise de forma periódica durante el transcurso de la ejecución del proyecto cada una de las actividades involucradas, con el fin de disponer en todo momento de un calendario del proyecto actualizado ante el surgimiento de nuevos cambios.

Desarrollar el cronograma requiere la revisión de las estimaciones obtenidas en los procesos de la Gestión del Tiempo para cambiar recursos y secuencias con el fin de crear un modelo de

programación realista y una línea base del cronograma aprobada. Las técnicas de comprensión del cronograma que se pueden aplicar son entre otras:

- Intensificación. Técnica que consiste en agregar recursos con el menor incremento de costo posible para reducir la duración del cronograma
- Ejecución rápida. Técnica que consiste en solapar actividades para llevarlas a cabo en paralelo y acortar así la duración del proyecto.

3.9. ESTIMACIÓN DE COSTOS

Estimar los costes es el proceso de pronosticar los medios monetarios necesarios para ejecutar las actividades del proyecto evaluando las diversas alternativas para obtener el costo más favorable a partir de la información aportada por la Línea Base del Alcance, el Cronograma del proyecto, el Registro de Riesgos, el Plan de Gestión de los costos y de los recursos humanos, así como los factores ambientales y los activos de los procesos de la organización. Además, se trata de un proceso iterativo ya que a medida que avanza el proyecto se obtienen estimaciones de costo más precisas.

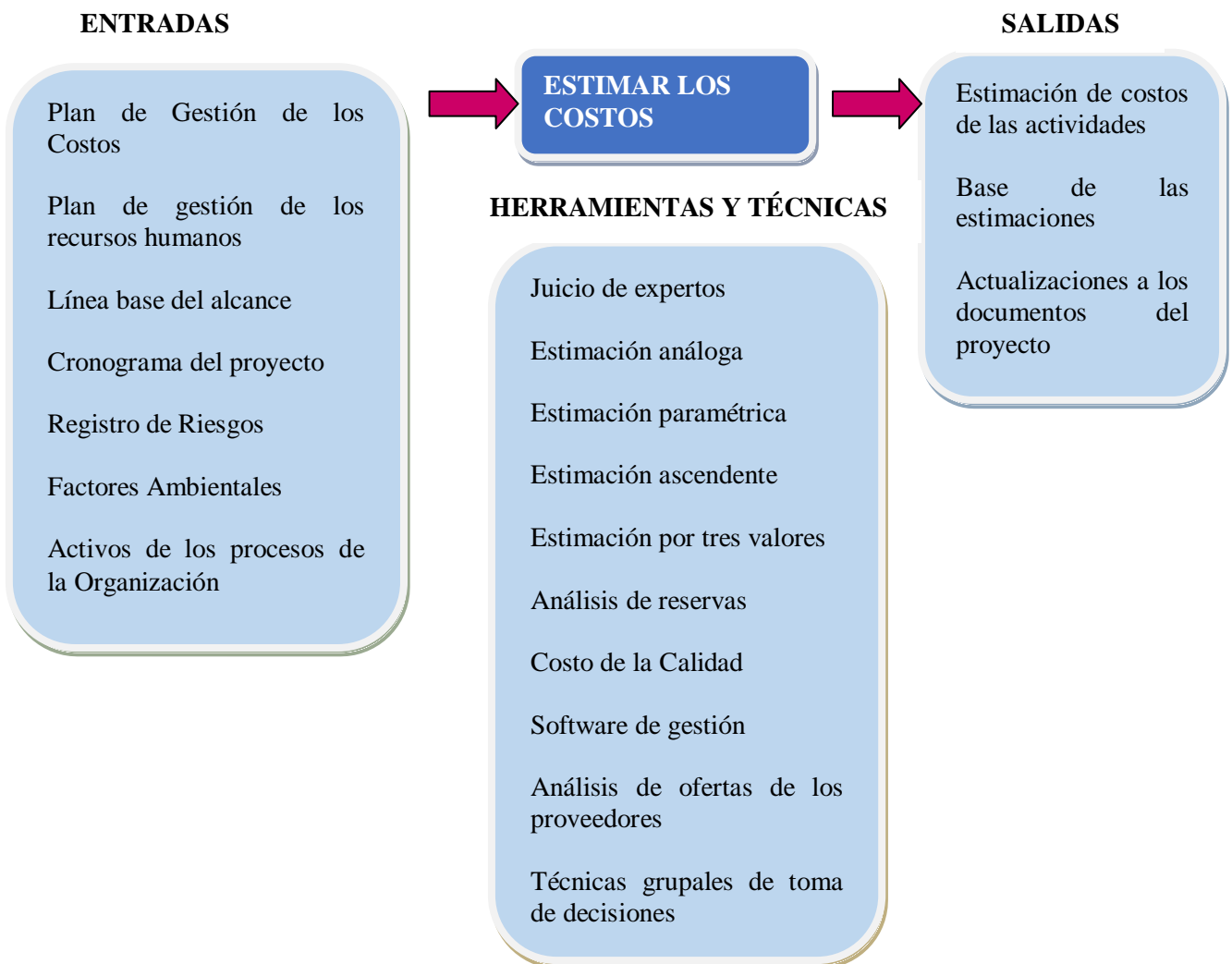


Figura 3.8 Estimar los Costos

Las estimaciones de los costos pueden realizarse de cuatro formas distintas. Además, los métodos de estimación pueden combinarse para obtener estimaciones de costos más exactas.

- Estimación Análoga. Es el método menos preciso ya que obtiene el costo del proyecto en su totalidad o el costo de las partes del mismo a partir de los valores de costo, presupuesto, o duración de proyectos similares en función de las diferencias conocidas entre dicho proyecto y el proyecto actual.
- Estimación Paramétrica. Consiste en calcular el costo empleando un algoritmo que relaciona datos históricos y los parámetros del proyecto.
- Estimación Ascendente. Estimación del costo de cada actividad con el mayor nivel de detalle posible para acumularlo en niveles superiores y permitir realizar el reporte y seguimiento del proyecto.
- Estimación por tres valores. De igual modo que en la estimación de las duraciones, el método PERT utiliza tres valores para definir un rango aproximado de costo de una actividad: Más probable (cM), Optimista (cO) y Pesimista (cP).

Además de los costos generados por los recursos, se puede incluir el Costo de la Calidad (COQ) que engloba el conjunto de inversiones realizadas para prevenir el incumplimiento de los requisitos, así como las evaluaciones de conformidad de los entregables, y los costos por fallas detectadas. Teniendo en cuenta los costos de la calidad se puede asegurar la calidad de los entregables del proyecto.

Los métodos de estimación pueden incluir el análisis de los siguientes aspectos:

- Análisis de las ofertas de proveedores. Consiste en analizar, en base a las propuestas de los proveedores calificados, cuánto puede costar el proyecto.
- Análisis de reservas. Las estimaciones de costos pueden incluir reservas para contingencias, pudiendo ser un porcentaje del costo estimado, una cantidad fija, o puede calcularse empleando métodos de análisis cuantitativos.

Para mejorar las estimaciones se pueden usar las técnicas grupales de toma de decisiones. La aplicación de técnicas de creatividad en grupo permite la mejora de la exactitud y precisión de las estimaciones de costo mediante la mezcla formal de las experiencias de personas especializadas.

Una vez estimados los costos para todos los recursos asignados a las actividades del proyecto se pueden presentar de manera resumida o detallada en el documento Estimación de Costos de las Actividades el cual será completado con el documento Base de las Estimaciones donde se detallarán los fundamentos de las estimaciones, así como los supuestos y restricciones conocidas, indicando el rango dentro del cual pueden encontrarse las estimaciones realizadas y el nivel de confianza de la estimación final.

3.10. DESARROLLAR EL PRESUPUESTO

Determinar el Presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos de las actividades individuales y a su vez acumularlos hasta llegar a los componentes de los niveles superiores de la EDT/WBS, con el fin de establecer la Línea Base de los Costos del Proyecto.

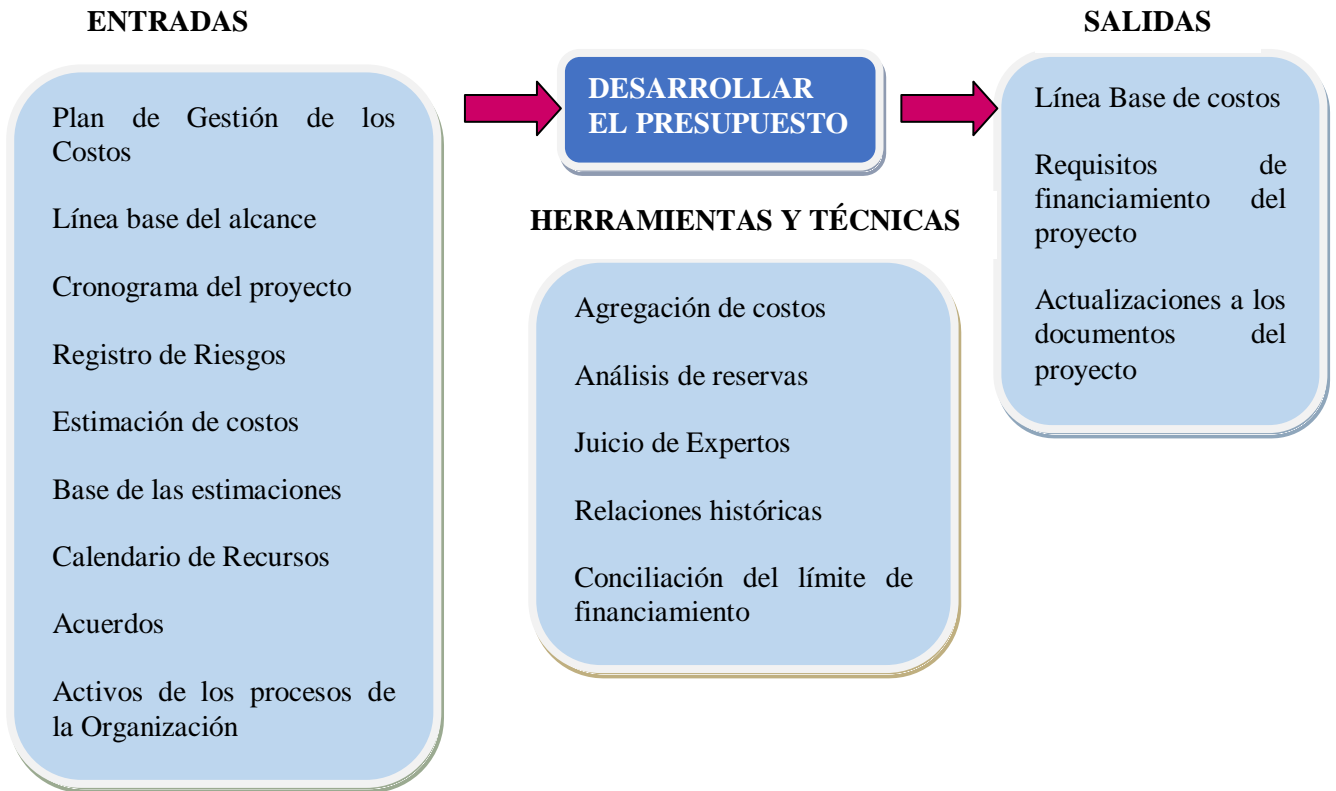


Figura 3.9 Desarrollar el presupuesto

A partir de la información recogida en las entradas al proceso se puede determinar el presupuesto del proyecto mediante la Agregación de Costes. Es una técnica que consiste en sumar las estimaciones de costos de los paquetes de trabajo y acumularlos posteriormente para los niveles superiores de la EDT/WBS, hasta obtener el presupuesto para todo el proyecto.

Existen otras formas de obtener el presupuesto, como por ejemplo a partir de Relaciones Históricas, que mediante el uso de los parámetros del proyecto, se desarrollan modelos matemáticos capaces de predecir los costos totales del proyecto.

Además, puede ser de gran ayuda el juicio de expertos debido a la experiencia que un grupo de personas o persona puede aportar para la determinación del presupuesto, por ejemplo, consultores, interesados, asociaciones profesionales y técnicas, y grupos de la industria.

Una vez que se han determinado los presupuestos de las diferentes actividades del cronograma, se elabora la Línea Base de Costos que representa el presupuesto del proyecto distribuido a través del tiempo por fases y de forma acumulada. Además, sirve como referencia para medir, supervisar y controlar el desempeño del coste del proyecto a través de

las cuentas de control definidas en la EDT/WBS, una vez que sea revisada y aprobada por el patrocinador del proyecto.

La Línea Base de los Costos además de incluir las estimaciones de los costos de las actividades, también incluye una reserva para las posibles contingencias que puedan presentarse a lo largo del proyecto, de manera que a medida que el proyecto avanza la reserva pueda ser utilizada en caso de ser necesaria o de lo contrario reducirla e incluso suprimirla. El valor de dicha reserva puede calcularse como una cantidad fija, un porcentaje o en función de datos históricos.

La Línea Base de los Costos junto con la reserva de gestión va a constituir el presupuesto del proyecto. La reserva de gestión son cantidades específicas del presupuesto del proyecto que se retienen por razones de control de gestión y que se reservan para cubrir gastos vinculados a trabajos no previstos dentro del alcance del proyecto [1], de manera que en caso de que se den los imprevistos indeseados, se hará uso de la reserva de gestión y las cantidades necesarias pasarán a formar parte de la línea base de costos tras ser aprobado por el patrocinador.

A partir de la Línea base de los Costos junto con las reservas de gestión se definen las necesidades de financiación del proyecto totales y periódicas que se reúnen en el documento Requisitos de Financiamiento del Proyecto, donde además se especifican las fuentes de dicho financiamiento.

El gasto de fondos debe conciliarse con los límites de financiamiento comprometidos en relación con la financiación del proyecto [1]. De manera que si existe una variación entre los límites de financiamiento y los gastos planificados será necesario reprogramar el trabajo para equilibrar dichos gastos siendo los documentos susceptibles de actualización los siguientes: el Registro de Riesgos, la Estimación de Costos y el Cronograma del proyecto.

3.11. CONTROL DEL CRONOGRAMA Y LOS COSTES DEL PROYECTO. ANÁLISIS DEL VALOR GANADO

El Control del cronograma y costes consiste en seguir y revisar el estado de avance del proyecto, identificar problemas y tomar medidas preventivas o correctivas, lo cual puede suponer modificaciones en la línea base del cronograma y de los costos. Además, permite identificar nuevos riesgos y elaborar planes de respuesta a ellos, así como analizar, revisar y controlar los que se incluyen en el Registro de Riesgos.

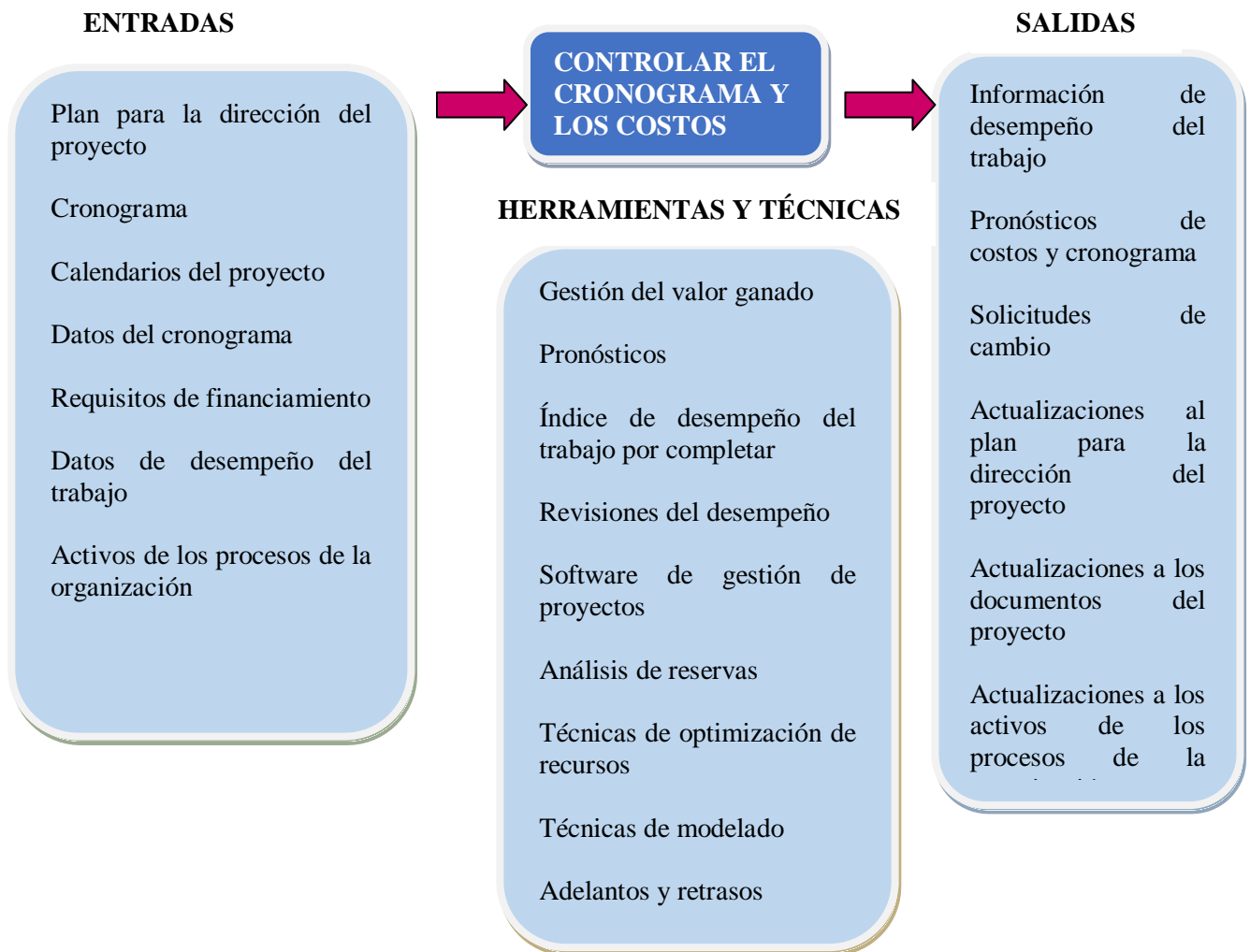


Figura 3.10 Controlar el cronograma y los costos del proyecto

Para realizar un control efectivo se requiere un adecuado Plan para la Dirección del Proyecto que incluye entre otras, la línea base del cronograma y de los costos. Ambas constituyen una instantánea del proyecto antes del comienzo del mismo y sirven para comparar el desempeño del cronograma. De manera que al mismo tiempo que se desarrolla el proyecto, se recopilan de forma periódica los datos de desempeño del trabajo para después realizar la medición del avance real a través de técnicas de control y generar información de desempeño del trabajo que indique el estado actual del proyecto. El propósito principal es detectar la necesidad de tomar acciones correctivas y preventivas para reconducir el proyecto hacia los objetivos marcados.

La metodología que permite medir el desempeño del proyecto y hacer proyecciones integrando costos, alcance y tiempo es la gestión del valor ganado (EVM). Para establecer el método del valor ganado es necesario comprender los siguientes conceptos, cuyos valores serán necesarios calcular de forma acumulada y serán presentados en el documento Información de desempeño del trabajo [4]:

- **Valor Ganado, en inglés EV (Earned Value).** Es el coste del trabajo realizado hasta la fecha de control, pero al coste que se había presupuestado inicialmente, referido al coste de los recursos requeridos para la realización de las actividades.
- **Costo Real, en inglés AC (Actual Cost).** Es el coste que verdaderamente han supuesto los trabajos realizados hasta la fecha de control.
- **Valor planificado, en inglés PV (Planned Value).** Indica el coste planificado del trabajo programado hasta la fecha de control y coincide con la línea base del costo.

A partir de estos valores se obtienen las variaciones del cronograma y de los costos que sirven para evaluar las desviaciones del proyecto respecto a las líneas base.

- **Variación en Costo, CV (Cost Variation).** Permite identificar si el proyecto se encuentra en sobrecoste hasta la fecha de control y en qué medida. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$CV = AC - EV$$

Si $CV > 0$ significa que el proyecto va bien, es decir, se encuentra por debajo del presupuesto.

Si $CV < 0$ significa que el proyecto va mal, es decir, se encuentra por encima del presupuesto.

- **Variación en Cronograma, SV (Schedule Variation).** Mide el desempeño del cronograma, indicando como avanza el proyecto hasta la fecha de control. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$SV = AC - PV$$

Si $SV > 0$ quiere decir que el proyecto va por delante respecto a la planificación.

Si $SV < 0$ quiere decir que el proyecto va con retraso respecto a la planificación.

La representación de los tres valores EV, PV y AC acumulados a lo largo del tiempo hasta una determinada fecha de control da lugar a una curva de avance o curva “S” cuya forma se debe a que al comienzo del proyecto los costes acumulados poseen una tendencia creciente, mientras que al final decrecen [Diego Navarro, 2016].

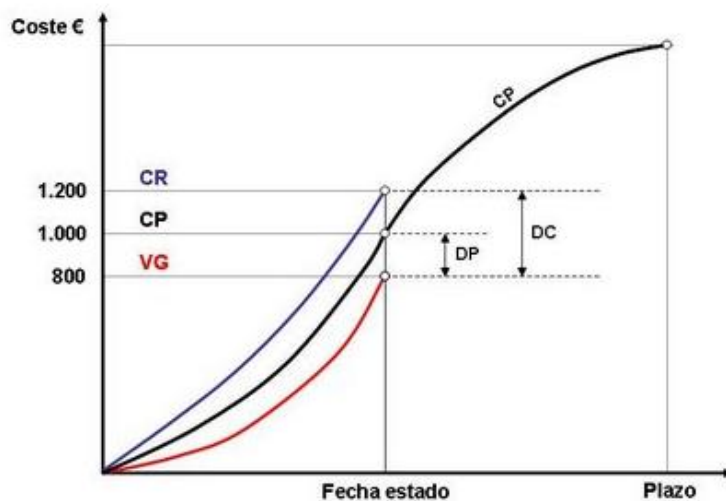


Figura 3.11 Curva “S”

A lo largo de la ejecución y supervisión del proyecto se evalúan también las tendencias del proyecto con el objetivo de evaluar el desempeño del proyecto. Los índices utilizados son los siguientes y también van a ir recogidos en el documento de Información de desempeño del trabajo [4]:

- **Índice de desempeño del presupuesto, CPI (Cost Performance Index).** Es considerada la métrica más importante de la EVM puesto que mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo realizado. Indica la desviación que presenta el costo real del proyecto con respecto al trabajo completado y se obtiene a partir de la fórmula:

$$CPI = EV/AC$$

- **Índice de desempeño del cronograma, SPI (Schedule Performance Index).** Constituye la medida del avance real del proyecto en comparación con el avance planificado, es decir, mide la eficacia con que el trabajo se ha ido cumpliendo de acuerdo a lo planificado. Se calcula mediante:

$$SPI = EV/PV$$

En función de los valores de los índices obtenidos se considerará la necesidad de una acción correctiva. Para ello se requiere la definición clara de unos umbrales de control que constituyen los límites permitidos de los indicadores y definen el rango de valores aceptables.

CPI	> 1	Rendimiento muy bueno. El proyecto se ha ejecutado con menores costos que los estimados inicialmente.
	$[0.95, 1]$	Rendimiento normal. El sobrecoste generado es aceptable.
	$[0.9, 0.95]$	Rendimiento alarmante. El proyecto presenta ineficiencia en el uso de los recursos.
	< 0.9	Rendimiento crítico. El sobrecoste generado es elevado.

SPI	> 1	Rendimiento muy bueno. El proyecto se ha ejecutado en menor tiempo que el previsto en la planificación.
	$[0,95, 1]$	Rendimiento normal. El retraso generado es aceptable y fácilmente compensable.
	$[0,9, 0,95]$	Rendimiento alarmante. El proyecto presenta ineficiencia en el uso del tiempo.
	$< 0,9$	Rendimiento crítico. El retraso generado en el proyecto es elevado y difícilmente compensable.

Tabla 3.1 Umbrales de Control

Los pronósticos también constituyen una salida del proceso Controlar el cronograma y los costes del proyecto, así mismo proporcionan información basada en el desempeño futuro del proyecto a partir de los índices de rendimiento. Las proyecciones de costo y tiempo pueden diferir del presupuesto hasta la conclusión planificado, en inglés Budget at Competition (BAC) y de la fecha de finalización planificada. Las distintas formas de obtener dichas proyecciones se describen a continuación.

- Proyecciones de costo. Obtener el **Estimado a la conclusión o EAC (Estimate at Conclusion)** es la estimación del costo final del proyecto a partir de los costos reales incurridos hasta la fecha junto a una estimación del costo del trabajo restante denominada **Estimado hasta la conclusión, ETC (Estimate to Complete)**. El EAC se obtiene generalmente usando el desempeño del coste acumulado (CPI) para corregir el monto del saldo del trabajo por realizar (Félix Valdez, 2012), pero a continuación se van a describir cuatro formas de calcularlo:

La primera forma de obtener la proyección de costo (EAC) es según el presupuesto inicial, sin considerar el rendimiento del costo hasta la fecha de control, de manera que la estimación del costo del trabajo restante se llevará a cabo según se había presupuestado inicialmente:

$$EAC = AC + (BAC - EV)$$

$$ETC = BAC - EV$$

La segunda forma de obtener la proyección de costo (EAC) es según el CPI actual, es decir, asumiendo que la tendencia que ha experimentado el proyecto hasta la fecha continuará a lo largo del desarrollo futuro del proyecto, por lo que los costos del trabajo restante mantendrán el mismo nivel de eficiencia o ineficiencia:

$$EAC = AC + (BAC - EV)/CPI$$

$$ETC = (BAC - EV)/CPI$$

La tercera forma de obtención de EAC es teniendo en cuenta tanto el índice de desempeño de los costos (CPI) como el índice de desempeño del cronograma (SPI), dando lugar a la estimación más pesimista ya que además tiene en cuenta los retrasos en el cronograma:

$$EAC = AC + (BAC - EV)/(CPI * SPI)$$

$$ETC = (BAC - EV)/(CPI * SPI)$$

Finalmente la cuarta forma de calcular la proyección de costo es en base a nuevas estimaciones realizadas a partir de la experiencia adquirida a partir del trabajo completado. Consiste en sumarle al costo actual (AC) el valor actualizado de las tareas restantes:

$$EAC = AC + ETC \text{ ascendente}$$

- Proyecciones de tiempo. Se van a obtener pronósticos de tiempo para evaluar el desempeño futuro del cronograma. El Estimado a la conclusión basado en unidades de tiempo (EACt) se calcula a partir de la duración de la línea base de desempeño del proyecto (PMB) junto al índice de desempeño del cronograma (SPI) ya que se supone que la tendencia dada anteriormente hasta la fecha de estado se mantiene a lo largo de todo el proyecto.

$$EACt = \text{Duración de la PMB} / SPI$$

A partir de los valores del método del valor ganado y el BAC se puede calcular el Índice de desempeño del trabajo por completar o TCPI (To Conclude Performance Index). Es una medida del desempeño del costo del proyecto restante que se debería alcanzar con los recursos restantes si se desea cumplir con el presupuesto original.

$$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$$

Si se quiere considerar el EAC como el presupuesto de referencia a ser autorizado, se obtendrá el TCPI de la siguiente manera:

$$TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)$$

Mientras que si se quiere obtener el TCPI referenciándolo al LRE (Last Revised Estimation) es decir, el coste final cuando es estimado por el contratista [4], la fórmula es:

$$TCPI = (BAC - EV) / (LRE - AC)$$

Una vez que se han analizado los resultados de las medidas de desempeño y los pronósticos del tiempo del proyecto, puede ser necesario reconducir el proyecto hacia los objetivos previstos. Existen diversas maneras de alinear las actividades del proyecto con el plan para la dirección del proyecto y la línea base del cronograma aprobada. Se incluyen, entre otras, el ajuste de adelantos y retrasos, las técnicas de comprensión del cronograma, las técnicas de modelado para revisar los diferentes escenarios sobre la base del monitoreo del riesgo y por último las técnicas de optimización de recursos.

Las modificaciones en el alcance, cronograma o costos del proyecto pueden dar como resultado solicitudes de cambio sobre la línea base del cronograma y la línea base de los costos, que deberán ser revisadas y aprobadas por el patrocinador para implantar los cambios y mejoras necesarias al proyecto según el Sistema de Control de Cambios.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EJEMPLO

4.1. INTRODUCCIÓN

La aplicación del método del valor ganado se va a realizar sobre un proyecto de construcción industrial titulado “Proyecto Básico y de Ejecución de Estructura y Cerramiento de Nave Industrial Para Almacén” redactado en la Oficina de Proyectos del Ayuntamiento de Alhama de Murcia, que va a servir de base para la estimación de todos los recursos necesarios con sus respectivas cantidades y para identificar el conjunto de obras necesarias para la ejecución de las instalaciones de la nave.

El objeto del proyecto es determinar, tanto desde el punto de vista técnico como económico, el desarrollo de la estructura y del cerramiento de la nave, de forma que se garantice una perfecta puesta en obra.

Según indica la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público, la obra proyectada deberá ser realizada en el plazo máximo de cuatro meses, a contar desde la fecha de la firma del Acta de comprobación del Replanteo, y el año de garantía empezará a contar tras la firma del Acta de Recepción.

Finalmente aplicando los precios proporcionados por el Generador de Precios de Cype a las distintas unidades de obra con sus respectivas mediciones, se obtiene un presupuesto de ejecución material de 166.840,87 €

4.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La nave se va a construir sobre una parcela situada en el Parque Industrial de Alhama de Murcia, en la Avenida de Suecia, parcela 3-9. La parcela tiene aproximadamente 40,15 metros de fachada y 120 m de fondo lo que equivale a 4.883,97 m² sin edificar, a su lado derecho hay situada otra nave ya construida y en el lateral izquierdo se encuentra el vallado perimetral de las parcelas anexas.

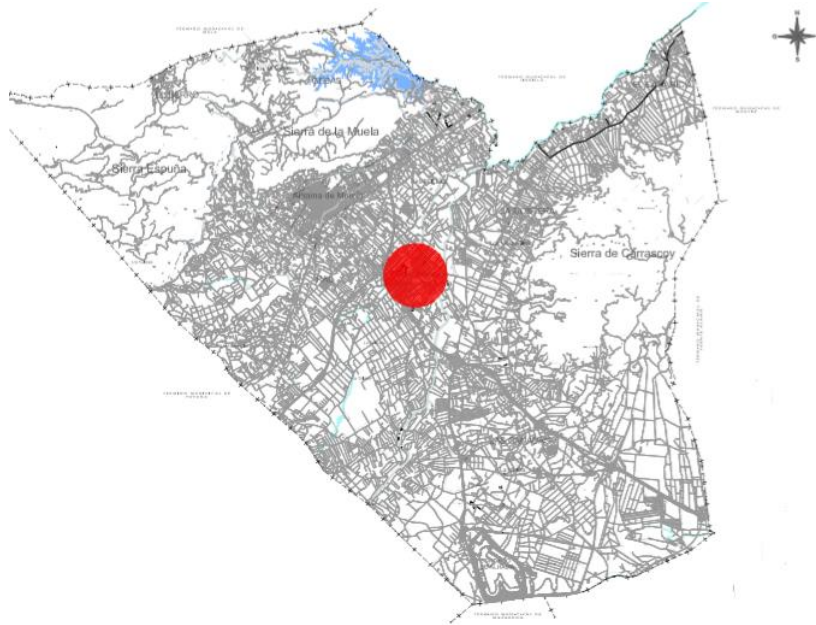


Figura 4.1 Situación en término municipal

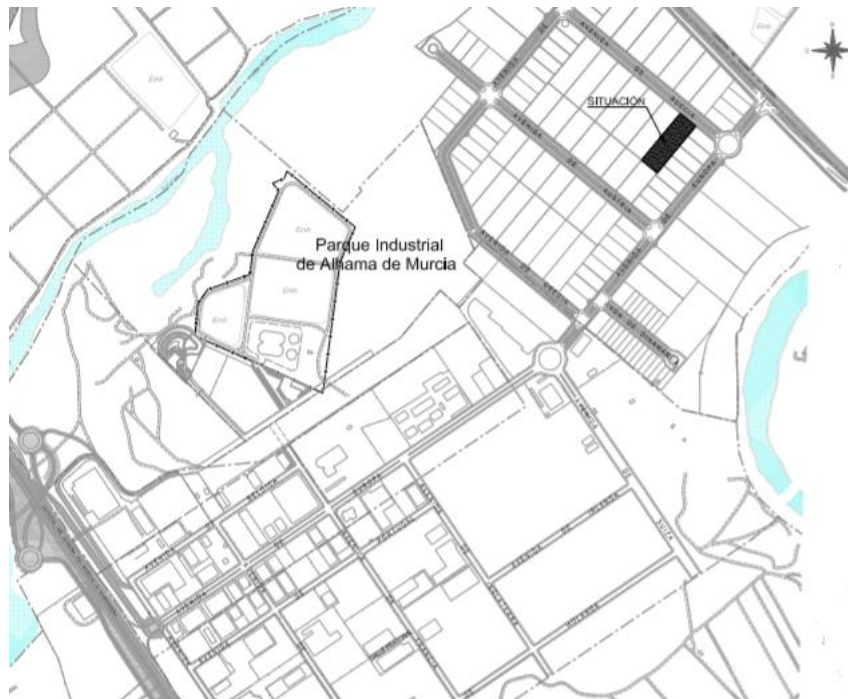


Figura 4.2 Situación en parque industrial de Alhama de Murcia

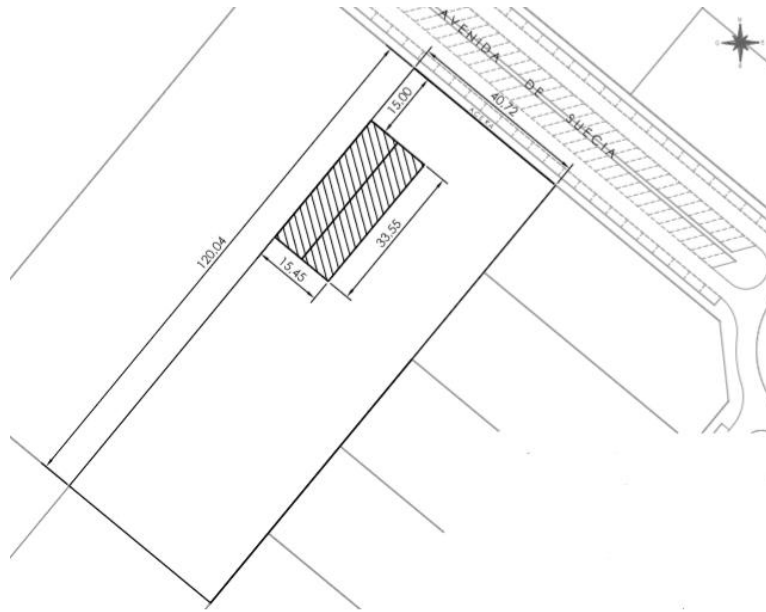


Figura 4.3 Emplazamiento de edificación en parcela

4.3. SOLUCION PROPUESTA

Las obras propuestas consisten en la construcción de la cimentación, estructura y cerramiento de una nave industrial, cuyo uso previsto es el de almacenamiento de material, junto con el vallado de la parcela. La nave tendrá una superficie construida aproximada de 506 m², con unas dimensiones de 33,55x15, 45 m, construida con estructura metálica, con cubierta a dos aguas de panel sándwich y cerramiento lateral de placas de hormigón prefabricado.

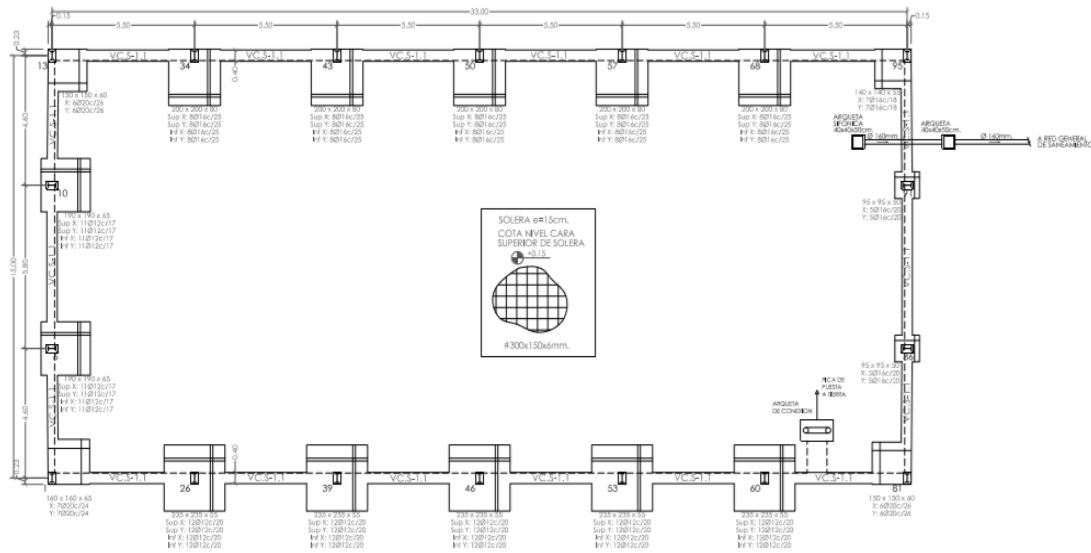


Figura 4.4 Planta de replanteo, cimentación saneamiento y puesta a tierra

Es necesario el relleno y compactación del solar con zahorra, previa limpieza y desbroce del terreno.

Se realizará el vallado de la parte posterior de la parcela con valla simple torsión y la fachada de la parcela será cerrada con mampostería de bloque de 0,8 m de altura, enlucido a doble cara y valla metálica prelacada en blanco hasta una altura total de 2 m.

La nave estará provista de 8 ventanas de aluminio fundidas en las placas de hormigón, las cuales irán provistas de rejas, y puerta basculante de 5x5 m.

La obra de ejecución de estructura y cerramiento de la nave para almacén se considerará completa, si una vez terminada se dota de las correspondientes instalaciones de protección contra incendios según el DB SI, así como las requeridas en el DB HS Salubridad y en el DB HE Ahorro de Energía.

4.4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

En primer lugar se procederá a la limpieza superficial del terreno retirándose los restos vegetales y escombros hasta vertedero autorizado. Posteriormente, se debe realizar la nivelación y acondicionamiento del terreno, compactando el terreno adecuadamente.

Se vallará completamente la zona, localizando en el lugar más adecuado la entrada para el paso del personal de obra y materiales. De igual forma se emplazarán en lugar visible y junto al acceso mencionado carteles indicativos de prohibición de paso a toda persona ajena a la obra, así como del uso obligatorio del casco de seguridad.

A continuación, previo replanteo, se llevará a cabo la ejecución de las obras necesarias para la construcción de la nave.

Se comenzará con la ejecución de la cimentación, que dadas las características del edificio a construir y de las propiedades del suelo se considera adecuado realizar una cimentación a base de zapatas aisladas arriostradas con correas.

Seguidamente se procede al montaje de la estructura metálica, va a estar compuesta de pórticos a dos aguas, formados por pilares tipo IPE con nudos rígidos soldados y correas tipo ZF.

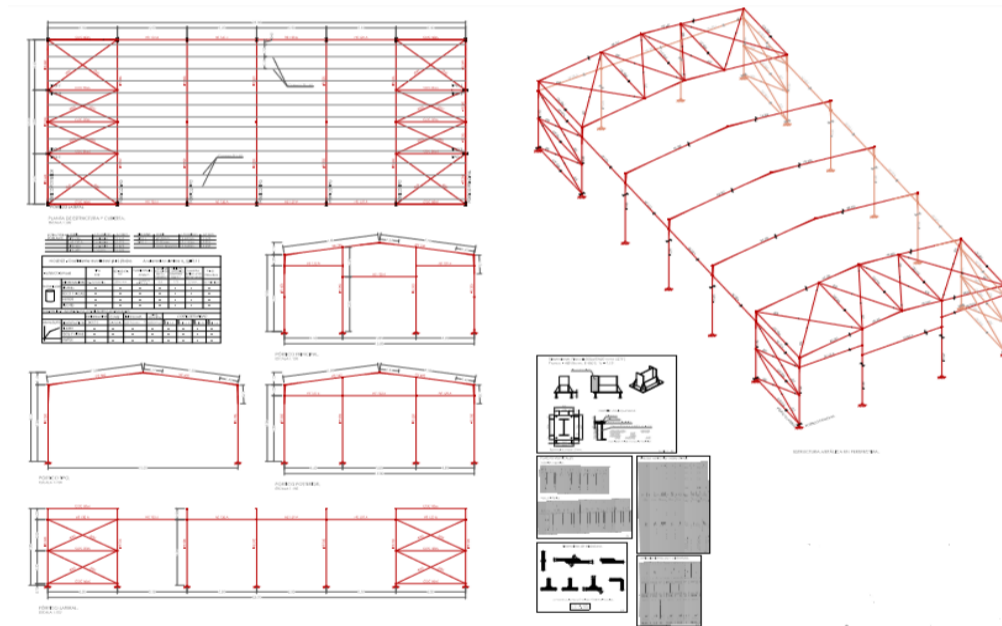


Figura 4.5 Estructura metálica y pórticos

El sistema envolvente de la nave va a estar formado por una cubierta de panel sándwich de acero, prelacada por ambas caras, con núcleo de espuma de poliuretano, con un espesor total de 50 mm.

En la fachada se colocarán placas prefabricadas de hormigón, con un espesor de 12 mm, sellándose las juntas entre las placas e impermeabilizando la unión de las placas con la cimentación.

El suelo del interior de la nave en contacto con el terreno se resuelve con solera de hormigón de 15 cm. sobre capa de grava con impermeabilización de betún polimérico modificado y armadura de fibra de polietileno. La solera estará acabada con fratasado con helicóptero.

Deberán de realizarse las correspondientes aperturas indicadas en los planos para la instalación de la carpintería metálica, que incluye la puerta de acceso al interior de la nave y las ventanas de aluminio termolacado blanco que irán fundidas en las placas de hormigón prefabricado e incluirán rejas de seguridad.

Se vallará la parte posterior de la parcela con valla simple torsión y la fachada de la parcela con mampostería de bloque cara vista de 0,8 m altura con valla galvanizada hasta una altura total de 2 metros dispuesta con puerta corredera para el acceso de vehículos al interior de la parcela.

Para el correcto funcionamiento de la nave es necesario un conjunto de servicios externos al mismo:

Abastecimiento de agua potable. La parcela estará dotada de la correspondiente acometida de agua potable, constituida en tubería de polietileno de un diámetro de 40 mm.

Saneamiento. La parcela estará dotada de la correspondiente acometida de saneamiento, constituida por una tubería de PVC de 200 mm de diámetro.

Instalación eléctrica. La parcela dispone de CGP preparada para suministrar a la parcela con 40 kw en BT. Se realizará la conducción necesaria para posteriormente llevar a cabo la acometida eléctrica correspondiente.

Finalmente se llevarán a cabo los acabados correspondientes a fachada y vallado. Ambos serán revestidos con ladrillos huecos de hormigón de 12 cm y 30 cm de espesor respectivamente.

La nave estará dispuesta para su uso una vez que se hayan hecho las pruebas de servicio para comprobar que tanto la cubierta, como la carpintería exterior y la fachada hayan sido instaladas correctamente.

5. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO

En la elaboración de la EDT/WBS se ha empleado la técnica de descomposición que consiste en dividir y subdividir el alcance y los entregables del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar. Es decir, se ha ido de lo general a lo particular, dividiendo los componentes del nivel superior en niveles inferiores y estos a su vez en sus elementos más fundamentales. De modo que el conjunto de niveles inferiores representa el trabajo acumulado de los niveles superiores, conocido como la regla del 100%.

El nivel de descomposición debe ser lo suficientemente específico ya que al tratarse de un proyecto complejo cuya ejecución normal puede verse afectada por el surgimiento de numerosos riesgos, se necesita adquirir una elevada capacidad de control, pero sin llegar a definir un número excesivo de niveles ya que puede dificultar el seguimiento y control del proyecto.

Se incluye el producto final del proyecto en el primer nivel de la EDT/WBS, a continuación se definen las fases del ciclo de vida del proyecto necesarias para alcanzar el objetivo perseguido que servirá como marco de referencia básico para dirigir el proyecto en el segundo nivel, seguidamente se identifican los entregables necesarios que deben producirse para finalizar las distintas fases del proyecto en el tercer nivel de la EDT/WBS y por último se realiza la segregación de los entregables en los paquetes de trabajo con el suficiente nivel de detalle para facilitar el control y la planificación del proyecto ocupando el cuarto nivel de la EDT/WBS.

Todo ello se representa de manera esquematizada quedando los elementos de la EDT enumerados para indicar sus posiciones relativas dentro de la estructura jerárquica.

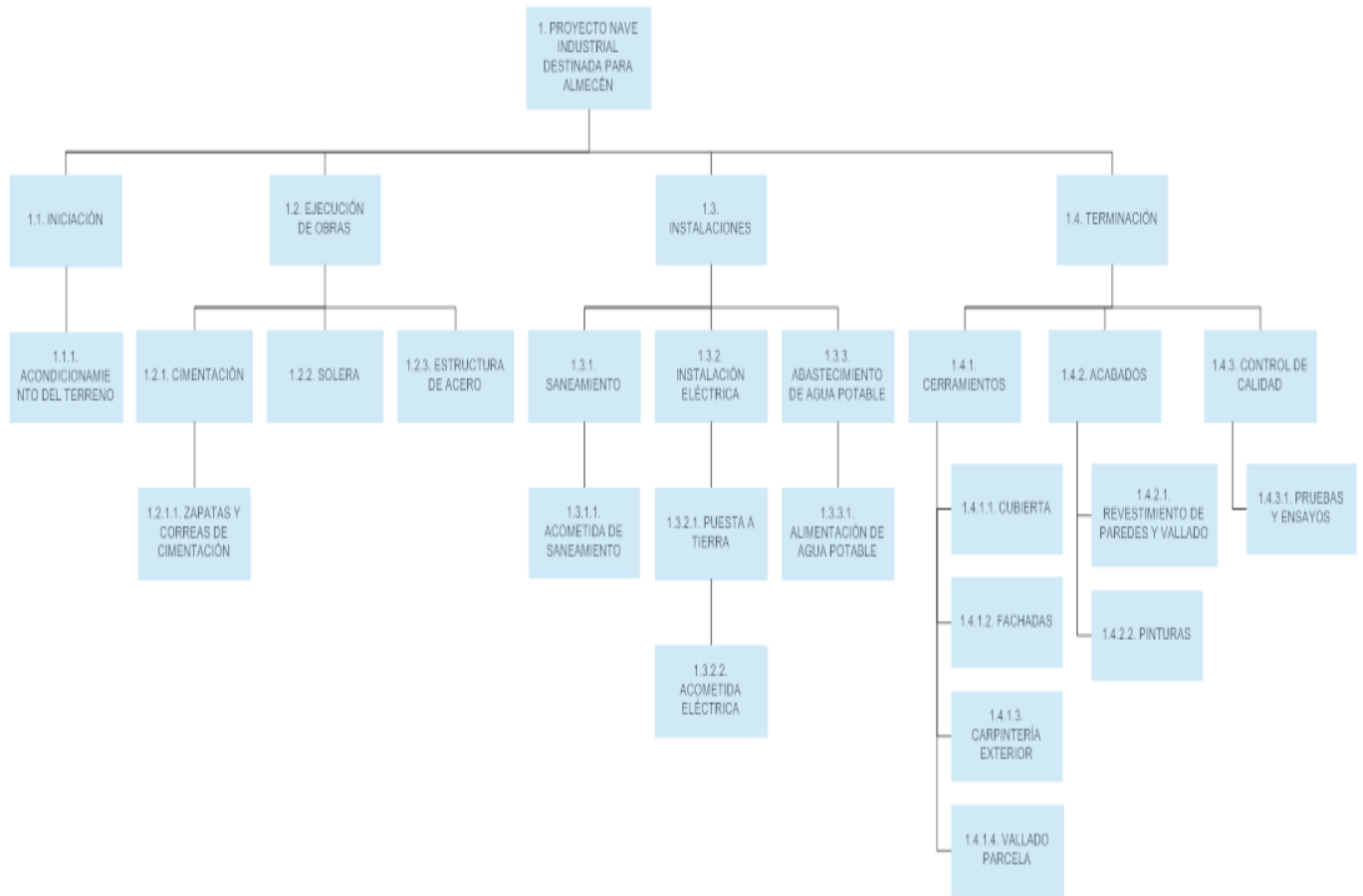


Figura 4.6 Estructura de Desglose del Trabajo

6. PLAN DE GESTIÓN DE PLAZOS Y COSTES

PROCESOS DE GESTIÓN DE PLAZOS Y COSTES

Definición de Actividades

Una vez que ha sido creada y aprobada la Línea base del Alcance del proyecto se lleva a cabo lo siguiente:

- Desglose de los paquetes de trabajo identificados en la EDT/WBS mediante el uso de la técnica de descomposición, dando lugar a las distintas actividades necesarias para lograr los objetivos del proyecto.
- El conjunto de actividades se reúne en una lista numerada que va a incluir la descripción del alcance del trabajo de cada actividad para conocer y comprender con exactitud las tareas a realizar.
- Se definen los atributos de las actividades especificando código, nombre y alcance de trabajo, responsable y tipo de actividad, para cada actividad del entregable.

Secuenciación de las Actividades

- Se define el Diagrama de Red del Cronograma del Proyecto manualmente con el uso del método de diagramación por precedencia que construye el modelo de programación representando las actividades mediante nodos y relacionándolas gráficamente mediante una flecha indicando el tipo de dependencia entre ellas.
- El formato utilizado es el de Diagrama de Red del Cronograma del Proyecto.

Estimación de los recursos de las actividades

- En base a los entregables y actividades que se han identificado se procede a la estimación ascendente de los recursos necesarios para llevarlas a cabo.
- Una vez identificados se agrupan en tres categorías: Materiales, Personales y Maquinarias, de manera que en función del tipo de recurso empleado se obtendrán las respectivas cantidades necesarias para desarrollar cierta actividad.
- El recurso de tipo Material se refiere a aquellos bienes tangibles que permiten ofrecer los productos o servicios en cuestión. Para obtener sus respectivas cantidades se debe de conocer el volumen real de sus componentes.
- El recurso de tipo Personal se refiere a los recursos humanos empleados en la ejecución del proyecto que pueden ser obreros, técnicos, ayudantes, oficinistas, ejecutivos o directores. La cantidad de recurso de tipo Personal viene expresado en horas.
- El recurso de tipo Máquinas se refiere a los equipos empleados para la ejecución del trabajo del proyecto. La cantidad de maquinaria necesaria para desarrollar una determinada actividad se obtendrá en función de la cantidad de personal utilizada, de manera que queden adjudicados a las personas correspondientes los equipos a emplear durante la ejecución de la actividad.
- Los recursos requeridos para las actividades vendrán recogidos en una tabla donde se especificarán los recursos empleados en cada actividad, agrupados por categorías e indicando sus respectivas cantidades, trabajo y duración.

Estimación de la duración de las actividades

- Conociendo las tareas a realizar y los recursos necesarios para cada una, las cantidades estimadas de los mismos, y la disponibilidad de los recursos se procederá a la obtención de la duración de cada actividad.
- Si el recurso es de tipo personal se estima la duración mediante el uso de la técnica paramétrica y se calcula el trabajo que tomará realizar la actividad.
- Si el recurso es de tipo material o máquinas, se define la cantidad utilizada para realizar cada actividad.
- De modo ascendente se obtiene la duración total del proyecto, es decir, agregando las horas de trabajo de las actividades pertenecientes a cada entregable para obtener la duración total del proyecto redondeando siempre las estimaciones hacia arriba.
- Si no se dispone de información suficiente, se obtiene la duración de una determinada actividad usando la técnica análoga.

Desarrollo del modelo del cronograma del proyecto

En base a las actividades identificadas y secuenciadas, a la Red del proyecto y a la estimación de recursos y duraciones se va a elaborar el Cronograma del proyecto mediante la herramienta MS Project, siguiendo el siguiente procedimiento:

- Definimos el calendario de recursos.
- Exportamos los entregables, así como sus respectivas actividades y la secuenciación de las mismas en la vista *Diagrama de Gantt*.
- Se introducen las duraciones de cada tarea.
- Se agregan todos los recursos disponibles, completando los campos Nombre, Tipo y Etiqueta.
- MS Project estima la duración mínima del proyecto empleando de manera predeterminada el método de la Ruta Crítica, que consiste, una vez han sido vinculadas las tareas dentro del proyecto, en identificar la cadena de tareas críticas más larga.
- MS Project representa el Cronograma del proyecto de manera gráfica mediante la técnica de los diagramas de barras denominada diagrama de Gantt. Se va emplear el formato Línea Base del Cronograma.
- Durante la elaboración del cronograma pueden ser modificadas las tareas según las necesidades ajustando el modelo de programación para que cada actividad se encuentre alineada con los recursos asignados mediante técnicas de optimización de recursos.

El cronograma es enviado al Sponsor, el cual debe aprobar el documento para proseguir con el proyecto.

Estimación de costes

- El cálculo de los costes del proyecto se va a llevar a cabo mediante estimación ascendente, lo cual es responsabilidad del Project Manager, y aprobado por el patrocinador.
- Se van a presentar de manera detallada en el documento Estimación de Costos de las Actividades donde se mostrarán los costos y los costos acumulados por semanas.

Elaboración del Presupuesto

- Una vez estimados los costos de cada actividad, se determina el presupuesto mediante el método ascendente.
- El presupuesto se representa mediante la Línea Base de los costos, donde aparecerán los costos distribuidos a través del tiempo por fases y de forma acumulada.
- Se calcula la reserva para contingencias como porcentaje fijo y se incluye en la Línea Base de los Costos.
- La reserva de gestión también se calcula aplicándole un porcentaje fijo a los costos del proyecto. Junto con la Línea Base de los Costos representa el presupuesto total del proyecto.
- Es elaborado por el Project Manager y revisado y aprobado por el Patrocinador.

Control de Plazos y Costes

- El responsable del equipo del proyecto emite un reporte mensual informando sobre los entregables realizados, el porcentaje de avance de las actividades, los costos incurridos y los recursos empleados. El formato que se va usar es *Datos del Desempeño del trabajo n°_*.
- El Project manager compacta la información y actualiza el avance del proyecto en el escenario del MS Project.
- Con el uso de la técnica del valor ganado se mide el desempeño del proyecto, lo cual va a ser recogido en un informe mensual con el formato *Información del desempeño del proyecto n°_*, donde se mostrarán los valores de las variaciones, los índices y los pronósticos del proyecto.
- Se evalúan las variaciones del cronograma y de los costos, las mediciones de desempeño, las tendencias y los pronósticos del proyecto con el fin de controlar y dar respuesta a los riesgos y fallos cometidos.

Control de Cambios

- Si las variaciones respecto a la línea base son superiores a $\pm 10\%$ y $\pm 5\%$ para la duración del proyecto y los costes respectivamente se emitirá una solicitud de cambio al Project Manager y al Sponsor los cuales deberán revisar y aprobar dicha solicitud para poder aplicar los cambios al proyecto.
- Los cambios en los costos y en las duraciones serán evaluados, teniendo en cuenta los objetivos del proyecto y los intercambios de la triple restricción.
- Una vez aprobadas las solicitudes, se introducen los cambios en la línea base actualizada y se repite el proceso al mes de la fecha actual de estado.

TIPOS DE ESTIMACIÓN DEL PROYECTO

Tipo de estimación	Modo de formulación	Nivel de precisión
Orden de magnitud. Empleada en los procesos de Inicio	Formulación por analogía, para la estimación de costos y duraciones	-25% al +75 %
Definitiva. Empleada en los procesos de planificación	Ascendente (Bottom up), para la estimación de costos, recursos y presupuesto	-5% al +10%
	Paramétrica, para la estimación de las duraciones	-5% al +10%
UNIDADES DE MEDIDA		
Tipo de recurso		Unidades de medida
Recurso Personal		Costo/hora
Recurso Material		Unidades
Recurso Maquinaria		Unidades
UMBRALES DE CONTROL		
Alcance	Variación permitida	Acción a tomar si variación excede lo permitido
Proyecto Completo	+/- 10% duración planificada	Investigar variación para tomar acción correctiva y emitir una solicitud de cambio
	+/- 5% costo planificado	
MÉTODOS DE MEDICION DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO		
Alcance	Método de medición	Modo de medición
Proyecto Completo	Porcentaje completado	Informe de Datos de Desempeño mensual
Proyecto Completo	Valor Acumulado-Curva S	Documento de Información de desempeño del proyecto mensual
NIVELES DE ESTIMACIÓN Y DE CONTROL DE TIEMPO Y COSTOS		
Tipo de Estimación	Nivel de Estimación	Nivel de Control
Orden de magnitud	Por fase	No se aplica el control sobre las estimaciones por orden de magnitud
Definitiva	Por Actividad	Por Actividad

Tabla 4.1 Plan de Gestión de Plazos y Costes del Proyecto

7. APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO AL PROYECTO EJEMPLO

7.1. LISTA DE ACTIVIDADES

PAQUETE DE TRABAJO		ACTIVIDADES		
CÓDIGO EDT/WBS	NOMBRE	CÓDIGO	NOMBRE	ALCANCE DEL TRABAJO DE LA ACTIVIDAD
1.1.1.	Acondicionamiento del terreno	1.1.1.A1	Desbroce y limpieza del terreno	Retirada de arbustos y desbroce del terreno hasta una profundidad de 25 cm con medios mecánicos y carga y transporte de materiales recogidos a vertedero
		1.1.1.A2	Excavación mecánica a cielo abierto	Excavación mecánica en suelo de arcilla semidura y retirada de materiales a camión
		1.1.1.A3	Relleno y compactación del terreno	Relleno y compactación en tongadas de 30 cm de espesor. Hasta alcanzar una densidad del 95% para mejora de propiedades resistentes del terreno de apoyo de cimentación
		1.1.1.A4	Replanteo	Trazo de los contornos donde debe situarse la cimentación
		1.1.1.A5	Excavación de zanjas y pozos	Excavación de zanjas y pozos para cimentación con medios mecánicos y retirada de materiales excavados y carga a camión
1.2.1.	Cimentación	1.2.1. A1	Hormigón de limpieza	Elaboración de hormigón en central y vertido desde camión para nivelado de fondos de cimentación
		1.2.1. A2	Colocación de armaduras	Colocación de armaduras de acero sobre hormigón de limpieza para soportar esfuerzos de flexión y tracción.
		1.2.1. A3	Hormigonado	Vertido de hormigón desde camión
		1.2.1. A4	Placas de anclaje	Colocación de placas de anclaje una vez curado el hormigón sirviendo de unión entre la estructura metálica y la cimentación
		1.2.2. A1	Encachado en caja para base solera	Aporte de una capa de grava de 15 cm de espesor y compactación con rodillo vibrante

1.2.2.	Solera	1.2.2. A2	Armado	Colocación del armado sobre separadores para resistir a los esfuerzos de tracción
		1.2.2. A3	Juntas de dilatación	Colocación de juntas de dilatación
		1.2.2. A4	Vertido de Hormigón	Vertido de hormigón desde camión
1.2.3.	Estructura de acero	1.2.3. A1	Colocación de pilares	Colocación de pilares sobre placas de anclaje mediante unión soldada
		1.2.3. A2	Colocación de Vigas	Colocación de vigas en los laterales y fachadas de la nave
		1.2.3. A3	Colocación de pórticos	Colocación de pórticos sobre vigas
		1.2.3. A4	Colocación de correas y arriostramientos	Colocación de correas sobre pórticos y arriostramientos en los laterales de la nave de manera estratégica
1.3.2.1.	Puesta a tierra	1.3.2.1.A1	Red de toma de tierra	Conexión a tierra de conductor de cobre para medida de seguridad en caso fallo eléctrico
1.3.1.1	Acometida de saneamiento	1.3.1.1.A1	Ejecución de arquetas	Colocación de arquetas para recibir, enlazar y distribuir las canalizaciones
		1.3.1.1.A2	Colectores enterrados	Colocación de colector enterrado con junta elástica
		1.3.1.1.A3	Conexión con la red general de saneamiento	Ejecución de la conexión de la acometida de la nave a la red general de saneamiento del municipio
1.3.2.2.	Acometida eléctrica	1.3.2.2.A1	Canalización enterrada	Colocación de tubo de polietileno desde la red de distribución hasta el cuadro general de protección.
1.3.3.	Abastecimiento de agua potable	1.3.3.A1	Alimentación de agua potable	Instalación de alimentación de agua potable desde la red de distribución general hasta nave
1.4.1.	Cerramientos	1.4.1.1.A1	Colocación de cubierta	Colocación de cubierta metálica de panel sándwich sobre estructura metálica
		1.4.1.1.A2	Instalación de sistema de recogida de lluvia	Colocación de sistema de recogida de lluvia para evacuación de aguas pluviales y evitar que la cubierta de la nave se inunde
		1.4.1.2.A1	Paneles prefabricados de	Cerramiento de fachada con paneles prefabricados de hormigón dispuesto

			hormigón	horizontalmente
		1.4.1.2.A2	Unión con nave colindante	Separación de naves por medio de albardilla metálica
		1.4.1.3.A1	Vallado perimetral	Cerramiento de parte posterior de la parcela con valla simple torsión
		1.4.1.3.A2	Vallado de fachada de la parcela	Cerramiento de la fachada de la parcela con valla galvanizada
1.4.1.4.	Carpintería exterior	1.4.1.4.A1	Ejecución de puerta basculante acceso nave	Instalación de puerta basculante para acceso al interior de la nave
		1.4.1.4.A2	Ejecución de puerta corredera	Instalación de puerta corredera para acceso de vehículos al interior de la parcela
		1.4.1.4.A3	Ejecución de ventanas	Colocación de ventanas de aluminio lacado provistas de rejillas en las placas de hormigón prefabricado
1.4.2.	Acabados	1.4.2.A1	Revestimiento fachada	Colocación y elaboración de ladrillo de hormigón de 12 cm de espesor para revestimiento fachada.
		1.4.2.A2	Revestimiento vallado parcela	Colocación y elaboración de bloque hueco de hormigón de 20 cm de espesor para revestimiento de valla
1.4.3.1	Pruebas y ensayos	1.4.3.1.A1	Ensayo de hormigones fabricados en central	Ensayo en laboratorio de consistencia y resistencia sobre muestra de hormigón para comprobar que cumple con las especificaciones y normativa vigente
		1.4.3.1.A2	Ensayo de perfiles laminados	Ensayo en laboratorio de aptitud al soldeo sobre una muestra soldada de perfil laminado de la estructura metálica
		1.4.3.1.A3	Ensayo de materiales de relleno	Ensayo para la selección y control de material de relleno de suelo seleccionado
		1.4.3.1.A4	Ensayo de prefabricados de hormigón	Ensayo sobre una muestra de bloque de hormigón con determinación de: dimensiones y comprobación de la forma
		1.4.3.1.A5	Prueba de servicio de fachada	Prueba de servicio para comprobar la estanqueidad de una zona de la fachada, mediante simulación de lluvia
		1.4.3.1.A6	Prueba de servicio	Prueba de servicio para comprobar la

			de cubierta	estanqueidad de la cubierta mediante riego
		1.4.3.1.A7	Prueba de servicio de carpintería exterior	Prueba de servicio para comprobar la estanqueidad de una carpintería exterior instalada en obra, mediante simulación de lluvia

Tabla 7.1 Lista de Actividades

7.2. DIAGRAMA DE RED DEL PROYECTO

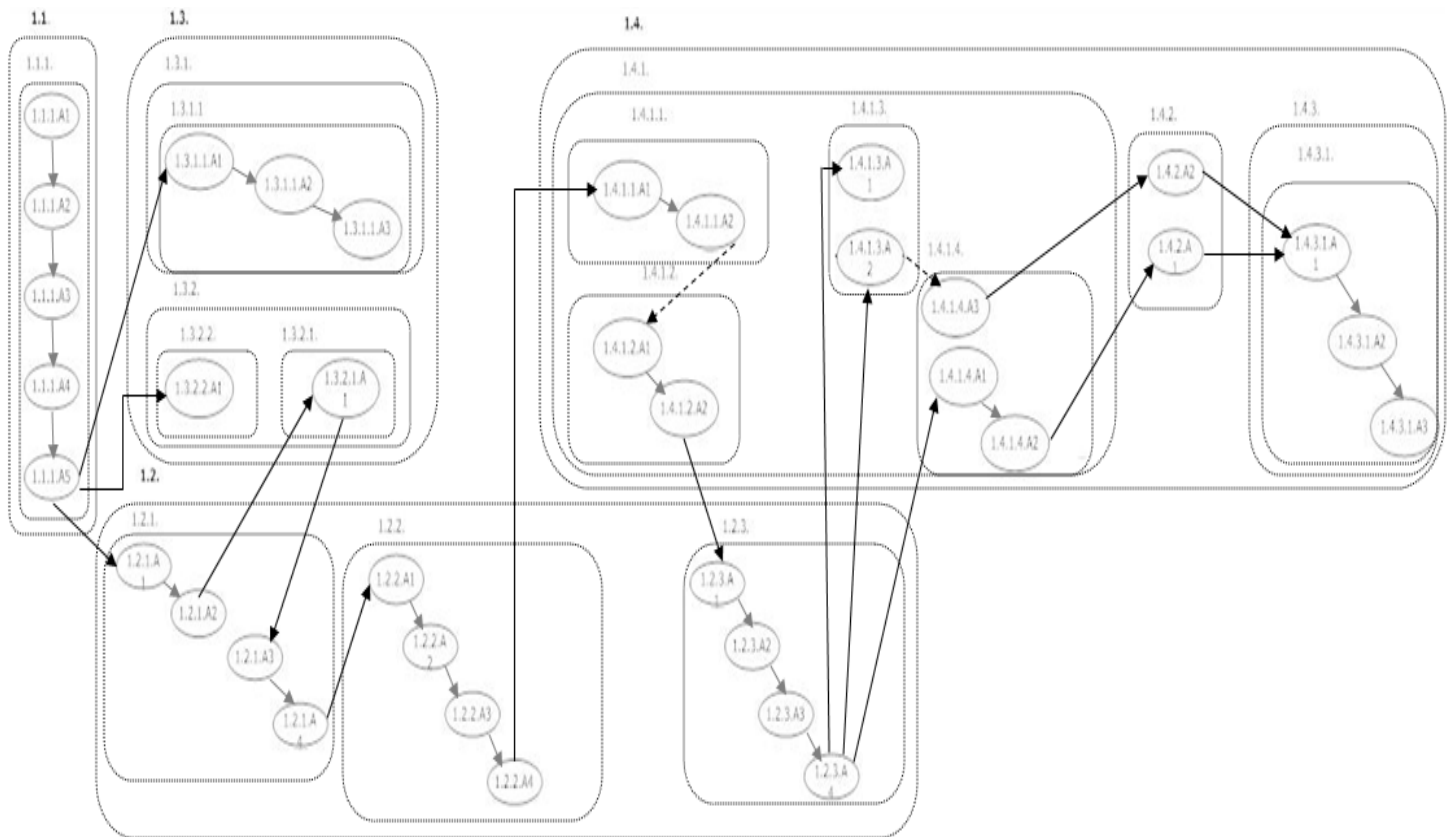


Figura 7.1 Diagrama de Red del Proyecto

7.3. ESTIMACIÓN DE RECURSOS Y DURACIONES DE LAS ACTIVIDADES

Los entregables y las actividades identificadas aportan la información requerida para tener claras las necesidades de recursos y las competencias clave de cada actividad. Asimismo, gracias a la base de datos que proporciona la empresa Cype Ingenieros, que se trata de una empresa conocida por su software de cálculo de estructuras, se dispone de una herramienta denominada Generador de precios donde se pueden localizar de forma rápida y sencilla cada uno de los recursos implicados en el proyecto con sus respectivos costes unitarios y cantidades de horas de trabajo por unidad de trabajo.

ENTREGABLE	ACTIVIDAD	TIPO DE RECURSO: PERSONAL		TIPO DE RECURSO: MAQUINARIA		TIPO DE RECURSO: MATERIALES		DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD
		NOMBRE	TRABAJO	NOMBRE	TRABAJO	NOMBRE	CANTIDAD	
1.1.1. Acondicionamiento del terreno	1.1.1.A1 Desbroce y limpieza del terreno	Peón ordinario [3]	312 horas	Motosierra	208 horas			104 horas
				Pala cargadora				
	1.1.1.A2 Excavación mecánica a cielo abierto	Peón ordinario [1]	16 horas	Retro-cargadora	16 horas			16 horas
	1.1.1.A3 Relleno y compactación del terreno	Peón ordinario [2]	80 horas	Camión cisterna	120 horas	Zahorra natural caliza	1465,3 m ³	40 horas
				Compactador mono-cilíndrico				
				Dumper de descarga				
1.1.1.A4 Replanteo	Peón ordinario [1]	4 horas					4 horas	
1.1.1.A5 Excavación de zanjas y pozos	Peón ordinario [1]	24 horas	Retro-excavadora hidráulica	24 horas			24 horas	
1.2.1.A1 Hormigón de limpieza	Oficial Estructuralista [1]	1 horas			Hormigón de limpieza	8,93 m ³	1 horas	
	Ayudante Estructuralista	1 horas						

1.2.1. Cimentación	1.2.1.A2 Colocación de armaduras	Oficial Ferrallista [1]	3 horas			Alambre galvanizado	21,5 Kg	3 horas	
		Ayudante Ferrallista [1]	3 horas			Ferralla de acero	3.724 Kg		
						Separador homologado	608 Uds.		
	1.2.1.A3 Hormigonado	Oficial Estructurista [1]	5 horas			Hormigón Armado	70 m ³	5 horas	
		Ayudante Estructurista [1]	5 horas						
	1.2.1.A4 Placas de anclaje	Oficial 1ª Montador Estructura metálica [1]	8 horas		Equipo para soldadura	8 horas	Ferralla de acero	80 kg	8 horas
Ayudante Montador [1]		8 horas		Pletina de acero			382 Kg		
1.2.2. Solera	1.2.2.A1 Encachado en caja para base solera	Peón ordinario [2]	80 horas	Pala cargadora	40 horas	Grava de cantera de piedra caliza	75 m ³	40 horas	
				Camión cisterna	40 horas				
				Rodillo vibrante	40 horas				
	1.2.2.A2 Armado	Peón ordinario [2]	96 horas				Separador homologado	1000 Uds.	48 horas
							Malla electrolosada	600 m ²	
	1.2.2.A3 Juntas de dilatación	Peón ordinario [2]	96 horas		Equipo de corte de juntas	48 horas	Panel rígido de poliestireno expandido	25 m ²	48 horas
1.2.2.A4 Vertido de Hormigón	Peón ordinario	96 horas		Camión bomba	48 horas	Hormigón HA-30/B/20/I+	79 m ²		

		[2]		Regla vibrante	48 horas	Qb		
1.2.3. Estructura de acero	1.2.3.A1 Colocación de pilares	Oficial 1ª Montador Estructura metálica [1]	72 horas	Equipo para soldadura	72 horas	Acero S275JR	6.869,94 Kg	72 horas
		Ayudante Montador [1]	72 horas	Grúa auto-propulsada	72 horas			
	1.2.3.A2 Colocación de Vigas	Oficial 1ª Montador Estructura metálica [1]	16 horas	Equipo para soldadura	16 horas	Acero S275JR	1.908,55 Kg	16 horas
		Ayudante Montador [1]	16 horas	Grúa auto-propulsada	16 horas			
	1.2.3.A3 Colocación de pórticos	Oficial 1ª Montador Estructura metálica [1]	16 horas	Cesta elevadora	16 horas	Acero S275JR	5.456,6 Kg	16 horas
				Equipo para soldadura	16 horas			
		Ayudante Montador [1]	16 horas	Grúa auto-propulsada	16 horas			
				Equipo de oxicorte	16 horas			
	1.2.3.A4 Colocación de correas y arriostramientos	Oficial 1ª Montador Estructura metálica [1]	16 horas	Cesta elevadora	16 horas	Acero S235JR	2.809,5 Kg	16 horas
		Ayudante Montador [1]	16 horas	Grúa auto-propulsada	16 horas	Acero S275JR	1.023,8 Kg	
	1.3.2.1.A1 Red de toma de tierra	Oficial 1ª Electricista [1]	8 horas				Conductor de cobre	98 m
							Electrodo	2 Uds.
Soldadura aluminio-							4 Uds.	

1.3.2.1. Puesta a tierra						térmica del cable al pilar		8 horas						
		Ayudante Electricista [1]	8 horas			Soldadura aluminio-térmica del cable a la placa	2 Uds.							
						Punto de separación pica-cable	2 Uds.							
						Material auxiliar	1 Ud.							
1.3.1.1. Acometida de saneamiento	1.3.1.1.A1 Ejecución de arquetas	Peón ordinario [2]	16 horas			Hormigón HM-20/B/20/I	0,246 m ²	8 horas						
						Arqueta prefabricada	2 Uds.							
						Codo de PVC	2 Uds.							
						Marco y tapa prefabricado	2 Uds.							
	1.3.1.1.A2 Colectores enterrados	Peón ordinario [2]	16 horas	Dumper de descarga	8 horas	Arena para relleno	5,54 m ³	8 horas						
									Oficial 1ª Fontanero [1]	8 horas	Pisón vibrante	8 horas	Tubo de PVC	16 m
	1.3.1.1.A3 Conexión con la red general de saneamiento	Peón ordinario [2]	16 horas	Compresor	8 horas	Agua	0,022 m ³	8 horas						
									Martillo neumático	8 horas	Mortero industrial	0,122 t		
											Material para junta flexible	1 Ud.		
1.3.2.2.A1 Canalización	Peón ordinario [1]	8 horas	Camión cisterna	8 horas	Arena	2 m ³	8 horas							

1.3.2.2. Acometida eléctrica	enterrada	Oficial 1ª Electricista [1]	8 horas	Dumper de descarga	8 horas	Tubo de PVC	32 m		
		Ayudante Electricista [1]	8 horas	Pisón vibrante	8 horas	Cinta de señalización	32 m		
1.3.3. Abastecimiento de agua potable	1.3.3.A1 Alimentación de agua potable	Peón ordinario [2]	16 horas			Válvula de compuerta	1ud	8 horas	
		Oficial 1ª Fontanero [1]	8 horas			Tapa de PVC	1ud		
		Ayudante Fontanero [1]	8 horas			Arqueta	1ud		
						Hormigón HM-20/P/20/1	0,6 m ³		
						Arena	0,758 m ³		
						Tubería de polietileno	8 m		
				Accesorios de unión y aislamiento	1 Ud.				
1.4.1. Cerramientos	1.4.1.1.A1 Colocación de cubierta	Oficial 1ª Montador Estructura metálica [1]	24 h			Panel sándwich de acero	507 m ²	24 horas	
		Ayudante Montador [1]	24 horas			Tornillo autorroscante con arandela	1521 Uds.		
						Albardilla	33,32 m		
	1.4.1.1.A2 Instalación de sistema de recogida de lluvia	Oficial 1ª Fontanero [1]	24 horas		Cesta elevadora	24 horas	Canalón	67m	24 horas
		Ayudante Fontanero [1]	24 horas				Bajante de aguas pluviales	35 m	
	1.4.1.2.A1 Paneles	Oficial 1ª	176 horas		Grúa auto-propulsada	88 horas	Albardilla de aluminio	34 m	88 horas

	prefabricados de hormigón en fachada	Montador Estructura metálica [2]						
		Ayudante Montador [1]	88 horas			Panel prefabricado de hormigón	766,68 m ²	
	1.4.1.2.A2 Unión con nave colindante	Peón ordinario [2]	8 horas			Albardilla de aluminio	34 m	4 horas
	1.4.1.3.A1 Vallado perimetral	Peón ordinario [1]	8 horas			Malla de simple torsión	41 m	8 horas
		Oficial 1ª Montador Estructura metálica [1]	8 horas			Poste de tubo de acero	22 Uds.	
		Ayudante Montador [1]	8 horas			Hormigón HM-20/B/20/1	0,615 m ³	
	1.4.1.3.A2 Vallado de fachada de la parcela	Peón ordinario [1]	8 horas			Malla electrolosada	35,5 m	8 horas
		Oficial 1ª Cerrajero [1]	8 horas			Poste	20 Uds.	
		Ayudante Cerrajero [1]	8 horas			Hormigón HM-20/B/20/1	0,53 m ³	
1.4.1.4.	1.4.1.4.A1 Ejecución de puerta basculante acceso nave	Peón ordinario [2]	2 horas			Puerta basculante	1 Ud.	1 horas
		Oficial 1ª Cerrajero [1]	1 horas					
		Ayudante	1 horas					



Carpintería exterior		Cerrajero [1]							
	1.4.1.4.A2 Ejecución de puerta corredera para vehículos	Peón ordinario [2]	2 horas						
		Oficial 1ª Cerrajero [1]	1 horas				Puerta corredera	1 Ud.	1 horas
		Ayudante Cerrajero	1 horas						
	1.4.1.4.A3 Ejecución de ventanas	Oficial 1ª Cerrajero [1]	6 horas				Ventana de aluminio 1,5x1,2	2 Uds.	6 horas
		Ayudante Cerrajero [1]	6 horas				Ventana de aluminio 1,7x1,2	6 Uds.	
1.4.2. Acabados	1.4.2.A1 Revestimiento fachada	Peón ordinario [2]	16 horas	Hormigonera	8 horas	Ladrillo de hormigón perforado	390 Uds.	8 horas	
						Plaqueta de hormigón	50 Uds.		
						Agua	0,04 m ³		
						Arena de cantera	0,29 t		
						Cemento Portland	1 kg		
	1.4.2.A2 Revestimiento vallado parcela	Peón ordinario [2]	32 horas	Mezclador con silo	16 horas	Bloque hueco de hormigón	358 Uds.	16 horas	
						Plaqueta de hormigón	142 Uds.		
						Agua	1,42 m ³		
						Mortero de cemento	0,8 t		
						Acero en barras	71 Kg		
1.4.3.1.A5	Peón ordinario						8 horas		

1.4.3.1. Pruebas y ensayos	Prueba de servicio de fachada	[1]	8 horas				
	1.4.3.1.A6 Prueba de servicio de cubierta	Peón ordinario [1]	8 horas				
	1.4.3.1.A7 Prueba de servicio de carpintería exterior	Peón ordinario [1]	8 horas				

Tabla 7.2 Estimación de Recursos y Duraciones de las Actividades

7.4. LÍNEA BASE DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Con el uso de la herramienta MS Project se obtiene la Línea Base del Cronograma que proporciona una reproducción gráfica de las tareas a realizar, su duración y secuencia dando lugar al calendario general del proyecto mediante barras horizontales con enlaces representados mediante líneas de vínculo.

En el eje de ordenadas, aparecen los trabajos a realizar de principio a fin, mientras que en el de abscisas se ubican los tiempos expresados de forma predeterminada en días que están agrupados a su vez en semanas. Además, se muestran de color rojo las tareas críticas y de color azul las que no lo son.

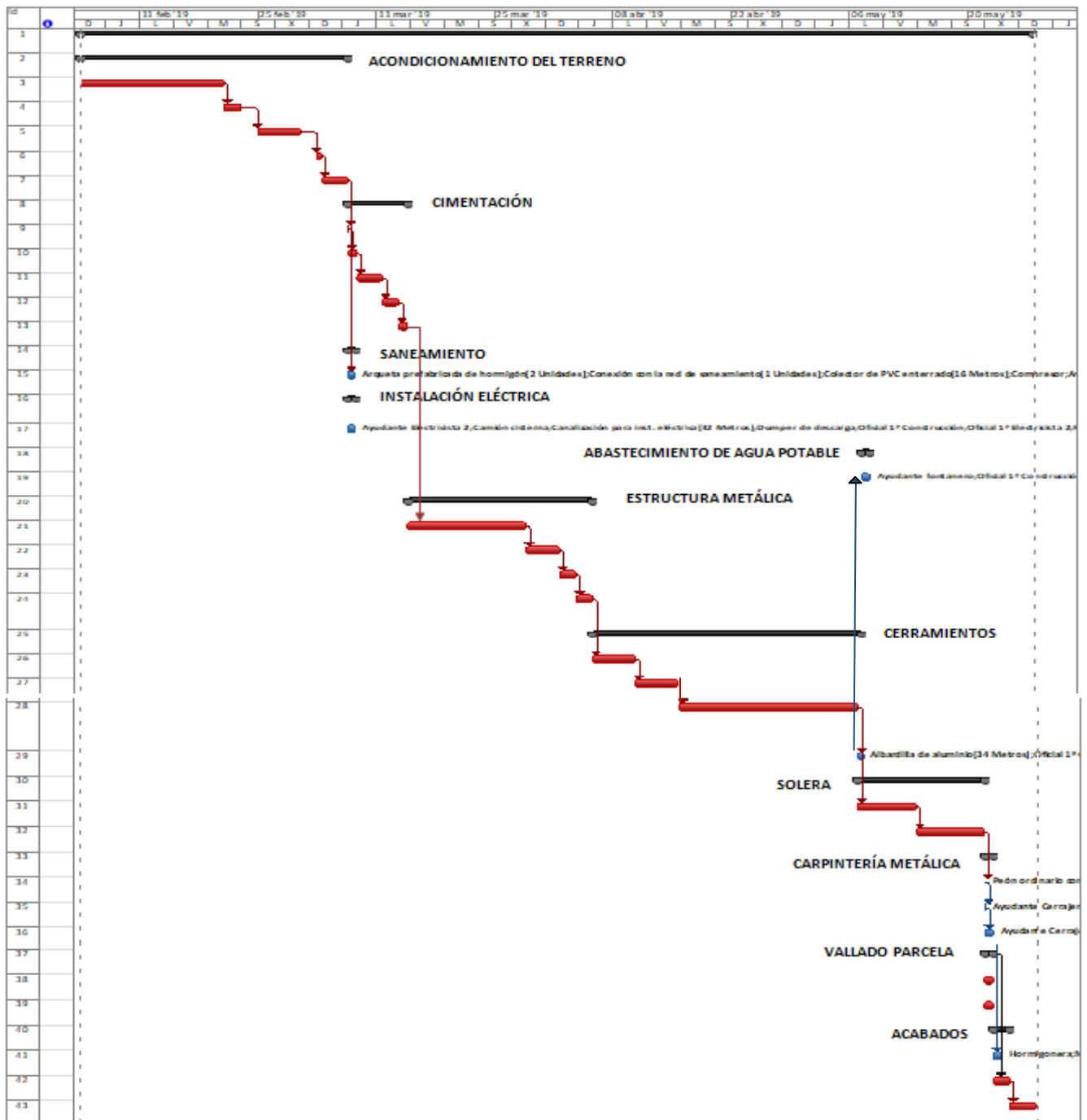
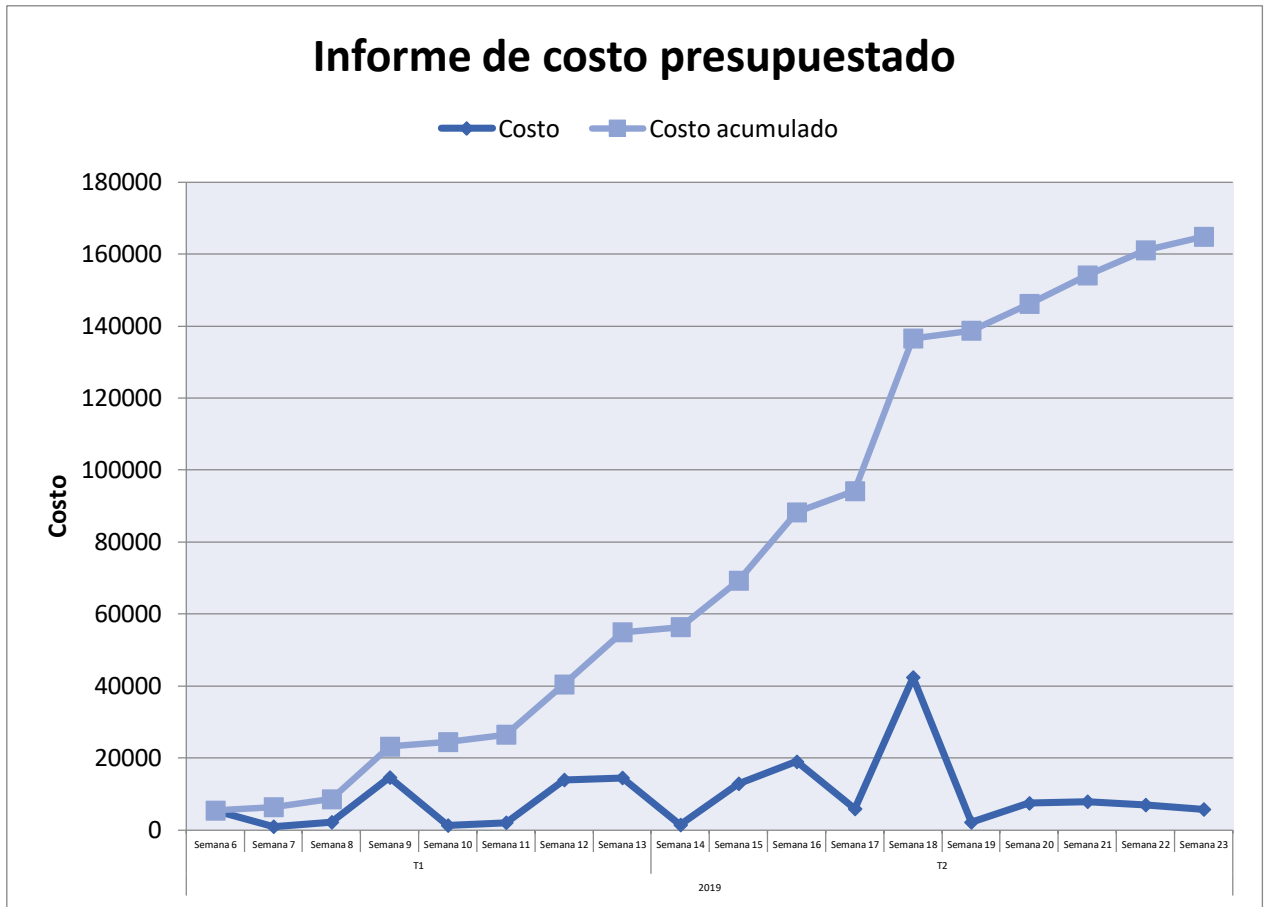


Figura 7.2 Línea Base del Cronograma

7.5. ESTIMACIÓN DE COSTOS

Año	Bimestre	Semana	Datos	
			Costo	Costo acumulado
2019	B1	Semana 1	5431,99	5431,99
		Semana 2	959,99	6391,99
		Semana 3	2183,99	8575,99
		Semana 4	14613,59	23189,59
		Semana 5	1279,99	24469,59
		Semana 6	2060,96	26530,56
		Semana 7	13940,82	40471,38
		Semana 8	14513,41	54984,79
	Total B1		54984,79	54984,79
	B2	Semana 9	1431,19	56415,99
		Semana 10	12883,71	69299,71
		Semana 11	18978,24	88277,94
		Semana 12	5894,97	94172,91
		Semana 13	42421,78	136594,69
		Semana 14	2161,59	138756,29
		Semana 15	7449,55	146205,84
		Semana 16	7897,56	154103,39
		Semana 17	6983,03	161086,43
		Semana 18	5754,44	166840,87
Total B2		111.856,08	166.840,87	
Total 2019		166.840,87	166.840,87	

Tabla 7.3 Estimación de costos



Gráfica 1 Costo presupuestado

7.6. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Bimestre	Semana	Costo
B1	Semana 1	5431,99
	Semana 2	959,99
	Semana 3	2183,99
	Semana 4	14613,59
	Semana 5	1279,99
	Semana 6	2060,96
	Semana 7	13940,82
	Semana 8	14513,41
Total B1		54984,79
B2	Semana 9	1431,19
	Semana 10	12883,71
	Semana 11	18978,24
	Semana 12	5894,97
	Semana 13	42421,78
	Semana 14	2161,59
	Semana 15	7449,55
	Semana 16	7897,56
	Semana 17	6983,03
	Semana 18	5754,44
Total B2		111.856,08
Costo total		166.840,87
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		166.840,87
Reserva de contingencia		16.684,09
Reserva de gestión		16.684,09
PRESUPUESTO DEL PROYECTO		200.209,05
14% Gastos generales		28.029,27
6% Beneficio industrial		12.012,54
18% I.V.A		36.037,63
PRESUPUESTO GLOBAL DE LICITACIÓN		276.288,5

Tabla 7.4 Presupuesto del proyecto

7.7. CONTROL DEL CRONOGRAMA Y COSTOS DEL PROYECTO

7.7.1. Primer registro de avance

7.7.1.1. Datos de desempeño

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL TRABAJO	PERIODO
Construcción de una nave industrial destinada para almacén	CNA	De 04/02/2019 a 06/03/2019

ESTADO DE AVANCE DEL CRONOGRAMA:

El proyecto ha comenzado con retraso respecto a la previsión inicial y la base de estimación de tiempos utilizada no ha sido la correcta

ESTADO DE AVANCE DE LOS ENTREGABLES:

FASE DEL PROYECTO	ENTREGABLE 2º NIVEL	PAQUETES DE TRABAJO	ESTADO DE AVANCE	OBSERVACIONES
Iniciación	Acondicionamiento del terreno	Desbroce y limpieza del terreno	100%	Comienza con retraso y se acorta el plazo de ejecución
		Excavación mecánica a cielo abierto	100%	Retrasado el comienzo y mismo plazo de ejecución
		Relleno y compactación del terreno	10%	Comienza con retraso y mismo plazo de ejecución

Tabla 7.5 Estado de avance de los entregables en Fecha de Estado 1.

ACTIVIDADES INICIADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO					REAL		OBSERVACIÓN
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA INICIO	RECURSOS	
Acondicionamiento del terreno	Desbroce y limpieza del terreno	Lun 04/02/2019	Mie 20/02/2019	520 horas	13 días	Motorriera; Pala cargadora; Peones ordinarios construcción	Lun 11/02/2019	Motorriera; Pala cargadora; Peones ordinarios construcción	Retrasada por entrega tardía de los planos de ejecución

	Excavación mecánica a cielo abierto	Jue 21/02 /2019	Mie 27/02 /2019	32 horas	2 días	Retrocargadora; Peón ordinario construcción	Lun 25/02/ 2019	Retrocargadora; Peón ordinario construcción	Retrasada por la precedente
	Relleno y compactación del terreno	Jue 28/02 /2019	Mie 13/03 /2019	200 horas	5 días	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monocilíndrico; Dumper de descarga; 2Peones ordinarios de construcción	Mir 06/03 /2019	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monocilíndrico; Dumper de descarga; Peones ordinarios de construcción	Retrasada por necesitar nuevos ensayos para el estudio geotécnico del terreno

Tabla 7.6 Actividades iniciadas en el periodo en Fecha de estado 1.

ACTIVIDADES FINALIZADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO					REAL		OBSERVACIONES
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA FIN	DURACIÓN	
Acondicionamiento del terreno	Desbroce y limpieza del terreno	Lun 04/02/ 2019	Mie 20/02/ 2019	520 horas	13 días	Motorriera; Pala cargadora; 3 Peones ordinarios construcción	Vie 22/02/ 2019	10 días	Menor plazo de ejecución por error en la estimación de la duración
	Excavación mecánica a cielo abierto	Jue 21/02/ 2019	Mie 27/02/ 2019	32 horas	2 días	Retrocargadora; Peón ordinario construcción	Vie 01/03/ 2019	2 días	Mismo plazo de ejecución

Tabla 7.7 Actividades finalizadas en el periodo en Fecha de Estado 1

ACTIVIDADES EN PROCESO A LA FECHA					
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	FECHA DE FIN PROGRAMADA	FECHA DE FIN ESTIMADA	PORCENTAJE DE AVANCE A LA FECHA	OBSERVACIONES
Acondicionamiento del terreno	Relleno y compactación	Mie 13/03/2019	Mie 20/03/2019	10%	Tarea en curso

Tabla 7.8 Actividades en proceso a la Fecha de Estado 1.

COSTOS INCURRIDOS EN EL PERIODO						
PAQUETE DE TRABAJO	ELEMENTO DE COSTO	COSTO AUTORIZADO	COSTO INCURRIDO HASTA LA FECHA	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN PORCENTUAL	OBSERVACIONES
Desbroce y limpieza del terreno	Motorierra; Pala cargadora; Peones ordinarios construcción	6.968,0€	5.360,0€	1.608 €	23%	Se ha ejecutado la tarea en menos días de los previstos
Excavación mecánica a cielo abierto	Retrocargadora; Peón ordinario construcción	1.800,0 €	1.800,0€	0,00 €	0%	Se ha ejecutado la tarea en los mismos días que los previstos
Relleno y compactación del terreno	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monocilíndrico; Dumper de descarga; Peones ordinarios de construcción	15.189,6€	14.165,6€	1.024€	6,74%	Sólo se ha ejecutado el primer día, a falta de 9 días para terminar según lo planificado

Tabla 7.9 Costos incurridos en el periodo en la Fecha de Estado 1.

RECURSOS UTILIZADOS EN EL PERIODO							
PAQUETE DE TRABAJO	RECURSO	CANTIDAD PROGRAMADA	CANTIDAD UTILIZADA HASTA LA FECHA	CANTIDAD RESTANTE ESTIMADA	VARIACIÓN ABSOLUTA	% VARIACIÓN	OBSERVACIONES
Desbroce y limpieza del terreno	Motorierra; Pala cargadora; Peones ordinarios construcción	520 horas	400 horas	0 horas	120,00 horas	23%	Estimación del trabajo errónea, los recursos asignados llevan a cabo la tarea en menor tiempo
Excavación mecánica a cielo abierto	Retrocargadora; Peón ordinario construcción	80 horas	80 horas	0 horas	0 horas	0%	Estimación del trabajo correcta.
Relleno y compactación del terreno	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monocilíndrico; Dumper de descarga; 2Peones ordinarios de construcción	640 horas	64 horas	576 horas	576 horas	90%	Se ha ejecutado el primer día del trabajo planeado. Se espera que finalice según lo programado

--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 7.10 Recursos utilizados en el periodo

7.7.1.2. Información de desempeño

ESTADO DEL PROYECTO A LA FECHA DE ESTADO 1(05/03/2019)			
1.- SITUACIÓN DEL ALCANCE			
<i>INDICADOR</i>	<i>FÓRMULA</i>	<i>CALCULO</i>	<i>RESULTADO</i>
% AVANCE REAL	EV / BAC	22.933,6/166.840,89	13,75%
% AVANCE PLANIFICADO	PV / BAC	23.957,6/166.840,89	14,36%
2.- EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA			
<i>INDICADOR</i>	<i>FÓRMULA</i>	<i>CALCULO</i>	<i>RESULTADO</i>
SV (VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA)	EV – PV	22.933,6-23.957,6	-1.024
SPI (ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA)	EV / PV	22.933,6/23.957,6	0,96
3.- EFICIENCIA DEL COSTO			
<i>INDICADOR</i>	<i>FÓRMULA</i>	<i>CALCULO</i>	<i>RESULTADO</i>
CV (VARIACIÓN DEL COSTE)	EV – AC	22.933,6-21.325,6	1.608
CPI (ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL COSTE)	EV / AC	22.933,6/21.325,6	1,075
4.- CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD			
Normal: CPI >= 0.95 ; SPI >= 0.95			
Alerta: CPI >= 0.90; SPI >= 0.90			
Crítico: CPI < 0.90 ; SPI < 0.90			

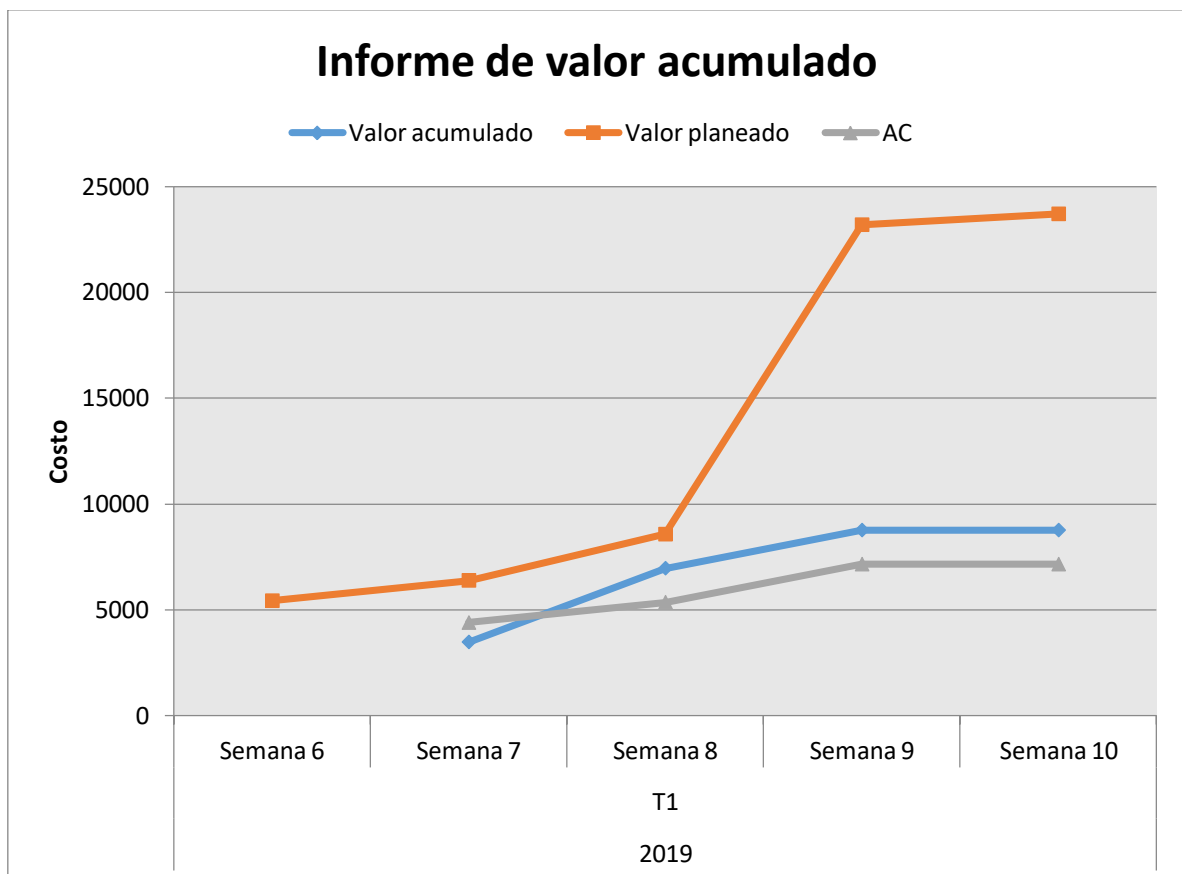
Tabla 7.11 Estado del proyecto a la Fecha de Estado 1

PRONÓSTICO: ESTIMADOS DEL COMPORTAMIENTO FUTURO DEL PROYECTO.			
PRONÓSTICO DEL COSTO			
<i>INDICADOR</i>	<i>FÓRMULA</i>	<i>CÁLCULO</i>	<i>RESULTADO</i>
EAC (ESTIMATE AT COMPLETION)	AC +[(BAC - EV)/CPI]	21.325,6+[(166.840,89-22.933,6)/1,075]	155.192,85
ETC (ESTIMATE TO COMPLETE)	(BAC - EV)/CPI	(166.840,894-22.933,6)/ 1,075	133.867,25
VAC (VARIANCE AT COMPLETION)	BAC – EAC	166.840,89-155.192,85	11.648,04
PRONÓSTICO DEL TIEMPO			

EACt	$672/0,96=700$ horas =87,5 días
VACt	$(672-700) = -28$ horas
SPIACt	$672/700= 0,96$
FECHA DE TÉRMINO PLANIFICADA	Jueves, 06/06/2019
FECHA DE TÉRMINO PRONOSTICADA	Lunes, 10/06/2019

Tabla 7.12 Pronósticos del proyecto en la Fecha de Estado 1

7.7.1.3. Análisis de datos. Curva S



Gráfica 2 Curva “S”. Primer registro de avance

En el gráfico se puede observar que la curva del valor acumulado (EC) está por debajo del valor planeado (PV), lo que significa que el proyecto va con retraso respecto a las estimaciones realizadas durante la planificación, sobre todo a partir de la octava semana, debido a los retrasos acumulados causados por el comienzo tardío de dos actividades: El *Desbroce* y *limpieza del*

terreno debido a la entrega tardía de los planos de ejecución, y del *Relleno y Compactación del terreno* a causa de necesitar nuevos ensayos para el estudio geotécnico del terreno.

Por otro lado, la curva del costo real (AC) está por debajo de la curva del valor acumulado, lo que indica un ahorro en el coste del trabajo del proyecto. Esto se debe a un error en la estimación de la duración de la actividad *Desbroce y limpieza del terreno*, que en lugar de ejecutarse en 13 días se ha efectuado en 10 días.

El valor obtenido de SPI es muy cercano a 1 mientras que el valor del CPI es ligeramente superior a 1, lo que nos indica que el rendimiento del proyecto es normal y que se está haciendo un buen uso de los recursos. Por esta razón los pronósticos de costos y duración total del proyecto difieren poco de los estimados en la planificación, asique no harán falta la consideración de cambios en la línea base.

La línea base obtenida tras incluir en el cronograma el registro de los nuevos datos de avance proporciona un costo presupuestado de 165.232,87 euros y una duración estimada de 83 días.

7.7.2. Segundo registro de avance

7.7.2.1. Datos de desempeño

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL TRABAJO	PERIODO
Construcción de una nave industrial destinada para almacén	CNA	De 08/03/2019 al 05/04/2019

ESTADO DE AVANCE DEL CRONOGRAMA:

El proyecto se está realizando con retraso sobre la previsión inicial y la base de estimación de tiempos utilizada no ha sido la correcta

ESTADO DE AVANCE DE LOS ENTREGABLES EN EL PERIODO:

FASE DEL PROYECTO	ENTREGABLE 2º NIVEL	PAQUETES DE TRABAJO	ESTADO DE AVANCE	OBSERVACIONES
Iniciación	Acondicionamiento del terreno	Relleno y compactación del terreno	100%	Comienza con retraso y se mantiene plazo de ejecución
		Replanteo	100%	Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
			100%	

		Excavación de zanjas y pozos		Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
Ejecución de Obras	Cimentación	Hormigón de limpieza	100%	Comienzo con retraso y se alarga el plazo de ejecución
		Colocación de armaduras	100%	Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
		Red de toma a tierra	100%	Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
		Hormigonado	100%	Comienzo con retraso y se alarga el plazo de ejecución
		Placas de anclaje	100%	Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
Instalaciones	Saneamiento	Acometida saneamiento	100%	Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
	Instalación eléctrica	Acometida eléctrica	100%	Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
	Abastecimiento de agua potable	Alimentación de agua potable	0%	No ha comenzado todavía
Ejecución de Obras	Estructura metálica	Colocación de pilares	11%	Comienza con retraso. Tarea en proceso

Tabla 7.13 Estado de avance del proyecto en el periodo hasta la Fecha de Estado 2

ACTIVIDADES INICIADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO					REAL		OBSERVACIONES
		FECH A	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA INICIO	RECURSOS	

		INICIO							
Acondicionamiento del terreno	Relleno y compactación del terreno	Mie 06/03 / 2019	Mie 20/03 / 2019	640 horas	10 días	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monoinflndrico ; Dumper de descarga; 2 Peones ordinarios de construcción	Mie 06/03/ 2019	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monoinflndrico; Dumper de descarga; 2 Peones ordinarios de construcción	Retrasada por necesitar nuevos ensayos para el estudio geotécnico del terreno
	Replanteo	Jue 21/03 / 2019	Jue 21/03 / 2019	4 horas	4 horas	2 Peones ordinarios de construcción	Jue 21/03/ 2019	2 Peones ordinarios de construcción	Retrasada por la precedente
	Excavación de zanjas y pozos	Jue 21/03 / 2019	Mar 26/03 / 2019	48 horas	3 días	Retroexcavadora ; Peón ordinario construcción	Jue 21/03 / 2019	Retroexcavadora ; Peón ordinario construcción	Retrasada por la precedente
Cimentación	Hormigón de limpieza	Mar 26/03 / 2019	Mar 26/03 / 2019	2 horas	1 hora	Ayudante electricista; Hormigón de limpieza; Oficial 1ª Estructurista	Jue 28/03 / 2019	Ayudante electricista; Hormigón de limpieza; Oficial 1ª Estructurista	Retrasada por causas medio-ambientales
	Colocación de armaduras	Mar 26/03 / 2019	Mie 27/03 / 2019	16 horas	1 día	Alambre galvanizado; Ferralla de acero; Separados homologado para cimentaciones; Ayudante Oficial Ferrallista; Oficial 1ª Ferrallista	Jue 28/03 / 2019	Alambre galvanizado; Ferralla de acero; Separados homologado para cimentaciones; Ayudante Oficial Ferrallista; Oficial 1ª Ferrallista	Retrasada por la precedente
	Red de toma de tierra	Mie 27/03 / 2019	Jue 28/03 / 2019	16 horas	1 día	Material de Red de Toma a Tierra; Ayudante Electricista; Oficial 1ª Electricista	Vie 29/03/ 2019	Material de Red de Toma a Tierra; Ayudante Electricista; Oficial 1ª Electricista	Retrasada por la precedente
	Hormigonado	Jue 28/03 / 2019	Lun 01/04 / 2019	32 horas	2 días	Ayudante Estructurista; Hormigón armado; Oficial 1ª Estructurista	Mar 02/04/ 2019	Ayudante Estructurista; Hormigón armado; Oficial 1ª Estructurista	Retrasada por la precedente
	Placas de anclaje	Lun 01/04 / 2019	Mar 02/04 / 2019	24 horas	1 día	Ayudante Montador; Ferralla de acero; Oficial 1ª Montador Estructura metálica; Pletina de acero; Equipo para soldadura	Vie 05/04/ 2019	Ayudante Montador; Ferralla de acero; Oficial 1ª Montador Estructura metálica; Pletina de acero; Equipo para soldadura	Retrasada por la precedente
Saneamiento	Acometida saneamiento	Mar 26/03 / 2019	Jue 28/03 / 2019	96 horas	1 día	Arqueta prefabricada de hormigón, Ayudante fontanero;	Jue 28/03/ 2019	Arqueta prefabricada de hormigón, Ayudante fontanero;	Retrasada por obtención

						Colector de PVC enterrado; Compresor; Conexión con la red de saneamiento; Martillo neumático; Oficial 1ª Fontanero; Peón ordinario construcción 1; Oficial construcción 2		Colector de PVC enterrado; Compresor; Conexión con la red de saneamiento; Martillo neumático; Oficial 1ª Fontanero; Peón ordinario construcción 1; Oficial construcción 2	tardía de autorización de conexión por parte de la empresa gestora de saneamiento
Instalación eléctrica	Acometida eléctrica	Mar 26/03/2019	Mie 27/03 / 2019	48 horas	1 día	Canalización; Camión cisterna; Dumper de descarga; Pisón vibrante; Oficial 1ª Construcción; Oficial 1ª Electricista; Ayudante Electricista 1	Jue 28/03/2019	Canalización; Camión cisterna; Dumper de descarga; Pisón vibrante; Oficial 1ª Construcción; Oficial 1ª Electricista; Ayudante Electricista 1	Retrasada por obtención tardía de informe favorable de la compañía suministradora eléctrica y autorización de la dirección general de industria de la comunidad autónoma
Estructura	Colocación de pilares	Mar 02/04/2019	Lun 15/04/2019	288 horas	9 días	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada; Equipo para soldadura	Lun 04/04/2019	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada; Equipo para soldadura	Retrasada por la precedente

Tabla 7.14 Actividades iniciadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 2

ACTIVIDADES FINALIZADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO					REAL		OBSERVACIONES
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA FIN	DURACIÓN	
Acondicionamiento del terreno	Relleno y compactación del terreno	Mie 06/03/2019	Mie 20/03/2019	640 horas	10 días	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monocilíndrico; Dumper de descarga; 2 Peones ordinarios de construcción	Mie 20/03/2019	10 días	Mismo plazo de ejecución
	Replanteo	Jue 21/03/2019	Jue 21/03/2019	4 horas	4 horas	2 Peones ordinarios de construcción	Jue 21/03/2019	4 horas	Mismo plazo de ejecución
	Excavación de zanjas y	Jue 21/03/2019	Mar 26/03/2019	48 horas	3 días	Retroexcavadora; Peón	Mar 26/03/2019	3 días	Mismo plazo de ejecución

	pozos					ordinario construcción			
Cimentación	Hormigón de limpieza	Mar 26/03/2019	Mar 26/03/2019	2 horas	1 hora	Ayudante electricista; Hormigón de limpieza; Oficial 1ª Estructurista	Jue 28/03/2019.	3 horas	Mayor plazo de ejecución por base de estimación errónea
	Colocación de armaduras	Mar 26/03/2019	Mie 27/03/2019	16 horas	1 día	Alambre galvanizado; Ferralla de acero; Separados homologado para cimentaciones; Ayudante Oficial Ferrallista; Oficial 1ª Ferrallista	Vie 29/03/2019	1 día	Mismo plazo de ejecución
	Red de toma de tierra	Mie 27/03/2019	Jue 28/03/2019	16 horas	1 día	Material de Red de Toma a Tierra; Ayudante Electricista; Oficial 1ª Electricista	Mar 02/04/2019.	2 días	Mayor plazo de ejecución por base de estimación errónea
	Hormigonado	Jue 28/03/2019	Lun 01/04/2019	32 horas	2 días	Ayudante Estructurista; Hormigón armado; Oficial 1ª Estructurista	Vie 05/04/2019	3 días	Mayor plazo de ejecución por base de estimación errónea
	Placas de anclaje	Lun 01/04/2019	Mar 02/04/2019	24 horas	1 día	Ayudante Montador; Ferralla de acero; Oficial 1ª Montador Estructura metálica; Pletina de acero; Equipo para soldadura	Lun 08/04/2019	1 día	Mismo plazo de ejecución
Saneamiento	Acometida saneamiento	Mar 26/03/2019	Jue 28/03/2019	96 horas	1 día	Arqueta prefabricada de hormigón, Ayudante fontanero; Colector de PVC enterrado; Compresor; Conexión	Vie 29/03/2019	1 día	Mismo plazo de ejecución

						con la red de saneamiento; Martillo neumático; Oficial 1ª Fontanero; Peón ordinario construcción 1; Oficial construcción 2			
Instalación eléctrica	Acometida eléctrica	Mar 26/03/2019	Mie 27/03/2019	48 horas	1 día	Canalización; Camión cisterna; Dumper de descarga; Pisón vibrante; Oficial 1ª Contrucción; Oficial 1ª Electricista; Ayudante Electricista 1	Vie 29/03/2019	1 día	Mismo plazo de ejecución

Tabla 7.15 Actividades finalizadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 2

ACTIVIDADES EN PROCESO A LA FECHA					
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	FECHA DE FIN PROGRAMADA	FECHA DE FIN ESTIMADA	% DE AVANCE A LA FECHA	OBSERVACIONES
Cerramientos	Colocación de pilares	Lun 15/04/2019	Jue 18/04/2019	11%	Tarea en proceso, se prevé que finalice según lo programado

Tabla 7.16 Actividades en proceso a la Fecha de Estado 2

COSTOS INCURRIDOS EN EL PERIODO						
ENTREGABLE	ELEMENTO DE COSTO	COSTO AUTORIZADO	COSTO INCURRIDO	VARIACIÓN ABSOLUTA	% VARIACIÓN	OBSERVACIONES
Relleno y compactación del terreno	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monocilíndrico; Dumper de descarga; 2 Peones ordinarios de construcción	16.469,6 €	16.469,6 €	0	0%	Se ha ejecutado en los mismos días que los previstos
Replanteo	2 Peones ordinarios de construcción	32,0 €	32,0 €	0	0%	Se ha ejecutado según lo programado
Excavación de	Retroexcavadora; Peón	1.356,96 €	1.356,96 €	0	0%	Se ha ejecutado según

zanjas y pozos	ordinario construcción					lo programado
Hormigón de limpieza	Ayudante electricista; Hormigón de limpieza; Oficial 1ª Estructurista	506,39 €	577,95 €	-71,56	-0,14%	Se ha ejecutado en mayor tiempo del previsto
Colocación de armaduras	Alambre galvanizado; Ferralla de acero; Separados homologado para cimentaciones; Ayudante Oficial Ferrallista; Oficial 1ª Ferrallista	3.405,37 €	3.405,37 €	0	0%	Se ha ejecutado según lo programado
Red de toma de tierra	Material de Red de Toma a Tierra; Ayudante Electricista; Oficial 1ª Electricista	657,54 €	936,58 €	-279,04	-42,44%	Se ha ejecutado la tarea en más días de los previstos
Hormigonado	Ayudante Estructurista; Hormigón armado; Oficial 1ª Estructurista	6.865,48 €	7.151,72 €	-286,24	-4,17%	Se ha ejecutado la tarea en más días de los previstos
Placas de anclaje	Ayudante Montador; Ferralla de acero; Oficial 1ª Montador Estructura metálica; Pletina de acero; Equipo para soldadura	823,73 €	823,73 €	0 €	0%	Se ha ejecutado la tarea en los mismos días que los previstos
Acometida saneamiento	Arqueta prefabricada de hormigón, Ayudante fontanero; Colector de PVC enterrado; Compresor; Conexión con la red de saneamiento; Martillo neumático; Oficial 1ª Fontanero; Peón ordinario construcción 1; Oficial construcción 2	1.874,86 €	1.874,86 €	0	0%	Se ha ejecutado la tarea en los mismos días que los previstos, pero ha comenzado más tarde de lo previsto
Acometida eléctrica	Canalización; Camión cisterna; Dumper de descarga; Pisón vibrante; Oficial 1ª Construcción; Oficial 1ª Electricista; Ayudante Electricista 1	1.000,32 €	1.000,32 €	0	0 %	Se ha ejecutado la tarea en los mismos días que los previstos, pero ha comenzado más tarde de lo previsto
Colocación de pilares	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada; Equipo para soldadura	14.941,98 €	12.723,62 €	2.218,36	14,85%	Tarea en curso, se prevé que finalice según lo programado

Tabla 7.17 Costos incurridos en el periodo hasta la Fecha de Estado 2

RECURSOS UTILIZADOS EN EL PERIODO							
ENTREGABLE	RECURSO	CANTIDAD PROGRAMADA	CANTIDAD UTILIZADA	CANTIDAD RESTANTE ESTIMADA	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN PORCENTUAL	OBSERVACIONES
Relleno y compactación del terreno	Zahorra natural caliza; Camión cisterna; Compactador monocilíndrico; Dumper de descarga; 2 Peones ordinarios de construcción	640 horas	640 horas	0 horas	0 h	0%	Los recursos asignados llevan a cabo la tarea según lo programado
Replanteo	2 Peones ordinarios de construcción	4 horas	4 horas	0 horas	0 horas	0%	Estimación del trabajo correcta
Excavación de zanjas y pozos	Retroexcavadora; Peón ordinario construcción	48 horas	48 horas	0 horas	0	0%	Estimación del trabajo correcta
Hormigón de limpieza	Ayudante electricista; Hormigón de limpieza; Oficial 1ª Estructurista	2 horas	6 horas	0 horas	-4	-200%	Estimación del trabajo errónea, los recursos asignados llevan a cabo la tarea en mayor cantidad de horas
Colocación de armaduras	Alambre galvanizado; Ferralla de acero; Separados homologado para cimentaciones; Ayudante Oficial Ferrallista; Oficial 1ª Ferrallista	16 horas	16 horas	0 horas	0	0%	Estimación del trabajo correcta
Red de toma de tierra	Material de Red de Toma a Tierra; Ayudante Electricista; Oficial 1ª Electricista	16 horas	32 horas	0 horas	-16	-100%	Estimación del trabajo errónea, los recursos asignados llevan a cabo la tarea en mayor cantidad de horas
Hormigonado	Ayudante Estructurista; Hormigón armado; Oficial 1ª Estructurista	32 horas	48 horas	0	-16	-50%	Estimación del trabajo errónea, los recursos asignados llevan a cabo la tarea en mayor cantidad de horas

Placas de anclaje	Ayudante Montador; Ferralla de acero; Oficial 1ª Montador Estructura metálica; Pletina de acero; Equipo para soldadura	24 horas	24 horas	0	0	0%	Estimación del trabajo correcta
Acometida saneamiento	Arqueta prefabricada de hormigón, Ayudante fontanero; Colector de PVC enterrado; Compresor; Conexión con la red de saneamiento; Martillo neumático; Oficial 1ª Fontanero; Peón ordinario construcción 1; Oficial construcción 2	96 horas	96 horas	0 horas	0	0%	Estimación del trabajo correcta
Acometida eléctrica	Canalización; Camión cisterna; Dumper de descarga; Pisón vibrante; Oficial 1ª Construcción; Oficial 1ª Electricista; Ayudante Electricista 1	48 horas	48 horas	0 horas	0	0%	Estimación del trabajo correcta
Colocación de pilares	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada; Equipo para soldadura	288 horas	32 horas	256 horas	256	88,88%	Tarea en curso. Únicamente se ha ejecutado el primer día de trabajo, a falta de los ocho días restantes según lo programado

Tabla 7.18 Recursos utilizados en el periodo hasta la Fecha de Estado 2

7.7.2.2. Información de desempeño

ESTADO DEL PROYECTO: (05/03/2019 AL 03/05/2019)			
1.- SITUACIÓN DEL ALCANCE			
<i>INDICADOR</i>	<i>FÓRMULA</i>	<i>CALCULO</i>	<i>RESULTADO</i>
% AVANCE REAL	EV / BAC	54.483,87/165.232,87	32,97%
% AVANCE PLANIFICADO	PV / BAC	56.702,25/165.232,87	34,32%
2.- EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA			
<i>INDICADOR</i>	<i>FÓRMULA</i>	<i>CALCULO</i>	<i>RESULTADO</i>
SV (VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA)	EV – PV	54.483,87-56.702,25	-2.218,38
SPI (ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA)	EV / PV	54.483,87/56.702,25	0,96
3.- EFICIENCIA DEL COSTO			
<i>INDICADOR</i>	<i>FÓRMULA</i>	<i>CALCULO</i>	<i>RESULTADO</i>
CV (VARIACIÓN DEL COSTE)	EV – AC	54.483,87-53.512,72	971,15
CPI (ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL COSTE)	EV / AC	54.483,87/53.512,72	1,018
4.- CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD			

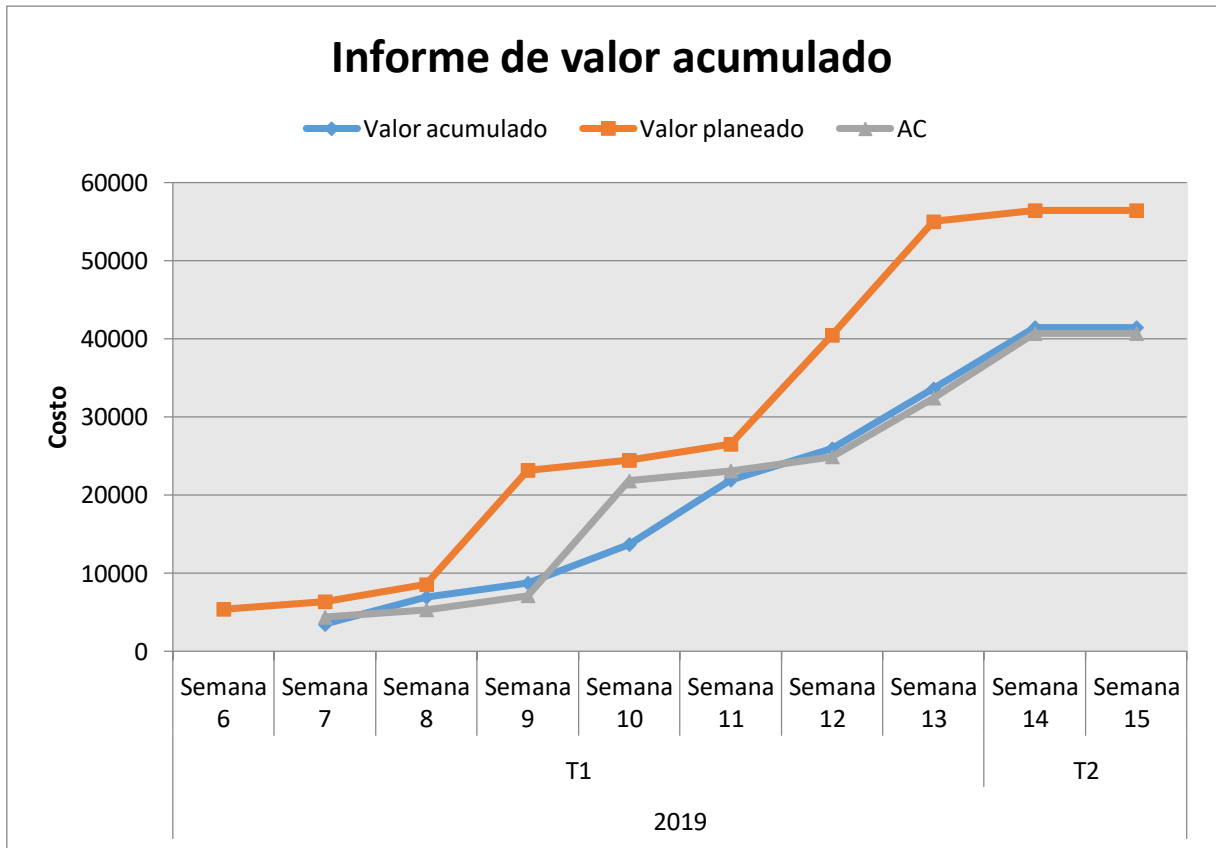
<p>Normal: CPI \geq 0.95 ; SPI \geq 0.95 Alerta: CPI \geq 0.90; SPI \geq 0.90 Crítico: CPI $<$ 0.90 ; SPI $<$ 0.90</p>
--

Tabla 7.19 Estado del proyecto hasta la Fecha de Estado 2

PRONÓSTICO: ESTIMADOS DEL COMPORTAMIENTO FUTURO DEL PROYECTO.			
PRONÓSTICO DEL COSTO			
<i>INDICADOR</i>	<i>FÓRMULA</i>	<i>CÁLCULO</i>	<i>RESULTADO</i>
EAC (ESTIMATE AT COMPLETION)	$AC + [(BAC - EV)/CPI]$	$53.512,72 + [(165.232,87 - 54.483,87) / 1,018]$	162.303,5
ETC (ESTIMATE TO COMPLETE)	$(BAC - EV)/CPI$	$(165.232,87 - 54.483,87) / 1,018$	108.790,77
VAC (VARIANCE AT COMPLETION)	$BAC - EAC$	$165.232,87 - 162.303,5$	2.929,37
PRONÓSTICO DEL TIEMPO			
EAC _t		$664 / 0,96 = 691,67 \text{ horas} = 86,5 \text{ días}$	
VAC _t		$(664 - 691,67) = -28 \text{ horas}$	
SPIAC _t		$(664 / 691,67) = 0,96$	
FECHA DE TÉRMINO LINEA BASE		Jueves, 13/06/2019	
FECHA DE TÉRMINO PRONOSTICADA		Miércoles, 19/06/2019	

Tabla 7.20 Pronósticos del proyecto en la Fecha de Estado 2

7.7.2.3. Análisis de datos. Curva S



Gráfica 3 Curva "S". Segundo registro de avance

Según la gráfica, a partir de mediados de la décima semana, con la ejecución del *Relleno y compactación del terreno*, el ahorro de coste comienza a disminuir hasta que la curva del costo real (AC) se sitúa ligeramente por debajo de la curva del valor acumulado (EV) en la doceava semana hasta la fecha de estado. Sin embargo, el sobrecoste que se da es muy pequeño de manera que es compensado por el ahorro de coste producido en las semanas anteriores, de ahí que el valor de CV sea positivo y el CPI sea superior a 1.

Por otro lado, el proyecto se desarrolla con retraso respecto a lo programado en la línea base, tal y como muestra la gráfica y el valor negativo del indicador SV. Sin embargo, el índice de desempeño del cronograma es muy cercano a 1, por lo que los retrasos producidos se consideran aceptables.

Además los pronósticos de tiempo y costos del proyecto no difieren demasiado de los obtenidos en el plan, siendo las estimaciones de la última línea base actualizada las más próximas al costo y fecha de finalización real.

La línea base obtenida tras incluir en el cronograma el registro de los nuevos datos de avance proporciona un costo presupuestado de 165.869,73 euros y una duración estimada de 87 días.

7.7.3. Tercer registro de avance

7.7.3.1. Datos de desempeño

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL TRABAJO	PERIODO
Construcción de una nave industrial destinada para almacén	CNA	De 08/04/2019 a 08/05/2019

ESTADO DE AVANCE DEL CRONOGRAMA:

El proyecto se está realizando con retraso sobre la previsión inicial y la base de estimación de tiempos utilizada no ha sido la correcta

ESTADO DE AVANCE DE LOS ENTREGABLES:

FASE DEL PROYECTO	ENTREGABLE 2º	PAQUETES DE	ESTADO DE	OBSERVACIONES
Ejecución de Obras	Estructura metálica	Colocación de pilares	100%	Comienza con retraso y se alarga el plazo de ejecución
		Colocación de Vigas	100%	Comienza con retraso y se alarga el plazo de ejecución
		Colocación de pórticos	100%	Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
		Colocación de correas y arriostramientos	33%	Comienza con retraso

Tabla 7.21 Estado de avance de los entregables en el periodo hasta la Fecha de Estado 3

ACTIVIDADES INICIADAS EN EL PERIODO

ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO					REAL		OBSERVACIONES
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA INICIO	RECURSOS	
Estructura metálica	Colocación de pilares	Lun 08/04/2019	Mie 24/04/2019	288 horas	9 días	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada; Equipo para soldadura	Lun 08/04/2019	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada; Equipo para soldadura	Retrasada por la precedente
	Colocación de Vigas	Mie 24/04/2019	Vie 26/04/2019	64 horas	2 días	Acero S275JR con imprimación; Ayudante	Vie 26/04/2019	Acero S275JR con imprimación; Ayudante	Retrasada por la precedente

						Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica		Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica	
Colocación de pórticos	Vie 26/04/2019	Mar 30/04/2019	96 horas	2 días		Acero S275JR con imprimación; Ayudante Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Equipo oxicorte; Cesta elevadora	Lun 06/05/2019	Acero S275JR con imprimación; Ayudante Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Equipo oxicorte; Cesta elevadora	Retraso en la fabricación y montaje previo de la estructura por parte del fabricante
Colocación de correas y arriostramientos	Mar 30/04/2019	Vie 03/05/2019	64 horas	2 días		Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	Mie 08/05/2019	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	Retrasada por la precedente

Tabla 7.22 Actividades iniciadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 3

ACTIVIDADES FINALIZADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO				REAL		OBSERVACIÓN	
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA FIN		DURACIÓN
Estructura metálica	Colocación de pilares	Lun 08/04/2019	Mie 24/04 / 2019	288 horas	9 días	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada ; Equipo para soldadura	Vie 26/04/2019	11 días	Mayor plazo de ejecución. Error en la base de estimación
	Colocación de Vigas	Mie 24/04/2019	Vie 26/04 / 2019	64 horas	2 días	Acero S275JR con imprimación; Ayudante Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada ; Oficial 1º Montador estructura metálica	Jue 02/05/2019	3 días	Mayor plazo de ejecución. Error en la base de estimación
	Colocación de pórticos	Vie 26/04/2019	Mar 30/04 / 2019	96 horas	2 días	Acero S275JR con imprimación; Ayudante Montador; Equipo para soldadura; Grúas	Mar 07/05/2019	2 días	Mismo plazo de ejecución

						autopropulsada ; Oficial 1º Montador estructura metálica; Equipo oxicorte; Cesta elevadora			
	Colocación de correas y arriostramientos	Mar 30/04/ 2019	Vie 03/05 / 2019	64 horas	2 días	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada ; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	-	-	Tarea en curso

Tabla 7.23 Actividades finalizadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 3

ACTIVIDADES EN PROCESO A LA FECHA					
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	FECHA DE FIN PROGRAMADA	FECHA DE FIN ESTIMADA	VARIACIÓN PORCENTUAL DE AVANCE A LA FECHA	OBSERVACIONES
Estructura metálica	Colocación de correas y arriostramientos	Vie 03/05/ 2019	Vie 03/05/2019	33%	Se prevé que finalice según lo programado

Tabla 7.24 Actividades en proceso hasta la Fecha de Estado 3

COSTOS INCURRIDOS EN EL PERIODO						
ENTREGABLE	ELEMENTO DE COSTO	COSTO AUTORIZADO	COSTO INCURRIDO	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN PORCENTUAL	OBSERVACIONES
Colocación de pilares	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada; Equipo para soldadura	15.120,88	16.526,96	-1406,08€	-9,3%	Se ha ejecutado la tarea en los más días que los previstos
Colocación de Vigas	Acero S275JR con imprimación; Ayudante Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica	3.849,02 €	4.552,06 €	-703,04€	-18,27%	Se ha ejecutado la tarea en más días que los previstos
Colocación de pórticos	Acero S275JR con imprimación; Ayudante Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Equipo oxicorte; Cesta elevadora	8.748,45 €	8.748,45 €	0€	0%	Se ha ejecutado la tarea en los mismos días de los previstos

Colocación de correas y arriostramientos	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	6.924,53 €	7.150,29 €	-225,76€	-3,26%	Se ha ejecutado un día del trabajo planificado
--	--	------------	------------	----------	--------	--

Tabla 7.25 Costos incurridos en el periodo hasta la Fecha de Estado 3

RECURSOS UTILIZADOS EN EL PERIODO							
ENTREGABLE	RECURSO	CANTIDAD PROGRAMADA	CANTIDAD UTILIZADA	CANTIDAD RESTANTE ESTIMADA	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN PORCENTUAL	OBSERVACIONES
Colocación de pilares	Acero S275JR; Ayudante montador; Oficial 1º Montador; Grúa autopropulsada; Equipo para soldadura	288horas	352horas	0 horas	-64	-22,22%	Estimación del trabajo errónea
Colocación de Vigas	Acero S275JR con imprimación; Ayudante Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica	64	96horas	0 horas	-32	-50%	Estimación del trabajo errónea
Colocación de pórticos	Acero S275JR con imprimación; Ayudante Montador; Equipo para soldadura; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Equipo oxicorte; Cesta elevadora	96	96 horas	0 horas	0	0%	Estimación del trabajo correcta
Colocación de correas y arriostramientos	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	64	32 horas	0 horas	32	50%	Se ha ejecutado un día de los tres días programados para finalizar la tarea

Tabla 7.26 Recursos utilizados en el periodo hasta la Fecha de Estado 3

7.7.3.2. Información de desempeño

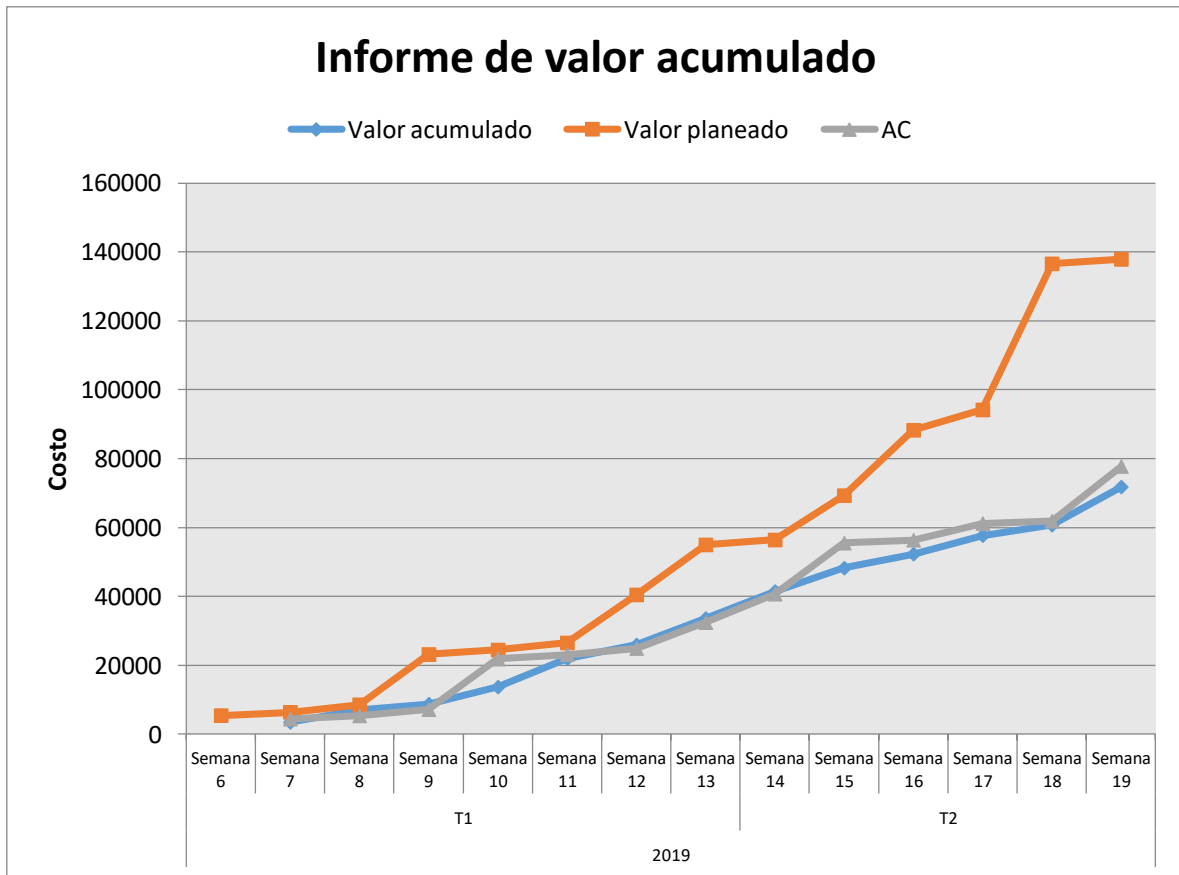
ESTADO DEL PROYECTO EN EL PERIODO @03/05/19 AL 03/06/10)			
1.- SITUACIÓN DEL ALCANCE			
INDICADOR	FÓRMULA	CALCULO	RESULTADO
% AVANCE REAL	EV / BAC	76.021,48/165.869,73	45,83%
% AVANCE PLANIFICADO	PV / BAC	137.891,67/165.869,73	83,13%
2.- EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA			
INDICADOR	FÓRMULA	CALCULO	RESULTADO
SV (VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA)	EV – PV	76.021,48-137.891,67	-61.870,19
SPI (ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA)	EV / PV	76.021,48/137.891,67	0,55
3.- EFICIENCIA DEL COSTO			
INDICADOR	FÓRMULA	CALCULO	RESULTADO
CV (VARIACIÓN DEL COSTE)	EV – AC	76.021,48-77.766,86	-1.745,38
CPI (ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL COSTE)	EV / AC	76.021,48/77.766,86	0,98
4.- CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD			
Normal: CPI >= 0.95 ; SPI >= 0.95			
Alerta: CPI >= 0.90; SPI >= 0.90			
Crítico: CPI < 0.90 ; SPI < 0.90			

Tabla 7.27 Estado del proyecto en el periodo hasta la Fecha de Estado 3

PRONÓSTICO: ESTIMADOS DEL COMPORTAMIENTO FUTURO DEL PROYECTO.			
PRONÓSTICO DEL COSTO			
INDICADOR	FÓRMULA	CÁLCULO	RESULTADO
EAC (ESTIMATE AT COMPLETION)	AC +[(BAC - EV)/CPI]	77.766,86+[(165.869,73-76.021,48)/0,98]	169.448,75
ETC (ESTIMATE TO COMPLETE)	(BAC - EV)/CPI	(165.869,73-76.021,48)/0,98	91.681,89
VAC (VARIANCE AT COMPLETION)	BAC – EAC	165.869,73-169.448,75	-3.579,02
PRONÓSTICO DEL TIEMPO			
EACt		694/0,55=1.261,82horas = 1.262horas	
VACt		(694-1.262)= - 568horas	
SPIACt		(694/1.262)= 0,55	
FECHA DE TÉRMINO PLANIFICADA		Miércoles 19/06/2019	
FECHA DE TÉRMINO PRONOSTICADA		Jueves 26/09/2019	

Tabla 7.28 Pronósticos del proyecto en la Fecha de Estado 3

7.7.3.3. Análisis de resultados: Curva S



Gráfica 4 Curva "S". Tercer registro de avance

Como se puede observar en la gráfica, los costos incurridos en el periodo son mayores a los planeados, pero no difieren demasiado, de ahí que el CPI sea muy cercano a 1. Sin embargo, el proyecto se está llevando a cabo con retraso respecto al plan, tal y como indica el valor de SV. En este periodo el índice de rendimiento SPI es mínimo, pasando a valer 0,55 debido al surgimiento de imprevistos y a los retrasos acumulados hasta la fecha de estado.

Las causas son diversas, el comienzo tardío de la *Colocación de pórticos* es debido al retraso en la fabricación y montaje previo de la estructura por parte del fabricante. Además las estimaciones de las duraciones de *Colocación de pilares* y *Colocación de vigas* ha sido demasiado optimista, de manera que para acabar las actividades en el tiempo programado es necesaria la asignación de mayor cantidad de recursos.

Los pronósticos de coste y tiempo obtenidos en base a los índices de rendimiento difieren lo suficiente de la línea base como para considerar cambios. La variación porcentual de la duración y del coste es -81,84% y -2,16% respectivamente, por lo que es necesario modificar la línea base del cronograma para acercarlo al proyecto a la fecha de finalización programada. Para reducir el tiempo de duración de las actividades se deben de asignar mayor cantidad de recursos. Sin embargo, un incremento de recursos da lugar a un aumento del coste total, por lo que deberá de estimarse la cantidad de costo necesario para incluir los nuevos recursos al proyecto y redactar una solicitud de cambio donde se especifique dicha cantidad, la cual deberá ser aprobada por el

Sponsor para hacer uso de la reserva e incluir la cantidad estimada en la línea base de costos del proyecto.

Se va a modificar la duración de la *Colocación de paneles prefabricados de hormigón*, debido a su impacto sobre la fecha de finalización del proyecto. La duración programada era de 11 días con 3 peones de construcción y 1 grúa autopropulsada. Para reducir la duración de la actividad se va a añadir 1 peón de construcción que da lugar a una disminución del 36%, pero al ser 4 peones de construcción hará falta añadir otra grúa autopropulsada. De manera que el costo se incrementará en un 5,7%, pasando a durar la actividad un total de 6 días.

La cantidad de reserva de gestión a añadir en la línea base de los costos es de 2.736 euros, dando lugar a la nueva línea base generada en MS Project con costo presupuestado de 167.391,47 euros y duración de 88 días que equivale a 699 horas. Una vez aprobada por el Sponsor se introducen los cambios en el proyecto.

7.7.4. Cuarto registro de avance

7.7.4.1. Datos de desempeño

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL TRABAJO	PERIODO
Construcción de una nave industrial destinada para almacén	CNA	De 08/05/2019 al 10/06/2019

ESTADO DE AVANCE DEL CRONOGRAMA:

El proyecto se está realizando con retraso sobre la previsión inicial y la base de estimación de tiempos utilizada no ha sido la correcta

ESTADO DE AVANCE DE LOS ENTREGABLES:

FASE DEL PROYECTO	ENTREGABLE 2º	PAQUETES DE	ESTADO DE	OBSERVACIONES
Ejecución de obras	Estructura metálica	Colocación de correas y arriostramientos	100%	Comienza con retraso y mismo el plazo de ejecución
Terminación	Cerramientos	Colocación de cubierta	100%	Comienza con retraso y se alarga el plazo de ejecución
		Sistema de recogida de lluvia	100%	Comienza con retraso y se mantiene el plazo de ejecución
		Colocación de paneles prefabricados de hormigón	100%	Comienza con retraso y se alarga el plazo de ejecución
		Unión con nave colindante	100%	Comienza con retraso y se mantiene el

				plazo de ejecución
Ejecución de obras	Solera	Encachado en caja para base solera	100%	Comienza con retraso y se alarga el plazo de ejecución
		Solera de hormigón	17%	Comienza con retraso

Tabla 7.29 Estado de avance de los entregables en la Fecha de Estado 4

ACTIVIDADES INICIADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO					REAL		OBSERVACIONES
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA INICIO	RECURSOS	
Estructura metálica	Colocación de correas y arriostramientos	Mie 08/05/2019	Vie 10/05/2019	64horas	2 días	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	Mie 08/05/2019	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	Retrasada por la precedente
Cerramientos	Colocación de cubierta	Lun 13/05/2019	Mie 15/05/2019	64horas	3 días	Ayudante montador; Cubierta panel sándwich; Oficial 1º Montador estructura metálica	Lun 13/05/2019	Ayudante montador; Cubierta panel sándwich; Oficial 1º Montador estructura metálica	Retrasada por la precedente
	Sistema de recogida de agua	Jue 16/05/2019	Lun 20/05/2019	120	3 días	Oficial 1ª Fontanero; Ayudante Fontanero; Cesta elevadora; Canalón; Bajante de aguas pluviales	Vie 17/05/2019	Oficial 1ª Fontanero; Ayudante Fontanero; Cesta elevadora; Canalón; Bajante de aguas pluviales	Retrasada por la precedente
	Colocación de paneles prefabricados de hormigón	Mar 21/05/2019	Mar 28/05/2019	240	6 días	Oficial 1ª Montador [2]; Ayudante Montador [2]; Grúa autopropulsora [2]; Albardilla de aluminio; Panel prefabricado	Mie 22/05/2019	Oficial 1ª Montador [2]; Ayudante Montador [2]; Grúa autopropulsora [2]; Albardilla de aluminio; Panel prefabricado	Retrasada por la precedente
	Unión con nave colindante	Mie 29/05/2019	Mie 29/05/2019	8	4 horas	Peón ordinario de construcción [2]; Albardilla de aluminio	Vie 31/05/2019	Peón ordinario de construcción [2]; Albardilla de aluminio	Retrasada por la precedente
Solera	Encachado en caja para base solera	Mie 29/05/2019	Mar 04/06/2019	200	5 días	Peón de construcción [2]; Pala cargadora; Camión cisterna; Rodillo vibrante; Grava de cantera de	Vie 31/05/2019	Peón de construcción [2]; Pala cargadora; Camión cisterna; Rodillo vibrante; Grava de cantera de piedra caliza	Retrasada por la precedente

						pedra caliza			
	Solera de hormigón	Mie 06/06/2019	Jue 13/06/2019	240	6 días	Peón ordinario de construcción [4]; Material solera; Equipo corte de juntas[2]; Camión bomba [2]; Regla vibrante[2]	Mar 11/06/2019	Peón ordinario de construcción [4]; Material solera; Equipo corte de juntas[2]; Camión bomba [2]; Regla vibrante[2]	Retrasada por la precedente

Tabla 7.30 Actividades iniciadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 4

ACTIVIDADES EN PROCESO A LA FECHA					
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	FECHA DE FIN PROGRAMADA	FECHA DE FIN ESTIMADA	% DE AVANCE A LA FECHA	OBSERVACIONES
Solera	Solera de hormigón	Jue 13/06/2019	Mar 18/06/2019	17%	Se prevé que finalice según lo programado

Tabla 7.31 Actividades en proceso a la Fecha de Estado 4

ACTIVIDADES FINALIZADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO				REAL		OBSERVACIONES	
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA FIN		DURACIÓN
Estructura metálica	Colocación de correas y arriostramiento	Mie 08/05/2019	Vie 10/05/2019	64 horas	3 días	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	Vie 10/05/2019	3 días	Mismo plazo de ejecución
Cerramientos	Colocación de cubierta	Lun 13/05/2019	Mie 15/05/2019	64 horas	3 días	Ayudante montador; Cubierta panel sandwich; Oficial 1º Montador estructura metálica	Jue 16/05/2019	4 días	Mayor plazo de ejecución por error en la base de estimación
	Sistema de recogida de agua	Jue 16/05/2019	Lun 20/05/2019	120 horas	3 días	Oficial 1ª Fontanero; Ayudante Fontanero; Cesta elevadora; Canalón; Bajante de aguas pluviales	Mar 21/05/2019	3 días	Mismo plazo de ejecución
	Colocación de paneles prefabricados de hormigón	Mar 21/05/2019	Mar 28/05/2019	240 horas	6 días	Oficial 1ª Montador [2]; Ayudante Montador [2]; Grúa	Jue 30/05/2019	7 días	Mayor plazo de ejecución por error en la base de estimación

						autopropulsora [2]; Albardilla de aluminio; Panel prefabricado			
Unión con nave colindante	Mie 29/05 / 2019	Mie 29/05 /2019	8 horas	4 horas		Peón ordinario de construcción [2]; Albardilla de aluminio	Vie 31/05 /2019	4 horas	Mismo plazo de ejecución

Tabla 7.32 Actividades finalizadas en el periodo hasta la Fecha de Estado 4

COSTOS INCURRIDOS EN EL PERIODO						
ENTREGABLE	ELEMENTO DE COSTO	COSTO AUTORIZADO	COSTO INCURRIDO	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN PORCENTUAL	OBSERVACIONES
Colocación de correas y arriostramientos	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	6.924,53€	7.722,77€	-798,24€	-11,53%	Se ha ejecutado la tarea en más días de lo programado
Colocación de cubierta	Ayudante montador; Cubierta panel sándwich; Oficial 1º Montador estructura metálica	12.6626,10€	12.6626,10 €	0€	0%	Se ha ejecutado la tarea en los mismos días de los previstos
Sistema de recogida de agua	Oficial 1º Fontanero; Ayudante Fontanero; Cesta elevadora; Canalón; Bajante de aguas pluviales	6.062,17 €	6.062,17 €	0€	0%	Se ha ejecutado la tarea en los mismos días que los previstos
Colocación de paneles prefabricados de hormigón	Oficial 1º Montador [2]; Ayudante Montador [2]; Grúa autopropulsora [2]; Albardilla de aluminio; Panel prefabricado	43.846,36 €	45.126,68 €	-1.280,32€	-2,92%	Se ha ejecutado la tarea en más días de los previstos
Unión con nave colindante	Peón ordinario de construcción [2]; Albardilla de aluminio	1.044,72 €	1.044,72 €	0€	0%	Se ha ejecutado la tarea en los mismos días que los previstos
Encachado en caja para base solera	Peón de construcción [2]; Pala cargadora; Camión cisterna; Rodillo vibrante; Grava de cantera de piedra caliza	4.390€	5.226€	-836€	- 19,04%	Se ha ejecutado la tarea en mayor días que los previstos
Solera de hormigón	Peón ordinario de construcción [4]; Material solera; Equipo corte de juntas[2]; Camión bomba [2]; Regla vibrante[2]	8.904,72€	7.201,12€	1.655,6€	18,6%	Se ha ejecutado un día de los seis días programados para finalizar la tarea

Tabla 7.33 Costos incurridos en el periodo hasta la Fecha de Estado 4

RECURSOS UTILIZADOS EN EL PERIODO							
ENTREGABLE	RECURSO	CANTIDAD PROGRAMADA	CANTIDAD UTILIZADA	CANTIDAD RESTANTE ESTIMADA	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN PORCENTUAL	OBSERVACIONES

Colocación de correas y arriostramiento	Acero S275JR con imprimación; Acero S235JR ; Ayudante Montador; Grúas autopropulsada; Oficial 1º Montador estructura metálica; Cesta elevadora	96 horas	96 horas	0 horas	0 horas	0%	Estimación del trabajo correcta
Colocación de cubierta	Ayudante montador; Cubierta panel sándwich; Oficial 1º Montador estructura metálica	48horas	64horas	0 horas	-16 horas	-33,33%	Estimación del trabajo errónea, los recursos asignados llevan a cabo la tarea en mayor cantidad de horas
Sistema de recogida de agua	Oficial 1ª Fontanero; Ayudante Fontanero; Cesta elevadora; Canalón; Bajante de aguas pluviales	120 horas	120horas	0 horas	0 horas	0%	Estimación del trabajo correcta
Colocación de paneles prefabricados de hormigón	Oficial 1ª Montador [2]; Ayudante Montador [2]; Grúa autopropulsora [2]; Albardilla de aluminio; Panel prefabricado	288 horas	336 horas	0horas	-48 horas	16,67%	Estimación del trabajo errónea, los recursos asignados llevan a cabo la tarea en mayor cantidad de horas
Unión con nave colindante	Peón ordinario de construcción [2]; Albardilla de aluminio	8 horas	8 horas	0 horas	0 horas	0%	Estimación del trabajo correcta
Encachado en caja para base solera	Peón de construcción [2]; Pala cargadora; Camión cisterna; Rodillo vibrante; Grava de cantera de piedra caliza	200 horas	240 horas	0 horas	-40	-20%	Estimación del trabajo errónea, los recursos asignados llevan a cabo la tarea en mayor cantidad de horas
Solera de hormigón	Peón ordinario de construcción [4]; Material solera; Equipo corte de juntas[2]; Camión bomba [2]; Regla vibrante[2]	240	40 horas	200 horas	200	83,33%	Se ha ejecutado un día de los seis días programados para finalizar la tarea

Tabla 7.34 Recursos utilizados en el periodo hasta la Fecha de Estado 4

7.7.4.2. Información de desempeño

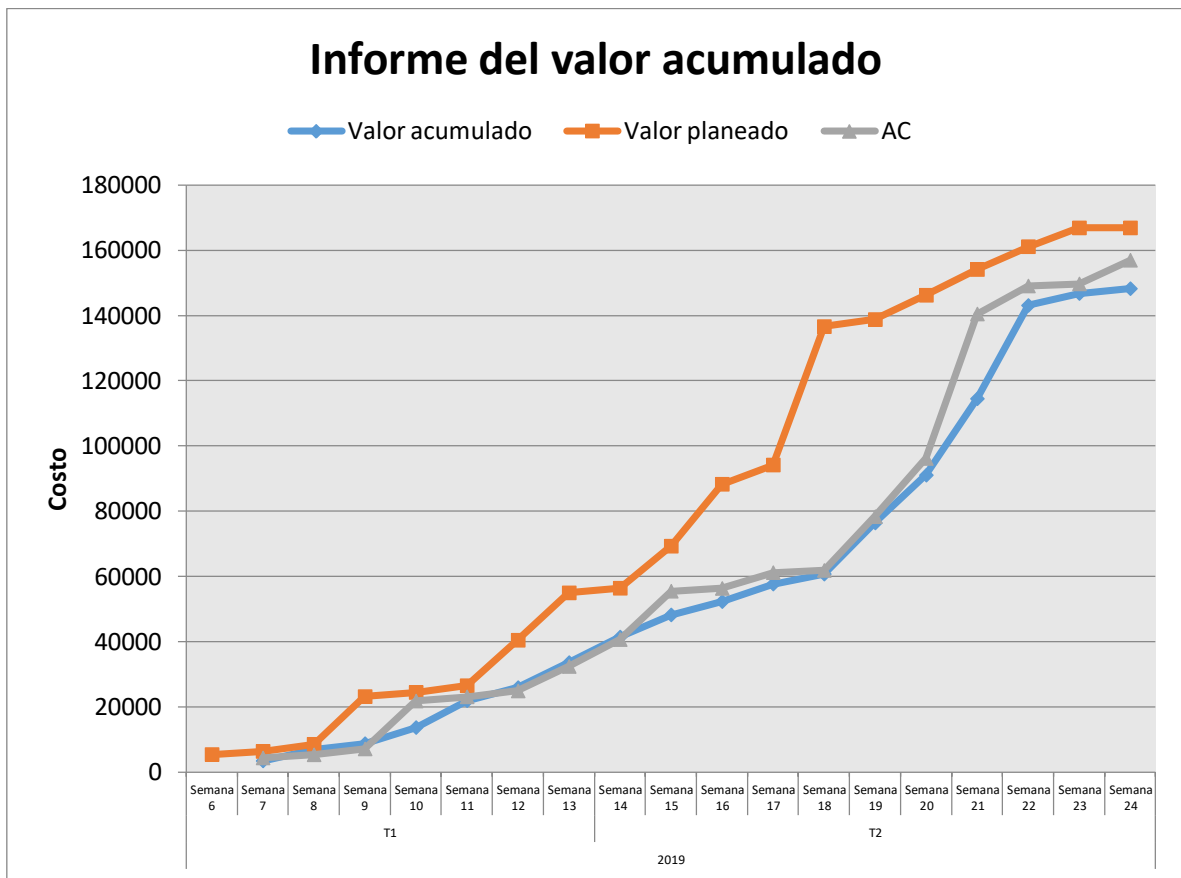
ESTADO DEL PROYECTO EN EL PERIODO			
1.- SITUACIÓN DEL ALCANCE			
INDICADOR	FÓRMULA	CALCULO	RESULTADO
% AVANCE REAL	EV / BAC	153.979,24/167.391,47	91,99%
% AVANCE PLANIFICADO	PV / BAC	166.840,89/167.391,47	99,67%
2.- EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA			
INDICADOR	FÓRMULA	CALCULO	RESULTADO
SV (VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA)	EV – PV	153.979,24-166.840,89	-12.861,65
SPI (ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA)	EV / PV	153.979,24/166.840,89	0,92
3.- EFICIENCIA DEL COSTO			
INDICADOR	FÓRMULA	CALCULO	RESULTADO
CV (VARIACIÓN DEL COSTE)	EV – AC	153.979,24-156.932,4	-2.953,16
CPI (ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL COSTE)	EV / AC	153.979,24/156.932,4	0,98
4.- CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD			
Normal: CPI >= 0.95 ; SPI >= 0.95 Alerta: CPI >= 0.90; SPI >= 0.90 Crítico: CPI < 0.90 ; SPI < 0.90			

Tabla 7.35 Información de desempeño en la Fecha de Estado 4

PRONÓSTICO: ESTIMADOS DEL COMPORTAMIENTO FUTURO DEL PROYECTO.			
PRONÓSTICO DEL COSTO			
INDICADOR	FÓRMULA	CÁLCULO	RESULTADO
EAC (ESTIMATE AT COMPLETION)	AC +[(BAC - EV)/CPI]	156.932,4+ [(167.391,47-153.979,24)/0,98]	170.618,35
ETC (ESTIMATE TO COMPLETE)	(BAC - EV)/CPI	(167.391,47-153.979,24)/0,98	13.685,95
VAC (VARIANCE AT COMPLETION)	BAC – EAC	167.391,47-170.618,35	-3.226,88
PRONÓSTICO DEL TIEMPO			
EACt		699/0,92=759,78 horas = 760 h	
VACt		(699-760)= - 61horas	
SPIACt		(699/760)= 0,92	
FECHA DE TÉRMINO PLANIFICADA		Jueves 20/06/19	
FECHA DE TÉRMINO PRONOSTICADA		Martes 02/07/2019	

Tabla 7.36 Pronósticos en la Fecha de Estado 4

7.7.4.3. Análisis de resultados: Curva “S”



Gráfica 5 Curva “S” en Fecha de Estado 4

El índice SPI aumenta en comparación con el tercer registro de avance, ahora toma un valor cercano a 1, lo que quiere decir que los cambios realizados en el cronograma han resultado factibles, mejorando el desempeño del proyecto. Tanto el valor SPI como la representación gráfica del valor planeado y el valor acumulado nos indican que existe desviación en la ejecución de los trabajos sobre la planificación de los mismos, las razones por las cuales no coincide lo real con lo planificado es porque la base de estimación de las duraciones de las actividades ha sido errónea. A pesar de ello, el rendimiento es aceptable, aunque deberían de revisarse las estimaciones restantes y modificarlas en caso de ser incorrectas.

Por otro lado, el valor de CPI se mantiene estable. Sin embargo, la gráfica muestra que a partir de la semana 20 el sobrecoste del proyecto aumenta, lo cual se debe a los retrasos acumulados de las actividades.

La línea base actualizada una vez registrados los datos de avance del proyecto en el periodo, proporciona un costo presupuestado de 169.794, 03 euros y una duración final de 91 días

7.7.5. Reporte final

7.7.5.1. Datos de desempeño finales

ESTADO DE AVANCE DEL CRONOGRAMA:

El proyecto ha finalizado con retraso y sobrecoste sobre la previsión inicial y la base de estimación de tiempos utilizada no ha sido la correcta.

ACTIVIDADES INICIADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO					REAL		OBSERVACIONES
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA INICIO	RECURSOS	
Solera	Solera de hormigón	Mar 11/06/2019	Mar 18/06/2019	240 horas	6 días	Peón ordinario de construcción ; Material solera; Equipo corte de juntas; Camión bomba; Regla vibrante	Mar 11/06/2019	Peón ordinario de construcción Material solera; Equipo corte de juntas; Camión bomba ; Regla vibrante	Retrasada por la precedente
Carpintería exterior	Puerta basculante acceso nave	Mie 19/06/2019	Mie 19/06/2019	4 horas	1 hora	Peón de construcción [2]; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta basculante	Jue 20/06/2019	Peón de construcción [2]; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta basculante	Retrasada por la precedente
	Puerta corredera para vehículos	Jue 20/06/2019	Jue 20/06/2019	4 horas	1 hora	Peón de construcción [2]; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta corredera	Vie 21/06/2019	Peón de construcción [2]; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta corredera	Retrasada por la precedente
	Ventanas aluminio lacado	Mie 19/06/2019	Mie 19/06/2019	12 horas	6 horas	Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Ventanas 1,5x1,2 [2]; Ventanas 1,7x1,2 [6]	Jue 20/06/2019	Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Ventanas 1,5x1,2 [2]; Ventanas 1,7x1,2 [6]	Retrasada por la precedente
Vallado parcela	Vallado con malla simple torsión	Mie 19/06/2019	Mie 19/06/2019	24 horas	1 día	Peón construcción; Oficial 1ª Montador; Ayudante Montador; Malla simple torsión; Poste tubo de acero; Hormigón	Jue 20/06/2019	Peón construcción; Oficial 1ª Montador; Ayudante Montador; Malla simple torsión; Poste tubo de acero; Hormigón	Retrasada por la precedente
	Vallado con malla electrolosada	Mie 19/06/2019	Mie 19/06/2019	24 horas	1 día	Peón de construcción; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Malla electrolosada; Poste; Hormigón	Jue 20/06/2019	Peón de construcción; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Malla electrolosada; Poste; Hormigón	Retrasada por la precedente
Acabados	Revestimiento	Mie 19/06/2019	Jue 20/06/2019	24 horas	1 día	Peón construcción [2]; Hormigonera; Ladrillo;	Vie 21/06/2019	Peón construcción [2]; Hormigonera; Ladrillo;	Retrasada por la precedente

	fachada					Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland		Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	
	Revestimiento vallado parcela	Jue 20/06/2019	Lun 24/06/2019	48 horas	2 días	Peón construcción [2]; Mezclador de silo; Ladrillo; Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	Vie 21/06/2019	Peón construcción [2]; Mezclador de silo; Ladrillo; Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	Retrasada por la precedente
Control de calidad	Conjunto de pruebas y ensayos	Lun 24/06/2019	Mar 25/06/2019	10 horas	10 horas	Materiales para pruebas de servicio; Director de proyecto	Mar 25/06/2010	Materiales para pruebas de servicio; Director de proyecto	Retrasada por la precedente

Tabla 7.37 Actividades iniciadas en el periodo hasta la Fecha de Finalización

ACTIVIDADES FINALIZADAS EN EL PERIODO									
ENTREGABLE	PAQUETE DE TRABAJO	PROGRAMADO					REAL		OBSERVACIONES
		FECHA INICIO	FECHA FIN	TRABAJO	DURACIÓN	RECURSOS	FECHA FIN	DURACIÓN	
Solera	Solera de hormigón	Mar 11/06/2019	Mar 18/06/2019	240 horas	6 días	Peón ordinario de construcción; Material solera; Equipo corte de juntas; Camión bomba; Regla vibrante	Mie 19/06/2019	7 días	Los recursos llevan a cabo el trabajo en mayor tiempo que el programado
Carpintería exterior	Puerta basculante acceso nave	Mie 19/06/2019	Mie 19/06/2019	4 horas	1 hora	Peón de construcción [2]; Oficial 1º Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta basculante	Jue 20/06/2019	4 horas	Los recursos llevan a cabo el trabajo en mayor tiempo que el programado
	Puerta corredera para vehículos	Jue 20/06/2019	Jue 20/06/2019	4 horas	1 hora	Peón de construcción [2]; Oficial 1º Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta corredera	Vie 21/06/2019	4 horas	Los recursos llevan a cabo el trabajo en mayor tiempo que el programado
	Ventanas aluminio lacado	Mie 19/06/2019	Mie 19/06/2019	12 horas	6 horas	Oficial 1º Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Ventanas 1,5x1,2 [2]; Ventanas 1,7x1,2 [6]	Vie 21/06/2019	8 horas	Los recursos llevan a cabo el trabajo en mayor tiempo que el programado
Vallado parcela	Vallado con malla simple torsión	Mie 19/06/2019	Mie 19/06/2019	24	1 día	Peón construcción; Oficial 1º Montador; Ayudante Montador; Malla simple torsión; Poste tubo de acero; Hormigón	Jue 20/06/2019	1 día	Los recursos llevan a cabo el trabajo en el mismo tiempo que el programado

	Vallado con malla electrolosada	Mie 19/06/2019	Mie 19/06/2019	24	1 día	Peón de construcción; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Malla electrolosada; Poste; Hormigón	Jue 20/06/2019	1 día	Los recursos llevan a cabo el trabajo en el mismo tiempo que el programado
Acabados	Revestimiento fachada	Mie 19/06/2019	Jue 20/06/2019	24	1 día	Peón construcción [2]; Hormigonera; Ladrillo; Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	Mar 25/06/2019	2 días	Los recursos llevan a cabo el trabajo en mayor tiempo que el programado
	Revestimiento vallado parcela	Jue 20/06/2019	Lun 24/06/2019	48	2 días	Peón construcción [2]; Mezclador de silo; Ladrillo; Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	Mar 25/06/2019	2 días	Los recursos llevan a cabo el trabajo en el mismo tiempo que el programado
Control de calidad	Conjunto de pruebas y ensayos	Lun 24/06/2019	Mar 25/06/2019	10	10 h	Materiales para pruebas de servicio; Director de proyecto	Mie 26/06/2019	8 horas	Los recursos llevan a cabo el trabajo en menor tiempo que el programado

Tabla 7.38 Actividades finalizadas en el periodo hasta la Fecha de Finalización

COSTOS INCURRIDOS EN EL PERIODO						
ENTREGABLE	ELEMENTO DE COSTO	COSTO AUTORIZADO	COSTO INCURRIDO	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN PORCENTUAL	OBSERVACIONES
Solera de hormigón	Peón ordinario de construcción ; Material solera; Equipo corte de juntas; Camión bomba; Regla vibrante	8.904,72€	9.283,84€	-379,12€	-4,26%	Estimación del trabajo errónea
Puerta basculante acceso nave	Peón de construcción [2]; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta basculante	1.145,51€	1.324,94€	-179,43€	-15,66%	Estimación del trabajo errónea
Puerta corredera para vehículos	Peón de construcción [2]; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta corredera	2.054,13€	2.233,56 €	-179,43€	-8,74%	Estimación del trabajo errónea

Ventanas aluminio lacado	Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Ventanas 1,5x1,2 [2]; Ventanas 1,7x1,2 [6]	2.897,9€	2.966,74 €	-68,84€	-2,38%	Estimación del trabajo errónea
Vallado con malla simple torsión	Peón construcción; Oficial 1ª Montador; Ayudante Montador; Malla simple torsión; Poste tubo de acero; Hormigón	951,3€	951,3€	0€	0%	Estimación del trabajo correcta
Vallado con malla electrolosada	Peón de construcción; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Malla electrolosada; Poste; Hormigón	1.025,58€	1.025,58€	0€	0%	Estimación del trabajo correcta
Revestimiento fachada	Peón construcción [2]; Hormigonera; Ladrillo; Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	315,16€	531,72€	-216,56€	-68,71%	Estimación del trabajo errónea
Revestimiento vallado parcela	Peón construcción [2]; Mezclador de silo; Ladrillo; Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	816,47€	816,47€	0€	0%	Estimación del trabajo correcta
Conjunto de pruebas y ensayos	Materiales para pruebas de servicio; Director de proyecto	2.000€	2.000€	0€	0%	Estimación del trabajo correcta

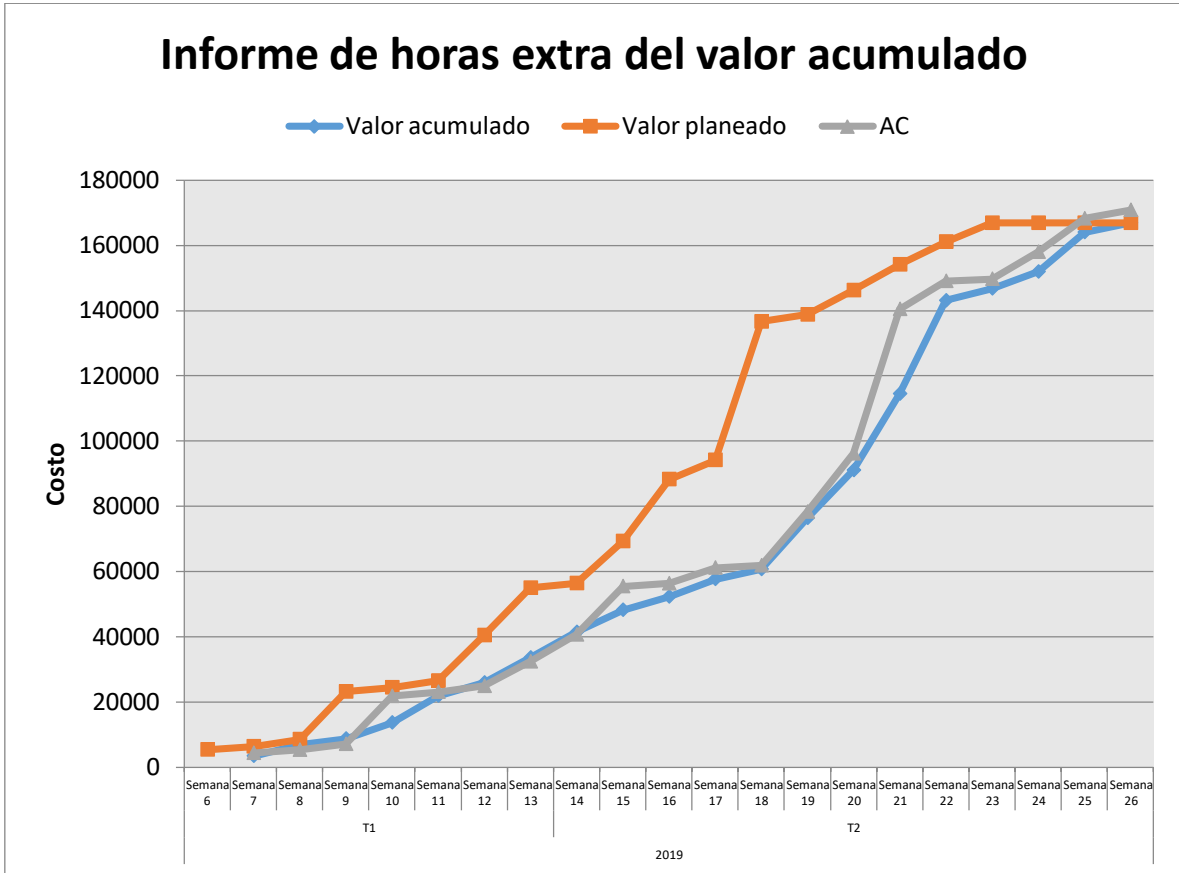
Tabla 7.39 Costos incurridos en la Fecha de Finalización

RECURSOS UTILIZADOS EN EL PERIODO							
ENTREGABLE	RECURSO	CANTIDAD PROGRAMADA	CANTIDAD UTILIZADA	CANTIDAD RESTANTE ESTIMADA	VARIACIÓN ABSOLUTA	VARIACIÓN PORCENTUAL	OBSERVACIONES
Solera de hormigón	Peón ordinario de construcción; Material solera; Equipo corte de juntas; Camión bomba; Regla vibrante	240 horas	280 horas	0 horas	-40 horas	-16,66%	Estimación del trabajo errónea
Puerta basculante acceso nave	Peón de construcción [2]; Oficial	4 horas	16 horas	0 horas	-12 horas	-300%	Estimación del trabajo errónea

	1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta basculante						
Puerta corredera para vehículos	Peón de construcción [2]; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Puerta corredera	4 horas	16 horas	0 horas	-12 horas	-300%	Estimación del trabajo errónea
Ventanas aluminio lacado	Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Ventanas 1,5x1,2 [2]; Ventanas 1,7x1,2 [6]	12 horas	16 horas	0 horas	-4 horas	-33,33%	Estimación del trabajo errónea
Vallado con malla simple torsión	Peón construcción ; Oficial 1ª Montador; Ayudante Montador; Malla simple torsión; Poste tubo de acero; Hormigón	24 horas	24 horas	0 horas	0 horas	0%	Estimación del trabajo correcta
Vallado con malla electrolosada	Peón de construcción ; Oficial 1ª Cerrajero; Ayudante Cerrajero; Malla electrolosada ; Poste; Hormigón	24 horas	24 horas	0 horas	0 horas	0%	Estimación del trabajo correcta
Revestimiento fachada	Peón construcción [2]; Hormigonera; Ladrillo; Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	24horas	48horas s	0 horas	-24 horas	-50%	Estimación del trabajo errónea
Revestimiento vallado parcela	Peón construcción [2]; Mezclador de silo; Ladrillo; Plaqueta; Agua; Arena de cantera; Cemento Portland	48 horas	48horas	0 horas	0 horas	0%	Estimación del trabajo correcta
Conjunto de pruebas y ensayos	Materiales para pruebas de servicio; Director de proyecto	10	8 horas	0 horas	2 horas	20%	Estimación del trabajo correcta

Tabla 7.40 Recursos utilizados en el periodo hasta la Fecha de Finalización

7.7.5.2. Análisis de resultados: Curva S



Gráfica 6 Curva "S" en Fecha de Finalización

A lo largo del desarrollo del proyecto, las estimaciones de presupuesto y duración final del proyecto se han ido ajustando cada vez más a la realidad debido a la actualización mensual de la información disponible y al análisis de las desviaciones de costes y plazos del proyecto. Además, la evaluación de dichas desviaciones ha permitido identificar errores y comprender por qué el proyecto no resultaba como se esperaba, facilitando de esta manera la toma de decisiones.

Durante la planificación del proyecto se obtuvo un presupuesto de 166.840,87 euros y una duración de 81 días laborales. Tras realizar el primer registro de avance al mes de haber comenzado el proyecto según lo planificado, la línea base actualizada marcaba un presupuesto de 165.232,87 euros y una duración de 83 días. Al segundo mes, el valor del presupuesto era de 165.869,73 euros y la duración del proyecto se estimaba que fuese de 87 días. En el tercer registro, los retrasos dieron lugar a un incremento del presupuesto al valor de 168.777,08 euros y a una duración estimada de 95 días. Por lo que se realizaron cambios en la línea base para reconducir el proyecto hacia los objetivos marcados. La línea base actualizada ahora marcaba un presupuesto de 167.391,47 euros y a una duración de 88 días. Por último, en el cuarto registro, el valor del presupuesto estimado era de 169.794,03 euros y la duración de 91 días. Al tratarse del

registro con más datos acerca del desempeño real del proyecto, los valores estimados de presupuesto y duración son los más cercanos a la realidad.

Finalmente, la obra fue cerrada tras 92 días de ejecución, es decir, con 11 días de retraso sobre la planificación inicial de los trabajos, lo que supone un 13,6% de variación respecto a la programación inicial. En cuanto a los costes, la obra terminó con un importe de 170.817,40 euros, dicho de otro modo, 3.976,53 euros por encima del presupuesto inicial, que supone un sobrecoste del 2,4% sobre el presupuesto de ejecución material.

A lo largo de la ejecución del proyecto, el índice CPI ha tomado valores más estables que el índice SPI. De manera que se ha podido predecir desde los primeros meses de ejecución, el coste final del trabajo con bastante precisión. Esto se debe a que el coste varía mucho menos que los plazos de las actividades. Por esta razón, no ha sido posible predecir con tanta exactitud la fecha de finalización del proyecto hasta los dos últimos meses de ejecución.

A la vista del gráfico, la curva del valor acumulado está ligeramente por debajo de la curva del valor planificado durante el primer mes, donde se cumple aproximadamente con lo programado, pero pasa a estar muy por debajo a partir del segundo mes hasta el cuarto mes, a causa de los retrasos acumulados.

Por otro lado, la curva del costo real (AC) avanza prácticamente con el mismo trazo que la curva del valor acumulado (EV) hasta el cuarto mes, exceptuando la décima y quinceava semana donde se observan dos picos de sobrecoste. A partir del cuarto mes la curva del costo real (AC) comienza a situarse por debajo del valor acumulado, EV, hasta la finalización del proyecto debido a los retrasos acumulados que aumenta irremediamente el coste del proyecto.

En cuanto a las desviaciones, los valores de SV nos indican que existe un retraso para todos los meses en la ejecución de los trabajos sobre la planificación de los mismos, empeorando progresivamente hasta llegar a una desviación máxima en el tercer mes, con un índice de desempeño del cronograma de 0,55, seguidamente mejora, hasta llegar al cierre del proyecto donde la desviación es nula.

De lo contrario, los valores de CV nos indican que durante los dos primeros meses se produjo un ahorro en el coste de los trabajos del proyecto frente a lo planificado, para posteriormente empeorar y generarse sobrecoste en el proyecto tomando valores negativos.

Por último, las estimaciones de coste y duración final (EAC y EACt) basado en los índices de rendimiento del proyecto SPI y CPI, reflejan las expectativas acerca del proyecto en cada fecha de estado. Durante los dos primeros meses, las expectativas marcadas por los indicadores eran que se iba a reducir el costo incurrido en el proyecto y que el retraso producido iba a estar entre los 2 y 5 días. Posteriormente empeoran indicando que el proyecto finalizará con sobrecoste y retraso de entre 8-10 días. Hasta el cuarto mes, que las predicciones obtenidas resultan ser casi exactas.

7.7.5.3. Lecciones aprendidas

El desarrollo del cronograma del proyecto junto con las estimaciones de costes del proyecto, son tareas no exentas de dificultades ya que el proyecto está sujeto a riesgos e incertidumbres, especialmente en sus fases más tempranas, cuando la información disponible de los mismos es

aún muy limitada. A medida que avanza el proyecto, aumenta la información disponible permitiendo estimar con mayor precisión el cronograma y los costos del proyecto. Sin embargo, ciertos aspectos siguen siendo imprevisibles.

- La actividad *Relleno y compactación del terreno* comenzó con un retraso de tres días respecto a lo programado por la necesidad de efectuar nuevos ensayos para el estudio geotécnico del terreno. A pesar de evaluar las características del terreno a partir de muestras obtenidas del mismo, mediante un estudio teórico previo, no se pueden conocer con exactitud las condiciones reales del terreno hasta que no se inician las obras. En nuestro caso, el estudio inicial ha subestimado las dificultades planteadas por las características del terreno y se precisan nuevos ensayos para comprender con mayor exactitud el comportamiento del terreno.
- El comienzo tardío del *Desbroce y limpieza del terreno*, de la *Acometida de Saneamiento* y de la *Acometida Eléctrica* fue a causa de la carencia de los consentimientos y autorizaciones correspondientes. El tiempo necesario para obtener dichos permisos es probablemente el elemento más imprevisible de un proyecto de construcción y puede tener repercusiones significativas en el calendario y costes.
- Por causas medioambientales no se pudo dar comienzo al *Vertido del Hormigón de Limpieza* en las zapatas de cimentación según lo programado. En la época del año donde se da comienzo a los trabajos de construcción, son muy probables las lluvias intensas.
- Se produjo el comienzo tardío de la *Colocación de pórticos* debido al retraso en la fabricación y montaje previo de la estructura por parte del fabricante, provocando la carencia de los materiales de construcción y herramientas necesarias para llevar a cabo la tarea. No se predijo en las estimaciones iniciales que pudiera darse la falta de material y maquinaria. Como consecuencia se prolongó el plazo de ejecución y se produjo un aumento de los costes.

Todos estos imprevistos deberían de haber sido considerados durante el desarrollo del cronograma del proyecto, mediante la incorporación de colchones de duración, que son actividades del cronograma que no requieren trabajo y que se utilizan para manejar la incertidumbre del proyecto. La dimensión de la actividad colchón tiene en cuenta la incertidumbre de la duración de la red de actividades del cronograma y se incluiría al final de la red de actividades para proteger la fecha de finalización programada contra cualquier retraso a lo largo de la ejecución del trabajo del proyecto.

7.7.5.4. Recomendaciones

El seguimiento del desempeño del proyecto maximizaría su eficacia si en los informes de estado del proyecto se incluyera la cuantificación económica de los riesgos sobre el proyecto, ya que de esta manera se valorarían sus impactos económicos para ayudar a replantear, en caso de ser necesario, la estrategia seguida.

En la gestión de proyectos se han explorado los posibles riesgos identificando su impacto, diseñando planes de contingencia y realizando el seguimiento de los mismos para detectar el aumento de la probabilidad de ocurrencia de los riesgos. Además, se tienen en cuenta durante la gestión del valor ganado, a la hora de estimar los recursos, las duraciones y los costos de las actividades. Sin embargo, no se lleva a cabo un análisis cuantitativo, que consista en determinar

cuantitativamente el impacto de cada uno de los riesgos ya sean positivos o negativos sobre el presupuesto del proyecto.

La situación más negativa se daría cuando se hubiesen producido sobrecostos y retrasos, y al mismo tiempo, el impacto económico de los riesgos del proyecto se hubiese acrecentado con respecto a la estimación anterior, dando a entender qué en lugar de disminuir los riesgos, se han aumentado.

Por tanto, si se analizan periódicamente las situaciones y se recalcula el impacto económico de los riesgos, se va a poder estimar lo que supone un incremento de la probabilidad de ocurrencia del riesgo sobre el presupuesto del proyecto, sirviendo de información adicional para la elaboración de estrategias de mitigación.

8. CONCLUSIÓN

El Método del Valor Ganado se lleva poniendo en práctica muchos años, sin embargo, son muy pocos los profesionales que trabajan con este método en España. En este documento se pretende mostrar la utilidad que tiene esta metodología en la dirección y gestión de proyectos, a través de su aplicación a un proyecto de construcción de una nave industrial.

El método EVM proporciona los datos que se necesitan para conocer el estado en el que se encuentra el proyecto en un momento dado, pero no solamente mide la situación actual del proyecto y la eficiencia de su ejecución tanto en coste como en plazo, sino que también permite predecir la evolución del mismo en base al trabajo realizado hasta el momento. Por tanto, esta herramienta ayuda al equipo de dirección del proyecto a evaluar el comportamiento futuro del proyecto y actuar en consecuencia para corregir las desviaciones.

Otro aspecto a destacar es que el método presenta en las fases finales del proyecto valores de la varianza en plazo (SV) y de índice de desempeño del cronograma (SPI) inconsistentes. A medida que el proyecto avanza, el trabajo realizado se asemeja cada vez más al trabajo planeado, y, por tanto, la varianza en plazo tiende a cero, mientras que el índice de desempeño tiende a 1, independientemente de los retrasos o sobrecostos del proyecto, indicando un comportamiento óptimo. Sin embargo, ya existen artículos publicados por autores como W.Lipke y K. Henderson que proponen algunas mejoras, de manera que el método se encuentra en constante evolución.

Se puede concluir diciendo que el Método del Valor Ganado es la única técnica que cubre las tres más importantes áreas de conocimiento de la gestión de proyectos: Gestión del Alcance, Gestión de los Costos y Gestión del Tiempo, de manera que ofrece importantes ventajas a los gestores de proyectos, entre las que destacan la generación de datos precisos, fiables y objetivos sobre la evolución del mismo permitiendo ejecutar acciones lo antes posible para mitigar el impacto de las desviaciones identificadas.



9. BIBLIOGRAFÍA

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

[2] Ignacio Meléndez (2019), “Metodología de la Gestión del Valor Ganado (EVM) para medir el desempeño de los proyectos”. Disponible en:

[https://ingenierostop.com/articulos/3-Metodolog%C3%ADa-de-la-Gesti%C3%B3n-del-Valor-Ganado-\(EVM\)-para-medir-el-desempe%C3%B1o-de-los-proyectos](https://ingenierostop.com/articulos/3-Metodolog%C3%ADa-de-la-Gesti%C3%B3n-del-Valor-Ganado-(EVM)-para-medir-el-desempe%C3%B1o-de-los-proyectos)

[3] Javier Pajares Gutiérrez (2016), “Limitaciones y mejoras de la metodología del Valor Ganado en la gestión integrada del plazo y coste de proyectos”. Disponible en:

https://www.aepro.com/files/congresos/2008zaragoza/ciip08_2266_2275.621.pdf

[4] Asignatura de Proyectos, tema 15, “Gestión de Plazos y Costes”. Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en:

http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/11577/mod_resource/content/1/Tema%2015.%20Gestion%20de%20plazos%20y%20costes.pdf

[5] Walter Lipke (2012), “Introduction to Earned Schedule. Second Edition”, Lulu.com

[6] Ambriz Avelar, R. (2008).” La gestión del valor ganado y su aplicación: Managing earned value and its application”. Disponible en:

<https://www.pmi.org/learning/library/earned-value-management-best-practices-7045>

[7] Félix Valdez (2012), “Costos, Valor Ganado”. Disponible en:

<http://proyectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-formulas.html>

[8] KPMG International Cooperative (2015), “KPMG’s 2015 Global Construction Survey”. Disponible en:

<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2015/04/global-construction-survey-2015.pdf>

[9] Project Management Institute (2006), “Standard for Work Breakdown Structures – Second Edition”. Global Standard

[10] Alain Bureau (2005),”Datos: Tablas de clasificación de secciones para perfiles europeos de vigas laminadas en caliente (perfiles IPE y HE)”. CTICM. Disponible en:

<https://studylib.es/doc/6230746/datos--tablas-de-clasificaci%C3%B3n-de-secciones-para-perfiles...>

[11] Czemplik Andrzej (2014), “Application of Earned Value Method to Progress Control of Construction projects”, Procedia Engineering91 422-430

