



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS: ANÁLISIS DE
LAS METODOLOGÍAS, CASOS DE ESTUDIO”**

TESIS

Que para obtener el título de

INGENIERA QUÍMICA

P R E S E N T A

Claudia Ivette Yañez Aguilar

DIRECTOR DE TESIS

Lic. Héctor López Hernández



Ciudad Universitaria, CD. MX

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: **JOSÉ ANTONIO ORTIZ RAMÍREZ**

VOCAL: Profesora: **LETICIA LOZANO RÍOS**

SECRETARIO: Profesor: **HÉCTOR LÓPEZ HERNÁNDEZ**

1er.SUPLENTE: Profesor: **ALEJANDRO ZANELLI TREJO**

2° SUPLENTE: Profesor: **LUIS TELMO BERNARDEZ ALONSO**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Departamento de ingeniería química, Facultad de Química.

ASESOR DEL TEMA:

LIC. HÉCTOR LÓPEZ HERNÁNDEZ

SUSTENTANTE:

CLAUDIA IVETTE YAÑEZ AGUILAR

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
HIPÓTESIS	12
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS PARTICULARES	12
<u>1. LA RELEVANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS</u>	<u>14</u>
1.1 ¿QUÉ ES UN PROYECTO?	14
1.2 LA RELEVANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	15
1.3 RETOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	16
1.3.1 CASO: CREACIÓN DE UN GASEODUCTO	16
1.3.2 CASO: CONSTRUCCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “EL PLATANAL”	20
1.3.3 CASO: EXPANSIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ	22
1.4 EL PERFIL DEL DIRECTOR DE PROYECTOS	29
1.4.1 LOS PROBLEMAS A LOS QUE SE ENFRENTA EL LÍDER DE PROYECTO	30
1.4.2 LA TRASCENDENCIA DE LA CERTIFICACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	31
<u>2. LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS Y LA EMPRESA</u>	<u>33</u>
2.1 LOS DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURAS ORGANIZACIONALES	33
2.1.1 ESTRUCTURA CLÁSICA	34
2.1.2 ESTRUCTURA POR DEPARTAMENTALIZACIÓN	35
2.1.3 ESTRUCTURA MATRICIAL	35
2.1.4 ESTRUCTURA EN RED	36
2.1.5 CASO: LOS ESCUADRONES DE SPOTIFY Y EL DESARROLLO DE UNA ORGANIZACIÓN ÁGIL	37
2.2 ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS FORMAL Y SEMI-FORMAL	39

2.2.1	CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA APLICAR UNA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS FORMAL	41
3.	<u>EL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO</u>	43
3.1	CONFIGURACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LAS FASES DEL PROYECTO	46
3.2	CICLO DE INVERSIONES	48
3.3	IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD	51
3.3.1	ENTENDIMIENTO COMPLETO DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD	52
3.3.2	IDENTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA	53
3.3.3	ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	54
3.3.4	FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO	68
3.4	INICIO DEL PROYECTO	69
3.5	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	73
3.4.1	PROGRAMACIÓN	79
3.6	ADMINISTRACIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO	93
3.7	MONITOREO Y CONTROL	100
3.8	CIERRE DEL PROYECTO	105
4.	<u>ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS</u>	108
4.1	METODOLOGÍA PMI (<i>PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE</i>)	109
4.2	METODOLOGÍA PRINCE2	115
5.	<u>CASO DE ESTUDIO: DEFINICIÓN DEL ALCANCE Y PLANEACIÓN DE UNA PLANTA BIOTECNOLÓGICA</u>	123
5.1	ANTECEDENTES	123
5.2	DEFINICIÓN DE LA NECESIDAD	123
5.3	DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO	125
5.4	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	125
5.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO	128

5.6 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO	131
<u>6. CASO DE ESTUDIO: CONTROL Y MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA CARRETERA DE CUOTA EN MÉXICO</u>	<u>138</u>
6.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	138
6.2 DEFINICIÓN DE LA NECESIDAD IDENTIFICADA	139
6.3 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO	140
6.4 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	141
6.5 ADMINISTRACIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO	148
6.6 CONTROL DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	150
6.7 OBSERVACIONES Y PROPUESTAS	162
6.8 IMPACTOS AL CAMBIO DE GESTIÓN PROPUESTO	163
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>164</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>169</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>172</u>
ANEXO No.1 HABILIDADES DEL ADMINISTRADOR DE PROYECTOS	173
ANEXO No.2 TABLA PERIÓDICA DE LAS COMPETENCIAS ELEMENTALES DE GESTIÓN	174
ANEXO No.3 DIAGRAMA DE RED PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UNA PLANTA QUÍMICA	175
ANEXO No. 4 DIAGRAMA DE GANTT PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UNA PLANTA QUÍMICA	176
ANEXO No. 5 INTERACCIONES ENTRE LOS GRUPOS DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (PMI)	177
ANEXO No. 6 ESQUEMA DESGLOSADO DE LA METODOLOGÍA PMI	178

ANEXO NO. 7 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP) PARA UNA PLANTA BIOTECNOLÓGICA	179
ANEXO NO. 8 LINEAMIENTOS PARA EL CONTROL DE LOS TRABAJOS DE CAMPO	180
ANEXO NO. 9 EJEMPLO DE BITÁCORA DIARIA PARA LAS ACTIVIDADES DE CAMPO	181

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Ubicación de los gaseoductos en China.....	18
Figura No. 2 Importaciones Mexicanas de Gas Natural del 2010 al 2013	19
Figura No. 3 Gaseoducto Encino-La laguna	20
Figura No. 4 Central Hidroeléctrica El platanal	22
Figura No. 5 Esclusas originales y nuevas del canal de Panamá	24
Figura No. 6 Filtraciones de las esclusas del canal de Panamá	27
Figura No. 7 Conflictos de la oferta y demanda del canal de panamá	28
Figura No. 8 Ampliación del canal de Panamá	29
Figura No. 9 Estructura organizacional clásica	34
Figura No. 10 Estructura Matricial.....	36
Figura No. 11 Configuraciones organizacionales en forma de red.....	36
Figura No. 12 Estructura organizacional de la empresa Spotify.....	38
Figura No. 13 Ciclo de vida del proyecto	44
Figura No. 14 Comportamiento estadístico de ciclo de vida del proyecto.....	47
Figura No. 15 Actividades secuenciales	47
Figura No. 16 Actividades paralelas.....	48
Figura No. 17 Fases de inversión	49
Figura No. 18 Ciclo de inversiones	50
Figura No. 19 Proceso de inicio del proyecto.....	51

Figura No. 20 Matriz de evaluación no financiera	56
Figura No. 21 Ejemplo de matriz de trazabilidad de requisitos	72
Figura No. 22 Jerarquía de los procesos de planeación	73
Figura No. 23 Evolución de los planes de proyecto	74
Figura No. 24 Ejemplo del EDT para la instalación de una planta química.....	81
Figura No. 25 Curva “S”	93
Figura No. 26 Proceso de la administración del riesgo en proyectos.....	94
Figura No. 27 Matriz de clasificación cualitativa de los riesgos.....	97
Figura No. 28 Clasificación de los riesgos según su prioridad	97
Figura No. 29 Respuestas a los riesgos potenciales del proyecto	99
Figura No. 30 Diagrama de Gantt de seguimiento	101
Figura No. 31 Ejemplo Curva “S” comparativa.....	102
Figura No. 32 Matriz de los indicadores de tiempo y costo	105
Figura No. 33 Proceso del cierre del proyecto	106
Figura No. 34 Proceso de madurez en la administración de proyectos	109
Figura No. 35 Estructura de la metodología PMI	114
Figura No. 36 Estructura de la metodología PRINCE 2	115
Figura No. 37 Valor del mercado de Biotecnología, 2012.....	125
Figura No. 38 Centrifuga de discos de Sharples Super D-Center.....	128
Figura No. 39 Gráfica anual de la manufactura de productos biotecnológicos in-house	130
Figura No. 40 EDT para la construcción de una planta biotecnológica.....	135
Figura No. 41 WBS de un proyecto de rehabilitación de una carretera	142
Figura No. 42 Diagrama de red para el proyecto de rehabilitación del pavimento	145

Figura No. 43 Organigrama Interno del proyecto	147
Figura No. 44 Metodología para el control y seguimiento del proyecto de rehabilitación del pavimento.....	151

INDICE DE TABLAS

Tabla No.1 Diferencias entre la administración formal e informal	41
Tabla No.2 Definición del rol del cliente y del equipo de trabajo en el proyecto	54
Tabla No.3 Ejemplo de flujos proyectados variables y uniformes	59
Tabla No.4 Periodo de recuperación de dos proyectos (A y B).....	60
Tabla No.5 Cálculo de la TIR	67
Tabla No.6 Métodos de estimación de costos.....	91
Tabla No.7 Riesgos asociados al proyecto	95
Tabla No.8 Indicadores de desempeño de tiempo.....	103
Tabla No.9 Indicadores de desempeño de costo	104
Tabla No.10 Comparativa de las metodologías PMI y PRINCE 2.....	120
Tabla No.11 Procesos de PMBOK y PRINCE2.....	121
Tabla No.12 Tareas desglosadas para el proyecto de construcción de una planta biotecnológica	134
Tabla No.13 Secuencia lógica de las actividades del proyecto de rehabilitación del pavimento.....	143
Tabla No.14 Riesgos identificados para el proyecto de rehabilitación del pavimento.....	149

INTRODUCCIÓN

Ante una economía emergente preocupada por el crecimiento de los diferentes mercados aunado al impulso en la creación de nuevos negocios, se ha hecho necesaria la inclusión de estudios especializados y profesionistas en Gestión de Proyectos.

La administración de Proyectos tiene como objetivo principal garantizar el éxito de un proyecto, aplicando las técnicas, herramientas y conocimientos para dar certidumbre a los procesos que incrementan el valor a los productos o servicios.

Cada proyecto está integrado por diferentes fases, las que forman el conocido ciclo de vida del proyecto, las cuales son flexibles al tipo de proyecto y requieren de constantes revisiones. La concepción de la idea es la etapa inicial y la que dará el propósito a las demás etapas (planeación, ejecución, control y cierre del proyecto).

El líder de proyecto habrá de considerar los distintos factores: económicos, políticos, sociales, ambientales y culturales que enfrentan las empresas, para así estructurar con mayor detalle los trabajos requeridos para el desarrollo de sus proyectos. Habrá de enfocarse en el cumplimiento de los objetivos primordiales, requerimientos y especificaciones del cliente, estar inmerso en cada una de las fases del proyecto y no estar ajeno a las dificultades que puedan presentarse durante el desarrollo del mismo.

Las diferentes metodologías que han desarrollado algunos expertos en la materia, permiten guiar a los administradores de proyectos a partir de estándares internacionales y buenas prácticas. Las principales diferencias que

existen entre las metodologías, se debe al enfoque, industria y especialización con el fueron desarrolladas, A continuación se enlistan algunas de éstas metodologías, agrupadas según sus características comunes:

- Tradicionales: *Waterfall*, Método de la ruta crítica (CPM, por sus siglas en inglés) y *Critical Chain Project Management* (CCPM)
- Ágiles: SCRUM, KANBAN, *Extreme Programming* (XP), etc.
- Metodología PMI (*Project Management Institute*)
- Metodologías de gestión del cambio: *Extreme Project Management* (XPM) y *Event Chain Methodology* (ECM).
- Otras metodologías: PRINCE 2 (*Projects in Controlled Environments*), PRISM. Etc.

A pesar de las diferencias entre estas metodologías, comparten el mismo objetivo que es llevar el proyecto a un fin exitoso, gestionando: el tiempo, los recursos económicos, materiales y humanos, alcance, el seguimiento y control, así como la calidad del proyecto

Estas metodologías asocian a las diferentes profesiones (incluida la Ingeniería Química) y otorgan certificaciones relacionadas con las diversas especialidades de la Gestión de Proyectos.

En el presente escrito se comparan y analizan las estructuras de gestión de proyectos de las metodologías PMI y PRINCE 2, las cuales se han popularizado en los últimos años y aunque tienen orígenes diferentes, poseen similitudes que permiten adaptar ambas metodologías a un proyecto.

Existen diversos proyectos de ingeniería que representan actualmente un beneficio social y de infraestructura y que fueron guiados por alguna de las metodologías en administración de proyectos, entre los que destacan: Central Hidroeléctrica Platanal en Perú, Programa de expansión del Canal de Panamá y la creación de un gaseoducto. Estos proyectos atravesaron por diversos conflictos tanto internos como externos durante su administración, no obstante actualmente son considerados grandes obras de ingeniería.

Con la finalidad de representar el desarrollo de alguna de las fases que integran el ciclo de vida del proyecto y su impacto en la gestión del mismo, se plantean dos casos de estudio de proyectos en los cuales se participó directamente con los líderes. El primero de estos casos se enfoca en la definición del alcance y planeación de una planta biotecnológica.

En el segundo caso de estudio se analiza a fondo en control y monitoreo de las actividades de campo para el proyecto de rehabilitación de una carretera de cuota en México. Las fases precedentes al control y monitoreo, se mencionan de manera breve para ofrecer al lector un panorama general del proyecto. Debido al carácter público del proyecto, se atendió al derecho de privacidad de la empresa, omitiendo cualquier aspecto que contemple la divulgación de datos del cliente o información generada durante el proyecto.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente México vive un gran dinamismo, lo que ha llevado a cambios muy significativos tanto en lo político y económico como en lo social, aunado al impulso de nuevas reformas referentes al desarrollo industrial y la entrada de empresas transnacionales al país, por lo que se han incrementado las

exigencias académicas del Ingeniero Químico, lo que a su vez ha permitido crear un campo laboral para que participen como Gestores de Proyecto, teniendo claro los conocimientos sobre la administración de proyectos y las diferentes metodologías, lo que les permite aplicar los conocimientos adquiridos durante su carrera. Además, permite la apertura a futuros egresados, posicionándolos en niveles estratégicos para lograr el éxito de las empresas que hayan contado con este apoyo para iniciar su propio proyecto de manera estructurada y eficaz.

HIPÓTESIS

Hipótesis original (HO): La aplicación de la administración de proyectos bajo el esquema de una metodología sistemática y estandarizada, no garantiza el éxito de los proyectos, pero reduce la incertidumbre asociada al mismo.

Hipótesis alternativa (HA): En la práctica al llevar a cabo un proyecto no se requiere de una metodología.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el alcance y el impacto de la administración y gestión de proyectos, en la conceptualización y ejecución de los mismos.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Integrarla gestión de proyectos en la formación del Ingeniero Químico, a partir del análisis de casos de estudio de proyectos diferentes industrias
2. Identificar y analizar las fases que integran el ciclo de un proyecto.

3. Detallar los propósitos de la administración de proyectos (gestión del tiempo, del presupuesto, de la calidad y los riesgos).
4. Comparar la estructura y propósitos de dos metodologías de gestión de proyectos.
5. Desarrollar dos casos de estudio donde se aplique cierta metodología de la administración de proyectos, analizando alguna de las fases que integran el ciclo de vida de los proyectos.

1. La relevancia de la administración de proyectos

1.1 ¿Qué es un proyecto?

El organizar un congreso internacional, implementar un curso o diplomado, estudiar una carrera profesional y lograr el título correspondiente, emprender un viaje, planear la construcción y arranque de una planta química, el diseño de un producto; etc., son ejemplos de proyectos. Sin embargo, el término formal de un proyecto y las fases que lo integran no nos es tan familiar.

A partir del juicio de expertos se ha llegado a la conclusión que un proyecto es el conjunto de actividades requeridos para llevar a cabo una idea, creando así un bien, un servicio o un resultado por primera vez. La identificación de una necesidad u oportunidad de resolver algún problema será la pauta para emprender las actividades que nos ayuden a generar dinero creando un nuevo negocio u optimizando los procesos actuales.

Un proyecto se caracteriza por ser medible, tener un principio y fin establecidos y por tratarse de un evento único. Es por ello que antes de comenzar cualquier actividad de gestión, debemos contestar las siguientes preguntas, para saber si se trata de un proyecto (Roetzheim, 1988).

- a) ¿Cuál o cuáles serán los objetivos que se desean lograr?
- b) ¿Qué actividades serán necesarias para alcanzar los objetivos?
- c) ¿Cuánto tiempo se requiere para llevar a cabo el proyecto?
- d) ¿Existe un encargado de supervisar que se logren los objetivos?

1.2 La relevancia de la administración de proyectos

La naturaleza del ser humano como ser pensante y racional lo hace capaz de generar ideas, es decir, cualquier persona puede desarrollar nuevos proyectos si es que se lo propone. Sin embargo, no todos tienen la perseverancia para lograr que se vuelvan realidad.

Cuando se ha tomado la decisión de emprender aquellas ideas y convertirlas en un proyecto, lo único que se tiene en mente es el éxito del mismo, es por ello que se necesita de una administración metódica y bien estructurada durante su planeación. Para considerar que un proyecto fue exitoso deben evaluarse los siguientes criterios (Belsky, 2010):

- Si se lograron los resultados esperados.
- Si este se terminó en el tiempo estipulado.
- Si no excedió el presupuesto programado.
- Si se cumplieron con las especificaciones del cliente con entera satisfacción.

La administración de un proyecto puede convertirse en todo un reto, por lo que la aplicación de un método sistemático que incluya la organización, la planeación, el monitoreo y el control, ayuda a reducir la incertidumbre asociada al proyecto (fracaso o éxito). La relevancia de la gestión de proyectos radica en reducir las variaciones entre lo que estima y la realidad, asignando racionalmente los recursos necesarios para el proyecto y los tiempos para cada actividad requerida (Belsky, 2010).

Es importante mencionar que cada proyecto a pesar de ser evento único, puede tener similitudes en algunas actividades con otros proyectos, pero siempre habrá variaciones y por lo tanto la forma de administrarlos será diferente.

1.3 Retos en la administración de proyectos

Anteriormente, se mencionó que el éxito de un proyecto debe ser medible acorde a los estándares establecidos desde las etapas iniciales del mismo. Sin embargo, la puesta en marcha o cierre efectivo, serán la meta. El concluir y concretar una idea requiere de esfuerzos y recursos, que al planearlos y supervisados reducen el fracaso de la puesta en marcha de esa idea.

Existen ejemplos de diferentes industrias con reconocimiento mundial que impactaron económica y socialmente al país donde éstos se llevaron a cabo. Todos estos proyectos se enfrentaron a problemas de distinta índole, como se mencionará posteriormente. Sin embargo lograron concluirse generando así un beneficio social, económico y de infraestructura para el país en el que se llevaron a cabo.

1.3.1 Caso: Creación de un gaseoducto

El petróleo se ha posicionado a nivel mundial como la fuente de energía primaria de mayor consumo. La preocupación de la sobreexplotación y reducción de reservas de este combustible ha impulsado al desarrollo e incremento del uso de gas natural como sustituto (Inglesias, 2003).

Cabe mencionar que el gas natural es un recurso natural finito, por esta razón y aunado a las nuevas leyes ambientales, la ciudad de Hong Kong identificó la necesidad de crear un plan de acción para el abastecimiento de este

combustible. Durante el periodo comprendido entre el año 1996 y 2000, la extracción se realizaba en las reservas de Yacheng 13-1 en Hahan, pero éstas comenzaron a ser insuficientes conforme crecía la población de Hong Kong (PMI, 2014).

El gobierno de la ciudad y la Región Administrativa Especial de Hong Kong (HKSAR, por sus siglas en inglés), comunicaron y licitaron el desarrollo de un nuevo proyecto, con el propósito de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y proveer continuamente gas natural a los residentes. El objetivo del proyecto era construir un gaseoducto alternativo, conectado a la línea más grande del mundo (Second West-East Gas Pipeline, WEPII), con la capacidad suficiente de proveer gas natural a Hong Kong. (PMI, 2014).

Durante la ejecución del proyecto se presentaron diferentes retos y problemas que se solventaron oportunamente para lograr los objetivos:

Conflictos de comunicación

Jurisdicciones diferentes. El gaseoducto cruzaría la frontera entre la China continental y Hong Kong, en las que se habla más de un idioma y diferentes dialectos, además de contar con sus propias leyes cada una. Este fue el principal reto para el administrador del proyecto, quien habría que dirigir coherentemente a su equipo de trabajo para comunicar los avances del proyecto.

Conflictos legales

Regulaciones ambientales. Por tratarse de un gaseoducto de tal impacto y de gran longitud, que cruzaría la mayor parte por debajo del mar, debía cumplir con

las regulaciones necesarias que aseguraran que no habría afectaciones ambientales. Como se mencionó antes, existen dos jurisdicciones encargadas del proyecto y las regulaciones eran diferentes en cada una de ellas, por lo que el equipo de proyectos debía tener la aprobación de ambas para continuar con los trabajos y así evitar futuros conflictos en la fase de auditoría.

No obstante a pesar de los conflictos presentados, la administración de proyectos fue imprescindible para llegar al éxito del proyecto, y que la construcción del gasoducto se culminara a tiempo en 2012 sin ningún incidente o contratiempo. En 2013 se comenzaron las operaciones oficiales del gasoducto (PMI, 2014).

Actualmente la administración y dirección del gasoducto está a cargo de la Corporación Nacional de Petróleo de China (CNPC, por sus siglas en inglés), y es el mayor productor y suministrador de petróleo y gas de China con presencia en 37 países.

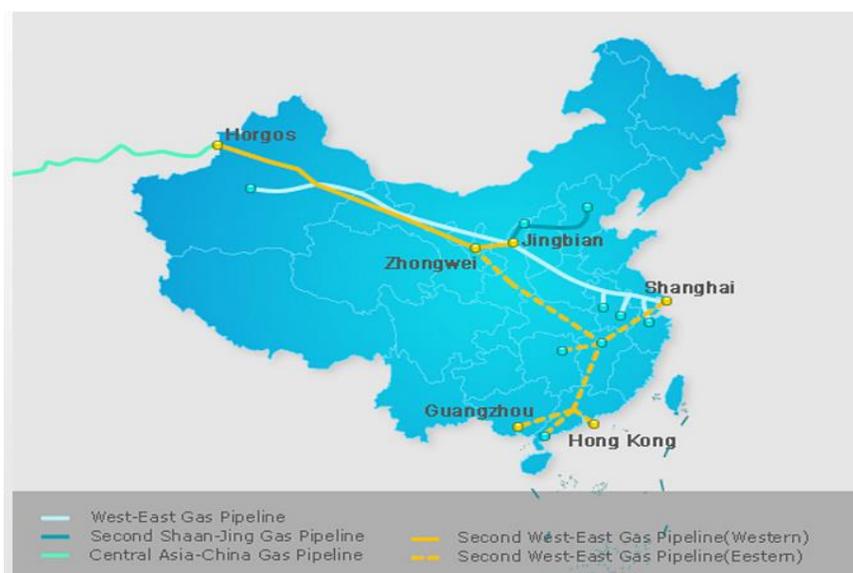


Figura No. 1 Ubicación de los gasoductos en China

Fuente:(CNPC, 2009)

propuesta y requisitos legales por parte del Centro Nacional de Control de Gas Natural (Cenagas). Tal es el caso del gaseoducto Encino-La Laguna ubicado en el estado de Chihuahua, el cual se planeó que entrará en operación en Marzo de 2017, pero tuvo que retrasarse a causa de discusiones del derecho de vía que contemplaba el proyecto (Morales, 2013).



Figura No. 3 Gaseoducto Encino-La laguna

Ante tal panorama, se prevé que el suministro de gas natural a los diferentes estados del México sea escaso y aún mayor precio para el consumidor final, dado que la demanda continuará incrementándose.

1.3.2 Caso: Construcción de la central Hidroeléctrica “El Platanal”

El desarrollo sostenible y de energías limpias ha causado gran polémica en la última década, propiciando la generación continua de nuevos proyectos a micro y gran escala. La construcción de la Central Hidroeléctrica “El Platanal” significó el más grande proyecto en la energía eléctrica de Perú, que a través de una dirección de proyectos efectiva, logró la culminación y el inicio de operaciones

en el año 2010. El costo total fue de \$350 millones de dólares provenientes del capital privado peruano.

Tras 10 años de exhaustiva investigación el proyecto fue autorizado, el plazo para el término del mismo se estimó en 5 años, teniendo como base los antecedentes mundiales en la construcción de centrales de la misma magnitud a la que se planeaba construir. Sin embargo, la aplicación avanzada de la dirección de proyectos, concretó la entrega del proyecto en 3.2 años, permitiendo así la puesta en marcha antes de lo esperado (Anyosa, 2010). A partir de esto se puede inferir que el proyecto se desarrolló de acuerdo a lo programado y no existieron problemas durante su ejecución en lo que se refiere al tiempo. Sin embargo, es permisible inferir que los costos superaron el presupuesto inicial, ya que para acotar el tiempo de ejecución quizá ocuparon más recursos humanos, maquinaria, etc. Al igual que el caso anterior surgieron conflictos y desacuerdos sociales que estancaron el inicio del proyecto por 3 meses (La República, 2003).

Conflictos sociales

Inconformidad y manifestaciones de los habitantes. El desaprovecho de la construcción de la hidroeléctrica por parte de los residentes cercanos al área y las constantes manifestaciones argumentadas por la inexistencia de un beneficio tangible, fue el principal reto que tuvo que enfrentar el administrador del proyecto.

Los habitantes y pesqueros se oponían a la construcción por temor al aumento en los precios en la energía eléctrica y la disminución de los recursos naturales marinos debido a la invasión que la hidroeléctrica podría provocar. Sin

embargo, el diálogo continuo y acertado del líder de proyecto con los pobladores, a quienes se les expuso todos los beneficios, tanto económicos como sociales y el aseguramiento de la protección de áreas vulnerables, permitió que el proyecto se ejecutara sin más retrasos.



Figura No. 4 Central Hidroeléctrica El platanal

Actualmente la capacidad de generación de energía de CELEPSA es de 220 MW, y aporta gran parte al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) en Perú, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región. Además de ser un proyecto con impactos ambientales positivos, ya que sus operaciones están basadas en el aprovechamiento de recursos naturales, tal es el caso de la Laguna de Paucarcocha. (Ministerio de agricultura y pesca)

1.3.3 Caso: Expansión del Canal de Panamá

Gracias a su posición geográfica, el canal de Panamá está catalogado como uno de los más importantes centros de redistribución marítima de mercancías de origen mundial. Debido a la demanda creciente de los insumos, se identificó la necesidad de duplicar la capacidad de canal, con la construcción de un tercer

carril con esclusas¹ de mayor dimensión que permitieran el traslado marítimo de embarcaciones más grandes, como se puede ver en la Figura No.5, las esclusas construidas para el canal utilizadas por primera vez, solo tenían la capacidad de transportar pequeñas embarcaciones. La construcción del canal fue llamado el proyecto del siglo XXI, y dio a los panameños mayores oportunidades de trabajo y la posibilidad de incrementar el PIB (Producto Interno Bruto), apoyando a la economía del país.

Al ser un proyecto de gran magnitud y complejidad, se realizó una licitación mundial en donde diferentes participantes presentaron su propuesta para la construcción, desde este punto el rol del administrador de proyectos de cada empresa se volvió la mejor estrategia, ya que dentro de esta propuesta debían presentarse los costos estimados, el tiempo de ejecución, el perfil de los trabajadores y una breve explicación del desarrollo de las diferentes fases del proyecto, puntualizando que se tenía la experiencia en proyectos similares y que podían cumplir con los requerimientos del cliente.

En julio del 2009 la empresa española Sacyr S.A ganó la licitación para llevar a cabo la expansión del canal de Panamá (Rodriguez, 2009). Esta decisión no fue bien vista por todos los participantes, además de los miembros externos con la autoridad del canal, debido a que Sacyr S.A. presentó una propuesta con costos considerablemente menores a las demás empresas, quienes declararon que la calidad podría verse afectada con un presupuesto tan bajo.

¹ Compartimiento de entrada y salida, que se construye en un canal de navegación para que los barcos puedan pasar de un tramo a otro de diferente nivel, para lo cual se llenan de agua o se vacía el espacio comprendido entre dichas puertas. *Fuente. Diccionario de la Real Academia Española*

Si bien es cierto que los costos son importantes, existen otros factores que deben de ser considerados para evaluar los proyectos, por ejemplo, la calidad de los trabajos, el tiempo de ejecución, la experiencia de las empresas participantes, etc. Por lo anterior es que los mandos y consejos que deciden quién es el ganador de alguna licitación que deben ser personas con un alto grado de valores éticos, que además de apoyarse con la evaluación de expertos en la materia de acuerdo a la naturaleza de cada proyecto.

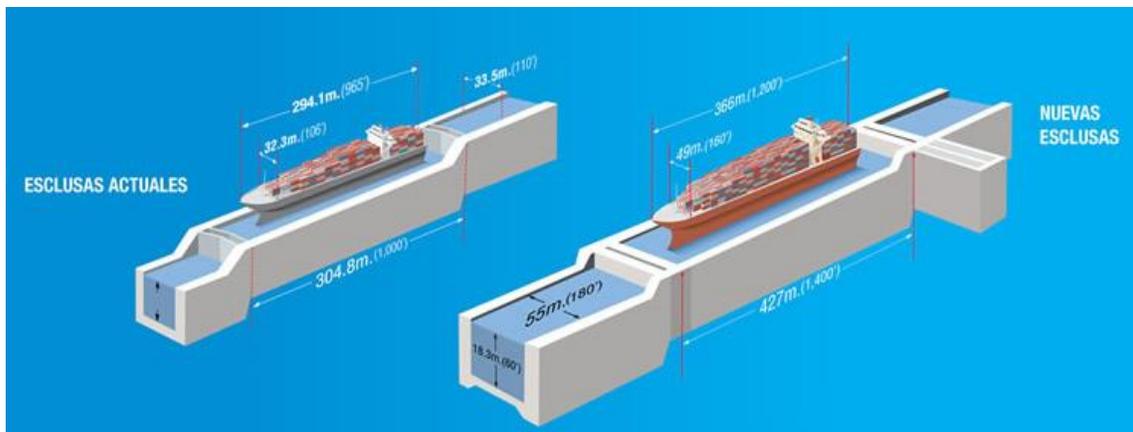


Figura No. 5 Esclusas originales y nuevas del canal de Panamá

Fuente: (micanaldepanama.com)

A pesar de los diversos comentarios y conflictos externos, Sacyr S.A inicio las operaciones para la expansión de las esclusas en agosto de ese mismo año (Rodriguez, 2009). Las opiniones negativas, no representaron el mayor problema con el que se enfrentó la empresa. Una vez que se reunieron todos los involucrados del proyecto, comenzaron a surgir nuevos conflictos en la gestión, de índole económico, técnico y social, los cuales impactaron seriamente en la entrega final al cliente, según un artículo publicado en *The New York Times* (“*The New Panama Canal: A Risk Bet*”). Al concluir el proyecto

la empresa Sacyr S.A refutó la versión en contra que aquellos que los juzgaron dando la justificación detallada a los conflictos que se les presentaron.

Conflictos de gestión

Experiencia insuficiente. El primer estancamiento para el proyecto fue a consecuencia de la poca experiencia en gestión, ejemplo de ello es la falta de organización entre los involucrados, quienes al ser de diferentes países (España y Panamá) tenían sus propias críticas y maneras de realizar las cosas, por lo que al momento que definir las responsabilidades y rol de cada una, tuvieron desacuerdos y por consecuencia un personal inconforme con el presupuesto asignado, que tenían la incertidumbre de no cubrir adecuadamente todas las especificaciones del proyecto, determinando que la holgura era igual a cero, ya que no existía financiamiento gubernamental, por esta razón no cualquiera quería cubrir el rol de administrador del proyecto.

Falta de planeación. Durante la ejecución de los trabajos las circunstancias adversas complicaron la realización y cumplimiento del programa inicial, así como una reprogramación oportuna. El líder de proyecto recurrió al antiguo método de prueba y error que tiene un mayor grado de incertidumbre y que provocó un mal aprovechamiento y desperdicio de los recursos naturales y monetarios, además de aplazar la fecha de entrega al cliente, pues la fecha estimada de la conclusión estaba planeada para el mes de Octubre de 2014. La obra superó el tiempo estimado con una duración de 20 meses, de igual forma el presupuesto inicial se excedió en un 68%. Todos éstos excesos repercutieron en la entrega de la obra y también en los costos del proyecto (Walt Bugdanich,

2016). Actualmente la empresa española enfrenta problemas legales con las autoridades del canal (González, 2017).

Conflictos de calidad

Diseño inadecuado. El diseño preliminar de las nuevas esclusas, contemplaba las dimensiones exactas para la entrada de una gran embarcación (NEO-PANAMAX) y dos botes encargados de guiar a la embarcación durante el recorrido. Por tener las dimensiones tan exactas no se contempló el espacio suficiente para maniobras de emergencia, por lo que se exponía la seguridad de los conductores de los botes guía, quienes advirtieron a las autoridades de dicha situación, las cuales no justificaron la posición de los trabajadores, ya que expresaron que los trabajadores contaban con la capacitación necesaria. Sin embargo esta capacitación se realizó a pequeña escala con botes 10 veces menores a los reales y en condiciones muy alejadas a lo que realmente se enfrentarían (Walt Bugdanich, 2016).

Como ingenieros químicos, conocemos a grandes rasgos las diferentes fases por las que pasa un proyecto y una de ellas que es totalmente necesaria son las pruebas piloto, pero no podemos asegurar que el proyecto funcionará de la misma forma a gran escala y en condiciones reales, es por ello que también habrá que estudiarse el entorno a que se está expuesto al realizar las pruebas correspondientes, con el objeto de evitar situaciones como a las que enfrentaron la expansión del canal.

Materiales de baja calidad. Las esclusas que se construyeron en el Canal de Panamá estaban compuestas principalmente por concreto y hormigón, mismas que habrían que soportar las presiones hidráulicas y el movimiento continuo al

abrir las y cerrarlas; la calidad debía asegurar la funcionalidad en un horizonte a 100 años.

Una de las empresas participantes realizó un estudio de factibilidad de los materiales cercanos al canal, concluyendo que no cumplían con las especificaciones necesarias debido a la humedad que presentaban, así que era necesario importarlas, lo cual aumentaría considerablemente los costos de operación. Sin embargo, Sacyr S.A. hizo caso omiso a dicho estudio y explotó los materiales considerados de baja calidad (Walt Bugdanich, 2016). Decisión que atrajo problemas mayores, ya que atentaban con la seguridad de los trabajadores. Poco tiempo después de que se construyeron las primeras esclusas, comenzaron a observarse grietas longitudinales originando fugas de agua, disminuyendo así los niveles por debajo del mínimo necesario para la conducción de los botes con grandes cargas.

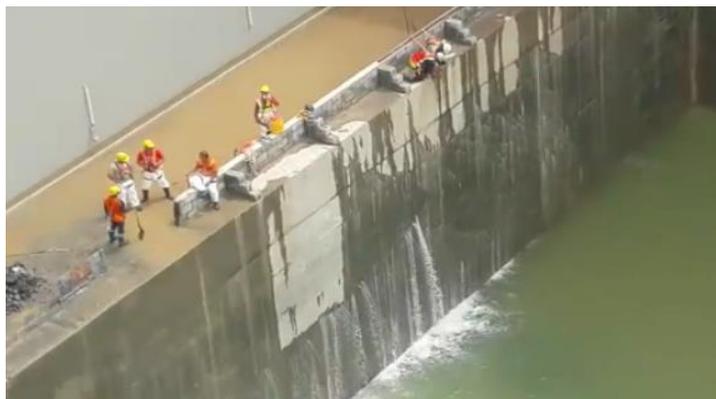


Figura No. 6 Filtraciones de las esclusas del canal de Panamá

Fuente: (World Maritime News, 2015)

El problema no paró ahí, como se puede observar en la Figura No.7, la reducción de los niveles de agua y las reglamentaciones por parte de las autoridades del canal, para que los botes con menor capacidad transportarán aún menos

cantidades de insumos; impactaron directamente a los residentes y pequeños comerciantes, quienes ahora debían recorrer mayores distancias y comprar a más alto precio.

Los problemas continúan latentes y parecen no terminar, el riesgo de un posible temblor o terremoto preocupa a las poblaciones cercanas que no sólo sufrirían las afectaciones a sus viviendas sino también repercutiría en su salud, ya que cuando aparecieron las primeras grietas se optó por repararlas en lugar de remplazarlas, lo que hubiese superado hasta en más de 100% los costos presupuestados.

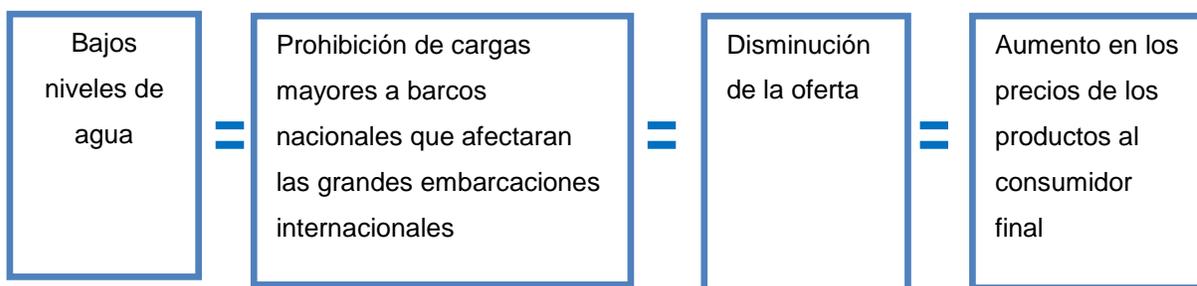


Figura No. 7 Conflictos de la oferta y demanda del canal de panamá

Como se mencionó antes, el rol del administrador de proyectos resulta ser la clave para llevar al éxito a los participantes del proyecto, pero siempre existirán personas con mayor jerarquía en la estructura y es responsabilidad del administrador asegurar que el proyecto se ejecute con valores éticos y profesionales, cumpliendo los estándares de calidad, sin afectaciones a terceros.

En la actualidad el proyecto de expansión del Canal de Panamá se ha visto afectado por las fluctuaciones del bajo precio del petróleo, disminuyendo a su vez la competitividad del mismo, ya que diversos embarcaciones han preferido rodear el continente para evitar pagar las cuotas canaleras (Guillén, 2017).

Tal situación pone en riesgos la rentabilidad del proyecto, ya que puede prolongarse el periodo de recuperación de la inversión.

A pesar de lo anterior, es el canal de Panamá considerado la mayor obra de ingeniería en la historia de ese país y representa una gran parte de la sustentabilidad económica de ese país.



Figura No. 8 Ampliación del canal de Panamá

1.4 El perfil del director de proyectos

El deber del líder de proyecto consiste en conducir las diferentes actividades y a los encargados hacia el éxito del mismo, solventando los requerimientos y necesidades del cliente, del equipo de trabajo y personales (PMI, 2014), es por ello que la relación con los diferentes departamentos y colaboradores se vuelve una tarea fundamental para el administrador. Pero lo más importante es mantener las relaciones estrechas entre el cliente y la empresa, quienes serán los que decidan si el proyecto va en progreso o se suspende parcial o definitivamente, teniendo consecuencias favorables o adversas para ambos, de acuerdo a lo que estipule el contrato, es por ello que antes de ejercer y tomar las responsabilidades de un administrador de proyecto, se deben conocer y analizar los objetivos de tal manera que se tenga la certeza de que pueden realizarse y no son inalcanzables, para así evitar eventos perjudiciales.

Para fungir como administrador de proyecto se requieren de múltiples habilidades, las cuales se pueden dividir en cuatro grandes grupos (habilidades de gestión de proyectos, tecnológicas, de comunicación, interpersonales y de comportamiento), como lo muestra el Anexo No. 1 y que van alineadas según el tipo de proyecto (Heerkens, 2002).

En el Anexo No. 2 se muestra la clasificación de los tres grandes grupos de competencias que debe tener cualquier administrador de proyecto identificadas por el *International Project Management Association* (IMPA, por sus siglas en inglés), y se dividen en: contextuales, técnicas y de comportamiento, donde las primeras se refieren a la comprensión completa del proyecto y de la empresa, las siguientes son relevantes para la programación y las últimas como su nombre lo dice, son los valores y actitudes personales. Para su mejor entendimiento, los grupos se separaron en forma de tabla periódica, con la que todo ingeniero químico está familiarizado.

1.4.1 Los problemas a los que se enfrenta el líder de proyecto

Uno de los grandes problemas que debe afrontar un líder de proyecto es la incertidumbre, que juega un papel importante en las primeras etapas, ya que no se cuenta con la información suficiente para realizar estimaciones menos ajenas a la realidad. Es por ello que el administrador de proyectos habrá que documentar cada uno de los eventos ocurridos durante todo el proyecto, quedando así un antecedente.

1.4.2 La trascendencia de la certificación en administración de proyectos

La certificación de algún bien o servicio, ofrece la confianza y credibilidad al cliente o consumidor final y avala el conocimiento y calidad de los procesos ya sean administrativos u operativos.

Para el área de administración de proyectos, se han desarrollado diferentes estrategias de certificación, de acuerdo a la experiencia que tiene el solicitante con la Dirección de proyectos. Al certificarse en esta rama se acredita el conocimiento de las fases que integran la gestión de un proyecto y la constancia de participación en alguna de éstas, además se traduce en la adquisición de una habilidad que ofrecerá beneficios tanto laborales y como económicos.

1.4.2.1 Organizaciones certificadoras en dirección de proyectos

Existen diversas instituciones y asociaciones que gracias a sus aportaciones y desempeño en el área de la administración de proyectos, han logrado ser reconocidas mundialmente y poder así ofrecer las certificaciones basadas en el conocimiento de sus propias metodologías. Entre las organizaciones ubicables y que tiene interacción con México están:

- *Project Management Institute (PMI)*
- *International Project Management Association (IPMA)²*
- *Prince 2³*
- *Scrum Alliance⁴*

² <http://www.ipma.world/>

³ <https://www.prince2.com/uk>

⁴ <https://www.scrumalliance.org/>

Desde mi punto de vista, las certificaciones ofrecidas por parte del *Project Management Institute* (PMI), tienen mayor peso en México y Sudamérica, pero no es excluyente, ya que en muchos países el contar una certificación del PMI reconoce tus conocimientos en la metodología para la administración de proyectos redactadas por el PMI en su guía “*Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos, PMBOK®*”.

Las siguientes certificaciones han sido aprobadas y estandarizadas para validar las habilidades del solicitante en administración de proyectos.

- **Certificación técnico en administración de proyectos (CAPM)®**

Está dirigida a los que están iniciando a laborar o practicar la gestión en proyectos de equipo, pero que conocen los principios de la administración de proyectos establecidos en el PMBOK.

- **Certificación profesional en administración de proyectos (PMP)®**

Como su nombre lo indica, esta tipo de certificación es elegible para las personas con una mayor experiencia en la dirección de proyectos y que demuestran que cuentan con las bases de conocimiento y habilidades para llevar a cabo un proyecto.

Este tipo de certificaciones son temporales y deben renovarse cada 3 años debido a las nuevas tendencias y cambios en gestión de proyectos.

2. La administración de proyectos y la empresa

Para algunas empresas la implementación de un departamento especializado de la gestión de sus proyectos resulta innecesaria o simplemente no lo desean, debido a los costos extras y cambios organizacionales. Sin embargo esta decisión no es prudente para todas las empresas, ya que depende del giro de las mismas y su estructura organizacional.

2.1 Los diferentes tipos de estructuras organizacionales

Cuando se crea una empresa es importante definir la forma en la que se va a organizar de acuerdo a sus objetivos. El establecer y distribuir las actividades puede asegurar el logro de la misión, por esta razón la estructura organizacional debe diseñarse de manera que todos los involucrados conozcan su rol dentro de la empresa y facilite la toma de decisiones que la favorezcan.

Las características que toda estructura debe de tener para ser eficientes son las siguientes:

- a. *Simple y flexible*
- b. *Reconocer las funciones y responsables clave*
- c. *Definir las líneas de comunicación*
- d. *Asegurar el trabajo colaborativo*

Basándose en estos principios, se han diseñado diferentes tipos de estructuras organizacionales, entre las que destacan la clásica, por departamentalización, matricial y de red; cada una tiene sus ventajas y desventajas, pero dependiendo

el quehacer institucional y cultura de la empresa se implementará la adecuada (Barone, 2009).

2.1.1 Estructura clásica

Se basa en una estructura jerárquica nacida a principios del siglo XX, pero aún la mayoría de las empresas la prefieren a pesar de que se considera burocrática⁵.

El nombramiento por méritos y la oportunidad de crecer dentro de la empresa son algunas de las características de este tipo de estructura.

Ventajas

- Jerarquización y promoción del personal con base en su experiencia y capacidad.
- Lineamientos claros

Desventajas

- El poder y autoridad recae sobre los altos mandos

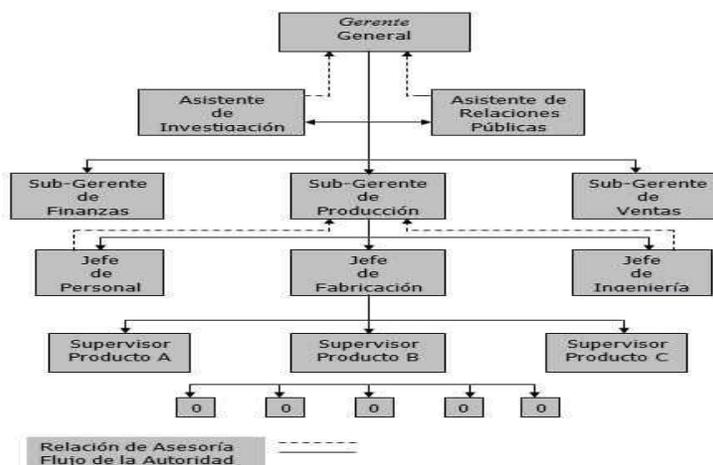


Figura No. 9 Estructura organizacional clásica

⁵ Alcalá García-Rivera, M.A., *De la dirección por valores DPV a la dirección por hábito DPH*, obra citada, p. 26.

2.1.2 Estructura por departamentalización

Este tipo de estructura consiste en crear departamentos de acuerdo a las funciones de trabajo (funcional), a lo que produce ya sean bienes o servicios (por producto), a su ubicación geográfica (por territorio) o al tipo de cliente que quiere alcanzar (Barone, 2009).

Ventajas

- Coordinación entre diferentes especialidades
- Reduce la duplicación de esfuerzo
- Agiliza la toma de decisiones

Desventajas

- Centralización del trabajo

2.1.3 Estructura matricial

Se caracteriza por la subdivisión de las diferentes áreas de la empresa, donde los jefes de operaciones trabajan en conjunto con el líder de proyecto. No todas las empresas están adaptadas para aplicar este tipo de estructura ya que las vías de comunicación entre los dos jefes pueden no ser inmediatas.

Ventajas

- Jerarquía reducida que permite la interacción entre los expertos
- Estandarización de los objetivos
- Se enfoca en los resultados finales

Desventajas

- Conflictos por la doble autoridad

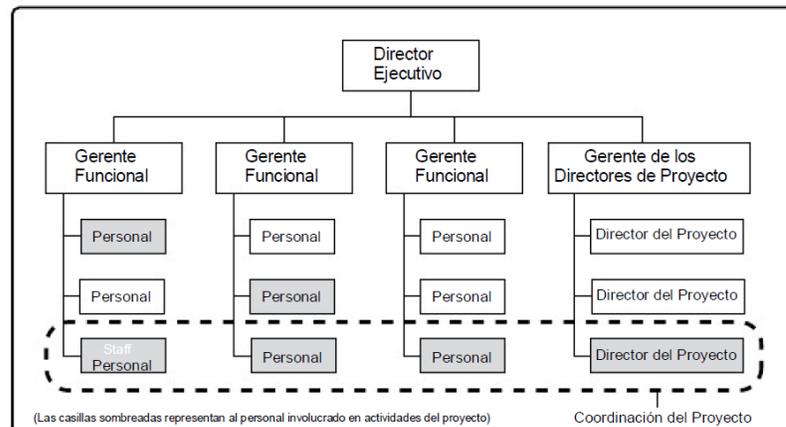


Figura No. 10 Estructura Matricial

Fuente: (PMI, 2013)

2.1.4 Estructura en red

Se considera una de las más flexibles por su capacidad al cambio, los nodos de la red son los equipos de trabajo y las líneas que las conectan hacen referencia al flujo de información, la Figura No.11 muestra algunos tipos de configuración que se pueden presentar.

La formación en red permite el fácil intercambio de información y pueden crearse diferentes redes para cada proyecto (Barone, 2009).

Ventajas

- Trabajo conjunto
- Adaptabilidad al cambio

Desventajas

- Coordinación de los nodos

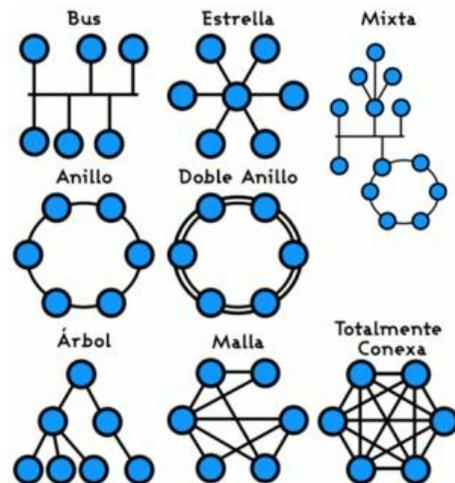


Figura No. 11 Configuraciones organizacionales en forma de red

2.1.5 Caso: Los escuadrones de Spotify y el desarrollo de una organización ágil

Los avances tecnológicos y exigencias superiores de los usuarios, han dado pauta al emprendimiento, buscando así satisfacer los nuevos deseos tendenciales, pero dentro del campo de innovación no se es fácil colocarse como “la mejor” debido a la gran competencia que existe. La organización será la principal herramienta para lograr superar tal reto, el cumplimiento de los objetivos residirá en la manera en la que las actividades sean asignadas y estructuradas.

En el año 2008 se creó el portal “Spotify” diseñado para escuchar música online. Sin embargo, el acercamiento y expansión hacia nuevos mercados permitió a los creadores adaptar la plataforma a través de una aplicación para teléfonos móvil, abarcando así 58 países incluido México, en el que estuvo disponible la descarga hasta el año 2014 (Valera, 2016). Con más de 30 millones de usuarios, Spotify es considerado un magnate en la industria de la tecnología musical, pero este éxito está soportado por la cultura organizacional de la empresa, la cual adoptó la metodología de “organización ágil” desarrollada por Scrum Alliance.

Como se puede observar en la Figura No.12, la estructura de Spotify está dividida en diferentes secciones: tribus, gremios, capítulos y escuadrones, las cuales trabajan en conjunto desempeñando diferentes roles para un mismo proyecto, que es mantener la plataforma actualizada para ofrecer los mejores servicios.

Los escuadrones son encargados de atender diferentes aspectos como diseño, desarrollo, etc. Los colaboradores de cada escuadrón reportan al “product

owner” ó PO, quien es el responsable de priorizar las tareas a realizar, pero no define la forma en la que se deben hacer; los PO de cada escuadrón se reúnen para trazar el plan a seguir y se encargan de que la ejecución de las actividades se apegué a éste (Henrik Kniberg, 2012).

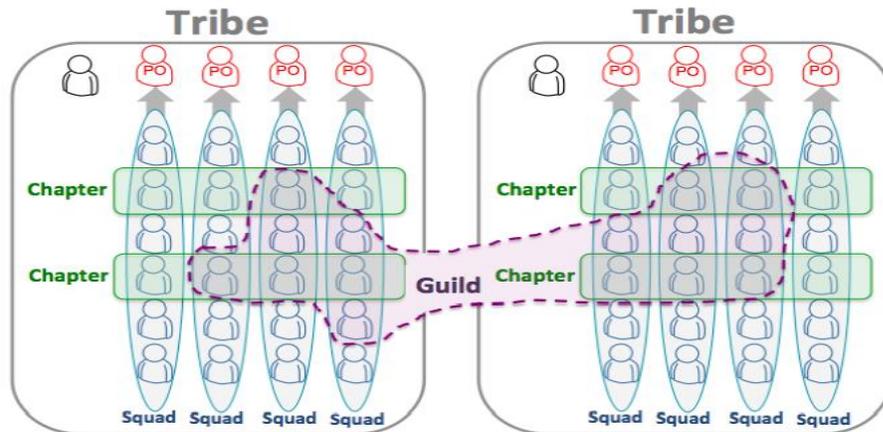


Figura No. 12 Estructura organizacional de la empresa Spotify

Fuente. (Henrik Kniberg, 2012)

Además del PO, existe un personaje clave para que la calidad no se vea afectada, llamado “entrenador”, a él recurren los colaboradores para resolver dudas y mejorar así la manera de trabajar, el entrenador debe reunirse continuamente con los colaboradores para realizar debates retrospectivos y así planear la mejor ruta para atender los errores.

El conjunto de cada escuadrón, PO y entrenador de los mismos forman una “tribu”; de acuerdo a la cultura de Spotify, una tribu no debe exceder más de 100 personas en cada área para así mantener un ambiente laboral satisfactorio y promover la colaboración. Cada tribu discute continuamente las tareas que están desarrollando, para comprobar que el plan se está cumpliendo y verificar el avance del mismo. (Henrik Kniberg, 2012)

El “capítulo” se refiere a un pequeño grupo de personas con las mismas aptitudes y competencias, el líder de cada capítulo debe ser parte de algún escuadrón y concentrar a los especialistas para debatir sobre los retos presentados y plantear la solución más adecuada.

Por último están los gremios, recurriendo al Medioevo, los gremios eran conglomerados de individuos que agrupaban a personas que desarrollaran el mismo oficio con el objetivo de equilibrar la demanda con la oferta⁶. Esta misma teoría es la que aplican los gremios de Spotify, en el que se concentran colaboradores con los mismos intereses para compartir sus inquietudes y conocimientos. A diferencia de los capítulos que son parte de una tribu, los gremios pueden interactuar con todos los colaboradores de la empresa sin importar la tribu a la que pertenezcan. (Henrik Kniberg, 2012)

Hasta este punto se puede pensar que se trata de una estructura matricial, pero la diferencia es la autonomía que existe entre cada grupo, todos conocen las tareas que deben realizar y el objetivo que se pretende alcanzar. Los personajes líderes o mejor dicho guías garantizan que no existan desviaciones en el camino a la meta.

2.2 Administración de proyectos formal y semi-formal

En la mayoría de las empresas el adoptar una cultura de administración de proyectos formal ha sido consecuencia del aprendizaje de los eventos negativos o malas administraciones en proyectos anteriores (ej. excedentes en los costos, entregas tardías y fallas en la calidad).

⁶<<gremio>>. En Wikipedia. Recuperado el 06 de Febrero de 2017 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Gremio>

La administración formal o estructurada nos permite conocer el panorama general y cada una de sus partes, además de servir como antecedente para proyectos futuros; de esta forma se evita cometer los mismos errores y prevenir situaciones de riesgo.

Por otra parte la administración semi-formal se basa en la experiencia inmediata de los proyectos anteriores y actúa de acuerdo a la intuición, no existe un reporte sobre su ejecución y éxito, y la toma de decisiones es de acuerdo a como se vayan dando los hechos. Este tipo de administración se recomienda para proyectos con poco impacto social o con una duración no mayor a un mes.

La Tabla No. 1 muestra las diferencias que existen entre estos dos tipos de administración de acuerdo a las principales fases que integran el ciclo de vida del proyecto que se verán en el capítulo 2.

Un ejemplo de proyecto que requiere de una administración formal es la construcción de un nuevo centro comunitario; mientras que la organización de una fiesta sorpresa podría gestionarse informalmente. Pero la realidad es que ambos proyectos se llevan a la práctica, a pesar de la forma en la que se administraron.

	Formal	Semi-formal
Planeación	Estructura las actividades y se programa el plan de ejecución tomando en cuenta costos y tiempos.	Intuitiva e improvisada ante las situaciones que emergen, sin establecer tiempos para cada una de las actividades y estimados económicos. Da flexibilidad en la respuesta, pero un gran riesgo al fracaso.

	Formal	Semi-formal
Ejecución	Se apega al plan inicial contemplando los recursos necesarios y los posibles riesgos.	Las variaciones entre sus proyectos son grandes y no considera los recursos presupuestados.
Control	Supervisa y reprograma la ejecución de acuerdo a los cambios presentados.	No se le da peso al proceso de control y el avance no es reportado.

Tabla No.1 Diferencias entre la administración formal e informal

2.2.1 Criterios de evaluación para aplicar una administración de proyectos formal

El implementar un departamento especializado en la administración de proyecto va a depender del tipo de organización, su estructura y el tipo de proyecto.

William H. Roetzheimen su libro “*Structured computer project management*” cinco criterios para evaluar la conveniencia de incluir una administración de proyectos formal si:

1. *El proyecto involucra la integración de varios componentes y áreas.*

Para favorecer la interacción entre éstos, se recomienda que exista una persona responsable del proyecto.

2. *La complejidad es mayor y la ejecución requiere de mucho tiempo*

3. *El director considera que la comunicación solo deberá ser con una persona encargada de la responsabilidad del proyecto y la información del mismo.*

4. *El proyecto se desarrolla en un ambiente de constantes cambios.*

5. *Las actividades requieren de personal especializado que trabaje en conjunto para lograr una misma meta.*

El responsable deberá responder a los diferentes cambios, coordinando a los demás involucrados y planeando la forma de mitigar los efectos negativos al proyecto.

3. El ciclo de vida del proyecto

Un ciclo se define como una serie de fases por las que atraviesa un fenómeno periódico⁷. A pesar de que un proyecto es un evento único, está integrado por diferentes fases que toman distintos roles, pero en su conjunto forman el llamado ciclo del proyecto.

El *Project Management Institute* puntualiza una fase como el grupo de actividades requeridas por el proyecto, relacionadas de manera lógica y que formalizan con algún entregable o documento que avale su realización, en el caso de la fase de control y monitoreo, se reporta el avance del proyecto y la calidad del mismo cada cierto tiempo (PMI, 2013). Cada una de las fases tiene un inicio y un fin, que se caracterizan por ser flexibles y variables.

No existe una forma estricta de identificar las fases, cada autor, especialista en administración de proyectos o emprendedor tiene una percepción diferente del ciclo de vida del proyecto, así como la cantidad y secuencia de las fases que lo integra.

El PMI en su quinta edición de la “*Guía de los fundamentos para la administración de proyecto*” menciona que las fases existentes y fácilmente identificables son: inicio del proyecto, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre del proyecto. Por otro lado los autores Gildo y Claments dicen que para que un proyecto “nazca” es fundamental reconocer una o varias necesidades u oportunidades, esta es la primer fase; después se habrá de encontrar la solución para resolverla, para posteriormente realizar el proyecto y

⁷<<Ciclo>>. Diccionario Online de la Real Academia Española. Recuperado el 06 de Febrero de 2017 de <http://dle.rae.es/?id=99n6fhR>

por último terminarlo. Los dos criterios son válidos y comparten el mismo objetivo, por tal motivo el ciclo de vida del proyecto se puede representar como una combinación de los diferentes criterios antes expuestos (Véase Figura No. 13).

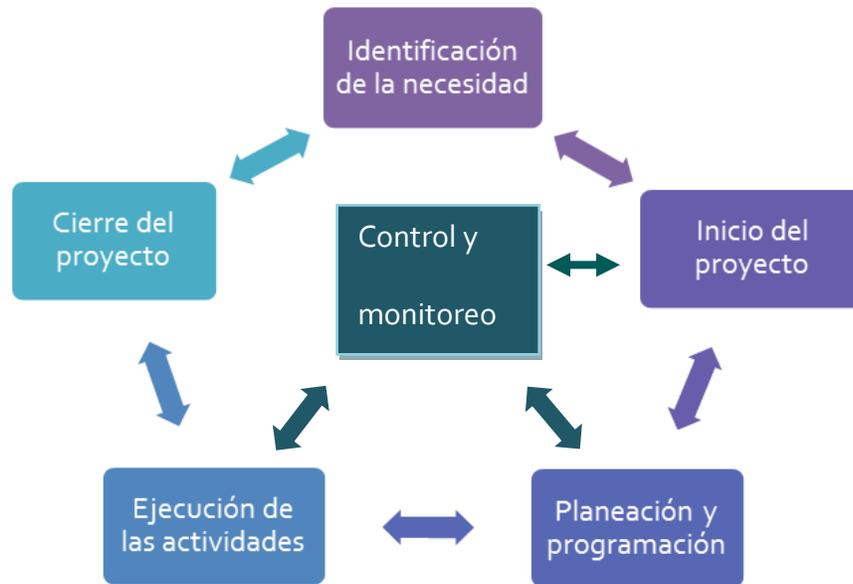


Figura No. 13 Ciclo de vida del proyecto

Como se puede observar se trata de tres ciclos, y es que el control desde mi punto de vista es la parte medular para gestionar correctamente un proyecto. Si no existe un correcto control de la gestión y monitoreo de las actividades, cada una de las fases sería ajena a la otra sin comprender totalmente el panorama completo del proyecto. El ciclo que contempla la planeación, ejecución y control, es iterativo, es decir que se puede repetir tantas veces como sea necesario, tal como lo es la planeación, la cual no habrá ser tan estricta, de tal forma que permita el control de cambios identificados durante la ejecución y poder así replantear y reprogramar el plan de proyecto.

El reconocer que existe una necesidad o problema cuando algo anda mal no es una tarea fácil pero es vital cuando se administra un proyecto. Es natural en el ser humano pensar que todo va bien, pero cuando cruzamos la brecha y aceptamos nuestros errores, tratamos de solucionarlo con lo primero que genera nuestra mente. Esta forma precipitada de actuar puede ser contraproducente en algunos casos, el no analizar conscientemente todos los posibles escenarios acota las opciones para resolverlos. Dentro de ese análisis de solución pueden surgir más necesidades, por esta razón es importante identificar el verdadero problema en conjunto con el cliente para evitar desviaciones. No importa si estás haciendo las cosas bien, si no van encaminadas a solventar la necesidad.

Una vez elegida la solución más correcta, es hora de iniciar el proyecto. Esta fase requiere una mayor organización y comunicación entre todos los interesados del proyecto y se habrá que concretar la estructura organizacional para el proyecto. El objetivo fundamental en esta fase es detallar el alcance con ayuda de los documentos y en caso de existir, con los estudios previamente hechos.

El siguiente paso es preparar un plan preliminar de ejecución; muchas veces en la administración formal si no se tiene un plan es casi seguro que no se logrará la meta con todas las características de éxito. Antes de comenzar, es importante enlistar todas las actividades requeridas por el proyecto y asignar a los responsables, recursos necesarios y el tiempo de ejecución para cada una; en esta etapa se habrá que tener especial cuidado en las estimaciones, las cuales no deben de ser muy holgadas o con rangos pequeños que no se

puedan cumplir. Si bien es cierto que los riesgos siempre van a estar latentes, es conveniente hacer un plan de acción que reduzcan su impacto o los evite por completo.

Hasta este punto ya se tiene todo para comenzar a ejecutar las actividades, la responsabilidad del líder de proyecto crece durante esta etapa, ya que debe coordinar y supervisar a los colaboradores, retroalimentar el plan inicial para llevar un control de cambios y recomendar acciones preventivas.

Por último se debe dar formalmente por concluido el proyecto. En esta etapa se revisa extenuantemente y a detalle, que los objetivos intermedios, entregables y demás documentos hayan sido aceptados por el cliente, cumpliendo sus expectativas o superándolas.

En las siguientes secciones se explicara a mayor detalle cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto.

3.1 Configuración y comportamiento de las fases del proyecto

Independientemente de la secuencia y número de fases, el desarrollo del proyecto tiende a comportarse de la misma forma respecto al tiempo, costo y riesgo.

La Figura No. 14 representa la maduración del proyecto, cuanto más se avanza, los costos y recursos tienden a aumentar gradualmente llegando a un punto de inflexión máximo durante la etapa de ejecución, y disminuyen drásticamente mientras se concluye el proyecto. Es importante que una vez terminadas todas las etapas y entregado el proyecto, el líder y colaboradores realicen un análisis

retrospectivo para evaluar las fallas y aciertos durante la gestión, y aprender de los mismos para no cometer los mismos errores.

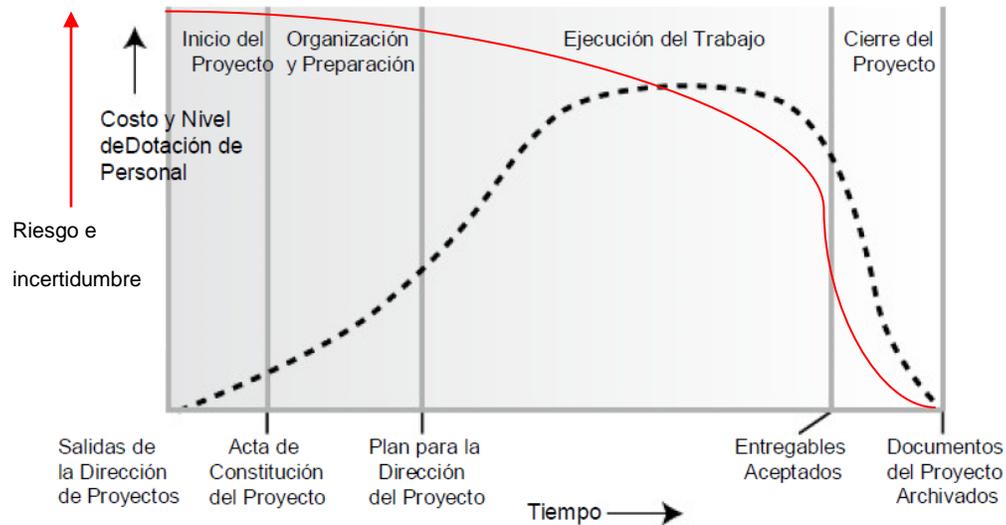


Figura No. 14 Comportamiento estadístico de ciclo de vida del proyecto

Fuente: (PMI, 2013)

Las fases tienen un conjunto de retos individuales que a su vez pueden agruparse en pequeños procesos. La configuración, ordenamiento y número de actividades dependerá del tipo, complejidad e impacto del proyecto y pueden completarse secuencialmente o paralelamente.

Configuración secuencial: Una actividad no puede comenzar hasta que su predecesora haya concluido.

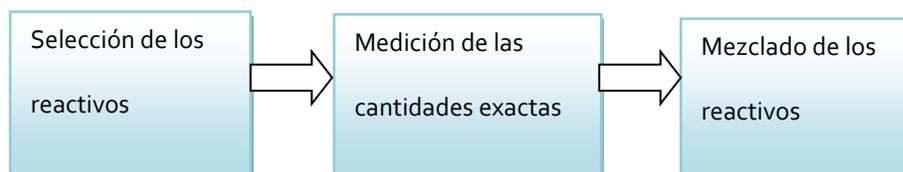


Figura No. 15 Actividades secuenciales

Configuración paralela: Dos o más actividades pueden realizarse al mismo tiempo.

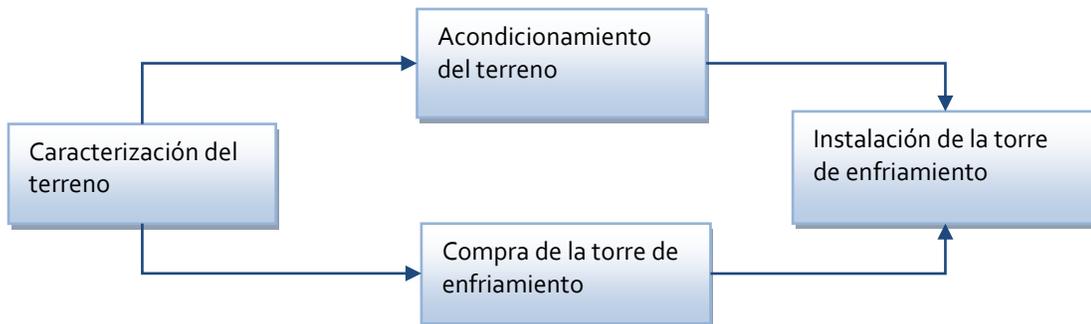


Figura No. 16 Actividades paralelas

La evaluación de la estructura de las actividades para hacer el plan de ejecución debe ser un trabajo en equipo, y la constante revisión ayudará a comprender y modificar la configuración y ordenamiento de las actividades. Existen casos en los que las actividades pueden ser acopladas, es decir, que una actividad depende parcialmente de la anterior.

Muchas veces a pesar de que se tengan los recursos económicos y la disponibilidad de los colaboradores, si el entregable de la fase precedente no ha sido aprobado y aceptado por el cliente, no se puede continuar, alargándose así la fecha de término del proyecto.

3.2 Ciclo de inversiones

La meta principal para todo proyecto, es lograr que los cambios generados a partir de su ejecución sean satisfactorios. Sin embargo, para llevar a cabo cualquier proyecto se requiere invertir en el mismo.

Como se estudió en la sección anterior, el proyecto consta de varias fases que integran el “ciclo de vida del proyecto”. A efecto de asegurar el éxito de todas las actividades de cada etapa, es necesario contar con los recursos suficientes,

por tal motivo la inversión del proyecto se divide en tres grados de maduración como lo muestra la Figura No. 17.



Figura No. 17 Fases de inversión

La pre inversión evalúa la factibilidad de llevar a cabo el proyecto, contempla la realización de diversos estudios que sustenten aquellos aspectos relevantes como pueden ser ecológicos, legales, de mercado, técnicos, sociales, financieros, etc.

Hay quienes piensan que una vez concluido el proyecto se recibirán beneficios económicos y solo habrá ingresos, este es un factor común de fracaso, y es que los proyectos son una fuente constante de costos y beneficios, siempre se deben considerar los costos de operación para mantener en funcionamiento los cambios generados por el proyecto.

Existen diferentes tipos de financiamiento, pero en líneas generales se pueden resumir en público y privado. Algunos proyectos debido a su tamaño y complejidad requieren recurrir a alguno de estos financiamientos, y deben cubrir ciertos requisitos para poder ser acreedores.

Las diferentes entidades y dependencias que controla la SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público) elaboran y licitan diversos proyectos, revisados y autorizados previamente por la SHCP, la cual lleva a cabo la integración del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación (PPEF). Con la finalidad de apoyar a la mayor cantidad de proyectos y asegurar el cumplimiento de las

metas, la SHCP desarrolló el ciclo de inversiones para facilitar la gestión de los programas y proyecto de inversión. Es importante mencionar que las etapas que integran este ciclo de inversiones son adoptadas por muchas instituciones financieras sin importar si son públicas o privadas.

La Figura No. 18 muestra el grado de madurez del proyecto respecto al tiempo, evaluando las diversas fases del ciclo de inversiones. Como se puede observar, existen fases similares entre el ciclo de inversiones y el ciclo de vida del proyecto, y es que la diferencias entre estos ciclos, radica en el rol del personaje interesado ya sea inversionista o líder de proyecto, se deben a los enfoques, es decir, el inversionista que designa recursos a la realización del proyecto va a basar su metodología en el ciclo de inversiones, mientras que el que llevará a cabo el proyecto se enfocará en las fases del ciclo de vida del mismo.

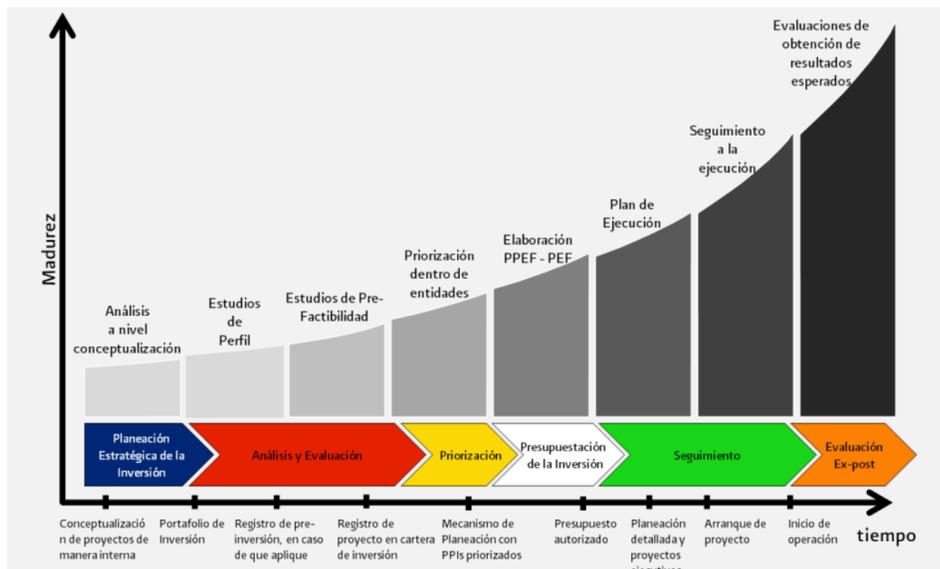


Figura No. 18 Ciclo de inversiones

*PPEF: Proyecto del Presupuesto de Egresos de la Federación

*PEF: Presupuesto de Egresos de la Federación

3.3 Identificación de la necesidad

Actualmente vivimos en un mundo con cambios constantes y cada día se descubren nuevos materiales, tecnologías, procesos, etc. Abriendo las puertas para la inserción de nuevos mercados, en donde el ingeniero químico puede desarrollarse como profesionalista o emprender un nuevo negocio. Se debe entender que el mundo está lleno de oportunidades, solo hacen falta personas con la tenacidad de identificarlas y querer resolverlas.

En su libro "*Mekong Ideas Happen*", Scott Branson menciona que tener una idea es solo una pequeña parte del proceso, el éxito de la misma dependerá del desarrollo y ejecución de las actividades. Es cierto que la creatividad es la clave para el crear nuevas ideas, pero también existen oportunidades de mejora o reingeniería. Lo que para un cliente puede ser un problema, para el prestador de servicios se vuelve una oportunidad, pero antes de actuar y comenzar a hacer planes es prudente preguntarse ¿Por qué surge esta necesidad?, ¿Existen soluciones potenciales previamente desarrolladas?, esta sección se enfoca en contestar estas dos preguntas a través del proceso propuesto en la Figura No.19 y las diferentes técnicas de gestión.

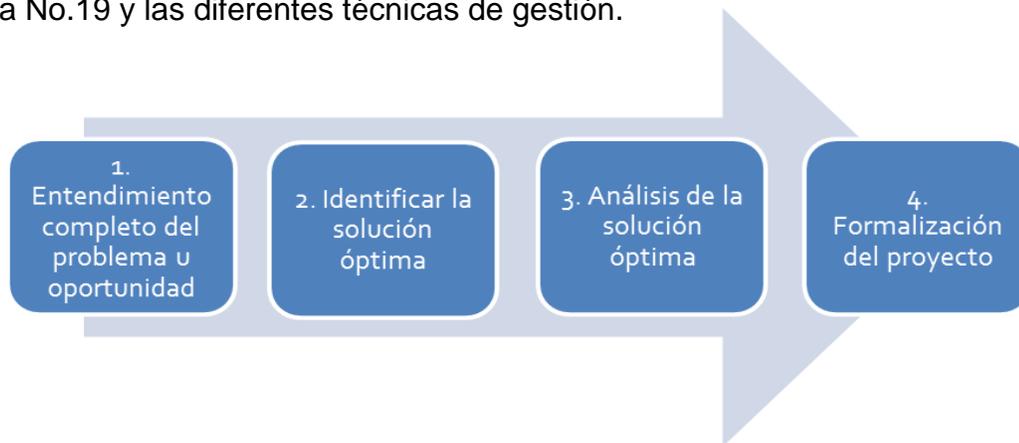


Figura No. 19 Proceso de inicio del proyecto

Fuente: (Heerkens, 2002)

Antes de comenzar a describir cada una de estas fases internas es importante mencionar que para que cualquier idea se vuelva realidad, debe existir un proceso basado en 4 principios que todo administrador de proyectos debe adoptar: Generar ideas innovadoras, organización, trabajo en equipo y liderazgo (Belsky, 2010). La mayoría de los proyectos exitosos no fueron concebidos por una sola persona, más de una mente centrada en un solo objetivo puede acortar el tiempo de ejecución y mejorar el proceso de desarrollo del proyecto, si cada uno de los integrantes del equipo aporta una pequeña parte de su creatividad y existe un líder que sepa canalizarla, el proyecto se volverá cada vez más tangible.

3.3.1 Entendimiento completo del problema u oportunidad

La mayoría del tiempo se está expuesto a problemas, no solo como individuos sino también como organización, la relevancia radica en convertirlos en oportunidades. Generalmente se relaciona a los problemas con situaciones negativas y efímeras, mientras que las oportunidades hacen referencia a la mejora de la situación existente.

La fase de entendimiento del problema se vuelve relevante si es que se planea gestionar un proyecto, ya que no solo se puede perder dinero sino también tiempo.

Algunas veces el problema a primera vista puede parecer imposible de resolver, pero ya cuando se analiza y se comprende al 100%, se cae en cuenta que existen varias soluciones posibles. Pero no solo se trata de encontrar soluciones y aplicarlas, sino se identifica la verdadera necesidad, se corre el

riesgo de trabajar en un rumbo distinto y al final no satisfacer las necesidades del cliente.

El administrador de proyectos habrá de tener la habilidad de análisis perceptivo y conceptual para resumir el gran problema en objetivos entendibles para su equipo, esta tarea requiere estar en contacto frecuente con el cliente para así plantear lo que éste último quiere. Este ejercicio puede ahorrar tiempo dedicado al análisis, ya que existen veces en que la solución se encuentra en la descripción de la necesidad que realiza el cliente.

3.3.2 Identificación de la solución óptima

Un líder de proyecto no será evaluado tanto por hacer bien las actividades técnicas, sino más bien, por resolver correctamente el problema que se le presenta (Heerkens, 2002).

Para comenzar a ejecutar cualquier actividad del proyecto, es necesario tener un panorama general de este. Es por ello, que tanto el cliente como los miembros del equipo habrán que cumplir los requerimientos propios de su rol, tal y como se muestra en la Tabla No.2. Heerkens considera importante establecer los roles de los integrantes del proyecto desde un principio, a fin de tener claro el por qué efectuar el proyecto y cuál es el beneficio

Habrán casos en los que el cliente cuente con especialistas encargados de elaborar un informe de la situación y de la necesidad habrá de solventarse, así como las actividades mínimas requeridas por el proyecto, tal es el caso de las licitaciones públicas, en donde se exponen los términos de referencia que incluyen los requerimientos, las restricciones, los documentos entregables, las

condiciones de pago y la fecha de término del contrato, así como los términos legales a los cuales debe apegarse la ejecución del proyecto. Las licitaciones habrán de ser lo suficientemente claras para los contratistas interesados en participar, quienes habrán de preparar sus propuestas de solución a la necesidad planteada y después de evaluar la viabilidad técnica para concursar, así como la conveniencia económica.

El rol del cliente (la necesidad)	El rol del equipo de trabajo (el proyecto)
Plantear y describir la necesidad a sustentar	Describir la manera en la que resolverá la necesidad planteada por el cliente.
Especificar los objetivos y las metas que se pretenden alcanzar	Desarrollar las estrategias y las técnicas para completar los objetivos y metas
Permitir al equipo de trabajo decidir la forma en la que desarrollará el proyecto con los recursos asignados	Definir la forma en la que se distribuirán los recursos, según el plan para desarrollar el proyecto

Tabla No.2 Definición del rol del cliente y del equipo de trabajo en el proyecto

Fuente: (Heerkens, 2002)

Una vez que los contratistas hayan presentado sus propuestas de solución, la institución que oferta, las evaluará de acuerdo a la experiencia en proyectos similares del contratista, el enfoque técnico propuesto, la evaluación económica, y sus costos propuestos, entre otros factores que considere relevantes.

3.3.3 Análisis de las propuestas de solución

En la sección anterior se mencionó la relevancia de involucrar a los miembros del equipo con la finalidad de conocer sus diversas aportaciones para resolver el problema y las estrategias para realizar el proyecto. Sin embargo, al estructurar la propuesta de solución, habrá que considerar además las fortalezas de la organización.

El desarrollo de la propuesta consiste en explicarle al cliente como es que se realizarán el proyecto, sus principales características y una breve descripción de las actividades a realizar. La extensión en la redacción de la propuesta puede variar dependiendo del tamaño del proyecto; a pesar de ello debe estar bien fundamentada, algunos de los siguientes puntos pueden ser tomados en cuenta al redactar la propuesta (Heerkens, 2002):

- Descripción de los antecedentes que dieron origen al problema u oportunidad identificada.
- Impactos futuros que podrían ocurrir si no se realiza el proyecto.
- Proyección de los beneficios si el proyecto se lleva a cabo.
- Identificación de las fortalezas de la empresa que sean compatibles con el proyecto.
- Reconocimiento preliminar de los posibles riesgos
- Justificación de los datos supuestos
- Consideraciones ambientales
- Metodología para ejecutar el proyecto

3.3.3.1 Evaluación no financiera de proyectos (cualitativa)

Si bien es cierto que la rentabilidad de un proyecto es un factor importante para decidir si se lleva a cabo o no, existen otros criterios no monetarios (beneficios) que pueden complementar esta decisión, a partir de los resultados de la evaluación no financiera. Algunos de estos beneficios pueden ser los siguientes:

- Apertura para otros mercados
- Facilidad de acercamiento a clientes extranjeros

- Satisfacción personal
- Crecimiento profesional
- Experiencia alcanzada
- Etc.

Alternativas propuestas	Atributos			Puntaje total
	Acercamiento a clientes extranjeros (.35)	Apertura a nuevos mercados (0.40)	Facilidad de adquisición de materiales (0.25)	
A	3 1.05	2 0.80	5 1.25	3.1
B	4 1.40	5 2.00	1 0.25	3.65

Figura No. 20 Matriz de evaluación no financiera

Una herramienta útil para la toma de decisiones, es la matriz de evaluación no financiera de los proyectos, tal y como se muestra en la Figura No.20, donde se establecen los tópicos a evaluar desde la relevancia y percepción para los interesados en el proyecto asignando atributos numéricos estos tópicos, y se ponderan acorde a su prioridad, donde tal suma sea igual a 1; los beneficios se califican entre 1 y 5 y luego se multiplican para obtener el puntaje de cada beneficio y al final se obtiene el puntaje total de cada proyecto, dando así una orientación cuantitativa razonable. Conforme al ejemplo de la Figura No. 20, se puede concluir que el proyecto B con una calificación ponderada de 3.65, es el más adecuado para ejecutarse.

Este método de evaluación no financiera, por promedios ponderados es fácil de realizar y brinda un enfoque preliminar para definir el proyecto que se llevará a cabo. Sin embargo, es un proceso con resultados subjetivos, por lo que, la

decisión habrá que complementarse y justificarse también con los resultados de la evaluación financiera que se verá en la siguiente sección. Cabe destacar que esta evaluación multicriterio, es una de las principales herramientas utilizadas por los financiadores para elegir a que proyecto le serán asignados los recursos.

3.3.3.2 Evaluación financiera de proyectos

Cuando emprendemos un proyecto, se comprometen importantes recursos monetarios por un largo plazo y bajo cierta incertidumbre. La decisión de invertir, y de cuando hacerlo, la determinación de la demanda o mercado objetivo y la estimación de la vida económica del proyecto son fundamentales para el éxito o fracaso del proyecto. Es por ello, que una extensa evaluación económica con flujos de efectivo proyectados reduce la incertidumbre y fundamenta la rentabilidad del proyecto.

El presupuesto para la realización de proyectos que formen parte de un plan de inversiones es desarrollado y autorizado por el área financiera de la organización. Si los recursos propios fueran insuficientes, se puede recurrir a fondos externos, tales como los fondos privados de inversión o de la banca de desarrollo, como NAFIN e INADEM.

Actualmente en México existen fundaciones e instituciones privadas que apoyan financieramente a los nuevos emprendedores con la finalidad de impulsar el desarrollo del país. De igual forma diversas universidades entre las que destaca la UNAM, cuentan con programas especiales llamados “Incubadoras de empresas”, que brindan facilidades a los miembros de su comunidad para emprender sus proyectos. Para poder ser acreedores de estos

apoyos, se debe justificar la rentabilidad del proyecto a través de la evaluación económica.

Existen dos tipos de métodos para evaluar proyectos de inversión desde un enfoque financiero, los que no consideran el valor de dinero en el tiempo y los que sí. Dentro de los primeros, los más utilizados son (Mendóza, 1998):

1. Periodo de recuperación (PR)
2. Tasa de rendimiento contable (TRC)

Estos métodos son utilizados cuando se requiere de hacer un análisis simple de los beneficios económicos del proyecto, aunque no contemplan flujos de efectivo descontados.

Dentro de los métodos que consideran el valor de dinero en el tiempo se encuentra los siguientes:

3. Valor presente neto (VPN)
4. Tasa interna de rendimiento (TIR)

En ambos casos, hacen uso de flujos netos de efectivo proyectados durante la vida útil del proyecto.

Flujos de efectivo proyectados: Son el resultado de los ingresos y egresos que se esperan durante la vida útil del proyecto. Generalmente los ingresos provienen de las ventas, las cuentas por cobrar y el valor de deshecho de los activos. Los egresos están dados por la inversión de capital, los insumos, sueldos y gastos indirectos, tales como los de administración. En el caso de la inversión en activos habrá que

considerar además de su valor de adquisición, el esquema correspondiente de depreciación, que es un apoyo de origen fiscal a la rentabilidad del proyecto. Desde el punto de vista contable, la depreciación no implica movimientos netos de efectivo.

En la Tabla No. 3 se muestran dos proyectos diferentes, A con flujos netos de efectivo uniformes y B con flujos variables, ambos proyectados a 4 años. En el año 0 se muestra la inversión de capital requerida para cada uno:

Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Total
A	-\$ 50,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 60,000
B	-\$ 70,000	\$ 35,000	\$ 15,000	\$ 35,000	\$ 20,000	\$ 100,000

Tabla No.3 Ejemplo de flujos proyectados variables y uniformes

Método del Periodo de Recuperación

Indica el plazo de tiempo en el que el proyecto comenzará a generar ingresos que igualen a la inversión de capital, pasando este periodo de tiempo en el que se recupera la inversión, se obtendrán utilidades.

Para calcular este periodo de recuperación, se debe obtener el flujo de efectivo acumulado por año y después dividir la inversión inicial entre cada uno. Si la razón es menor a 1 significa que el flujo de efectivo ha superado el monto de inversión y ese será el año en el que se recupere la misma (Mendoza, 1998).

$$PR = \frac{\text{Costo de Inversión (CI)}}{\text{Flujos acumulados (FA)}} < 1$$

Conclusión: El proyecto A tiene un periodo de recuperación de 4 años a pesar de que la inversión es menor que el proyecto B, en el que la inversión se recuperará en el año 3. Si establecemos un margen de tiempo en que el

inversionista desea obtener nuevamente su inversión en un lapso de 3 años, bajo este criterio el proyecto A sería rechazado. Una solución para que el proyecto A fuera rentable sería que la generación de ventas fuera mayor o bien, reducir costos.

PROYECTO A				PROYECTO B			
Año	Flujos anuales	Flujos acumulados	I/FA	Año	Flujos anuales	Flujos acumulados	I/FA
Año 0	-\$50,000			Año 0	-\$70,000		
Año 1	\$15,000	\$ 15,000	3.33	Año 1	\$35,000	\$ 35,000	2
Año 2	\$15,000	\$ 30,000	1.66	Año 2	\$15,000	\$ 50,000	1.4
Año 3	\$15,000	\$ 45,000	1.11	Año 3	\$35,000	\$ 85,000	0.82
Año 4	\$15,000	\$ 60,000	0.83	Año 4	\$20,000	\$ 105,000	0.67
Total	\$60,000			Total	\$100,000		

Tabla No.4 Periodo de recuperación de dos proyectos (A y B)

Ventajas del Periodo de Recuperación

- Sencillez en el cálculo
- Resultados fáciles de interpretar
- Es utilizado como primer criterio para evaluar los proyectos o cuando las empresas tienen problemas de liquidez (Mendoza, 1998).

Desventajas

- No se interesa por la vida útil del proyecto después de recuperar la inversión.
- Se concentra en la rapidez en la que se recuperará la inversión, pero no en la rentabilidad.

- No prevé el futuro del proyecto una vez que se recupera la inversión, probablemente se requiera volver invertir para que el proyecto continúe.

Método de la Tasa de Rendimiento Contable

Este método nace de la necesidad de medir la rentabilidad de los proyectos bajo un criterio de fácil cálculo y que no considere los flujos netos de efectivo descontados. Este método utiliza la utilidad neta y se basa en términos contables

La utilidad neta es el resultado de descontar a los ingresos todos los gastos generados por actividad empresarial y los impuestos.

Una vez que se conoce el resultado de la utilidad neta, debe proyectarse a todos los años que se espera dure el proyecto (vida útil) y calcular el valor promedio de estos resultados.

Se entiende por “valor de desecho (valor de rescate)” al monto recuperable de la inversión original de los activos tangibles al final del proyecto, y ya no son requeridos por el proyecto o las futuras operaciones y que son vendibles (Eco-finanzas, s.f.).

Una vez que se conoce el resultado de la utilidad neta, debe proyectarse a todos los años que se espera dure el proyecto (vida útil) y calcular el valor promedio de estos resultados.

Ingresos
-Costo de ventas
<hr/>
Utilidad bruta
-Gastos de ventas
- Gastos de administración
<hr/>
Utilidad de operación
-Impuesto a la utilidad
<hr/>
Utilidad neta (sujeta a reparto)

Si la utilidad neta no es uniforme para todos los años proyectados y existe un valor de desecho, la tasa de rendimiento contable se calculará de la siguiente forma: (subir las definiciones)

$$TRC = \frac{UNP}{\left(\frac{I-VR}{2}\right) + CT}$$

$$UNP = \frac{\sum_{n=1}^n Utilidad\ neta_n}{n}$$

Donde:

n= años que se espera duré el proyecto

I= inversión

VR= Valor de desecho

UNP= Utilidad neta promedio

CT= Capital de trabajo (fondo económico utilizado para mantener las operaciones de la empresa (Contabilidad Puntual, s.f.).

De acuerdo a este método, la decisión de inversión entre un proyecto u otro se verá afectada por aquel que tenga la TRC mayor, ya que eso significa que la utilidad neta superó el valor de inversión. Al igual que el método de periodo de recuperación, el inversionista tendrá que establecer los límites permisibles y excluyentes.

Ventajas

- Fácil de calcular
- Permite conocer la rentabilidad del proyecto en un periodo determinado.

Desventajas

- No considera el valor del dinero en el tiempo.
- Se basa en promedios para su cálculo, por lo que el resultado es ambiguo.
- Al utilizar valores promedio, no permite identificar los años en los que hubo pérdidas significativas.

Método del Valor Presente Neto

El método de valor presente neto (VPN) es el más utilizado financieramente para evaluar los proyectos, ya que considera el valor del dinero en el tiempo (es decir que vale más un peso recibido hoy que después de un año o más) y los flujos generados por un proyecto adecuado a una tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA) por los inversionistas.

La TREMA es un indicador porcentual utilizado para evaluar el valor actual de un proyecto futuro, esta tasa de descuento considera, tanto el costo financiero del dinero (la TIIE), como el riesgo del proyecto (Mendoza, 1998).

Conforme a los criterios de este método, si el valor presente neto:

- Supera el valor de la inversión, el proyecto es aceptado para realizarse.
- Es igual a cero, solo se recuperará la inversión
- Si el valor es negativo, el proyecto debe rechazarse.

Para poder calcular correctamente el VPN de un proyecto se requiere conocer: el valor de la inversión, los flujos netos de efectivo proyectados, el valor de desecho si lo hubiera, la vida útil del proyecto y la TREMA (Mendoza, 1998). Una de las tantas formas con la que se calculará el VPN es utilizando la siguiente ecuación:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Flujodeefectivoanual}}{(1 + t)^n} - \text{Inversión}$$

Donde

t= tasa de rendimiento mínima aceptable o tasa de descuento

Continuando con la evaluación de los proyectos ejemplo, se considerará una tasa de descuento del 16% y los flujos netos de efectivo mostrados en la Tabla No.3 para calcular el VPN de ambos.

Proyecto A

$$\begin{aligned} VPN &= \frac{\$ 15,000}{(1 + 0.16)^1} + \frac{\$ 15,000}{(1 + 0.16)^2} + \frac{\$ 15,000}{(1 + 0.16)^3} + \frac{\$ 15,000}{(1 + 0.16)^4} - \$50,000 \\ &= -\$ 8,027.29 \end{aligned}$$

Proyecto B

$$\begin{aligned}
 VPN &= \frac{\$ 30,000}{(1 + 0.16)^1} + \frac{\$ 15,000}{(1 + 0.16)^2} + \frac{\$ 35,000}{(1 + 0.16)^3} + \frac{\$ 20,000}{(1 + 0.16)^4} - \$70,000 \\
 &= \$ 478.35
 \end{aligned}$$

Conclusión: El proyecto A debe rechazarse, ya que el VPN es negativo lo que significa que no se recuperará la inversión en los años proyectados y no se obtendrán beneficios; por otro lado el proyecto B deberá ser aceptado. Sin embargo, dependerá de la necesidad del cliente y sus expectativas, debido a que al finalizar los 4 años de vida útil solo recibirá \$478.35 de beneficio y recuperará su inversión.

Ventajas

- Considera el valor del dinero en el tiempo.
- Los resultados pueden ser optimizados al tener un panorama de las fluctuaciones futuras.

Desventajas

- Alta dependencia del valor de la tasa de descuento, si la determinación de esta tasa es incorrecto impactará severamente en el VPN.
- Favorece a los proyecto de alto valor y con pronta recuperación.

Método de la Tasa Interna de Rendimiento

Comúnmente este método es mejor conocido como “TIR” y al igual que el anterior, considera el valor del dinero en el tiempo. Esta tasa de rendimiento es el interés máximo que debe descontarse a los flujos netos de efectivo generados por el proyecto y pagarse a los que dan el financiamiento (Mendóza, 1998) por tal motivo la TIR refleja la rentabilidad del proyecto.

El cálculo de la TIR es un proceso iterativo, en donde su valor será aquel que propicie la igualación de los flujos descontados y la inversión inicial.

$$\sum_{t=1}^n \frac{\text{Flujodeefectivoanual}}{(1 + TIR)^n} = \text{Inversión}$$

Como se puede observar, la ecuación anterior es similar al cálculo del VPN por lo que si igualamos el VPN a cero y se realiza el proceso iterativo (búsqueda del valor que satisface dicha igualdad) se podrá obtener el valor de la TIR.

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Flujodeefectivoanual}}{(1 + TIR)^n} - \text{Inversión} = 0$$

Para saber si un proyecto es aceptado o rechazado, se tendrá que comparar el valor de la TIR con la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA) por los inversionistas; si el valor de la TIR es mayor a la TREMA, el proyecto se aceptará, y si es menor deberá rechazarse.

Retomando los proyectos A y B utilizados como ejemplo, se procederá a evaluar ambos bajo el criterio de la Tasa Interna de Rendimiento.

Nota: Para fines prácticos, el cálculo de la TIR para ambos proyectos se realizó iterativamente con la fórmula "TIR" de Excel, en la que se requiere el valor de los flujos netos de efectivo y una estimación inicial de tal tasa.

Conclusión: Tomando en cuenta una TREMA del 15% y los valores obtenidos de la TIR para ambos proyectos (Ver Tabla No. 5), se concluye que el proyecto A debe ser rechazado al tener una TIR menor a la TREMA, mientras que el proyecto B podría ser aceptado ya que su TIR es superior a la TREMA

marcada por los inversionista. Sin embargo, como se vio en el método anterior, los beneficios futuros del proyecto B no serán muy grandes.

	Proyecto A	Proyecto B
Costo de inversión	\$ 50,000.00	\$ 70,000.00
Flujos de entrada de efectivo:		
Año 0	-\$ 50,000.00	-\$ 70,000.00
Año 1	\$ 15,000.00	\$ 30,000.00
Año 2	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
Año 3	\$ 15,000.00	\$ 35,000.00
Año 4	\$ 15,000.00	\$ 20,000.00
VPN	-\$8,027.29	\$478.35
TIR	8%	16%

* La tasa de descuento para ambos proyectos se consideró del 16%

Tabla No.5 Cálculo de la TIR

Análisis de Sensibilidad

Si bien es cierto que la evaluación económica de un proyecto es importante para avalar cualquier decisión que sea tomada. Sin embargo, como se pudo apreciar en los métodos antes expuestos, los requerimientos básicos para poder obtener los valores numéricos se basan en estimaciones como lo son los flujos netos de efectivo, la vida útil, la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA); además de dejar a criterio del evaluador los límites para aceptar o rechazar el proyecto de acuerdo a cada parámetro económico.

El análisis de sensibilidad evalúa la rentabilidad del proyecto de inversión ante variaciones de alguna de sus variables independientes, tales como los ingresos por ventas, el precio unitario, algún elemento de costo, la vida económica del proyecto, inclusive variaciones de la tasa de descuento. (Mendoza, 1998).

Para tener una idea más cabal del proyecto, el análisis de sensibilidad considera tres posibles escenarios (pesimista, normal y optimista) asignando diversos valores alguna de las variables independientes en cada una de estos tres escenarios.

Durante la ejecución del proyecto, éste es susceptible de cualquier modificación, ya sea por factores externos o internos. A efecto de minimizar el impacto económico de estos cambios, se habrá que evaluar cualquier situación para prevenirse y por lo tanto el análisis de sensibilidad será ten detallado como la magnitud del proyecto lo requiera.

3.3.4 Formalización del proyecto

Contemplando las premisas de la evaluación económica y del análisis costo-beneficio, se deberá tomar la decisión de realizar o no el proyecto. Durante esta etapa de evaluación la comunicación entre el cliente y el encargado del proyecto se vuelve crucial, ya que existen situaciones en las que el primero prioriza los beneficios monetarios antes que los intangibles, aunque en muy raras ocasiones llega a ocurrir lo contrario.

La formalización del proyecto se resume a la entrega de una propuesta técnica y económica que justifique la decisión tomada, las principales actividades que deberán realizarse, las fuentes de financiamiento necesarias, así como una descripción breve de las características más resaltables; para posteriormente firmar el contrato.

3.4 Inicio del proyecto

Antes de comenzar con la introducción y explicación de las actividades que integran la fase de inicio del proyecto, es prudente preguntarse lo siguiente: ¿El proyecto es económicamente viable?, ¿existen las herramientas para llevarlo a cabo? ¿Se está en la posición de adquirirlas o desarrollarlas? y ¿hay regulaciones que impidan la realización del proyecto o alguno de sus procesos?; estas preguntas ayudarán a esclarecer si contamos con lo necesario para llevar a cabo el proyecto y no gastar tiempo y recursos económicos posteriormente.

Una vez que se ha decidido continuar con el proyecto, se habrá que asentar el marco legal con el que se registrará, de acuerdo al alcance y objetivos particulares pactados.

De acuerdo con la metodología desarrollada por el PMI, esta etapa requiere del compromiso de ambas partes (cliente y prestador de servicios) de apegarse a las condiciones establecidas, tomando en cuenta la opinión de todos los involucrados. Los siguientes documentos habrá que realizarse antes de comenzar cualquier actividad de ejecución formal del proyecto.

- ✓ Acta constitutiva del proyecto, este documento autoriza la existencia de un proyecto. Puede ser remplazada por un contrato formal para pequeños proyectos.
- ✓ Otorgar el poder que asigne al responsable del proyecto y establezca los límites de su autoridad.

- ✓ Definición de los objetivos Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y con tiempo determinado (SMART, *por sus siglas en inglés*).
- ✓ Lineamientos para llevar a cabo el monitoreo y control de las actividades
- ✓ Definición específica de los entregables (en el caso de las licitaciones públicas se encuentran redactados en los términos de referencia).
- ✓ Priorizar las actividades y asignar responsables mediante tablas o representaciones gráficas.

Antes de comenzar a detallar el alcance del proyecto es importante tener en cuenta el principio de Pareto, el cual recomienda centrar la atención en aquellas selectas actividades (20%) que generaran las mayores ganancias (80%) del proyecto. La simplificación de los objetivos permitirá priorizar aquellas actividades que tendrán gran impacto durante la ejecución; tomando en cuenta que el 80% del éxito de un proyecto proviene del 20% de las tareas (Koch, 2009).

Para detallar el alcance del proyecto son necesarias las siguientes actividades: recopilar todos los requisitos de los interesados, establecer las condiciones del entregable final y los criterios para validar el mismo.

El proceso de la recopilación de los requisitos consiste en documentar las inquietudes y necesidades del cliente, ya sea mediante reuniones formales o informales. El fin de un proyecto es ofrecer un bien o servicio con impactos positivos al entorno al que está dirigido, es por ello que se debe conocer al cliente y demás interesados para así superar o igualar sus expectativas.

La documentación de los requisitos será la pauta para el desarrollo de las demás fases del proyecto de ahí la relevancia de este proceso. Existen diferentes métodos o herramientas que nos ayudarán a obtener la mayor información para saber ampliamente lo que el cliente quiere; entre las que destacan (PMI, 2013):

- *Juicio de expertos*
- *Entrevistas*
- *Grupos focales*, donde se reúnen los interesados y expertos a dialogar sobre el producto o servicio.
- *Técnicas Grupales de Creatividad*, como son la lluvia de ideas, mapas conceptuales y diagramas de afinidad-
- *Encuestas*
- *Observaciones del entorno*
- *Estudios comparativos*
- *Análisis de documentación existente*

El objetivo principal de recopilar los requisitos es establecer los criterios de aceptación de los entregables finales del proyecto y priorizar su ejecución conforme al plazo establecido.

Una de las herramientas más utilizadas por los directores de proyectos es la matriz de trazabilidad de requisitos, la cual enlaza los requisitos con los entregables que satisfacen cada uno de ellos (PMI, 2013).

Matriz de trazabilidad de requisitos			
Nombre del proyecto:			
Costo total del proyecto:			
Objetivos del proyecto:			
Descripción del proyecto:			
Identificación	Descripción de requisitos	Objetivos de la actividad	Entregable
1			
2			
3			

Figura No. 21 Ejemplo de matriz de trazabilidad de requisitos

Fuente: (PMI, 2013)

Una vez que se han documentado los requisitos, es responsabilidad del director del proyecto asignar al encargado de la realización de cada uno de los entregables y definir la manera en que será reportado el avance de los mismos.

Cuando el o los entregables se han completado, habrán de ser revisados por el cliente para su aceptación de acuerdo a los criterios que se hayan pactado previamente, donde se evaluará la calidad y claridad de los resultados. Es conveniente tener un registro de todos los cambios que se realicen a los entregables para evitar el trabajo doble o malos entendidos.

El contar con un control de cambios apropiado respaldará la toma de decisiones que provoquen modificaciones al alcance del proyecto, ya que en ocasiones diversos factores externos no contemplados en un principio retrasan la ejecución de las actividades o impiden su realización. Para realizar estas modificaciones es necesario consensar con el cliente para saber si el proyecto continúa con otro plan de acción o en su defecto se cancela.

3.5 Planeación y programación

Algunos autores refieren que la etapa de planeación comienza desde la conceptualización de los objetivos y metas, esta premisa es aceptable, ya que desde el momento en que comenzamos a idear las actividades que dan origen a un proyecto, empieza la etapa de planeación informal.

Existen diferentes tipos de planeación dentro de una organización sin importar el tipo de estructura de la misma, y de igual forma están jerarquizadas de acuerdo al nivel gerencial en donde se desarrollan. Resulta importante mencionar estos procesos de planeación, ya que cada uno tiene funciones y objetivos diferentes.



Figura No. 22 Jerarquía de los procesos de planeación

La Figura No. 22 muestra el nivel jerárquico de los procesos de planeación (David, 2011). En el primer nivel se encuentra la planeación estratégica, en esta se define la misión y visión de la empresa, así como las estrategias empresariales para lograr el cumplimiento de las mismas,

El siguiente nivel está representado por la planeación táctica, la cual es desarrollada por la gerencia media y en la que se centra la administración de proyectos. Se debe tener presente que un proyecto es un evento único, pero debe de estar alineado a las estrategias de la empresa, las cuales establece la planeación estratégica.

Por último pero no menos importante, se encuentra la planeación operativa, la cual consiste en establecer los procedimientos y métodos de trabajo con los que se llevaran a cabo las diversas actividades necesarias para alcanzar los objetivos planteados en el plan estratégico.

El proceso de planeación es un proceso iterativo, es decir que va a depender del nivel de detalle que se requiera y de los sucesos que impacten directamente al proyecto. Las siguientes preguntas sirven para orientar a aquellas personas que inician el proceso de planeación para su proyecto:

- ¿Cuál es el objetivo principal del proyecto?
- ¿Cómo se ha de lograr ese objetivo (procedimientos, métodos, políticas, etc.)?
- ¿Cuándo habrá que realizarse cada actividad?
- ¿Quién es el responsable de cada actividad?
- ¿Cuál es el costo asignado para llevar a cada?



Figura No. 23 Evolución de los planes de proyecto

Gary Heerkens en su libro "*Project Management*" define 5 tipos de planes que apoyarán al seguimiento del proyecto y el éxito del mismo. Sin embargo, considero importante incluir uno último, llamado plan de operación, en el cual se establecerán las condiciones con las que se espera opere el proyecto durante su vida útil. El plan de operación, plasma la importancia y refleja los cambios generados por el proyecto, es decir, de nada serviría tener construida una planta petroquímica si no se cuenta con el personal técnico y profesional hacerla funcionar.

El primer plan que se enuncia en la Figura No. 23 hace referencia a los estudios preliminares para saber la factibilidad del proyecto. Este tipo de plan es mayormente común en las grandes organizaciones y el nivel de detalle es poco, ya que se trata de evaluar a grandes rasgos la factibilidad operativa y económica del proyecto, así como los beneficios que se esperan se obtengan al ejecutar el proyecto.

El plan de inicio concentra todas las actividades que se estudiaron en el capítulo "Inicio del proyecto" como son: definición del alcance, metas y objetivos del proyecto, y demás documentos necesarios para formalizar la realización del mismo.

Se le llama plan maestro o de ejecución a aquel que integra y detalla todas las actividades y tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto, en él se establecen los tiempos requeridos y el presupuesto asignado a cada una de estas actividades. Cabe mencionar que este plan sirve como guía tanto para el líder del proyecto como para su equipo; así como para evaluar el avance y mantener el constante monitoreo y control. Es importante que el nivel de detalle

de este tipo de planes, sea tal que todos los miembros del equipo sean capaces de comprenderlo para evitar mal entendidos o trabajo extra.

Como se mencionó anteriormente la planeación es un proceso iterativo y es que no todo va a ocurrir conforme a lo planeado. A fin de minimizar estas variaciones al plan se habrá que analizar los riesgos asociados al proyecto, lo cual se verá en la siguiente sección. Sin embargo, los cambios al plan deberán ser documentados generando los planes actualizados y anunciados a todos los interesados del proyecto.

Heerkens redacta que el penúltimo plan no carece de importancia a pesar de que muchos autores no lo mencionan, y es que el plan de verificación refiere sus características a retomar todas aquellas actividades, que cerca del plazo final no han sido concluidas y replantearlas para evitar que el proyecto quede inconcluso

Los planes de proyectos contemplan tres factores para su realización:

- Tiempo de ejecución
- Costo presupuestado
- Alcance individual (se refiere a las tareas específicas)

La planeación y programación de las operaciones constituyen una herramienta esencial para la dirección del proyecto. Sin embargo, existe gran diferencia entre éstas, y es que la planeación se basa en conceptualizar las tareas, definiendo la duración y orden de ejecución de las mismas. Por otro lado la programación se refiere a plasmar en diferentes documentos aquello que la

planeación conceptualizó; además fija las fechas de inicio y fin de cada actividad en función de los costos, responsables, horas laborables, etc.

La etapa de planeación se basa en suposiciones y estimaciones que tratan de aproximarse a la realidad esperada con el menor grado de incertidumbre. Existen diferentes métodos para estimar, ya sean los tiempos de ejecución de las actividades, los costos, los recursos necesarios, etc. Entre los cuales se podrá poner en práctica varios de ellos de acuerdo a la proximidad que se tenga con cada uno de los interesados o de la información:

- Preguntar al personal con mayor experiencia y conocimiento de cada una de las actividades.
- Recopilar información histórica y analizar la tendencia en cada periodo
- Acudir con expertos en la materia
- Confiar en el conocimiento adquirido por nosotros mismos

Aplicando estos métodos, el grado de incertidumbre puede disminuir y así impactar de menor forma al proyecto. De igual manera, se recomienda utilizar rangos en vez de números exactos y establecer una holgura en cada una de las actividades.

Cabe mencionar que las estimaciones deben ser realistas, para así evitar caer en los errores frecuentes de sobreestimación o subestimar los recursos, afectando directamente al proyecto. Desarrollar un plan de contingencia puede ayudar a mitigar los impactos negativos al proyecto.

FALLAS EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN

A continuación, se enlistaran las fallas más comunes que pueden presentarse durante el proceso de planeación(Heerkens, 2002):

1. *Falta de detalle de las actividades:* Existen ocasiones en las que se piensa que el agrupar las actividades en grandes conjuntos, es la manera más entendible para establecer el plan de proyecto. Sin embargo, con tan poco detalle se dificulta el proceso de control.

Por esta razón se recomienda que el líder de proyecto presente el plan de ejecución a todos los involucrados en el proyecto y que ha estos no les quede duda alguna.

2. *Ser demasiado optimistas:* Todo líder de proyecto espera que los resultados sean conforme a lo planeado. Pero siempre existen factores externos e internos que alteran aquel plan. Por ello es importante establecer cierta holgura que mitigue los impactos.

3. *Desconocimiento de las actividades que integran el proyecto:* En este punto se vuelve a resaltar la relevancia de la comunicación, y es que existen ocasiones en que el líder de proyecto no conoce a detalle todas las actividades, por ello es importante que durante el proceso de planeación se involucre a todos los que participaran en el proyecto y que sean ellos quienes establezcan los tiempos de ejecución y los recursos necesarios.

3.4.1 Programación

Hasta este punto se han estudiado las etapas de inicio y planeación del proyecto, a partir del entendimiento de estas fases, se está preparado para comenzar con la programación.

Es importante mencionar que la planeación y la programación no son sinónimos, la primera se centra en la conceptualización detallada de las actividades, mientras que la segunda consiste en generar aquellos documentos que servirán de guía durante todo el proyecto como son: cronogramas, diagramas de flujo, etc.

MS PROJECT (SOFTWARE)

A partir de la concepción de la administración de proyectos como una ciencia, se han desarrollado diversos softwares que incluyen las diferentes técnicas para la programación de proyectos y que facilitan el proceso de la misma. Tal es el caso del software MS Project diseñado y comercializado por Microsoft.

Es recomendable que para el uso de cualquier software de administración de proyectos, se entiendan primeramente los conceptos de la misma. Ya que solo es una herramienta computacional, pero será responsabilidad del administrador del proyecto introducir los datos y tomar las decisiones en base a los resultados que genere el programa.

A continuación, se enunciarán los documentos básicos, generados a partir de la programación del proyecto, así como los conceptos en los que basan su realización.

3.5.1.1 ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO (EDT)

Este documento es popularmente conocido como WBS (*Work Breakdown Structure*). Como su nombre lo indica, se trata de un diagrama jerárquico en el cual cada actividad se divide de acuerdo a al entregable del que forman parte.

Para realizar el desglose y división de las actividades, primero habrá que enlistarse, de tal forma que se muestren lógicamente ordenadas y orientadas al alcance descrito en la fase de inicio del proyecto. El EDT estructura el alcance de tal manera que facilita la ejecución y entendimiento de las actividades.

A efecto de asegurar la comprensión de todos los documentos que en esta sección se describirán, se basará en un proyecto ejemplo. La meta o alcance del proyecto es realizar la ingeniería básica para la construcción de una planta química.

La ingeniería básica es el conjunto de actividades necesarias para determinar el tipo de proyecto, el servicio que prestará, el sitio donde se establecerá, así como las características generales para su operación.

A continuación, se enlistan los entregables requeridos para el proyecto:

Nomenclatura	Entregable
EF	Estudios de factibilidad
DCP	Descripción de la capacidad de la planta
DFP	Diagrama de flujo de proceso (DFP)
LE	Lista de equipo con pre dimensionamiento
H	Hojas de datos de equipo
DA	Diagrama de servicios auxiliares
DTI	Diagrama de tubería e instrumentación (DTI)
PLOT	Plano de localización general
DL	Documentación para licitación de la obra

La Figura No. 24 muestra un ejemplo del EDT para la instalación de una planta química; para fines prácticos solo se desglosaron las tareas requeridas para completar el entregable de estudios de factibilidad.

Como se mencionó anteriormente el EDT identifica todas las actividades necesarias para concluir el proyecto con éxito, es por ello que representa una de las herramientas fundamentales en el proceso de planeación, además de ser fácil de entender y brinda un panorama general de todo el trabajo que requiere el proyecto.

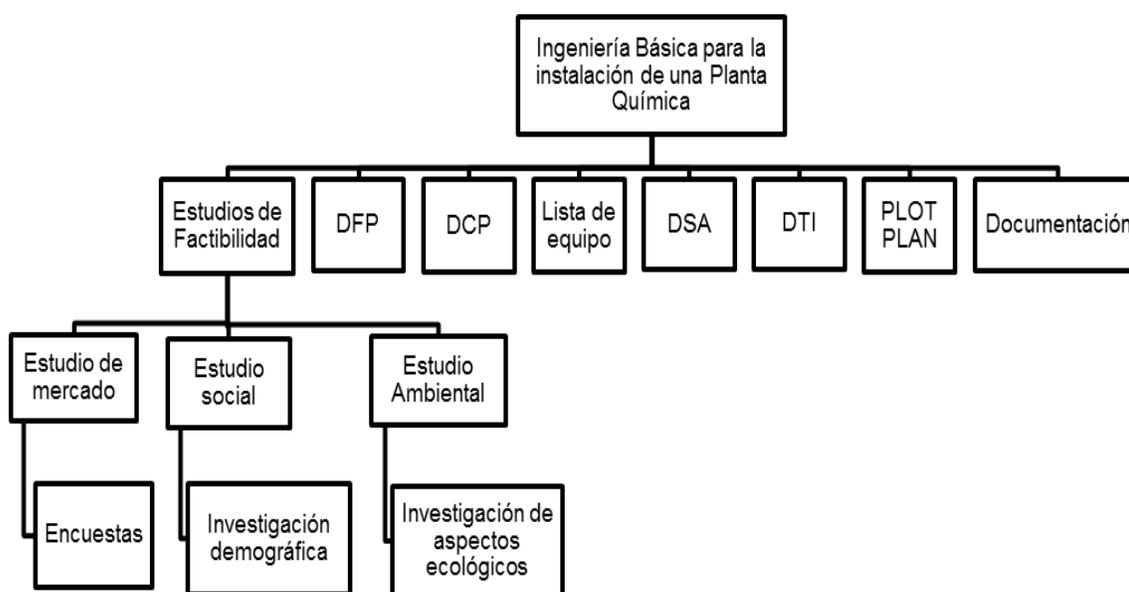


Figura No. 24 Ejemplo del EDT para la instalación de una planta química

Una vez que se ha realizado el EDT, se habrá que asignar al responsable de cada actividad. Es recomendable que se genere un documento en donde se establezcan las responsabilidades de cada interesado del proyecto, con la finalidad de acelerar la comunicación entre los mismos y conocer quien está a cargo de qué actividad por si llegasen a surgir dudas durante la ejecución. Este

documento puede ser una tabla en la cual se desglosen las actividades identificadas en el EDT y en la columna posterior se nombre al responsable de ejecutarla.

3.5.1.2 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

El cronograma del proyecto es una herramienta que basa su funcionamiento en la definición de la duración de cada actividad del proyecto. La realización del cronograma consiste en identificar cuanto tiempo se requiere para completar cada actividad y así concluir el proyecto. Este documento se genera a partir de estimaciones, por lo que se recomienda aplicar los métodos antes vistos.

A continuación, se enuncian los pasos necesarios para el desarrollo del cronograma del proyecto(Heerkens, 2002):

1. Definir las actividades necesarias para realizar los entregables que se establecieron en el alcance del proyecto.

En este paso se crea el EDT que se vio en la sección anterior, en el cual se descompone cada uno de los entregables en las actividades que requieren para completarse.

Es recomendable contar con una lista de las actividades representadas en el EDT y en el que también se identifiquen los “*Milestones*” o hitos.

El Milestone es un evento puntual dentro del proyecto, una meta intermedia que marca la entrega de algún documento, un punto de decisión o el fin de una fase. Los *milestones* no son actividades, ya que no consumen tiempo o recursos.

2. Desarrollar el diagrama de Red

El diagrama de red muestra la secuencia lógica de todas las actividades que se identificaron en el paso 1.

El método de precedencias (PDM, por sus siglas en inglés) es una herramienta útil, que permitirá desarrollar el diagrama de red, ya que representa la dependencia y seriación o paralelismo de las actividades.

El PDM se basa en la definición de 2 dependencias, las cuales pueden ser generadas por factores internos y externos, para así establecer los 4 tipos de relaciones que pueden presentar las actividades (PMI, 2014).

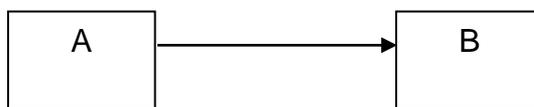
Dependencias

Dependencias obligatorias: Son aquellas que hacen referencia a las limitaciones propias del proyecto. Se encuentran en los términos de referencia o en el contrato del proyecto.

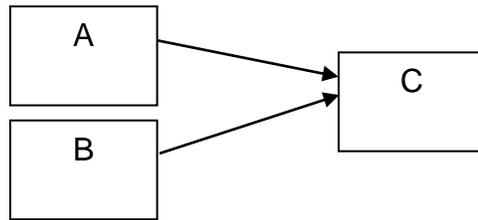
Dependencias opcionales: Como su nombre lo refiere, este tipo de dependencias será asignada de acuerdo a la experiencia en proyectos anteriores y en las mejores prácticas.

Relaciones

Seriación: También conocida como “Final- Inicio (FS)”, indica que una actividad no puede comenzar hasta que su predecesora haya concluido.



Paralelismo: Indica que dos actividades pueden realizarse al mismo tiempo



Final-Final: Relación lógica en la que la actividad no puede concluirse hasta que haya concluido su predecesora.



Inicio-Inicio: Indica que una actividad no puede comenzar hasta que su predecesora haya empezado.



Inicio-Final: Señala que una actividad no puede finalizar hasta que su predecesora haya concluido.



Considerando las dependencias y relaciones antes descritas, se habrá que desarrollar el diagrama de red del cronograma del proyecto. Tomando en cuenta el ejemplo de la planta química, el anexo 3 muestra

el diagrama de red correspondiente, realizado con el software MS Project.

3. *Identificar y estimar los recursos necesarios para completar las actividades*

Existen tres tipos de recursos que son fundamentales para la ejecución del proyecto: Mano de obra, Equipo, herramientas y materiales. La disponibilidad de estos recursos será un factor importante para estimar la duración de las actividades.

Durante este paso es necesario desarrollar una lista o diagrama desglosado de recursos (EDR) como el que se realizó en el WBS. De igual forma, es importante considerar todas las restricciones de disponibilidad de los recursos, como son las vacaciones de los empleados, la jornada laboral, etc. En lo que se refiere a los materiales y equipos, existen ocasiones en las que deben importarse o fabricarse con ciertas especificaciones.

Como se puede notar en el enunciado anterior, las limitaciones pueden ser internas o externas. Es recomendable presentar especial atención a las segundas, ya que al no depender de la organización es difícil controlarlas, por lo cual el desarrollo de un plan de acción alternativo puede ayudar a mitigar el impacto en la duración de las actividades.

La identificación de los recursos, también permite evaluar y estimar los costos del proyecto, además de la duración de las actividades. Este

proceso es iterativo y los resultados que se obtengan en cada iteración modificarán tanto el diagrama de red como el cronograma del proyecto.

4. *Estimar la duración de las actividades*

Consiste en establecer el tiempo necesario para completar las actividades que integran el proyecto.

“Los tiempos de la red del proyecto no son calendarizados sino hasta que se hayan asignado los recursos. La estimación de los costos no pueden considerarse como un presupuesto, sino hasta que se les haya asignado una cronología” (Clifford F. Gray, 2009). A partir de la frase anterior se puede inferir que la estimación de la duración, se relaciona con la estimación de los recursos, ya que a mayor cantidad de recursos laborables, la duración tiende a disminuir y viceversa. Sin embargo, esta regla está condicionada a las habilidades de las personas y la carga de trabajo de las mismas. Si bien es cierto que el tener al personal totalmente disponible para el proyecto influirá de forma positiva, pero se debe tener en cuenta que el contratar gente nueva, implicará capacitarlas, lo cual consume tiempo y dinero y afecta en los estimados.

A diferencia de la estimación de recursos que suele ser estricta y lo más acertada posible, la estimación de la duración permite asignar cierta holgura a las actividades. Es decir, si una actividad sabemos que se puede realizar en 1 semana teniendo todos los recursos disponibles, se reportará en el plan una duración de 1 semana 2 días para ajustar los posibles cambios y asegurar que se entregue a tiempo el paquete de trabajo; se debe tener en cuenta que no todos los proyectos permiten

está asignación, ya que algunas fechas son establecidas por el cliente para la entrega de los paquetes de trabajo, lo cual afecta directamente a las actividades que preceden al mismo.

Al igual que en la evaluación económica, se recomienda realizar las estimaciones de duración en tres diferentes escenarios: optimista, pesimista y normal y con la mayor asertividad posible, para evitar sobreestimaciones.

Para estimarla duración de una actividad, se habrá que definir si van a estar condicionadas por esfuerzo, es decir, el número de horas laborables que los participantes van a dedicar al proyecto. Si ese fuese el criterio, la duración se puede representar por la siguiente ecuación:

$$Duración = \frac{Trabajo\ requerido}{Recursos\ disponibles}$$

5. Analizar los riesgos del proyecto

El paso número 4 establece la línea base del proyecto. Sin embargo, la exposición a diversos riesgos siempre está presente, por lo que es necesario realizar un análisis sobre los mismos para tomar las decisiones que beneficien al proyecto. Este análisis se ampliará en el siguiente capítulo.

6. Desarrollar el diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta que se desarrolla en la etapa de la planeación y es útil para las siguientes fases del proyecto; es el

resultado del listado de tareas, de la asignación de recursos, la duración resultante y de las dependencias. Este diagrama representa la interacción de las actividades y la duración de cada una en un calendario personalizado para así conocer el tiempo total requerido para concluir el proyecto.

Los recursos y la duración de las actividades serán los datos principales en los que se basará la realización del Gantt del proyecto. El Anexo No.4 muestra el diagrama de Gantt para el ejemplo de la elaboración de la Ingeniería Básica para la instalación de una planta química, para el cual se consideraron jornadas laborales de 40 horas/ semana y 4 ingenieros químicos.

Nombre del recurso	Iniciales	Cantidad requerida	Tasa de pago
Ingeniero 1	I 1	1	\$800.00/hora
Ingeniero 2	I 2	1	\$600.00/hora
Ingeniero 3	I 3	1	\$600.00/hora
Ingeniero 4	I 4	1	\$400.00/hora
Ingeniero 5	I 5	1	\$400.00/hora

El diagrama de Gantt que muestra el Anexo No.4, se desarrolló con el software MS Project, utilizando el diagrama de red, la tabla de recursos anterior y la duración de las actividades como entrada de datos al sistema. A partir de ello, se concluye que el proyecto requerirá de 76 días laborables para completarse, y además de que existen 7 tareas críticas.

Tarea crítica: Es aquella que debido a su dependencia y duración, no puede desplazarse o prolongarse en el cronograma, ya que

impacta directamente en la duración total del proyecto. Una tarea crítica, tiene una holgura en el tiempo de cero.

Ruta crítica: Está integrada por las todas las tareas críticas del proyecto y representa la ruta de mayor duración.

Por su fácil interpretación, el diagrama de red permite asignar la duración de las actividades e identificar la *ruta crítica* del proyecto. Existen diversos métodos para calcular la ruta crítica, en su concepción clásica, destacan el CPM (*Critical Path Method*, por su siglas en inglés) o Método de la ruta crítica y el PERT (*Project Evaluation and Review Techniques*). Sin embargo, el desarrollo e la innovación en el software de administración de proyectos, permite ahora identificar la ruta crítica sin necesidad de invertir tiempo en realizar las operaciones particulares de cada método.

Comparación de los métodos CPM y PERT

Los métodos CPM y PERT fueron desarrollados en los años cincuenta para resolver la problemática de planeación y control que presentaba la administración de proyecto. El primero de ellos se enfocó en el control de plantas químicas a cargo de la empresa Dupont, mientras que el método PERT surgió como soporte en proyectos de armamentos de la estación naval.

Ambos métodos apoyan el desarrollo de diversas herramientas de programación, como son el WBS y el diagrama de red; además de identificar la ruta crítica del proyecto. A pesar de ello, existen diferencias

conceptuales entre cada uno de estos métodos. La mayor variación se debe a la estimación de los tiempos requeridos para llevar a cabo las actividades; el CPM supone duraciones exactas, mientras que el PERT con un enfoque probabilístico, evalúa tres escenarios: optimista, normal y pesimista.

Ambas metodologías, el PERT y el CPM, son base en el desarrollo de las herramientas del software para la administración de proyectos.

3.5.1.3 *PRESUPUESTO DEL PROYECTO*

El presupuesto de capital es un documento, que al igual que el cronograma, brinda un panorama del costo del proyecto y la proporción requerida para cada una de las actividades que lo integran. Además, servirá de base para evaluar los costos del proyecto, conforme este avance.

Para poder realizar las operaciones que dan origen al presupuesto es necesario clasificar los costos del proyecto de inversión en cuanto a su tipo. En el caso de la gestión de proyecto se usa la clasificación de costos entre fijos y variables.

Costos fijos del proyecto: Son aquellos costos que están asociados solamente a compras o inversiones propias del proyecto. Por ejemplo: adquisición de equipo de proceso, o el software y los pagos únicos a especialistas.

Costos variables del proyecto: Se refiere al costo por el uso de recursos asignados al proyecto en función a su consumo, tales como: arrendamiento de plantas de luz, grúa y de otros equipos y pago a personal asignado a las tareas.

El presupuesto del proyecto no es solamente identificar los costos atribuibles al mismo, este concepto engloba tanto el tiempo como el costo, es decir, el presupuesto tiene como propósito establecer la línea base de los costos, considerando la distribución de los mismos en el cronograma del proyecto.

El primer paso para realizar el presupuesto del proyecto es estimar los costos. Se trata de aproximar el costo que generará cada actividad, contemplando un extra monetario para las posibles contingencias. Existen diferentes métodos para estimar los costos, los cuales varían de acuerdo a su nivel de precisión, el cual a su vez depende del tiempo para realizarla y la disponibilidad de la información (Ver tabla no. 6)

Tipo de estimación	Principales características	Tolerancia
Analógica	<ul style="list-style-type: none"> -No requiere de cálculos estrictos. - Se basa en la experiencia y juicio de expertos. 	- 25% a +75%
Paramétrica	- Utiliza datos históricos de proyectos similares para realizar operaciones estadísticas.	-10% a 25%
De tres puntos	-Analiza tres tipos de escenario: optimista, más probable y normal.	-10% a 25%
Ascendente o definitiva	- Estima desde el nivel más bajo de las actividades del WBS, para después conjuntarlos en paquetes de trabajo.	-5% a 10%

Tabla No.6 Métodos de estimación de costos

Fuente: (PMI, 2013)

Al igual que el cronograma del proyecto, el software de administración de proyectos facilita la realización de las estimaciones, además de ahorrar el tiempo que se le dedica a las mismas. Se recomienda el uso del software cuando se trata de proyectos complejos con una gran cantidad de actividades.

Una vez que se han estimado los costos, se procede a distribuirlos conforme al cronograma del proyecto, de tal forma que se ajusten al tiempo de ejecución planeado para cada actividad.

Para el caso de las licitaciones públicas o aquellos proyectos que son financiados por instituciones públicas o privadas, la estimación de costos es estricta, ya que el financiamiento tiene un límite y está condicionado al avance del proyecto. Por tal motivo, se habrá que distribuir los costos respetando los límites y contemplando la inversión de capital propio para comenzar el proyecto.

Además del calendario de costos y el presupuesto total y por actividad, existe una gráfica que ayudará al líder de proyecto a comprender el comportamiento de los costos a través del tiempo y evaluar el desempeño de los mismos. Esta gráfica es conocida como curva "S", en representa el costo acumulado del proyecto a través del tiempo, recibe este nombre por la forma que presenta debido al punto de inflexión.

Como se puede observar en la Figura No. 25, al inicio del proyecto los costos se mantienen bajos, conforme se va avanzando los costos aumentan de manera significativa, y es que durante la ejecución será cuando se reporte la mayor cantidad de egresos; conforme se va concluyendo el proyecto, los costos llegan a un nivel máximo, el cual es el presupuesto total.

Como se mencionó anteriormente, la curva "S" es una herramienta utilizada para evaluar el desempeño del proyecto, ya que será línea base con la que se comparen los costos reales que han generado en un cierto periodo de tiempo.

Es importante recordar que los costos graficados deben ser acumulados.

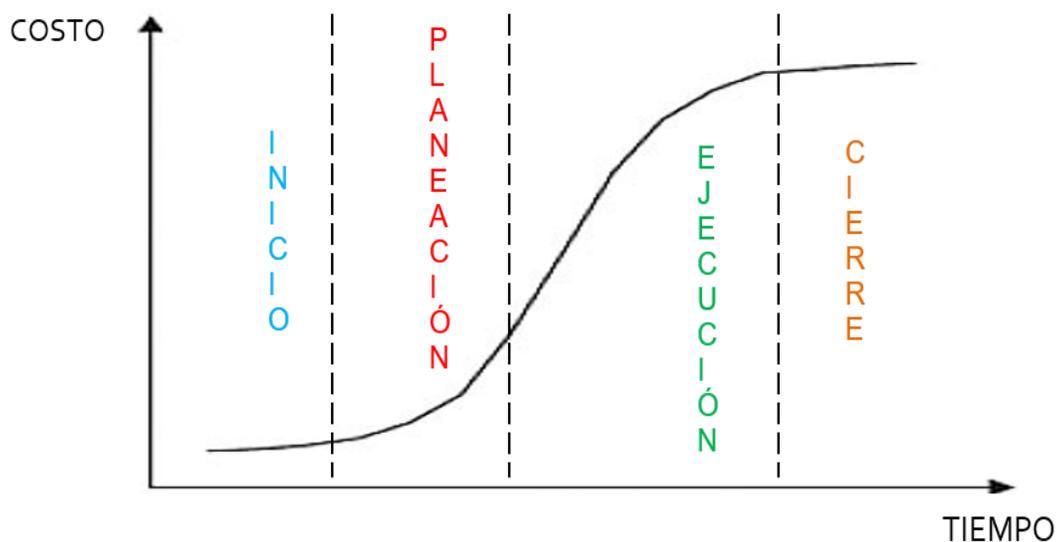


Figura No. 25 Curva "S"

3.6 Administración de los riesgos del proyecto

Día con día se está expuesto a diversos tipos de riesgos, ya que vivimos inconstante incertidumbre de lo que pasará, aunque se cuente con un plan, no se sabe si habrá variaciones al mismo. De igual forma pasa con los proyectos, el cual está integrado por diferentes actividades que conllevan un grado de incertidumbre y riesgos asociados a la misma, independientemente de la fase en la que se encuentre el proyecto.

El riesgo de un proyecto se define como un evento o condición incierta y que lo afecta dependiendo del impacto que tenga al materializarse.

La incertidumbre es la ausencia de la información o entendimiento, por lo tanto es responsabilidad del administrador del proyecto y del equipo, informarse y capacitarse.

Un riesgo puede tener una o más causas al igual que impactos y que habrán de monitorearse y considerarlos en los posibles planes de respuesta. La Figura No. 26 representa el proceso de administración de los riesgos del proyecto, el cual se analizará posteriormente.



Figura No. 26 Proceso de la administración del riesgo en proyectos

Fuente: (Heerkens, 2002)

Identificación de los riesgos asociados al proyecto

Los riesgos a los que está expuesto cualquier proyecto, se derivan de diferentes factores, tanto externos como internos y pueden impactar en las diferentes actividades del proyecto. Para poder facilitar la identificación de los riesgos es preciso separarlos en 4 categorías.

- **Riesgos técnicos**

Esta categoría está relacionada a las herramientas tecnológicas empleadas para llevar a cabo las actividades del proyecto. El mantenimiento discontinuo y la falta de actualización son algunas causas para estos riesgos.

- **Riesgos operacionales**

Estos riesgos se refieren a las pérdidas directas o indirectas derivadas de errores en la operación, ya sea por el proceso, maquinaria o por fallas del personal.

- **Riesgos en la administración del proyecto**

Son aquellos asociados a la gestión de las diferentes fases del proyecto. Tendencialmente se atribuyen a la falta de liderazgo y supervisión.

- **Riesgos organizacionales**

Se refieren a aquellos riesgos derivados de las fallas en el proceso de planeación y ejecución. Frecuentemente son expuestos por las técnicas de estimación mal empleadas y de organización del equipo y recursos del proyecto.

- **Riesgos externos**

Dentro de esta categoría se encuentran todos aquellos riesgos externos que no pueden ser controlados por la organización y que son impredecibles.

El reporte de los riesgos identificados habrá de ser tan detallado como el proyecto lo requiera, éste podrá ser en forma de diagrama estructural o lista como lo muestra la tabla No.7.

Tópicos del proyecto	Descripción de los riesgos
Costo	Sobrestimación o subestimación, inflación de los precios, límites de financiamiento.
Tiempo	Sobrestimación o subestimación, atrasos en la información y revisión de la misma.
Tecnología	Existencia en el mercado, exportación, manufactura del producto.
Calidad	Degradación prematura, errores en la producción, apego a las normas de calidad.

Tabla No.7 Riesgos asociados al proyecto

Análisis de los riesgos

Al igual que en análisis de resultados cuando se realiza una práctica de laboratorio, los riesgos requieren del mismo análisis cualitativo y cuantitativo. El análisis de riesgos apoyará las decisiones que se tomen sobre los mismos, al priorizar cada uno de acuerdo al impacto que puedan provocar sobre el proyecto.

Analíticamente el riesgo se puede expresar con la siguiente igualdad

$$**Riesgo = Probabilidad de ocurrencia x Impacto**$$

Por lo tanto, el análisis de los riesgos se enfoca en definir la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados, así como el impacto provocado al materializarse; para posteriormente ser la base para el desarrollo del plan de acción.

Análisis cualitativo de los riesgos

El análisis cualitativo generalmente precede al cuantitativo, ya que no requiere de operaciones matemáticas y aplicaciones estadísticas. Durante este proceso se evaluará el impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos y se priorizará de acuerdo a su potencial sobre el proyecto.

Para llevar a cabo este análisis es necesario que se cuente con la información suficiente sobre los riesgos identificados, de tal forma que permita clasificarlos según el daño o beneficio que puedan ocasionar al proyecto.

Para realizar la priorización de los riesgos, se habrá que definir la escala en la que se calificarán, la Figura No. 27 muestra un ejemplo de clasificación

tomando en cuenta el impacto y la probabilidad de ocurrencia de acuerdo a la Figura No. 28.

El nivel de los criterios de evaluación dependerá de la complejidad y nivel de detalle del proyecto, así como el tiempo destinado al análisis de los riesgos.

Ventajas del análisis cualitativo

- Brinda un panorama general del proyecto que permite evaluar y priorizar los riesgos.
- Clasifica los riesgos potenciales del proyecto, los cuales serán analizados a un nivel mayor de detalle.

Objetivos o áreas del proyecto	Clasificación de los riesgos de acuerdo a su impacto y probabilidad				
	Muy baja prioridad	Baja prioridad	Moderada prioridad	Alta prioridad	Muy alta prioridad
Costo					
Tiempo					
Tecnología					
Calidad					

Figura No. 27 Matriz de clasificación cualitativa de los riesgos

Fuente: (PMI, 2013)

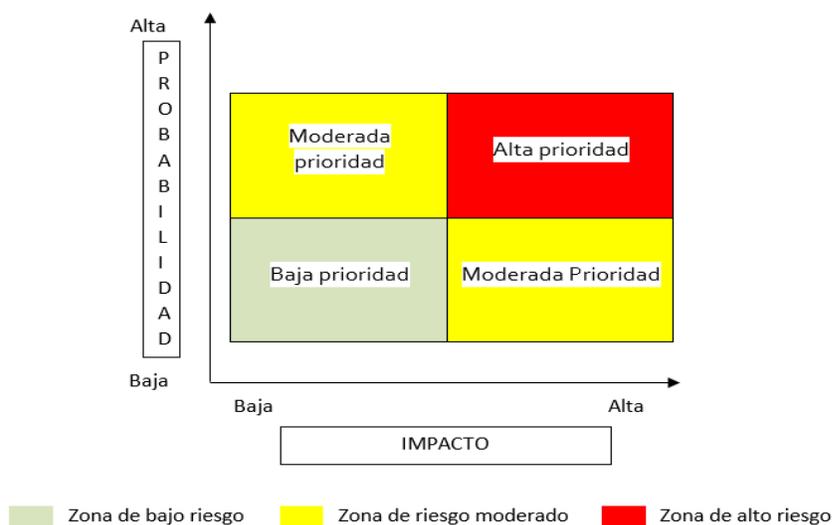


Figura No. 28 Clasificación de los riesgos según su prioridad

Análisis cuantitativo de los riesgos

El análisis cuantitativo consiste en asignar valores numéricos a los criterios de evaluación a fin de aplicar operaciones estadísticas y matemáticas que permitan tomar las decisiones correctas sobre el plan de acción para los riesgos que podrían variar significativamente el desarrollo del proyecto.

La veracidad y calidad de la información son un factor importante cuando se realiza el análisis cuantitativo. La recopilación de datos históricos y entrevistas con expertos pueden ser de gran ayuda.

Existen diversas herramientas y métodos numéricos que pueden ser aplicados al análisis cuantitativo. Sin embargo, al igual que el software de administración de proyecto, la aplicación de los métodos solo dará resultados numéricos, para posteriormente ser interpretados de acuerdo a los criterios establecidos por la organización y/o el líder de proyecto.

Un método generalizado en el análisis de los riesgos es la inferencia estadística, que se basa en la caracterización de un proyecto, población, etc. a partir del muestreo y determina parámetros como la media, la varianza y desviación estándar para inferir el comportamiento de la de la población total. Uno de los principales objetivos del análisis cuantitativo, es definir la probabilidad y el impacto de los principales riesgos numéricamente, por tal motivo, basa esta definición en los diversos tipos de distribución existentes, como son: Uniforme, triangular, beta, Normal y Binomial.

Desarrollo del plan de respuesta

Hasta este punto se han estudiado los procesos de identificación análisis de los riesgos, los cuales fundamentan al desarrollo del plan de respuesta. Como su nombre lo indica, este plan se enfoca en definir las acciones que se llevarán a cabo para los riesgos potenciales.

La Figura No.29 enlista las acciones más comunes utilizadas por las empresas y el proceso para elegir entre cada una, a efecto de asegurar que el proyecto se desempeñe de la mejor manera. La respuesta elegida para cada uno de los riesgos habrá que ser apropiada a la magnitud del riesgo, posible, efectiva y eficiente. En primera instancia se habrá que definir la estrategia (¿Cómo?) y posteriormente la táctica (¿Con qué herramientas?) para mitigar los posibles impactos si los riesgos llegan a materializarse.

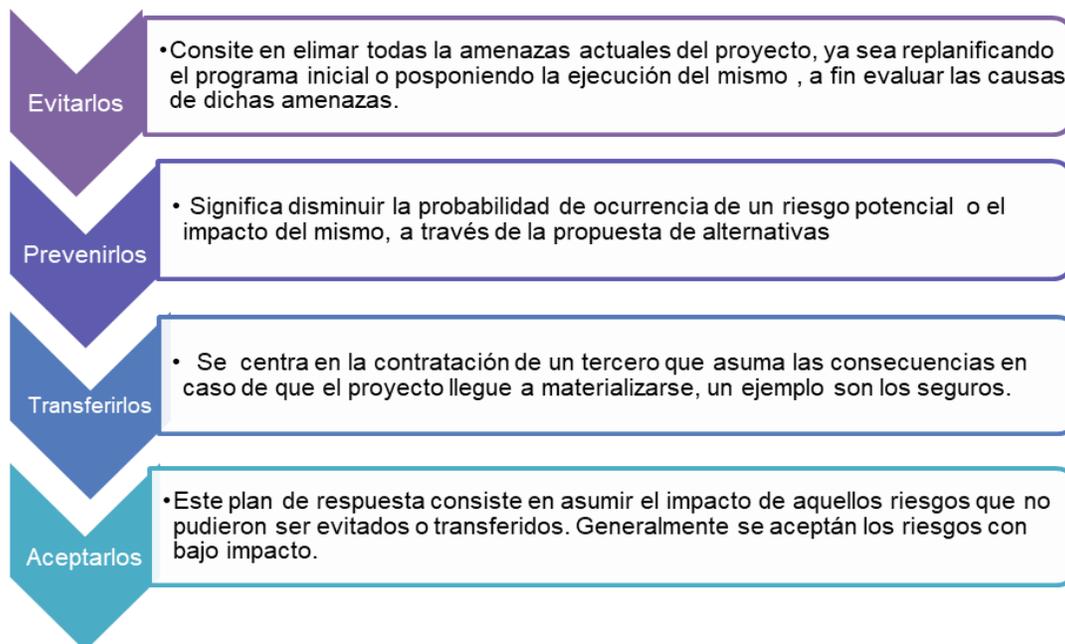


Figura No. 29 Respuestas a los riesgos potenciales del proyecto

Fuente: (PMI, 2013)

Independientemente de la respuesta asignada para cada riesgo, se precisa necesario tener un plan y presupuesto de contingencia, el cual será ejecutado en caso de que un problema potencial ocurra para disminuir el impacto del mismo sobre los objetivos del proyecto.

3.7 Monitoreo y control

La fase de monitoreo y control del proyecto, como su nombre lo indica, está involucrada en todas las etapas que integran el proyecto. Sin embargo, la importancia de su aplicación radica durante la ejecución de las actividades del proyecto, la cual indica la realización de las tareas necesarias conforme al plan de tiempo y presupuesto. Pero recordemos que los riesgos están presentes en todo momento, al igual que diversos factores externos que podrían llegar a alterar el curso del proyecto, es por ello que habrá que monitorear cada una de las actividades, a fin de controlar los posibles cambios y evaluar las modificaciones que se habrán que aplicar al plan y/o presupuesto.

El control y monitoreo son actividades propias del líder del proyecto, pero que no hacen referencia a la definición de autoridad como muchas veces se piensa, se trata de guiar al grupo de trabajo hacia los objetivos del proyecto y evaluar los cambios para redirigirlos, con la meta de lograr un término exitoso.

Para llevar a cabo el monitoreo o supervisión de las tareas, es importante definir las fechas o periodos en que se reportará el avance, por lo cual, resulta necesario establecer los documentos en los que se registrará dicho avance, a fin de aplicar el control adecuado a los diversos objetivos: tiempo, costo, calidad, etc.

Una herramienta que resulta útil para reportar el avance del proyecto de acuerdo a la variable tiempo, es el diagrama de Gantt de seguimiento. En el cual se establece la línea base (realizada durante la etapa de planeación) y sobre esta se va actualizando una línea de avance real.

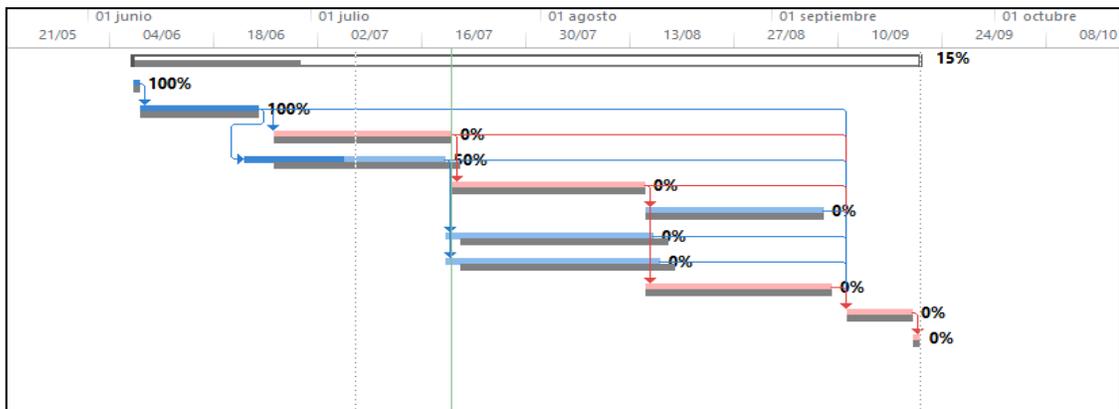


Figura No. 30 Diagrama de Gantt de seguimiento

La Figura No. 30 muestra un ejemplo del diagrama de Gantt de seguimiento. La línea base planeada es representada por las barras grises y el avance del proyecto por las barras azules y rojas (actividades críticas). Como se puede observar, la actividad 1 y 2 se han completado al 100% y la actividad 4 comenzó antes de la fecha programada y se ha completado en un 50%; por lo tanto, el avance total del proyecto es del 15%. En el programa MS Project se puede apreciar gráficamente este avance con la atenuación de colores aplicado a las actividades que han cumplido el 100%.

El diagrama de Gantt de seguimiento es una herramienta útil para reportar el avance de las actividades respecto al tiempo. Pero no basta con evaluar la eficiencia respecto al tiempo, también es necesario controlar los costos del proyecto.

Para evaluar si se está gastando más o menos dinero del presupuesto y las acciones que se deben de tomar en tales casos, se recurrirá a diversos datos e indicadores para analizar el estado actual del proyecto y el pronóstico si se mantiene la tendencia.

En la sección 3.4 planeación y programación, se estudió la “curva S” que representa los costos estimados respecto al tiempo Para controlar el presupuesto del proyecto, se trazarán periódicamente (en cada fecha de revisión) dentro de la gráfica de la “curva S” los siguientes valores de costos acumulados (Ver gráfica no.3): PV = Valor Planeado (Costo presupuestado del trabajo programado)

EV = Valor Ganado (Costo presupuestado del trabajo realizado)

AC = Valor actual (Costo realmente gastado en el trabajo realizado)

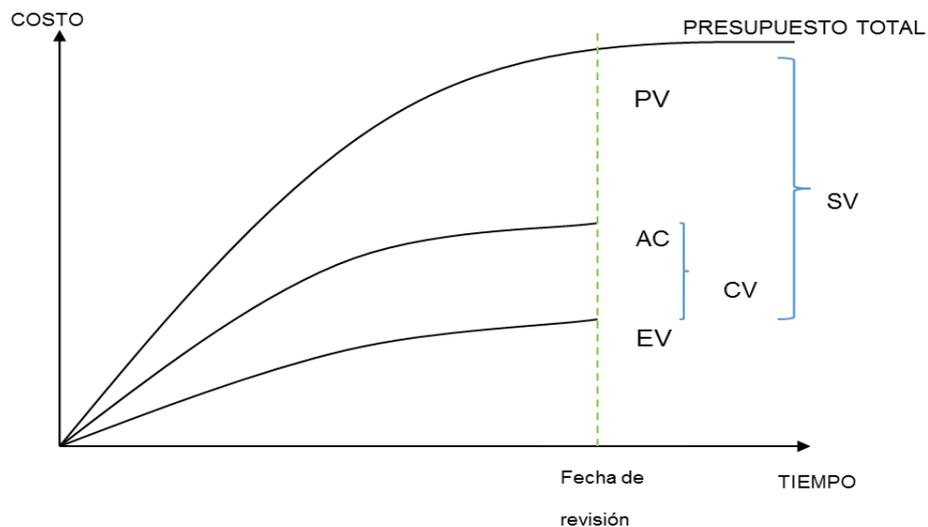


Figura No. 31 Ejemplo Curva “S” comparativa

En la gráfica anterior, se pueden apreciar las tres curvas de los costos acumulados antes mencionados. En este ejemplo, el presupuesto del trabajo planeado (PV), es mayor a costo presupuestado al día correspondiente a la

fecha de revisión; ante ese escenario se concluye que no se ha completado el trabajo que se tenía planeado en esa fecha, por lo tanto refleja un atraso en el programa. En la Tabla No. 8 se resumen los principales indicadores de tiempo, que ayudarán a evaluar la variación respecto al programa (SV) y el aprovechamiento del tiempo durante el proyecto (SPI).

La gráfica “S” comparativa, también es una herramienta que permite analizar el comportamiento de los costos y tomar las decisiones pertinentes. Este análisis se basa en el comportamiento de las variables (EV) y (AC). En el ejemplo de la gráfica No. 3 se puede observar que el valor acumulado de (AC) es mayor a (EV), por lo cual se infiere que el proyecto utilizó más recursos de los que se presupuestaron para el trabajo que hasta la fecha de revisión se había realizado.

En la Tabla No.9 se enlistan los indicadores respecto al costo del proyecto, el (CV), por sus siglas en inglés) señala la variación puntual del costo presupuestado con el real gastado, y a su vez el (CPI) o índice de desempeño al costo, advierte la proporción de variación entre los dos indicadores.

INDICADORES DE TIEMPO		
Variación respecto al programa	$SV = EV - PV$	+ Adelanto - Atraso
Porcentaje de variación respecto al programa	$\% SV = \frac{SV}{PV} * 100$	
Índice de desempeño respecto al programa	$SPI = \frac{EV}{AC}$	= 1 De acuerdo al programa >1 Adelanto <1 Atraso

Tabla No.8 Indicadores de desempeño de tiempo

INDICADORES DE COSTO		
Variación de costo	$CV = EV - AC$	+ Gastando menos - Gastando más dinero
Porcentaje de variación en costo	$\% CV = \frac{EV}{CV} * 100$	
Índice de desempeño en costo	$CPI = \frac{EV}{AC}$	> 1 Gastando menos <1 Gastando más

Tabla No.9 Indicadores de desempeño de costo

Mantenerse dentro del programa y presupuesto, son dos de los objetivos principales para el líder de proyecto, es por ello, que para formar un adecuado criterio para tomar las decisiones sobre el proyecto, es necesario evaluar el comportamiento de ambas variables durante la ejecución del proyecto.

La Figura No. 32, representa la matriz de relación entre los indicadores de variación y de desempeño respecto al tiempo y costo del proyecto. Como se puede apreciar, existen nueve escenarios diferentes, en donde se plantea el adelanto, atraso o en tiempo de acuerdo al programa, en combinación de las diversas situaciones que pueden presentarse en el presupuesto. Sin embargo, de los nueve escenarios, solo uno representa el equilibrio entre las variables tiempo y costo (cuadro central), ya que se está cumpliendo con el programa y hay variaciones al presupuesto.

El monitoreo y control de un proyecto, requiere de la atención y participación de todos los miembros, pero en especial del líder, quién será evaluado de acuerdo a su desempeño durante este proceso, ya que implica constantes revisiones y organización para llevar a cabo los procesos iterativos y justificar las decisiones tomadas sobre el proyecto a través de un correcto control de cambios.

		PROGRAMACIÓN		
		SV>0 & SPI>1.0	SV=0 & SPI=1	SV<0 & SPI<1
C O S T O	CV>0 & CPI>1	Adelanto Debajo del presupuesto	En tiempo Debajo del presupuesto	Atraso Debajo del presupuesto
	CV=0 & CPI=1	Adelanto Dentro del presupuesto	En tiempo Dentro del presupuesto	Atraso Dentro del presupuesto
	CV<0 & CPI<1	Adelanto Arriba del presupuesto	En tiempo Arriba del presupuesto	Atraso Arriba del presupuesto

Figura No. 32 Matriz de los indicadores de tiempo y costo

3.8 Cierre del proyecto

El cierre del proyecto es la fase final del ciclo de gestión y marca la terminación de todas las fases anteriores, así como la relación existente entre el cliente y el contratista.

Se refiere a la formalización y aceptación de todos los entregables generados a fin de cumplir con el alcance planteado cuando se inició el proyecto.

Mientras está más cerca de finalizar el proyecto, es recomendable realizar una revisión extensa de los objetivos alcanzados y compararlos con los que se plantearon en el contrato, a fin de comunicar anticipadamente al equipo de cualquier cambio o ajuste necesario para cumplir las expectativas del cliente. En ocasiones es conveniente generar un plan o lista enfocado en las actividades faltantes para concluir el proyecto.

El cierre del proyecto no solo significa conseguir la aceptación del cliente, sino que habrá que concluir toda relación que se haya originado durante la ejecución, la Figura No. 33 muestra el proceso de finalización del proyecto.

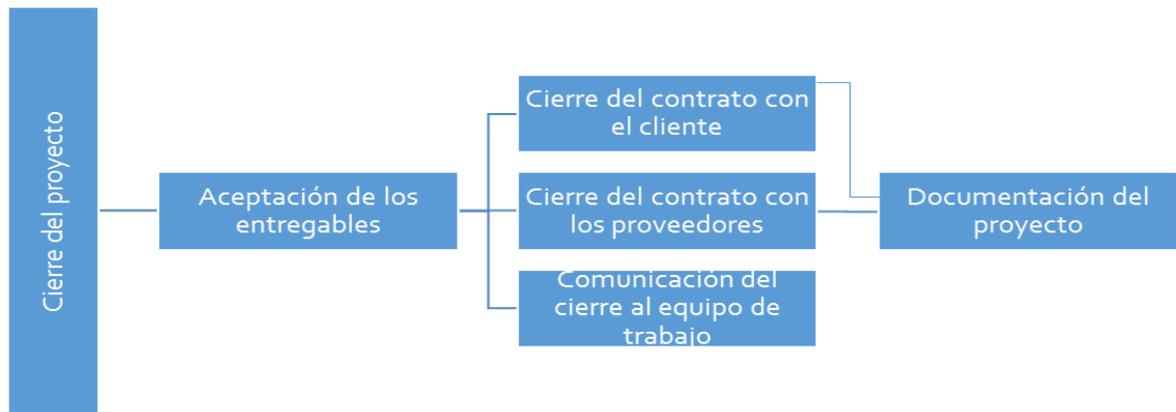


Figura No. 33 Proceso del cierre del proyecto

Fuente: (Recursos en Project Management, 2015)

La aceptación del paquete de trabajo terminado, denominado entregable, marca la pauta para finalizar el proyecto, este paso consta de varias revisiones por parte del equipo de trabajo y del cliente, los primeros serán los encargados en aportar o modificar datos al entregable, a fin de verificar la calidad del producto que se le entregara al cliente, quién dará su visto bueno una vez que así lo considere. Cuando el entregable forma parte de una facturación, el cliente habrá que otorgar una carta formal de terminó al presentador de servicios, para así poder generar la factura y poder dar por terminado el contrato con el cliente.

Si durante la ejecución del proyecto se contrató a algún experto o proveedor de servicios, de igual forma se debe concluir la relación existente, aceptando formalmente su trabajo y pagando las facturas pendientes.

El equipo de trabajo es también un activo que forma parte del proyecto, es por ello que el líder habrá que comunicarles el término del mismo ya sea

verbalmente o mediante un comunicado formal, a efecto de que puedan enfocar su atención a otros proyectos o tareas.

Como se mencionó anteriormente, la documentación del proyecto proveerá de conocimiento a los encargados de proyecto futuros similares y brindará una herramienta de apoyo sobre los métodos de ejecución. Es importante que durante el proceso de documentación se tenga una posición crítica, a fin de aceptar las fallas cometidas en cada una de las fases, la solución aplicada para resolverlas y las lecciones aprendidas. Recordemos que el proyecto es un evento único con un ciclo de vida determinado, en donde el cierre formal del mismo, permite evaluar en forma conjunta el desempeño de cada una de las fases y comenzar a emprender un nuevo proyecto.

4. ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS

La gestión de grandes proyectos se remonta a varios siglos atrás, por ejemplo, la construcción de las murallas territoriales y las pirámides de Egipto. Sin embargo, los líderes de proyecto de aquellas épocas se basaban en la intuición y experiencia para cumplir con las expectativas de los entonces emperadores. No fue sino hasta el siglo XX cuando comenzaron a desarrollarse diversas herramientas para la administración de proyectos, como el diagrama de Gantt; así como la metodología de la ruta crítica.

A partir de que las empresas comienzan a reconocer la importancia de la administración de proyectos como un área formal dentro de la organización, se empiezan a desarrollar en diversas partes del mundo, metodologías en la que se asientan los principios y pasos sistemáticos para administrar un proyecto y mejorar la efectividad de la organización. Sin embargo, la implementación de estas nuevas técnicas y estandarización no ha sido adoptada por algunas empresas a causa de la complejidad en la modificación del funcionamiento actual y costumbres, generalmente estas barreras se presentan en empresas que van iniciando o tienen un alto grado de madurez.

La aplicación de una metodología dentro de una organización requiere del compromiso de todos los involucrados para generar un entendimiento común al estandarizar las técnicas. En lo que refiere a la metodología de gestión de proyectos, establecer los pasos requeridos para llevar reducir la incertidumbre

asociada a los proyectos, y a partir de su aplicación y lecciones aprendidas se mejora continuamente en proyectos futuros (Mendoza, 2007).

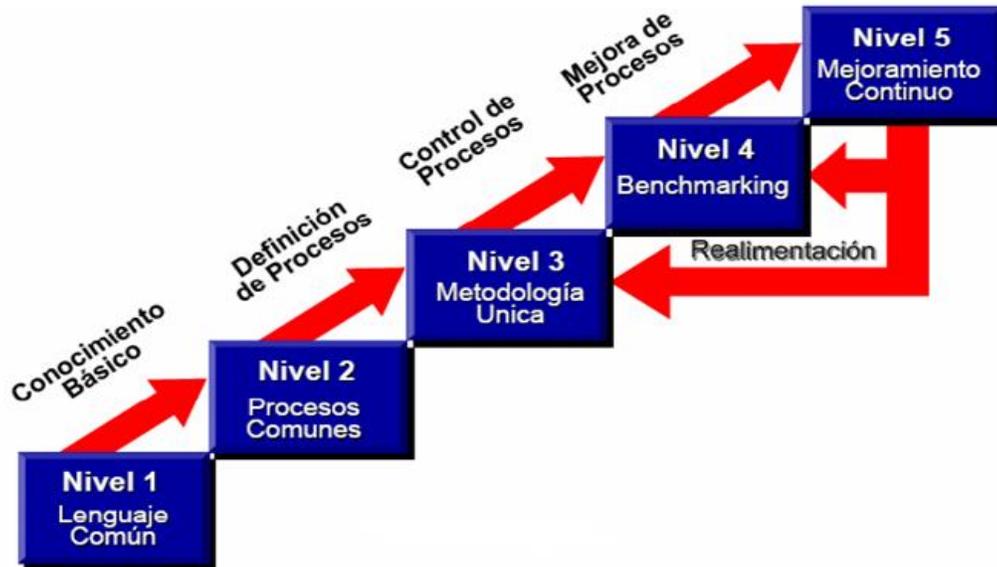


Figura No. 34 Proceso de madurez en la administración de proyectos
Fuente: (Kernzner, 2003)

4.1 Metodología PMI (*Project Management Institute*)

En 1969 en Filadelfia, Pensilvania se funda el *Project Management Institute* (PMI), una institución sin fines de lucro que reúne a aquellos interesados y profesionales de la gestión de proyectos, con el fin de ampliar la enseñanza en esta área y crear una red de conocimiento, además de certificar las habilidades de los que deseen desempeñarse como administradores de proyecto (PMI, 2014).

Con el objetivo de ofrecer orientación en el tema de la dirección y la gestión de proyectos y lograr el éxito en la certificación, el PMI desarrolló una guía en la que se definen los procesos que involucra la administración de proyectos. La "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)",

establece los estándares reconocidos mundialmente y que forman parte de la metodología PMI.

La metodología del PMI tiene la ventaja de ser adaptada a la mayoría de los proyectos sin importar las particularidades de los mismos. Sin embargo, se deben evaluar los procesos y áreas de conocimiento implicadas en esta metodología, para así poder seleccionar aquellos que son factibles para implementar de acuerdo a las condiciones de la organización.

PROCESOS DE LA METODOLOGÍA DEL PMI

A fin de estructurar una metodología entendible, el PMI conjunta la gestión de los proyecto de acuerdo a diversos procesos aplicados a las diferentes áreas de conocimiento.

El PMI define un proceso como el conjunto de actividades que se realizan para crear un bien o servicio y se caracteriza por sus entradas, herramientas y técnicas para su desarrollo y sus salidas (PMI, 2014). Como ingenieros químicos, estamos familiarizados con lo que significa un proceso para obtener un producto; en la dirección de proyectos estos procesos están orientados hacia el éxito del proyecto. Estos dos tipos de procesos están relacionados, ya que si el proyecto a desempeñar requiere la producción de un nuevo producto, el líder habrá de conocer el proceso industrial y el de gestión.

En el capítulo 3 “El ciclo de vida del proyecto”, se estudiaron las diferentes fases que conforman este ciclo. El PMI nombra a estas fases como procesos de dirección de proyectos y los agrupa en 5 categorías:

- Grupo de procesos de Inicio

Contempla aquellos procesos necesarios para definir un nuevo proyecto al contar con la autorización para iniciarlo.

- Grupo de procesos de planeación

Son aquellos procesos que se establecen para marcar el curso del proyecto para alcanzar los objetivos propuestos en el inicio del proyecto.

- Grupo de procesos de ejecución

Conjunta los procesos para completar el trabajo definido en el plan según las especificaciones del proyecto.

- Grupo de procesos de monitoreo y control

Son los procesos de rastreo, revisión y regulación del desempeño del proyecto de acuerdo al plan de ejecución.

- Grupo de procesos de cierre

Integra los procesos realizados para finalizar todas las actividades y contratos del proyecto.

Estos cinco grupos de procesos no dependen del enfoque de las industrias y serán aplicados para el buen desarrollo del proyecto. El PMI en su quinta edición del PMBOK identifica 47 procesos integrados en cada uno de los grupos según el rol que desempeñen. Se les llama grupos, ya que están integrados por las diversas actividades requeridas para cada una de las áreas de conocimiento, como se verá más adelante.

El Anexo No. 5 muestra la interacción entre cada uno de estos grupos de procesos, los documentos clave que marcan el inicio y fin de cada uno, así como los principales interesados; esta interacción entre los grupos forma el ciclo de vida del proyecto.

ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE LA METODOLOGÍA DEL PMI

Además de clasificar los 47 procesos de la dirección de proyecto en diversos grupos, estos a su vez se agrupan en diez áreas de conocimiento, las cuales representan un conjunto completo de conceptos, términos y actividades según el área y objetivos de gestión del proyecto (PMI, 2014).

- Gestión de la integración del proyecto
Contempla la toma de decisiones y asignación de recursos, equilibrando los objetivos; además delimita a las áreas involucradas en el proyecto.
- Gestión del alcance del proyecto
Define solo el trabajo requerido para completar el proyecto
- Gestión del tiempo del proyecto
Incluye las actividades necesarias para gestionar el tiempo necesario para completar el proyecto
- Gestión de los costos del proyecto
Son aquellos procesos y actividades para planificar, estimar y presupuestar los costos para completar el proyecto.
- Gestión de la calidad del proyecto

Contempla los procesos y actividades requeridas para asegurar la calidad del proyecto de acuerdo a las especificaciones intrínsecas y extrínsecas del mismo.

- Gestión de los recursos humanos del proyecto

Se refieren al equipo de trabajo y el cómo es que se organizaran, gestionarán y conducirán durante el proyecto, asignando roles y responsabilidades.

- Gestión de las comunicaciones del proyecto

Incluye todas las actividades y procesos necesarios para asegurar la comunicación entre los involucrados del proyecto, a fin de que la información sea oportuna y efectiva.

- Gestión de los riesgos del proyecto

Son aquellos procesos que se llevan a cabo para gestionar los riesgos asociados al proyecto y plantar un plan de respuesta.

- Gestión de las adquisiciones del proyecto

Incluye todos los procesos necesarios para la adquisición de productos o servicios para completar el proyecto.

- Gestión de los interesados del proyecto

Trata los puntos principales de los procesos para identificar y organizar a las personas a las que va dirigido el proyecto, para conocer sus expectativas.

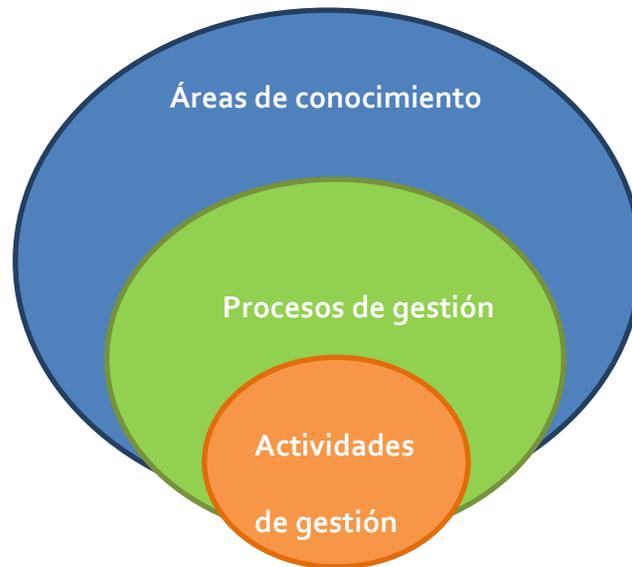


Figura No. 35 Estructura de la metodología PMI

Estas áreas de conocimiento se identifican de acuerdo a los elementos necesarios para estructurar de forma adecuada un proyecto. Sin embargo, habrán de ser adoptados y modificados según el tipo de proyecto que se esté administrando.

El Anexo No.6 muestra el esquema metodológico del PMI de acuerdo a las áreas de conocimiento (BOOK de PMI).

Ventajas de la metodología PMI

- Sus estándares son reconocidos mundialmente y son adaptables a cualquier proyecto, independientemente del sector al que este dirigido.
- A través de la aplicación y seguimiento de la metodología estandarizada, se genera un conocimiento y entendimiento común entre los interesados del proyecto.
- Integra los objetivos para alcanzar el éxito del proyecto con las áreas de gestión necesarias para desarrollar el mismo.

4.2 Metodología PRINCE2

La metodología PRINCE2 (*Projects in Controlled Environments*, por sus siglas en inglés) es la segunda versión de Prince, la cual fue desarrollada por la industria informática para el Gobierno del Reino Unido y en 1996 estandarizó sus procedimientos en administración de proyectos. Sus principios se basan en la metodología PMI y abarca la gestión, el control y la organización de un proyecto; además de ser flexible para cualquier proyecto. La principal característica de PRINCE2 es que pertenece a la OGC (Oficina de Gobierno en Gran Bretaña), una autoridad pública, quien es la encargada de la difusión de la metodología.

PRINCE2 es una metodología estandarizada que puede aplicarse a diversos proyectos y describe en su “Guía PRINCE2” los procedimientos y estructura de esta metodología, la cual está dividida en componentes y procesos (Véase Figura No. 36).



Figura No. 36 Estructura de la metodología PRINCE 2

Fuente: <http://www.prince2.com/uk>

COMPONENTES DE LA METODOLOGÍA PRINCE2

PRINCE2 se estructura en ocho componentes que forman parte de las etapas del ciclo de vida del proyecto identificadas por los desarrolladores de la metodología, las cuales son:

- Caso de negocio

Hace referencia a la justificación del proyecto en términos de negocio y que se desarrolla durante la etapa de iniciación. PRINCE2 establece que cada proyecto debería ser guiado por una necesidad u oportunidad de negocio para emprenderse.

- Organización

PRINCE2 enfatiza que una organización efectiva influye en el éxito de los proyectos, de tal modo que define la estructura de la organización del proyecto en 4 capas según las responsabilidades de cada mando y su nivel de jerarquía: 1, Gestión Corporativa, 2. Junta de Proyecto, 3. Jefe de proyecto y 4. Jefe de equipo.

- Planes

Para PRINCE2 los planes son aquellos documentos necesarios que describen el cómo y cuándo se alcanzarán los objetivos proyecto, así como los responsables de conseguirlo.

- Control

El control se deriva de los planes, ya que controla las desviaciones durante la ejecución y hace uso de las técnicas de monitoreo. El control

de acuerdo a PRINCE2, involucra a toda la organización del proyecto para tomar las decisiones correctas.

- Administración de riesgos
 1. Identificación de los riesgos
 2. Evaluación de los riesgos
 3. Estrategia de respuesta a los riesgos
 4. Implementación de la estrategia

PRINCE2 considera que el proceso de administración de los riesgos debe contar con la participación de toda la organización para refinar y autorizar los planes de respuesta.

- Calidad

Para PRINCE2 la calidad del proyecto es que los productos generados estén bien hechos, verificando que el producto se ajusta al proyecto.

- Administración de las configuraciones

PRINCE2 define la administración de las configuraciones como aquella que proporciona un control preciso sobre los recursos y las variaciones de los productos del proyecto durante todo su ciclo de vida.

- Control de cambios

Para el control de cambios se habrán de establecer los procedimientos necesarios desde un principio, que de acuerdo a PRINCE2 deberá ser

conocido por toda la organización del proyecto a fin de que comprendan su responsabilidad durante este control de cambios.

PROCESOS DE PRINCE 2

Dentro de la estructura de PRINCE2 se encuentran 8 procesos que interactúan entre ellos a fin de completar el proyecto.

- Dirección del proyecto (*Directing a Project*)

El proceso de dirección de proyectos en PRINCE2 se propone como un modelo de excepción, en donde junta del proyecto se apoya en el jefe del mismo para tomar decisiones con poco impacto.

- Empezar un proyecto (*Starting Up*)

Consiste en el diseño, asignación de responsables y definición de las expectativas del cliente y los objetivos del proyecto.

- Inicio del proyecto (*Initiating*)

Este proceso define si el proyecto cuenta con las bases justificables para llevar a cabo el proyecto y establece la forma en que este se gestionará.

- Gestión del límite de fases (*Managing Stage Boundaries*)

Durante este proceso la participación de la junta del proyecto es esencial, ya que la gestión del límite de fases se refiere a la toma de decisiones en cada fase y bajo ciertos criterios, si el proyecto continúa de acuerdo a lo planeado, es ajustado o se detiene.

- Control de las fases (*Control*)

Como su nombre lo refiere, este proceso se centra en el control y monitoreo de cada una de las fases del proyecto.

- Gestión de la entrega de productos (*Managing Product Delivery*)

La metodología PRINCE2 enfatiza la importancia de los productos del proyecto, por tal motivo proporciona un mecanismo de control para completar el trabajo requerido.

- Cierre del proyecto (*Closing a Project*)

Este proceso contempla la autorización de la junta del proyecto para cerrarlo, ya sea al final de este o prematuramente. También incluye el registro de lecciones aprendidas.

- Planeación (*Planning*)

La planeación en PRINCE2 se basa en los productos generados por el proyecto, bajo el argumento de que un proyecto no genera actividades sino productos.

Ventajas

- Debido al sector al que fue dirigido, se considera como un proceso riguroso y estructurado para alcanzar el éxito del proyecto.
- Es una metodología con amplio reconocimiento,
- Define claramente los roles a desempeñar de cada uno de los miembros del proyecto.

COMPARACIÓN DE LA METODOLOGÍA PMI Y PRINCE2

Durante el desarrollo de este capítulo se ha estudiado el enfoque de las metodologías PMI y PRINCE2, las cuales fueron diseñadas para distintos sectores y con objetivos diferentes. Por un lado la metodología PMI representada en el PMBOK, se enfoca en ofrecer las herramientas teóricas de las buenas prácticas para guiar al líder de proyecto, mientras que la metodología PRINCE2 se centraliza en el método de gestión del proyecto y prescriptivo, por lo cual estas dos metodologías pueden complementarse ya que PRINCE2 explica cómo hacer las cosas estructuradamente y PMBOK como es la mejor forma de hacerlo de acuerdo a las buenas prácticas. A continuación se presentan las principales diferencias en términos generales de estas dos metodologías.

PMI	PRINCE 2
Orientado de los líderes de proyectos	Detalla los roles y responsabilidades de cada integrante del proyecto especificando jerarquías.
Impulsado por los requisitos del cliente	Impulsado por un caso de negocio
Tiene dos niveles de certificación CAMP, PMP.	Tiene tres niveles de certificación Foundation, Practitioner, Professional.
Divide la gestión en fases	Divide al proyecto en etapas
Los temas los expone por separado y de manera integral	Desarrolla un método estructurado y estricto, por lo que los temas no pueden ser consultados de forma independiente.

Tabla No.10 Comparativa de las metodologías PMI y PRINCE 2

A pesar de que su estructura es diferente, al igual que su terminología, ambas metodologías contienen criterios similares en sus componentes o principios y en sus procesos. En el caso de la metodología PMI es generalista, mientras que PRINCE2 es específica.

PROCESOS	
PMI	PRINCE 2
Inicio	Dirección del proyecto Emprendimiento del proyecto
Planeación	Inicio del proyecto Gestión del límite de las fases Gestión de la entrega de productos Planeación
Ejecución	Control de la fase. Gestión de la entrega de productos.
Seguimiento y control	Dirección del proyecto. Control de la fase. Gestión de los límites de la fase. Cierre
Cierre	Gestión de los límites de la fase. Cierre del proyecto.

Tabla No.11 Procesos de PMBOK y PRINCE2

Fuente: (Parra, 2015)

CONCLUSIÓN

A partir del análisis de estas dos metodologías, se puede concluir que a pesar de que fueron desarrolladas por diferentes sectores y con enfoques diferentes, se centran en la administración de proyectos como una disciplina y pueden aplicarse a diversos tipos de proyecto. Estas metodologías no son excluyentes y pueden complementarse en un proyecto, ya que PRINCE2 describe las cosas que se deben hacer, mientras que PMBOK recaba las mejores prácticas para hacerlo.

Por otra parte el PMBOK contempla la gestión de los interesados y de las comunicaciones, temas que no son abordados por PRINCE2, pero que son útiles en la gestión de los proyectos. Por tal motivo la decisión de aplicar cualquiera de estas dos metodologías o combinarlas, dependerá del tipo de proyecto que se esté administrando.

5. CASO DE ESTUDIO: DEFINICIÓN DEL ALCANCE Y PLANEACIÓN DE UNA PLANTA BIOTECNOLÓGICA

5.1 Antecedentes

La industria de la Biotecnología se basa en la investigación, desarrollo e innovación (I & D+ i) de procesos biológicos, para la manufactura y comercialización de los productos desarrollados. Esta disciplina ha tenido un impulso importante, tanto por el sector público como en el privado, apoyando al crecimiento económico del país y el mejoramiento de diversos sectores, como los de la salud, alimentos y la producción agrícola.

Actualmente, México se encuentra entre uno de los países proveedores más importantes de productos biotecnológicos para Estados Unidos (PROMEXICO, 2017).

5.2 Definición de la necesidad

Diversas instituciones tecnológicas, tanto públicas como privadas han innovado en el área biotecnológica de diversos procesos y productos que benefician al país, ya sea económica, social o ambientalmente. Tal es el caso del sector agropecuario y en particular el impulso actual a los alimentos orgánicos, que abren un gran mercado para soluciones biotecnológicas. Si bien hay activa investigación en diversas instituciones sobre nuevos productos biotecnológicos, sus resultados esporádicamente logran una escala de producción y de comercialización. Una limitante importante es la falta de evaluaciones piloto a nivel industrial y más aún la producción a pequeña escala en eventuales etapas

de introducción al mercado. Esta situación se debe a la natural carencia de instalaciones a escala productiva en las instituciones de investigación, pero también a que las empresas establecidas difícilmente estarán dispuestas a destinar sus recursos operativos para estas innovaciones de bajo volumen. Ante ello, numerosos desarrollos biotecnológicos quedan limitados a su documentación.

Por lo anterior, un consorcio en *jointventure* de tres empresas enfocadas al desarrollo, producción y comercialización de productos biotecnológicos del sector agrícola, identificaron la oportunidad de incursionar en la producción de bioproductos mediante construcción en México de una planta biotecnológica certificada para de esta índole.

Objetivo general del proyecto

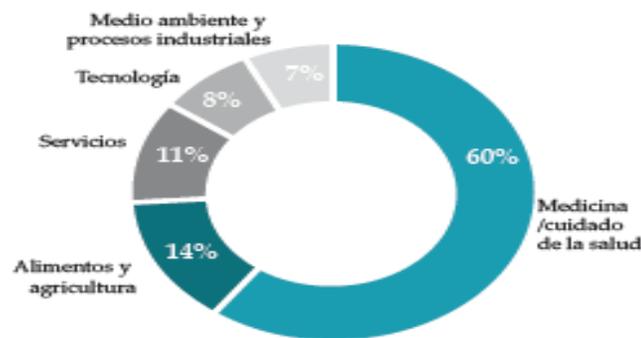
Construir una planta de bioproductos que sea capaz de satisfacer la demanda actual de los productos biotecnológicos de su interés, así como de ofrecer los servicios certificados de maquila de bioprocesos.

Objetivos particulares de la gestión del proyecto

- Definir el alcance del proyecto.
- Conocer a grandes rasgos el proceso que se llevará a cabo en la planta biotecnológica.
- Determinar la factibilidad económica del proyecto en el mercado actual de productos y procesos biotecnológicos.
- Desarrollar el plan de ejecución del proyecto

5.3 Definición del alcance del proyecto

El proyecto para la construcción de una planta biotecnológica contempla la realización de los estudios de ingeniería básica, así como la ingeniería de detalle, la procuración de equipos y materiales, la construcción y el comisionamiento y arranque de la planta. Además, a fin de establecer y ofertar los servicios productivos con las certificaciones necesarias, capaz de satisfacer la demanda actual de los productos y servicios biotecnológicos, particularmente aquellos del sector agrícola.



Fuente: ProMéxico con datos de Marketline.

Figura No. 37 Valor del mercado de Biotecnología, 2012

5.4 Descripción del proceso

La planta biotecnológica planteada en este proyecto, basa su proceso en la fermentación de microorganismos, a fin de obtener un compuesto orgánico. Independientemente del tipo de fermentación requerida para la obtención de productos, en proceso empleado es genérico y consiste en los siguientes pasos(Vega Alcocer, Planta de producción de sistemas biológicos, 2016):

1. Elegir el medio de cultivo y el proceso de fermentación.
2. Esterilizar el medio de cultivo y el fermentador.

3. Producir el cultivo activo, puro y en la cantidad suficiente para inocular el fermentador.
4. Asegurar el crecimiento del organismo en el fermentador con las condiciones óptimas de operación.
5. Extraer los productos obtenidos del proceso y purificarlos
6. Disposición de efluentes generados en el proceso.

Los pasos anteriores, son requeridos para asegurar la calidad con la que se ofrecen los productos. A continuación, se describirá brevemente el proceso que se lleva a cabo en una planta biotecnológica, a fin de poder entender el diagrama de flujo de proceso (Véase Anexo No.7), que definirá la operación de la planta y sentará los principios con los que se regirá la misma a partir de las especificaciones y así para poder continuar con la etapa de planeación

Elección del medio de cultivo y proceso de fermentación

Para elegir el medio de cultivo adecuado, se habrá que tener en cuenta las características de los microorganismos y el proceso de fermentación que favorezca su producción. La provisión de agua, energía, fuentes de carbono, de nitrógeno y de otros nutrientes, son los requisitos básicos para los microorganismos, de tal modo que el medio de cultivo, habrá que ser el adecuado para propagar el crecimiento del microorganismo, asegurando cumplir con los propósitos de la planta y no causar complicaciones en los procesos posteriores.

Esterilización

La esterilización consiste en destruir todos los agentes microbianos que pudieran estar presentes en los equipos de proceso o medio de cultivo. Al

tratarse de un proceso de fermentación de microorganismos, es importante asegurar que no se vea afectado por agentes foráneos, que puedan contaminar el producto final, disminuir la producción o entorpecer los procesos subsecuentes.

Medidas de prevención de contaminación:

- ✓ Usar un inóculo puro para iniciar la fermentación.
- ✓ Esterilización de los materiales utilizados para el proceso.
- ✓ Mantener condiciones asépticas durante la fermentación.

Desarrollo del inóculo

A efecto de cumplir con las especificaciones del proceso, es necesario que el cultivo para inocular el fermentador y comenzar a producir, este libre de contaminantes, en cantidades suficientes, sea activo y minimice la etapa retrasada de la fermentación, para así obtener el producto deseado.

Elección del fermentador industrial

Al ser un proceso de fermentación, hace al reactor con el mismo nombre el más importante dentro de la planta biotecnológica. Por lo tanto, habrá de ser capaz de operar a las condiciones requeridas de agitado, presión, aeración, temperatura para favorecer el crecimiento del microorganismo de interés.

El fermentador industrial, está integrado por intercambiadores de calor, agitadores, válvulas, trampas de vapor; así como sistemas de control que contrarresten variaciones a las condiciones óptimas del proceso.

Extracción y recuperación de los productos de fermentación

El proceso de extracción y purificación es una parte fundamental del proceso, ya que habrá que ser tan eficiente para obtener suficiente producto y con la calidad requerida. Sin embargo, representa tanta precisión y cuidado que la hacen la etapa más costosa del proceso, representando de un 15% a un 70% del costo total de manufactura (Vega Alcocer, Planta de producción de sistemas biológicos, 2016).

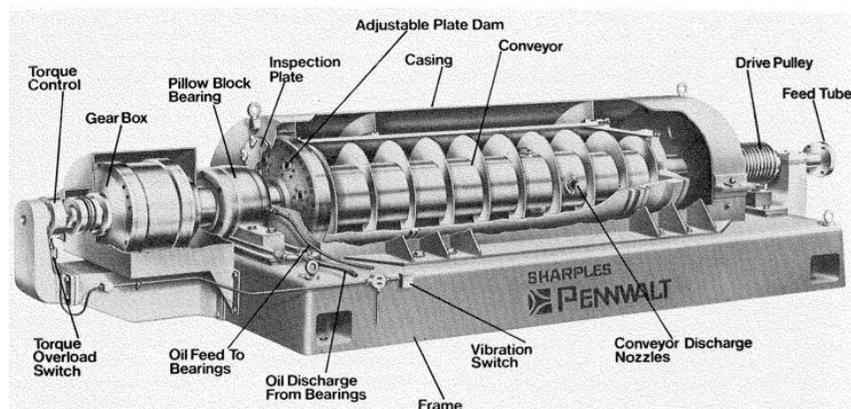


FIG. 10.17b. Cutaway view of a Sharples Super-D-Center continuous solid-bowl centrifuge, Model P-5400 (Alfa Laval Sharples Ltd, Camberley, U.K.).

Figura No. 38 Centrifuga de discos de Sharples Super D-Center

Para lograr la separación de las fases formadas durante la fermentación, se recurre a los procedimientos de centrifugación o filtración, dependiendo de las características en que se encuentre el producto. Sin embargo, en la mayoría de la industria prefiere hacer uso de una centrifuga de flujo continuo que acelere el proceso.

5.5 Análisis de factibilidad económica del proyecto

Ante el actual impulso de la investigación y desarrollo de productos biotecnológicos, diversas empresas han enfocado su atención hacia esta dinámica área y así obtener los derechos de propiedad intelectual o formar

clusters de innovación. Estos últimos son concentraciones de empresas interconectadas que apoyan al ingenio intelectual y pueden ser proveedores de insumos, grupos académicos y de investigación, así como consumidores; de tal forma que impulsan el desarrollo tecnológico, empresarial y económico (PROMEXICO, 2017).

Sin embargo, la disponibilidad de unidades piloto de producción ha sido una de las limitantes para el pleno desarrollo de productos. Por este motivo, las 3 empresas asociadas, identificaron la oportunidad de crear una planta biotecnológica certificada, la cual permita la producción de nuevos desarrollos e innovaciones en el sector agrícola.

Oferta y Demanda

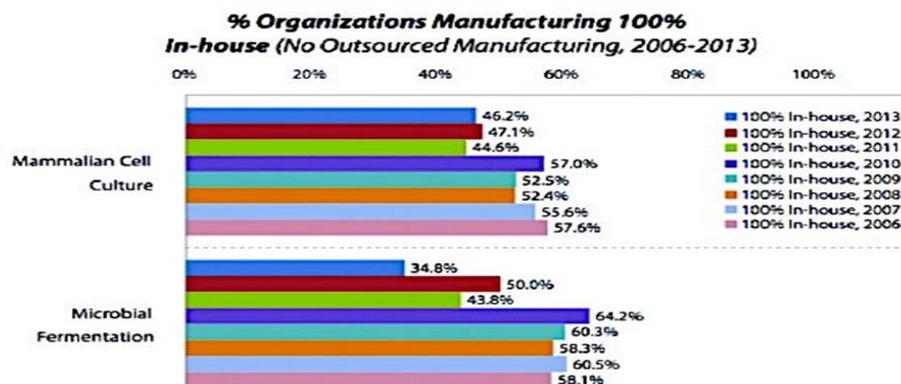
Recientemente se ha popularizado el consumo de productos orgánicos, es decir, que no contienen altas concentraciones de químicos exógenos, los cuales son adicionados durante el cultivo como plaguicidas o fertilizantes de síntesis química. Debido a esto, el proyecto se encuentra en una posición de ventaja frente a los pequeños productores, ya que pretende la producción a una importante escala, ofertando así en más puntos en la cadena de suministro.

En México, las biotecnias buscan un mayor rendimiento para el sector agropecuario, ya que somos el primer exportador de productos biotecnológicos para Estados Unidos; además de la mitigación de daños al medio ambiente. Por tal motivo, se espera que la planta tenga la capacidad necesaria para abastecer la demanda continúa del sector agrícola.

A pesar del enfoque primordial con el cual se diseñó la planta, que es la producción de productos biotecnológicos para el sector agrícola, se pretende también que cuente con una capacidad remanente para ofrecer servicios de *outsourcing* de bioproceso (Véase Anexo No. 9). En un nicho de este tipo, como el de la industria farmacéutica, la producción por bioprocesos continúa expandiéndose y la capacidad instalada no es suficiente. Particularmente, los procesos de fermentación han atraído las miradas de diversas grandes empresas, la cuales buscan el servicio del *outsourcing* para producir sus productos (Vega Alcocer & López Hernández, Outsourcing for biotechnological processes, 2016).

Beneficios sociales y tecnológicos

A partir de la construcción de la planta, se pretende generar fuentes de trabajo para los profesionistas, técnico y operadores de la zona de operación en diversa disciplinas de la Ingeniería, Microbiología, Química, así relacionados a la Administración de empresas industriales



Source: 19th Annual Report and Survey, Biopharmaceutical Manufacturing and Capacity, www.BioPlanAssociates.com, April 2013

Figura No. 39 Gráfica anual de la manufactura de productos biotecnológicos in-house

5.6 Planeación y programación del proyecto

En la sección 3, se estudiaron los diversos escenarios para la operación del proyecto a fin de asegurar el buen desarrollo del mismo y su documentación. Para el caso de estudio sobre la construcción de una planta biotecnológica, se consideró la revisión de la propuesta técnica, su impacto social y la evaluación de la factibilidad económica del proyecto.

A continuación, se describen el proceso de planeación con el desglose de las actividades y la asignación de responsabilidades.

A efecto de lograr un entendimiento común entre todos los miembros del proyecto tanto internos como externos, se realizó una desagregación en 12 actividades y varias metas intermedias (*milestones*) requeridas para completar (Véase Tabla No. 11 y Figura No. 40).

Una vez que se identificaron las tareas a realizar, se reunieron los responsables de cada una de las tres empresas participantes y se determinó el personal requerido (para fines prácticos y de confidencialidad, solo se nombran a los integrantes, con el acrónimo de su puesto)

1. Líder de proyecto (LP)
2. Ingeniero de la empresa 1 (IE1)
3. Ingeniero de la empresa 2 (IE2)
4. Ingeniero de la empresa 3 (IE3)
5. Staff (practicantes y estudiantes)

Al asignar a los responsables, es necesario, establecer el tiempo de participación en el proyecto, y así evitar que algún recurso humano quedé sobre asignado. Es decir, que el tiempo planeado exceda los límites de horario y la

duración del proyecto sea subvalorada, entregando el proyecto después de lo planeado. Para ello se requiere una constante comunicación entre el líder y los responsables de cada actividad.

Como se puede notar en la Tabla No.11, la lista de actividades es extensa y algunas de ellas dependen de la intervención de diversos personajes. Sin embargo, para visualizar de mejor manera la forma organizada de cada una de estas, es necesario realizar el cronograma del proyecto, el cual servirá como base para la etapa de monitoreo y control.

Id	Actividad o tarea	Responsable	Predecesora
1	Elaboración de la propuesta del proyecto		
2	Redacción del alcance del proyecto	LP	
3	Elección de las certificaciones	LP	2
4	Políticas y especificaciones de construcción y arranque	LP	2,3
5	Redacción del convenio con inversionistas	LP	4
6	Vo. Bo. Del convenio, certificaciones y políticas	LP, IE1, IE3	5
7	Subvenciones		1
8	Búsqueda de convocatorias de fondeo		
9	Redacción de propuesta INADEM		
10	Vo.Bo. INADEM		9
11	Redacción de propuesta Fondo privado		
12	Vo.Bo Fondo privado		11
13	Propuesta del proyecto al gobierno del estado		
14	Vo.Bo. del gobierno del estado		13
15	Establecer las aportaciones de inversionistas		13
16	Subvenciones OK		10,12,14,15

Id	Actividad o tarea	Responsable	Predecesora
17	Plan Comercial		1
18	Elaboración del plan de ventas de productos		
19	Elaboración del plan comercial por servicios de maquila		
20	Plan de capacidad		18,19
21	Vo.Bo del Plan Comercial		20
22	Diseño del proceso		1
23	Elección de la tecnología del Proceso	IE3	
24	Edificación de la Nave	IE3, LP	23
25	Layout	IE2	24
26	Blue print		25
27	Especificaciones de los equipos	Staff	23
28	Organización interna	LP	5
29	Lineamientos proveedores y cotizaciones		26,27,30
30	Cotización de equipos	LP, Staff, IE1	29
31	Cotización de Instrumentos	LP, IE1	29
32	Vo.Bo. de la cotización	IE1, IE3, LP	30,31
33	Presupuesto		29
34	Elaboración del presupuesto y plan financiero	LP	33
35	Compra de equipo e instrumentos		
36	Vo.Bo Del plan financiero y compras	IE1, IE3, LP	34,35
37	Integración del personal laborable		47
38	Instalaciones de equipo de administración	LP	36
39	Selección de Personal especializado	IE1	47
40	Selección de Personal técnico	IE2	47
41	Capacitación	IE2, LP	39,40
42	Construcción		36
43	Obra civil	IE1	36
44	Instalación de los equipos	IE1	43

Id	Actividad o tarea	Responsable	Predecesora
45	Instrumentación	LP	44
46	Sistema eléctrico	IE1	45
47	Construcción Ok		46
48	Elaboración de los procedimientos normalizados de operación (PNO's)	IE3	41
49	Liberación Cofepris	IE2	47,48
50	Liberación Sagarpa	IE2	48
51	Documentación del proyecto	LP	50,49

Tabla No.12 Tareas desglosadas para el proyecto de construcción de una planta biotecnológica

 Actividades principales
  Tareas
  Milestone

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA BIOTECNOLÓGICA

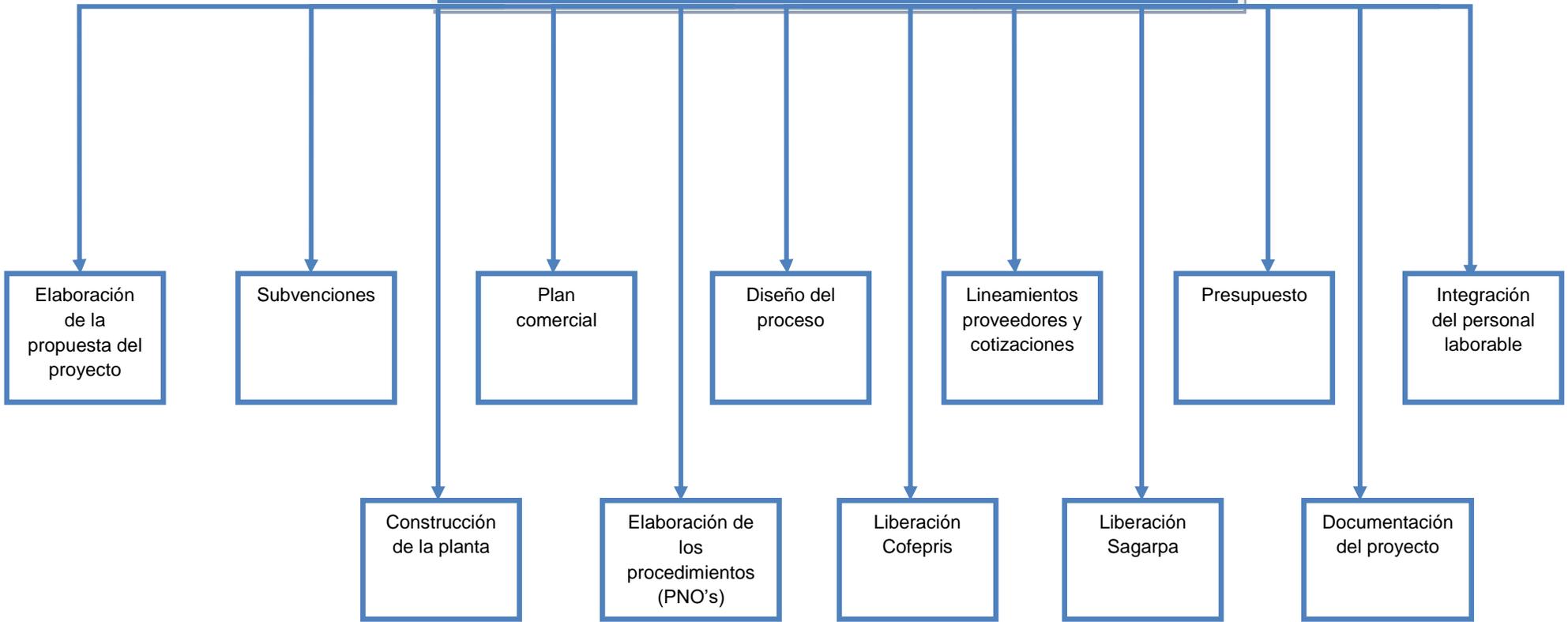


Figura No. 40 EDT para la construcción de una planta biotecnológica

Cronograma del proyecto

Para realizar el cronograma de las actividades, se utilizó el MS Project como soporte informático, considerando para la programación una jornada de 8 horas y una semana laboral de lunes a viernes. A fin de optimizar el seguimiento de las tareas, se agruparon en 12 grupos (tareas resumen) y la duración se programó en semanas y meses. El tiempo estimado para completar el proyecto está básicamente condicionado a la disponibilidad del personal y a los eventos externos (Por ej. liberaciones de Cofepris y Sagarpa).

En el diagrama de Gantt del proyecto para la construcción de una planta biotecnológica, se puede observar que la duración estimada es de 35 semanas. Para la programación del plan de ejecución o maestro, se trabajó con tareas resumida, ya que la magnitud del proyecto requería optimización.

La actividad nombrada como “Subvenciones”, concluye de manera simultánea al proyecto, y es que la búsqueda y aceptación de las propuestas a algún fondo de apoyo, puede ayudar a destinar diversos gastos a un plan de mejora.

Conclusión

En un proyecto complejo como lo es la construcción de una planta biotecnológica, el cual contempla la ingeniería, procura y construcción; requiere de una planeación cuidadosa, inclusive con diversas actividades que se ejecutan simultáneamente. Por tal motivo, el constante monitoreo y actualizaciones del plan, son responsabilidades primarias del líder de proyecto, quién deberá notificar los inversionistas y principales interesados de cualquier desviación al plan original del proyecto.

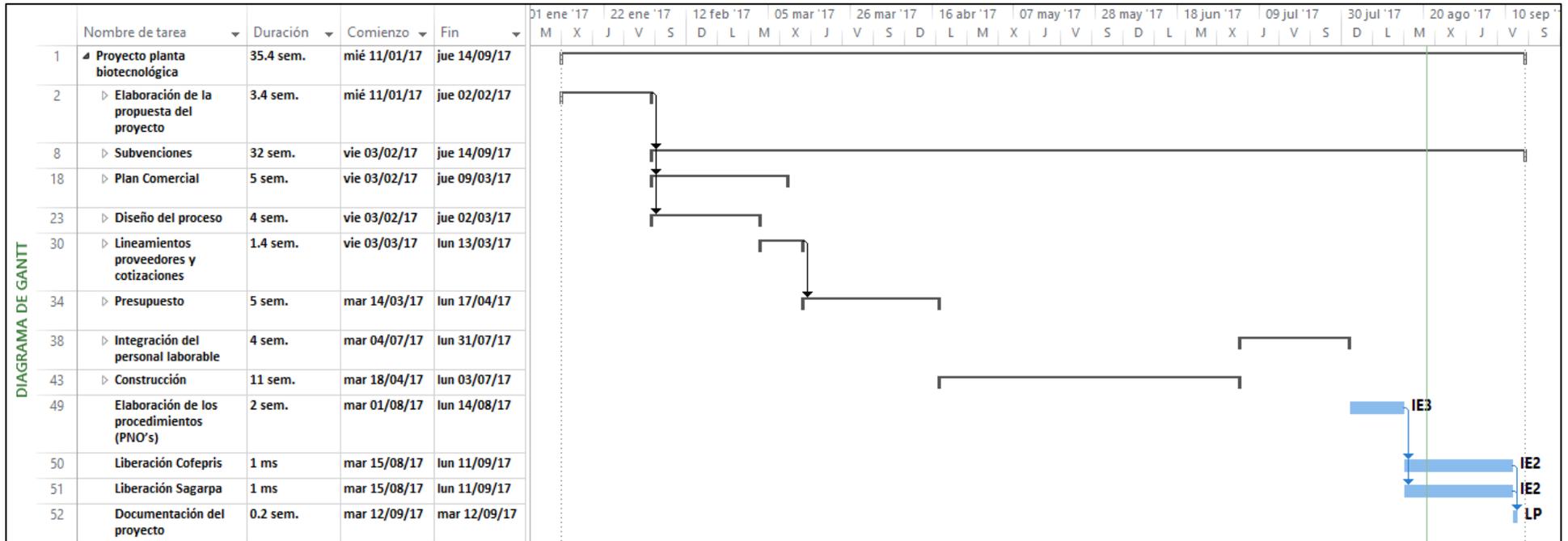
Plan de ejecución para el proyecto de construcción de una planta biotecnológica

Inicio 11/01/2017

Duración 248 días naturales

Diagrama de Gantt

Fin 14/09/2017



Nombre	Aspecto
Tareas no críticas	
Tareas críticas	
Tareas resumidas	

6. CASO DE ESTUDIO: CONTROL Y MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA CARRETERA DE CUOTA EN MÉXICO

6.1 Antecedentes de la empresa

Servicios Mexicanos de Ingeniería Civil (SEMIC), es una empresa de servicios enfocada a estudios y proyectos de obras de infraestructura para el sector público y privado. Éstos se realizan a lo largo de todo el territorio nacional e incluso fuera del país, por lo cual se necesita de personal (especializado y técnico) disponible para viajar, además del equipo necesario para realizar las diversas tareas.

Con más de 40 años de experiencia en proyectos de Ingeniería Civil y más de 200 proyectos realizados, SEMIC es considerada una de las consultoras de Ingeniería Civil más importantes del país, es por ello que ha sido ganador en diversas licitaciones ofertadas por el sector público para llevar a cabo proyectos y estudios que impactan directamente en la sociedad.

Como toda empresa que ofrece algún producto o servicio lo importante para SEMIC es el cliente, por lo cual se enfoca en entregar de forma eficaz todos los trabajos a sus clientes los cuales establecen sus necesidades, ya sea en una licitación y/o contrato para que éstas deban cumplirse en tiempo y forma. Por

esta razón la ejecución correcta de las fases de la gestión de proyectos es parte fundamental para SEMIC.

6.2 Definición de la necesidad identificada

Los proyectos realizados en carreteras tienen una larga duración y están integrados por diferentes actividades, es por ello que se requiere de una gran cantidad de personal especializado y técnico, el cual está distribuido en diferentes puntos del sitio de trabajo en campo y en gabinete, encargado de recabar la información requerida por el cliente; sin embargo, diferentes factores exógenos impactan directamente en los tiempos del proyecto, retrasando así la entrega de información y su posterior análisis en gabinete.

A partir del proyecto “ESTUDIO Y PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE UNA CARRETERA DE CUOTA EN MÉXICO” a cargo de SEMIC, se identificó la necesidad de establecer un mecanismo de control y monitoreo para las actividades realizadas en campo, teniendo como antecedentes la planeación y programación de dicho proyecto.

Objetivos particulares de la gestión del proyecto

- Entender el alcance del proyecto
- Diseñar el plan de trabajo (WBS por sus siglas en inglés) del proyecto seleccionado para llevar el control.
- Identificar la ruta crítica del proyecto
- Establecer las herramientas para llevar a cabo el control y monitoreo de las actividades de campo

- Identificar los riesgos del proyecto
- Analizar el desempeño de la gestión del proyecto y compararlo con uno similar.

6.3 Definición del alcance del proyecto

El proyecto de rehabilitación de pavimento comprende los estudios básicos, los estudios de detalle, la ingeniería básica y la ingeniería de detalle necesaria para diseñar la rehabilitación del pavimento, con el fin de que la carretera sea segura y eficiente, así mismo dentro del proyecto se debe entregar planos, especificaciones y otros documentos que avalen los estudio y proyectos realizados para proporcionar al constructor los datos que le permitan llevar a cabo su trabajo.

Definiciones⁸

Estudios básicos: Tienen como objeto determinar todos aquellos factores de carácter social, cultural, ambiental, operacional, técnico y económico.

Estudios de detalle: Son aquellos que tienen como propósito, determinar todas aquellas variables técnicas y ambientales que inciden en el diseño de los elementos que integran el proyecto.

Ingeniería básica: Es el conjunto de actividades necesarias para determinar, con ayuda de los estudios básicos y la planeación de la infraestructura para el transporte, el tipo de obra que se debe realizar, el servicio que se prestará y el lugar en donde se construirá.

⁸ Licitación CAPUFE, *Especificaciones particulares*, 2016.

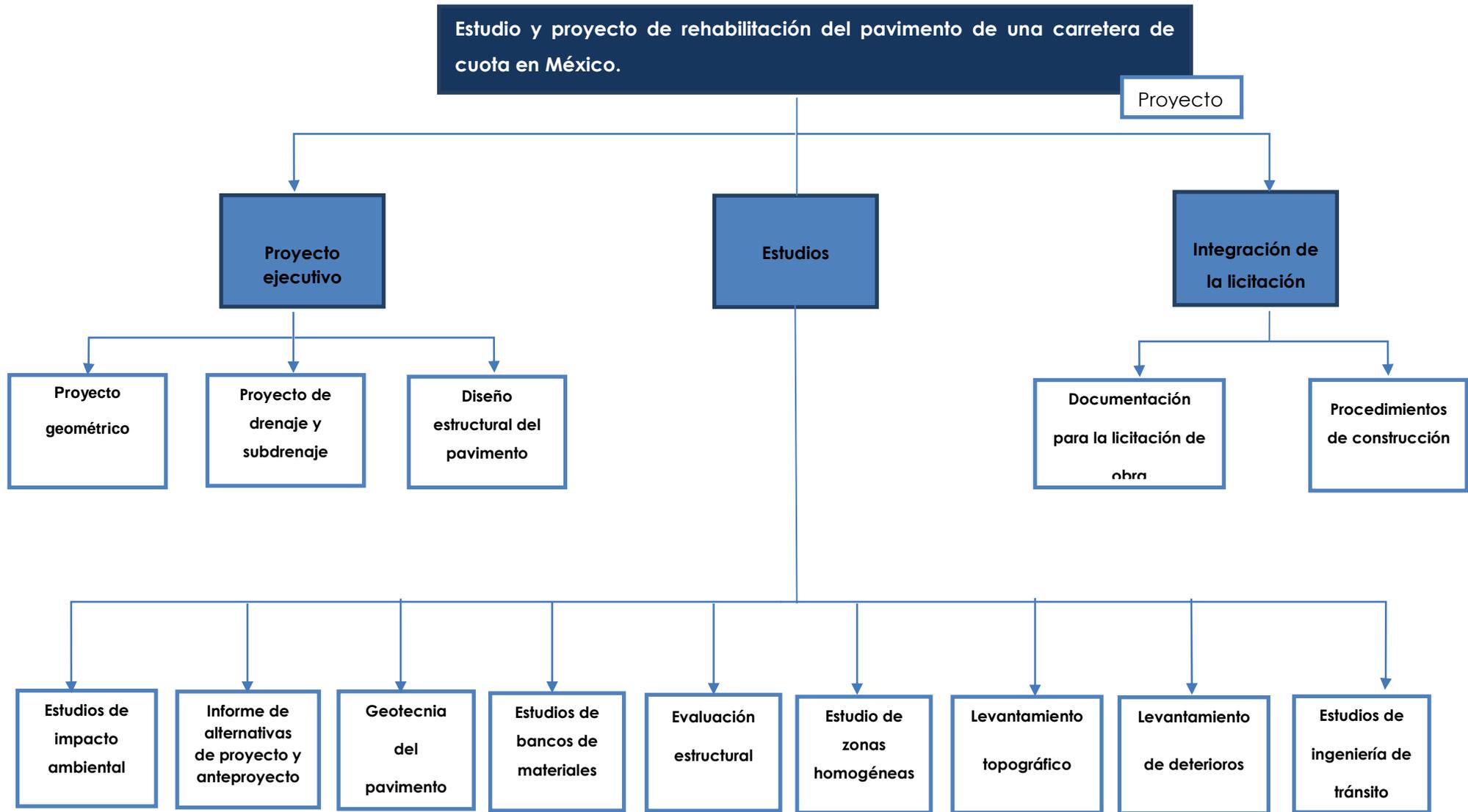
Ingeniería de detalle: Son las actividades necesarias para el diseño, con base en la ingeniería básica y en los estudios de detalle, los elementos de la obra por realizar, estableciendo en los planos y otros documentos, la composición, el arreglo, la forma, los materiales, la resistencia, las dimensiones, los acabados, los conceptos y las cantidades de obra de cada elemento.

6.4 Planeación y programación

En capítulos anteriores se mencionó el proceso de una licitación pública, en la cual la necesidad es expuesta por el cliente, así como el alcance y a las actividades requeridas para el proyecto. Tal es el caso del proyecto de rehabilitación del pavimento, el cual fue licitado por una entidad pública y otorgado a SEMIC.

La Figura No.40 representa la estructura desglosada de trabajo (EDT) del proyecto de rehabilitación. Como se puede observar, los entregables están separados en tres grandes grupos (proyecto ejecutivo, estudios e integración e licitación), de acuerdo a sus características y las actividades que integran su realización. El bloque llamado “estudios” conjunta aquellos entregables que requieren de la estricta realización de actividades en el sitio a estudiar por la veracidad y actualización de los datos recabados.

Figura No. 41 WBS de un proyecto de rehabilitación de una carretera



A efecto de cumplir con los requerimientos del cliente, SEMIC desarrolló un plan de ejecución considerando el tiempo para la realización de cada una de las actividades, el cual fue presentado como parte de la propuesta y aceptado por el cliente. La Tabla No. 12 enlista todas las actividades y tareas requeridas para elaborar cada entregable que contempla el EDT.

Clave	Act	Num. Asignado	Predecesoras
A.01	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	2	3,4,5
1.1	Lev. 1	3	Independiente
1.2	Lev. 2	4	Independiente
1.3	Lev. 3	5	Independiente
A.02	ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO	6	7,8,9
2.1	Aforos Aut.	7	Independiente
2.2	Videoaforos y pesaje dinam.	8	Independiente
2.3	Mov. Dir.	9	Independiente
A.03	LEVANTAMIENTO DE DETERIOROS	10	11
3.1	Auscultación	11	Independiente
A.04	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	12	13,15
4.1	HWD-V2	13	Independiente
A.05	GEOTECNIA DEL PAVIMENTO	14	15,16, 16'bis
5.1	Sondeos	15	Independiente
5.2	PCA	16	Independiente
5.3	Laboratorio	16'bis	16
A.06	ESTUDIO DE ZONAS HOMOGÉNEAS	17	10,12,14,6
A.07	INFORME DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO Y ANTEPROYECTO	18	17,6,19
A.08	ESTUDIOS DE BANCOS DE MATERIALES	19	Independiente
A.09	ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL	20	Independiente
A.10	ESTUDIO FISIOGRAFICO E HIDROLÓGICO	21	2,27
A.11	DISEÑO ESTRUCTURAL EL PAVIMENTO	22	18
A.12	PROYECTO GEOMÉTRICO	23	22,2
A.13	PROYECTO DE SEÑALAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL	24	25
13.1	Inv. Señalamiento	25	Independiente
A.14	PROYECTO DE DRENAJE Y SUBDRENAJE	26	27,21
10.1	Inv. OD'S	27	Independiente
A.15	PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN	28	23,24,26
A.16	DOCUMENTACIÓN PARA LICITACIÓN DE LA OBRA	29	23,24,26
	FIN	30	28,,20,29

Actividades de campo

Entregables o actividades de gabinete

Tabla No.13 Secuencia lógica de las actividades del proyecto de rehabilitación del pavimento

Diagrama de red

A partir de la secuencia asignada a cada actividad, se elaboró el diagrama de red correspondiente (Véase Figura No.43). Como se puede observar, la gran mayoría de las actividades no tiene una predecesora, por lo cual, pueden realizarse paralelamente a otras, éstas actividades son aquellas que se realizan en el sitio a estudiar y son mejor conocidas como “actividades de campo”.

Cronograma del proyecto

El cronograma del proyecto, consiste en asignar al tiempo necesario para completar las actividades. Para el caso de estudio del proyecto de rehabilitación, la asignación del tiempo se realizó de acuerdo a cada uno de los entregables para así facilitar el entendimiento entre el cliente y la empresa. La duración de cada una de las actividades fue estimada y asignada por el área de licitaciones de la empresa.

Para poder monitorear de manera correcta el avance de las actividades de campo, se precisó necesario elaborar el diagrama de Gantt del proyecto de acuerdo a la paquetería de trabajo. Para representar las duraciones y secuencia lógica de las actividades, se eligió el software Microsoft Project, el cual permite conocer la ruta crítica y lleva un seguimiento puntual del proyecto (Véase Diagrama de Gantt, Estudio y proyecto de rehabilitación del pavimento de una carretera de cuota en México). Como se puede observar, existen seis actividades críticas que de atrasarse o sobrepasar el presupuesto, podrían impactar negativamente al proyecto.

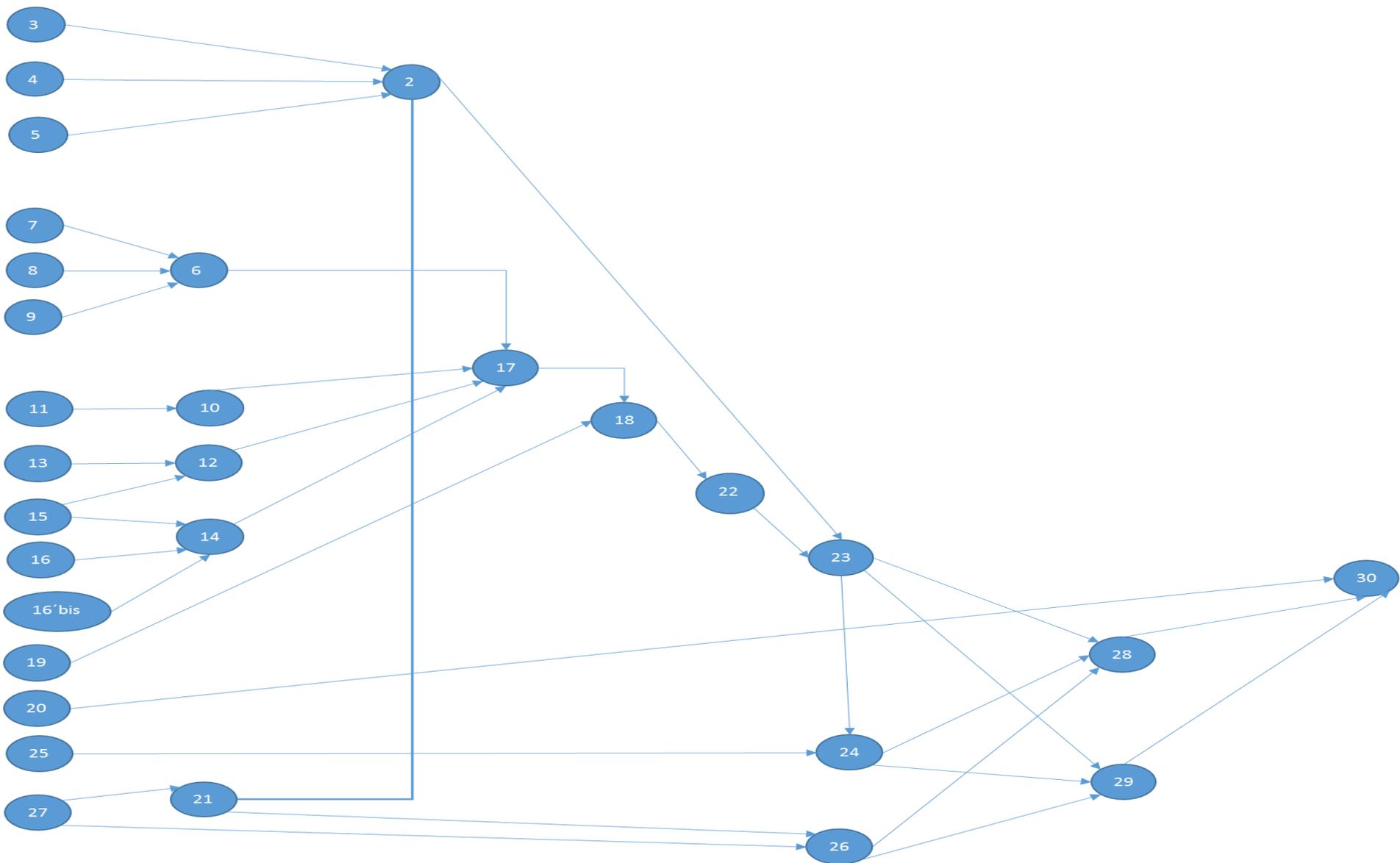


Figura No. 42 Diagrama de red para el proyecto de rehabilitación del pavimento

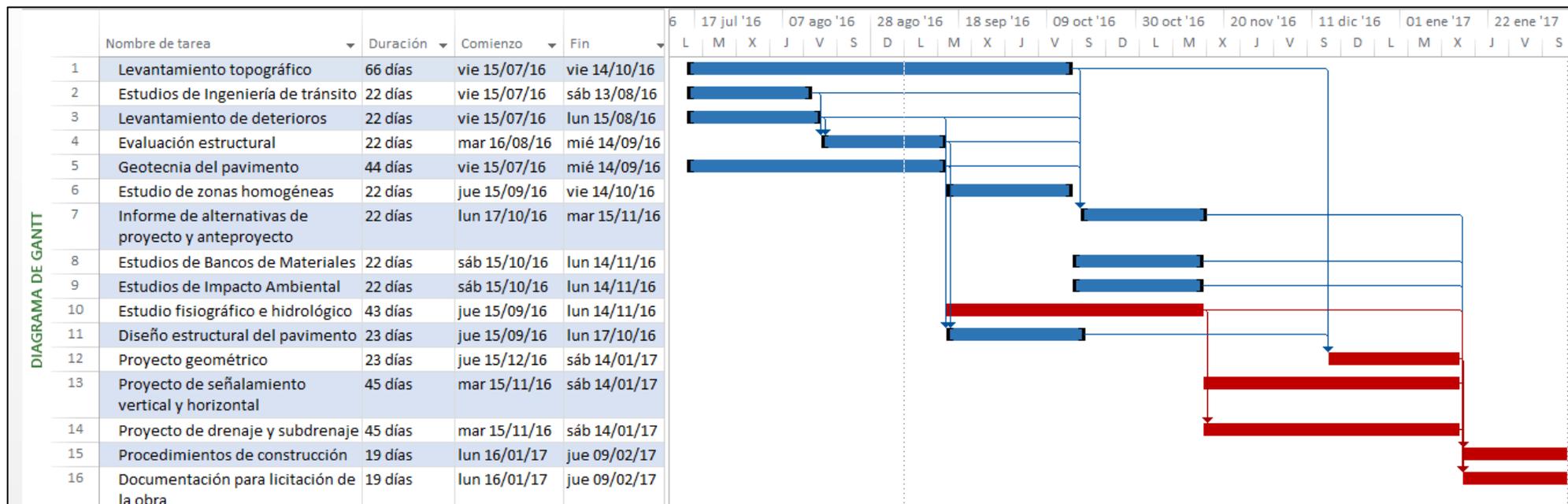
Estudio y proyecto de rehabilitación del pavimento de una carretera de cuota en México

Inicio 15/07/2016

Duración 210 días naturales

Diagrama de Gantt

Fin 09/02/2017



Nombre	Aspecto
Tareas no críticas	
Tareas críticas	

Integración del personal para llevar a cabo las actividades

Una vez que ya se ha definido el proyecto y los objetivos, el siguiente paso es asignar los recursos humanos, encargados de realizar las actividades para cumplir cada objetivo. Sin embargo, dadas las características del proyecto, se requiere de personal capacitado y especializado para llevarlas a cabo.

De acuerdo a la secuencia lógica de las actividades (Véase Tabla No.12), se puede notar que no todas las actividades depende de alguna otra, razón por la cual se pueden realizar varias actividades en paralelo, como son las actividades de campo. Sin embargo, el realizar varias actividades en paralelo requiere de mayor cantidad de personal y por lo tanto mayores recursos monetarios.

A fin de generar una buena comunicación entre el personal que se encuentra en campo y en gabinete, es necesario establecer las líneas de comunicación, así como la estructura de trabajo; de tal modo que todos los involucrados del proyecto conozcan su rol y responsabilidades dentro del mismo.

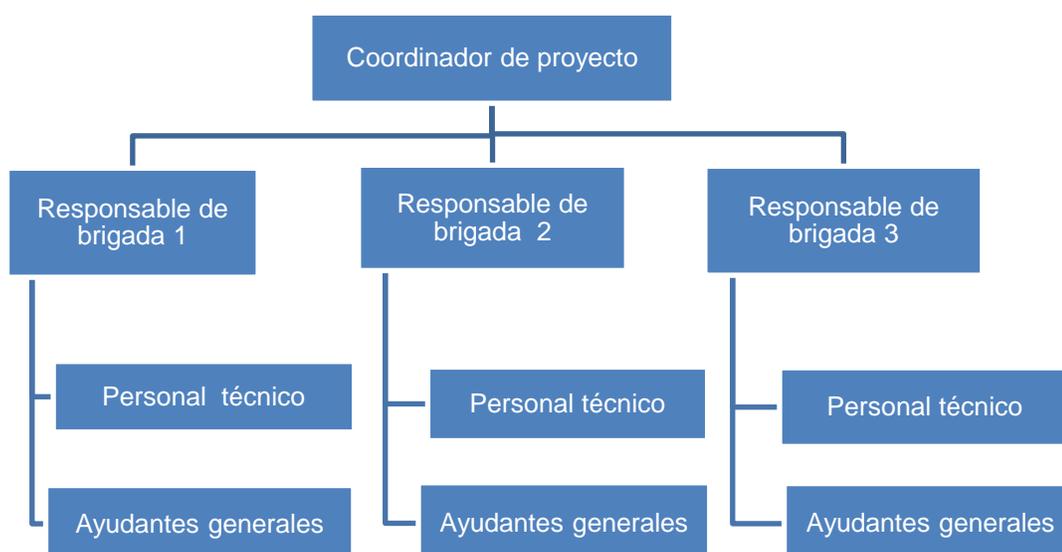


Figura No. 43 Organigrama Interno del proyecto

Para seleccionar al personal que se requiere y formar las brigadas de trabajo los gerentes de SEMIC desarrollaron una serie de lineamientos, los cuales abordan proceso de reclutamiento, selección y capacitación de nuevo personal, así como la evaluación continua y seguimiento del trabajo del personal que haya sido contratado recientemente y el personal vigente.

El tener un esquema general al entrar a una empresa y conocer quiénes son los responsables de cada actividad, permite a los nuevos integrantes conocer la estructura de la misma, y al personal vigente le facilita la visualización del proceso en el que se encuentran involucrados. Es importante hacer hincapié a que los responsables de cada brigada son personas que ya han realizado trabajos similares a los que le son asignados, asegurando así la calidad de los trabajos.

Formar un buen equipo de trabajo implica conocer al personal y asegurarse que el nuevo personal reciba la capacitación correspondiente, asignar responsables hace que la comunicación sea directa y rápida.

6.5 Administración de los riesgos del proyecto

Identificación de los riesgos del proyecto

Para la fase de identificación de los riesgos, se optó por separarlos 5 categorías, de acuerdo a sus principales características.

La información para facilitar el proceso de identificación, se recopiló a través de entrevistas con los gerentes de proyecto y los responsables de las brigadas antes de la ejecución de las actividades. La Tabla No. 13 muestra los riesgos

que pueden impactar negativamente sobre el proyecto, ya sea en los costos o tiempo.

Lista de riesgos para el proyecto de rehabilitación del pavimento	
Riesgos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> I. Fallas físicas de los equipos por falta de mantenimiento II. No revisar los equipos y automóviles antes de que las brigadas salgan a campo. III. Retraso en las actividades por reparaciones
Riesgos de gestión	<ul style="list-style-type: none"> I. Insuficiente supervisión por parte del coordinador del proyecto II. Retrasos en el envío y revisión de la información generada en campo. III. Desapego al plan de ejecución
Riesgos organizacionales	<ul style="list-style-type: none"> I. Rotación continua de personal y falta de capacitación. II. Inconstante comunicación entre el personal de campo y de gabinete.
Riesgos ergonómicos	<ul style="list-style-type: none"> I. Accidentes en campo II. Enfermedades endémicas como el Zika, Chikungunya y Dengue, afectando así la planilla del personal, tiempo y presupuesto del proyecto.
Riesgos externos	<ul style="list-style-type: none"> I. Bloqueos en la carretera por pobladores y grupos sociales. II. Ataques por parte de grupos delictivos, que de igual forma ponen en riesgo la integridad del personal de campo. III. El clima tropical de la zona con constantes lluvias que impiden la realización de los trabajos.

Tabla No.14 Riesgos identificados para el proyecto de rehabilitación del pavimento

Nota. Por restricciones legales y principios de confidencialidad, no se mencionan los riesgos de calidad del proyecto.

Plan de respuesta para los riesgos identificados

Para SEMIC lo principal es la integridad de su personal, es por ello que provee a sus colaboradores con el material necesario para poder minimizar los riesgos

provenientes de los factores externos como lo son la exposición a enfermedades endémicas y lluvias.

En lo que se refiere a las fallas de equipos, se precisa necesario que el personal encargado del procesamiento de datos en gabinete, comunique al área de logística con antelación la salida de las brigadas, para que los equipos reciban el adecuado mantenimiento.

Para asegurar la constante comunicación, tanto el personal de campo como el de gabinete cuentan con las herramientas necesarias (celulares y computadoras) para reportar cualquier incidente en el momento preciso.

Como se puede notar, SEMIC es una empresa que previene los riesgos para que estos no tengan impactos negativos sobre el proyecto o sobre el personal que ejecuta las actividades.

6.6 Control de las actividades de campo durante la ejecución del proyecto

Una vez que se ha realizado el plan de proyecto, se han definido los alcances e identificado los riesgos, se está listo para arrancar con las actividades del proyecto. Sin embargo como todo proceso dinámico van a existir variaciones de acuerdo a lo planeado. El objetivo de controlar y monitorear los trabajos que se están ejecutando, es disminuir la diferencia que existe entre el plan y la realidad.

Recordemos que el objetivo primordial de este caso de estudio, es exponer el proceso de monitoreo y control de las actividades de campo, para minimizar las

desviaciones al plan inicial. Para cumplir el objetivo antes descrito es importante establecer el mecanismo y las herramientas que se utilizarán para monitorear los trabajos y establecer la cronología con la que se gestionarán los mismos.

Metodología para llevar a cabo el control y monitoreo

Teniendo como antecedente el diagrama de Gantt, se estableció la metodología con la que se llevaría el control y monitoreo del proyecto de rehabilitación del pavimento (Véase Figura No. 44).

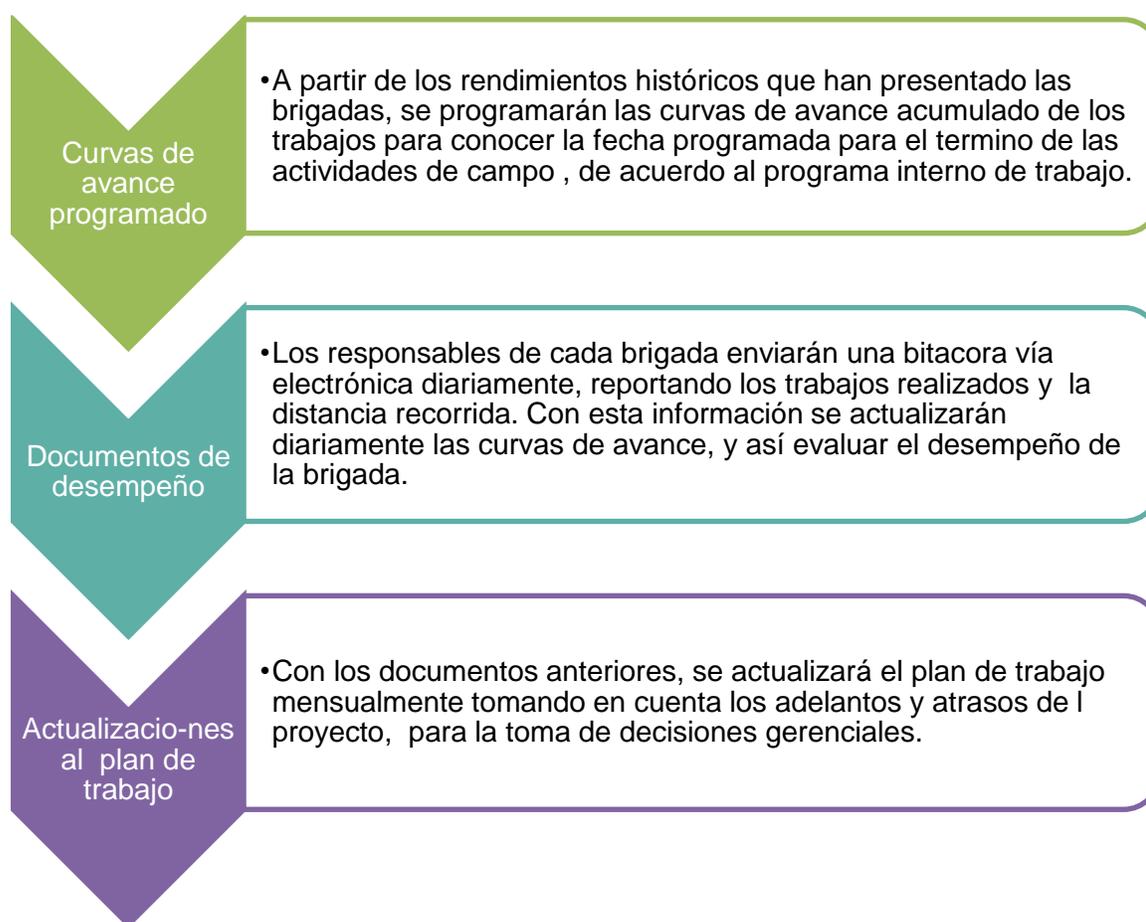


Figura No. 44 Metodología para el control y seguimiento del proyecto de rehabilitación del pavimento

Para asegurar que todos los responsables de las brigadas conocieran la forma de monitoreo de los trabajos, se redactó una serie de lineamientos para el envío de información (Véase Anexo No. 7. Lineamientos para el control de los trabajos de campo).

Por otra parte, se diseñó una bitácora de avance diario, misma que los responsables de cada brigada habrían que enviar al termino de sus actividades, especificando los datos requeridos para la actualización continua de las curvas de avance (Véase Anexo No.8 Ejemplo de la bitácora diaria para las brigadas de campo).Con el objetivo de trabajar en paralelo las actividades de campo y las de gabinete, se indicó a los responsables de brigada mandar cada 3 días la información generada, para revisiones preliminares y posibles correcciones.

Las actividades sobre las que se aplicaron los lineamientos de control y se les dio un seguimiento diario, fueron aquellas con mayor duración, por lo tanto mayores recursos. Debido a que cualquier atraso de estas actividades podía impactar seriamente al desempeño del proyecto; además éstas actividades se clasifican con un riesgo alto dada la exposición del personal de campo a diversas situaciones y representan más del 80% de los costos totales del proyecto. Las actividades de campo monitoreadas fueron las siguientes:

- **Geotecnia del pavimento**
 - Trabajos de sondeos simples
 - Trabajos de PCA (Pozos a cielo abierto)
- **Inventario de alcantarillas**
- **Inventario de obras complementarias**

Gestión del desempeño de las brigadas

De acuerdo a la metodología antes descrita, se evaluó el desempeño de las brigadas de acuerdo al programa de trabajo.

A continuación se presentarán las curvas de avance programado y real de las brigadas a las que se les dio seguimiento durante su ejecución, así como las diversas situaciones que impactaron sobre el programa interno de trabajo y el rendimiento de las brigadas. Es importante mencionar que las brigadas con duración menor a 3 semanas no requirieron de un seguimiento riguroso, ya que los trabajos se levantaron en puntos definidos en recorridos únicamente en automóvil a lo largo del tramo.

➤ BRIGADA: GEOTECNIA DEL PAVIMENTO

ESTUDIO REALIZADO: SONDEOS SIMPLES

(Véase Gráfica No.1)

Las actividades de sondeos realizadas por parte de la brigada de geotecnia del pavimento no presentaron ningún retraso durante ejecución, contrario a ello el rendimiento real fue mayor al programado, logrando así que los trabajos se terminaran a tiempo.

Durante la ejecución de los sondeos se tuvo que suspender el trabajo debido a las condiciones climatológicas. Sin embargo no se afectó el plan programado y la información se entregó puntualmente para su revisión y aprobación en gabinete.

ESTUDIO REALIZADO: POZOS A CIELO ABIERTO (PCA)

(Ver Gráfica No. 2)

Para los trabajos de PCA, se programaron 40 PCA a lo largo del tramo con una duración de 40 días (rendimiento 1 PCA/día). Sin embargo la brigada mostró un rendimiento de 2 PCA/día, logrando así una duración total 24 días. Este adelanto no solo impacto en los tiempos del proyecto, sino también en los costos.

El estudio de PCA por parte de la brigada de geotecnia del pavimento no presentó algún inconveniente durante su ejecución a pesar de las lluvias presentadas en el sitio los trabajos se desarrollaron de manera eficiente.

➤ BRIGADA: OBRAS DE DRENAJE

(Ver Gráfica No. 3)

Como se puede observar en la Gráfica No. 3, el avance acumulado real de la brigada fue menor al programado y presentó un atraso de 14 días. Dichos atrasos fueron consecuencia de diferentes factores.

Factores internos

- Apoyó a la brigada de levantamiento de deterioros durante la primera semana de trabajo.
- Cambio de responsable de brigada por incapacidad laboral del primer responsable.

- Falta de revisión en gabinete de la información generada en campo, por lo tanto, los errores se detectaron tardíamente.
- Órdenes de trabajo poco claras por parte del encargado de gabinete.

Factores ergonómicos

- 3 de los trabajadores sufrieron accidentes durante su jornada laboral, por ello se suspendieron las actividades para dar inmediata atención médica.

Factores externos

- Bloqueos de la carretera por manifestantes
- Accidente de choque menor con la camioneta destinada para los trabajos.

Comentarios

La brigada presentó un atraso del 23% sobre el avance acumulado, equivalente a 2 y ½ semanas más sobre lo programado. Sin embargo dicho atraso no impacta directamente sobre el proyecto ya que el trabajo de campo de obras de drenaje cuenta con la holgura suficiente para no afectar la fecha de entrega de documentación.

➤ BRIGADA: OBRAS COMPLEMENTARIAS

(Ver Gráfica No. 4)

La Gráfica No. 4 muestra tres curvas de avance diferentes (programada, reprogramada y real), la existencia de una curva reprogramada se debe a que el rendimiento inicial programado (4.9 Km/día) fue mayor al que

realmente mostraba la brigada, por lo que se consensó con los gerentes del proyecto disminuir el rendimiento programado a 2.95 km/día, con objeto de cumplir con las fechas programadas. Los días en los que no se observa aumento en el avance son los que no se laboraron por diversas causas como se verá a continuación.

Durante la ejecución de los trabajos se presentaron eventos desfavorables que retrasaron las actividades:

Factores internos

- Cambio de responsable de brigada en 2 ocasiones, a los que se tuvo que capacitar para realizar las tareas correctamente, lo cual representa una inversión de tiempo, que afecta directamente al programa inicial.

Factores externos

- Accidente de choque con un automóvil externo de la empresa y la camioneta destinada para la brigada.

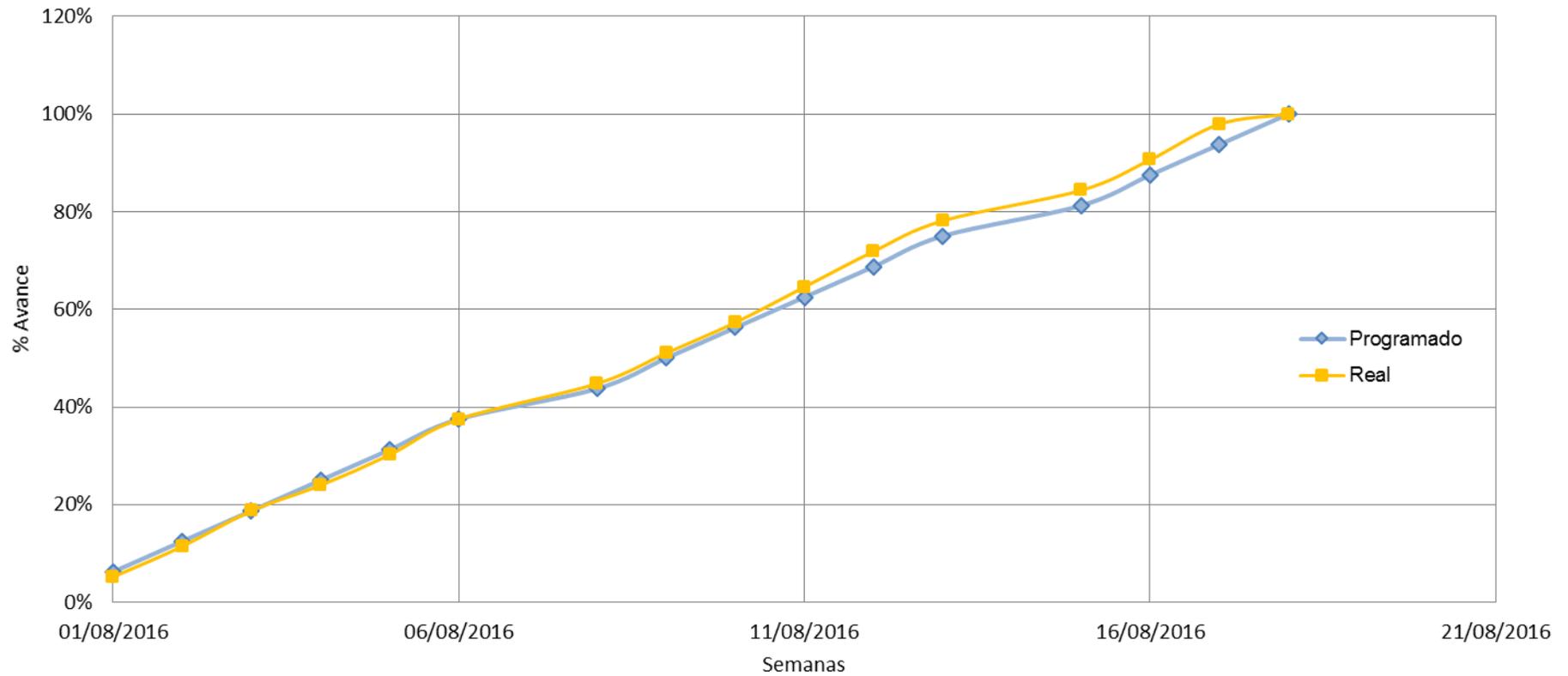
Comentarios

Durante la tercer y octava semana de actividades de la brigada, se presentaron atrasos en los avances del 24% promedio. Sin embargo, con el fin de lograr el objetivo, la brigada trabajó con un rendimiento mayor durante las últimas dos semanas, logrando así el término de los trabajos en las fechas reprogramadas.

Para lograr el término oportuno, se organizó una brigada extra encargada de completar las actividades. Esta medida provocó que el tiempo de ejecución de

los trabajos no se viera afectado, pero por otro lado, los costos asignados a estos trabajos, fueron mayores a los programados, aunado con un costo de mantenimiento para los vehículos extra y materiales, así como el pago nominal por el requerimiento de personal extra.

Gráfica No. 1. AVANCE DIARIO DE LA BRIGADA DE GEOTECNIA DEL PAVIMENTO (SONDEOS)

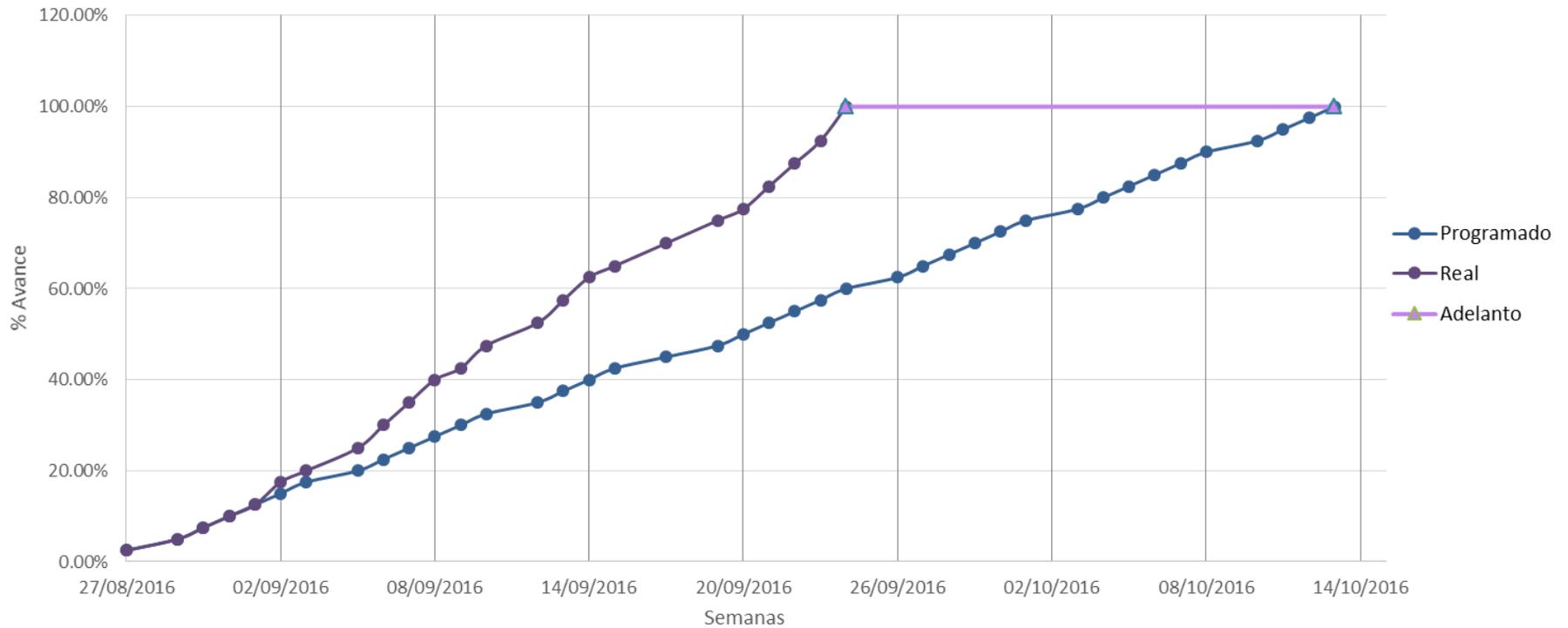


Fecha de fin programada: 18/08/2016

Fecha de fin real: 18/08/2016

	Programado	Real
Rendimiento (sondeos/día)	6	6-7
Duración (días)	16	16

Gráfica No.2 AVANCE DIARIO DE LA BRIGADA DE GEOTECNIA DEL PAVIMENTO (PCA)

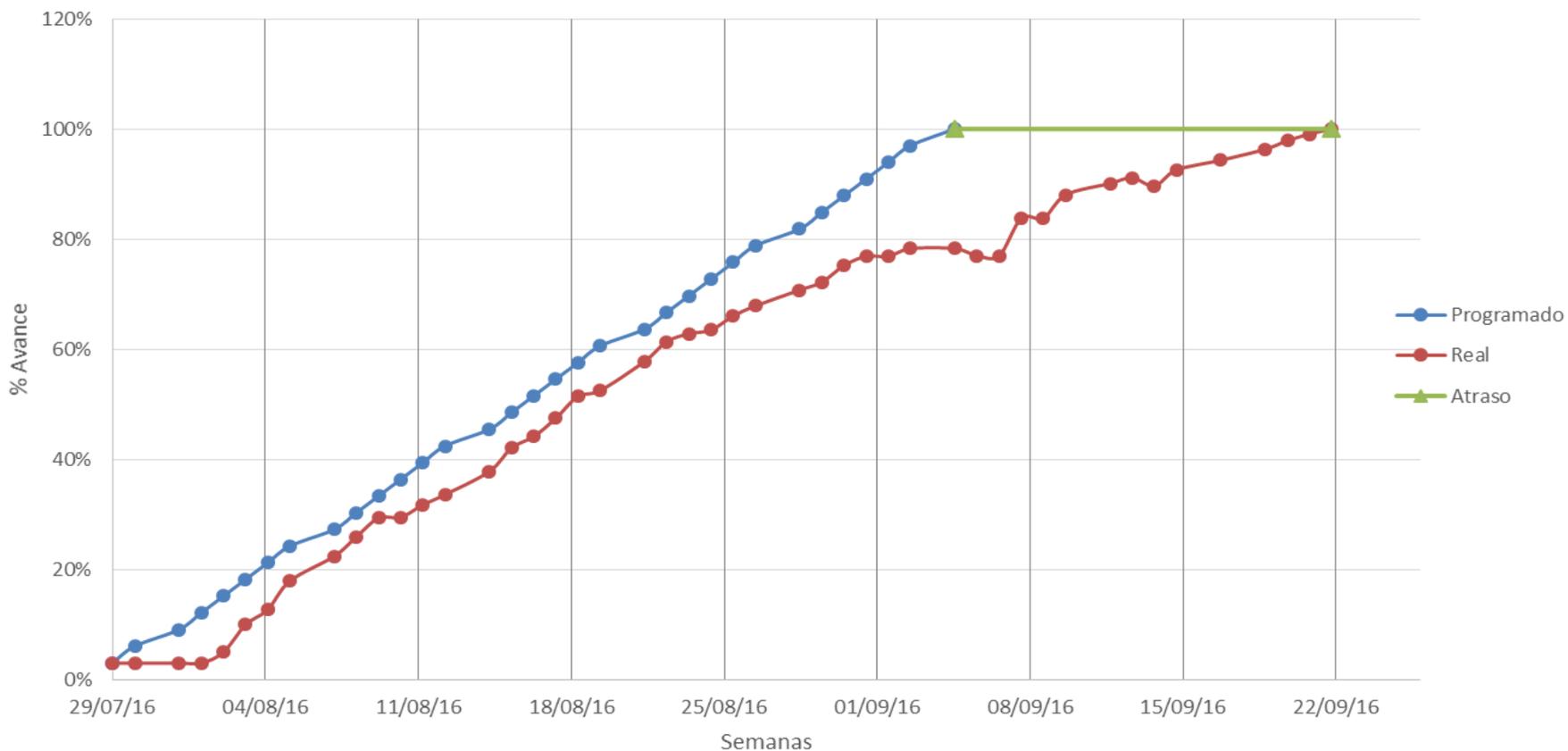


Fecha de fin programada: 13/10/ 2016

Fecha de fin real: 24/09/2016

	Programado	Real
Rendimiento (PCA/día)	1	2
Duración (días)	40	24

Gráfica No. 3. AVANCE DIARIO DE LA BRIGADA DE OBRAS DE DRENAJE

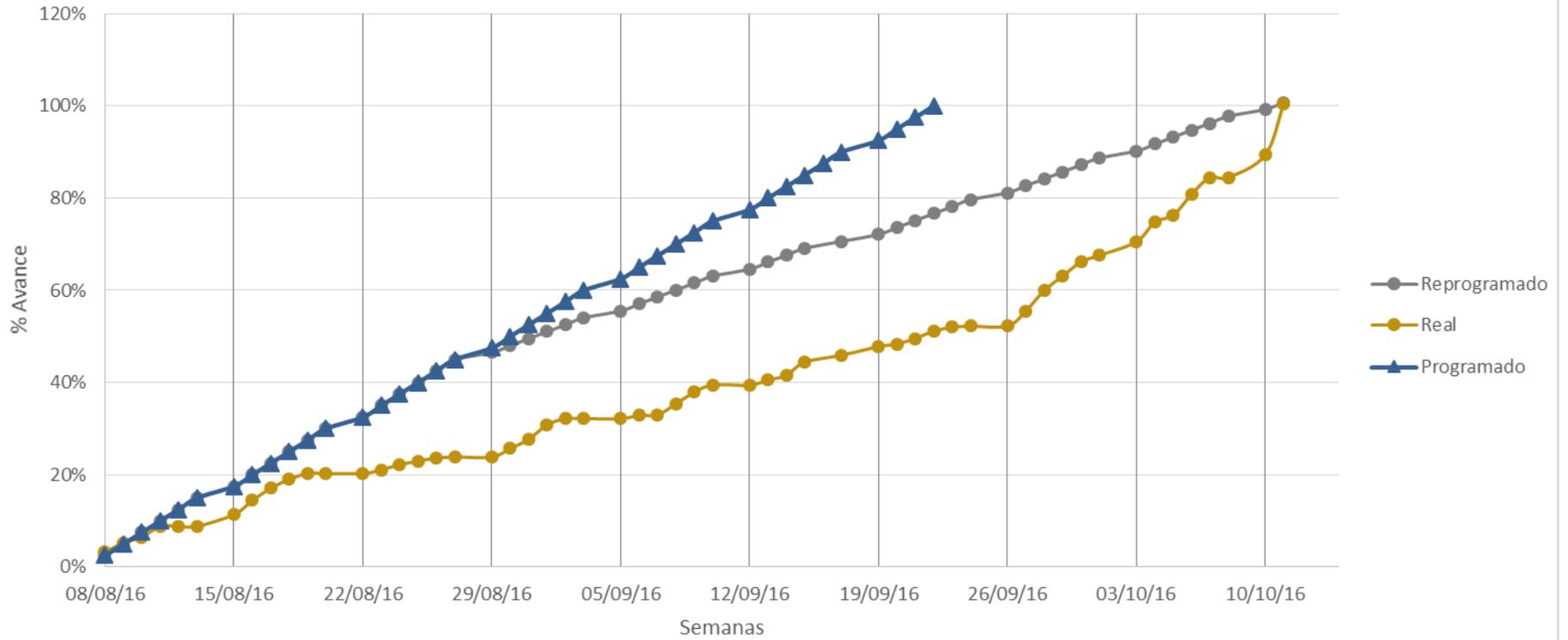


Fecha de fin programada: 5/09/2016

Fecha de fin real: 22/09/2016

	Programado	Real
Rendimiento (Km/día)	3	2
Duración (días)	33	47
	Atraso (días)	14

Gráfica No. 4 AVANCE DIARIO DE LA BRIGADA DE INVENTARIO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS



Fecha de fin programada: 22/09/2016

Fecha de fin real: 11/10/2016

	Programado	Real
Rendimiento (Km/día)	5	4
Duración (días)	40	55
Atraso (días)		15

6.7 Observaciones y propuestas

Durante la ejecución de las actividades de campo se presentaron atrasos, consecuencia de varios factores, en su mayoría externos. A pesar de ello cada imprevisto fue solventado a tiempo sin exponer la salud de los trabajadores ni afectar al proyecto.

A partir de las observaciones realizadas paralelamente a la ejecución del proyecto, así como el monitoreo y control, se puede concluir que el rol desempeñado por el líder del proyecto no fue el adecuado, ya que faltó supervisión y comunicación con los colaboradores de campo. Por tal motivo, se propusieron las siguientes medidas de mejora para proyectos futuros, a efecto de evitar atrasos en el cronograma y la entrega al cliente.

- **Homogenizar las órdenes de trabajo**, de tal forma que todos los responsables de brigada y personal de gabinete estén familiarizados con el formato, a fin de evitar que no se realicen los trabajos de acuerdo a lo requerido por el proyecto.
- **Redactar una serie de lineamientos para el envío de información**, para todas las brigadas de campo y así evitar la pérdida o atrasos en el procesamiento de gabinete.
- **Asegurar la comunicación constante entre el personal de gabinete y de campo, a través de la gestión diaria**, para atender oportunamente las dudas y evitar la repetición de los trabajos por una revisión tardía.

- **Asegurar que el equipo tecnológico de campo cuenta con las herramientas necesarias para atender los lineamientos.**
- **Implementar un área dentro de la empresa, encargada del seguimiento continuo de los programas y documente las incidencias y rendimientos, generando así una base de datos histórica para futuros proyectos.**

6.8 Impactos al cambio de gestión propuesto

A partir de la exposición de los impactos negativos y positivos que se presentaron durante la ejecución de las actividades de campo para el proyecto de rehabilitación; la empresa SEMIC tomó la decisión de poner en marcha las propuestas antes mencionadas para un proyecto similar en otro tramo de carretera (para fines comparativos, se considerará como proyecto 1 al que se analizó anteriormente y proyecto 2, al que se realizó en el segundo tramo carretero).

De igual forma se tomó la decisión de asignar a una persona diferente para liderar el proyecto, para así poder evaluar completamente el desempeño completo del proyecto y sus colaboradores.

La puesta en marcha de las medidas de control sugeridas, así como la constante comunicación entre el líder de proyecto, el personal de campo y el área de seguimiento de programas, lograron que el proyecto 2 se desarrollara eficazmente y sin atrasos para las actividades de geotecnia, obras de drenaje, obras complementarias y demás.

CONCLUSIONES

- Con las evidencias planteadas en el contenido de la presente tesis se valida la que la aplicación de la administración de proyectos bajo el esquema de una metodología sistemática, no garantiza el éxito de los proyectos, pero reduce la incertidumbre asociada al mismo.

Ya sea aplicando una administración de proyectos formal o informal, en la práctica se requiere de un procedimiento metódico.

- La administración de proyectos es sumamente valiosa para todo proyecto sin restringirse a la naturaleza o el enfoque del mismo. Esta área no es excluyente para los Ingenieros Químicos, quienes se desenvuelven en un entorno de proyectos y que pueden especializarse en esta área fungiendo como líderes de proyecto en diversas industrias.
- El ciclo de vida del proyecto puede estar integrado por una o varias fases que a su vez pueden subdividirse. El fin de cada una de estas fases quedará definido por la entrega de la documentación o los resultados materiales al cliente. A pesar de las variaciones que existen entre un proyecto y otro, las fases que conforman su ciclo de vida éstos serán: inicio, planeación, programación, ejecución y cierre, contemplando el control inmerso en cada una.
- La relevancia de la administración de proyectos radica en el éxito del proyecto, lo cual implica terminar las actividades en los tiempos programados, no

exceder los costos presupuestados, asegurar la calidad de los resultados y la disminución de eventos perjudiciales a partir de la mitigación de los riesgos.

- En el área de la administración de proyecto existen diversas metodologías que dependiendo su nivel de rigor, pueden ser adaptadas a los diferentes proyectos. Sin embargo, todas estas metodologías se enfocan en el éxito del proyecto durante todo su ciclo de vida.
- Las metodologías de administración de proyectos PMI y PRINCE 2 fueron desarrolladas por diferentes sectores y difieren en su estructura metodológica. Sin embargo, ambas contemplan el inicio, la planeación, la administración de los riesgos, la administración de la calidad, el control y el cierre del proyecto como fases para gestionar un proyecto.
- La construcción de una planta biotecnológica es un proyecto complejo, ya que contempla las actividades de ingeniería, procura y construcción. Debido a esto, se definió el alcance del proyecto, el cual considera además antes mencionadas, el arranque y certificación de la planta biotecnológica.

Al ser un proyecto de tal impacto, magnitud y complejidad, requiere de una planeación cuidadosa, ya que existen actividades que dependen de la autorización de externos pero que pueden ejecutarse simultáneamente con otras actividades, optimizando así el tiempo requerido para el proyecto.

- El proyecto de rehabilitación de una carretera de cuota en México, integra actividades de gabinete y campo, estas últimas al realizarse fuera de las oficinas de la empresa son vulnerables a eventos de riesgo que en su mayoría

se debe a factores externos. El rol del líder de proyecto es imprescindible en este tipo de proyecto, ya que habrá de integrar las actividades de campo y las diversas áreas de gabinete para evitar errores o pérdida de información, que impacte negativamente en el tiempo y costo del proyecto.

- Temporalidad, singularidad y posibilidad de ser cuantificado, son las características principales de un proyecto.
- La comunicación es la parte medular para que un proyecto se desarrolle de manera eficaz y eficiente, ya que genera un entendimiento común entre los interesados y los involucrados del mismo.
- El administrador de proyectos deberá ser una persona con diversas cualidades y habilidades, tomar las decisiones referentes al proyecto. El liderazgo y capacidad de guiar al equipo de trabajo serán los principales indicadores para evaluar el desempeño en la función como líder de proyectos.
- La necesidad de incorporación de un departamento especializado en la administración de proyectos dentro de una empresa dependerá principalmente del quehacer institucional, la estructura de la empresa, el tipo de proyecto y el impacto potencial que éste tenga. No todas las empresas son aptas para adoptar una administración de proyectos estructurada. Sin embargo, se apegan a los principios de la administración informal.
- Todo proyecto comienza con la identificación de una necesidad u oportunidad de resolver algún problema que se presente dentro o fuera de una

organización, y para llevarla a cabo es necesario ejecutar un conjunto de actividades lógicamente ordenadas.

- La definición del alcance del proyecto, es una etapa relevante, ya que es donde se establecen los límites y las actividades necesarias para lograr los objetivos del mismo.
- La planeación es una fase iterativa y adaptativa, ya que se basa en supuestos y estimados, que durante la ejecución del proyecto pueden o no variar según el grado de aproximación que se considere inicialmente y en cada iteración.
- Los objetivos del proyecto habrán de ser: Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y con tiempo determinado (SMART, *por sus siglas en inglés*).ya que apegado a ellos se realizará el plan de trabajo, el cual deberá revisarse periódicamente y adaptarse a los cambios durante la ejecución del proyecto.
- La etapa de ejecución, por sus tiempos y sus costos, es la más demandante y es en ella, donde la gestión de riesgos ayuda a mitigar cualquier impacto negativo sobre el proyecto.
- El monitoreo y control del proyecto apoyan a la toma de decisiones basadas en los eventos e información generada durante su ejecución. Estas etapas no son secuenciales, su naturaleza radica desde el inicio del proyecto y se efectúan hasta el cierre del mismo. La revisión continúa de todos los aspectos y tareas del proyecto previene la corrección tardía de errores.
- El cierre del proyecto es la última fase del ciclo de vida de la misma, marca el término formal y aceptación por parte del cliente de todos los entregables e

información generada, así como el cierre del contrato con el cliente y proveedores. Durante esta fase se documenta todo el proceso del proyecto y se consideran las lecciones aprendidas.

Bibliografía

- Anyosa, V. (2010). Artículo Pilares de Éxito en Proyecto de Central Hidroeléctrica en Perú. *PMI- Boletín Latinoamericano*, 2-3.
- Barone, S. (2009). *Las estructuras organizacionales: Cultura, Principios y Modelos para la innovación*. República Dominicana: Corripio.
- Belsky, S. (2010). *Making ideas happen*. USA: Penguin Group .
- Canal de Panamá. (26 de Junio de 2016). *Canal de Panamá*. Obtenido de <https://micanaldepanama.com/ampliacion/2016/06/inauguracion-del-canal-ampliado-conduce-a-una-nueva-era-en-el-comercio-global/>
- Castrellón, V. M. (2013). ACP desembolsa B/1,250 millones. *El Faro Revista informativa del Canal de Panamá*, 9-10.
- Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENAGAS). (2017). Segunda Revisión Anual al Plan Quinquenal de Expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural 2015-2019. (págs. 25-28). México: Secretaría de Energía.
- Clements, J. G. (2009). *Successful Project Management*. USA: South-Western Cengage Learning.
- Clifford F. Gray, E. W. (2009). *Administración de proyectos*. Oregon: Mc Graw Hill.
- CNPC. (2009). *China National Petroleum Corporation*. Recuperado el martes 24 de Enero de 2017, de <http://www.cnpc.com.cn/en/WesternSegmentoftheSecondWestEastGasPipelineOperational/WesternSegment.shtml>
- Contabilidad Puntual. (s.f.). *Contabilidad Puntual*. Recuperado el 08 de Mayo de 2017, de <https://contapuntual.wordpress.com/2012/02/08/que-es-el-capital-de-trabajo/>
- David, F. R. (2011). *Strategic Management: Concepts and cases*. New Jersey: Prentice Hall.
- Eco-finanzas. (s.f.). *Eco-Finanzas*. Recuperado el 08 de Mayo de 2017, de http://www.eco-finanzas.com/diccionario/V/VALOR_DE_DESECHO.htm
- González, J. S. (9 de Enero de 2017). Sacyr reclamará hasta 5.386 millones por sobrecostos del canal de Panamá. *EL PAÍS*.
- Guillén, M. L. (7 de Junio de 2017). A un año del nuevo Canal de Panamá: entre la euforia patriótica y la corrupción económica. *nexos*.

- Heerkens, G. R. (2002). *Project Mangement*. United States of America: McGraw-Hill.
- Henrik Kniberg, A. I. (2012). *Scaling Agile @ Spotify with Tribes, Squads, Chapters & Guilds*. Suecia: Spotify.
- IMPA. (2008). *International Management Project Association*. Recuperado el Lunes 13 de Febrero de 2017, de <http://www.ipma.world/certification/competence/ipma-competence-baseline/>
- Inglesias, E. P. (2003). *Petróleo y gas natural: Industria, mercado y precios*. Madrid-España: Akal, S.A.
- Kernzner. (2003). *Project Management. A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Koch, R. (2009). *El principio del 80/20*. España: PAIDÓS EMPRESA.
- La República. (7 de Julio de 2003). Hidroeléctrica El Platanal divide a pobladores de Cañete. *La República*.
- Mendóza, A. G. (1998). *Evaluación de proyectos de inversión*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Mendoza, M. (2007). Metodología para la adminitración de proyectos: Una nueva cultura de trabajo. *Innovaciones de negocios*, 24.
- micanaldepanama.com*. (s.f.). Recuperado el 2017, de <http://micanaldepanama.com/ampliacion/>
- Ministerio de agricultura y pesca, a. y. (s.f.). *ANÁLISIS DEL PROYECTO "PLANTA HIDROELÉCTRICA EL PLATANAL"*. España. Obtenido de http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/fi3_21_tcm7-12218.pdf
- Morales, R. (2 de Septiembre de 2013). Marcan récord en importaciones. *El Economista*.
- Parra, K. F. (2015). PMBOK y PRINCE 2 similitudes y diferencias. *Revista científica*, 111-123.
- PMI. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Pensilvania: Global Standard.
- PMI. (2014). *Project Management Institute: Longest Natural Gas Pipeline*. Recuperado el martes 24 de Enero de 2017, de <http://www.pmi.org/business-solutions/case-studies/eworlds-longest-natural-gas-pipeline>

- PROMEXICO. (22 de Julio de 2017). *PROMEXICO.GOB.MX*. Obtenido de <https://www.gob.mx/promexico/acciones-y-programas/biotecnologia>
- Recursos en Project Management. (27 de Junio de 2015). *Recursos en Project Management*. Obtenido de http://www.rekursosenprojectmanagement.com/cierre_del_proyecto/
- Recursos en Project Management. (27 de Junio de 2015). *Recursos en Project Management*. Obtenido de http://www.rekursosenprojectmanagement.com/inicio_del_proyecto/
- Rodriguez, J. J. (9 de Julio de 2009). Sacyr gana la licitación para ampliar el Canal de Panamá. *La prensa gráfica*.
- Roetzheim, W. H. (1988). *Structured computer project management*. New Jersey: Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall.
- Schneider, K. (23 de Junio de 2016). *news.com.au*. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de [news.com.au: http://www.news.com.au/travel/world-travel/central-america/panama-canal-expansion-to-be-completed-this-weekend/news-story/3cfa4a176ee7a20ed6616ca489f4a760](http://www.news.com.au/travel/world-travel/central-america/panama-canal-expansion-to-be-completed-this-weekend/news-story/3cfa4a176ee7a20ed6616ca489f4a760)
- Secretaría de Energía. (s.f.). Recuperado el 13 de Junio de 2017, de <https://www.gob.mx/sener/documentos/importacion-de-gas-natural>
- The guardian. (26 de Julio de 2016). Ship hits new Panama Canal wall, sparking design concerns. *The guardian*, pág. En línea.
- Valera, M. (22 de Septiembre de 2016). *Marketing4ecommerce*. Recuperado el 05 de Febrero de 2017, de <http://marketing4ecommerce.net/historia-de-spotify-del-lider-de-la-musica-en-streaming/>
- Vega Alcocer, E. (2016). *Planta de producción de sistemas biológicos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vega Alcocer, E., & López Hernández, H. (2016). *Outsourcing for biotechnological processes*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Walt Bugdanich, J. W. (24 de Junio de 2016). El nuevo Canal de Panamá: lo barato sale caro. *The New York Times*.
- World Maritime News. (24 de Agosto de 2015). *World Maritime News*. Recuperado el 8 de Junio de 2017, de <http://worldmaritimeneews.com/archives/169580/video-panama-canals-pacific-locks-spring-leak/>
- Zúñiga, N. (9 de Mayo de 2017). Retrasan gasoducto y afectan suministro. *REFORMA*.

ANEXOS

Anexo No.1 Habilidades del administrador de proyectos

Habilidades de gestión de proyectos

Conocimientos sólidos sobre las técnicas, las herramientas y los procesos para administrar un proyecto. Ejemplo:

- Desarrollar y comprender el ciclo de vida del proyecto.
- Monitoreo y control adecuados para seguir el avance y variaciones entre lo estimado y lo real.
- Mitigar y anticipar los posibles riesgos potenciales considerando los cambios puede ocasionar un suceso desfavorable.
- Asegurar el flujo de información continuo entre los involucrados en el proyecto.
- Conocer los fundamentos básicos de cada una de las áreas especializadas necesarias para llevar a cabo las actividades.
- Claridad sobre el alcance del proyecto y sus objetivos a corto y largo plazo.

Habilidades interpersonales

Consiste en lograr que los colaboradores del proyecto realicen sus actividades. Ejemplo:

- Tener la influencia para que los integrantes compartan la misma visión y misión.
- Saber negociar
- Resolver conflictos internos sin afectar el desarrollo del proyecto.
- Delegar tareas oportunamente
- Capacidad para la toma de decisiones y empowerment

Habilidades tecnológicas

Van a depender según el campo de aplicación del proyecto y las diferentes áreas requeridas, ya que para administrarlas se requiere tener nociones sobre cada una. Ejemplo:

- Conocer el proceso de fabricación del producto
- Entendimiento sobre la industria o sector al que va dirigido el proyecto.
- Bases computacionales para brindar soporte cuando alguna área lo requiera.

Aspectos personales

Referentes a la personalidad deseada del líder de proyecto. Ejemplo:

- Organizado
- Asertivo
- Honesto y ético

Anexo No.2 Tabla Periódica de las competencias elementales de gestión

The Periodic Table of Project Management Competence Elements

IPMA PM Competence Element Groups

- Contextual Competence Elements
- Technical Competence Elements
- Behavioral Competence Elements

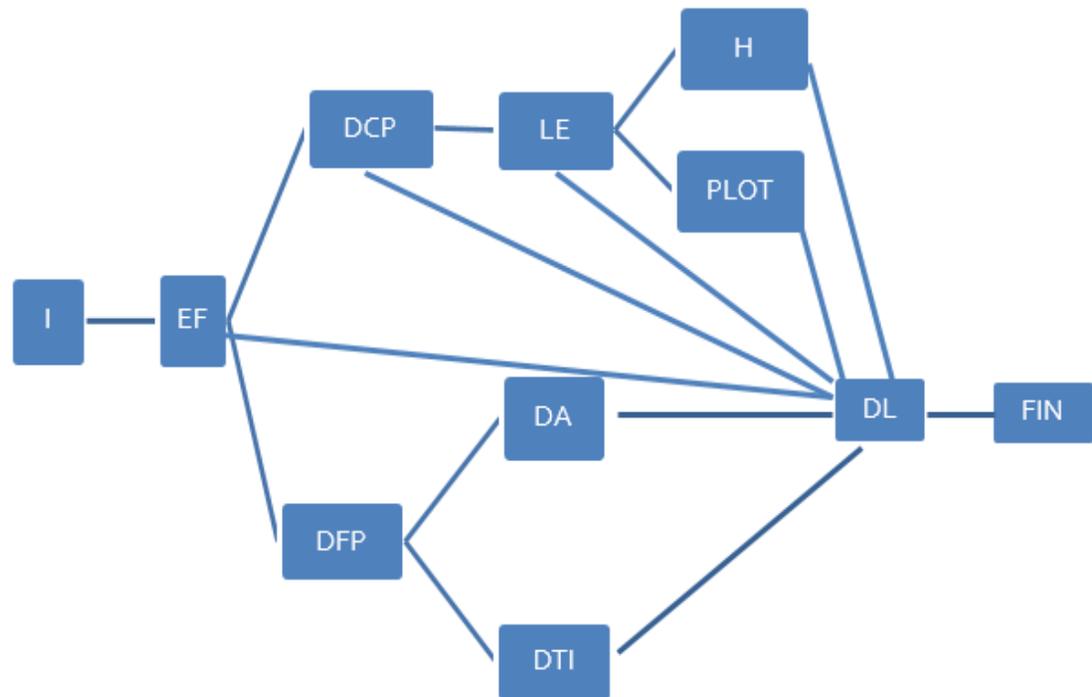
3.01 P Project orientation	3.02 Pg Programme orientation	3.03 Pf Portfolio orientation					2.04 As Assertiveness	2.02 M Engagement & motivation	2.01 L Leadership	
3.04 Pp Project, program & portfolio implemen.	3.05 Po Permanent organization	1.01 Ps Project management success	1.02 Ip Interested parties	1.03 Rq Project requirements & objectives	1.04 Ri Risk & opportunities	1.05 Q Quality	2.07 Cy Creativity	2.03 Sc Self-control	2.05 R Relaxation	2.06 O Openness
3.06 Bu Business	3.07 Sa Systems, products & technology	1.06 Po Project organization	1.07 T Teamwork	1.08 Pb Problem resolution	1.09 Ps Project structures	1.10 Sd Scope & deliverables	2.10 Co Consultation	2.08 Ro Results orientation	2.09 E Efficiency	2.12 Cc Conflict & crisis
3.08 Pe Personnel management	3.09 Hs Health, security, safety, & environment	1.11 Tp Time & project phases	1.12 Re Resources	1.13 C Cost & finance	1.14 Cn Procurement & contract	1.15 Ch Changes	2.13 RI Reliability	2.11 Ne Negotiation	2.14 Va Values appreciation	
3.10 Fi Finance	3.11 Le Legal	1.16 Cr Control & reports	1.17 In Information & documentation	1.18 Ca Communication	1.19 Su Project startup	1.20 Cs Project closeout	2.15 Et Ethics			

IPMA (*International Project Management Association*)

Fuente: (IPMA, 2008)

Anexo No.3 Diagrama de red para el desarrollo de la ingeniería básica de una planta química

ID	Entregable	Predecesora
I	Inicio	
EF	Estudios de factibilidad	I
DCP	Descripción de la capacidad de la planta	EF
DFP	Diagrama de flujo de proceso (DFP)	EF
LE	Lista de equipo con pre dimensionamiento	DCP
H	Hojas de datos de equipo	LE
DA	Diagrama de servicios auxiliares	DFP
DTI	Diagrama de tubería e instrumentación (DTI)	DFP
PLOT	Plano de localización general	LE
DL	Documentación para licitación de la obra	EF, DCP, DFP, LE,H, DA,DTI,PLOT
F	Fin	DL



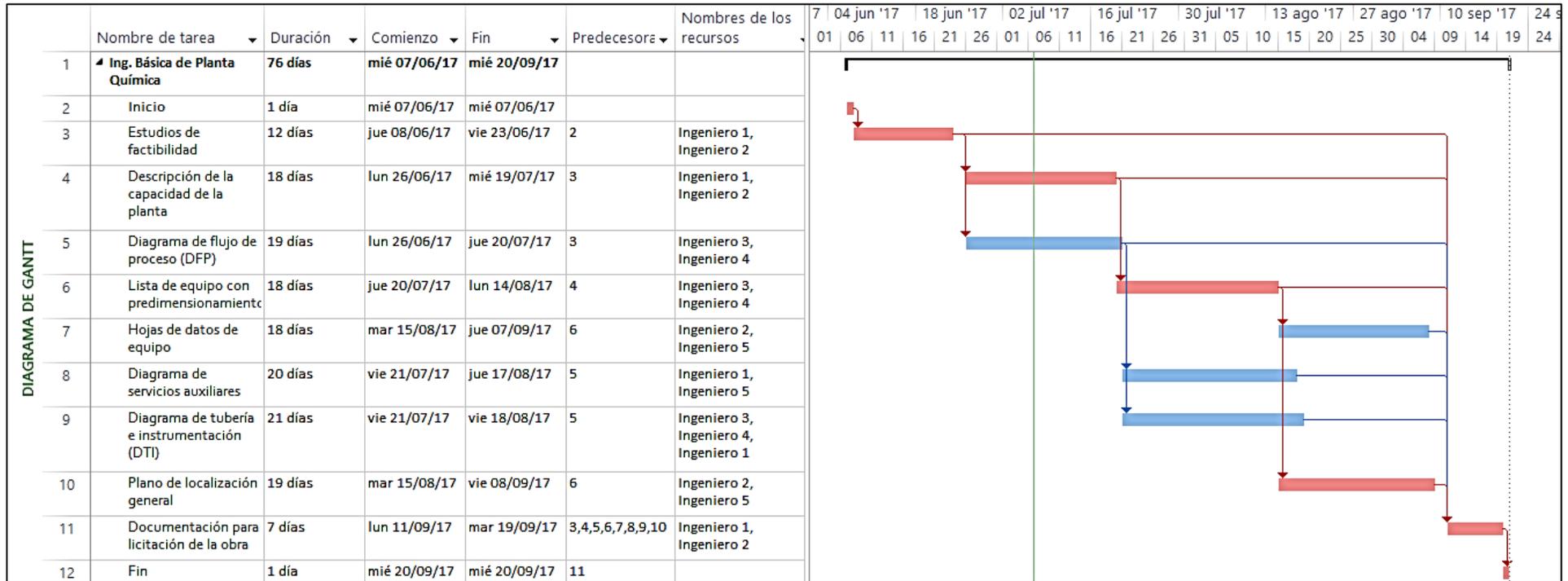
Anexo No. 4 Diagrama de Gantt para el desarrollo de la ingeniería básica de una planta química

Proyecto: Instalación de una planta química

Inicio 16/08/2016

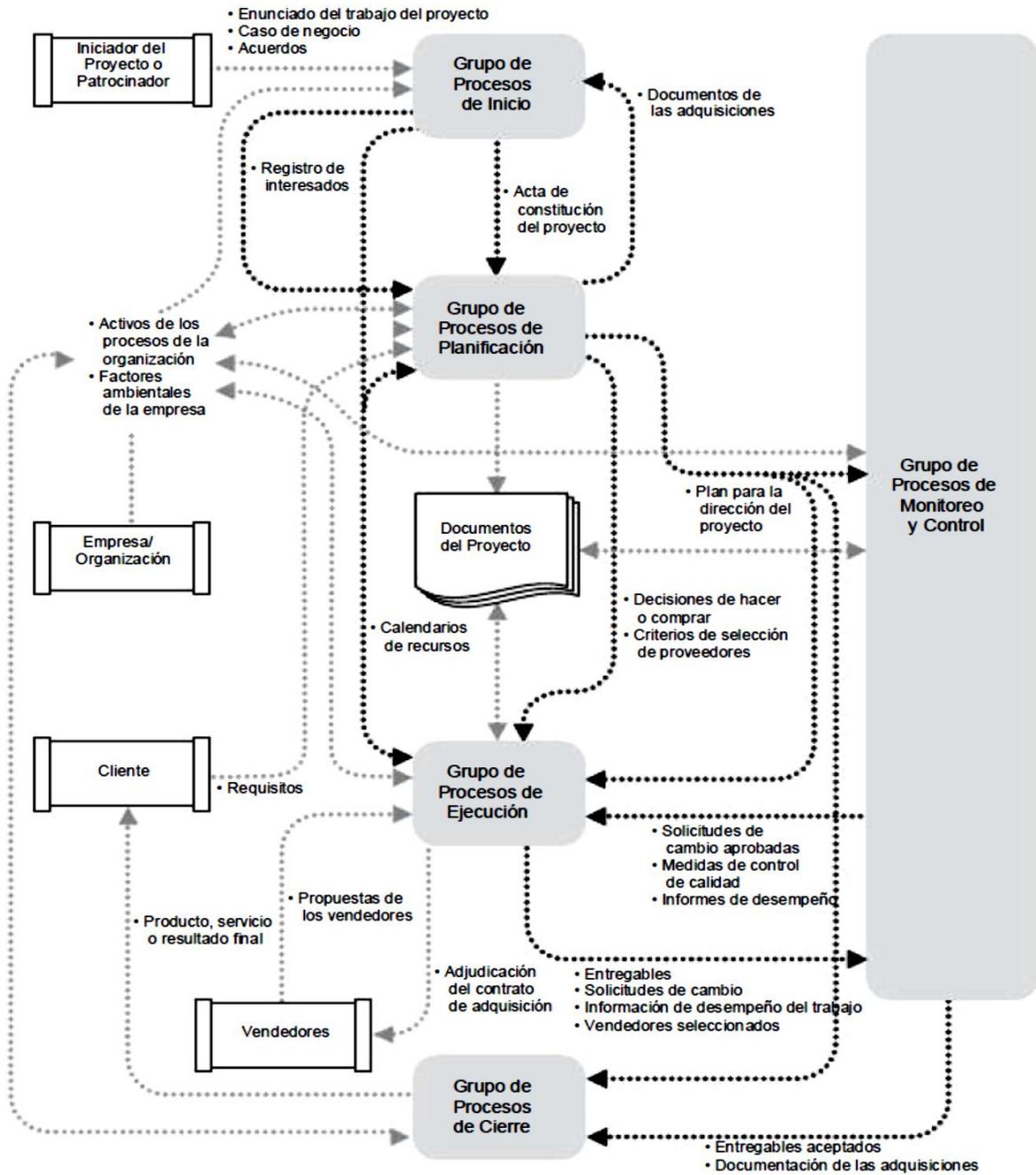
Duración 76 días

Fin 24/11/2016



Nombre	Aspecto
Tareas no críticas	[Barra azul]
Tareas críticas	[Barra roja]
Resumen del proyecto	[Barra negra]

Anexo No. 5 Interacciones entre los grupos de procesos de la dirección de proyectos (PMI)



Tomado de la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK) del PMI

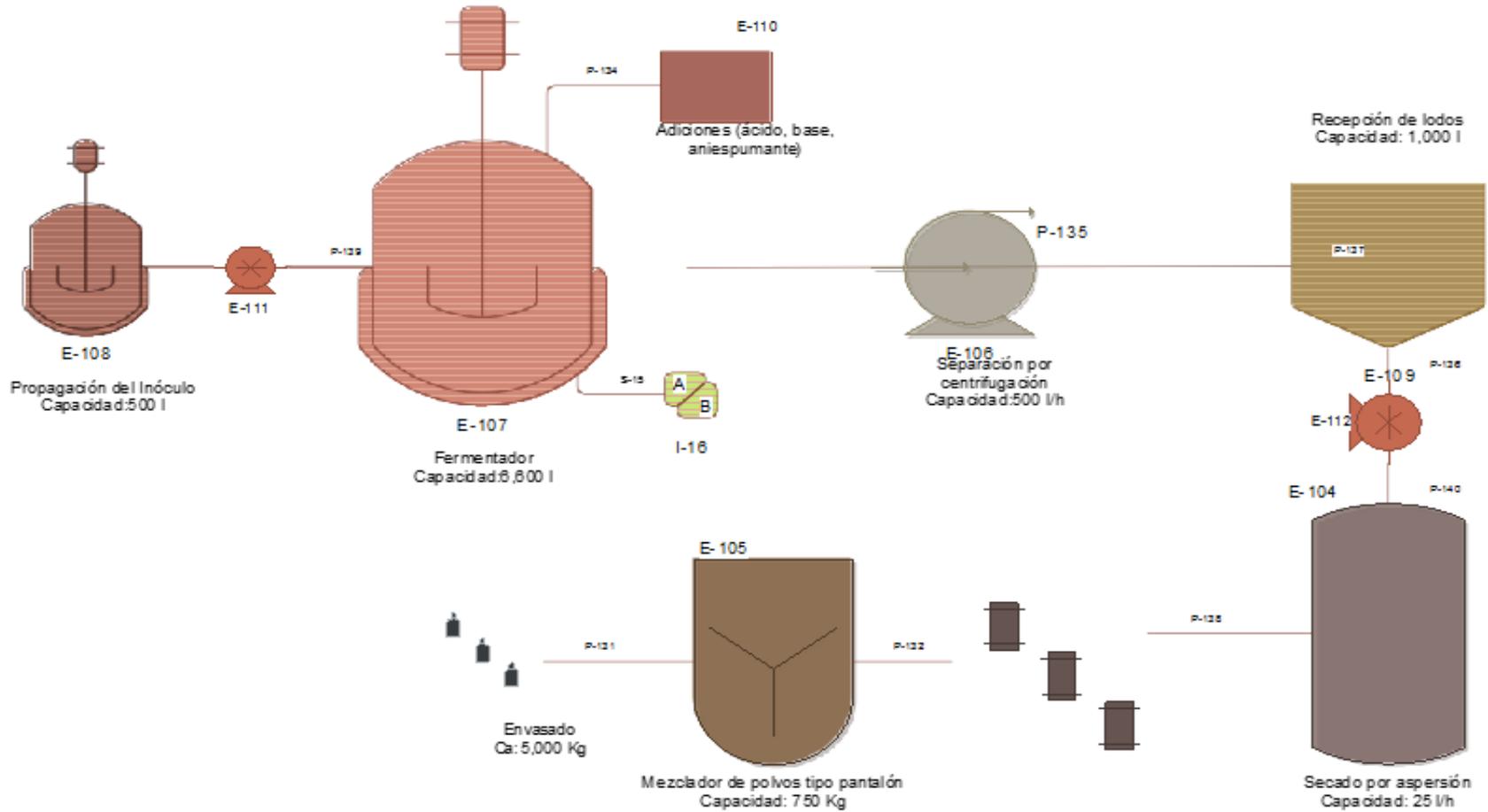
Fuente: (PMI, 2013)

Anexo No. 6 Esquema desglosado de la metodología PMI

Fuente: www.pmi.com

	Iniciación	Planificar				Ejecución	Control		Cierre
Gestión de la integración del proyecto	Desarrollo del acta de constitución del proyecto	Desarrollo del plan para la dirección del proyecto				Dirección y gestión del trabajo del proyecto	Monitoreo y control del trabajo del proyecto	Realizar el control integrado de cambios	Cierre del proyecto
Gestión del alcance del proyecto		Planificar del alcance	Recopilación de requisitos	Definición del alcance					
Gestión del tiempo del proyecto		Definición y secuenciación de las actividades	Secuenciar las actividades	Estimar los recursos de las actividades	Desarrollo del cronograma		Controlar el cronograma		
Gestión de los costes del proyectos		Planificar de los recursos	Estimación de los costos	Determinar el presupuesto			Controlar los costos		
Gestión de la calidad del proyecto		Planificar la gestión de la calidad				Realizar el aseguramiento de la calidad	Controlar la calidad		
Gestión de los recursos humanos del proyecto		Planificar de los recursos humanos				Desarrollo y dirección del equipo			
Gestión de las comunicaciones del proyecto		Planificar de las comunicaciones				Gestión de las comunicaciones	Control de las comunicaciones		
Gestión de los riesgos del proyecto		Identificación de los riesgos	Análisis de los riesgos	Planificar la respuesta a los riesgos			Controlar los riesgos		
Gestión de las adquisiciones del proyecto		Planificar de las adquisiciones				Efectuar las adquisiciones	Controlar las adquisiciones	Cerrar las adquisiciones	
Gestión de los interesados del proyecto	Identificar a los interesados	Planificar la gestión de los interesados				Gestionar la participación de los interesados	Controlar la participación de los interesados		

Anexo No. 7 Diagrama de flujo de proceso (DFP) para una planta biotecnológica



Fuente:(Vega Alcocer, Planta de producción de sistemas biológicos, 2016)

Anexo No. 8 Lineamientos para el control de los trabajos de campo

Los presentes lineamientos tienen como propósito establecer las directrices generales para el control de los trabajos de campo y así asegurar el cumplimiento de las metas requeridas por el proyecto “ESTUDIO Y PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DEL KM 100+000 AL KM 198+000 DE UNA CARRETERA DE COUTA EN MÉXICO”.

Bajo este enfoque los responsables de brigada deberán:

- Reportarse a la hora en inician actividades
- Notificar sobre cualquier evento que se presente durante su jornada laboral que impacte directamente al desarrollo de los trabajos.
- Enviar diariamente por correo electrónico la bitácora de seguimiento (Anexo No. 9)
- Enviar al encargado de seguimiento la bitácora de trabajos técnicos los días lunes y jueves, anexo a la bitácora deberá enviarse cualquier otra información generada durante la ejecución de los trabajos.
- Reducir el tamaño de las fotografías para facilitar el envío vía wetransfer, el cual debe realizarse cada 3 día una vez iniciados los trabajos.
- Para las brigadas de “Obras de drenaje”, “Obras complementarias” y “Geotecnia del pavimento”, deberán enviar los croquis de cada trabajo por paquetería indicando la cantidad de archivos o trabajos anexos en cada sobre, para evitar cualquier pérdida durante su traslado.
- Respalidar las fotografías originales, para posteriormente enviarlas en una USB por paquetería.

Anexo No. 9 Ejemplo de bitácora diaria para las actividades de campo

Fecha	Km inicial	Km final	Hora de inicio	Hora de fin	Odómetro de inicio	Odómetro de fin	Obras complementarias			Obras de drenaje	Geotecnia del pavimento	Observaciones
							No. de bordillos	No. de cunetas	No. lavaderos	No. de alcantarillas	No. sondeos/PCA	