



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Aplicación de Primavera P6 en la planificación y control de avances en instalaciones mecánicas y eléctricas en proyectos de infraestructura

Tesis para optar el Título de
Ingeniera Mecánico - Eléctrica

Mayra Milagros Gamarra Lázaro

Asesor(es):
Dra. Ing. Rosalba Guerrero Aslla

Piura, noviembre de 2024

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Mayra Milagros Gamarra Lázaro, egresado del Programa Académico de Ingeniería mecánico-eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI: 71525866, declaro que:

Soy autor del trabajo final titulado:

“Aplicación de Primavera P6 en la planificación y control de avances en instalaciones mecánicas y eléctricas en proyectos de infraestructura”

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título profesional de Ingeniera mecánico-eléctrico.

Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.

- Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con Elija un elemento: Escribir número
- Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con Elija un elemento: Escribir número
- Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con Elija un elemento: Escribir número
- Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con Elija un elemento: Escribir número

El texto de mi trabajo final es original y no vulnera los derechos de terceros o, de ser el caso, derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para lo cual, he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas. Asimismo, el texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico; y que la investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

En caso de detectarse el incumplimiento de lo declarado asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

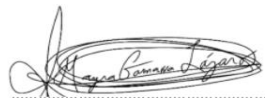
La asesoría del trabajo estuvo a cargo de los siguientes docentes de la Universidad de Piura:

- Dra. Ing. Rosalba Guerrero Aslla, identificado con DNI: 02654199
- Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con Elija un elemento: Escribir número
- Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con Elija un elemento: Escribir número

Declaro (declaramos) que:

Luego de haber empleado el software de coincidencia Turnitin, revisado las fuentes de información señaladas por el autor, y en razón de mi (nuestra) experiencia como investigador(es), declaro (declaramos) que las ideas expuestas en el trabajo final alcanzan las condiciones de calidad, integridad y originalidad acorde a los objetivos institucionales y estándares en materia de investigación. Finalmente, no asumo (asumimos) responsabilidad por la posible vulneración de derechos de autor en el trabajo final referido, pues tal responsabilidad es exclusiva del autor.

Fecha: 30/11/2024.



.....
Firma del autor¹



.....
Firma del asesor¹

.....
Firma del co-asesor¹

.....
Firma del co-asesor¹

¹ Firma idéntica al DNI. No se admite digital, salvo certificado.

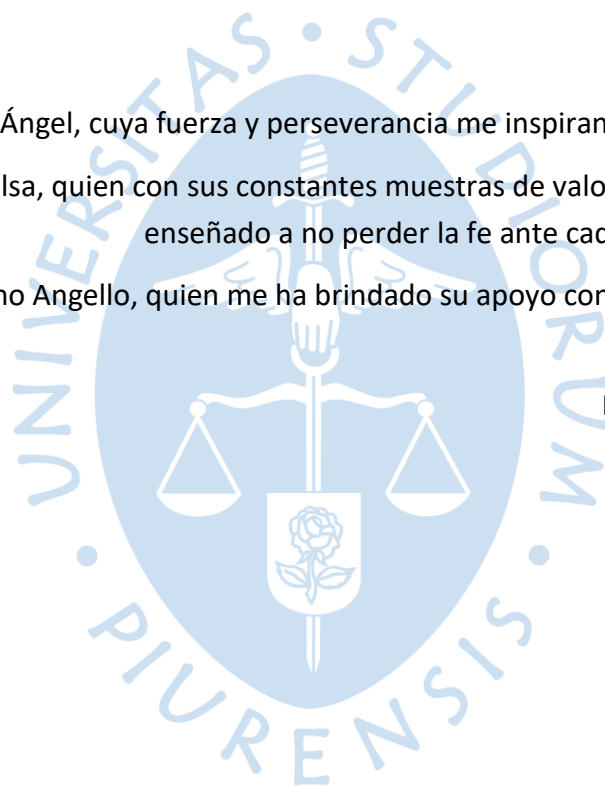
Dedicatoria

A mi padre Ángel, cuya fuerza y perseverancia me inspiran día a día a no rendirme.

A mi madre Elsa, quien con sus constantes muestras de valor e inmenso amor me ha enseñado a no perder la fe ante cada reto que me da la vida

Y a mi hermano Angello, quien me ha brindado su apoyo constante, siempre con una sonrisa.

Para mi hermosa familia.



Resumen

La presente investigación analiza el uso del software Primavera P6 en la planificación y control de avances en proyectos de infraestructura, concretamente en las disciplinas mecánica, eléctrica, de plomería y sistemas contra incendios (MEPF). La gestión de proyectos, en la actualidad, demanda herramientas avanzadas que hagan posible no solamente planificar de forma eficiente, sino también, tener un óptimo control de los avances. Primavera P6 ofrece una gestión que permite trabajar en numerosos proyectos complejos y ofrece un entorno muy robusto con el que se puede manejar la asignación de recursos, la programación, el seguimiento de las actividades críticas y el análisis de los riesgos.

A lo largo del documento se describen los procesos claves para cargar los datos en Primavera P6, desde la creación de la estructura de desglose del trabajo (EDT), la asignación de recursos o la programación mediante las secuencias de las actividades. También se pone de manifiesto la importancia de generar reportes y gráficos de Gantt para ayudar a los gestores, de forma que se pueda tomar decisiones de forma fundamentada.

El análisis de los riesgos se articula mediante la incorporación de Primavera P6 Risk Analysis, que permite distintas situaciones y hacer proyecciones sobre el proyecto.

La utilización de Primavera P6 no se limita a la planificación, sino que también es una herramienta básica de control en los avances del proyecto, e incorpora un proceso continuo de actualización de la duración de las actividades de forma que se pueden recalculan los recursos o qué actividades críticas deben ser priorizadas para no generar mayores retrasos en la entrega del producto final del proyecto.

Por último, la tesis finaliza con la conclusión de que Primavera P6 constituye una herramienta clave para los proyectos, ya que permite una gestión y una previsión minuciosa de todos los elementos del proyecto. En torno a su avanzada funcionalidad, los equipos pueden gestionar adecuadamente los recursos, contener los riesgos y cumplir con los hitos del proyecto. Los resultados alcanzados hacen hincapié en la importancia de un seguimiento continuo y una actualización de los avances para garantizar el éxito del proyecto.

Tabla de contenido

Introducción	10
Capítulo 1	11
Gestión de Proyectos	11
1.1 Fundamentos.....	11
1.1.1 Estructura de descomposición de trabajo (EDT).....	12
1.1.2 Actividades	13
1.1.3 Recursos.....	14
1.1.4 Cronograma.....	15
1.1.5 Costos y presupuesto	17
1.1.6 Riesgos.....	18
1.1.7 Restricciones	19
1.2 Metodologías para el seguimiento de avances.....	19
1.2.1 Análisis del valor ganado (EVM).....	20
1.2.2 Metodología ágil	20
1.2.3 Línea base de cronograma y costos (Baseline).....	20
1.2.4 Softwares de gestión de proyectos.....	21
1.2.5 Reuniones de seguimiento.....	22
1.3 Gestión de proyectos con Primavera P6	22
Capítulo 2	24
Aplicación del software Primavera P6	24
2.1 Creación del proyecto	24
2.2 Fases del proyecto.....	26
2.2.1 Hitos (Milestones).....	26
2.2.2 Fase de planificación y diseño	28
2.2.3 Fase de Pre-construcción	30
2.2.4 Fase de Procura (Compras).....	30
2.2.5 Fase de construcción	32
2.2.6 Fase de Comisionamiento.....	33
2.2.7 Fase de Cierre Administrativo.....	34
2.3 Actividades	34
2.3.1 Duración	36
2.3.2 Tipos de actividades	36
2.3.3 Dependencias	38
2.4 Recursos	40
2.4.1 Cálculo de la mano de obra presupuestadas.....	43
2.5 Costos.....	44
2.6 Cronograma final.....	46
2.6.1 Ruta crítica.....	47
2.6.2 Datos clave para la gestión y control del cronograma en Primavera P6	52
2.6.3 Definición de la línea base	54
2.6.4 Nivel de detalle para disciplinas MEPF.....	55
2.7 Ingreso de avances	57
2.8 Seguimiento de avances en el proyecto (Recursos)	59
2.8.1 Actualización de recursos para el seguimiento de avance físico.....	59
2.8.2 Actualización de las unidades de mano de obra	60

2.9 Riesgo	61
2.9.1 <i>En la etapa de planificación</i>	63
2.9.2 <i>En la etapa de ingreso de avances</i>	65
2.10 Información generada para evaluación del estado del proyecto	66
2.10.1 <i>Impacto de un escenario desfavorable en el proyecto</i>	68
2.10.2 <i>Comparación de fechas proyectadas y actividades críticas en los diferentes escenarios</i>	71
Conclusiones.....	72
Glosario	74
Lista de abreviaturas	75
Referencias.....	76
Apéndices	78
Apéndice A. Reporte de la ruta crítica	78



Lista de tablas

Tabla 1 Recurso ingresados a Primavera P6	43
Tabla 2 Comparación de fechas y actividades en diferentes escenarios	71



Lista de figuras

Figura 1 <i>Ejemplo de EDT</i>	13
Figura 2 <i>Creación del proyecto</i>	25
Figura 3 <i>Primer nivel de la EDT</i>	25
Figura 4 <i>Hitos</i>	28
Figura 5 <i>Fase de planificación y diseño</i>	29
Figura 6 <i>Fase de procura</i>	31
Figura 7 <i>Fase de construcción</i>	33
Figura 8 <i>Plantilla de actividades</i>	35
Figura 9 <i>Tipo de actividades para los hitos</i>	38
Figura 10 <i>Plantilla para relaciones de actividades</i>	39
Figura 11 <i>Plantilla para asignación de recursos</i>	41
Figura 12 <i>Recursos asignados</i>	42
Figura 13 <i>Plantilla para asignación de costos</i>	45
Figura 14 <i>EDT posterior al ingreso de información</i>	46
Figura 15 <i>Filtrado de actividades de la ruta crítica</i>	48
Figura 16 <i>Vista normal antes de filtrar la ruta crítica</i>	49
Figura 17 <i>Vista de las actividades críticas</i>	50
Figura 18 <i>Reporte con la ruta crítica</i>	51
Figura 19 <i>Actividad de ejemplo</i>	52
Figura 20 <i>Iniciar actividades</i>	58
Figura 21 <i>Vista con actividades iniciadas</i>	59
Figura 22 <i>Recursos asignados en instalaciones</i>	60
Figura 23 <i>Actualización de la mano de obra invertida</i>	60
Figura 24 <i>Primavera P6 Risk Analysis</i>	62
Figura 25 <i>Simulación de la fecha fin en base a riesgos, en la etapa de planificación</i>	63
Figura 26 <i>Resultado estadísticos, etapa de planificación</i>	64
Figura 27 <i>Actividades críticas en el proyecto, en la etapa de planificación</i>	64
Figura 28 <i>Simulación de la fecha fin en base a riesgos, con avances registrados</i>	65

Figura 29 <i>Resultado estadísticos, con avances registrados.</i>	65
Figura 30 <i>Actividades críticas en el proyecto, con avances registrados</i>	66
Figura 31 <i>Vista general de fechas</i>	67
Figura 32 <i>Actividades antes de la modificación</i>	69
Figura 33 <i>Actividades después de la modificación</i>	69
Figura 34 <i>Fecha fin proyectada, en un escenario desfavorable</i>	70
Figura 35 <i>Actividades críticas en un escenario desfavorable</i>	70



Introducción

En el ámbito actual de los proyectos, la planificación y el control de su avance son elementos que se constituyen como requisitos para el éxito de un proyecto de cualquier tipo. La gestión de actividades en disciplinas complejas requiere de herramientas igual de complejas que nos ayuden en la elaboración de la programación de los proyectos, así como en la gestión de los recursos y en la mejora de la gestión de riesgos. El software Primavera P6 es una de las herramientas que se utilizan con más asiduidad para la gestión de aquellos proyectos que son de gran envergadura, permitiendo así el control de las actividades y facilitando un sinfín de funciones para la mejora de la ejecución de los proyectos.

Esta tesis, tiene la finalidad, por tanto de analizar la aplicación Primavera P6 en la planificación y control de los avances en proyectos de infraestructura, haciendo hincapié en las disciplinas MEPF (mecánica, eléctrica, plomería y sistemas contra incendios) . Se presentarán ejemplos con los que se podrá demostrar cómo el uso de esta herramienta permite gestionar mejor las actividades, asignar los recursos de forma adecuada e identificar las actividades críticas que existen dentro del cronograma. También se manifestará la importancia de un análisis de riesgos que permita anticipar desviaciones para ajustar adecuadamente los planes.

La investigación que se llevará a cabo se desarrolla en dos capítulos. El primer capítulo profundiza en los conceptos teóricos que sustentan la gestión de los proyectos, la definición de los elementos determinantes de un cronograma, tales como la estructura de desglose de trabajo (EDT), la asignación de los recursos y las metodologías para el seguimiento de los avances.

El segundo capítulo se orientará al uso práctico de Primavera P6 en un proyecto de infraestructura simulado, diseñado en base a una experiencia real similar. Se procederá a detallar el proceso de elaboración del cronograma, la asignación de recursos, así como la detección de las actividades críticas. A su vez, se aportarán los resultados después del análisis del proyecto, así como la simulación de riesgos mediante Primavera Risk Analysis, el cual permite evaluar distintos escenarios y el impacto de los mismos en el proyecto.

La conclusión de este trabajo mostrará cómo el uso de Primavera P6 permite un seguimiento óptimo del cronograma, detectando al mismo tiempo y anticipadamente, los riesgos que pueden afectar la conclusión prevista del mismo. Por último se detallarán las ventajas de usar Primavera en lugar de otros softwares de gestión.

Capítulo 1

Gestión de Proyectos

La gestión de proyectos se ha convertido en la principal herramienta para lograr el éxito dentro de las empresas, no solo porque favorece el uso eficaz de los recursos disponibles, sino porque se pueden cumplir plazos, presupuestos y objetivos, de la manera más eficiente posible. En un entorno incierto y altamente competitivo, la gestión de proyectos se presenta como una solución para disminuir la probabilidad de que puedan producirse pérdidas y, al mismo tiempo, maximizar el logro de resultados exitosos de tal manera que los proyectos se realicen con los estándares de calidad más altos. No se trata de organizar la tarea sino de anticiparse a los problemas y gestionar de manera que la pérdida de tiempo, de recursos y de oportunidades se minimice. (Terrazas, 2009)

De otro lado, la gestión de proyectos potencia la competitividad y la agilidad de las organizaciones, impulsando la capacidad de adaptación ante las modificaciones del entorno y facilitando la alineación de sus iniciativas estratégicas con sus propósitos orientados al futuro. La puesta en práctica de sólidas prácticas en gestión de proyectos facilitará no sólo la ejecución de decisiones más informadas, sino que también aumentará la cooperación de los grupos de trabajo. En un marco donde las exigencias crecen exponencialmente y en el que los ciclos de vida de los productos son cada vez más breves, contar con una gestión de proyectos efectiva se ha vuelto un requisito puntual para las organizaciones que desean no simplemente sobrevivir, sino distinguirse en el mercado global. (Nicolás & Reyes, 2015)

Los principios sobre los que se basa la gestión de proyectos constituyen las herramientas que debemos utilizar para poder planificar y ejecutar proyectos de forma correcta. A continuación, se plantean los principios fundamentales de la gestión de proyectos:

1.1 Fundamentos

Los fundamentos de la gestión de proyectos son esenciales para lograr la correcta ejecución y éxito de cualquier actividad, puesto que garantizan, a través de sus principios, que se lleven a cabo proyectos de manera estructurada desde su inicio hasta su finalización. Tales principios garantizan la estandarización y un entendimiento común de los procesos que se llevan a cabo, lo que ayuda a la colaboración entre los distintos “stakeholders” (entidades o personas interesadas del proyecto) involucrados, etc. Según la Guía del PMBOK, una de las guías referentes en la materia, tener un dominio de los mencionados fundamentos supondrá un aumento de la posibilidad de tener éxito en los proyectos, es decir, ser capaz de cumplir con los objetivos del proyecto en un marco de tiempo, coste y calidad. (Project Management Institute Inc., 2017)

Existen diferentes fundamentos. Según el PMBOK, se encuentran la gestión de la integración, el alcance, el cronograma, los costos, la calidad, los recursos humanos, las comunicaciones, los riesgos, las adquisiciones y los interesados, y la integración de todos ellos

en un conjunto cohesionado y adaptado a las particularidades del proyecto. Estos fundamentos no solo permiten llevar a cabo la ejecución, sino que ayudan a que los directores de proyecto puedan tomar decisiones y adaptarse a las circunstancias que vayan surgiendo en el entorno al proyecto. (Project Management Institute Inc., 2017)

Contar con estos conocimientos y habilidades garantiza una dirección de proyectos eficiente, que minimiza los riesgos y maximiza los resultados. Entender y aplicar estos fundamentos es, por tanto, indispensable para cualquier organización que aspire a implementar proyectos de manera exitosa, contribuyendo así al cumplimiento de sus metas estratégicas.

El presente trabajo se centrará en la gestión del cronograma del proyecto, que según el PMBOK “incluye los procesos necesarios para asegurar que el proyecto se realice en el tiempo previsto” (Project Management Institute Inc., 2017). En particular, abordaremos el desarrollo del cronograma, identificando las herramientas y conceptos que se aplican para su correcta elaboración.

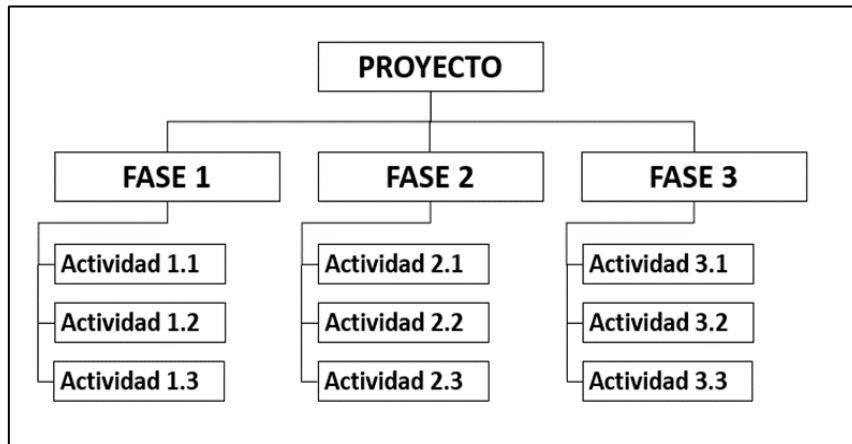
1.1.1 Estructura de descomposición de trabajo (EDT)

La Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT) o también conocido como WBS por sus siglas en inglés, es una buena herramienta dentro de la gestión de proyectos. Permite visualizar el proyecto de una forma jerárquica. Para elaborar una correcta Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT) es necesario seguir una serie de pasos clave. En primer lugar, es necesario identificar y analizar el trabajo involucrado, siendo necesario realizar una descomposición de este. Esta descomposición permite que el equipo del proyecto defina las tareas críticas (Project Management Institute Inc., 2017).

El siguiente paso consiste en estructurar y organizar la EDT, para que quede claramente definida la nivelación requerida que permita ver las tareas y subtareas necesarias para lograr los entregables del proyecto. En esta fase, se tiene en cuenta garantizar que el grado de detalle de la EDT permita un control correcto del proyecto sin llegar a descomponer en exceso las tareas, lo que podría llevar a que el proyecto se vuelva inmanejable.

Por último, se descomponen los elementos superiores en niveles detallados, de nivel inferior, hasta el grado en que se pueda planificar, gestionar y supervisar adecuadamente, como se puede ver en la Figura 1. Esto garantiza que se le pueda dar tiempos, costes y recursos a cada paquete de trabajo de forma eficiente, garantizando un ámbito claro para implementar y controlar el proyecto.

Figura 1
Ejemplo de EDT



Nota. Ejemplo de esquema de un EDT

La EDT puede presentarse de forma más gráfica como se muestra en la Figura 1, como también se puede realizar mediante una lista detallada como la de a continuación:

- PROYECTO
 1. FASE 1
 - 1.1. Actividad 1
 - 1.2. Actividad 2
 - 1.3. Actividad 3
 2. FASE 2
 - 2.1. Actividad 1
 - 2.2. Actividad 2
 - 2.3. Actividad 3
 3. FASE 3
 - 3.1. Actividad 1
 - 3.2. Actividad 2
 - 3.3. Actividad 3

1.1.2 Actividades

Para la gestión de proyectos, las actividades que conforman el cronograma son una parte esencial. Si tomamos como referencia el PMBOK existe un punto muy importante

respecto a las actividades, la cual corresponde a las tareas concretas que deberían ser completadas para cumplir con los entregables del proyecto. Por ello, el proceso de definir las actividades es determinante, ya que permite obtener una descomposición de los paquetes de trabajo en acciones concretas, con el propósito de obtener una parametrización de las tareas, sus interdependencias y la secuencialización de las mismas dentro del cronograma. La importancia de definir y planificar bien las actividades radica en que son la base para la estimación del tiempo, la asignación de los recursos del equipo y para el seguimiento del avance.

Las actividades han de ser consistentes con las entregas definidas en el alcance y su descomposición ha de ser capaz de reflejar todos sus componentes, de manera que se produzcan los entregables que han sido planificados. El cronograma ha de ser capaz de expresar no solo la lista de actividades, sino también los atributos concretos asociados a cada actividad, incluyendo las relaciones lógicas de las actividades, las restricciones, las dependencias de las actividades y los recursos que necesita cada actividad. Por otro lado, los hitos del cronograma también constituyen un elemento importante del mismo, ya que son los eventos clave en el desarrollo del proyecto, y al igual que las actividades, nos facilitan puntos de control en el cronograma, para cumplir con los objetivos definidos.

Para un proyecto concreto, las actividades han de ser definidas tomando en consideración su ciclo de vida y los recursos disponibles. La planificación de las actividades puede ser progresiva, dejando espacio a ir adecuando el nivel de detalle de las actividades a medida que se obtiene un mayor conocimiento y comprensión del proyecto. Esta práctica permite adaptarse a los cambios o riesgos que puedan ir surgiendo, conservando el cronograma ágil a los objetivos del proyecto. (Alcívar Loor, 2016; García Rojas, 2022)

1.1.3 Recursos

El recurso, es cualquier elemento que podamos optar por utilizar y/o seleccionar para la ejecución de una tarea o actividad dentro del proyecto. Los recursos van desde los elementos humanos, materiales y tecnológicos hasta los financieros que sean necesarios para llevar a cabo las tareas programadas. Tenerlos debidamente identificados y asignados es crucial para el desarrollo del proyecto, ya que influye directamente o repercute en las condiciones relacionadas con la viabilidad, la duración y el coste del proyecto. La falta de control de los recursos puede hacer que el cronograma esté desbordado de duración, de costes o sencillamente podría ser un componente que puede, incluso, imposibilitar que se puedan atender los objetivos marcados. (Lledó & Rivarola, 2007; Wallace, 2014)

A la hora de plantear el desarrollo del cronograma, la asignación de recursos resulta esencial para garantizar que las actividades dispongan de los insumos pertinentes para la ejecución de las tareas que las componen. La relación que existe entre el cronograma y los recursos, no sólo hace referencia a la disponibilidad de estos, sino también al uso, por lo que

es de suma importancia evitar la sobreasignación o la escasez. La sobreasignación refiere a un uso ineficiente de los recursos, mientras que la subasignación puede conllevar a serios retrasos en la ejecución del cronograma. Por lo tanto, toda planificación debe considerar que, a parte de la disponibilidad, cada recurso también tiene su capacidad de poder afrontar la función que le corresponde dentro de dicho cronograma, respetando las pautas de las limitaciones físicas, temporales y de costes.(Saenz Arteaga et al., 2019)

1.1.3.1 Tipos de recursos. Los tipos de recursos se dividen principalmente en los siguientes (Project Management Institute Inc., 2017):

- **Recursos humanos:** Son las personas que desarrollan las actividades del proyecto, desde el grupo directivo hasta los operarios en el campo, y la gestión de ellos incluye, entre otras, la asignación de tareas, de horarios y disponibilidad para evitar sobrecargas de trabajo.
- **Recursos materiales:** Son los insumos que se necesitan para el desarrollo de actividades del proyecto en cuestión, materiales para la construcción, máquinas o herramientas. Se trata de elementos que se consumen conforme se utilicen y deben estar disponibles cuando se requieran.
- **Recursos financieros:** Es el capital necesario para financiar las diferentes fases del proyecto, y su correcta planificación permite tener los fondos necesarios para comprar el resto de los tipos de recursos de manera ininterrumpida.
- **Recursos tecnológicos:** Están constituidos por el software, la maquinaria específica y las diferentes herramientas tecnológicas a aplicar en el desarrollo del proyecto. Estos últimos son recursos que se pueden reutilizar, pero, igualmente, hay que actualizar y mantener adecuadamente.

1.1.4 Cronograma

Se conoce por cronograma al plan temporal de las actividades necesarias para llegar a los objetivos previstos del proyecto. Según la Guía del PMBOK, el cronograma pone orden y fija los tiempos para cada actividad del proyecto, para asegurar que estas se realicen en los plazos y periodos previstos. El cronograma es la representación gráfica del trabajo planificado, donde se recogen las dependencias de las actividades y los momentos clave para que los gestores y los equipos administren el tiempo y los recursos disponibles.

El cronograma es una herramienta utilizada normalmente para hacer el seguimiento del proyecto día a día. A partir de la definición y secuenciación de las actividades, los equipos pueden prever los obstáculos y tomar las decisiones adecuadas para que el proyecto no se desvíe de su camino. Además, el cronograma contribuye a develar las dependencias entre actividades, lo cual es primordial para asegurar que las tareas críticas se realicen en el orden adecuado.

La importancia del cronograma se encuentra en la posibilidad de alinear las expectativas de todos los implicados en el proyecto y en la posibilidad de ser la guía clara para el equipo de trabajo. Un cronograma bien elaborado optimiza la utilización de los recursos, ayuda a evitar el atraso y constituye la base sobre la que se asienta el control y seguimiento del proyecto. Controlando los plazos, se puede ajustar el plan y, por lo tanto, minimizar los riesgos a los cuales se puede enfrentar el equipo para conseguir cumplir el proyecto con éxito.

1.1.4.1 Herramientas y técnicas. De acuerdo con el PMBOK, la realización de un cronograma de proyecto conllevará el uso de diferentes herramientas y técnicas para planificar, estructurar y controlar el tiempo de las actividades. A continuación, se presentan las herramientas requeridas para la realización del cronograma. (Lledó & Rivarola, 2007; Project Management Institute Inc., 2017):

1. **Descomposición:** Este es el primer paso en la creación del cronograma. Se utiliza para dividir los entregables del proyecto en actividades más pequeñas y manejables que puedan ser programadas, estimadas y controladas.
2. **Determinación e integración de dependencias:** Una vez identificadas las actividades, se deben establecer las relaciones lógicas entre ellas, lo que define el orden en que deben ejecutarse.
3. **Método de diagramación por precedencia (PDM):** Con las dependencias detectadas, se compete a elaborar un esquema para ilustrar gráficamente la secuenciación e interrelación de las actividades.
4. **Estimación de la duración de las actividades:** Con las actividades secuenciadas, se ha de realizar la estimación de la duración de estas mediante algunas de las técnicas de estimación que se detallarán a continuación, como la análoga, la paramétrica o de tres puntos. A continuación, se explica brevemente en que consiste cada técnica:
 - **Estimación análoga:** Se estima la duración de una actividad a partir del histórico de actividades análogas pertenecientes a proyectos anteriores.
 - **Estimación paramétrica:** Se conoce cuánto tiempo se tarda en finalizar una unidad de trabajo (ejemplo: la ejecución de un metro cuadrado de una superficie de piso) y se multiplica el tiempo por el total de las unidades necesarias.
 - **Estimación de tres puntos:** Se ha de contar con tres estimaciones, la optimista (mejor escenario de actividad), la pesimista (peor escenario de actividad) y la más probable. Posteriormente, se combinan tales valores para obtener la estimación ponderada utilizando generalmente una fórmula de la media ponderada.

5. **Análisis de la ruta crítica:** Esta herramienta se utiliza para determinar aquellas actividades críticas que rigen la duración total del proyecto por lo que esta fase es determinante para gestionar y optimizar el tiempo.
6. **Leads y lags (adelantos y retrasos):** Durante la secuenciación o después del análisis de la ruta crítica, se ajustan los tiempos de inicio o finalización de las actividades dependientes, añadiendo adelantos o retrasos si es necesario.
7. **Optimización de recursos:** Una vez calculadas las duraciones se ajustan las necesidades de recursos, revisando el nivelado de los recursos actuales para mitigar los problemas de carga y optimizar su eficiencia.
8. **Compresión del cronograma:** En caso de detectar la necesidad de reducción del tiempo de las actividades, se aplican técnicas de "crashing" y/o "fast tracking" con vistas a comprimir el cronograma y no el contenido y/o alcance del proyecto.
9. **Análisis de datos (What-if):** Se utiliza para analizar cómo varios escenarios y/o riesgos se pueden extrapolar en el cronograma, es decir, permite observar la relación existente entre el progreso alcanzado y el planificado en el cronograma.
10. **Sistemas de información para la dirección de proyectos (PMIS):** Son herramientas de tecnología de información para el seguimiento y control del cronograma, permitiendo la actualización y control de las actividades y plazos.
11. **Planificación de liberación ágil:** En proyectos ágiles se utiliza esta herramienta para permitir la planificación iterativa de las entregas o liberaciones ajustando el cronograma a medida que avanza el proyecto.
12. **Reuniones:** Finalmente se producen reuniones de seguimiento para revisar el progreso y ajustar el cronograma si fuera necesario para garantizar la correcta ejecución de las actividades proyectadas.

Este orden asegura un flujo lógico para la creación de un cronograma sólido, comenzando con la identificación y secuenciación de actividades, pasando por la estimación de tiempos, optimización de recursos y ajustes, hasta el monitoreo y control a lo largo del proyecto.

1.1.5 Costos y presupuesto

En el contexto de la gestión de proyectos, el costo es el valor económico que se requiere para realizar las acciones correspondientes a las actividades y para obtener los entregables propios del mismo. Los costos están compuestos tanto por los costos directos (materiales, mano de obra, equipos), como por los costos indirectos (gastos administrativos o financieros). Efectuar correctamente la estimación de estos costos y llevar a cabo las tareas

de control sobre los mismos, resulta fundamental para poder asegurar que el proyecto no sobrepase el presupuesto aprobado y que se dé una explotación eficiente a los recursos financieros existentes a lo largo de todas las fases de un proyecto; estableciendo como meta el conseguir el nivel de costos deseado.(Crispieri, 2019).

Por otra parte, el presupuesto es el plan financiero que materializa la estimación de los costes del proyecto, así como también, el plan de gastos para aquellas acciones que se vayan efectuando en el transcurso de las actividades o fases de este. El presupuesto se hace en función de la EDT y de la planificación (cronograma) y establece un punto de referencia para vigilar que los costos y gastos no superen lo inicialmente acordado. La función primordial de un presupuesto es poder asegurar el aprovechamiento de recursos financieros suficientes para cubrir los gastos derivados de la ejecución del proyecto y que estos se mantengan dentro de los límites sufragados por las partes implicadas en el proyecto.

La importancia del presupuesto radica precisamente en que proporciona un punto de partida de cómo programar y controlar un proyecto en términos financieros. Un presupuesto bien hecho ayuda en la previsión de recursos, en la toma de decisiones y hace que los costes previos al inicio del proyecto puedan ser controlados durante la marcha de este. Debemos tener presente que constantemente tendremos que ir recabando información respecto al rendimiento del propio proyecto frente al presupuesto y, sobre todo, disponernos a detectar desviaciones, así como también, oportunidades de mejoras. Un manejo adecuado del presupuesto también será clave para evaluar el éxito del proyecto, porque cumplir con los costos establecidos en el mismo es uno de los principales parámetros de un proyecto bien dirigido. (Crispieri, 2019; Montero et al., 2020).

1.1.6 Riesgos

De acuerdo con el PMBOK, un riesgo es un acontecimiento o condición incierta que puede producirse, y que, si sucede, tiene repercusiones en forma positiva o negativa sobre al menos uno de los parámetros deseados del proyecto (alcance, plazo, coste, calidad). También son propios de todos los proyectos debido a la singularidad de cada uno y a la incertidumbre propia de cada etapa de su desarrollo. Los riesgos pueden producirse por causa de factores internos (cambios sobre los recursos, fallos en la comunicación) o externos (cambios en la economía, legislación), por lo que resulta muy importante su identificación y gestión adecuada.(Crispieri, 2019; Montero et al., 2020; Project Management Institute Inc., 2017)

La existencia de riesgos en un proyecto puede incurrir en un impacto considerable en la gestión, la cual puede afectar el plazo, los costes y la calidad de las entregas. El riesgo positivo, conocido como "oportunidad" supone considerar un evento que, al llevarse a cabo, tiene un efecto favorable sobre uno o más de los objetivos del proyecto. Un riesgo negativo indicaría la existencia de una amenaza que, si no es tratada, puede conllevar la aparición de consecuencias en forma de un retraso, sobrecoste, disminución de la calidad de las entregas

e incluso la cancelación del proyecto. Por este motivo, la gestión de riesgos comprende tanto la fase de identificación y evaluación de los potenciales riesgos del proyecto, así como la implementación de estrategias que mitiguen el impacto de las consecuencias de esta. El análisis de los riesgos, según el PMBOK, nos permite adoptar decisiones con el conocimiento suficiente a la hora de priorizar actividades y estar suficientemente preparados para abordar eventuales situaciones adversas.(Crispieri, 2019; Montero et al., 2020)

1.1.7 Restricciones

Las restricciones son toda limitación o condición que participe en el proceso de planificación y realización del proyecto. Las restricciones incluyen aspectos básicos como el tiempo, el presupuesto y el alcance del proyecto, los que conforman la denominada "triple restricción" o el "triángulo de hierro". Las tres áreas son interdependientes, de tal forma que un cambio, por ejemplo, en el tiempo, tendrá un impacto inevitable en el presupuesto y en lo que se quiere conseguir. Es decir que su identificación y gestión correcta es un aspecto clave para conseguir el éxito del proyecto.(Project Management Institute Inc., 2017)

La importancia de las restricciones radica en que permiten a las personas que son responsables de un proyecto, poder equilibrar los requerimientos de este y los recursos disponibles. Sin una adecuada consideración de las restricciones, existe el peligro de que el proyecto no cumpla los objetivos del presupuesto, del plazo previsto o que no se cumplan con los objetivos de calidad. Las restricciones son claves para mantener el proyecto en el marco de lo que es posible y dar una guía para la priorización de las tareas y la toma de decisiones respecto a la utilización de los recursos.(Faruk Garzozzi-Pincay & Andrés Arízaga, 2022)

En la práctica, la gestión de las restricciones implica que hay que identificar las restricciones al inicio del proyecto, e implantar mecanismos de control que permitan llevar un seguimiento sobre su impacto a lo largo de la ejecución. En la fase de planificación se deben establecer: límites claros del alcance, un cronograma temporal adecuado y un presupuesto suficiente. Al transcurrir el proyecto se ha de contemplar la posibilidad de revisar continuamente las restricciones y ajustarlas conforme sea necesario para minimizar riesgos y maximizar la eficiencia en la utilización de los recursos.(Chura Marca, 2020; Faruk Garzozzi-Pincay & Andrés Arízaga, 2022)

1.2 Metodologías para el seguimiento de avances

En la gestión de proyectos, existen varias metodologías que permiten hacer seguimiento al avance y al desempeño, cada una con características y aplicaciones específicas. A continuación, se detallan algunas de las principales metodologías encontradas y su importancia en la gestión de proyectos:

1.2.1 Análisis del valor ganado (EVM)

La metodología EVM es una técnica que integra los aspectos del cronograma, el costo y el alcance para medir el desempeño y el avance del proyecto de forma combinada. Para ello se basa en tres indicadores que son clave en el proceso: el valor planificado (PV), el valor ganado (EV) y el costo real (AC); estos indicadores pueden generar métricas que permiten comparar el avance previsto y el real, de modo que se puedan observar las desviaciones en tiempo y presupuesto. Es la mejor opción para una visibilidad real del uso de recursos y tiempo, a continuación, se describe de forma breve cada uno de estos: (Namdev Pharne et al., 2022)

1.2.1.1 Valor planificado (PV). Es la estimación económica aprobada para el trabajo programado hasta una fecha de corte del proyecto. Representa el gasto que se debería haber registrado si nos ceñimos al cronograma y la estimación inicial de presupuesto. Asimismo, su comparación con el valor ganado (EV) y el costo real (AC) permite medir el desempeño del proyecto, identificando desviaciones en tiempo y costo.

1.2.1.2 Valor ganado (EV). Es el valor del trabajo ejecutado, en función del presupuesto planificado hasta ese momento. El EV permite determinar si las acciones acaecidas en el proyecto se hallan conforme a lo estimado en términos de costo, tiempo y programas.

1.2.1.3 Costo Real (AC). Es el gasto total en el cual se ha incurrido hasta la fecha de corte, para haber ejecutado todo el trabajo realizado. El AC incluye todos los gastos directos e indirectos, contrasta el EV y determina la eficiencia de los gastos, así se comprueba si el proyecto se ajusta o no al presupuesto propuesto.

1.2.2 Metodología ágil

En los proyectos que se desarrollan utilizando las metodologías ágiles como Scrum o Kanban, el seguimiento del avance se logra mediante ciclos de iteraciones y tiempos de entregas parciales que son los sprints. Al finalizar cada uno de los sprints, se hace una evaluación del trabajo conseguido de acuerdo con lo que se tenía planeado, y se realizan informes que evidencian el valor entregado al cliente. Esta es una buena práctica en proyectos donde existe incertidumbre y el alcance tiende a cambiar con frecuencia, ya que permite hacer ajustes de forma continua y mantener bajo control el objetivo del proyecto. (Chopra et al., 2007).

1.2.3 Línea base de cronograma y costos (Baseline)

El PMBOK recomienda la utilización de líneas base, tanto para el cronograma como para los costos, como referencia para el seguimiento del desempeño del proyecto, las cuales permiten comparar el avance real del mismo con lo planificado, facilitando además su seguimiento a través de herramientas como son: gráficos de Gantt o análisis de ruta crítica,

las cuales permiten a los gestores de proyecto evaluar si se está cumpliendo con los plazos o con el presupuesto, así como generar informes que anticipen sobre desviaciones y sobre las causas de estas desviaciones. (Saenz Arteaga et al., 2019).

1.2.4 Softwares de gestión de proyectos

En el ámbito de la dirección de proyectos, hay una gran variedad de softwares que permiten un seguimiento de la planificación, de la ejecución y seguimiento de las tareas. Aun así, dos de las aplicaciones más empleadas y conocidas en el mundo son, precisamente, MS Project y Primavera P6. Ambas ofrecen soluciones avanzadas para la dirección de proyectos de múltiples sectores industriales, además de ser imprescindibles para poder gestionar adecuadamente los cronogramas, los recursos y los costos. Aunque ambos softwares son unas herramientas muy útiles, hay ciertas diferencias entre ellos, en términos de capacidades y de enfoques, tal como se explica a continuación:

1.2.4.1 Microsoft Project. Su diseño se centra primordialmente en proyectos de escala reducida-media; tiene un diseño intuitivo y se haya integrada con el resto de aplicaciones que ofrece Microsoft, lo que hace de este software una buena elección para todas aquellas organizaciones que ya se encuentran en este ecosistema. Ese tipo de software es apto para aquellos grupos que buscan una solución sencilla de cronogramas, tareas y para que se realice un sencillo seguimiento del progreso (Budruk et al., 2019; Chopra et al., 2007).

1.2.4.2 Primavera P6. Se encuentra orientado a los que deseen gestionar proyectos de alta complejidad y a gran escala, ofrece herramientas avanzadas para la simultaneidad de proyectos. P6 es también capaz de realizar análisis de riesgos y la obtención de informes avanzados, con todas las variables claves para el proyecto. Su superioridad es su cantidad de datos y usuarios a gestionar, ya que se convierte en un tipo de software ideal para aquellos proyectos de infraestructura donde desviar costes o tiempo tiene un efecto fundamental. (Chopra et al., 2007; Project Management Institute Inc., 2017).

La diferenciación entre MS Project y Primavera P6 no radica en los recursos; bien en un caso o en otro, se gestionan y se controlan, pero donde P6 acaba cumpliendo un papel resaltante, es en la nivelación, pues las cargas de recursos variables acaban equilibrándose automáticamente y se impide caer en la saturación o, por el contrario, en la inactividad.

Asimismo, otra diferencia es el soporte como tal y a la integración con otros sistemas, donde Primavera P6 sobresale, ya que puede conectarse con ERPs y otras herramientas de análisis financiero y de riesgos. De este modo, las organizaciones tienen una visión más global del rendimiento de sus proyectos, tanto en términos de coste o, de tiempo y calidad.

Por último, Primavera P6 y Microsoft Project cuentan con versiones limitadas gratuitas para probar las funcionalidades, pero Primavera destaca al otorgar acceso a una versión de prueba, por un periodo específico, que permite el uso de casi todas sus funciones, para que organizaciones logren manejar proyectos complejos. Por otro lado, debemos decir que la

versión de prueba tiene limitaciones como la imposibilidad de trabajar proyectos compartidos, aunque permite aprovechar casi todas sus funciones principales, sobre todo las de gestión de recursos y gestión del análisis de riesgos. En esto se diferencia de la versión de prueba de Microsoft Project, ya que ésta, además de las restricciones, presenta un menor enfoque de herramientas avanzadas. (Chopra et al., 2007).

1.2.5 Reuniones de seguimiento

Entre las metodologías a utilizar destaca la realización de reuniones periódicas para hacer un seguimiento práctico y supervisar los informes, los hitos alcanzados y los riesgos. Esto permite que el resto del equipo del proyecto y los interesados evalúen la situación del proyecto y tomen decisiones adecuadas en el acto para corregir desviaciones. La práctica de mantener reuniones de seguimiento, como parte de las metodologías tradicionales y ágiles, es un hecho irrefutable para que todos los actores estén alineados con los objetivos del proyecto. (Saenz Arteaga et al., 2019).

Cada una de las metodologías tiene su peso en lo relacionado con el control de los proyectos, ya que aporta algunas herramientas para advertir problemas, anticipar los riesgos y controlar el tiempo, los costes y la calidad de este. En el presente trabajo se hace especial énfasis en Primavera P6 y se analizan sus funcionalidades y las ventajas que ofrece sobre otras alternativas.

1.3 Gestión de proyectos con Primavera P6

Primavera P6 es una aplicación para planificación y gestión de proyectos, realizada por Oracle e implantada en múltiples sectores, como la industria de la construcción, la ingeniería y la manufactura, para la gestión de proyectos. Con la cualidad de gestionar proyectos simultáneamente, el programa resalta en la gestión de actividades, recursos y riesgos. Los gestores pueden crear cronogramas, asignar los recursos, seguir el progreso del proyecto durante su ciclo. (Budruk et al., 2019; Namdev Pharne et al., 2022).

Un beneficio muy importante del software Primavera P6 es su capacidad para que la asignación y la optimización de los recursos sean más efectivas, lo cual es crucial para evitar sobrecargas o desabastecimiento, tanto de materiales como de personal. A través de la opción de nivelación de recursos se equilibran las exigencias de un proyecto frente a la disponibilidad de los recursos de los que se dispone, reduciendo los retrasos y eliminando costos superfluos. Por otra parte, el programa permite mejorar la visualización de las interrelaciones que se dan entre actividades, de tal forma que facilita una mejor planificación y la detección precoz de un potencial cuello de botella o conflictos en el cronograma (Vignesh, 2017)(Namdev Pharne et al., 2022).

La importancia que posee Primavera P6 en la actualidad radica en su capacidad para gestionar proyectos complejos que cuentan con muchas variables y muchas dependencias. En definitiva, este software permite a los equipos gestionar de manera efectiva dicho proyecto,

controlando variables y dependencias con herramientas de monitoreo y control avanzadas, con lo que a la vez permite prever los riesgos en los propios planes y cambiarlos proactivamente, cuando sea necesario, para que el proyecto siga en curso, cumpliendo las restricciones de costo. Asimismo, la capacidad de generación de informes que ofrece este software en relación con el estatus del proyecto favorece la toma de decisiones informadas al mismo tiempo que la transparencia en la comunicación con interesados. (Budruk et al., 2019).

Asimismo, Primavera P6 es altamente flexible, lo que lo hace adaptable a proyectos de diferentes escalas y sectores. A través de su interfaz intuitiva y capacidad de integración con otros programas de gestión, las empresas pueden personalizar su uso para satisfacer sus necesidades específicas, esto incluye la posibilidad de gestionar proyectos internacionales, donde la coordinación y planificación a nivel global son esenciales para garantizar el éxito (Chopra et al., 2007; Namdev Pharne et al., 2022).

En definitiva y como ha sido definido en este trabajo, Primavera P6 es una de las mejores herramientas de planificación en proyectos de alta complejidad, pues al ser orientado a proyectos con muchos recursos humanos, puede predecir riesgos, puede generar informes o puede crear sistemas de seguimiento de la marcha del proyecto, etc. Por todo ello, Primavera P6 se ha convertido hoy en día en una de las mejores aplicaciones de gestión de proyectos en el mercado. (Rodríguez Camacho & Forero Vega, 2013; Vignesh, 2017)

En el siguiente capítulo, se profundizará en el proceso detallado para ingresar información en el software Primavera P6, resaltando los aspectos clave y distintivos que hacen de este software una herramienta innovadora para la gestión de proyectos.

Capítulo 2

Aplicación del software Primavera P6

En el presente capítulo se explicará sobre el proceso de la composición de un cronograma, y la elaboración de reportes mediante Primavera P6, de un proyecto hipotético, con cierta cantidad de etapas, para la construcción de un edificio. La elaboración del cronograma, comenzará con el establecimiento de un EDT (Estructura de desglose del trabajo) el cual es primordial para mapear y hacer seguimiento de cada etapa del proyecto. De este modo se mostrará como Primavera P6 simplifica la composición de un cronograma, la generación de reportes y la localización de las actividades clave para una gestión del proyecto.

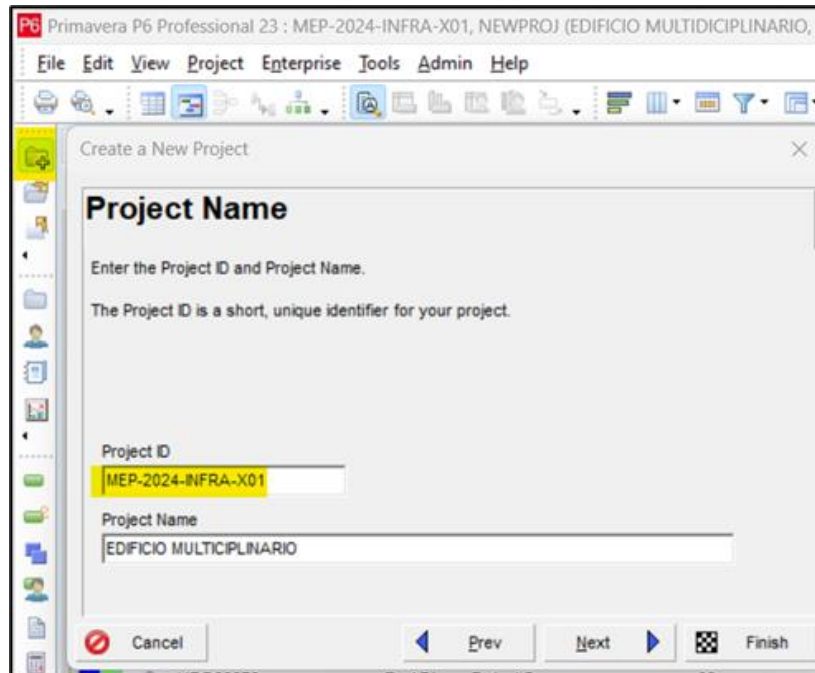
Una vez elaborada la estructura del edificio, han de considerarse los sistemas (como climatización, instalación de sistemas eléctricos, sistemas mecánicos, sistemas de tubería para la plomería, sistemas de extinción de incendios, sistemas de detección de incendios), de manera que se ha de considerar hasta un nivel de detalle lo suficientemente adecuado para captar todos los aspectos clave del proyecto.

2.1 Creación del proyecto

Primavera P6 dentro de sus funcionalidades, permite la carga masiva de información, para esto se debe tener una noción básica de las partes de nuestra EDT, fases del proyecto y actividades que hemos de detallar y que, en consecuencia, tendrán duración, recursos y relaciones de inicio o fin.

Para facilitar la gestión y el seguimiento dentro de Primavera P6, y siguiendo las mejores prácticas, es fundamental que el "Project ID" sea claro y descriptivo, utilizando un conjunto de acrónimos que ofrezcan una visión general del proyecto. En este caso, se ha asignado el Project ID "MEP-2024-INFRA-X01". Esta nomenclatura refleja el enfoque que se dará en el cronograma: "MEP" hace referencia a las disciplinas principales del proyecto, Mecánica, Eléctrica y Plomería; "2024" indica el año de creación del proyecto; "INFRA" señala que nos enfocaremos en aspectos relacionados con la infraestructura; y finalmente, "X01" es una numeración personalizada para identificar el proyecto de forma única. A lo largo del capítulo, se profundizará en los procesos específicos de la disciplina MEP, así como en los temas de infraestructura que juegan un rol clave en este proyecto.

Figura 2
Creación del proyecto



Nota. Ventana de creación de un proyecto nuevo en Primavera P6.

Una vez definido el Project ID, como se puede ver en la ventana de “Create a new project” en la Figura 2, se ingresarán las fechas de inicio y fin planeadas inicialmente para este proyecto, en este ejemplo se usó como fecha de inicio el 6 de junio del 2025, y como fecha de fin el 15 de mayo del 2030, dado a que se estará considerando el proceso de compra de materiales e insumos (Procura).

Ya habiendo creado el proyecto, se procede al ingreso de la EDT (primer nivel), quedando como se puede ver en la Figura 3:

Figura 3
Primer nivel de la EDT

Activities							
Activities Reports Resources Projects WBS							
Layout: Classic Schedule Layout Filter: All Activities							
Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	dule %	Start	Finish	Total
MEP-2024-INFRA-X01	EDIFICIO MULTIDICIPLINARIO	1285	1285	0%	20-Jan-25	21-Dec-29	
MEP-2024-INFRA-X01.1	HITOS	1285	1285	0%	20-Jan-25	21-Dec-29	
MEP-2024-INFRA-X01.2	INGENIERIA	240	240	0%	21-Jan-25	22-Dec-25	
MEP-2024-INFRA-X01.3	PROCURA	712	712	0%	20-Jan-25	12-Oct-27	
MEP-2024-INFRA-X01.4	CONSTRUCCIÓN	1014	1014	0%	08-Jul-25	25-May-29	
MEP-2024-INFRA-X01.5	COMISIONAMIENTO	0	0	0%			

Nota. Fases principales del proyecto

2.2 Fases del proyecto

Para los proyectos de construcción se suelen tener las siguientes fases:

2.2.1 Hitos (Milestones)

Los hitos son puntos críticos que marcan el progreso del proyecto y ayudan a verificar si se están cumpliendo los objetivos a tiempo. Algunos ejemplos incluyen:

- **Firma del contrato:** Inicio oficial del proyecto.
- **Entrega de permisos:** Aprobación de las autoridades para proceder con la construcción.
- **Finalización de la estructura principal:** Se completa la superestructura del edificio.
- **Entrega formal del proyecto:** El proyecto es entregado oficialmente al cliente.

Para el ingreso de estos en Primavera P6, se suele tener este apartado como el primero del cronograma, ya que consiste en un resumen de las actividades detalladas en el resto del cronograma.

Además, el software permite definir cada actividad como un hito de inicio o fin, de modo que al generar una relación con la actividad principal que estará más abajo, jalará solo una fecha, no dos como se estima en una actividad normal. El detalle de tipo de actividades disponibles se detallará en el apartado 2.1.2.1.

En nuestro caso en particular, como se puede ver en la Figura 4, se detallan las siguientes actividades como hitos:

Inicio del proyecto:

- Firma del contrato
- Aprobación del proyecto
- Inicio del proyecto
- Entrega de permisos

Planificación y diseño:

- Finalización de diseño preliminar
- Aprobación de diseño preliminar
- Finalización de diseño final
- Aprobación de diseño final

Pre - construcción:

- Entrega del plan de seguridad
- Entrega del plan de logística
- Movilización de equipos y suministros

Construcción:

- Inicio de obras de movimiento de tierras
- Finalización de excavación
- Finalización de cimentación
- Finalización de superestructura
- Instalación de sistemas MEPF
- Finalización de envolvente arquitectónica
- Finalización de acabados interiores
- Finalización de paisajismo

Pruebas y comisionado:

- Inicio de pruebas de sistemas
- Finalización de pruebas de sistemas
- Inspección final
- Aprobación de inspección final

Entrega y cierre:

- Entrega de documentación as-built
- Recepción substancial del proyecto
- Entrega formal del proyecto
- Firma de acta de entrega final
- Desmovilización

Post-Construcción

- Garantía de operación
- Cierre administrativo del proyecto
- Finalización del proyecto

Figura 4

Hitos

Activities				
Activities Reports Resources Projects WBS				
Layout: Classic Schedule Layout		Filter: All Activities		
Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Completion %
MEP-2024-INFRA-X01 EDIFICIO MULTIDISCIPLINARIO		1285	1285	0%
MEP-2024-INFRA-X01.1 HITOS		1285	1285	0%
MEP-2024-INFRA-X01.1.1 INICIO DEL PROYECTO		0	0	0%
A42210	FIRMA DEL CONTRATO	0	0	0%
A42220	APROBACIÓN DEL PROYECTO	0	0	0%
A42230	INICIO DEL PROYECTO	0	0	0%
A42240	ENTREGA DE PERMISOS	0	0	0%
MEP-2024-INFRA-X01.1.2 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO		76	76	0%
A42250	FINALIZACIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR	0	0	0%
A42260	APROBACIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR	0	0	0%
A42270	FINALIZACIÓN DE DISEÑO FINAL	0	0	0%
A42280	APROBACIÓN DE DISEÑO FINAL	0	0	0%
MEP-2024-INFRA-X01.1.3 PRE- CONSTRUCCIÓN		0	0	0%
A42290	ENTREGA DEL PLAN DE SEGURIDAD	0	0	0%
A42300	ENTREGA DEL PLAN DE LOGÍSTICA	0	0	0%
A42310	MÓVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y SUMINISTROS	0	0	0%
MEP-2024-INFRA-X01.1.4 CONSTRUCCIÓN		1014	1014	0%
A42320	INICIO DE OBRAS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	0	0	0%
A42330	FINALIZACIÓN DE EXCAVACIÓN	0	0	0%
A42340	FINALIZACIÓN DE CIMENTACIÓN	0	0	0%
A42350	FINALIZACIÓN DE SUPERESTRUCTURA	0	0	0%
A42360	INSTALACIÓN DE SISTEMAS MEPF	0	0	0%
A42370	FINALIZACIÓN DE ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA	0	0	0%
A42380	FINALIZACIÓN DE ACABADOS INTERIORES	0	0	0%
A42390	FINALIZACIÓN DE PAISAJISMO	0	0	0%

Nota. Detalle de los hitos del proyecto en Primavera P6

2.2.2 Fase de planificación y diseño

La fase de Planificación y Diseño es una de las más críticas para delinear las bases del proyecto. En esta fase se definen los alcances técnicos, el plan de trabajo general y los planos y especificaciones técnicas requeridos. Y también abarca:

- **Desarrollo del diseño preliminar:** El grupo de diseño desarrolla una primera versión de los planos y de los modelos que sean de utilidad para definir la estructura general del proyecto.
- **Diseño detallado:** En este punto se diseccionan los detalles técnicos, que incluyen todos los sistemas proyectados (estructural, MEP, acabados, etc) lo cual permite elaborar un primer plan de trabajo.
- **Planificación del cronograma:** Se elabora un primer cronograma de trabajo para definir la secuencia de las actividades clave.
- **Estimación de costos:** Se realiza un primer presupuesto basado en el diseño preliminar y se actualiza al seguir avanzando en el diseño detallado.

- **Revisión y aprobación del diseño final:** El diseño detallado es presentado a todos los interesados (cliente, ingenieros, arquitectos), y una vez revisado y validado, se considera listo para la construcción.

En el cronograma presentado, como se observa en la Figura 5, se ha detallado la fase denominada “Ingeniería”, que se ha desglosado en tres partes principales, las cuales están destacadas en color amarillo:

- **Diseño – Arquitectura:** Hace referencia a lo relacionado con la forma, distribución y estética del edificio e implica la comprobación de que el diseño cumplirá con la normativas y expectativas funcionales del proyecto correspondiente. Esta etapa establece el soporte para que el resto de las disciplinas que intervienen en la construcción empiecen a desarrollarse.
- **Diseño – Estructura:** Se encarga de comprobar que el edificio sea seguro y resistente, ofreciendo un soporte adecuado a todas las cargas a las que será sometido. Esta fase contiene cálculos y el diseño de los elementos estructurales que constituyen la columna vertebral del proyecto y su construcción.
- **Diseño – MEPF:** Se refiere a los sistemas mecánicos, eléctricos, de plomería y protección contra incendios que se instalan en el edificio correspondiente y que garantizan la funcionalidad operativa de la edificación. Cada una de estas áreas es crítica para el confort, la seguridad y el funcionamiento del edificio.

Figura 5
Fase de planificación y diseño

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	dule %	Start	Finish	T
MEP-2024-INFRA-X01	EDIFICIO MULTIDISCIPLINARIO	1285	1285	0%	20-Jan-25	21-Dec-29	
MEP-2024-INFRA-X01.1	HITOS	1285	1285	0%	20-Jan-25	21-Dec-29	
MEP-2024-INFRA-X01.2	INGENIERIA	240	240	0%	21-Jan-25	22-Dec-25	
MEP-2024-INFRA-X01.2.1	DISEÑO - ARQUITECTURA	120	120	0%	21-Jan-25	07-Jul-25	
A1000	DESARROLLO DE INGENIERIA	120	120	0%	21-Jan-25*	07-Jul-25	
A1100	PRESENTACIÓN Y REVISIÓN DE INFORME PRELIMINAR	14	14	0%	04-Mar-25	21-Mar-25	
A1200	PRESENTACIÓN Y REVISIÓN DE INFORME FINAL	14	14	0%	05-May-25	22-May-25	
A1300	APROBACIÓN DE VERSIÓN FINAL	14	14	0%	18-Jun-25	07-Jul-25	
MEP-2024-INFRA-X01.2.2	DISEÑO - ESTRUCTURAS	120	120	0%	21-Jan-25	07-Jul-25	
MEP-2024-INFRA-X01.2.3	DISEÑO - MEPF	120	120	0%	08-Jul-25	22-Dec-25	
MEP-2024-INFRA-X01.2.3.1	MEPF - PLOMERIA	120	120	0%	08-Jul-25	22-Dec-25	
MEP-2024-INFRA-X01.2.3.2	MEPF - CLIMATIZACIÓN	120	120	0%	08-Jul-25	22-Dec-25	
MEP-2024-INFRA-X01.2.3.3	MEPF - ELÉCTRICIDAD	120	120	0%	08-Jul-25	22-Dec-25	
MEP-2024-INFRA-X01.2.3.4	MEPF - SISTEMA CONTRA INCENDIOS	120	120	0%	08-Jul-25	22-Dec-25	
MEP-2024-INFRA-X01.2.3.5	MEPF - SCADA	120	120	0%	08-Jul-25	22-Dec-25	

Nota. Detalle del apartado de ingeniería en programa Primavera P6

En nuestro caso en particular se decidió tener el siguiente nivel de detalle para las actividades, para cada uno de los apartados:

- **Desarrollo de ingeniería:** El desarrollo de ingeniería es el proceso mediante el cual los equipos de diseño (arquitectura, estructura y MEPP) elaboran los detalles técnicos necesarios para llevar a cabo el proyecto.
- **Presentación y revisión de informe preliminar:** Esta actividad consiste en la presentación del diseño preliminar a las partes interesadas (cliente, ingenieros, arquitectos, etc.) para su revisión y retroalimentación.
- **Presentación y revisión de informe final:** Una vez incorporadas las correcciones y ajustes solicitados en la fase preliminar, se prepara el informe final que resume el diseño completo y detallado de todas las disciplinas.
- **Aprobación de versión final:** Después de que el informe final ha sido revisado y ajustado según los comentarios finales de los stakeholders, se procede a la aprobación del diseño.

2.2.3 Fase de Pre-construcción

En la fase de pre-construcción se lleva a cabo la preparación del terreno para poder ejecutar las obras. Determina que todo lo necesario se haya alineado y realizado para el inicio de la construcción de la obra. Comprende:

- **Obtener permisos:** Se recopilan y obtienen todos los permisos de construcción, ambientales y de seguridad.
- **Plan de seguridad y logística:** Se elabora un plan de seguridad para poder asegurar un entorno laboral seguro, así como un plan logístico para la gestión de materiales y equipos.
- **Revisión y ajuste del cronograma:** El cronograma inicial se revisa y se ajusta conforme a los requisitos de permisos y disponibilidad de materiales y mano de obra.

En este proyecto no se incluirá el detalle correspondiente a esta fase.

2.2.4 Fase de Procura (Compras)

La etapa de adquisición se refiere al suministro de los materiales, equipos o servicios necesario para el proyecto. El alcance de la presente fase puede ser amplio e incluye:

- **Selección de proveedores:** Se envían solicitudes de precios, se evalúan las propuestas y se seleccionan los proveedores de los materiales y equipos.
- **Contratación de subcontratistas:** Se eligen y contratan los subcontratistas responsables de diferentes disciplinas MEP (mecánica, eléctrica y plomería), acabados, etc.

- **Compra y logística:** Se gestionan los requerimientos de materiales y equipos, asimismo se desarrolla la logística para que estos se encuentren cerca del proyecto.

Como se puede ver en la Figura 6, se tienen dos subcategorías principales:

- **Procura - Materiales – Acabados:** Esta subcategoría se refiere a la adquisición de materiales que son necesarios para la construcción en sí (fierro de construcción, agregados, etc.); y para los acabados del proyecto.
- **Procura - Suministros – Equipos:** Esta subcategoría hace referencia a la adquisición de equipamiento y suministros técnicos necesarios para la operación funcional del edificio y de sus sistemas. En ella se gestionan las compras de los equipos mecánicos, eléctricos y de plomería (MEPF) que son los fundamentales para el funcionamiento de los sistemas de infraestructura del edificio.

Figura 6

Fase de procura

Activity ID	Activity Name	Original Duration
MEP-2024-INFRA-X01-B.3	PROCURA	721
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1	PROCURA - MATERIALES - ACABADOS	299
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.1	MATERIALES - FIERRO DE CONSTRUCCIÓN	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.1.1	FIERRO DE CONSTRUCCIÓN	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.2	MATERIALES- AGREGADOS CONCRETO	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.2.1	AGREGADOS CONCRETO	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.3	ACABADOS	299
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.3.1	TABIQUES DRYWALL	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.3.2	ACABADOS SECOS	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.3.3	ENCHAPES CERAMICOS	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.3.4	FALSO CIELORASO - DRYWALL	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.3.5	REVESTIMIENTOS	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.3.6	VIDRIOS	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.1.3.7	SEÑALIZACIÓN	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2	PROCURA - SUMINISTROS - EQUIPOS	591
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.1	SUMINISTROS - ESTRUCTURAS	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.1.1	ESTRUCTURAS - AISLADORES SISMICOS	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.1.2	ESTRUCTURAS - ESTRUCTURAS METÁLICAS	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.1.3	ESTRUCTURAS - ESTRUCTURAS DE FACHADA	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.2	SUMINISTROS - ARQUITECTURA	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.2.1	ARQUITECTURA - JUNTAS SISMICAS	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.2.2	ARQUITECTURA - COBERTURA	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.2.3	ARQUITECTURA - FACHADA	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.2.4	ARQUITECTURA - MOBILIARIO	169
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.3	SUMINISTROS - MEPF	471
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.3.1	MEPF - CLIMATIZACIÓN	411
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.3.2	MEPF - EQUIPOS ELÉCTRICOS	381
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.3.3	MEPF - MATERIALES ELÉCTRICOS	381
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.3.4	MEPF - ATERRAMIENTO	471
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.3.5	MEPF - PLOMERIA	471
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.3.6	MEPF - SISTEMAS CONTRA INCENDIO	471
MEP-2024-INFRA-X01-B.3.2.3.7	MEPF - SCADA	0

Nota. Detalle del apartado de procura en programa Primavera P6

2.2.5 Fase de construcción

La fase de construcción es donde tiene lugar el trabajo físico. Incluye la ejecución de todas las actividades necesarias para completar el proyecto. Por ejemplo:

- **Movimiento de tierras y cimentación:** Se realiza la preparación del terreno y la construcción de los cimientos.
- **Superestructura:** Se construye la estructura principal del edificio, incluidos pilares, vigas, losas y demás elementos estructurales.
- **Instalaciones MEPF:** Se llevan a cabo las instalaciones de los sistemas de mecánica, eléctrica, plomería y protección contra incendios.
- **Acabados:** Se realizan los acabados interiores y exteriores, como revestimientos de muros, pintura, pavimentos y paisajismo.

En nuestro caso en particular, como se ve en la Figura 7, la fase de construcción la detallamos de la siguiente forma:

- Movimiento de tierras
- Subestructuras
- Aisladores sísmicos
- Superestructura
- Estructura metálica
- Arquitectura envolvente
- Arquitectura de exteriores
- Arquitectura de interiores
- Arquitectura – mobiliario
- Plomería
- Climatización
- Electricidad
- Sistemas contra incendios
- Paisajismo

Figura 7

Fase de construcción

Activities						
Activities Reports Resources Projects WBS						
Layout: Classic Schedule Layout Filter: All Activities						
Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	dule %	Start	Finish
MEP-2024-INFRA-X01	EDIFICIO MULTIDICIPLINARIO	1265	1265	0%	20-Jan-25	21-Dec-29
MEP-2024-INFRA-X01.1	HITOS	1265	1265	0%	20-Jan-25	21-Dec-29
MEP-2024-INFRA-X01.2	INGENIERIA	240	240	0%	21-Jan-25	22-Dec-25
MEP-2024-INFRA-X01.3	PROCURA	712	712	0%	20-Jan-25	12-Oct-27
MEP-2024-INFRA-X01.4	CONSTRUCCIÓN	1014	1014	0%	08-Jul-25	25-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1	EDIFICIO ALPHA	1014	1014	0%	08-Jul-25	25-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	150	150	0%	08-Jul-25	02-Feb-26
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.2	SUBESTRUCTURAS	230	230	0%	02-Mar-26	15-Jan-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.3	AISLADORES SISMICOS	90	90	0%	18-Jan-27	21-May-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.4	SUPERESTRUCTURA	290	290	0%	02-Mar-26	09-Apr-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.5	ESTRUCTURA METÁLICA	30	30	0%	12-Apr-27	21-May-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.6	ARQUITECTURA ENVOLVENTE	250	250	0%	31-Aug-26	13-Aug-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.7	ARQUITECTURA DE EXTERIORES	280	280	0%	31-Aug-26	24-Sep-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.8	ARQUITECTURA DE INTERIORES	275	275	0%	12-Apr-27	28-Apr-28
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.9	ARQUITECTURA - MOBILIARIO	30	30	0%	01-May-28	09-Jun-28
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.10	PLOMERIA	190	190	0%	01-May-28	19-Jan-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.11	CLIMATIZACION	220	220	0%	27-Dec-27	27-Oct-28
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.12	ELÉCTRICIDAD	280	280	0%	27-Dec-27	19-Jan-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.13	SISTEMAS CONTRA INCENDIOS	130	130	0%	27-Nov-28	25-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.14	PAISAJISMO	0	0	0%		

Nota. Detalle del apartado de construcción en programa Primavera P6

2.2.6 Fase de Comisionamiento

El comisionamiento es el proceso de verificación y prueba de todos los sistemas instalados, para garantizar que puedan funcionar tal y como se ha especificado en el diseño. Consiste en:

- **Pruebas de sistemas:** Se llevan a cabo pruebas de todos los sistemas eléctricos, mecánicos, HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado, en inglés: heating, ventilation, and air conditioning), plomería y protección contra incendios para asegurarse de que funcionen correctamente.
- **Documentación As-Built:** Se prepara esta documentación que refleja el estado final del proyecto construido.
- **Capacitación:** Se entrena al personal del cliente en la operación y el mantenimiento de los sistemas instalados.
- **Correcciones finales:** Se procede al ajuste/corrección de los problemas detectados durante las pruebas.

En este proyecto no se incluirá el detalle correspondiente a esta fase.

2.2.7 Fase de Cierre Administrativo

El cierre administrativo es la etapa final del proyecto, donde se concluyen los aspectos contractuales y financieros, y se formaliza la entrega del proyecto.

- **Entrega formal del proyecto:** El cliente recibe el proyecto oficialmente mediante la firma del acta de entrega.
- **Liquidación de contratos:** Se cierran los contratos con los proveedores y subcontratistas, y se realizan los pagos finales.
- **Documentación de cierre:** Se entregan los planos As-Built, manuales de operación y garantía.
- **Cierre financiero:** Se finalizan las cuentas del proyecto, documentando todos los costos incurridos y concluyendo los asuntos financieros.

En este proyecto no se incluirá el detalle correspondiente a esta fase.

2.3 Actividades

Así como tenemos opción de carga masiva del EDT, también se tiene de forma fácil y dinámica la opción de una carga masiva de actividades desde una plantilla de Excel, que el propio software proporciona.

A diferencia de MS Project, Primavera P6 permite la posibilidad de personalizar plantillas de importaciones, lo cual posibilita la carga directa de altas cantidades de datos directamente desde hojas de cálculo Excel. Esta funcionalidad es muy útil, ya que organiza y clasifica los campos, de forma explícita, para seleccionar directamente aquello que se desea importar. A diferencia de esto, MS Project no ofrece un sistema de plantillas personalizables, ni mucho menos una clasificación avanzada de los campos. Su proceso de importación es mucho menos intuitivo y carece de una estructura ordenada para simplificar la carga de datos.

De modo que, para cargar las actividades, solo tenemos que llenar la información mínima necesaria como "Activity ID", "Activity Name" y "WBS ID". A continuación, se detallan estos ítems(*Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22*, s. f.):

- **Task ID:** Es un identificador único que se asigna a cada actividad que forma parte del cronograma. Este ID resulta relevante para la organización y el seguimiento de las actividades, dado que estas pueden ser relacionadas con anterioridad por actividades predecesoras o sucesoras, y son necesarias para marcar las dependencias. Igualmente, resulta de utilidad en las búsquedas o mediante la gestión de grandes cronogramas que dan lugar a muchas actividades.

- **Task name:** Es el nombre que describe la actividad. Este campo resulta en un texto que hace referencia a la actividad concreta que representa la actividad del proyecto.
- **WBS ID (ID de la estructura de desglose del trabajo o EDT):** Es un identificador que hace referencia al nivel en que se encuentra cada actividad dentro de la estructura de desglose del trabajo. El WBS ID permite establecer la relación entre cada actividad y una sección del proyecto dentro de la EDT como tal, y permite organizar y seguir el avance de manera general en el nivel de fases o paquetes de trabajo.

Para nuestro proyecto, con la estructura de desglose del trabajo (EDT) ya cargada y el WBS ID definido, es momento de asignar el Task ID que, en este caso, hemos personalizado con el prefijo "A" y una escala numérica que incrementa por centenas para facilitar su organización. Este enfoque brinda flexibilidad a los planners para identificar rápidamente cada actividad dentro del proyecto. Una vez completadas las actividades en la plantilla, como se puede ver en la Figura 8, se importan al sistema, dejando el EDT casi listo para su ejecución.

Figura 8
Plantilla de actividades

A	B	C	D	E
task_code	status_code	wbs_id	target_drtn_hr_cnt	task_name
A1000	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.2.1	120	DESARROLLO DE INGENIERIA
A10000	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.5.1	14	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS TÉCNICAS Y COM
A10100	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.5.1	14	ADJUDICACIÓN
A10200	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.5.1	10	FIRMA DE CONTRATO
A10300	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.5.2	30	REVISIÓN DE INGENIERIA
A10400	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.5.2	45	FABRICACIÓN
A10500	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.5.2	7	EMBARQUE
A10600	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.5.2	14	TRANSPORTE
A10700	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.5.2	7	ENTREGA EN OBRA
A10800	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.6.1	14	REVISIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
A10900	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.3.1.3.6.1	14	PROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES Y R
A1100	Not Started	MEP-2024-INFRA-X01.2.1	14	PRESENTACIÓN Y REVISIÓN DE INFORME PRELI

Nota. Ejemplo de llenado de la plantilla de actividades que se usará para la carga masiva.

Una vez las actividades hayan sido cargadas, el cronograma presentará una vista general de qué nivel de detalle se va a emplear. Es aquí donde se pone de manifiesto la importancia del juicio de un experto. Contar con un especialista es clave para interpretar cuál es el nivel de detalle que debe obtenerse; se aconseja que las actividades sean desglosadas en tareas puntuales, ya que, un excesivo detalle puede incrementar el riesgo de errores humanos o de retrasos en la propia la gestión. El equilibrio correcto, basado en la experiencia, permite el control sin perder eficiencia.

2.3.1 Duración

En Primavera P6, el concepto de duración de las actividades es uno de los elementos fundamentales que permitirán determinar cuánto tiempo se necesita para llevar a cabo cada tarea dentro del cronograma del proyecto, bien sea imputando los valores manualmente o bien calculándolo como variable del conjunto de recursos asignados a las actividades. La correcta elección de la metodología de estimación de la duración de cada actividad, es fundamental en la programación y el control del proyecto, ya que influye directamente en la programación, la secuencia lógica de las actividades y la estimación del tiempo total del proyecto.

En el presente caso, se ha optado por el ingreso directo de la duración de las actividades mediante el juicio de experto, dado que este método resulta especialmente útil para conseguir una estimación más adecuada y ajustada a las características propias del proyecto, esto se debe a que los expertos tienen en cuenta las variables que podrían no ser recogidas con las fórmulas de productividad estándar.

La forma de ingresar este valor es mediante la plantilla de carga masiva de actividades, cuyo elemento se denomina "target_drtn_hr_cnt", la cual medirá la duración ingresada en las unidades especificadas, en este caso: días.

2.3.2 Tipos de actividades

Primavera P6 nos da diferentes opciones para catalogar las actividades importadas, por defecto se asigna a estas como "Task dependent", sin embargo, hay más opciones que pueden desencadenar diferentes visualizaciones o relaciones entre actividades. A continuación, se detallan estos tipos (*Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22*, s. f.):

- **Task Dependent (Dependiente de tarea):** Este tipo de actividad depende casi exclusivamente de la duración de la actividad y de las relaciones con otras actividades, es decir, está centrada en las propias tareas y en el tiempo que tarda una actividad en completarse; en cambio, no depende de recursos asignados. Su uso está indicado cuando el tiempo que tarda en completarse una tarea está bien definido y se mantiene independientemente de los recursos asignados.
- **Resource Dependent (Dependiente de recursos):** Este tipo de actividad depende de los recursos asignados a la tarea (mano de obra, equipos, etc.). La duración de la actividad puede variar en función de cuántos recursos se asignen.
- **Level of Effort (Nivel de esfuerzo):** Es una actividad que no tiene un resultado en sí, sino que apoya otras actividades. Es decir, en función de los resultados generados por las actividades predecesoras y sucesoras se genera su duración

automáticamente. Se utiliza para tareas de apoyo o administrativas en el proyecto, como la actividad de supervisión o de gestión de un proyecto, que dependen de otras actividades.

- **Start Milestone (Hito de inicio):** Esta marca el comienzo de una fase o evento clave en el proyecto. No tiene duración y actúa como un punto de control para iniciar una nueva fase o grupo de actividades.
- **Finish Milestone (Hito de fin):** Marca el fin de una fase o actividad clave del proyecto. Su duración es igual a cero; al igual que el hito de inicio tiene el rol de punto de control que indica el término de una tarea clave.
- **WBS Summary (Resumen de la EDT):** Proporciona una visión resumida de todas las actividades agrupadas bajo una determinada sección de la estructura de desglose del trabajo (EDT). Se utiliza para mostrar el estado general o el resumen de una fase o grupo de trabajo.

En MS Project el enfoque escogido para la clasificación de actividades es muy diferente al de Primavera P6. Mientras que Primavera P6 permite una clasificación detallada de actividades en diferentes tipos, que impactan directamente en sus relaciones y características, MS Project ofrece una clasificación más sencilla y limitada. Por ejemplo, en MS Project las actividades pueden ser configuradas como tareas de tipo estándar, hitos, tareas resumen y tareas periódicas. Esta última, además, no es en sí un tipo de actividad, más se asemeja a un facilitador, ya que permite definir tareas de forma periódica, estableciendo una frecuencia para su creación.

Por otro lado, en Primavera P6, las actividades están estructuradas como un conjunto de relaciones y restricciones, permitiendo así una programación dinámica. Esto es fundamental para proyectos complejos, ya que permite optimizar la planificación y gestión. Por el contrario, en MS Project carece de estas opciones avanzadas, lo que limita la precisión del cronograma y su capacidad de gestionar cambios, haciéndolo menos adecuado para llevar un proyecto con exigencias de gestión complejas.

En nuestro proyecto, existen varios tipos de casos para asignar actividades, cada una de las cuales puede configurarse con un tipo específico. Por ejemplo, en la Figura 9, la actividad A42210 se ha asignado como un “hito de inicio” (start milestone), lo que permite marcar el comienzo de una fase importante en el cronograma y facilita su seguimiento dentro del proyecto.

En este proyecto en particular, se ha utilizado en las diferentes actividades:

- Star Milestone y Finish Milestone para las actividades dentro de la sección de “Hitos”.

- “Task Dependent” para las actividades de procura y construcción, este tipo de actividades vendrán complementadas con la asignación de relaciones.

Figura 9

Tipo de actividades para los hitos

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	dule %	Start	Finish	T
MEP-2024-INFRA-X01 EDIFICIO MULTIDICIPLINARIO							
MEP-2024-INFRA-X01.1 HITOS							
MEP-2024-INFRA-X01.1.1 INICIO DEL PROYECTO							
A42210	FIRMA DEL CONTRATO	0	0	0%	20-Jan-25	20-Jan-25	
A42220	APROBACIÓN DEL PROYECTO	0	0	0%		20-Jan-25	
A42230	INICIO DEL PROYECTO	0	0	0%	20-Jan-25		
A42240	ENTREGA DE PERMISOS	0	0	0%		20-Jan-25	
MEP-2024-INFRA-X01.1.2 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO							
A42250	FINALIZACIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR	0	0	0%	05-Sep-25	05-Sep-25	
A42260	APROBACIÓN DE DISEÑO PRELIMINAR	0	0	0%	08-Sep-25		
A42270	FINALIZACIÓN DE DISEÑO FINAL	0	0	0%		06-Nov-25	
A42280	APROBACIÓN DE DISEÑO FINAL	0	0	0%	23-Dec-25		
MEP-2024-INFRA-X01.1.3 PRE-CONSTRUCCIÓN							
A42290	ENTREGA DEL PLAN DE SEGURIDAD	0	0	0%	20-Jan-25	20-Jan-25	
A42300	ENTREGA DEL PLAN DE LOGÍSTICA	0	0	0%		20-Jan-25	
A42310	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y SUMINISTROS	0	0	0%		20-Jan-25	

General | Status | Resources | Predecessors | Successors

Activity: A42210 | FIRMA DEL CONTRATO

Activity Type: Start Milestone | Duration Type: Fixed Duration and Units/Time | % Complete Type: Duration

WBS: MEP-2024-INFRA-X01.1.1 INICIO DEL PROYECTO | Responsible Manager: Enterprise

Nota. Ejemplo de selección del tipo de actividad “Start Milestone” para un hito.

2.3.3 Dependencias

Las dependencias en Primavera P6 se refieren a las relaciones lógicas que conectan una actividad con otra y definen el orden en que deben realizarse. Estas dependencias determinan cuándo puede comenzar o terminar una actividad en relación con otras actividades del cronograma.

Existen cuatro tipos principales de dependencias en Primavera P6:

- **Finish to Start (FS):** Es la dependencia más común. La actividad sucesora no puede comenzar hasta que la actividad predecesora haya terminado.
- **Start to Start (SS):** La actividad sucesora no puede comenzar hasta que la actividad predecesora comience. Ambas actividades pueden progresar simultáneamente una vez que la predecesora haya iniciado.
- **Finish to Finish (FF):** La actividad sucesora no puede finalizar hasta que la actividad predecesora haya finalizado.
- **Start to Finish (SF):** Es la dependencia menos común. La actividad sucesora no puede finalizar hasta que la actividad predecesora comience.

Las dependencias aseguran que el proyecto avance de forma fluida y ordenada; la existencia de relaciones perfectamente definidas entre actividades predecesoras y sucesoras

es fundamental para que no ocurran solapamientos y se garantice que los recursos se encuentren disponibles en el momento necesario. Una buena gestión de las dependencias permite prever los efectos de un retraso en una actividad crítica sobre el resto de las actividades, y así proporciona la flexibilidad suficiente para ajustar la planificación estratégica y minimizar riesgos. De esta forma, las dependencias no solo sirven para organizar las tareas, sino que optimizan el uso del tiempo y recursos.

Al igual que con las actividades, mediante plantillas exportadas desde el mismo Primavera P6, se pueden cargar las relaciones entre actividades. La plantilla se llama “Activity Relationship” y posee campos clave que han de ser completados, tales como: (*Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22, s. f.*)

- **pred_task_id:** Identificador único de la actividad predecesora, la tarea que debe completarse o comenzar antes de la actividad sucesora.
- **task_id:** Identificador único de la actividad sucesora, la tarea que sigue después de la predecesora.
- **pred_type:** El tipo de dependencia que define la relación lógica entre la predecesora y la sucesora (FS, SS, FF, SF).
- **PREDTASK__status_code:** Indica el estado actual de la actividad predecesora (pendiente, en progreso, completada).
- **TASK__status_code:** Indica el estado actual de la actividad sucesora (pendiente, en progreso, completada).

Una vez llenada la plantilla, quedará como se ve en la Figura 10.

Figura 10

Plantilla para relaciones de actividades

	A	B	C	D	E
1	pred_task_id	task_id	pred_type	PREDTASK__status_code	TASK__status_code
2	Predecessor	Successor	Relationship T	(*)Predecessor Activity Stat	(*)Successor Activity Sta
3	A1100	A1200	FS	Not Started	Not Started
4	A1400	A1500	SS	Not Started	Not Started
5	A1500	A1600	FS	Not Started	Not Started
6	A1800	A1900	SS	Not Started	Not Started
7	A1900	A2000	FS	Not Started	Not Started
8	A2200	A2300	SS	Not Started	Not Started
9	A2300	A2400	FS	Not Started	Not Started

Nota. Plantilla de Primavera P6 para la carga masiva de relaciones entre actividades.

2.4 Recursos

Los recursos en Primavera P6 son un elemento clave dentro de la creación de las actividades, ya que permite hacer un seguimiento correcto de todos los elementos que van a consumir tiempo y representan costos para el proyecto, entendiendo como recursos a todas aquellas entidades que van a consumirse en el transcurso de una actividad, por ejemplo, la mano de obra, el equipo y los materiales. Al asignarle recursos a las actividades se podrá calcular el tiempo en el que van a consumir estas, así como también el coste que van a representar estos los recursos, facilitando a contar con un control correcto del cronograma y del presupuesto del proyecto.

La importancia de los recursos en la generación del cronograma, es clave, debido a que al asociar recursos en las actividades, se puede llevar a cabo estimaciones realistas de la duración de cada una de las actividades en función a la disponibilidad estos y de la productividad. Por ejemplo, asignar más personal a una actividad puede ayudarle a cortar la duración de la actividad, por el contrario, la limitación de la disponibilidad de un equipo importante conlleva a alargar la actividad. Por último, la gestión de recursos en Primavera P6 evita la sobreasignación de recursos, optimizando el uso del personal y del equipo, ayudando así a mantener el avance del proyecto como se tenía previsto, evitando retrasos y costes adicionales.

Primavera P6 clasifica los recursos en distintos tipos, de forma que cada uno de esos tenga un diferente uso en la planificación del proyecto y en su ejecución. Los principales tipos de recursos que se pueden crear y se pueden asignar en Primavera P6 son los siguientes:

- **Mano de obra (Labor):** Personas que realizarán las tareas, como ingenieros, obreros o técnicos.
- **Equipo (Non-labor):** Máquinas o herramientas necesarias para completar una actividad, como grúas, excavadoras o sistemas de transporte.
- **Materiales:** Recursos consumibles que se requieren para ejecutar las actividades (por ejemplo: concreto, acero, suministros de construcción).

Microsoft Project y Primavera P6 presentan diferencias sustanciales en lo que flexibilidad y control de los recursos se refiere. Mientras que MS Project limita el tipo de recursos al trabajo, materiales o costes, Primavera P6 presenta una gran selección de tipos de recursos, en comparación con el MS Project (más adecuado para proyectos de una única especialidad, que requieren un control de la maquinaria u mano de obra más simple). En cuanto al control de disponibilidad, Primavera P6 permite detallar las horas de trabajo, con un desglose que incluye costes por horas, por unidades y costes adicionales; en MS Project, aunque es posible especificar horas (e incluso los costes por unidades) no es tan detallada, y los costes son controlados de manera más general a la forma en la que se escoge en Primavera

P6. Esto puede limitar MS Project en su aplicación para proyectos complejos y de gran dimensión.

Para el proyecto presentado, se han creado recursos del tipo mano de obra y materiales, siendo estos los que se detallan de la Tabla 1. Posteriormente haremos la carga de los costos asociados.

Una vez creados, mediante carga masiva, y el uso de la plantilla “Activity Resource Assignments”, como se puede ver en la Figura 11, se asignan estos recursos a cada actividad, como el ejemplo mostrado en la Figura 12.

Para el llenado de esta plantilla se necesita la siguiente información(*Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22, s. f.*):

- **rsrc_id**: Identificador único del recurso asignado a la actividad. Esto se extrae de los recursos que se crearon (Tabla 1).
- **task_id**: Identificador único de la actividad.
- **TASK__status_code**: Estado actual de la actividad (no iniciada, en progreso, completada).
- **rsrc_type**: Tipo de recurso (mano de obra, equipo, material, costo).

Figura 11

Plantilla para asignación de recursos

	A	B	C	D	E	F
1	rsrc_id	task_id	TASK__status	role_id	acct_id	rsrc_type
2	O-Albañil	A38200	Not Started			Labor
3	O-Albañil	A38300	Not Started			Labor
4	O-Albañil	A38800	Not Started			Labor
5	O-Albañil	A39100	Not Started			Labor
6	O-Albañil	A38900	Not Started			Labor
7	O-Albañil	A38400	Not Started			Labor

Nota. Plantilla de Primavera P6 para la carga masiva de recursos en actividades.

Figura 12
Recursos asignados

MVIDES Reports Resources Projects WBS									
Layout: Classic Schedule Layout				Filter: All Activities					
Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Progress %	Start	Finish	Total Float	Budgeted Labor	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.7	ARQUITECTURA DE EXTERIORES	280	280	0%	31-Aug-26	24-Sep-27	1210	3920	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.8	ARQUITECTURA DE INTERIORES	275	275	0%	12-Apr-27	28-Apr-28	1055	5360	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.9	ARQUITECTURA - MOBILIARIO	30	30	0%	01-May-28	09-Jun-28	1025	480	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.10	PLOMERIA	190	190	0%	01-May-28	19-Jan-29	715	3000	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.10.1	NIVEL 1	190	190	0%	01-May-28	19-Jan-29	715	3000	
A41100	INSTALACION SISTEMA DE PLOMERIA	150	150	0%	01-May-28	24-Nov-28	715	2400	
A41200	INSTALACION DE EQUIPOS	40	40	0%	27-Nov-28	19-Jan-29	715	600	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.11	CLIMATIZACION	220	220	0%	27-Dec-27	27-Oct-28	775	3600	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.12	ELÉCTRICIDAD	280	280	0%	27-Dec-27	19-Jan-29	865	5280	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.12.1	NIVEL 1	280	280	0%	27-Dec-27	19-Jan-29	865	5280	
A41500	INSTALACION DE SISTEMA DE BAJA TENSION	150	150	0%	01-May-28	24-Nov-28	625	1200	
A41600	INSTALACION DE SISTEMA DE MEDIA TENSION	120	120	0%	27-Dec-27	09-Jun-28	985	1920	
A41700	INSTALACION DE EQUIPOS	40	40	0%	27-Nov-28	19-Jan-29	865	1200	
A41800	INSTALACION DE LUMINARIAS	40	40	0%	27-Nov-28	19-Jan-29	715	960	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.13	SISTEMAS CONTRA INCENDIOS	130	130	0%	27-Nov-28	25-May-29	775	3360	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.14	PAISAJISMO	0	0	0%			0	0	
MEP-2024-INFRA-X01.5	COMISIONAMIENTO	0	0	0%			0	0	

General	Status	Resources	Predecessors	Successors				
Activity		A41500	INSTALACION DE SISTEMA DE BAJA TENSION					
Resource ID Name	Primary Resource	Budgeted Units / Time	Remaining Units / Time	Original Lag	Start	Finish	Budgeted Units	Actual Regula
M-BDJ BANDEJAS	<input type="checkbox"/>	2/d	2/d	0	01-May-28	24-Nov-28	300	
M-CB CABLE BT	<input type="checkbox"/>	2/d	2/d	0	01-May-28	24-Nov-28	300	
M-CONDUIT CONDUITS	<input type="checkbox"/>	2/d	2/d	0	01-May-28	24-Nov-28	240	
Instalaciones MEPF Técnicos	<input checked="" type="checkbox"/>	8/d	8/d	0	01-May-28	24-Nov-28	1200	

Nota. Vista de las actividades con recursos asignados y mano de obra prevista calculado.

Tabla 1
Recurso ingresados a Primavera P6

<i>Resource ID</i>	<i>Resource Name</i>	<i>Resource Type</i>
<i>O-Albañil</i>	<i>ALBAÑIL</i>	<i>Labor</i>
<i>P-Gestion</i>	<i>GESTOR DE CONTRATOS</i>	<i>Labor</i>
<i>I-Instalaciones MEPF</i>	<i>Técnicos MEPF</i>	<i>Labor</i>
<i>M-LUM</i>	<i>LUMINARIAS</i>	<i>Material</i>
<i>M-BDJ</i>	<i>BANDEJAS</i>	<i>Material</i>
<i>M-RCD</i>	<i>ROCIADORES</i>	<i>Material</i>
<i>M-CB</i>	<i>CABLE BT</i>	<i>Material</i>
<i>M-DCT</i>	<i>DUCTOS DE VENTILACIÓN</i>	<i>Material</i>
<i>M-TUB</i>	<i>TUBERIAS</i>	<i>Material</i>
<i>M-DETEC</i>	<i>DETECTORES</i>	<i>Material</i>
<i>M-CONDUIT</i>	<i>CONDUITS</i>	<i>Material</i>

Nota. Se generaron dos diferentes tipos de recursos para el manejo de este proyecto.

2.4.1 Cálculo de la mano de obra presupuestadas

El “Budgeted Labor Units” (Unidades de Mano de Obra Presupuestadas) en Primavera P6 se refiere a la cantidad total de trabajo planificada o estimada, medida en horas de mano de obra, que se asigna para completar una actividad dentro del proyecto. En otras palabras, es la estimación de las unidades de esfuerzo que se presupuestan para los recursos de mano de obra, antes de que comience la actividad.

El valor de Budgeted Labor Units está directamente relacionado tanto con la duración de la actividad como con los recursos de mano de obra asignados. La relación funciona de la siguiente manera:

- **Recursos:** Cuando se asigna un recurso de mano de obra a una tarea, como un grupo de trabajadores, se define también el total de horas de trabajo que el citado recurso desempeñará para cumplir la tarea. Las Budgeted Labor Units son precisamente esas horas estimadas para cada recurso de mano de obra asignado a la actividad.
- **Duración de la actividad:** La duración de una actividad también está vinculada con las Budgeted Labor Units y la cantidad de recursos asignados. Si se conoce el número de horas que un recurso trabajará al día y cuántos recursos se asignan, se puede calcular la duración.

La fórmula básica que relaciona estos tres factores es:

$$\text{Budgeted Labor Units} = \text{Duración} \times \text{Recurso} \times \text{Horas por día por recurso}$$

Para nuestro proyecto, una vez creados y asignados los recursos, ambos tipos tienen unas unidades por default de 8 hr/día, esto permitirá el cálculo automático de las horas-hombre necesarias para cada actividad, dado que habiendo establecido una duración y asignado un recurso, Primavera P6 calculará de forma directa el “Budgeted Labor Units” y, por tanto, este campo quedará completo en la vista.

2.5 Costos

En Primavera P6, los costos asignados a las actividades representan los gastos asociados a la ejecución de cada tarea dentro del cronograma. Estos costos pueden derivar de diferentes fuentes, como la mano de obra, los materiales, el equipo y otros gastos directos. Cada vez que se asignan recursos a una actividad, se puede establecer un costo presupuestado, el cual refleja la inversión necesaria para completar esa actividad. Los costos asignados no solo incluyen el tiempo y el esfuerzo, sino también los materiales específicos y el equipo requerido para completar la tarea, lo que proporciona una visión detallada del impacto financiero de cada actividad dentro del proyecto.

La importancia de los costos asignados en Primavera P6 se basa principalmente en la evaluación del presupuesto total, dado que estos costos están relacionados directamente con las actividades, permitiendo gestionar el consumo del presupuesto y la identificación del costo sobre lo presupuestado, y proporcionando comparaciones directas entre presupuestos y el costo total. Esta función también permitirá tomar decisiones adecuadas para corregir los niveles de costo de las actividades a lo largo del ciclo de vida del proyecto, es decir, Primavera P6 hará la gestión adecuada de los gastos para eliminar los sobrecostos imprevistos y garantizará que los proyectos no se salgan del presupuesto.

Del mismo modo que con los casos anteriores, se procederá a la carga masiva de costos en las actividades, con ayuda de la plantilla proporcionada por Primavera P6, llamada “Project Expenses”. Una vez llenada la plantilla quedaría similar a la Figura 13.

A continuación, se detallan los campos a completar (*Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22*, s. f.):

- **task_id** (ID de la actividad): Es el código que identifica de forma individual e inequívoca la actividad encargada de acoger los costos. Cada tarea que aparece en el programa cuenta con un **task_id** que permite a la misma diferenciarse del resto de tareas que figuran en el proyecto.
- **cost_name** (Nombre del costo): Este campo define el nombre del tipo de costo asociado a la actividad, como puede ser mano de obra, materiales, equipo, o costos indirectos.
- **TASK__status_code** (Estado de la actividad): Indica el estado actual de la actividad en el cronograma, ya sea Not Started (No iniciada), In Progress (En progreso) o Completed (Completada).
- **target_cost** (Costo objetivo): Es el coste presupuestado o estimado para completar la actividad. Este costo refleja el dinero que se espera gastar según el presupuesto inicial.
- **act_cost** (Costo actual): Costo real incurrido hasta el momento en una actividad. Representa cuánto se ha gastado efectivamente en la actividad.
- **remain_cost** (Costo restante): Este campo hace referencia al costo estimado necesario para completar la actividad. El costo que se espera que se consuma a partir del momento actual hasta la finalización de la tarea.
- **total_cost** (Costo total): Suma de los costos reales y los costos restantes. Representa el costo total que se espera para completar la actividad.

Figura 13

Plantilla para asignación de costos

A	B	C	D	E	F	G
task_id	cost_name	TASK_status	target_cost	act_cost	remain_cost	total_cost
Activity ID	Expense Item	(*)Activity Sta	Budgeted Cost(\$)	Actual Cost(\$)	Remaining Cost(\$)	At Completion Cost(\$)
A1000	32	Not Started	50000	0	50000	50000
A1100	33	Not Started	15000	0	15000	15000
A1200	34	Not Started	20000	0	20000	20000
A1300	35	Not Started	5000	0	5000	5000
A1400	36	Not Started	50000	0	50000	50000
A1500	37	Not Started	15000	0	15000	15000
A1600	38	Not Started	20000	0	20000	20000
A1700	39	Not Started	5000	0	5000	5000
A1800	40	Not Started	50000	0	50000	50000
A1900	41	Not Started	15000	0	15000	15000
A2000	42	Not Started	20000	0	20000	20000
A2100	43	Not Started	5000	0	5000	5000
A2200	44	Not Started	50000	0	50000	50000
A2300	45	Not Started	15000	0	15000	15000
A2400	46	Not Started	20000	0	20000	20000
A2500	47	Not Started	5000	0	5000	5000
A2600	48	Not Started	50000	0	50000	50000
A2700	49	Not Started	15000	0	15000	15000
A2800	50	Not Started	20000	0	20000	20000
A2900	51	Not Started	5000	0	5000	5000
A3000	52	Not Started	50000	0	50000	50000
A3100	53	Not Started	15000	0	15000	15000

Nota. Plantilla de Primavera P6 para la carga masiva de costos.

2.6 Cronograma final

Una vez ingresado todos los datos necesarios:

- Estructura de desglose de trabajo (EDT)
- Actividades
- Duración de las actividades
- Relaciones entre actividades
- Recursos
- Costos

Se habrá generado un esquema como el que se puede ver en la Figura 14:

Figura 14

EDT posterior al ingreso de información

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Done %	Start	Finish
MEP-2024-INFRA-X01	EDIFICIO MULTIDISCIPLINARIO	1285	1285	0%	20-Jan-25	21-Dec-29
MEP-2024-INFRA-X01.1	HITOS	1285	1285	0%	20-Jan-25	21-Dec-29
MEP-2024-INFRA-X01.2	INGENIERIA	240	240	0%	21-Jan-25	22-Dec-25
MEP-2024-INFRA-X01.3	PROCURA	712	712	0%	20-Jan-25	12-Oct-27
MEP-2024-INFRA-X01.4	CONSTRUCCIÓN	1014	1014	0%	08-Jul-25	25-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1	EDIFICIO ALPHA	1014	1014	0%	08-Jul-25	25-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	150	150	0%	08-Jul-25	02-Feb-26
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.2	SUBESTRUCTURAS	230	230	0%	02-Mar-26	15-Jan-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.3	AISLADORES SISMICOS	90	90	0%	18-Jan-27	21-May-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.4	SUPERESTRUCTURA	290	290	0%	02-Mar-26	09-Apr-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.5	ESTRUCTURA METÁLICA	30	30	0%	12-Apr-27	21-May-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.6	ARQUITECTURA ENVOLVENTE	250	250	0%	31-Aug-26	13-Aug-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.7	ARQUITECTURA DE EXTERIORES	280	280	0%	31-Aug-26	24-Sep-27
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.8	ARQUITECTURA DE INTERIORES	275	275	0%	13-Apr-27	28-Apr-28
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.9	ARQUITECTURA - MOBILIARIO	30	30	0%	01-May-28	09-Jun-28
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.10	PLOMERIA	190	190	0%	01-May-28	19-Jan-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.11	CLIMATIZACION	220	220	0%	27-Dec-27	27-Oct-28
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.12	ELÉCTRICIDAD	280	280	0%	27-Dec-27	19-Jan-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.12.1	NIVEL 1	280	280	0%	27-Dec-27	19-Jan-29
A41500	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BAJA TENSIÓN	150	150	0%	01-May-28	24-Nov-28
A41600	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN	120	120	0%	27-Dec-27	09-Jun-28
A41700	INSTALACIÓN DE EQUIPOS	40	40	0%	27-Nov-28	19-Jan-29
A41800	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS	40	40	0%	27-Nov-28	19-Jan-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.13	SISTEMAS CONTRA INCENDIOS	130	130	0%	27-Nov-28	25-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.14	PAISAJISMO	0	0	0%		
MEP-2024-INFRA-X01.5	COMISIONAMIENTO	0	0	0%		

Nota. Vista general de la estructura de desglose de trabajo (EDT)

Lo que resta para poder ver las relaciones actualizadas en el cronograma es dar clic al botón superior llamado "Schedule" (Cronograma). Lo que hará inmediatamente después es actualizar las fechas, generar la ruta crítica, actualizar el progreso (si se ingresaron avances).

Una vez que hemos actualizado todos los datos en Primavera P6, nuestro cronograma nos revela una fecha de finalización estimada: el 21 de diciembre de 2029. Este resultado no solo es un punto de referencia crucial, sino que también abre la puerta a una cantidad impresionante de información valiosa que podremos utilizar para una gestión eficiente y

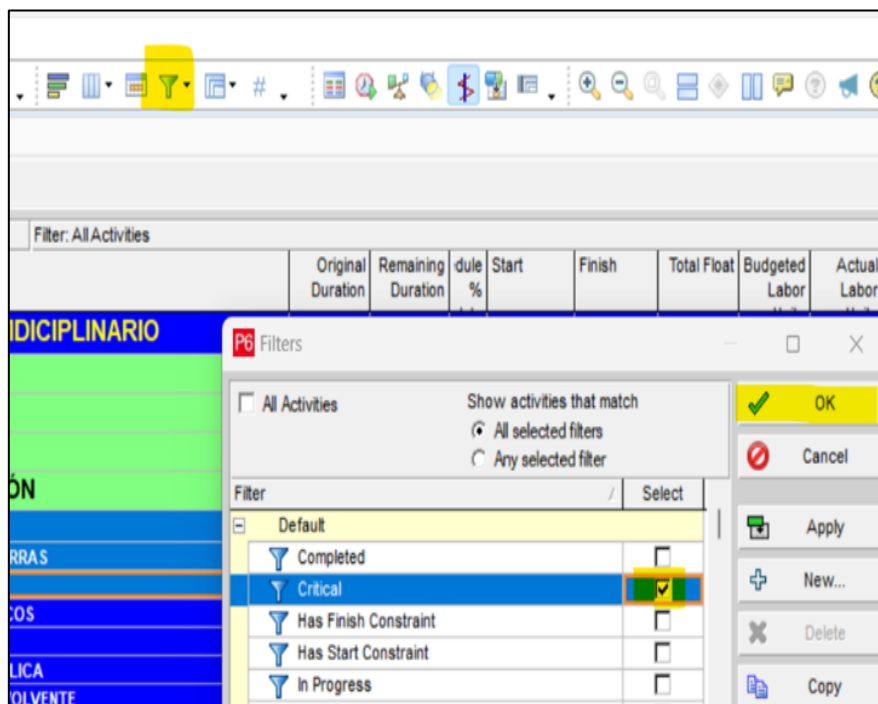
proactiva del proyecto. Más allá de simplemente conocer cuándo terminará el proyecto, el cronograma generado nos proporcionará datos detallados sobre el progreso de cada actividad, los recursos utilizados, los costos asociados, y, lo más importante, nos permitirá anticiparnos a posibles retrasos o desviaciones. En las siguientes secciones, exploraremos la importancia de estos valores estimados y cómo aprovecharlos para tomar decisiones estratégicas que aseguren el éxito del proyecto. Este cronograma será más que un conjunto de fechas; será la base para dirigir el proyecto con precisión y visión.

2.6.1 Ruta crítica

La ruta crítica tiene gran relevancia en la dirección de los proyectos, ya que permite determinar cuáles son las actividades que definen la variabilidad de la duración total del proyecto; si las actividades en la ruta crítica sufren un retraso, la duración del proyecto se verá afectada. Saber cuál es la ruta crítica y qué actividades quedan reducidas a ella, permite a los directores de proyecto priorizar los recursos y poner en práctica los planes de contención para evitar demoras. También permite dar alerta para hacer un seguimiento al desarrollo de estas actividades y así actualizar el cronograma a medida que avanza el proyecto; si la determinación de la ruta crítica no es adecuada, se incrementa la posibilidad de realizar entregas fuera de plazo, poniendo en riesgo el éxito del proyecto.

Como se explicó más arriba, una vez actualizado el cronograma mediante "Schedule", extraer la ruta crítica y un reporte PDF al respecto es una de las tantas funcionalidades de este software. Si bien tenemos el diagrama de Gantt generado al lado derecho, como se puede ver en la Figura 16, la ruta crítica se identifica como aquellas barras que están resaltadas por un color rojo, pero para practicidad en la extracción, debemos filtrar las actividades "Críticas", esto lo hacemos mediante la siguiente secuencia de pasos:

- 1) Dar "clic" al símbolo de filtrado en la parte superior.
- 2) En la ventana emergente (Ver figura 15) seleccionar el recuadro de "Critical"
- 3) Dar "Ok"

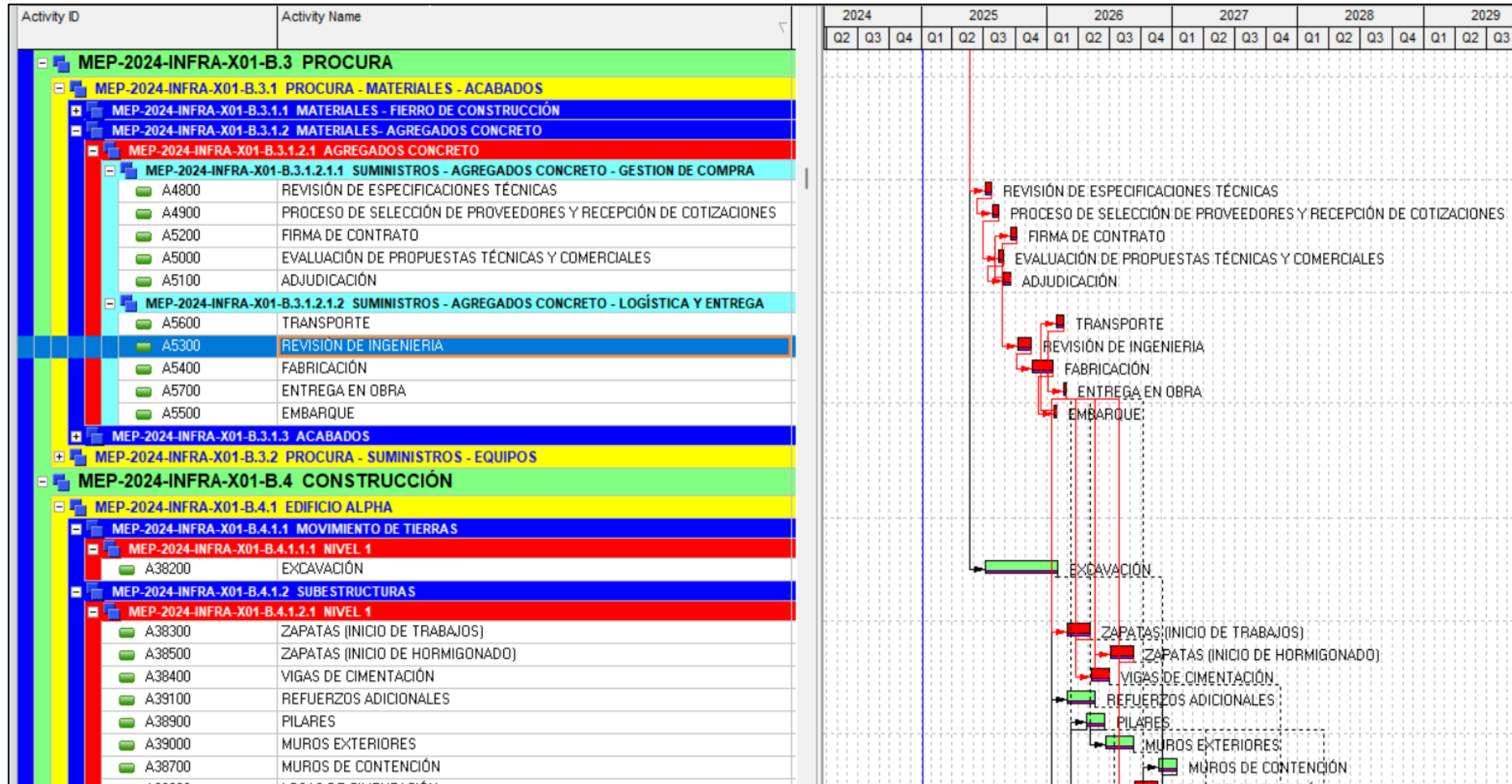
Figura 15*Filtrado de actividades de la ruta crítica*

Nota. Ventana emergente para el filtrado de actividades.

Realizados los pasos detallados anteriormente, tendremos en la ventana del programa solo las actividades de la ruta crítica, como se puede ver en la Figura 17:

Figura 16

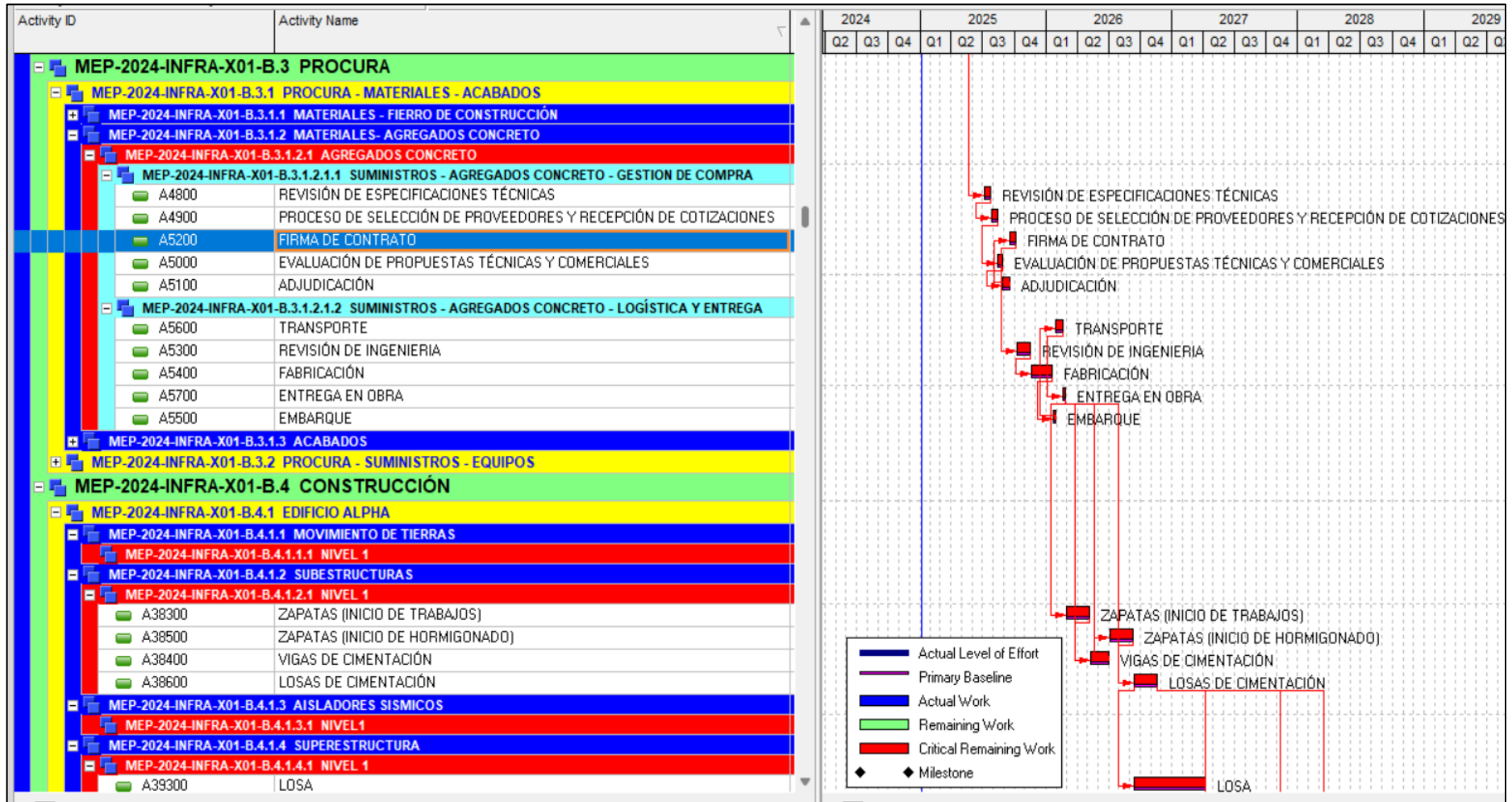
Vista normal antes de filtrar la ruta crítica



Nota. Vista del diagrama de Gantt, antes de hacer el filtrado de las actividades críticas.

Figura 17

Vista de las actividades críticas



Nota. Vista del diagrama de Gantt, después de hacer el filtrado de las actividades críticas.

Para la extracción del reporte debemos seguir los siguientes pasos:

- 1) Dar “Clic” en: Tools – Report Wizard
- 2) Seleccionar “Activities”
- 3) En la ventana de configuración, personalizar columnas con los valores que se crean convenientes.
- 4) En opciones de filtrado, elegir “Crítica” – “Yes”
- 5) Generar reporte.

Una vez generado el reporte, tendremos un archivo PDF, como se puede ver en la siguiente Figura, y en el Anexo A:

Figura 18

Reporte con la ruta crítica

EDIFICIO MULTIDICIPLINARIO		Ruta critica			13-Oct-24 17:27
Activity ID	Activity Name	Finish	Start	Actual Duration	
A1000	DESARROLLO DE INGENIERIA	07-Jul-25	21-Jan-25*	0	
A1300	APROBACIÓN DE VERSIÓN FINAL	07-Jul-25	18-Jun-25	0	
A13800	REVISIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	25-Jul-25	08-Jul-25	0	
A13900	PROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES Y RECEPCIÓN DE COTIZACIONES	14-Aug-25	28-Jul-25	0	
A1400	DESARROLLO DE INGENIERIA	07-Jul-25	21-Jan-25	0	
A14000	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS TÉCNICAS Y COMERCIALES	28-Aug-25	15-Aug-25	0	
A14100	ADJUDICACIÓN	17-Sep-25	29-Aug-25	0	
A14200	FIRMA DE CONTRATO	07-Oct-25	18-Sep-25	0	
A14300	REVISIÓN DE INGENIERIA	18-Nov-25	08-Oct-25	0	
A14400	FABRICACIÓN	20-Jan-26	19-Nov-25	0	
A14500	EMBARQUE	29-Jan-26	21-Jan-26	0	

Nota. Vista del reporte generado por Primavera P6

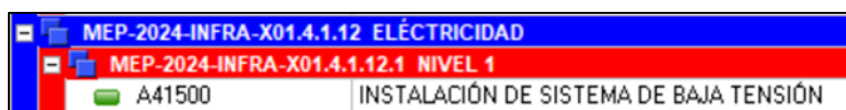
Asimismo, se puede exportar la vista que se tiene del EDT con el Gantt mediante “File” – “Print Preview”

2.6.2 Datos clave para la gestión y control del cronograma en Primavera P6

A continuación, se detallará la importancia de los datos asignados en las columnas complementarias a la estructura de desglose de trabajo (EDT), y cuan útiles son para la gestión del proyecto:

Asimismo, se pondrá de ejemplo los datos resultantes de la siguiente actividad “Instalación del sistema de baja tensión”, como se ve en la Figura 19:

Figura 19
Actividad de ejemplo



Nota. Actividad A41500, Instalación de sistema de baja tensión

2.6.2.1 Start (Inicio). Representa la fecha de inicio programada de la actividad. Es vital para la coordinación de los recursos y para garantizar que las actividades comiencen de acuerdo con el plan, evitando retrasos en el proyecto.

EJ: 01 de mayo del 2028

2.6.2.2 Finish (Finalización). Muestra la fecha programada de finalización de la actividad. Este dato es clave para mantener el control del cronograma y asegurar que las actividades concluyan dentro de los plazos establecidos, minimizando impactos negativos en la duración total del proyecto.

EJ: 24 de noviembre del 2028

2.6.2.3 Original duration (Duración original). Es la cantidad de tiempo planeada inicialmente para completar una actividad. Este valor sirve como punto de referencia para comparar el progreso real con el planeado, ayudando a los gestores a identificar desviaciones y ajustar el cronograma de manera proactiva.

EJ: 150 días

2.6.2.4 Remaining duration (Duración restante). Refleja el tiempo estimado que falta para completar una actividad en curso. Es crucial para ajustar las expectativas del proyecto y para planificar las actividades sucesoras, ya que proporciona una visión actualizada del progreso.

EJ: 150 días – Esto debido a que no se ha dado avance al cronograma.

2.6.2.5 Schedule % complete (Porcentaje de cronograma completo). Indica el porcentaje de avance de una actividad en relación con su duración planificada. Es fundamental

para el monitoreo del proyecto, ya que permite evaluar el progreso en tiempo real y determinar si se están cumpliendo los plazos establecidos.

EJ: 0 días – Esto debido a que no se ha dado avance al cronograma.

2.6.2.6 Total float (Holgura total). Es el tiempo que una actividad puede retrasarse sin afectar la fecha de finalización del proyecto o de una fase clave. Es esencial para gestionar la flexibilidad del cronograma, permitiendo a los gestores priorizar actividades críticas que no tienen margen de retraso.

EJ: -164 días – Esto quiere decir que hemos excedido la fecha fin planeada inicial del proyecto, dado esto, se tienen diferentes opciones, replantear la fecha fin planeada o ejecutar planes de acción para adelantar actividades que ayuden a reubicar esta actividad dentro del plazo inicial.

2.6.2.7 Budgeted labor units (Unidades de mano de obra presupuestadas). Representa el número total de horas de trabajo presupuestadas para una actividad. Es crucial para el control de recursos y costos, ya que permite comparar las horas planificadas con las horas reales trabajadas, ayudando a mantener el proyecto dentro del presupuesto.

EJ: 1200 HH – Esto en base a un horario laboral de 8hs por día.

2.6.2.8 Actual labor units (Unidades de mano de obra reales). Refleja el número real de horas de trabajo utilizadas hasta el momento. Este dato es importante para evaluar si los recursos han sido utilizados eficientemente y para identificar posibles sobrecostos o problemas de subutilización.

EJ: 0 HH – Esto debido a que no se ha dado avance a la actividad.

2.6.2.9 Remaining labor units (Unidades de mano de obra restantes). Indica las horas de trabajo que aún se necesitan para completar una actividad. Este valor es esencial para prever el uso futuro de recursos y ajustar la asignación de mano de obra si es necesario para evitar sobrecostos o retrasos.

EJ: 1200 HH – Esto debido a que no se ha dado avance a la actividad.

2.6.2.10 At completion labor units (Unidades de mano de obra al final). Representa el total estimado de horas de trabajo al finalizar una actividad, combinando las horas trabajadas y las horas restantes. Es clave para comparar las horas presupuestadas inicialmente con las horas reales, ayudando a evaluar la eficiencia en el uso de recursos.

EJ: 1200 HH

2.6.2.11 Budgeted expense cost (Costo presupuestado de gastos). Es el costo estimado de los gastos asociados a una actividad, como materiales, equipo o servicios. Este

dato es esencial para mantener el control financiero del proyecto y garantizar que se mantenga dentro del presupuesto.

EJ: \$50,000

2.6.2.12 Remaining expense cost (Costo de gastos restante). Refleja el monto que aún se espera gastar para completar la actividad. Es importante para prever posibles desviaciones en el presupuesto y para ajustar los costos a medida que avanza el proyecto.

EJ: \$50,000- Esto debido a que no se le ha dado avance a la actividad.

2.6.2.13 Actual expense cost (Costo real de gastos). Representa el costo real incurrido hasta el momento en una actividad. Este dato es vital para comparar los gastos reales con los presupuestados, ayudando a identificar sobrecostos y ajustar el presupuesto si es necesario.

EJ: \$0,00- Esto debido a que no se le ha dado avance a la actividad.

2.6.2.14 Early start (Inicio temprano). Es la fecha más temprana en la que una actividad puede comenzar, según la lógica del cronograma. Es importante para prever escenarios y adelantar actividades si es posible, optimizando el uso de los recursos.

EJ: 01 de mayo del 2028

2.6.2.15 Early finish (Finalización temprana). Es la fecha más temprana en la que una actividad puede finalizar si todas las predecesoras se completan a tiempo. Ayuda a identificar oportunidades para acelerar el cronograma y finalizar actividades antes de lo planeado.

EJ: 24 de noviembre del 2028

2.6.2.16 Late start (Inicio tardío). Indica la fecha más tardía en la que una actividad puede comenzar sin retrasar el proyecto. Este valor es clave para priorizar tareas y asegurarse de que las actividades críticas comiencen a tiempo.

EJ: 14 de septiembre del 2027

2.6.2.17 Late finish (Finalización tardía). Es la fecha más tardía en la que una actividad puede completarse sin afectar la fecha de finalización del proyecto. Este dato es crucial para la gestión de la ruta crítica y para evitar retrasos en la entrega del proyecto.

EJ: 10 de abril del 2028

2.6.3 Definición de la línea base

Definir la línea base en Primavera P6 es crucial porque establece el cronograma y presupuesto originales del proyecto, sirviendo como punto de referencia para comparar el progreso real con lo planificado. Al contar con una línea base, los gestores pueden identificar fácilmente las desviaciones en tiempo, costo y recursos a medida que el proyecto avanza. Esto se hace de forma sencilla siguiendo los siguientes pasos:

1. Seleccionar "Maintain Baselines" (Mantener líneas base).

2. Hacer clic en “Add” para crear una nueva línea base, elige la opción de copiar el proyecto actual y dale un nombre descriptivo. En nuestro caso se nombró como “BL”
3. Luego, ir a “Assign Baseline” para asignarla como la línea base principal del proyecto. Esto permitirá compararla con el cronograma y los datos actuales durante toda la ejecución del proyecto.
4. Por último, agregar como columnas extras “BL project start” y “BL project finish”

Esto permitirá que, más adelante cuando se ingrese avances en el cronograma y las fechas reales de inicio y fin sean actualizadas, tengamos en las columnas de línea base, aquellas fechas planeadas inicialmente, las cuales no cambiarán, asimismo gráficamente se pueden agregar en el diagrama de Gantt.

2.6.4 Nivel de detalle para disciplinas MEPF

Para el presente proyecto, se ha detallado las disciplinas MEPF (Mecánicas, eléctrica, plomería y sistemas contra incendios) de la siguiente forma:

2.6.4.1 Fase de procura. En esta fase se detalla en el subnivel de “Suministros – Equipos” cada disciplina con sus subsecuentes equipos de la siguiente forma:

1. MEPF- climatización
 - 1.1. Climatización - ductos
 - 1.2. Climatización - equipos de ventilación
 - 1.3. Climatización - aislamiento térmico
 - 1.4. Climatización - equipos de control del sistema de ventilación
 - 1.5. Climatización - bombas
2. MEPF - equipos eléctricos
 - 2.1. Equipos eléctricos - transformadores
 - 2.2. Equipos eléctricos - bancos de condensadores
 - 2.3. Equipos eléctricos - celdas de media tensión
 - 2.4. Equipos eléctricos - grupo electrógeno
 - 2.5. Equipos eléctricos – sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)
 - 2.6. Equipos eléctricos - tableros eléctricos
3. MEPF - materiales eléctricos
 - 3.1. Materiales eléctricos - cables

- 3.2. Materiales eléctricos - conduits
- 3.3. Materiales eléctricos - bandejas
- 3.4. Materiales eléctricos - elemento de iluminación
4. MEPF - aterramiento
 - 4.1. Aterramiento - cables de puesta a tierra (PAT)
5. MEPF - plomería
 - 5.1. Plomería - tubería agua potable
 - 5.2. Plomería - tubería agua residual
 - 5.3. Plomería - bombas
6. MEPF - sistemas contra incendio
 - 6.1. Sistema contra incendio - tubería sistema de extinción
 - 6.2. Sistema contra incendio - tubería sistema de detección
 - 6.3. Sistema contra incendio - detectores
 - 6.4. Sistema contra incendio - rociadores
7. MEPF - SCADA

Y siendo esta la fase de compra de estos suministros, cada uno está detallado con las siguientes actividades:

- Entrega en obra
- Transporte
- FAT
- Fabricación
- Recepción de materiales
- Firma de contrato
- Adjudicación
- Gestión de compra

2.6.4.2 Fase de construcción. En esta fase detallamos cada disciplina de la siguiente forma:

1. Plomería
 - 1.1. Nivel 1

- Instalación de equipos
 - Instalación sistema de plomería
2. Climatización
- 2.1. Nivel 1
- Instalación de equipos
 - Instalación de ductos de ventilación
3. Electricidad
- 3.1. Nivel 1
- Instalación de sistema de media tensión
 - Instalación de equipos
 - Instalación de luminarias
 - Instalación de sistema de baja tensión
4. Sistemas contra incendios
- 4.1. Nivel 1
- Instalación de rociadores
 - Instalación sistema de extinción
 - Instalación de detectores
 - Instalación sistema de detección

Cabe resaltar que para nuestro caso en particular solo se detalla el “nivel 1” del edificio, sin embargo, esto se ha de repetir para cada nivel de un proyecto, asimismo cada disciplina tiene actividades diversas dependiendo de cada caso. Y dependiendo de cada actividad, se le asignan los recursos que se detallaron en la tabla 1 de la sección 2.4.

Para la actualización del avance físico mediante los recursos, en la sección 2.8.1 se detalla la dinámica.

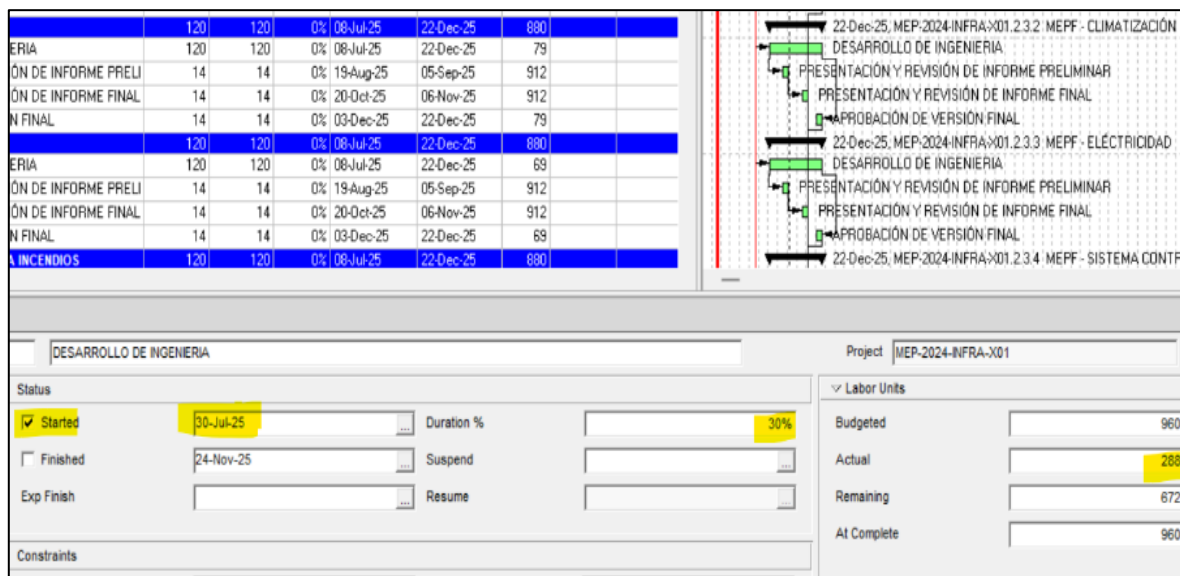
2.7 Ingreso de avances

Una vez tengamos un cronograma definido, para el ingreso de avances mes a mes se tienen diferentes opciones.

En primer paso es “dar inicio” a la actividad en cuestión, esto se hace mediante la pestaña de “status”, posteriormente se debe dar “clic” a la casilla de “Started”, como se puede ver en la Figura 20. Asimismo, al iniciarla, se debe seleccionar la fecha real de inicio y el

porcentaje de duración al momento de ingresar los datos, en este ejemplo se supuso un avance del 30% de la actividad, esto hace que automáticamente Primavera P6 extraiga la mano de obra actual y remanente, esto en base a lo ya ingresado.

Figura 20
Iniciar actividades



Nota. Vista de la actividad A1800 iniciada, pestaña "Status".

Si siguiendo la misma dinámica se puede dar por finalizadas actividades y poner otras en proceso de avance. Además, se tiene la particularidad que las actividades finalizadas tienen su barra de progreso de color azul.

En Microsoft Project, iniciar una actividad es un procedimiento simple que puede ejecutarse como actualización de la fecha de inicio o el porcentaje de avance, pero éstas limitan la precisión ya que MS Project no tiene un campo específico para la fecha de inicio real. Por otra parte, Primavera P6 permite más control y registra tanto la fecha de inicio real como el tipo de avance (por duración, unidades o físico), permitiendo así una diferenciación clara entre la fecha planificada y la fecha real de inicio. La flexibilidad de control que permite Primavera P6 es clave en proyectos complejos que requieren una forma más detallada de control del progreso que proporciona MS Project, que está más orientado a proyectos que no requieren esta profundidad.

Para demostrar cómo sería la vista en el caso de estar ingresando avances, se tiene un ejemplo con la Figura 21, donde se pueden comparar fechas entre las columnas de la línea base del cronograma (las planeadas) y las columnas de inicio y fin actuales.

Como se observa, la nueva fecha de finalización del proyecto, con los avances ya ingresados, se recalcula al 11 de enero de 2029, en lugar de la fecha original establecida en la

fase de planificación, que era el 25 de mayo. Esto significa que, a medida que se registran avances y las actividades inician o finalizan, las fechas proyectadas en las columnas "start" y "finish" se actualizarán dinámicamente.

Figura 21

Vista con actividades iniciadas

Layout: Classic Schedule Layout		Filter: All Activities											
Activity ID	Activity Name	Original Duration	Y	Total Float	BL Project Start	BL Project Finish	Start	Finish	Actual Start	Actual Finish			
MEP-2024-INFRA-X01	EDIFICIO MULTIDICI	1119		82	07-Jan-25	25-May-29	13-Jan-25 A	11-Jan-29	13-Jan-25				
MEP-2024-INFRA-X01.1	HITOS	835		82	07-Jan-25	25-May-29	30-Jan-26 A	11-Jan-29	30-Jan-26				
MEP-2024-INFRA-X01.2	INGENIERIA	240			21-Jan-25	22-Dec-25	21-Jan-25 A	09-Jan-26 A	21-Jan-25	09-Jan-26			
MEP-2024-INFRA-X01.3	PROCURA	635		537	07-Jan-25	12-Oct-27	13-Jan-25 A	15-Apr-27	13-Jan-25				
MEP-2024-INFRA-X01.4	CONSTRUCCIÓN	755		82	08-Jul-25	25-May-29	25-Jan-25 A	11-Jan-29	25-Jan-25				
MEP-2024-INFRA-X01.4.1	EDIFICIO ALPHA	755		82	08-Jul-25	25-May-29	25-Jan-25 A	11-Jan-29	25-Jan-25				
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	150			08-Jul-25	02-Feb-26	31-Jan-25 A	17-Aug-25 A	31-Jan-25	17-Aug-25			
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.1.1	NIVEL 1	150			08-Jul-25	02-Feb-26	31-Jan-25 A	17-Aug-25 A	31-Jan-25	17-Aug-25			
A38200	EXCAVACIÓN	150			08-Jul-25	02-Feb-26	31-Jan-25 A	17-Aug-25 A	31-Jan-25	17-Aug-25			
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.2	SUBESTRUCTURAS	290		607	02-Mar-26	15-Jan-27	25-Jan-25 A	03-Sep-26	25-Jan-25				
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.2.1	NIVEL 1	290		607	02-Mar-26	15-Jan-27	25-Jan-25 A	03-Sep-26	25-Jan-25				
A38800	CAPITELES Y VIGAS	40			02-Mar-26	24-Apr-26	01-Feb-25 A	19-Mar-25 A	01-Feb-25	19-Mar-25			
A39100	REFUERZOS ADICIONALES	60			02-Mar-26	22-May-26	25-Jan-25 A	12-Apr-25 A	25-Jan-25	12-Apr-25			
A38900	PILARES	40			27-Apr-26	19-Jun-26	30-Mar-25 A	10-May-25 A	30-Mar-25	10-May-25			
A39000	MUROS EXTERIORES	60			22-Jun-26	11-Sep-26	26-May-25 A	07-Aug-25 A	26-May-25	07-Aug-25			

Nota. Vista general del cronograma con actividades iniciadas, en curso y finalizadas

2.8 Seguimiento de avances en el proyecto (Recursos)

Como se vio en apartados precedentes, para el seguimiento de los avances de los diferentes commodities que pueda tener el proyecto (en nuestro caso cables, tuberías, etc.) se tiene la opción de los recursos asignados en cada actividad y la actualización de "Budgeted labor unit". A continuación, se detallará la dinámica para la actualización y seguimiento correspondiente durante la ejecución del proyecto en cuestión:

2.8.1 Actualización de recursos para el seguimiento de avance físico

Al asignar un recurso a una actividad en Primavera P6, también se define un valor presupuestado conocido como "Budgeted Units", que representa la cantidad total del material necesario para completar esa tarea. Este valor permite planificar de manera efectiva los recursos, ya sea material o mano de obra. Por ejemplo, en la Figura 22, se indica que para la actividad de instalación de sistemas de baja tensión (BT), se requieren 300 unidades o metros de cable. Este valor presupuestado es esencial para calcular los recursos totales necesarios y asegurarse de que el proyecto tenga la cantidad correcta de insumos disponibles en el momento adecuado.

Una vez establecido el Budgeted Units, es recomendable actualizar regularmente las "Actual Regular Units" mes a mes, a medida que la actividad avanza. Este seguimiento continuo asegura que el progreso de la actividad esté alineado con la realidad en el terreno,

permitiendo ajustar el cronograma y el uso de recursos en función del material consumido hasta el momento. Actualizar estos valores de manera periódica ofrece una visión precisa del avance y ayuda a prever cualquier desviación en el uso de materiales, optimizando el control y la gestión del proyecto.

Figura 22

Recursos asignados en instalaciones

General Status Resources Predecessors Successors					
Activity		INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BAJA TENSIÓN			
Resource ID Name	Primary Resource	Budgeted Units	Actual Regular Units	Remaining Units	
M-BDJ.BANDEJAS	<input type="checkbox"/>	300	0	300	
M-CB.CABLE BT	<input type="checkbox"/>	300	0	300	
M-CONDUIT.CONDUITS	<input type="checkbox"/>	240	0	240	
I-Instalaciones MEPF.Técnicos	<input checked="" type="checkbox"/>	1200	0	1200	

Nota. Recursos asignados en instalación de sistemas de BT

2.8.2 Actualización de las unidades de mano de obra

En Primavera P6, cada actividad tiene un valor presupuestado de mano de obra conocido como "Budgeted Labor Unit", que está directamente relacionado con la duración planificada de esa actividad. Una manera eficiente de actualizar el cronograma es mediante el ajuste del "Actual Labor Unit", que puede hacerse de forma manual o mediante una carga masiva de datos, lo que es especialmente útil en proyectos de gran escala. También se puede optar por actualizar el porcentaje de duración completada a medida que las actividades avanzan, ajustando este valor mes a mes en función de las horas-hombre (HH) invertidas, un ejemplo del ingreso de estos datos se puede ver en la Figura 23, en este caso se optó por un ingreso manual a determinadas actividades. Esta actualización puede ser proporcional al esfuerzo real aplicado en cada actividad, permitiendo un control más realista del progreso.

Figura 23

Actualización de la mano de obra invertida

INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BAJA TENSIÓN				Project	MEP-2024-INFRA-X01
Status					
<input checked="" type="checkbox"/> Started	01-May-28	Duration %	<input type="text" value="0%"/>	Labor Units	
<input type="checkbox"/> Finished	24-Nov-28	Suspend	<input type="text"/>	Budgeted	<input type="text" value="1200"/>
Exp Finish		Resume	<input type="text"/>	Actual	<input type="text" value="0"/>
Constraints				Remaining	<input type="text" value="1200"/>
				At Complete	<input type="text" value="1200"/>

Nota. Vista general de la data que se ha de actualizar para dar avance al cronograma.

El seguimiento de estos datos es esencial ya que una actualización veraz con respecto al avance físico, así como el cómputo de las horas de trabajo efectuado, tiene un papel fundamental para mostrar con mayor fidelidad el estado actual del proyecto. De este modo, se avanza con el programa, pero también con la detección de sobrecostos que puedan aparecer; lo que también ayuda a tomar decisiones sobre la redistribución de recursos y reprogramar actividades críticas del proyecto con el fin de cumplir con los plazos y los costes esperados. El programa se convierte, pues, en una herramienta valiosa que permite gestionar el proyecto con más eficacia.

2.9 Riesgo

En la elaboración del análisis de riesgos utilizaremos el Primavera P6 Risk Analysis, una herramienta que permite realizar análisis cuantitativos de los riesgos de proyectos, se alimenta del software de gestión del proyecto Primavera P6 para identificar, evaluar y mitigar los riesgos que pueden hacer variar la planificación del proyecto, así como el grado de esfuerzo y coste de este. Este software permite obtener una representación más precisa del impacto de los riesgos a partir de simulaciones, aplicando, por ejemplo, la técnica de Monte Carlo, para generar diferentes escenarios y prever cómo los riesgos pueden alterar los resultados que se esperaban. El uso del Primavera P6 Risk Analysis tiene lugar en proyectos complejos, donde los directores requieren tener una idea clara sobre los posibles riesgos y sus implicaciones para la planificación general. (*Introducing P6 Professional*, s. f.; *Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22*, s. f.)

Como complemento de Primavera P6, Primavera P6 Risk Analysis ayuda a los gestores de proyectos a tomar decisiones más informadas y estratégicas. Mientras que Primavera P6 permite la planificación y gestión detallada de las actividades del proyecto, Risk Analysis añade una capa adicional de análisis al permitir que los usuarios simulen retrasos, sobrecostos y otras variables asociadas a la incertidumbre. A través de estas simulaciones, es posible identificar las actividades críticas más vulnerables a los riesgos y evaluar planes de contingencia que aseguren que el proyecto pueda cumplir con sus plazos y presupuesto, incluso cuando ocurran eventos inesperados. (*Introducing P6 Professional*, s. f.; *Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22*, s. f.)

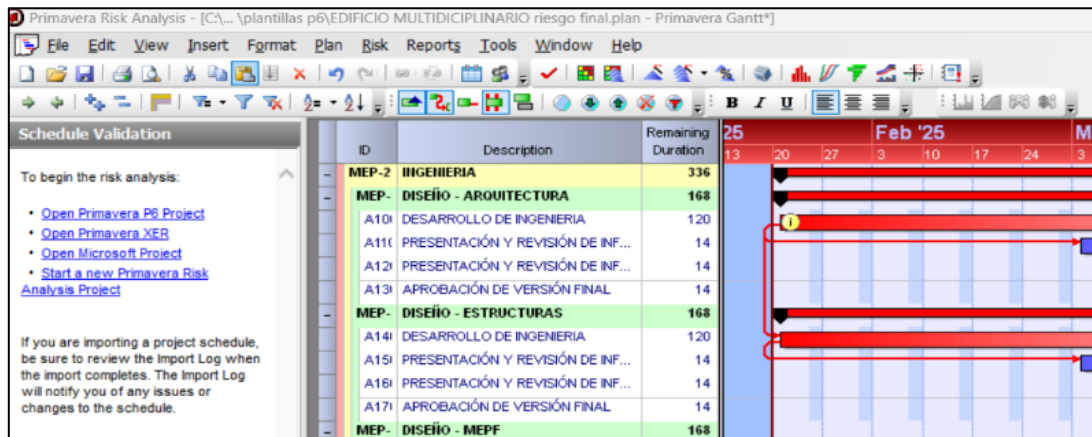
Para el caso de Microsoft Project, este no ofrece un análisis de riesgos avanzado integrado, lo que limita su capacidad para anticipar y gestionar incertidumbres en proyectos complejos. A diferencia de Primavera P6, que incorpora herramientas como Primavera Risk Analysis, MS Project carece de opciones, esto significa que, en MS Project, la identificación y evaluación de riesgos depende de herramientas externas, lo que añade complejidad y limita la capacidad de los gestores para ajustar los plazos y recursos de manera proactiva.

Para generar este análisis tenemos que exportar el proyecto de Primavera P6 en formato (.xer), una vez hecho esto, abrimos Primavera P6 Risk Analysis, e importamos el

proyecto. Habiendo hecho lo anterior, tendremos una vista, como la que se muestra en la Figura 24:

Figura 24

Primavera P6 Risk Analysis



Nota. Ventana del software de análisis de riesgos, posterior a la carga del proyecto.

Una vez importado, debemos iterar duraciones, esto se hace mediante Risk – Duration Quick Risk. En la ventana emergente tenemos diferentes opciones de distribución de probabilidad:

- **Distribución Uniforme:** Asume que todas las duraciones dentro de un rango especificado tienen la misma probabilidad de ocurrir. Es útil cuando no hay suficiente información para priorizar una duración específica sobre otra dentro del rango.
- **Distribución Normal:** Esta distribución se considera simétrica, con un centro en la duración media que asegura el mayor grado de probabilidad de su ocurrencia en la cercanía de la media, junto con una reducción en el valor de la probabilidad en ambos extremos. Se puede utilizar cuando hay una duración más probable que se aproxima a la media.
- **Distribución Triangular:** Se basa en tres puntos definatorios: duración mínima, duración más probable y duración máxima. La forma de esta distribución se obtiene mediante un triángulo isósceles, donde la duración más probable es aquella con un grado de probabilidad mayor de ocurrir. Resulta de uso apropiado cuando se poseen buenos conocimientos en cuanto a los valores extremos y el derivado de la duración más común.

- **Distribución Beta (PERT):** Similar a la triangular, pero con bordes suavizados. Utiliza valores mínimos, máximos y probables, y se ajusta mejor para situaciones donde los extremos son menos probables y se espera que los valores se concentren alrededor del valor probable. Es comúnmente usada en análisis PERT (Program Evaluation and Review Technique).

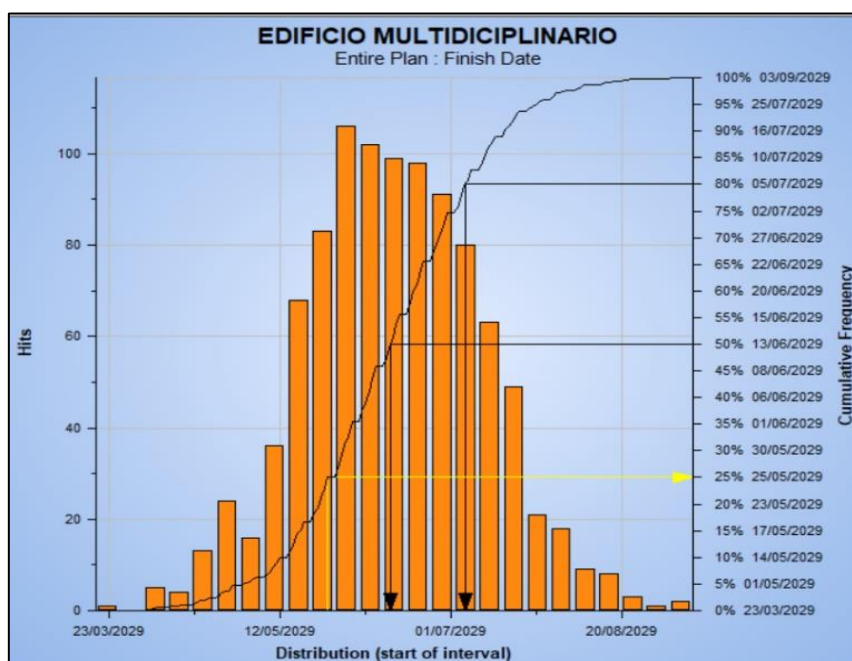
Estas distribuciones nos permitirán simular diferentes escenarios y estimar la variabilidad en la duración de las actividades, proporcionando una mejor comprensión de cómo la incertidumbre puede afectar el cronograma general del proyecto. En nuestro caso optaremos por una distribución triangular, ya que esta distribución modela la duración de muchas tareas que ocurren en la vida real. (*Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22, s. f.*)

Elegida la distribución, procedemos a hacer la simulación dando “clic” a “Run Risk Analysis”. En nuestro caso en particular, se correrá el programa para el proyecto base, y después con el proyecto con avances ingresados, para que más adelante se discutan las diferencias.

2.9.1 En la etapa de planificación

Figura 25

Simulación de la fecha fin en base a riesgos, en la etapa de planificación



Nota. Fecha fin más probable del proyecto mediante distribución triangular.

Figura 26*Resultado estadísticos, etapa de planificación*

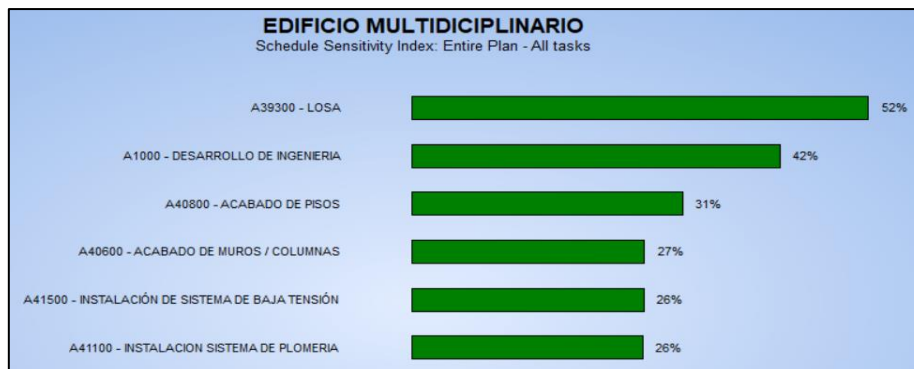
Statistics	
Minimum:	23/03/2029
Maximum:	03/09/2029
Mean:	13/06/2029
Bar Width:	week
Highlighters	
Deterministic (25/05/2029)	25%
50%	13/06/2029
80%	05/07/2029

Nota. Resultados de la simulación de riesgos con distribución triangular.

Primavera Risk Analysis, al hacer la estimación de la fecha fin, nos da como resultado la gráfica de Pareto de la Figura 25, junto con la tabla de la Figura 26, como se puede ver, en la fase de planificación, (sin ningún avance ingresado), tenemos una certidumbre del 80% que el proyecto va a terminar el 5 de julio del 2029, y no el 25 de mayo, como se estima en el cronograma base, y que tiene una certidumbre del 25%.

Asimismo, podemos generar un análisis tornado que identifica los factores de mayor criticidad dentro del proyecto, teniendo como resultado, lo que se nos muestra en la Figura 27. En esta gráfica podemos ver que la actividad más crítica es la A39300 que corresponde a la fase de construcción de la superestructura del edificio.

Cabe resaltar que al haber definido el tipo de distribución con las que se estimaron las duraciones que generaron los presentes resultados, dependiendo de la distribución que se elija, las fechas fin proyectadas y las actividades críticas definidas por Primavera Risk Analysis pueden variar.

Figura 27*Actividades críticas en el proyecto, en la etapa de planificación*

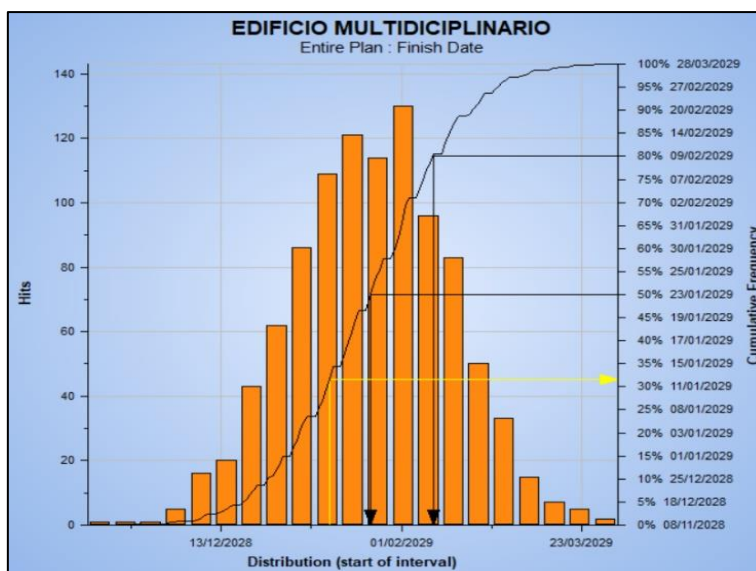
Nota. Resultados de la simulación de riesgos con distribución triangular.

2.9.2 En la etapa de ingreso de avances

En este caso se trabaja sobre el cronograma con avances ingresado, es decir con un conjunto de actividades ya iniciadas, como se puede ver en el apartado 2.7.

Figura 28

Simulación de la fecha fin en base a riesgos, con avances registrados



Nota. Fecha fin más probable del proyecto mediante distribución triangular.

Figura 29

Resultado estadísticos, con avances registrados.

Statistics	
Minimum:	08/11/2028
Maximum:	28/03/2029
Mean:	22/01/2029
Bar Width:	week
Highlighters	
Deterministic (11/01/2029)	32%
50%	23/01/2029
80%	09/02/2029

Nota. Resultados de la simulación de riesgos con distribución triangular.

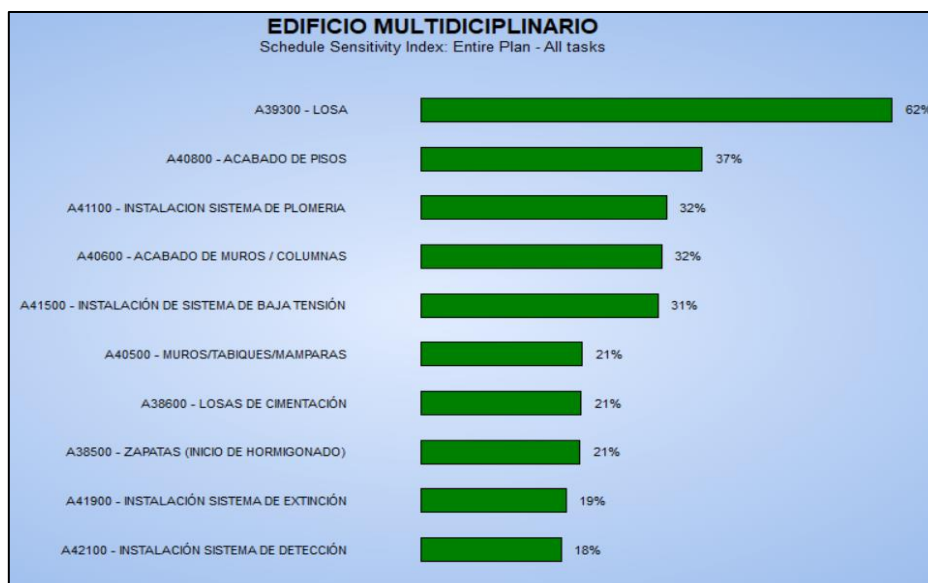
Para la fecha estimada de finalización en el caso del proyecto con avances ingresados (cuya dinámica se explicó en el apartado 2.7.), se obtuvo un 80% de certeza de que la fecha

fin será el 9 de febrero de 2029, como se muestra en las Figuras 28 y 29. Esto contrasta con la fecha fin proyectada del 11 de enero de 2029 del cronograma con avances registrados.

Esta fecha proyectada inicialmente, es extraída a fin de poder tener la fecha de referencia que viene directamente de la proyección que hace el software base de Primavera P6, esta se puede ver en la columna de "Finish" (Ver Figura 21) del respectivo caso.

Figura 30

Actividades críticas en el proyecto, con avances registrados



Nota. Resultados de la simulación de riesgos con distribución triangular.

Por último, como se puede ver en la Figura 30, el análisis tornado del proyecto con avances ingresados nos da que la actividad crítica sigue siendo la A39300, correspondiente a la construcción de losas.

La discusión y comentario adicionales de los presentes resultados se hará en el siguiente apartado.

2.10 Información generada para evaluación del estado del proyecto

A lo largo del capítulo se ha detallado la forma en cómo se ingresa data al programa Primavera P6, asimismo se han obtenido diversos reportes, gráficas e información relevante que es importante interpretar correctamente para usarlas a favor de mejorar el cronograma, definir acciones preventivas o paliativas ante un retraso inminente en ciertas actividades o cuando menos tener una visión clara del "peor escenario posible" y sus posibles consecuencias.

Una de las primeras cosas de las que debemos fijarnos en el cronograma aparece en los hitos clave del proyecto, ya que estas actividades arrastran fechas cruciales que afectan el

desarrollo de diversas fases. Desde esta perspectiva inicial, es posible visualizar las duraciones de las distintas etapas del proyecto y determinar la fecha de finalización proyectada. En nuestro caso, con el proyecto iniciado, la fecha fin proyectada es del 11 de enero de 2029, como se puede ver en la Figura 31. Sin embargo, es importante destacar que la fecha de finalización planeada para todo el proyecto era el 7 de mayo de 2029, lo que revela que aún nos mantenemos dentro de la fecha fin máxima.

Figura 31
Vista general de fechas

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Schedule %	Total Float	BL Project Start	BL Project Finish	Start	Finish	Actual Start	Actual Finish	Actual Duration	Early Start	Late Start	Early Finish	Late Finish
MEP-2024-INFRA-X01	EDIFICIO MULTIDICI	1119	755	70.72%	82	20-Jan-25	08-Jun-29	13-Jan-26 A	11-Jan-29	13-Jan-26		459	20-Feb-26	16-Jun-26	11-Jan-29	07-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.1	HITOS	635	755	0%	82	20-Jan-25	08-Jun-29	30-Jan-26 A	11-Jan-29	30-Jan-26		15	20-Feb-26	25-Sep-28	11-Jan-29	07-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.2	INGENIERIA	240	0	100%		21-Jan-25	22-Dec-25	21-Jan-25 A	09-Jan-26 A	21-Jan-25	08-Jan-26	254	20-Feb-26	16-Jun-26	20-Feb-26	07-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.3	PROCURA	635	300	78.52%	537	20-Jan-25	09-Nov-26	13-Jan-25 A	15-Apr-27	13-Jan-25		458	20-Feb-26	16-Jun-26	15-Apr-27	07-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.4	CONSTRUCCIÓN	755	755	100.00%	82	20-Jan-25	10-Nov-28	25-Jan-25 A	11-Jan-29	25-Jan-25		279	20-Feb-26	16-Jun-26	11-Jan-29	07-May-29
MEP-2024-INFRA-X01.5	COMISIONAMIENTO	0	0	0%	0							0				

Nota. Vista general del cronograma.

Asimismo, cabe resaltar que tenemos los datos de inicio temprano, inicio tardío, fin temprano y fin tardío, las cuales nos ayudarán a revisar actividad por actividad cuál es el margen de tiempo que se tiene para ejecutar los trabajos, sin alterar la ruta crítica.

En cuanto a recursos, se ha estimado que el proyecto tendrá un costo total de \$11,076,000.00, con una inversión de aproximadamente 176,048 horas-hombre (H-H), lo que refuerza la necesidad de una gestión precisa y eficiente.

En los resultados obtenidos mediante Primavera Risk Analysis, se llevaron a cabo evaluaciones en diferentes fases del proyecto. Inicialmente, se realizó el análisis en la fase de planificación, sin ningún tipo de avance registrado, y posteriormente, se ejecutó con el proyecto en curso, con avances incluidos. Es fundamental realizar un análisis de riesgo en cada etapa y de forma periódica, dado que, como se constató, las fechas estimadas de finalización y las actividades críticas varían en cada caso. Esta diferencia resalta la importancia de ajustar continuamente los planes según el progreso del proyecto y los riesgos identificados en cada fase.

En la fase de planificación del proyecto, según la Figura 22 relacionada con la identificación de actividades críticas, se determinó que las actividades A39300, A1000 y A40800 eran de especial cuidado, por lo que se recomendó asignar los recursos necesarios para garantizar su ejecución eficaz. Sin embargo, cuando el proyecto ya contaba con avances, las actividades críticas se redujeron a A39300 y A40800, evidenciando un ligero cambio en las prioridades. Esto sugiere que, tanto la actividad A39300, que corresponde a la construcción de losas, como la actividad A40800, relativa a los acabados en pisos, deben ser controladas rigurosamente durante cada periodo de actualización del cronograma.

En particular, la actividad A39300, que abarca la elaboración de losas en la superestructura, tiene una fecha de inicio temprana del 1 de mayo de 2026. Es crucial que su inicio tardío no sobrepase el 25 de agosto de 2026 para evitar retrasos que afecten el cronograma general. De manera similar, la actividad A40800, relacionada con los acabados en pisos, debe comenzar a más tardar el 7 de diciembre de 2027, teniendo como fecha de inicio temprana el 13 de agosto de 2027. Estos datos resaltan la importancia de un seguimiento constante y detallado en estas actividades críticas para asegurar el cumplimiento de los plazos del proyecto.

Finalmente, el análisis de Primavera P6 Risk Analysis nos brindó en la Figura 25 una proyección detallada de la duración total del proyecto. Este análisis, basado en iteraciones de las actividades aún no iniciadas, calcula fechas de finalización más realistas. Durante la fase de planificación, se estimó con un 80% de certeza que el proyecto concluiría el 5 de julio de 2029. Sin embargo, al repetir el análisis con avances registrados, el nivel de certeza del 80% indica ahora que la nueva fecha de finalización sería el 9 de febrero de 2029, reflejando una mejora significativa en los plazos. Esta mejora puede deberse a que el proyecto inició con una pequeña diferencia respecto a la planificación original, lo que redujo la holgura y la incertidumbre, especialmente al contar ya con actividades completadas.

2.10.1 Impacto de un escenario desfavorable en el proyecto

Ya se discutió el estatus del proyecto y fechas, habiendo ingresado avances y teniendo un escenario favorable. En este apartado modificaremos las fechas reales de las actividades A38200, A38300, A38400 y A38500, esto porque buscamos definir un inicio o finalización de forma muy tardía.

En nuestro caso en particular, las actividades A38300 y A38400 se postergaron su inicio unos 4 meses, mientras que las actividades A38200 y A38500, unos 5 meses. De este modo se verá el impacto en la fecha fin proyectadas, tanto en Primavera P6, Primavera Risk Analysis, y actividades críticas definidas por Primavera Risk Analysis.

Estos cambios de fechas se ven reflejados en las Figura 32 y 33:

Figura 32

Actividades antes de la modificación

2024-INFRA-X01.4 CONSTRUCCIÓN		755	755	2.64%	82	08-Jul-25	25-May-29	25-Jan-25 A	11-Jan-29	25-Jan-25	
2024-INFRA-X01.4.1 EDIFICIO ALPHA		755	755	2.64%	82	08-Jul-25	25-May-29	25-Jan-25 A	11-Jan-29	25-Jan-25	
EP-2024-INFRA-X01.4.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS		150	0	100%		08-Jul-25	02-Feb-26	31-Jan-25 A	17-Aug-25 A	31-Jan-25	17-Aug-25
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.1.1 NIVEL 1		150	0	100%		08-Jul-25	02-Feb-26	31-Jan-25 A	17-Aug-25 A	31-Jan-25	17-Aug-25
A38200 EXCAVACIÓN		150	0	100%	100%						
EP-2024-INFRA-X01.4.1.2 SUBESTRUCTURAS		290	140	0%	607	02-Mar-26	15-Jan-27	25-Jan-25 A	03-Sep-26	25-Jan-25	
MEP-2024-INFRA-X01.4.1.2.1 NIVEL 1		290	140	0%	607	02-Mar-26	15-Jan-27	25-Jan-25 A	03-Sep-26	25-Jan-25	
A38300 ZAPATAS (INICIO DE TRABAJO)		50	0	0%	100%						
A38400 VIGAS DE CIMENTACIÓN		40	0	0%	100%						
A38500 ZAPATAS (INICIO DE HORMIGÓN)		50	50	0%	0%	82	06-Jul-26	11-Sep-26	26-Dec-25 A	30-Apr-26	26-Dec-25
A38600 LOSAS DE CIMENTACIÓN		50	50	0%	0%	82	14-Sep-26	20-Nov-26	01-May-26	09-Jul-26	
A38700 MUROS DE CONTENCIÓN		40	40	0%	0%	607	23-Nov-26	15-Jan-27	10-Jul-26	03-Sep-26	
A38800 CAPITELES Y VIGAS		40	0	0%	100%						
A38900 PILARES		40	0	0%	100%						
A39000 MUROS EXTERIORES		60	0	0%	100%						
A39100 REFUERZOS ADICIONALES		60	0	0%	100%						

Nota. Vista de las actividades antes de extender su inicio y fin reales

Figura 33

Actividades después de la modificación

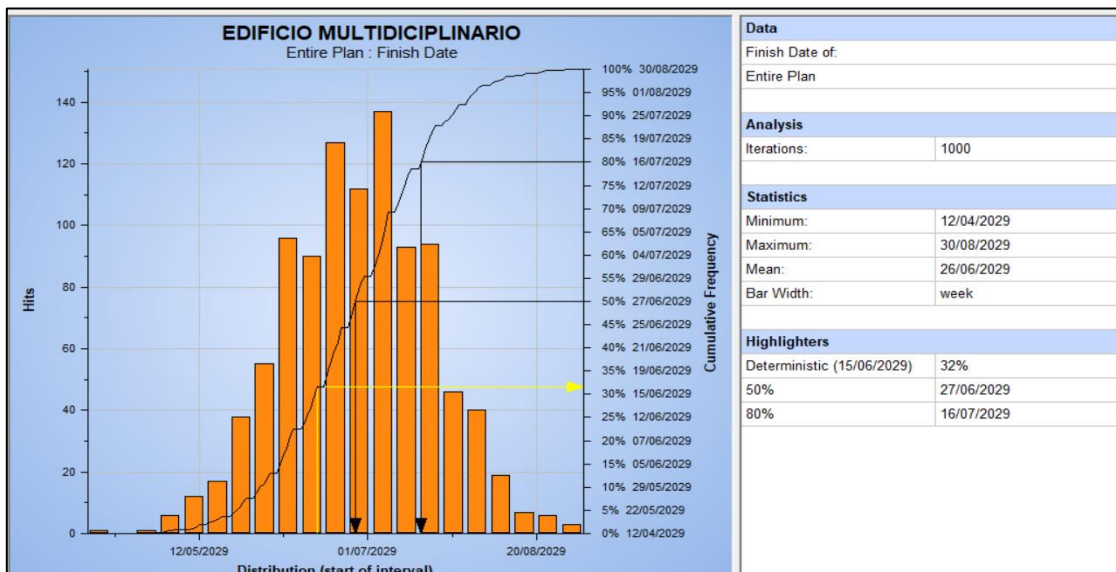
P-2024-INFRA-X01-P.4 CONSTRUCCIÓN		866	755	16.35%	-29	08-Jul-25	25-May-29	25-Jan-25 A	15-Jun-29	25-Jan-25	
EP-2024-INFRA-X01-P.4.1 EDIFICIO ALPHA		866	755	16.35%	-29	08-Jul-25	25-May-29	25-Jan-25 A	15-Jun-29	25-Jan-25	
MEP-2024-INFRA-X01-P.4.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS		150	0	100%		08-Jul-25	02-Feb-26	04-Aug-25 A	06-Apr-26 A	04-Aug-25	06-Apr-26
MEP-2024-INFRA-X01-P.4.1.1.1 NIVEL 1		150	0	100%		08-Jul-25	02-Feb-26	04-Aug-25 A	06-Apr-26 A	04-Aug-25	06-Apr-26
A38200 EXCAVACIÓN		150	0	100%	100%						
MEP-2024-INFRA-X01-P.4.1.2 SUBESTRUCTURAS		251	140	59.51%	496	02-Mar-26	15-Jan-27	25-Jan-25 A	05-Feb-27	25-Jan-25	
MEP-2024-INFRA-X01-P.4.1.2.1 NIVEL 1		251	140	59.51%	496	02-Mar-26	15-Jan-27	25-Jan-25 A	05-Feb-27	25-Jan-25	
A38300 ZAPATAS (INICIO DE TRABAJO)		50	0	100%	100%						
A38400 VIGAS DE CIMENTACIÓN		40	0	100%	100%						
A38500 ZAPATAS (INICIO DE HORMIGÓN)		50	50	30%	0%	-29	06-Jul-26	11-Sep-26	27-Jul-26 A	02-Oct-26	27-Jul-26
A38600 LOSAS DE CIMENTACIÓN		50	50	0%	0%	-29	14-Sep-26	20-Nov-26	05-Oct-26	11-Dec-26	
A38700 MUROS DE CONTENCIÓN		40	40	0%	0%	496	23-Nov-26	15-Jan-27	14-Dec-26	05-Feb-27	
A38800 CAPITELES Y VIGAS		40	0	100%	100%						

Nota. Vista de las actividades después de extender su inicio y fin reales

Como se puede ver en la Figura 33, tenemos una holgura de -29 días para las actividades A38500, A38600, esto quiere decir, que, a la fecha de corte del cronograma en curso, en este caso 27 de julio del 2026, las actividades están retrasadas 29 días. Lo cual permite que el gestor tome principal atención a aquellas actividades con holgura negativa y se destinen recursos para su rápida ejecución.

Figura 34

Fecha fin proyectada, en un escenario desfavorable

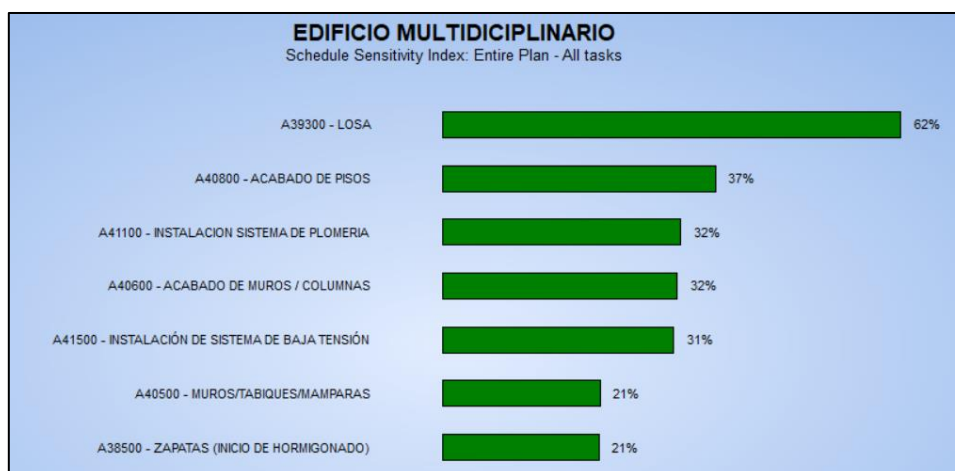


Nota. Vista del resultado en Primavera Risk Analysis en el escenario desfavorable del proyecto.

En Primavera Risk Analysis, como se puede ver en la Figura 34, tenemos una certidumbre de fin del proyecto para el 16 de julio del 2029, mientras que Primavera P6 estimó la fecha fin para el 15 de junio del 2029. Asimismo, al determinar las actividades críticas, como se puede ver en la Figura 35, la actividad A39300 sigue siendo la más crítica del conjunto de actividades aún no iniciadas del cronograma.

Figura 35

Actividades críticas en un escenario desfavorable



Nota. Lista de actividades críticas generado por Primavera Risk Analysis.

2.10.2 Comparación de fechas proyectadas y actividades críticas en los diferentes escenarios

Como se puede ver en la Tabla 2, las fechas fin proyectadas varían dependiendo del caso, además efectivamente en el escenario menos favorable, las fechas fin proyectadas tanto en Primavera P6 y en Primavera Risk Analysis tuvieron un retraso significativo, superando las fechas inicialmente planeadas.

En cuanto a las actividades críticas identificadas por el software de riesgos, se mantuvieron las actividades A39300 Y A40800 en los tres escenarios.

Con herramientas como Primavera P6, es posible anticipar estos riesgos con precisión y realizar ajustes estratégicos para minimizar su impacto, ofreciendo así una ventaja competitiva en la gestión de proyectos complejos.

Tabla 2

Comparación de fechas y actividades en diferentes escenarios

	<i>Etapa de planificación</i>	<i>Con avances registrados</i>	<i>Con avances registrados – Escenario desfavorable</i>
<i>Fecha fin – Primavera P6</i>	25/05/2029	11/01/2029	15/06/2029
<i>Fecha fin – Primavera Risk Analysis</i>	05/07/2029	09/02/2029	16/07/2029
<i>Top 3 actividades más críticas</i>	A39300, A1000 y A40800	A39300, A40800 y A41100	A39300, A40800 y A41100

Nota. Consolidado de fechas y actividades críticas resultantes en diferentes escenarios.

Conclusiones

- Hay muchas maneras de controlar los proyectos, siendo Primavera P6 la que permite obtener cuantiosa información a partir de datos clave como el EDT, las actividades, las relaciones, los recursos, etc.; a diferencia de otras aplicaciones, Primavera P6 permite no sólo hacer reportes o gráficos de Gantt a medida, sino también gestionar los recursos en profundidad y asignar múltiples relaciones entre actividades. Esa profundidad en el control, y en las personalizaciones, hace que Primavera P6 sea superior y permita conocer en profundidad, y de manera muy precisa cada una de las partes del proyecto.
- Aunque lo ideal es trabajar con un cronograma completo que incluya las siete fases principales del proyecto, si el enfoque está en las actividades MEPF, es suficiente centrarse en los hitos clave, las relaciones y las fases de ingeniería, procura y construcción. El avance neto se controla principalmente en la fase de construcción, mientras que las fechas críticas de llegada de suministros se determinan a través de las fases de procura e ingeniería. Esta simplificación permite mantener un control eficiente sin perder de vista los aspectos esenciales del proyecto.
- Primavera P6 permite trabajar con un nivel de detalle profundo y personalizado, de acuerdo con los criterios que tenga cada gestor. La potencia de la herramienta y la posibilidad de carga masiva de características y recursos clave, hace que trabajar con el cronograma sea una tarea altamente detallada y productiva, dando como resultado que la planificación sea fluida. También permite avanzar y controlar con mucha velocidad las fases del proyecto sin complicaciones.
- Existen diversas formas de realizar el seguimiento de los avances físicos y, en el presente proyecto, se comprobó la eficacia de hacerlo a través de la asignación de materiales (commodities) y el ingreso periódico manual. Esta metodología resultó práctica y efectiva para controlar el progreso y asegurar la correcta administración de los recursos durante la ejecución del proyecto.
- Se ha establecido un nivel de detalle suficiente respecto a las disciplinas MEPF descomponiéndola mediante subcategorías, actividades y distintos recursos a cada área. De este modo se puede realizar un seguimiento y actualización equilibrados, evitando el exceso de detalle, a la par que se asegura un control eficaz y manejable.
- Los resultados obtenidos mediante Primavera Risk Analysis destacan la importancia de realizar evaluaciones periódicas en diferentes fases del proyecto. Dependiendo del avance y de los escenarios simulados, las actividades críticas y fechas proyectadas pueden variar, lo que evidencia la necesidad de ajustar el cronograma constantemente. Este ajuste continuo asegura que el equipo de gestión pueda reaccionar ante cambios y mantener el proyecto en una trayectoria favorable.

- En un escenario desfavorable, las fechas de finalización proyectadas y la holgura negativa de ciertas actividades reflejan los riesgos potenciales de retraso.
- El análisis de riesgo realizado con el proyecto en curso, reveló una mejora en la proyección de la fecha de finalización, pasando del 5 de julio de 2029 a un nuevo estimado del 9 de febrero de 2029 (escenario favorable). Esta mejora refleja una disminución en la incertidumbre al tener actividades completadas y ajustadas, lo que reafirma la utilidad de Primavera P6 para prever riesgos y ajustar los cronogramas de manera estratégica a medida que se obtiene más información real del proyecto.



Glosario

Primavera P6: Software integral que gestiona y controla cronogramas, recursos y costes de proyectos de gran envergadura, con capacidad para la planificación y seguimiento de los mismos.

MEPF: Siglas que agrupan las disciplinas de Mecánica, Eléctrica, Plomería y Sistemas Contra Incendios en proyectos de infraestructura.

EDT (WBS): Estructura de Descomposición del Trabajo, herramienta que organiza y jerarquiza las actividades de un proyecto en fases y tareas manejables.

Valor Ganado (Earned Value Management): Técnica para la dirección del desempeño que compara el trabajo previsto, el trabajo ejecutado y los costes que son parte del proyecto.

Ruta Crítica: La secuencia de todas las actividades que determinan la duración total de un proyecto; el retraso de cualquiera de estas actividades va a impactar sobre el final del mismo.

Costo Presupuestado (Budgeted Expense Cost): Costo estimado asociado a cada actividad dentro del proyecto, necesario para su correcta ejecución.

Holgura (Float): Tiempo con el que puede retrasarse una actividad antes de que afecte el final del proyecto.

Simulación de Monte Carlo: Técnica de análisis de riesgos que permite evaluar la probabilidad de diferentes resultados en función de variables aleatorias.

Commodities: Recursos o materiales clave, como cables o tuberías, que son críticos para la ejecución de actividades específicas dentro de un proyecto.

FAT (Factory Acceptance Test): Prueba de aceptación realizada en fábrica para verificar el correcto funcionamiento de los equipos antes de su envío al sitio del proyecto.

Gantt Chart: Gráfico de barras que representa variaciones del cronograma de un proyecto, mostrando las fechas de inicio y entrega para cada actividad, las dependencias existentes entre las mismas, y el progreso real frente al que ha sido planificado.

Lista de abreviaturas

P6: Primavera P6

MEPF: Mecánica, Eléctrica, Plomería y Sistemas Contra Incendios

EDT: Estructura de Descomposición del Trabajo (WBS - Work Breakdown Structure)

EV: Valor Ganado (Earned Value)

PV: Valor Planificado (Planned Value)

AC: Costo Real (Actual Cost)

BAC: Presupuesto al Finalizar (Budget at Completion)

CPI: Índice de Desempeño de Costos (Cost Performance Index)

SPI: Índice de Desempeño del Cronograma (Schedule Performance Index)

FAT: Prueba de Aceptación en Fábrica (Factory Acceptance Test)

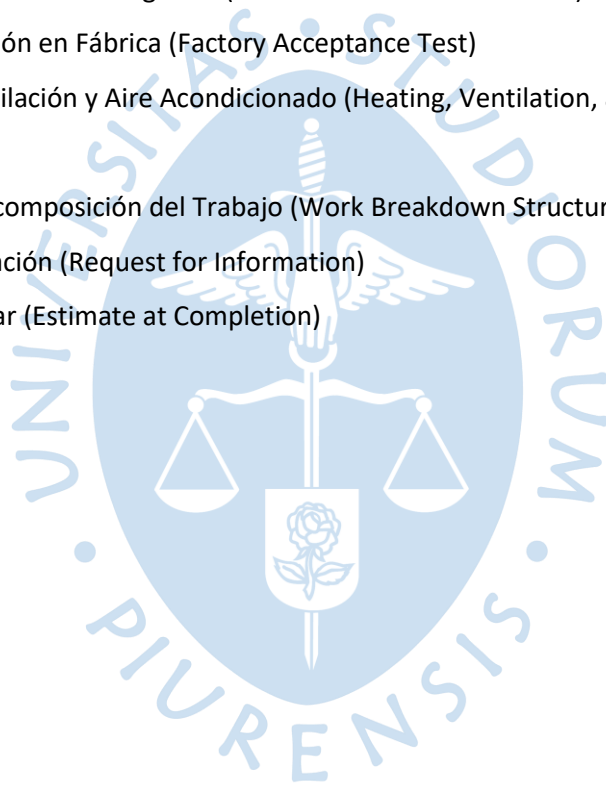
HVAC: Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (Heating, Ventilation, and Air Conditioning)

BT: Baja Tensión

WBS: Estructura de Descomposición del Trabajo (Work Breakdown Structure)

RFI: Solicitud de Información (Request for Information)

EAC: Estimado al Finalizar (Estimate at Completion)



Referencias

- Alcívar Loor, M. G. (2016). Estructura de Desglose de Trabajo como herramienta para la Planificación de Proyectos. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.33936/RIEMAT.V1I2.919>
- Budruk, P., Mudgal, D. N., & Patil, S. B. (2019). Risk Management using Primavera Software for Residential Sector. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2162. www.irjet.net
- Chopra, S., Dewangan, A., & Student, P. G. (2007). Developing an Efficient Schedule in Primavera P6: Significance of Activity ID & Descriptions. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An ISO, 3297, 2319-8753)*. www.ijirset.com
- Chura Marca, A. (2020). Optimización de la gestión de proyectos con la aplicación de teoría de restricciones, en proyectos de construcción multidisciplinarios en el sur del Perú. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8186>
- Crispieri, G. P. (2019). Factores de éxito y fracaso en la gestión de proyectos: un enfoque en las mejores prácticas. *Project Design and Management*, 1(1), 65-76. <https://doi.org/10.35992/mlspdm.v1i1.172>
- Faruk Garzozzi-Pincay, R., & Andrés Arízaga, F. (2022). *Manejo de las restricciones presentes durante la administración de proyectos*. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.5-1.1358>
- García Rojas, J. D. (2022). Diseño de un modelo de buenas prácticas para el uso de la estructura de desglose del trabajo (EDT) en la gestión de proyectos eléctricos para el sector industrial. https://utb.alma.exlibrisgroup.com/discovery/delivery/57UTB_INST:57UTB_INST/1232023630005731. <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/10431>
- Introducing P6 Professional*. (s. f.). Recuperado 23 de octubre de 2024, de https://docs.oracle.com/cd/F74771_01/client_help/en_US/introducing_primavera_project_management.htm
- Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de Proyectos - Cómo Dirigir Proyectos Exitosos, Coordinar los Recursos Humanos y Administrar los Riesgos* (M. Fernanda Castillo, Ed.; 1era ed.). Pearson.
- Montero, C., María, J., Guevara Gómez, J., Elizabeth, H., Arocutipa, F., Pedro, J., Cuadros, L., & Jénica, M. (2020). *Áreas de conocimiento y fases clave en la gestión de proyectos: consideraciones teóricas*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Namdev Pharne, P., Rajshekhar Wagdare, N., Limbone, N. P., & Gaikwad, J. D. (2022). *Project Management Using Primavera P6*. 10. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.42891>
- Nicolás, J., & Reyes, E. (2015). *Palermo Business Review | N° 12 | 2015 Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial*.
- Oracle Primavera P6 Data Dictionary Version 22*. (s. f.). Recuperado 26 de octubre de 2024, de https://docs.oracle.com/cd/F51301_01/English/User_Guides/p6_eppm_data_dictionary/index.htm

Project Management Institute Inc. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos - PMBOOK GUIDE* (6.ª ed.). Project Management Institute.

Rodríguez Camacho, D. F., & Forero Vega, F. (2013). Análisis, instalación, implementación y puesta en producción del software Oracle Primavera P6 Enterprise R para la empresa Colombia Móvil. *instname:Universidad Piloto de Colombia*.
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/3987>

Saenz Arteaga, A. R., Ostos Mariño, J., Bremser, K., & Lizarzaburu Bolanos, E. (2019). Estudio exploratorio en gestión de proyectos. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 17, 91-111.
<https://doi.org/10.36561/ing.17.5>

Terrazas, R. A. (2009). *MODELO CONCEPTUAL PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS*.

Vignesh. (2017). Resource Optimization of Construction Project Using Primavera P6. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* e-ISSN, 14(1), 1-08. <https://doi.org/10.9790/1684-1401050108>

Wallace, W. (2014). *Gestión de Proyectos*. Edinburgh Business School. www.ebsglobal.net,



Apéndices

Apéndice A. Reporte de la ruta crítica

EDIFICIO MULTIDISCIPLINARIO									
Ruta Crítica									
Activity ID	Activity Name	BL Project Start	BL Project Finish	Original Duration	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	
A1000	DESARROLLO DE INGENIERIA	21-Jan-25	07-Jul-25	120	21-Jan-25	07-Jul-25	01-Jan-25	17-Jun-25	
A1300	APROBACIÓN DE VERSIÓN FINAL	18-Jun-25	07-Jul-25	14	18-Jun-25	07-Jul-25	29-May-25	17-Jun-25	
A1400	DESARROLLO DE INGENIERIA	21-Jan-25	07-Jul-25	120	21-Jan-25	07-Jul-25	01-Jan-25	17-Jun-25	
A1700	APROBACIÓN DE VERSIÓN FINAL	18-Jun-25	07-Jul-25	14	18-Jun-25	07-Jul-25	29-May-25	17-Jun-25	
A38300	ZAPATAS (INICIO DE TRABAJOS)	02-Mar-26	08-May-26	50	02-Mar-26	08-May-26	10-Feb-26	20-Apr-26	
A38400	VIGAS DE CIMENTACIÓN	11-May-26	03-Jul-26	40	11-May-26	03-Jul-26	21-Apr-26	15-Jun-26	
A38500	ZAPATAS (INICIO DE HORMIGONADO)	06-Jul-26	11-Sep-26	50	06-Jul-26	11-Sep-26	16-Jun-26	24-Aug-26	
A38600	LOSAS DE CIMENTACIÓN	14-Sep-26	20-Nov-26	50	14-Sep-26	20-Nov-26	25-Aug-26	02-Nov-26	
A39300	LOSA	14-Sep-26	09-Apr-27	150	14-Sep-26	09-Apr-27	25-Aug-26	22-Mar-27	
A39600	"CIERRE DE ESTRUCTURA METÁLICA"	12-Apr-27	21-May-27	30	12-Apr-27	21-May-27	23-Mar-27	03-May-27	
A40500	MUROS/TABIQUES/MAMPARAS	24-May-27	30-Jul-27	50	24-May-27	30-Jul-27	04-May-27	12-Jul-27	
A40600	ACABADO DE MUROS / COLUMNAS	13-Sep-27	24-Dec-27	75	13-Sep-27	24-Dec-27	24-Aug-27	06-Dec-27	
A40700	CIELORASO	02-Aug-27	10-Sep-27	30	02-Aug-27	10-Sep-27	13-Jul-27	23-Aug-27	
A40800	ACABADO DE PISOS	27-Dec-27	28-Apr-28	90	27-Dec-27	28-Apr-28	07-Dec-27	10-Apr-28	
A41100	INSTALACION SISTEMA DE PLOMERIA	01-May-28	24-Nov-28	150	01-May-28	24-Nov-28	11-Apr-28	06-Nov-28	
A41500	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BAJA TENSIÓN	01-May-28	24-Nov-28	150	01-May-28	24-Nov-28	11-Apr-28	06-Nov-28	
A41900	INSTALACIÓN SISTEMA DE EXTINCIÓN	27-Nov-28	30-Mar-29	90	27-Nov-28	30-Mar-29	07-Nov-28	12-Mar-29	
A42000	INSTALACIÓN DE ROCIADORES	02-Apr-29	25-May-29	40	02-Apr-29	25-May-29	13-Mar-29	07-May-29	
A42100	INSTALACIÓN SISTEMA DE DETECCIÓN	27-Nov-28	30-Mar-29	90	27-Nov-28	30-Mar-29	07-Nov-28	12-Mar-29	
A42200	INSTALACIÓN DE DETECTORES	02-Apr-29	25-May-29	40	02-Apr-29	25-May-29	13-Mar-29	07-May-29	
A4800	REVISIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	08-Jul-25	25-Jul-25	14	08-Jul-25	25-Jul-25	18-Jun-25	07-Jul-25	

26-Oct-24 18:41

EDIFICIO MULTIDICIPLINARIO

26-Oct-24 18:41

Ruta Crítica

Activity ID	Activity Name	BL Project Start	BL Project Finish	Original Duration	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish
A4900	PROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES Y RECEPCIÓN DE COTIZACIONES	28-Jul-25	14-Aug-25	14	28-Jul-25	14-Aug-25	08-Jul-25	25-Jul-25
A5000	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS TÉCNICAS Y COMERCIALES	15-Aug-25	28-Aug-25	10	15-Aug-25	28-Aug-25	28-Jul-25	08-Aug-25
A5100	ADJUDICACIÓN	29-Aug-25	17-Sep-25	14	29-Aug-25	17-Sep-25	11-Aug-25	28-Aug-25
A5200	FIRMA DE CONTRATO	18-Sep-25	07-Oct-25	14	18-Sep-25	07-Oct-25	29-Aug-25	17-Sep-25
A5300	REVISIÓN DE INGENIERIA	08-Oct-25	18-Nov-25	30	08-Oct-25	18-Nov-25	18-Sep-25	29-Oct-25
A5400	FABRICACIÓN	19-Nov-25	20-Jan-26	45	19-Nov-25	20-Jan-26	30-Oct-25	31-Dec-25
A5500	EMBARQUE	21-Jan-26	29-Jan-26	7	21-Jan-26	29-Jan-26	01-Jan-26	09-Jan-26
A5600	TRANSPORTE	30-Jan-26	18-Feb-26	14	30-Jan-26	18-Feb-26	12-Jan-26	29-Jan-26
A5700	ENTREGA EN OBRA	19-Feb-26	27-Feb-26	7	19-Feb-26	27-Feb-26	30-Jan-26	09-Feb-26
Total		21-Jan-25	25-May-29	1134	21-Jan-25	25-May-29	01-Jan-25	07-May-29