



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**  
Ingeniería Civil – Construcción

Gestión de Proyectos a Distancia

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
Israel Raymundo Andrade Tovar

Tutor Principal:  
Dr. Jesús Hugo Meza Puesto, Facultad de Ingeniería

México D.F. del 2014



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: M.I. Candelas Ramírez Luis

Secretario: M.I. Mendoza Rosas Marco Tulio

Vocal: Dr. Meza Puesto Jesús Hugo

1<sup>er</sup>. Suplente: M. en I. Narcia Morales Carlos

2<sup>do</sup>. Suplente: Ing. Coyoc Campos Antonio Jesús

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: México D.F.

**TUTOR DE TESIS:**

Dr. Meza Puesto Jesús Hugo

NOMBRE

-----  
FIRMA

# Índice

## Capítulo 1

- 1.1.- Historia de la dirección de proyectos
- 1.2.- ¿Qué es un proyecto?
- 1.3.- Estrategias de planificación
- 1.4.- Ciclo de vida del proyecto
- 1.5.- Planificación del alcance del proyecto
- 1.6.- Plan de gestión del tiempo
- 1.7.- Desarrollar el cronograma

## Capítulo 2

- 2.1.- Costos de la construcción
- 2.2.- Factores de corrección y modelos de costos
- 2.3.- Catálogos funcionales y de actividades
- 2.4.- Elaboración del presupuesto

## Capítulo 3

- 3.1.- Esquema en el control y seguimiento
- 3.2.- Monitorizar y controlar el trabajo
- 3.3.- Realizar el control integrado de cambios
- 3.4.- Control de los resultados del trabajo
- 3.5.- Controlar el cronograma
- 3.6.- Controlar los costos

## Capítulo 4

- 4.1.- Justificación y alcances
- 4.2.- Plataformas virtuales
- 4.3.- Propuesta de plataforma virtual

## Capítulo 5

- 5.1.- Descripción del proyecto
- 5.2.- Planos
- 5.3.- Presupuesto
- 5.4.- Estructura de costos
- 5.5.- Programas
- 5.6.- Alcance
- 5.7.- Construcción de la EDT
- 5.9.- Construcción
- 5.10.- Lecciones aprendidas

## Bibliografía

## **Introducción**

Esta investigación busca abordar la problemática de la mala gestión de los proyectos en las pequeñas empresas constructoras a través de las variables de costo y tiempo. Ya que la experiencia en la rama de control proyectos requiere un riguroso seguimiento de estas dos variables, claves en el éxito de los proyectos.

Las deficiencias comunes en la gestión de proyectos se presentan con la desorganización en la información, falta de captura en esta misma, así como el seguimiento y detección de variaciones representativas en los costos donde generalmente pasan desapercibidas generando incertidumbre en la toma de decisiones y a su vez orillando al fracaso del proyecto.

*¿Cómo se puede ayudar a las pequeñas empresas, en el control de proyectos?*

En la actualidad el control de los proyectos se presenta como un reto, la gestión de los costos como la limitante de tiempo, proyecta a estructurar la información en una sola base de datos y falta de comunicación entre los involucrados. Generando poca eficiencia en los resultados de proyecto.

Con el desarrollo de una plataforma virtual en congruencia con un contexto cada vez más globalizado y tecnológico, se propone el desarrollo de una herramienta que permita el acceso a información confiable y de primera referencia, generando confianza y mostrando un panorama real de la situación actual proyecto.

# Capítulo 1

Actualmente la administración de proyectos es aplicable a cualquier proyecto independientemente de lo que se pretenda obtener. Tener una referencia de los aspectos básicos necesarios para aplicarlos en la gestión de proyectos, forman parte esencial para el planteamiento. Los beneficios de la administración de proyectos crecen y se presentan de manera rápida cuando se aplican de manera correcta los conocimientos de la administración de proyectos.

La comprensión del contexto del proyecto, el entorno, la empresa ejecutante, el cliente, el equipo de proyecto, son variables importantes que son necesarias tomar en cuenta para lograr objetividad y realidad del proyecto que se tiene que estructurar.

Las partes fundamentales que se tratan en este capítulo son las de planificación del proyecto, definir el enunciado del alcance, hasta lograr el inicio del presupuesto como el cronograma, tener definido estas áreas de conocimiento presentan una dirección y un panorama general que es necesario tomar para el éxito del objetivo.

## 1.1 Historia de la dirección de Proyectos

### Proyecto y dirección de proyectos

Hasta 1900 los proyectos de ingeniería civil los gestionaban los propios arquitectos e ingenieros entre los que cabe destacar a Christopher Wren (1632-1723), Thomas Telford (1757-1834) e I.K. Brunel (1806-1859).

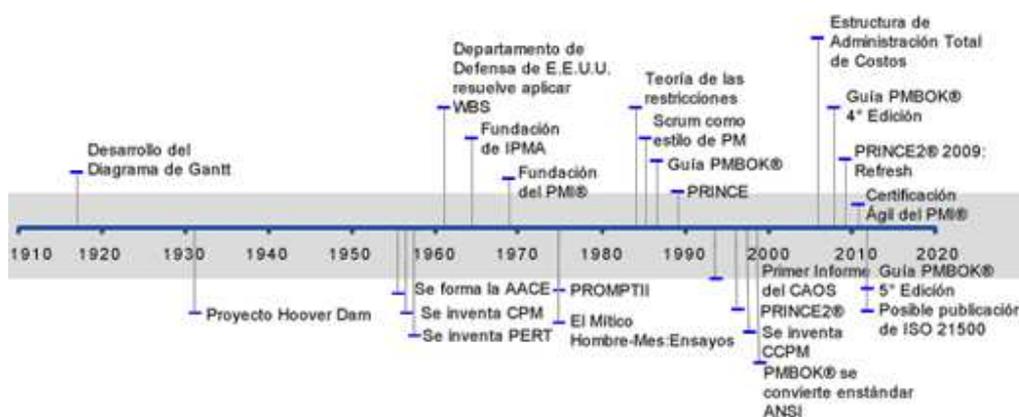
En esta breve historia de la administración de proyectos, coloco en una gráfica los más grandes desarrollos y eventos, llevándolos tan lejos como hay registros. Aunque ha habido alguna especie de administración de proyectos desde el inicio de la civilización, el project management en el sentido moderno lo podemos hallar a partir de 1950.

No obstante vale la pena citar algunos acontecimientos antes de 1910 (dato inicial de donde parte la línea de tiempo presentada en este escrito), que sin duda son ejemplo de la implementación de prácticas de gestión de proyectos en cierto sentido.

2570 a.C. Termina la construcción de la Gran Pirámide de Giza

Los faraones construyeron las pirámides y actualmente los arqueólogos todavía discuten acerca de cómo lograron esta hazaña. Registros antiguos muestran que hubo gerentes para cada una de las cuatro caras de la Gran Pirámide, responsables de supervisar su terminación.

Realmente sabemos que hubo algún grado de planificación, ejecución y control implicado en el manejo de este proyecto.



## 208 a.C. Construcción de la Gran Muralla China

Más tarde aún, otra de las Siete Maravillas del mundo fue construida. Desde la Dinastía Qin (221-206 a.C.), el levantamiento de la Gran Muralla ha sido un proyecto muy grande. De acuerdo a datos históricos, la fuerza de trabajo fue organizada en tres grupos: soldados, gente común y criminales. El Emperador Qin Shihuang ordenó a millones de personas para finalizar este proyecto

## 1917.- Desarrollo del Diagrama de Gantt por Henry Gantt (1861-1919)

Uno de los antepasados del project management, Henry Gantt, es muy bien conocido por crear una gráfica de calendarización que lleva su propio nombre, el Diagrama de Gantt. Éste fue una idea radical y una innovación de importancia para todo el mundo en la década de 1920. Uno de sus primeros usos fue en el proyecto Hoover Dam iniciado en 1931. El Diagrama de Gantt todavía se utiliza en la actualidad y constituye una pieza importante de la caja de herramientas de cualquier project manager.

## 1956.-Se forma la American Association of Cost Engineers (ahora AACE International)

Los primeros profesionales de la administración de proyectos y de las especialidades asociadas de planificación y calendarización; estimación de costos, costos y calendarización formaron la AACE en 1956. Ésta ha mantenido el liderazgo de la comunidad profesional para los estimadores de costos, ingenieros de costos, encargados de llevar el calendario, project managers y especialistas en el control de proyectos.

AACE continuó su trabajo pionero en el 2006 cuando lanzó al mercado el primer proceso integrado de gestión de portafolio, programas y proyectos con su Marco de Gestión de Costo Total.

## 1957.- El método de ruta crítica o Critical Path Method (CPM) inventado por Dupont Corporation

Desarrollado por una de las empresas más antiguas de la actualidad y pionera en el desarrollo de innovaciones de todo tipo, Dupont Corporation creó el CPM que es una técnica utilizada para predecir la duración de un proyecto al analizar cuáles secuencias de actividades tienen la menor cantidad de flexibilidad dentro del calendario. Dupont lo diseñó para abordar los procesos complejos de cierre de plantas químicas para actividades de mantenimiento, y una vez que éste concluyera reiniciar las operaciones.

La técnica fue tan exitosa que le ahorró a la corporación 1 millón de dólares en el primer año de su implementación.

1958.- La Armada de los Estados Unidos inventa la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (Program Evaluation and Review Technique o PERT), utilizada para el Proyecto Polaris

La Oficina de Proyectos Especiales de la Armada del Departamento de Defensa de los Estados Unidos desarrolló PERT como parte del proyecto Polaris de misil balístico móvil lanzado desde submarino durante la Guerra Fría. PERT es un método que permite analizar las tareas involucradas en la realización de un proyecto, especialmente el tiempo necesario para completar cada tarea e identificar el tiempo mínimo requerido para concluir el proyecto total.

1962.- El Departamento de Defensa de los Estados Unidos ordena aplicar la Estructura de Desglose de Trabajo (Work Breakdown Structure, WBS)

La EDT o WBS fue creada como parte del proyecto Polaris de misil balístico móvil lanzado desde submarino. Después de realizar el proyecto, el Departamento de Defensa publicó la Estructura de Desglose de Trabajo, ordenando que este procedimiento sea seguido en futuros proyectos de este alcance y tamaño. La WBS es una estructura exhaustiva representada por un árbol jerárquico de entregables y tareas que se necesitan llevar a cabo para poder completar el proyecto. Más tarde adoptada por el sector privado, la WBS se mantiene como una de las herramientas más comunes y efectivas dentro de la administración de proyectos.

1965.- Se funda la International Project Management Association (IPMA)

IPMA fue la primera asociación de administración de proyectos en el mundo. Comenzó en Viena, Austria por un grupo a manera de un foro de project managers para generar redes de trabajo y compartir información. Registrada en Zúrich, Suiza y en Nijkerk, Holanda; IPMA es una Confederación que cuenta con más de 50 Asociaciones Nacionales de Gestión de Proyectos. Cuenta con más 40 mil miembros en todos los continentes, en su mayoría localizados en Europa, pero con gran empuje en Latinoamérica los últimos cuatro años.

Desde su nacimiento su visión ha sido promover la administración de proyectos y dirigir el desarrollo de la profesión a través de competencias y conocimiento dentro de un determinado contexto. Hoy en día cuentan con cuatro niveles de certificación.

1969.- Nace en los Estados Unidos el Project Management Institute (PMI®)

Cinco voluntarios fundaron el PMI® como una organización profesional sin fines de lucro dedicada a contribuir con el avance de la práctica, ciencia y profesión de administración de proyectos. La Mancomunidad de Pensilvania, E.E.U.U. publicó artículos de incorporación del PMI® en 1969, lo cual significó su inicio oficial. En ese mismo año, el PMI® celebró su primer simposio en Atlanta, Georgia con una

asistencia de 83 personas, donde la conferencia estuvo a cargo de Russell Archibald, miembro N° 6 del PMI®; quien impartió Planificar, Calendarizar y Controlar los Esfuerzos de los Trabajadores del Conocimiento.

Desde entonces, el PMI® ha sido muy bien conocido como el creador de la "Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos" (PMBOK®), considerado como una de las herramientas fundamentales en la profesión de project management actualmente. El PMI® ofrece diferentes certificaciones orientadas a proyectos.

1975.- Simfact Systems Limited crea el Método PROMPTII

PROMPTII fue desarrollado en respuesta a una protesta que los proyectos informáticos estaban prolongando el tiempo estimado para su finalización y excediendo los presupuestos originales dispuestos en los estudios de factibilidad. No era inusual experimentar con factores de doble, triple o incluso diez veces de las estimaciones originales. PROMPTII fue un intento de establecer las directrices para el flujo de fase de un proyecto informático. En 1979 la Agencia Central de Informática y Telecomunicaciones del Gobierno del Reino Unido.

1975.- Se publica la obra "The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering" (Mítico Hombre-Mes: Ensayos de Ingeniería de Software) por Fred Brooks

En este libro sobre ingeniería de software y administración de proyectos, el tema central de Fred Brooks es que "Agregar recursos humanos a un proyecto de software retrasado hace que se retrase más". Esta idea es conocida como la Ley de Brooks. Las comunicaciones humanas adicionales requeridas para añadir a otro miembro a un equipo de programación es más de lo que cualquiera espera. Esto por supuesto depende de la experiencia y la complejidad de los programadores involucrados y la calidad de la documentación disponible. Sin embargo, no importa cuánta experiencia tengan ellos. El tiempo extra en discutir las tareas, compromisos y los detalles técnicos, así como la evaluación de los resultados se vuelve exponencial a medida que se suman más personas. Esas observaciones provienen de las experiencias de Brooks al momento de dirigir el desarrollo de OS/360 en IBM.

1984.- Se introduce la Teoría de las Restricciones por el Dr. Eliyahu M. Goldratt en su novela "The Goal" (La Meta)

La Teoría de las Restricciones es una filosofía general de gestión que se orienta a ayudar a las organizaciones continuamente para lograr sus objetivos. El título proviene de la visión de que cualquier sistema manejable es limitado en el logro de más de su objetivo por un pequeño número de restricciones, y siempre hay al menos una restricción. El proceso de la Teoría de las Restricciones trata de identificar la restricción y reestructurar el resto de la organización alrededor de

ésta mediante el uso de 5 Pasos de Enfoque. Los métodos y algoritmos de la Teoría de las Restricciones pasaron a formar parte de la base de la Administración de Proyectos con Cadena Crítica.

1986.- Se nombra a SCRUM como un nuevo estilo de administración de proyectos

SCRUM es un modelo de desarrollo ágil de software fundamentado en el trabajo de múltiples equipos pequeños de una forma intensiva e independiente. En su escrito "El nuevo juego del desarrollo de producto nuevo" (Harvard Business Review, 1986), Hirotaka Takeuchi y Ikujiro Nonaka llamaron a SCRUM como un estilo de administración de proyectos. Más tarde, ellos lo detallaron en "La organización creadora de conocimiento" (Oxford University Press, 1995). Aunque SCRUM fue pretendido para la dirección de proyectos de software, también puede utilizarse para ejecutar equipos de mantenimiento de software o como un proyecto general y un enfoque de gestión de programa.

1987.- Se publica por primera vez la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK®) por el PMI®

El PMBOK® surge inicialmente como un reporte o intento por documentar y homologar las prácticas e información de administración de proyectos aceptadas. Su primera edición fue publicada en 1996, seguida por otra en el 2000, la siguiente en el 2004, la cuarta edición en el 2008 y la quinta edición en 2014. Este cuerpo de conocimientos es referencia primordial para todos los vinculados al mundo de los proyectos actualmente y se ha convertido en un estándar global para la industria.

1989.- Gestión del Valor Ganado (EVM). Liderazgo concedido al Subsecretario de Defensa para Adquisiciones

Aunque el concepto de valor Ganado ha estado alrededor del ambiente de las fábricas desde los inicios de 1900, éste vino a tomar relevancia como una técnica de project management a finales de 1980 e inicios de 1990. En 1989, la Gestión del Valor Ganado fue elevada al Subsecretario de la Defensa para las Adquisiciones y en consecuencia se incluye a la técnica de EVM como parte esencial de la administración de programa y procuración. En 1991, el Secretario de Defensa de los Estados Unidos, Dick Cheney canceló el Programa de la Marina A-12 Avenger II debido a los problemas de desempeño detectados al aplicar la técnica del valor ganado. El PMBOK® de 1987 tiene un esquema de EVM que posteriormente fue ampliado en otras ediciones.

1989.- Se desarrolla el Método de Desarrollo PRINCE a partir de PROMPTII

La Agencia Central de Informática y Telecomunicaciones del Gobierno del Reino Unido, publicó PROjects IN Controlled Environments (PRINCE) transformándolo en el estándar para todos los proyectos de sistemas de información del gobierno. Una característica en el método original que no se en otros métodos, fue la idea de "asegurar el progreso" desde tres perspectivas separadas pero vinculadas. No obstante, el método PRINCE desarrolló una reputación como una metodología demasiado difícil de manejar, demasiado rígida y solamente aplicable a grandes proyectos, llevándolo a una primera revisión en 1996.

1994.- Publicación del Primer Informe CHAOS

El Standish Group recogió información sobre fracasos de proyectos en la industria de TI con el objetivo de hacer a la industria más exitosa, mostrando las formas de cómo mejorar los índices de éxito e incrementar el valor de las inversiones en TI. El Informe CHAOS es una publicación bienal.

1996.- La Agencia Central de Informática y Telecomunicaciones del Gobierno del Reino Unido publica PRINCE2®

Se consideró una actualización de PRINCE para ponerlo acorde a las exigencias y su desarrollo fue contratado, pero asegurado por un comité virtual extendido entre 150 organizaciones europeas. Originalmente desarrollado para proyectos de TI con la finalidad de reducir las excedencias de costos y tiempo; la segunda revisión se hizo más general para que fuese aplicable a cualquier tipo de proyecto.

1997.- Se inventa la Dirección de Proyectos con Cadena Crítica (Critical Chain Project Management, CCPM)

Desarrollada por el Dr. Eliyahu M. Goldratt, la Administración de Proyectos con Cadena Crítica se basa en métodos y algoritmos extraídos de su Teoría de las Restricciones presentada en su novela "La Meta" en 1984. Una red de proyecto de Cadena Crítica mantendrá los recursos con cargas niveladas, pero necesitarán de ellos para ser flexibles en sus tiempos de inicio y cambiar rápidamente entre tareas y cadenas de tareas para mantener todo el proyecto dentro del calendario previsto.

1998.- El PMBOK® se convierte en un Estándar ANSI

El Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales (American National Standards Institute, ANSI) reconoció al PMBOK® como un estándar. Poco después en ese mismo año El Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos (IEEE) hace lo propio.

2006.- La AACE International lanza el Marco de Gestión de Costo Total (Total Cost Management Framework)

Gestión de Costo Total fue el nombre dado por la AACE International a un proceso donde se aplican habilidades y conocimientos de la ingeniería de costos. Éste también fue el primer proceso o método integrado de administración de portafolio, programas y proyectos. La AACE introdujo esta idea por primera vez en 1990 y publicó la presentación completa de este proceso en el Marco de Gestión de Costo Total.

2008.- El PMI® lanza la 4ª edición del PMBOK®

La cuarta edición continúa la tradición de excelencia del PMI® en materia de administración de proyectos con un estándar que es más fácil de entender y poner en práctica, con mejora en su consistencia y mayor claridad. Esta edición muestra dos nuevos procesos que no habían aparecido en versiones anteriores.

2009.- Revisión a fondo de PRINCE2® por la Oficina de Comercio del Gobierno de Reino Unido

Bajo el nombre de PRINCE2® 2009: Refresh, en el verano de 2009 la Oficina de Comercio del Gobierno hizo el método más simple y fácilmente personalizable, atendiendo a una petición común de los usuarios. Con este nuevo PRINCE 2® los componentes pasan a llamarse temas y el libro contiene 7 de éstos. Ahora se consideran 7 procesos. Sólo son descritas 2 técnicas y hay 8 roles diferentes a los 10 que se tenían previamente. Todo esto se hizo para darle a los project managers un mejor conjunto de herramientas para cumplir los proyectos en tiempo, presupuesto y con la calidad apropiada.

2011.- Aparición de la nueva credencial del PMI® Agile Certified Practitioner

Con esto el Project Management Institute demostró que no está cerrado a las metodologías ágiles, únicamente a favor de los marcos rígidos donde aunque siempre presentes, los procesos de cambio no son deseados, porque pueden implicar la corrupción del alcance del proyecto.

2012.- Aparición de la certificación PRINCE2® Professional

Esta nueva certificación surge de la necesidad de continuar mejorando el nivel de los PRINCE2® Practitioner, quienes tienen la posibilidad de optar por ésta y demostrar a través de una rigurosa evaluación si realmente poseen altas capacidades para ser project managers exitosos que generen valor agregado dentro de sus organizaciones

## 1.2 ¿Qué es un proyecto?

“Los proyectos tienen un principio y un final definidos. El final de un proyecto se alcanza cuando se logran los objetivos o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad con la cual se originó el proyecto”. Temporal no necesariamente significa de corta duración; muchos proyectos duran varios años. Sin embargo, en cada caso la duración es infinita.

La naturaleza temporal de los proyectos puede aplicarse a otros aspectos como:

La oportunidad en el “mercado” es usualmente temporal algunos proyectos tienen un marco temporal en el que producir sus productos o servicios.

El equipo de proyecto, como unidad que trabaja temporalmente para el proyecto.

Bajo esta óptica, los productos, servicios o resultados únicos: un proyecto crea entregables únicos, que son productos, servicios o resultados. Entre los ejemplos de proyectos, se incluye:

- desarrollar un nuevo producto o servicio,
- implementar un cambio en la estructura, el personal o el estilo de una organización,
- desarrollar o adquirir un sistema de información nuevo o modificado,
- construir un edificio o una infraestructura, o
- implementar un nuevo proceso o procedimiento de negocio

Otro de los puntos importantes a considerar que involucra a los conceptos de temporal y único es la planeación progresiva, significa el desarrollo en pasos sucesivos, siendo capaces de saber en cada momento: qué sabemos y qué nos hace falta por saber. La planeación progresiva de las especificaciones de requisitos de un proyecto necesita coordinarse de forma cuidadosa mediante la definición adecuada al alcance, particularmente si el proyecto se realiza bajo un contrato.

Para alcanzar el fin establecido, es necesario definir objetivos o metas (qué hacer) y actividades o procesos (cómo hacer) que deberán cumplirse en un tiempo asignado, considerando para ello el inicio y termino del mismo.

Necesario es entonces también, la asignación y organización de todos los recursos involucrados para su ejecución.

Para ejecución y éxito, el proyecto debe seguir una serie de pasos realizados por roles involucrados, para ir cumpliendo objetivos y desarrollando productos y recursos.

En consecuencia podemos decir que los principales parámetros de un proyecto son:

- Alcance
- Recursos (costo del esfuerzo principalmente)
- Tiempo

### **1.3 Estrategias de planificación**

La planificación de un proyecto significa pensar en lo que tiene que hacerse y en qué orden para conseguir que el proyecto se termine a tiempo, y según el costo y los requisitos especificados. Inicia con la fase de "Definición" cuando uno se asegura de comprender lo que se necesita y lo que está incluido en el proyecto.

Es muy importante hacer muchas preguntas periódicamente, el resultado de tantas preguntas puede ser el descubrir todo lo que "no sabemos aun" del proyecto. El resultado final de estas averiguaciones deber ser documentado y aprobado por el cliente final. Esta es una fase vital para el éxito de cualquier proyecto. Todo tiempo que se emplee en definir correctamente el alcance del proyecto es tiempo bien empleado. Es importante saber lo que sabemos del proyecto y lo que nos hace falta saber. Tiempo significa dinero y, aunque este es cierto, muchos directivos no quieren que se emplee mucho tiempo en la planeación y definición del proyecto. El mayor porcentaje de fracaso de los proyectos, en general, es debido a que se dedica muy poco tiempo a validar su alcance.

## Gestión de programas

Los programas son grupos de proyectos relacionados entre sí que se gestionan utilizando las mismas técnicas y de una manera coordinada para lograr beneficios que, de realizarse cada proyecto por separado, no se lograrían. Este sería el caso de un proyecto por separado, no se lograrían. Este sería el caso de un proyecto que tiene múltiples subproyectos dentro de él y que hay que gestionar conjuntamente.

La gestión de este grupo de proyectos determinando su interdependencia, gestionando sus limitaciones y puntos de coordinación y resolviendo los problemas entre ellos y gestionando de manera centralizada y coordinando grupos de proyectos relacionados para alcanzar los objetivos del programa.

## Gestión de Carteras

Las carteras son grupos de programas y proyectos que apoyan un objetivo de negocio específico. Es importante resaltar que deben ir enfocados a lograr un objetivo de negocio estratégico de la empresa.

La gestión de carteras trata de gestionar una colección de programas y proyectos priorizando los proyectos en relación a los objetivos estratégicos del negocio, supervisando el alineamiento de los proyectos con los objetivos generales y comparando los proyectos con otras inversiones de la empresa para asegurar el uso más eficiente de los recursos en los proyectos.

La gestión de este grupo de proyectos determinado su interdependencia, gestionando sus limitaciones y puntos de coordinación y resolviendo los problemas entre ellos y gestionando de manera centralizada y coordinando grupos de proyectos relacionados para alcanzar los objetivos del programa- se denomina gestión de programas.

### **1.4 Ciclo de vida del proyecto**

El ciclo de vida de un proyecto es el conjunto de fases que proporcionan un marco de referencia para dirigir el proyecto. Estas fases en las que se divide un proyecto y que conectan el principio con el mismo final del mismo, describen qué hay que hacer para finalizar el trabajo, qué desarrollar cada fase, cuándo hay que generar los entregables, cómo se van a revisar y validar, quién estará involucrado y cómo se controlará y aprobará el cierre satisfactorio de cada fase y el inicio o no de la siguiente.

En muchas organizaciones el ciclo de vida o fases del proyecto suelen estar definidas de antemano mientras que en otros pueden definirse dependiendo de las características del proyecto o no dividirse en fases.

La transición de una fase a otra implica una transferencia y aprobación del trabajo realizado. Sin embargo generalmente no haber terminado todas las actividades de una fase y haber comenzado la siguiente, siempre que el riesgo asumido sea

aceptable. Una de las consideraciones básicas para el éxito de los proyectos en las organizaciones es definir un ciclo de vida lo más sencillo y descriptivo que se pueda.

Los ciclos de vida de proyecto definen generalmente:

- Pueden configurarse dentro de una estructura del ciclo de vida del tipo inicio, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre
- Se delimitan por transiciones de una fase a otra que requiere de alguna forma de transferencia, entregable o producto.
- Se producen revisiones al final de cada fase y estos puntos de revisión y aprobación o rechazo se conocen como salidas de fase, puertas de fase, puntos de decisión, o puntos de cancelación.
- Que tras esa revisión se determina si el trabajo puede continuar a la siguiente fase, requiere corregir errores o ejecutar más trabajos.
- Que en general las fases son secuenciales (se inicia cuando acaba la precedente aunque puede haber excepciones).

Grupos de procesos en Project Management

Los procesos de dirección de proyectos organizan y describen el trabajo a realizar para llevar a cabo el proyecto. Según el PMBOK se agrupan en cinco grupos (inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre).

Qué es un proceso

Los procesos siguen el siguiente esquema: entrada, técnicas y herramientas o salidas de un determinado proceso.

Esquema general de grupos de procesos

En el esquema siguiente se presentan los cinco grupos de procesos fundamentales y que se introducirán brevemente:

- Durante la ejecución se supervisan y controlan los avances y se realizan los cambios necesarios que no necesariamente afecten a la planificación.
- Durante la supervisión, se pueden detectar necesidades de cambios que lleven a reconsiderar la planificación inicial y actualizar los diferentes planes, general y subsidiarios (ajustar planificación).
- Durante la supervisión y control se puede llegar a la conclusión de que el proyecto es difícilmente viable.

## Grupo de procesos de inicio

En este grupo de procesos se reconoce que existe un proyecto fruto de una idea o necesidad observada. Este proceso garantiza la aprobación para comprometer los recursos de la organización que trabajen en el proyecto o fase. De esta manera se verifican los criterios de éxito, la influencia, así como la documentación inicial de los objetivos y expectativas de los interesados y se toma la decisión sobre continuar, posponer o suspender el proyecto. Es probablemente el grupo de procesos más importante del proyecto de modo global.

## Grupo de procesos de planificación

En este grupo de procesos se formulan y revisan los objetivos y metas del proyecto y se crea un plan de dirección del proyecto para lograr los objetivos propuestos.

Se analizan y definen las diferentes alternativas de actuación y se seleccionan las que mejor pueden lograr objetivos establecidos. Asimismo se establecen los requerimientos del proyecto, se afinan los requerimientos del producto y se completa la lista de partes interesadas.

Este grupo de procesos es clave ya que en ellos y la documentación generada durante el propio proceso de planificación se apoyarán buena parte de las actividades y procesos de fases de ejecución, seguimiento y control y cierre. La duración del proceso de planificación deberá ir en relación directa con la duración total del proyecto. La planificación real dura todo el proyecto.

Los procesos que forman parte de la planificación son:

- Definición del alcance
- Definición del proyecto
- Definición de tareas
- Secuencia de tareas
- Estimación y duración
- Desarrollo de calendario
- Estimación de costos
- Presupuesto de costos
- Plan de integración

## Grupo de procesos de ejecución

Estos procesos implican poner en marcha el plan de dirección del proyecto. En esta fase se trata de que el proyecto avance al ritmo previsto y asegurar que la ejecución del proyecto esté alineada con los objetivos del proyecto sin perderlos de vista. Además en esta fase se producen, revisan y aprueban los cambios, inevitables en todo el proyecto. Es la fase en la que se consumen más tiempo y recursos y en la que los gastos son más elevados.

Es importante recordar que los cambios, inevitables, aparecerán al ir conociendo más detalles que amplíen el conocimiento del producto y el proyecto. Por ello, el desarrollo del plan de dirección del proyecto y la planificación y la documentación pueden plantearse como procesos iterativos y continuos y con detalle creciente, lo que se denomina planeación gradual. En este proceso se incluye los siguientes pasos:

- Plan de Ejecución
- Administración de contratos

#### Grupo de procesos de seguimiento y control

Con este grupo de procesos se toman medidas del avance del proyecto en cada una de las vertientes-tiempo, costo, trabajo realizado- y se analizan para determinar si el proyecto se mantiene según lo previsto en el plan base, tratando de identificar los problemas y desviaciones tan pronto como sea posible y aplicar las acciones correctivas necesarias para controlar las desviaciones y asegurar el éxito del producto final.

Los posibles cambios o desviaciones nos llevarán a revisar el plan inicial en lo que se refiere a actividades, recursos, cronograma, presupuestos y riesgos. Medir el progreso del proyecto de forma periódica para identificar las variaciones del plan, así como para determinar la finalización del proyecto. Dentro de este proceso deben llevarse a cabo tareas como:

- Informes de progreso del proyecto
- Gestión del alcance
- Control de calidad
- Control de tiempo
- Control de costos
- Control de riesgos

#### Grupo de procesos de cierre

Este grupo de procesos trata de completar las actividades del proyecto y cerrarlo técnico, contractualmente y administrativamente de manera formal y ordenada. Pero habitualmente, prácticamente sin haber acabado un proyecto, los recursos humanos son asignados a otros proyectos.

Sin embargo es una fase importante porque toda la información recogida y producida durante el cierre del proyecto debe ser revisada y utilizada para detectar errores y proponer mejoras futuros para proyectos.

El cierre de los contratos con los proveedores y la aceptación formal y aprobación por parte de las partes interesadas se produce en este momento.

Por ello debemos considerar el cierre correcto una muy buena práctica porque las lecciones aprendidas y la documentación archivada del proyecto serán de gran utilidad para futuros proyectos.

## **1.5 Planificación del alcance del proyecto**

La gestión del alcance del proyecto.

El alcance del proyecto indica que partes de la visión se pueden cumplir bajo las restricciones de tiempo y recursos del proyecto en cuestión, lo que nos ayuda a determinar la viabilidad del proyecto, donde tal vez encontremos un proyecto muy rentable pero que no es posible desarrollarlo en el momento porque la organización no cuenta con los recursos suficientes, un proyecto muy interesante en el cual la relación costo-beneficio no amerita el esfuerzo ni el riesgo implícitos o un proyecto que representa una oportunidad estratégica de posicionamiento en el mercado para la organización, a pesar del alto costo de los recursos necesarios.

La gestión del alcance del proyecto es un área de conocimiento que incluye los cinco Procesos:

- **Recopilar requisitos:** Se buscan las necesidades de las partes interesadas y se documentan para que el equipo sepa qué tiene que construir o proyectar y que los requisitos puedan medirse y controlarse. En todos los casos, sea la técnica o herramienta que se elija, será clave equilibrar los intereses de todas las partes, alguno de los puntos relevantes que se deben tomar en cuenta:

- Identificar las partes interesadas y dejar bien claros los requerimientos del producto y proyecto.
- Identificar los intereses contrapuestos y buscar soluciones que satisfagan a todas las partes.
- Priorizar los requerimientos según los objetivos del proyecto y estratégicos de la empresa teniendo siempre claro que, en caso de duda, los que prevalecen son los del cliente.

Los criterios para aceptar o rechazar un trabajo en el proyecto serán, por este orden:

- Que ayude a satisfacer la necesidad que dio lugar al proyecto, si no se rechaza.
- Que esté incluido dentro del acta constitución.
- Que pueda integrarse en el enunciado del alcance del proyecto
- Que no sea incompatible con las restricciones que tenga impuestas el proyecto

- Definir alcance: Se escribe detallada del trabajo que va a hacer el equipo y lo que va a producir como resultado.
- Crear EDT: La estructura de desglose de trabajo, organiza el trabajo del equipo en paquetes de trabajo-unidades de trabajo que los miembros del equipo ejecutan- para que ayuden en la comunicación con los interesados, la estimación de costos y tiempos, la evaluación y gestión de riesgos.
- Control del alcance: Si no se controlan los cambios en el alcance del producto, se puede llegar a situaciones difíciles y puedan terminar con el proyecto, realizando las tareas que ya no son necesarias y dejando de hacer tareas que ahora cobran relevancia. En este proceso se revisa que cada entregable cumpla con lo planificado.
- Verificar el alcance: Una vez terminado un entregable y habiéndolo revisado-proceso de gestión de la calidad del proyecto- se entrega al cliente para que verifique si está de acuerdo a lo establecido y lograr su aprobación formal o la solicitud de cambios que indique.

Definir los requerimientos que debe cumplir el proyecto y, para eso, se tiene en cuenta a todas las partes interesadas. Se toman en cuenta las actividades dirigidas a planificar cómo se va a definir el alcance del proyecto, cómo se va a controlar su cumplimiento, como se va a verificar su alcance y aprobar formalmente antes de iniciar los trabajos.

Si estas fases previas han sido realizadas de forma detallada y organizada, durante la fase del proyecto se podrá controlar las actividades que ya se han completado, las que están en curso, y comprobar que, estas últimas, realmente están incluidas en la EDT.

Si existen nuevas actividades por solicitudes de cambios que afecten al alcance, éstas deberán ser evaluadas conforme a un proceso establecido que valore su impacto de costo, tiempo, calidad, los riesgos, los recursos como condición previa a su aprobación o rechazo.

En definitiva el plan de gestión del alcance del proyecto tratará de responder a las siguientes preguntas:

- Cómo va ser planificado el alcance
- Cómo se va a crear la EDT
- Cómo va a ser ejecutado el alcance y cómo va ser controlado y verificado previo a su aprobación formal

Un error habitual es comenzar a trabajar en un proyecto antes de finalizar el alcance del producto y del proyecto y, sin tener claro qué es lo que hay que hacer, definir entonces como hacerlo. Esto lleva a que en la fase de ejecución del proyecto aparezcan cambios en el alcance incontrolados, que nadie se había preguntado qué efecto podrían tener sobre el tiempo, calidad o necesidad de recursos del proyecto.

## Alcance del producto y Alcance del proyecto

El alcance del producto es el conjunto de características y funciones que definen un producto mientras que el alcance del proyecto es el trabajo que hay que realizar para entregar el producto que lleve incorporadas dichas características y funciones. Por lo tanto, el alcance del producto se refiere a las características, componentes, requerimientos, funcionalidades que debe tener el producto o servicio final que entreguemos al cliente. Y el alcance del proyecto recoge todas las actividades de definición, planificación, ejecución, seguimiento y control necesarias para que ese producto, con ese alcance, sea entregado al cliente cumpliendo además con los requisitos contractuales de tiempo, costo y calidad.

## Recopilación de requisitos

En este proceso se definen y documentan las necesidades, deseos y expectativas del patrocinador, del cliente y demás interesados para poder cumplir así los objetivos del proyecto. Se requiere un esfuerzo importante de definición y gestión de las expectativas del cliente sin descuidar a los interesados.

Algunos puntos importantes que son necesarios para tomar en cuenta son:

- Identificar las partes interesadas y dejar bien claro los requerimientos del producto y del proyecto.
- Identificar los intereses encontrados y buscar soluciones que satisfagan a todas las partes.
- Priorizar los requerimientos según los objetivos del proyecto y estratégicos de la empresa teniendo siempre claro que, en caso de duda, los que prevalecen son los del cliente.

Los criterios para aceptar o rechazar un trabajo en el proyecto serán:

- Que ayude a satisfacer la necesidad que dio lugar al proyecto, si no se rechaza.
- Qué esté incluido dentro del acta de constitución, si no, se rechaza
- Que pueda integrarse en el enunciado del alcance del proyecto
- Que no sea incompatible con las restricciones que tenga impuestas el proyecto.

## Recomendaciones en el alcance

Es el proceso en el que se elabora una descripción detallada del proyecto y el producto.

Durante este proceso se define qué está y qué no está incluido en el proyecto y sus entregables. Se tiene que tomar en cuenta que el alcance será casi con toda probabilidad cambiante a lo largo del proyecto por razones como:

- la nueva introducción de requisitos por parte de cliente
- por restricciones no previstas del personal
- por eventos de riesgo que se hacen realidad
- por cambios en las expectativas de los interesados, o
- por otras razones.

Con estos posibles cambios en la triple restricción tiempo, costo y alcance. Por ello, el alcance se definirá al inicio del proyecto o fase, pero se revisará cada vez que se produzca un evento, un cambio que lo altere.

Generalmente en la mayoría de los proyectos el alcance debe contener:

**Objetivos del proyecto:** Todos los objetivos del proyecto deben ser específicos, medibles, acordados, realistas y con un tiempo definido. Podrán tener que ver con el costo, el tiempo, objetivos técnicos, de calidad o de mercado.

**Descripción del alcance del producto:** Es una breve descripción del alcance del producto que facilite la planificación de los trabajadores necesarios. El producto por su parte podrá ir definiéndose con más detalle conforme avance el proyecto

**Requerimientos del proyecto:** Describirá las condiciones o capacidades que deben cumplir los entregables para satisfacer el contrato o estándares impuestos. Aunque no se puedan indicar todos aquí se hará referencia a documentos adicionales.

**Inclusiones y exclusiones del proyecto:** Indicar bien claro todo el trabajo que no está incluido y no se va hacer.

**Entregables del proyecto:** Es todo lo que el proyecto creará incluidos el producto y los documentos relativos al proyecto.

**Criterios de aceptación del producto:** Definen los procesos y criterios de aceptación del producto. Aunque no se puedan indicar todos aquí se hará referencia a documentos adicionales.

**Restricciones del proyecto:** Las restricciones del proyecto serán factores externos al equipo de proyecto sobre los que no tiene poder de influir (limitaciones de tiempo, legislaciones, presupuesto). Son limitaciones conocidas asociadas o relacionadas con el alcance que limitan las opciones del equipo de trabajo.

Son entradas muy importantes en el proceso de gestión del proyecto. Además, como ocurre con el alcance, son variables a lo largo del proyecto por lo que una vez definidas inicialmente, habrá que gestionarlas, seguir su validez y actualizarlas si procede.

**Hipótesis del proyecto:** Son datos o aspectos que, al desconocerse los datos reales, el equipo supone que son verdaderos o que su valor va estar en un rango definido. Es importante tener en cuenta que detrás de cada hipótesis, hay un riesgo. Como ocurriría con las restricciones, pueden variar a lo largo del proyecto

por lo que una vez definidas inicialmente, habrá que gestionarlas, seguir su validez y actualizarlas si procede.

Organización inicial del proyecto: Miembros del equipo, partes interesadas y organización del proyecto.

Riesgos inicialmente previstos: Riesgos conocidos por la experiencia de proyectos similares.

Requisitos de aprobación: Identifica los requisitos de aprobación tanto para los objetivos del proyecto, como para los entregables o la documentación del proyecto.

Tener la información así documentada y ordenada facilitará la labor de planificar el trabajo a ejecutar de acuerdo a lo establecido. También facilitará su supervisión y control a partir de una línea base del alcance clara que indique los límites del proyecto.

#### Estructura desglosada de tareas

Según el propio PMBoK, la EDT es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo de proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. Organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en el enunciado del alcance del proyecto aprobado y vigente.

La EDT no sólo habla del trabajo programado y estimado, sino también seguido y controlado. Es decir, no sólo lo usaremos durante los procesos de planificación sino también durante los procesos de seguimiento y control. La EDT más allá de ser una entrada para el cronograma, y darle una utilidad real y práctica durante los procesos de seguimiento y control. Por otro lado, habla de productos o entregables y no de tareas.

Es el proceso que consiste en subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar: los paquetes de trabajo. Se inicia con el detalle de los entregables del proyecto y sus características y proporciona un entendimiento común del alcance del producto. Las características y requerimientos que el producto o servicio deben cumplir para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, definidas en el proceso de identificación de requisitos.

Crear una EDT tiene que ver con identificar los entregables principales e ir desgranándolos hasta llegar a paquetes de trabajo, lo que se denomina descomposición, que es la principal herramienta para elaborar la EDT. De esta manera cada entregable se divide en paquetes de trabajo más manejables, de menor duración pero que sean verificables, que el cliente pueda aprobarlos en sí mismos.

El número de niveles de descomposición será tal que permita una buena planificación, gestión y control de trabajo sin llegar a ser tan detallada que

aumente innecesariamente las tareas administrativas y no productivas de gestión. En concreto el paquete de trabajo de último nivel debe ser tal que:

- Pueda ser estimado (costo y tiempo) de forma rápida y precisa
- Que no sean trabajos de larga duración (Regla práctica: menor a una semana)
- Que se puedan realizar sin interrupción ya que toda la información esté disponible
- Que pueda asignarse a una persona o grupo de personas específicas

La regla del 100%

Probablemente el concepto más importante en la elaboración de la EDT sea la regla del 100%: es decir, cuando un elemento se desglosa en varios elementos hijo, la suma de todos estos elementos hijos debe ser igual al 100% del elemento padre. Esto es fundamental para asegurarnos de que recogemos todo lo necesario para cumplir con lo requerido, y nada más que lo necesario para ello.

El objetivo fundamental de esta regla es no incluir ningún elemento superfluo, ni olvidar ninguno, pero además, nos puede servir como una primera estimación. Es posible que al desglosar un elemento, queramos cambiar su porcentaje (y por extensión, el de sus "hermanos"). Esto es positivo, porque significa que según bajamos avanzando en el desglose del trabajo, vamos siendo más conscientes del verdadero alcance y podemos refinar nuestras estimaciones. Pero aún cuando hayamos finalizado la EDT, los porcentajes de estimación no tienen por qué permanecer invariables. De hecho, estas estimaciones, conforme avance el proyecto iremos viendo que no siempre son acertadas y hay que ir las modificando (siempre cumpliendo la regla de 100%). Incluso, algún elemento puede desglosarse en otro nivel de profundidad.

Por otro lado, la EDT (de proyectos similares) representa uno de los principales documentos a consultar en la base de datos de conocimiento. No sólo me guía en qué hacer, sino en cuanto esfuerzo supondrá cada cosa.

La metodología básica para construir una EDT son:

1. Identificar las fases del ciclo del proyecto
2. Identificar los principales entregables de cada fase
3. Organizar una determinada estructura adecuada al proyecto
4. Identificar los componentes de menor nivel
5. Asignar códigos de identificación a cada componente
6. Verificar que la descomposición es correcta
7. Realizarla con la colaboración del equipo de trabajo
8. Completar el nivel superior (que contendrá todo el alcance del proyecto antes de pasar al siguiente)
9. Cada nivel inferior constará de paquetes de trabajo más pequeño

10. Incluir todo el trabajo que hay que hacer y no incluir nada que no sea realmente necesario

Se debe entender que una EDT no es una lista de trabajo. Una EDT es mucho más que una lista de trabajo.

- La EDT incluye y está definida y orientada a entregables
- Una lista no permite hacer un desglose de cada actividad en tareas más pequeñas y manejables
- Una lista no da una imagen general del trabajo total, ni de cómo un paquete de trabajo se relaciona con el total.

Y lo que realmente es más importante, la EDT obliga al equipo a pensar sobre el proyecto, a revisar relaciones, partes que faltan y el producto final es mucho más completo y útil y es mejor comprendido, asumido por el equipo participante y más realista.

A cada paquete de trabajo se le asocia un código de identificación que indique el paquete de trabajo, el nivel de la EDT en el que se está y facilite su búsqueda.

Entre los beneficios más importantes de la EDT:

- Evita dejarse tareas importantes
- Da una idea general de dónde está cada pieza dentro del cuadro general y esto da a su responsable una mayor capacidad de realizarlo mejor.
- El equipo se centra en lo que realmente hay que hacer
- Es la base para estimar costos, duraciones, riesgos, recursos necesarios
- Si ha participado el equipo éste lo hace suyo y su motivación aumenta
- Facilita la comunicación y cooperación con los interesados.

Durante la fase de la ejecución el EDT se utilizará:

- Para valorar cambios en el alcance propuestos o necesarios
- Para identificar el impacto que los cambios propuestos tengan sobre el proyecto
- Como una herramienta de comunicación
- Como una ayuda para que cada miembro del equipo comprenda sus tareas, sus funciones y su interrelación con la de otros.

## 1.6 Plan de Gestión del tiempo.

Normalmente el tiempo disponible para realizar un proyecto es muy justo. Por ello se requiere una buena planificación para conseguir que todos los participantes inicien sus trabajos a tiempo, trabajen en el orden correcto, entreguen su trabajo en el momento previsto y no retrasen el proyecto.

Esa es la razón para elaborar el plan de gestión del tiempo del proyecto, como plan de dirección de proyecto. Se debe realizar un plan de gestión del tiempo

- Selecciona una metodología.- La ruta crítica, para iniciar con el cronograma.
- Se definen métricas, formatos criterios para desarrollar y controlar el cronograma.

Por su parte, el plan de gestión del tiempo del proyecto resultante debe contener aspectos como:

- La metodología para crear el cronograma y el programa de gestión finalmente seleccionado.
- La línea base del cronograma, referencia a utilizar en la supervisión y control del proyecto.
- Las medidas de desempeño e indicadores de rendimiento que permitan detectar desviaciones en el avance de los equipos, la duración de las tareas y los plazos parciales y el plazo total de forma temprana.
- Planificar cómo se van a gestionar las desviaciones de tiempo respecto a la línea base.

Entre las actividades asociadas a la gestión del tiempo es necesario destacar:

- En la fase de planificación:
  - La definición inicial de la planificación de la gestión del plazo - Plan de gestión del tiempo.
  - La elaboración de la lista de actividades - Definir actividades
  - La creación del diagrama de red - Secuenciar actividades
  - La estimación de los recursos necesarios para ejecutar las actividades - Estimar recursos de las actividades.
  - La estimación del plazo de cada actividad - Estimar la duración de las actividades.
  - El cálculo del camino crítico - Desarrollar el cronograma
  - La creación del cronograma - Desarrollar el cronograma

- Introducir nuevas actividades de control de calidad o de gestión de riesgos, si procede, tras el plan de calidad y elaborar el plan de respuesta a los riesgos
  - El cierre del plan de gestión del plazo y las métricas a utilizar para evaluar su desempeño.
- En la fase de supervisión y control Controlar el cronograma
    - La gestión del plazo conforme el plan establecido.
    - Las medidas de desempeño del plazo respecto a la línea base u otras establecidas.
    - La identificación de variaciones y, si procede, la solicitud de un cambio.

El plan de gestión del cronograma ayuda a suministrar procedimientos para estimar la duración de actividades, determinar si una variable ha sobrepasado el umbral de aceptación y hay que actuar. También define el tipo de informes y formatos a utilizar en todo el proyecto.

#### Definición de actividades

A partir de los paquetes de trabajo de la EDT, se identifican actividades más específicas y como resultado se obtiene una lista de actividades. Esta lista será la base para el diagrama de red que se creará en el proceso siguiente. Para iniciar esta base es necesario tener la línea base del alcance y disponer de su equipo puesto que, si participan todos, el resultado será más completo, preciso, y harán suyo el resultado final.

Las actividades de las fases siguientes se definirán de forma más somera y se detallarán conforme llegue el momento, lo que se denominará planeación gradual.

#### Secuenciar las actividades

Se identifican y documentan las dependencias entre las actividades. En esta fase se va indicando qué actividades van detrás, de qué actividades y se colocan todas en el orden adecuado. El resultado final es el diagrama de red que, en una imagen, nos muestra cómo se relacionan todas las actividades entre sí. Cada actividad e hito, salvo las actividades inicio y fin, se deben conectar con, al menos,

una actividad predecesora y una sucesora. Es importante resaltar que las conexiones o relaciones se hacen entre los elementos de menor nivel.

Es el proceso en el que consiste en identificar y documentar las interrelaciones entre las actividades del proyecto definiendo precedencias entre ellas mismas.

#### Estimar recursos de las actividades

Se estima el tipo y cantidad de recursos requeridos para ejecutar cada actividad. Una vez conocidas la lista de actividades y su relación de precedencia, estimamos los recursos humanos, materiales necesarios para hacer cada actividad y creamos una lista de ellos.

#### Estimar la duración de las actividades

Se estima el número de periodos de trabajo que se necesitan para completar cada actividad mediante diferentes técnicas de estimación.

#### Desarrollar un cronograma

Se crea un calendario de actividades tomando como base las estimaciones de duración y el diagrama de precedencia. Este cronograma permitirá estimar la fecha de finalización del proyecto y de los hitos relevantes.

#### Línea base del alcance

Incluye el enunciado del alcance del proyecto, la estructura de desglose de trabajo, todavía no es suficientemente detallado para estimar bien tiempos, recursos y los costos necesarios y riesgos asociados a la ejecución de las actividades y a las hipótesis de estimación de estos parámetros.

#### Factores ambientales de la empresa

Se encuentra el sistema de gestión de la información del proyecto qué será donde se almacene, entre otras, la información relacionada con las actividades del proyecto.

#### Activos de los procesos de la organización

Donde habrá procedimientos, directrices, instrucciones, plantillas, lecciones aprendidas de proyectos anteriores relativas a la elaboración de listas de actividades.

## Descomposición

Consiste en dividir cada paquete de trabajo en actividades de menor tamaño, más pequeñas y más manejables, llamadas actividades de calendario. Éstas representan el esfuerzo necesario para completar un paquete de trabajo. Permiten una estimación más exacta del tiempo necesario para realizarlas y los recursos que necesitaremos asignar.

La mayor diferencia entre la descomposición que se realiza en este proceso y la que se realiza al crear una EDT es que las salidas finales en el primero son actividades de calendario mientras que en el segundo son entregables (servicios, documentos, equipos productos) que conforman la EDT. En proyectos pequeños la EDT, y la lista de actividades se desarrollan de manera paralela.

Cuando la definición del alcance del proyecto es insuficiente se hace imposible descomponer rama de su diccionario hasta el nivel de paquete de trabajo.

## Panificación gradual

Mediante esta técnica solamente se definen al máximo detalle las actividades que van a realizarse en la primera fase y de las que se dispone de suficiente información. Las actividades de fases posteriores se definen a un nivel de detalle inferior, normalmente a nivel de hito o entregable.

Conforme se vaya acercando su fecha de inicio o se tenga más información, se detallarán al nivel más adecuado. Este tipo de definición solamente se realiza si no se tienen suficientes datos. Siempre es preferible tratar de llegar al máximo detalle posible en todo el proyecto.

Durante la planificación estratégica, se puede hacer una descomposición a nivel de hitos y conforme se acercan las fases de ejecución, se procede a descomponer los paquetes de trabajo y las actividades, pudiéndose mantener diferentes niveles de desglose dentro de un mismo proyecto.

## Plantillas

Se pueden y deben utilizar plantillas de proyectos anteriores similares en las que probablemente se encuentren ya las actividades detalladas al nivel adecuado. Se puede revisar y adecuar, en la medida que sea necesario, al proyecto actual. Se podrá así aprovechar las listas existentes que habrán sido actualizadas con las lecciones aprendidas de proyectos anteriores, la información de sus atributos o los hitos típicos del cronograma.

## Juicio de expertos

Básicamente se refiere a personas que hayan realizado proyectos o paquetes de trabajo similares. Se les solicitará su opinión sobre qué actividades son necesarias para completar el paquete de trabajo. Deben tener la experiencia y conocimientos en desarrollar enunciados del alcance del trabajo, EDTs y planificaciones de proyectos.

## Lista de actividades

Es el principal resultado y es la base para toda la estimación de tiempos y asignación de recursos que se hará en los procesos siguientes. Con esta información, quien tenga asignada la tarea tenga claro que incluye y debe hacer y que no incluye (porque forma parte de otra actividad o no forma parte del proyecto) y no debe de hacer.

## Atributos de cada actividad

Es la descripción de en que consiste cada tarea, las actividades que la preceden, las actividades que la suceden, las restricciones que haya que tener en cuenta, el responsable de realizarla así como otras descripciones y cualquier otra información sobre los recursos y el tiempo necesario para planificarlas. Se utilizan para el desarrollo del cronograma y para seleccionar, ordenar y clasificar las actividades del cronograma.

## Lista de hitos

Son eventos relevantes que no implican trabajo. Tienen duración cero. Suelen ser fechas de finalización de entregables, puntos de decisión u otro momento importante en el proyecto. En algunos casos, la fecha de entrega puede tener carácter contractual con lo que este aspecto deberá tener bien incluido.

La lista de hitos pasa a formar parte de dirección de proyecto, en concreto de línea base del alcance. Son las fechas que deben cumplirse para que el proyecto avance conforma a lo previsto y se vayan resolviendo los problemas, cerrando actividades y tomando decisiones con antelación se puede distinguir entre:

- Hitos obligatorios (requeridos por contrato)
- Hitos opcionales (basados en requerimientos del proyecto, información histórica o buenas prácticas)

Es importante recordar que en la lista de hitos es un componente de la línea base del cronograma y esta del plan de dirección de proyecto.

## Enunciado del alcance del proyecto

Permite tener identificadas todas las actividades necesarias para completar el trabajo. Define entregables, restricciones, hipótesis de partida. Aunque la lista de actividades ya suministran la información necesaria, tener el enunciado del alcance del trabajo permite contrastar y confirmar que la lista de actividades y sus secuencias son coherentes con el.

## Estimar los recursos de las actividades

Una vez secuenciadas las actividades se estiman el número y tipos de recursos necesarios para realizarlas. Deben ser bien planificados para evitar que estén disponibles cuando sean necesarios. En este proceso consiste en estimar el tipo y cantidades de materiales, personas, equipos o suministros para ejecutar cada actividad.

Antes de definir el cronograma en el que ya se indiquen las tareas y sus duraciones así como el plazo final del proyecto, se necesita saber con que recursos se cuenta y que recursos se necesitan ya que la duración será normalmente función del número de recursos asignados.

Los recursos incluyen las personas que van a dedicar horas de su jornada al proyecto y los equipos, oficinas, compras, materiales o cualquier otro elemento que se necesiten para llevar a cabo las actividades planificadas.

Estos pasos son importantes porque cuando llegue el momento de presupuestar los costos del proyecto, estos se irán calculando, de abajo a arriba cono agregación de los costos de los recursos asignados a cada actividad para calcular los costos de los paquetes de trabajo y así sucesivamente hasta llegar al costo del proyecto total.

Entre las actividades necesarias para lograr esta estimación de recursos están las siguientes (Michael, 2010):

- Revisar la disponibilidad de recursos
- Revisar la EDT y la lista de actividades para ver el tipo de perfil de recurso necesario
- Revisar información histórica de otros proyectos que ayuden a estimar rendimientos
- Revisar las políticas de empresa relativas a la contratación o condiciones laborales

Michael, H. (2010). *Strategic Management: Concepts: Competitiveness and Globalization*. Cengage Learning.

- Solicitar consejo de expertos sobre los recursos que consideran más apropiados
- Valorar si se realiza el trabajo internamente o se externaliza mediante un contrato
- Cuantificar los recursos necesarios por cada actividad del nivel inferior
- Crear una estructura jerárquica de los recursos necesarios por categoría y tipo
- Desarrollar un plan sobre que recursos, como y cuando va a ser utilizados
- Completar el análisis de las reservas de tiempo necesarias para el proyecto
- Actualizar documentos anteriormente elaborados

#### Lista de actividades

Este proceso consiste en estimar el tipo y las cantidades de personas, materiales, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad que posteriormente nos ayudarán a estimar los costos parciales y presupuesto total del proyecto.

#### Lista de actividades y atributos de las actividades

Se debe indicar las actividades necesarias para completar el proyecto y a las que hay que asignar recursos. También se debe describir con más detalle y se hace una primera estimación de recursos necesarios. Son la entrada principal para la estimación de recursos.

#### Calendario de recursos

Antes de iniciar un proyecto se necesitarán datos sobre los recursos disponibles y en qué fecha estarán disponibles teniendo en cuenta, además, la experiencia o nivel de habilidad de a cada uno o su ubicación geográfica. En este proceso la comunicación fluida y franca entre el responsable de los recursos será crítica pues los recursos son responsabilidad del proyecto

#### Factores ambientales de la empresa

Los factores más importantes son la disponibilidad y capacitación de los recursos disponibles. Informarán de la manera en que los recursos humanos se asignan a la empresa, los procedimientos de asignación de prioridades dentro de la cartera de proyectos o la estructura de la organización.

### Juicios de expertos

Es una técnica que por inmediata no deja de ser muy importante y a veces se olvida. Actividades a realizar, a quienes las han realizado anteriormente, a quienes las han supervisado, será información muy valiosa.

### Análisis de alternativas

Se debe buscar soluciones alternativas que le permitan optimizar recursos, adelantar plazos, reducir riesgos y del grupo de alternativas analizadas, elegirá la más adecuada al proyecto. Y de las soluciones técnicas viables que deberá analizar y comparar para descartarse por la que mejor se alinea con los objetivos del proyecto y las restricciones impuestas.

### Datos publicados para estimaciones

Publicaciones técnicas, libros, artículos sobre proyectos ya ejecutados, serán de gran ayuda para identificar variables, parámetros de eficiencia, soluciones técnicas y organizativas que ayuden a mejor cuantificar y asignar los recursos necesarios del proyecto.

### Estimación Ascendente

Con una adecuada definición de actividades, se podrá hacer una cuantificación y asignación de recursos fiable que permita conocer los recursos totales necesarios por cada actividad. Con la agregación de los recursos y costos asignados a las actividades se calculará de los paquetes de trabajo y así, por agregaciones sucesivas, se llegará a las necesidades de recursos para todo el proyecto distribuidas en el tiempo.

### Requisitos de recursos de la actividad

Identifica, por actividad, los recursos necesarios para ejecutarla. Agregándolos, dan a los recursos necesarios para cada paquete de trabajo. El detalle dependerá del proyecto, de la complejidad de las tareas, de la inmediatez y cantidad de datos de que se disponga.

Será muy importante documentar las hipótesis y supuestos a la hora de estimar esas necesidades de recursos (qué rendimientos, qué perfil de personal se ha considerado, disponibilidad y cantidad) porque el proyecto puede ser largo y convenga refrescar las hipótesis de partida.

## Estructura de desglose de recursos

Es una estructura jerárquica de los recursos por categorías (mano de obra, material, equipo, suministros) y tipo de recursos (experiencia, formación, capacidades) y se utilizará para organizar y comunicar los datos del cronograma del proyecto así como la utilización prevista de los recursos.

## Actualizaciones a los documentos del proyecto.

Generalmente en todos los procesos que estamos viendo dentro del grupo de planificación, y se verá en el seguimiento y control, conforme se avanza en la definición del proyecto se requiere actualizar documentos anteriormente elaborados para introducir nuevos aspectos que puedan ser relevantes para el buen desarrollo del proyecto. Documentos como la lista de actividades, sus atributos y el calendario de recursos se actualizarán tras este proceso.

## Estimar la duración de las actividades

En este proceso se establecen las cantidades de periodos de trabajo (horas, días, semanas) estimadas como necesarias para realizar cada actividad con los recursos inicialmente asignados. Para estimar adecuadamente la duración, los que vayan a estimarla, preferentemente quienes van a realizar el y trabajo, necesitarán conocer los requerimientos de recursos por actividades, los calendarios de los recursos, datos históricos sobre el rendimiento de los equipos y la duración de las actividades en otras ocasiones, la metodología que suele seguir la compañía, la cultura de la empresa y sus sistemas de gestión de personal. Por tanto, una vez definidas todas las actividades, su interrelación y conociendo los recursos disponibles, se define la duración de cada actividad individual.

Es muy importante documentar todos los cálculos e hipótesis de partida para la estimación de la duración inicial, de manera que si cambian las condiciones se pueda revisar los cambios que van a implicar y, en caso de que sea un tercero quien finalmente lleve el proyecto tenga la información para validar.

## Lista de actividades.

Contiene las actividades cuya duración debemos estimar

## Atributos de la actividad

Es la descripción de la actividad identificando todos los elementos que pueden influir en su desarrollo.

### Requisitos de recursos de la actividad

Se considera el elemento más importante ya que es una lista descriptiva de los recursos que se necesitan para realizar cada actividad. En ella se indican los recursos asignados a cada actividad así como la disponibilidad de los mismos. No será igual asignar recursos con mayor productividad que recursos menos experimentados con menor productividad.

### Calendario de recursos

Indica cuando está disponible cada recurso. Dependiendo del tipo, calidad y cantidad de los recursos disponibles en cada momento, la duración cambiará sustancialmente.

### Activos de los procesos de la organización

Las lecciones aprendidas de proyectos anteriores, las metodologías y plantillas utilizadas, la información relativa a la duración de proyectos similares, los calendarios de proyectos, serán de gran ayuda para ejecutar este proceso con éxito.

### Juicio de expertos

Serán los miembros de proyectos similares recientemente finalizados o expertos externos en temas singulares quienes, al estar familiarizados con el trabajo a realizar, den su juicio sobre la duración del trabajo.

### Estimación por un punto

Se estima una duración por actividad basada en el juicio de los expertos. No es una forma recomendable de estimar ya que oculta información y no informa sobre la incertidumbre de la estimación.

### Estimación por tres valores

Este método, también denominado estimación de PERT consiste en solicitar al equipo de trabajo o expertos externos tres estimaciones:

- Un optimista:Cuál es la menor duración posible de una actividad si todo evoluciona conforme a lo previsto y no sólo no hay ningún contratiempo sino que surgen oportunidades y adelantos que, si bien posibles, no suelen ser frecuentes.

- La más probable: que puede ser la duración habitual obtenida de los últimos proyectos que han ido razonablemente bien sin grandes contratiempos ni grandes oportunidades de adelanto.
- Un pesimista: en la que todas aquellas cosas que puedan retrasarse-unatramitación administrativa-.

Como el primer y último valor son los menos probables, se les da un peso menor que al más probable. Se utiliza así una fórmula simplificada de suponer que las duraciones siguen una distribución beta con:

$$\begin{aligned} \text{Duración media estimada (DE)} &= (\text{optimista} + 4 * \text{más probable} + \text{pesimista}) / 6 \\ \text{Desviación típica o estándar (dt)} &= (\text{pesimista} - \text{optimista}) / 6 \\ \text{Varianza} &= (P - O * O) / 6 \end{aligned}$$

Como es muchos casos de estimación de diferentes elementos del proyecto, es importante documentar las hipótesis y suposiciones que han llevado a los valores optimista, esperado y pesimista para:

- En primer lugar, justificarlos ante la dirección o el cliente,
- En segundo lugar, para que queden registrados para futuros proyectos donde esas hipótesis pueden ser similares o no y se puedan aplicar estas estimaciones con correcciones o sin ellas.

### Análisis de Reserva

Se deberá hacer una reserva de tiempo para considerar los riesgos no suprimidos tras diseñar el plan de respuesta a los riesgos. Se suele realizar mediante un proceso iterativo de tal manera que se realiza una reserva inicial, a continuación se implementa el plan de respuesta a los riesgos y, después se revisa la reserva inicial.

Cuando no hay suficientes datos o no suficientemente claros, se suele definir un tiempo extra que actúa como seguro contra el riesgo de un retraso. Esta técnica conviene utilizarla para las actividades estrictamente necesarias porque si se hace de forma sistemática y no justificada, el cronograma final no tendrá valor alguno.

### Estimaciones de la duración de la actividad

Este resultado será un documento en forma de lista tabulada que nos indicará para cada actividad la duración estimada (en horas, días, meses) y con las hipótesis y suposiciones que se han tenido en cuenta. Se recomienda expresarlo en valor medio, intervalos de confianza, porcentajes de probabilidad de exceder un valor concreto de la duración.

## Actualizaciones a los documentos del proyecto

La planificación es un proceso iterativo en el que, conforme avanzamos, vamos teniendo nuevos datos, van apareciendo nuevas actividades, lo que nos llevará a tener que actualizar documentos ya elaborados en fases anteriores. Es por ello que, el segundo resultado de este proceso sea la actualización de algunos documentos del proyecto como la lista de actividades, la lista de atributos, los supuestos hechos durante la estimación o los niveles de habilidad y disponibilidad del equipo entre otros.

### **1.7 Desarrollar el cronograma**

Este proceso tiene como resultado el cronograma del proyecto. La diferencia entre la estimación de la duración de las actividades y el cronograma es que éste último se integra a un calendario. En este proceso se analizará la información resultante de los cuatro procesos ya descritos:

- El enunciado de alcance de trabajo.
- El listado de actividades definidas
- El diagrama de red
- Las estimaciones de duración de actividades
- Los recursos necesarios para realizarlas
- Los calendarios de tareas, de recursos y de la propia compañía

Toda esta información se incorporará a una herramienta de gestión de proyecto que generará automáticamente un cronograma con fechas planificadas para iniciar completar cada actividad del proyecto. Con toda esta información recolectada se podrá valorar:

- Trabajarán teniendo en cuenta la prioridades de las partes interesadas
- Analizarán diferentes formas de ejecutar el trabajo
- Valorarán el impacto recíproco con otros proyectos
- Se reunirá con los responsables funcionales para asegurar los recursos necesarios
- Utilizará técnicas de compresión
- ajustará todos los componentes del plan de gestión del proyecto
- Nivelará recursos tratando de que la carga de trabajo sea homogénea en el tiempo

En este proceso se crea el cronograma del proyecto con las salidas de los cuatro procesos anteriores.

## Lista de actividades

En la lista de actividades que se va a realizar en el proyecto deben estar ordenadas para ayudar a asegurarse de que la lista es completa y que no incluye actividades no requeridas o que no forma parte del proyecto.

## Atributos de la actividad

Se conoce como una extensión de la lista de actividades identificando atributos asociados a cada actividad como su descripción, actividades relacionadas, fechas, restricciones, responsables.

## Diagrama de red del cronograma

Muestrá gráficamente cómo se relacionan las actividades entre sí.

## Requisitos de recursos de la actividad

Lista descriptiva de los recursos que se necesitan para realizar cada actividad y en ella se indican los recursos asignados a cada actividad así como la disponibilidad de los mismos.

## Calendario de los recursos

Información sobre los recursos autorizados para utilizar en el proyecto: recursos disponibles y en qué fecha lo estarán.

## Estimaciones de la duración de la actividad

Documento en forma de lista tabulada que se indicará la duración estimada en horas, días, meses y con las hipótesis y suposiciones que se han tenido en cuenta de cada actividad

## Enunciado del alcance del producto

Del que conviene revisar y recordar las restricciones identificadas así como las fechas de finalización e hitos que contractualmente se deben cumplir.

## Factores ambientales de la empresa

Se tendrán en cuenta todos aquellos factores que afecten a la revisión final del cronograma.

## Análisis de la red del cronograma

Antes de proceder a evaluaciones más detalladas, se realiza un análisis del diagrama de red con sus dependencias y se revisa que no hay ninguna actividad sin enlaces, que no hay ninguna dependencia ilógica, tareas sin tareas que le precedan o estén conectadas a la actividad final.

## Método de la ruta crítica

Es una de las herramientas más importantes y potentes para hacer el seguimiento de los proyectos. Cada cronograma o diagrama de red tiene lo que se denomina ruta o camino crítico. Lo forman el grupo de actividades relacionadas entre sí, cuya duración total es superior a la del resto. Por tanto,, la suma de la duración de cada tarea nos da la duración total del proyecto. Suelen comenzar con una actividad ficticia "inicio" y terminan con una actividad ficticia "fin".

La característica principal de las tareas que conforman la ruta crítica es que si se retrasa su finalización afecta directamente a la duración final del proyecto. Por lo tanto, son tareas que, si no queremos que el proyecto se retrase, deben completarse en plazo. Por el contrario, si una tarea no se encuentra en ese camino querrá decir que podemos admitir un retraso determinado antes de que afecte al plazo total del proyecto. Este retraso admisible se denomina holgura.

Este método es de gran ayuda ya que:

- Muestra y demuestra la duración total del proyecto.
- permite centrar esfuerzos en los puntos más críticos
- permite identificar si alguna tarea o camino no crítico puede pasar a serlo y hay que actuar
- ayuda a evaluar diferentes escenarios y ver su impacto sobre la duración
- permite ver qué actividades tienen holgura y, por ejemplo asignarles recursos menos experimentados a los que le llevará más tiempo realizarlos pero el proyecto lo puede admitir

## Tipos de Holgura

Una vez conocidos estos parámetros volvemos a las holguras para indicar que existen tres tipo de holguras:

- Holgura Total

Tiempo que una actividad puede retrasarse sin afectar a la fecha final del proyecto o un hito intermedio. Se calculará como la fecha de inicio más tardía menos la

fecha de inicio más temprana o la fecha de finalización más tardía menos la fecha de finalización más temprana.

- Holgura Libre

Tiempo que una actividad puede retrasarse sin retrasar la fecha más temprana de inicio de la actividad que le sucede.

- Holgura del proyecto

Tiempo que el proyecto puede retrasarse sin afectar a la fecha acordada de entrega al cliente.

#### Nivelación de recursos

Cuando un único recurso puede ejecutar una tarea y en ese momento está ocupado en una tarea crítica, el cronograma deberá tener en cuenta este hecho y programar la tarea secundaria en fechas en que ese recurso esté disponible. Esta técnica evalúa por tanto todos los recursos para ver dónde se deben modificar algunas tareas para que los recursos asignados al camino crítico no se vean afectados.

También se utilizan para evitar sobrecargas de trabajo en determinados periodos de recursos en otros, buscando un reparto homogéneo de los recursos a lo largo de la vida del proyecto.

#### Análisis ¿Qué pasa sí?

Siguiendo técnicas similares a las utilizadas en la identificación de riesgos, se puede generar diferentes escenarios y ver su impacto en el cronograma lo que permite tener planes de respuesta para cada caso.

En los casos más complejos se utilizan simulaciones de Monte Carlo que, a partir de los tres puntos de estimación (Pesimista, optimista y más probable) o conociendo la distribución de probabilidad de la variable, calcularán la probabilidad de cumplir plazos o de que una actividad pase a estar en el camino crítico. Todo ello, teniendo en cuenta restricciones o condiciones de contorno como que una determinada tarea acabe en una fecha determinada.

#### Resolución de conflictos de plazos

Durante la planificación el cliente puede solicitar una fecha de finalización que no puede cumplirse o, en fase de ejecución puede producirse un riesgo imprevisto o un retraso sistemático de finalización de las actividades. Las dos principales técnicas para comprimir el cronograma son la compresión en sentido estricto y la aceleración o ejecución rápida, cada una de las cuales tiene sus desventajas. En

ambos casos, se pretende reducir plazos sin reducir el alcance del proyecto ni reducir los requerimientos del producto.

### Crashing

Consiste en añadir más recursos a las tareas del camino crítico para así absorber los retrasos acumulados. Ello conlleva aumentar el costo de la tarea y del proyecto en general. Si no hay recursos disponibles, será una opción descartada.

### Ejecución rápida

Esto ocurre cuando dos tareas del camino crítico que estaban previstas que realizaran secuencialmente, se realizan paralelamente o con un cierto adelanto. Esta acción implica riesgos ya que luego puede haber costos por tener que rehacer tareas más ejecutadas.

### Reevaluación de riesgos

Al reducir el riesgo, se reducirá la incertidumbre en las estimaciones de tiempo, se podrá reducir la contingencia de tiempo prevista inicialmente y se reducirá el tiempo total estimado para la tarea.

Si ninguna de las tres opciones anteriores, cuya condición era no reducir el alcance del proyecto ni la calidad del producto, son posibles, cabrán dos opciones menos recomendadas.

- Reducir el alcance

En caso de que no existan otras posibilidades, se puede negociar con el cliente la posibilidad de sacar del proyecto elementos que, sin ser vitales, puedan entregarse en una segunda fase. Reducirá el plazo pero creará una mala imagen ante el cliente.

- Es otra opción, nada aconsejable ya que aumentará los riesgos pudiendo provocar retrasos superiores a los logrados al reducir las actividades de control de calidad, además de ser poco profesional y dejar una mala imagen ante el cliente.

### Cronograma del proyecto

El resultado final será un cronograma que todo el equipo y partes interesadas deberán conocer y, si hemos tomado todas las precauciones aprendidas hasta el momento, debiéramos tener una estimación bastante razonable del avance previsto del proyecto, de las fechas de cumplimiento de los hitos relevantes y del plazo final.

Este cronograma puede presentarse como:

- Un diagrama de barras
- Cuándo empieza la tarea
- Cuándo acaba
- Quién debe hacerla ya que incluye los recursos asignados
- Un diagrama de hitos
- Un diagrama de red

Línea base del cronograma

Es el cronograma creado al inicio del proyecto y sobre el que se comparan los avances o variaciones producidas. Se puede generar diferentes líneas de base a lo largo del proyecto que actualicen la inicial siempre que el equipo y las partes interesadas la aprueben y acepten la nueva línea base.

Datos del cronograma

Es información de soporte que permita complementar los resultados gráficos del cronograma. Por ejemplo, los requisitos, criterios y asignaciones finales de recursos, el uso de los recursos en el tiempo, posibles cronogramas alternativos que se tengan previstos como respuesta, por ejemplo, a un riesgo previsto, o la planificación de reservas para contingencias.

Actualizaciones a los documentos del proyecto

Durante la realización del cronograma será necesario, fruto de los cambios, nuevos datos obtenidos, problemas encontrados, cambiar algunos de los documentos ya elaborados.

- Los requisitos de los recursos para las actividades
- El calendario
- Los atributos de la actividad
- Los planes generales del proyecto
- Los planes subsidiarios como el de gestión de los riesgos

Así, toda la documentación será coherente y reflejará la realidad actualizada del proyecto.

# Capítulo 2

En la estimación de costos para lograr una buena aproximación en el estimado de costos detallados, se requiere desde el inicio de la planeación y la programación de la obra, es necesario especificar todas las actividades y de preferencia contar con la EDT. La elaboración de un presupuesto base, es la referencia principal en el monitoreo y seguimiento de un proyecto, la línea base representa la comparación y retroalimentación durante la ejecución, para lograr una planeación continua y alineada con los nuevos objetivos.

En la planeación de gestión de los costos tiene como objetivo principal, monitorizar las posibles desviaciones de los costos, en ahorro o como en sobre costo. Tener esta información de forma oportuna es lograr la oportunidad de tomar decisiones.

## 2.1 Costos de la construcción

Los costos de la construcción son el resultado aleatorio de la variación de los montos económicos de insumos físicos, humanos y de equipos. Dicha variación está relacionada con las áreas del mercado, del sitio y del tiempo. Las técnicas de costos son cada vez más complicadas por la participación de tantos términos numéricos.

A los fenómenos anteriores habrá que agregar que en la actualidad la construcción es más compleja en su proyecto y que los tiempos de ejecución son cortos. Tal es el apremio, que surgen ahora nuevos sistemas para enlazar el diseño, los costos y la construcción, a fin de tener proyectos hechos realidad con calidad en el menor tiempo posible.

Paralelamente a los avances de la arquitectura, la ingeniería, los sistemas de contratación y la misma construcción, la ingeniería de costos también tiene nuevas herramientas, como los parámetros de costos, cuya aplicación se empieza a dar en un buen número de proyectos para cálculos confiables de los estimados de costos.

Definición de parámetro

Los diccionarios definen la palabra "parámetro" como:

"Cantidad a la cual se le puede asignar valor arbitrarios".

"Número que varía de un problema a otro del mismo tipo".

En estadística, "cantidad característica de una población".

"La cantidad indeterminada que entra en la ecuación de algunas curvas de la misma familia".

"Constante que caracteriza el comportamiento asociado de un sistema dado"

Parámetro de costos es el dato mediante el cual se pueden calcular los costos de proyectos semejantes al tomar la participación de las variables de ellos. Parámetro de construcción es la combinación de una cifra económica relacionada con una unidad de medida, y en donde su magnitud debe ser referencia confiable para los costos de construcción.

Un parámetro de costos puede provenir de los costos totales de un proyecto o de los costos de sus elementos funcionales. Por ejemplo, puede ser el costo de una

cama de hospital, o una butaca de un cine, o incluso parámetros de costos de salidas eléctricas, muebles sanitarios, volúmenes de cimentación.

### Costos en la construcción y estimado de costos

Las técnicas y herramientas para elaborar estimados de costos no son las mismas durante el desarrollo de un proyecto. Al principio se utilizan fórmulas que buscan expresar las experiencias de costos de proyectos similares; claro está, con adecuaciones por los cambios de valor de la moneda, avances tecnológicos, cambios de moda, variaciones de productividad.

Conforme se desarrollan las etapas del proyecto, se podrá establecer una teoría del error probable del estimado de costos como la función de la información que se va generando. La información del proyecto es la definición de datos y premisas. En la medida que la operación de estimados de costos-desarrollo del proyecto avanza, y da luz verde como resultado de la rentabilidad, el rango de variación se va reduciendo. En el caso de que no hubiera luz verde, se busca modificar el proyecto en tamaño, calidad, alternativas de localización, cambios de procesos y otras variables a fin de optimizar el costo y ajustar la rentabilidad planteada, o definitivamente se cancela el proyecto.

### Costos estimados

Los estimados de costos son cálculos predeterminados tendientes a la evaluación económica de un proyecto seleccionado. Las técnicas de estimación de costos comprenden procedimientos para evaluar el proyecto conforme avanza su desarrollo.

Los estimados de costos deben estar presentes en todas las decisiones económicas del proyecto, desde la etapa de la investigación, estudios, ingeniería conceptual, ingeniería básica, ingeniería de detalle, la construcción y la operación, hasta el mantenimiento y el desmantelamiento. De hecho, su aplicación se da a lo largo de toda la vida del proyecto.

La cuantificación paramétrica de una idea aproximada del tamaño del proyecto y, aunque no es definitiva, hay beneficios en la aproximación del estimado. Por lo que se refiere a la composición de costos del parámetro, ésta se puede ajustar en forma gruesa con la asesoría de los diseñadores, ya que ellos manejan cotidianamente datos de sus diseños como kilogramos de acero por  $m^3$  en los elementos estructurales, cantidad de iluminación por  $m^2$ , cantidad de energía por  $m^3$ . Etc.

## Aproximación de los estimados de costos

La función de los estimados de costos es obtener montos que se acerquen a los costos reales. Su aproximación dependerá de la definición del proyecto. La citada aproximación de los estimados de costos con respecto al avance de los proyectos es fundamental.

Si los cálculos están equivocados por la aplicación de malas técnicas o porque se hicieron supuestos que de ninguna manera corresponden a la naturaleza de los proyectos, pueden ocasionar perjuicios graves que cancelen la factibilidad económica y, por lo tanto, la rentabilidad.

El desarrollo de un proyecto, llamado también ingeniería, se inicia formalmente después del proyecto de estudio, con la ingeniería conceptual. Esta comprende definiciones gruesas de alcance del proyecto, como la superficie total a construir, la distribución de áreas, el layout, el número de niveles, el tipo de estructura, la selección general de acabados y, por otra parte, información del sitio, como el levantamiento topográfico, levantamiento hidráulico, mecánica de suelos, servicios municipales de agua, alcantarillado, electricidad y gas, así como vialidades y accesos.

Para la estimación de costos en la etapa de ingeniería conceptual, se usan índices provenientes de experiencias. También se usan parámetros de costos de cimentación, muros con acabados, losas y pisos, salidas hidráulicas y salidas eléctricas. Para proyectos de urbanización se utilizan parámetros de pavimentos, banquetas, red de agua potable, red de alcantarillado, luminarias etc.

La aproximación en estimados de costos conceptuales se puede considerar +/- 30% de diferencias.

En la etapa de ingeniería conceptual, los estimados de costos, llamados de orden de magnitud, buscan tener principalmente una orientación hacia la factibilidad económica. Sus cálculos proporcionan datos relativos a la superficie construida, número de niveles, número de cuartos, capacidad de almacenamiento de materias primas, etc. Este estimado proporciona información del tamaño de la inversión.

Los estimados preliminares corresponden a la etapa de la ingeniería básica, que en los proyectos arquitectónicos se conoce como anteproyectos. En la elaboración de estimados, también se utiliza el factor exponencial, los factores de Lang y las técnicas del método modular, de tal manera que los índices de rendimientos y

consumos se aplican con la mayor aproximación por que las cantidades de obra están mejor definidas.

La relación que guardan los diversos elementos de una obra, en comparación con las experiencias de proyectos similares relativas a la producción de la planta, el consumo de energía eléctrica y de combustibles, la cantidad de mano de obra, de materiales y equipos, se puede tratar a través de factores de corrección a fin de que absorban las diferencias entre el proyecto nuevo y la experiencia obtenida en otros.

Si hay luz verde para continuar el diseño, en la ingeniería de detalle se determinará el proyecto ejecutivo, definiendo los planos elaborados en la ingeniería básica; lo mismo sucederá con las especificaciones. En esta etapa, los planos de proyecto de edificación tendrán un 100% de avance para las cimentaciones, estructuras, muros, azoteas, pisos, fachadas, sanitarios y la definición total de las alturas, dimensionamiento y refuerzos de acero, así como acabados e instalaciones.

Tratándose de proyectos de infraestructura y urbanización, se requerirá también el 100% del avance en todos los planos y especificaciones, como niveles de corte de las terracerías, de bases hidráulicas, de drenajes, de red de agua potable, de alcantarillado etc.

El procedimiento más común, que se viene utilizando para elaborar un presupuesto de detalle cuando ya se cuenta con un proyecto definido, es un catálogo de conceptos de trabajo, aplicándoles a cada uno un precio unitario que previamente ha sido estudiado.

Para que un estimado detallado integrado bajo estas bases tenga mínimo de errores, se debe tener una lista de conceptos de trabajo lo más completa posible para evitar omisiones de alguna parte de la obra. Además, el análisis de cada precio unitario deberá estar correctamente estudiado, adaptándose a la realidad del trabajo que se va a ejecutar y aplicando rendimientos correctos, que siendo los denominadores de todos los cargos que resultan en el análisis del precio, pueden hacer que éste varíe en forma notable.

La aproximación en estimados de costos detallados se puede considerar de +/- 5% de diferencia. Se puede decir que ante cierta información los parámetros alcanzan el mismo nivel y aún pueden ser más exactos que los estimados de precios unitarios.

## Aplicación de los parámetros de costos en los estimados

Los estimados paramétricos se pueden utilizar como una herramienta de buena calidad en las etapas de la ingeniería conceptual, donde la participación de factores de corrección es baja porque el proyecto es incipiente.

En la ingeniería se pueden utilizar parámetros de costos con mayor aproximación, porque se pueden implementar más factores de corrección en términos de una más amplia información del proyecto.

En la ingeniería de detalle hay dos aplicaciones de los parámetros. Una, para evitar la revisión de un presupuesto elaborado por precios unitarios, en donde es fácil comparar el monto de las partidas e interpretar las desviaciones encontradas. La otra es para la preparación del estimado.

### **2.2 Factores de corrección y modelos de costos**

Para el diseño y cálculo de los parámetros se pueden utilizar un proyecto prototipo o datos estadísticos de proyectos similares, en donde la información histórica se clasificará conforme al catálogo de recursos obtenido de las partidas del presupuesto.

Para facilitar el manejo de costos de cada partida, los recursos se agruparán alrededor de uno de ellos. Dicho recurso los representará en la mejor forma posible. Esta agrupación permitirá una notable simplificación en los procesos matemáticos y, aunque algo de la precisión se pierda, la aproximación del cálculo es bastante aceptable desde el punto de vista económico.

El listado de los recursos seleccionados se enunciará en el catálogo de la partida. Así, por ejemplo, las arenas de diferentes calidades y las gravas de diferentes dimensiones se agruparán en un solo recurso que pudiera ser la grava de  $\frac{3}{4}$ "; las tuberías de cobre de diferentes diámetros y sus conexiones podrán estar representadas por la tubería de cobre de  $\frac{1}{2}$ ".

Los modelos matemáticos se desarrollan con técnicas de correlación estadísticas. Son diseñados, elaborados y calculados de tal manera que puedan representar la composición de costos y cantidad de obra de las partes fundamentales de los proyectos que se desee evaluar. La preparación de modelos se inicia con la descomposición de partes funcionales y luego se dimensionan los elementos que sean representativos de las citadas partes fundamentales.

Un sistema de costos requiere obligadamente de un adecuado y bien diseñado catálogo de cuentas, llamado frecuentemente en el ámbito de la construcción catálogo de conceptos de obra.

El catálogo de conceptos es la llave de oro necesaria que permitirá obtener, además de la información estadística, un efectivo control de costos de la obra en todos los sentidos, y cuyos resultados debidamente registrados servirán posteriormente para preparar mejores estimados.

Sin catálogo de conceptos no es posible elaborar costos porque éstos, al no tener una base consistente, variarían por tener diferente agrupación y alcance.

El catálogo de conceptos es la llave indispensable con la que se inicia el control de un proyecto de inversión, ya que cuando se termina un anteproyecto de construcción o se ha resuelto el programa de necesidades, los catálogos se vuelven indispensables, es cuando todas las partes del desarrollo del proyecto empiezan a ser sujetas de un detallado análisis y cuando se puedan medir con mayor precisión las consecuencias de las decisiones.

Los proyectos de construcción, por su magnitud, sus tiempos mínimos de ejecución, los montos de sus inversiones y su complejidad creciente, requieren cada vez más de datos confiables para la elaboración de estimados.

“La única manera de que el cliente inversionista y la empresa constructora eviten problemas, es manteniendo y actualizando los archivos estadísticos de costos.”  
(TUFÍÑO, 2009)

Por lo tanto, no está de más repetir que el catálogo es la llave indispensable con la que se inicia el control de un proyecto de inversión, ya que cuando se termina un anteproyecto arquitectónico o se ha resuelto el programa de necesidades, los catálogos se vuelven indispensables, es cuando todas las partes del desarrollo del proyecto empiezan a ser sujetas de un detallado análisis y cuando se pueden medir con mayor precisión las consecuencias de las decisiones.

### **2.3 Catálogos funcionales y de actividades**

El catálogo de cuentas debe tener una gran funcionalidad, ya que debe servir para los objetivos de la planeación, presupuestos de inversión, control financiero, flujo de efectivo y control de diseñadores, contratistas y proveedores.

Para el control financiero habrá que diseñar el catálogo considerando con todo detalle los insumos que surgen de la dinámica del control durante el proceso de construcción y después, durante la operación del negocio.

El catálogo permite llevar a cabo el control de los gastos de diseño de los contratistas y proveedores, cuando en su estructura aparecen cuentas o subcuentas fácilmente identificables con el avance del proyecto, de la obra y de los suministros.

El catálogo de cuentas ordena la estrategia en la planeación de un proyecto, hecho que se lleva desde el análisis de inversión en sus etapas preliminares hasta la operación de la misma como negocio.

En la medida que el catálogo de cuentas considere todos los rubros del presupuesto de inversión, se estará garantizando el manejo administrativo, contable y fiscal del proyecto.

En materia de presupuesto de inversión, el catálogo hace posible la formulación de éste en forma organizada, para que la cuantificación de los insumos sea debidamente identificada y no haya omisión de ninguno de ellos por pequeños que sean.

Por otra parte, el catálogo debe comprender los rubros íntimamente ligados con el flujo de efectivo del proyecto, rubros muy enfocados a la relación entre el programa general de actividades y la optimización en el uso de los recursos disponibles.

El flujo de efectivo en sus reportes elaborados conforme al catálogo, resulta un termómetro a través del cual se va conociendo la presión ejercida por los gastos del diseño, de la obra y de otros gastos del proyecto.

## Catálogo de subsistemas

Las técnicas aplicables al diseño a catálogos recomiendan que éstos se estructuren partiendo de cuentas mayores o principales hacia los conceptos particulares, constituyendo progresivamente cuentas o sistemas, subcuentas o subsistemas y se continúe como sea necesario.

Si a los diversos proyectos de construcción se les considera como sistemas o cuentas, éstos a su vez tienen subsistemas o subcuentas, que en el sector de la construcción son aquellas obras comunes en carreteras, presas, canalizaciones etc.

### Diseño de un catálogo

Para el diseño de la estructura de un catálogo de conceptos se recomienda cumplir con los siguientes objetivos:

Contar con una estructura lógica consecuente con los trabajos de obra que se van a estimar.

Tener divisiones de los diferentes tipos de obra, de tal manera que estos subsistemas o subcuentas sean fácilmente identificables.

Los subsistemas en conjunto deben abarcar toda la obra, a fin de no tener que diseñar posteriormente algún subsistema menor.

Tener su código o clave.

Describir en forma breve el concepto de trabajo, a fin de simplificar y facilitar su lectura e identificación dentro de la gran cantidad de conceptos que se deben clasificar.

Codificar los subsistemas utilizando series de números de las llamadas "divisiones mayores".

### Sistema funcional y sistema por actividades

Un catálogo de conceptos con un sistema funcional de clasificación, se diseña a través de las divisiones primarias, estableciendo el propósito o función que deben cumplir en conjunto los conceptos de trabajo de esa división. De esta manera, en la partida de cimentación, los conceptos de trabajo que la componen en conjunto tienen como función transmitir las cargas de la superestructura al terreno.

Por su parte, un catálogo de conceptos con un sistema por actividades se diseña a través de divisiones que agrupan conceptos de trabajo donde participan en su

ejecución el mismo tipo de operarios o de maquinaria. De esta manera, en la partida albañilería, los conceptos de trabajo que la componen son ejecutados únicamente por los albañiles, independientemente de la función que desarrollen. En la partida de albañilería aparecerá la ejecución de albañales como trabajos de cimentación o levantado de muros.

Este sistema fue útil en el pasado como una manera práctica de controlar el presupuesto respectivo. Se recomienda, hasta donde sea posible, tanto para el sistema funcional como para el sistema por actividades, elaborar los listados con la secuencia cronológica de la obra o la secuencia de operación del proyecto.

### Especificaciones

Las especificaciones se pueden definir como el conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que se establecen para la ejecución de las obras.

Las especificaciones generales de construcción son un documento que recopila diversas alternativas sobre requerimientos y calidades de los elementos de construcción.

Las especificaciones complementarias las establece el cliente para la aplicación de necesidades particulares de una obra determinada y, por lo tanto, modifican, amplían o anulan las especificaciones generales.

Las especificaciones generales deben cumplir tres requisitos:

El primero, cubrir los tipos de obra que el cliente realiza cotidianamente.

El segundo, cubrir las partidas que integran cada uno de los diferentes tipos de obra.

El tercero, cubrir los conceptos de obra en que pueda ser dividida la misma. Este tercer requisito es fundamental para fines de medición.

Las especificaciones deben cumplir con los siguientes aspectos:

Definición del concepto.

Concepto de obra-especificación

Frecuentemente algunos profesionales de la construcción consideran que la descripción del concepto de obra es su propia especificación de construcción, y

esto causa la controversia de si la especificación genera el concepto de obra o el concepto genera la especificación.

Lo anterior da pie a señalar que el concepto es una parte de la obra, parte que obedece a una división razonada de la misma, y que para materializarla se debe ejecutar con forme a las especificaciones determinadas. Ahora bien, para el enunciado del concepto de obra sólo se requiere una descripción sencilla y precisa en cuanto a las referencias de la o las especificaciones que debe cumplir.

Las actividades y los conceptos de obra.

Las actividades son partes precisas del trabajo de las obras. En general, su ejecución se lleva a cabo por una máquina o un operario específico. Una actividad puede ser un concepto de trabajo o varias actividades integrar uno solo. La excavación es una actividad y puede ser un concepto. Las actividades de excavación, tendido de tuberías y relleno de cepas en conjunto pueden también ser un concepto.

Reiterando lo expuesto, las especificaciones tienen una íntima relación con los catálogos de conceptos, en buena medida los originan, y toda vez que el concepto de obra está normalizado por la especificación correspondiente, deberá estar referido a ella, motivo por el cual el primer término clave o código deberá forzosamente hacer referencia a la especificación que define y norma el concepto de obra.

## **2.4 Elaboración del presupuesto**

El presupuesto es un documento crucial de la planeación y un vínculo de comunicación entre todos los interesados en el proyecto, incluyendo al equipo del proyecto y los departamentos funcionales de una organización. Un presupuesto establece firmemente los objetivos y la asignación de recursos que suelen afectar a todas las partes de la organización, que incluyen a otros proyectos. Como una herramienta de planeación y comunicación, el "presupuesto nunca debe considerarse invariable, si no que debe modificarse conforme se tiene nueva información y se actualiza el plan de proyecto." (TUFÍÑO, 2009)

Cuando un proyecto no cumple su meta de presupuesto, es útil tener en mente que este fracaso se puede deber a una mala administración del proyecto, a un mal presupuesto o simplemente a un entorno cambiante.

En general, los presupuestos se establecen en unidades monetarias, pero se puede usar cualquier unidad (como horas-hombre). Además, como parte del presupuesto deben indicarse con claridad los eventos importantes del proyecto. Los presupuestos se actualizan con regularidad. El horizonte de planeación y la frecuencia de las actualizaciones son aspectos importantes; es común usar un horizonte periódico (por ejemplo, cada trimestre de los siguientes 12 meses se actualiza el presupuesto). La cuestión de la frecuencia con que debe actualizarse el presupuesto no tiene una respuesta clara depende de factores como la duración, el costo y la prioridad del proyecto.

En el contexto del presupuesto se deben considerar cuatro tipos de costos:

- Costos directos
- Costos de materiales
- Costos generales e indirectos
- Costos de penalización y-o bonificaciones

Los proyectos tienen como objetivo final obtener un beneficio económico, en el caso de empresas, ya un beneficio social, en caso de las organizaciones. Y en ambos casos tener claros y bien estimados los costos no ayudará:

- Tener una buena estimación de la rentabilidad esperada
- Comparar los beneficios esperados con los costos previstos
- Valorar la conveniencia de iniciar el proyecto
- Acotar la inversión y financiación necesaria
- El presupuesto de un proyecto es una estimación detallada y distribuida en el tiempo de los costos necesarios para llevarlo a cabo.

## Plan de Gestión de Costos

El plan de gestión de los costos tiene como objetivo definir cómo se van a planificar, monitorizar y controlar los costos del proyecto y gestionar las posibles desviaciones (ahorros o sobrecostos)

Por lo tanto, el plan de gestión de costos del proyecto debe contener:

- El nivel de exactitud, función del alcance de las actividades y la magnitud del proyecto y de detalle.
- El tipo de costos que se incluyan (directos, indirectos, los ciclos de vida del producto)
- Las unidades de medida que se utilizan en las mediciones
- La línea base del presupuesto con la que comparar el avance real durante la ejecución
- Las medidas de desempeño, indicadores de rendimiento para detectar las desviaciones
- Umbrales de control a partir de los que activar las respuestas a la variación de los costos
- El procedimiento para gestionar las desviaciones del costo respecto a línea base
- Los procedimientos de control de cambios en el presupuesto
- Formatos y descripciones de los procesos

En la práctica interactúan entre sí y se superponen. En proyectos pequeños, la estimación de costos y la preparación del presupuesto suelen considerarse un único proceso. En cualquier caso, la definición temprana de cuál es el verdadero alcance, qué está incluido y qué no, es crítica para tener una estimación lo más precisa y exacta de los costos del proyecto.

## Costos que se deben tomar en cuenta

Los costos que se habrán de considerar serán no sólo los correspondientes a recursos humanos sino también la contratación de servicios externos, las adquisiciones de bienes y equipos, los controles de calidad, los resultantes de los planes de respuesta a los riesgos, los costos de los materiales asociados al proyecto, los gastos de oficina etc.

Dependiendo de los proyectos, el coste de operación y mantenimiento de la infraestructura puede ser muy alto. En estos casos se deberá incluir en las decisiones del diseño y proyecto a abordar. Podría darse el caso de que se logren ahorros en el diseño y construcción de una determinada infraestructura pero los

costos en la fase de operación y mantenimiento sean muy superiores. Puede tener un costo de inversión bajo pero un costo de operación y mantenimiento alto y viceversa y teniendo ambas alternativas, se deberá evaluar sus VAN, TIR. Para ver si los ahorros en primera instancia son mayores y menores que los sobrecostos durante la vida útil del proyecto.

Al costo que incluye los costos del proyecto, desarrollo, ejecución, operación y mantenimiento y operación los llamamos costos del ciclo de vida del producto.

### Tipos de costos

Los costos del proyecto se dividen generalmente:

- Directo; son los costos que es atribuible directamente al proyecto: mano de obra, como la interna y subcontratada, materiales y equipamientos
- Indirecto, correspondiente a la organización y no directamente atribuibles al proyecto: administración general, gastos corporativos, electricidad. Estos a su vez se pueden categorizar en:
  - Gastos generales: alquileres de oficina
  - Gastos generales y administrativos, que permiten a la organización operar: costos del departamento financiero y de la alta dirección, servicios jurídicos.
- Variables, si dependen de la producción o de la cantidad de trabajo realizado: papel, gasolina de los vehículos, gastos de viajes.
- Fijos e independientes de la cantidad de trabajo realizado, como el alquiler de oficinas.

### Niveles de detalle y precisión del presupuesto

Los costos se estiman con diferente grado de detalle en función del nivel de información disponible:

- Información básica en los estudios de viabilidad o de selección de proyectos.
- Cuando los objetivos y el alcance están definidos y existe información razonable de recursos, materiales.
- Cuando existe información detallada a nivel de paquetes de trabajo y actividades.

Generalmente, el análisis de los costos en que se han desglosado los paquetes de trabajo de la EDT. Pmbook define tres niveles de error que son: (Pmi, 2014)

- “El rom (Rough Order of Magnitud) que sería el nivel menos preciso y que variará entre un más menos 50% respecto al real aunque dependerá del conocimiento del proyecto y de las diferencias respecto a otros proyectos similares.
- La estimación del presupuesto que se realiza durante la fase de planificación y que puede variar respecto al presupuesto real entre -10% y un 25%.
- La estimación definitiva que se irá afinando conforme avance el proyecto y se ejecute una parte relevante del mismo que se ajustará al rango de +10% y -10%.”

Procesos del plan de gestión de costos del proyecto.

Se presentan los tres procesos del grupo de procesos asociados a la gestión del proyecto, dos de ellos desarrollados en la fase de planificación y un tercero en la de supervisión y control:

Estimación de costos

Para abordar este proceso se debe conocer bien el trabajo que va a tener que realizar y cuánto tiempo le va a llevar hacerlo. Trata de estimar con la máxima exactitud cuánto va a costar realizar cada actividad. Por ello, para cada actividad se estiman las horas necesarias por tipo personal, los costos de materiales necesarios, posibles compras a proveedores o servicios de consultoría.

Elaboración de presupuesto

En este proceso se van agregando los costos de cada actividad para estimar los de cada paquete de trabajo, cuentas de control definidas y, así sucesivamente, hasta llegar a los del proyecto completo. Con todo ello, se preparara una línea base del desempeño de costos de ejecución del proyecto.

(s.f.).

Pmi. (2014). *Manual para la certificación PMP*.

## Control de costos

Durante la ejecución del proyecto se debe supervisar el trabajo realmente completado, las horas realmente dedicadas a cada actividad, los materiales realmente comprados, el precio final real de las compras de servicios o equipamientos. Estos costos los compara con los previstos y realiza, si procede, los cambios en la línea base que sean aprobados mediante el procedimiento integrado de gestión de cambios establecido

## Estimación de costos

A la hora de realizar la estimación de los costos conviene tener en cuenta algunos aspectos o buenas prácticas que, por repetidas, no siempre se tienen en cuenta. Las estimaciones serán más detalladas conforme mejor y más completa sea la estructura de desglose de trabajo que permitirá una descomposición en actividades más acotadas. Así mismo, las estimaciones conviene que las haga quien realmente hace o va a hacer el trabajo para completar la actividad apoyándose en la experiencia y el conocimiento adquirido por la empresa en proyectos anteriores.

Una vez completa la estimación se guardará la línea base de costos, que no deberá ser modificada salvo tramitación expresa mediante el sistema integrado de control de cambios y aprobación por el comité.

## Línea base del alcance

Nos informa sobre el detalle de las actividades a estimar, el alcance y las restricciones que tiene el proyecto y, en ella, encontraremos los tres documentos que la componen:

- El enunciado del alcance de trabajo: Objetivos entregables del proyecto que se necesitarán conocer para estimar los costos.
- La EDT que informa del trabajo cuyo costo debemos estimar.

## Cronograma del proyecto

Muestra la duración general del proyecto y cómo se distribuyen en ese período las actividades. Contiene las actividades, tipo y cantidad de recursos necesarios para su realización y las fechas previstas de inicio a fin. Las fechas afectan a los costos de diferentes maneras: una compra anticipada puede permitir conseguir mejores precios; por otra parte, los gastos financieros variarán con el cashflow del proyecto.

## Plan de recursos humanos

Con las horas asignadas por perfil de trabajador y sus costos horarios se deberá estimar el costo asociado a los recursos humanos de cada actividad. Los niveles salariales y los bonus asociados a los objetivos del equipo afectarán al costo del proyecto.

# Capítulo 3

En este capítulo se enfoca al proceso de control y de monitoreo de un proyecto, se analiza y regula el avance del mismo para poder cumplir los requisitos del proyecto y las expectativas de las partes interesadas. Recopilar, medir y distribuir la información sobre el desempeño y evaluar las mediciones y tendencias que van a permitir efectuar las mejoras al proceso.

Asimismo obtener resultados, se determinan acciones correctivas, preventivas o se modifican los planes de acción y se determina si las acciones implantadas están teniendo el efecto deseado y resolviendo el problema.

Conocer la técnica como el valor ganado para el seguimiento del proyecto, permite mantener el control en cualquier instante, analizar y contar con información estadística y el avance real del proyecto.

### **3.1 Esquema en el control y seguimiento**

Para hacer el seguimiento detallado del proyecto deberemos obtener un código de proyecto y asignar unos sub códigos a las diferentes tareas de la EDT para que los miembros del personal puedan asignar las horas dedicadas a cada tarea de cada proyecto con la frecuencia y el grado de detalle acordado.

Asimismo, en el plan de comunicación definiremos las fechas o frecuencias de los informes, reuniones, actas, formatos y contenidos de los mismos y decidiremos quién recibirá esa información

#### Seguimiento y control del proyecto

Para ello debemos recoger y mantener información sobre el cumplimiento del cronograma, de las horas dedicadas y de los gastos incurridos. Trataremos de presentar de manera simplificada cómo recoger, analizar y reportar el estado en estas tres áreas.

Un sistema de estas características tiene tres elementos:

- Los inputs (datos que describen aspectos del desarrollo del proyecto).
- Procesos (carga, almacenamiento y análisis de los datos)
- Outputs (indicadores, informes, conclusiones).

Además de definir los datos que hay que recoger debemos definir quién los recoge, como los recoge y con qué frecuencia y como los va a cargar en el sistema.

#### MONITORIZAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO

Según se compara el avance entre lo planificado y lo real y se toman medidas, se identifican nuevos riesgos, se mantiene una base de información precisa que permita reportes correctos y se proporcionan proyecciones de plazo o coste al final de proyecto.

Un proyecto debe mantenerse bajo control. Si se detecta un retraso en el proyecto o un sobrecosto en el presupuesto o un riesgo imprevisto. Si bien por motivos

expositivos se separan los procesos de ejecución y supervisión, realmente son procesos que se desarrollan de forma paralela retroalimentándose.

De esta manera, durante la fase de ejecución, se van tomando datos para calcular los indicadores de desempeño del proyecto, (monitorizar y controlar el trabajo del proyecto), que son evaluados y si procede, se definen medidas de actuación que se tramitan (gestión integrada de cambios) y que, en caso de aprobarlos, permitirá su implantación en el proceso de ejecución, volviendo a iniciar el proceso

### **3.2 MONITORIZAR Y CONTROLAR EL TRABAJO**

Se va midiendo y controlando el avance del proyecto y sus variaciones respecto a lo previsto para, si procede, proponer una solicitud de cambios con el objetivo de encauzar el proyecto hacia los objetivos que medirán el éxito del mismo.

#### **ENTRADAS:**

Plan para la dirección del proyecto

Se indica cómo coordinar los ocho planes subsidiarios correspondientes a cada área de conocimiento. Es la hoja de ruta del proyecto, el documento de referencia ante cualquier duda o Incidente.

Informes de desempeño

Informan con el detalle requerido cómo va el proyecto a todas las partes interesadas, cuánto se ha adelantado o retrasado, cómo ha ganado el alcance de que inicialmente fue previsto o qué previsiones hay sobre el presupuesto estimado a la conclusión. Incluirá la Información de estado de las actividades del proyecto que están siendo ejecutadas, entre otras:

- Calendario de progreso indicando información de estado.
- Entregables completados y no completados.
- Actividades que se han comenzado y las que se han finalizado.
- Costos autorizados incurridos.

- Estimación para completar las actividades que se han iniciado.
- Porcentaje completado de las actividades en curso.
- Detalle de la utilización de recursos.
- Detalle de la conformidad con los estándares de calidad.
- Lecciones aprendidas enviadas a la base corporativa de conocimiento.

#### Activos de los procesos de la organización

Incluyen pautas e instrucciones de trabajo normalizadas, los requisitos de comunicación y cauces establecidos, los procedimientos, plantillas, métodos y lecciones aprendidas en proyectos anteriores durante esta fase de dirección y otros elementos de interés.

En este proceso serán especialmente relevantes los procedimientos de control financiero, los de gestión de incidentes y defectos, los de seguimiento de riesgos y las bases de datos para la medición de procesos y la de lecciones aprendidas.

Un elemento importante es el sistema de autorización de trabajos que se implante, el cual busca evitar que haya trabajos que se empiezan sin ser necesarios y/o autorizados y retrasen recursos de otras tareas más críticas o incurrir en gastos no deseados en ese momento.

#### TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

Solicitud a expertos internos o externos de evaluaciones del desempeño que permitan una mejor identificación de los problemas y una más acertada definición de las soluciones.

Softwares disponibles en la organización como ayuda a la gestión de proyectos y que mantengan informado del estado de las tareas del proyecto. Son críticos para saber cuál es su estado real.

Se puede incluir herramientas manuales y automatizadas, técnicas y procedimientos informes, reuniones, gestión a través de rutas de observación.

## SALIDAS:

### Solicitudes de cambio

Son el elemento más relevante durante la fase de supervisión y control. Al detectarse esta necesidad se activa el proceso integrado de control de cambios que vemos con más detalle en el siguiente proceso.

### Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Como resultado del avance se podrán producir cambios que hay que documentar para tener actualizados los diferentes planes subsidiarios y sus líneas de base.

### Actualizaciones a los documentos del proyecto

Se actualizarán los informes de desempeño de forma periódica, las proyecciones de los costos y plazo final, los registros de riesgos, incidentes.

## **3.3 REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS**

Es uno de los aspectos más importantes de la ejecución de un proyecto. Si el cliente solicita una ampliación del alcance y se estima que supondrá un costo adicional determinado. Lo primero que se debe hacer será evaluar el impacto del cambio en todas las facetas del proyecto si afecta al plazo, si añade nuevos riesgos, si se requerirán nuevas compras, si se requiere consultar con alguna parte interesada nueva. Se deberá evaluar su implicación en todo el proyecto para, con toda la información, poder buscar alternativas y presentarlas a la dirección para su aprobación o no.

Pero para evaluar correctamente este impacto, se debe tener un plan de gestión del alcance bien definido con el que comparar el nuevo escenario y una descripción del alcance del producto y del proyecto perfectamente clara. Si no, comenzarán los problemas con el cliente.

Muchas de las actividades que se han tratado y se tratarán en este manual van dirigidas a reducir al máximo los cambios y a poder evaluarlos de la mejor manera posible para tomar la mejor decisión con la información y el equipo disponible. Pero los cambios siempre aparecen y hay que actuar de manera que las decisiones estén alineadas con los objetivos iniciales del proyecto que, a su vez, estén con los de la empresa.

Cuando es necesario realizar un cambio se aplica este proceso que describió en el pasado punto y que, básicamente, evalúa si las ventajas obtenidas con el cambio son superiores a los impactos negativos sobre otras áreas del proyecto.

En cualquier caso, y antes de que nada, se debe evitar el aumento del alcance mediante pequeños cambios a veces imperceptibles que van llegando de un lugar y otro que, por pequeños, no se registran, pero que acaban teniendo un impacto relevante en el costo o en el plazo. Y evitar cambios innecesarios o contraproducentes para los objetivos del proyecto.

Los cambios en el proyecto pueden venir del cliente, del equipo, de la dirección, de los interesados. Cuando llegan, hay que evaluar cómo afectan al costo y el plazo así como al alcance y calidad del proyecto.

Los cambios son inevitables, así que conviene tener establecido un procedimiento para gestionar los cambios. Se debe definir un flujo establecido de solicitud, análisis, evaluación, información y decisión por parte de las personas con capacidad de decisión. Debe quedar bien claro quien tiene autoridad para decidir qué cambios y en función de qué alcance. Suele ser recomendable que haya un comité de cambios, que pueden ser el equipo núcleo en primera instancia y el responsable del proyecto, la alta dirección y el cliente en segunda instancia.

#### Procedimiento general de solicitud, evaluación y aprobación de cambios

Aunque, lógicamente, la primera actuación debiera ser la de prevenir las causas raíz de los cambios, estos pueden ocurrir. En caso de que ocurran, el esquema general a seguir sería el siguiente:

Tener previsto este procedimiento asegurará que se tomen decisiones correctas (o al menos de forma sistemática y con los datos y opiniones más fundadas), habiendo realizado un análisis completo antes de tomar una decisión sobre si realiza o no el cambio y habiendo sido informadas las personas que necesitan saberlo.

Tomando como base el anterior, se puede definir uno más operativo que describe detalladamente cada paso a dar ante la posibilidad de un cambio y que se compone de una serie de acciones que se describen a continuación:

1. Identificar el cambio En caso de proceder de alguien que no sea él, se debe clarificar cuál es el cambio propuesto (como un procedimiento reducido de elaboración del documento de requisitos del proyecto), quién lo pide y si ambas partes entienden lo mismo.

Se debe pedir al solicitante que lo envíe por escrito o que sea el responsable del proyecto quien por escrito comunique al solicitante que ha entendido y en qué términos.

2. Una vez clarificado, el responsable debe evaluar el efecto potencial, del cambio sobre los diferentes aspectos del proyecto

3. Crear una solicitud de cambio de acuerdo a la plantilla establecida que recogerá la descripción, el motivo, los impactos, las alternativas. .

4. Desarrollar el control integrado de cambios que incluirá:

4.1. Evaluar la idoneidad del cambio: en ese momento, el responsable deberá informar del posible cambio al comité de cambios a personas y equipos participantes e interesados, dependiendo de los casos- para que, desde su punto de vista, valoren las implicaciones del cambio

¿Es necesario? ¿Se obtendrán más ventajas que inconvenientes? ¿Qué otras áreas de conocimiento de la gestión se van a ver afectadas? ¿Se afectan positiva o negativamente?

4.2. Generar posibles soluciones con sus ventajas e inconvenientes y proponiendo la o las más adecuadas.

4.3. Aprobar o rechazar la solicitud en función de la importancia y el impacto de la medida y la valoración de los resultados de las medidas analizadas, con sus ventajas e inconvenientes (y posibles impactos secundarios).

Recogidas las respuestas de los implicados y su aprobación o rechazo al cambio, se busca, si es necesario, el visto bueno del cliente

4.4. Se actualiza el estado del cambio en el sistema de control de cambios dándolo como aprobado o rechazado.

4.5. Si se aprueba, se debe elaborar un pequeño plan de implantación del cambio: los pasos a dar, las personas a implicar y, si procede, integrarlo en el cronograma y en la estructura desglosada de tareas (EDT), en el presupuesto.

5. Actualizar la documentación afectada por el cambio, básicamente las líneas base del costo, plazo, alcance y riesgos.

6. Informar a los interesados del cambio, gestionando sus expectativas, de los cambios que afectan a cada interesado y la forma de proceder.

#### Prevenir o corregir problemas

Durante la ejecución del proyecto, se va comparando los datos reales con los previstos y si encuentra problemas, se tiene que evaluar la necesidad de cambiar la forma en que se está trabajando. Un cambio de este tipo es una acción correctiva.

Pero para abordar una acción correctiva es necesario hacerlo de forma adecuada y con un procedimiento, sin improvisar. Se crearán indicadores de medición, un plan de base realista, una medición continua a lo largo del proyecto que permita detectar que el proyecto está desviándose, descubrir la causa raíz (y de esta manera, la solución definitiva) y se seguirán midiendo una vez que se ha aplicado la acción correctiva para ver si se obtienen los resultados requeridos y poder recomendarla como lección aprendida para futuros proyectos.

Pero, por el contrario, puede ocurrir que de la propia experiencia, de las lecciones aprendidas o del análisis de riesgos realizado se definan un tipo de acciones encaminadas a que determinados problemas no ocurran. En este caso se habla de acciones preventivas.

Las acciones preventivas tratan de anticiparse a posibles incidentes, desviaciones o problemas para que:

- Un problema que acaba de ocurrir no vuelva a ocurrir más adelante
- Reasignar un recurso que en las últimas mediciones de desempeño había bajado su calidad.
- Formando a personas del equipo en temas que pueden ser requeridos durante el proyecto.

Tanto en el caso de las acciones correctivas como preventivas, cualquier cambio en el plan para la dirección del proyecto, las líneas de base, las políticas, procesos o instrucciones, acta de constitución o contratos requerirán una aprobación de acuerdo al proceso de gestión integrada de cambios.

#### Descripción del proceso

Mediante este proceso se revisan todas las solicitudes de cambios, se aprueban y gestionan los cambios a los entregables y a los documentos relevantes como el plan de dirección del proyecto. Debe ser un proceso riguroso y continuo de los cambios de tal manera que se asegure que solamente los cambios aprobados se incorporan a las líneas de base de alcance, costo, tiempo y de riesgo revisadas.

Un sistema de gestión de la configuración acompañado de un control integrado de cambios proporciona una manera normalizada, efectiva y eficiente de gestionar de forma centralizada los cambios y las líneas de base aprobados dentro de un proyecto

El control de la configuración se centra en el código, trazabilidad, versión, especificación de entregables y procesos. El control de cambios se centra en que sean estudiados y aprobados por las personas competentes y aplicados correctamente, documentando y controlando los cambios al proyecto y sus líneas de base.

De acuerdo a PMBOK, entre las actividades más relevantes de la gestión de la configuración están: (Pmi, PMBOK quinta edición en la gestión de proyectos, 2014)

- Identificación (códigos a utilizar).
- Informe de estado (listado de identificación de la configuración aprobada, de los cambios propuestos a la configuración y el estado de implementación de los mismos)
- Verificación y auditoría (ver que se cumple, es correcta y los cambios siguen el proceso definido).

Mediante este proceso se revisan todas las solicitudes de cambios en documentos, procesos, entregables, líneas de base..., se evalúa su impacto y, si procede, se aprueban, se informa a todas las partes interesadas y se pone en marcha.

## ENTRADAS:

### Información sobre el desempeño del trabajo

Durante la ejecución del proyecto se reciben datos de asignaciones de horas reales a cada actividad, los costos reales de los recursos materiales y equipamientos, los nuevos costos no previstos y se documentan en el informe de desempeño. De esta manera, en todo momento, se sabrá el costo real del proyecto. Y realiza esto mismo para el caso de la duración de cada actividad y los plazos finales y para la línea base del alcance.

Este seguimiento nos permitirá valorar la necesidad de tomar o no medidas para tratar de mantener el presupuesto final en el costo, plazo o alcance. Incluirá, como se había visto antes, información como:

- Calendario de progreso indicando información de estado.
- Entregables completados y no completados.
- Actividades que se han comenzado y las que se han finalizado.
- Costos autorizados incurridos.
- Estimación para completar las actividades que se han iniciado.
- Porcentaje completado de las actividades en curso.
- Detalle de la utilización de recursos.
- Detalle de la conformidad con los estándares de calidad.
- Lecciones aprendidas enviadas a la base corporativa de conocimiento.

### Solicitudes de cambio

Las solicitudes de cambio recibidas, se evalúan y aprueban o no. Puede haber cambios solicitados sobre el alcance, los planes de gestión, los procedimientos los costos. Puede haber también recomendaciones de cambios ya correctivas, ya preventivas y de reparación de defectos.

### Activos de los procesos de la organización

En este caso, se tendrán en cuenta procedimientos, instrucciones, plantillas y otros elementos que la empresa tiene definidos para realizar los controles de cambios,

pudiendo variar si el cambio afecta al proceso, a la documentación interna, o al entregable.

## TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

### Juicio de expertos

Puesto que un cambio solicitado puede tener un gran impacto en los resultados de un proyecto, en ocasiones el equipo de dirección se asesora sobre aspectos técnicos y de gestión que les permita evaluar mejor el impacto sobre las diferentes partes del proyecto, muy especialmente en áreas en las que se requiere una experiencia o un conocimiento que no tiene el equipo. Por ello se podrá contar con consultores, proveedores, asociaciones del sector, expertos en la materia.

### Reuniones de control de cambios

Un cambio normalmente afecta a directa o indirectamente al trabajo que están desarrollando otros equipos. Por todo ello, es fundamental que todos estos equipos sean informados del cambio y puedan evaluar el impacto que va a tener en su trabajo. Para ello se pueden crear comités de cambios y establecer reuniones de evaluación y decisión sobre los cambios propuestos.

Normalmente se suelen establecer reuniones periódicas, donde las diferentes partes interesadas se reúnen, habiendo recibido con anterioridad la documentación relativa al cambio propuesto, para opinar sobre los impactos positivos o negativos, las ventajas e inconvenientes del cambio y decidir si se lleva a cabo.

Es importante recordar que la solicitud de cambio llega desde el proceso de monitorizar el control del trabajo del proyecto pero el cambio, si procede, se hace en el proceso de dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.

## SALIDAS:

### Actualizaciones a las solicitudes de cambio

El estado de todos los cambios, aprobados o no, se actualizará en el registro de solicitudes de cambios como parte de las actualizaciones a los documentos del proyecto.

### Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Todo cambio generará la necesidad de actualizar alguno de los documentos como las líneas de base de costos.

Actualizaciones a los documentos del proyecto

Se actualizarán todos aquellos documentos que estén sujetos a revisión de acuerdo al sistema de gestión integrada de cambios y, muy especialmente, el registro de solicitudes de cambio.

### **3.4 CONTROL DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO**

#### CONTROLAR EL ALCANCE

Mediante este proceso se monitoria el estado del avance del proyecto y del producto y se compara respecto a lo inicialmente previsto en la línea base del alcance. Asegurando que los cambios solicitados o acciones preventivas o correctivas se realicen mediante el proceso de control de cambios definido y se gestionen los cambios reales realizando una supervisión de su eficacia tratando en cualquier caso de mantener una actitud (y unos indicadores) que permitan detectar indicios de problemas lo antes posible.

En ocasiones, en la fase de ejecución del proyecto, se producen cambios inesperados. El cliente solicita una nueva funcionalidad a añadir al producto. O, en otros casos, es una característica del producto que está desarrollando el equipo y que acaba no siendo correcta con lo que se debe repensar.

Para controlar el alcance se necesita:

- Completar el entregable.
- La definición clara del alcance (línea de base del alcance).
- Ser conscientes de los requerimientos iniciales.
- La matriz de trazabilidad de requisitos (con el historial de cambios y razones)

Se mide el desempeño del alcance respecto a la línea de base del alcance. Se evalúa la magnitud de las variaciones respecto a lo inicialmente establecido.

- Se decide si procede solicitar una acción correctiva y/o preventiva

- En todos los casos se evalúa si se actualiza el plan de dirección del proyecto o sus documentos

Este proceso implica una actitud muy proactiva que lleve al detectar con antelación los cambios en el alcance que pueden afectar al proyecto y tener previstas posibles alternativas para prevenirlos, mitigarlos o eliminarlos.

## CONTROLAR EL ALCANCE

Es el proceso que consiste en monitorizar el estado del alcance del producto y el producto y en gestionar cambios a la línea base del alcance. Implica medir el avance y desempeño del alcance del producto y del proyecto y gestionar las actuaciones derivadas de los cambios necesarios.

### ENTRADAS:

- La línea base del alcance, compuesta por el Enunciado del Alcance del Trabajo, la EDT y que compara el avance real con el previsto para detectar variaciones superiores a los umbrales tolerables y, si esto ocurre, tomar medidas para reenfocar el proyecto.
- El plan para la gestión del alcance del proyecto que es el documento que define de manera general cómo se va a desarrollar todo el proceso de evaluación, identificación de variaciones, búsqueda de soluciones, aprobación de la elegida y puesta en marcha previa información a los interesados.
- El plan de gestión de cambios para realizar una evaluación completa de los cambios propuestos por todas las partes interesadas de manera que la decisión se tome con el mayor número posible de datos y puntos de vista.
- El plan de gestión de la configuración que definirá los elementos configurables y los que requieren un proceso integrado de evaluación y aprobación de cambios para garantizar que los documentos recojan los cambios, están actualizados y todas las partes interesadas tienen el documento actualizado y adecuado.
- El plan de requisitos que define cómo, cuándo, de qué manera y bajo la responsabilidad de quiénes aprueban los cambios a los requisitos del proyecto, elemento muy importante pues afecta al Documento de Requisitos del Proyecto que, como sabemos es el documento clave a partir del cual se inicia un proyecto.

Información sobre el desempeño del trabajo

Este es un resultado directo del control del avance del proyecto. Toda esta información se recoge en los informes periódicos de seguimiento y sirve de base para controlar el alcance.

#### Documentación de requisitos

Indican las características y requerimientos que el producto o servicio deben cumplir para cumplir las necesidades y expectativas del cliente y que han sido definidos en el proceso de Identificación de requisitos.

#### Matriz de trazabilidad de requisitos

La matriz de trazabilidad de requisitos trata de evitar que se pierda algún requerimiento o no se tenga la documentación descriptiva que aclare sus razones y alcance. Para ello, se sigue la traza de toda esa información y se actualizan los requerimientos cuando hay cambios en el alcance del producto o el proyecto.

#### Activos de procesos de la organización

Los que pueden afectar de manera más especial al proceso de control de la calidad son los procedimientos, flujos de información y métodos de comunicación, seguimiento y aprobación de cambios en el alcance.

#### TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS:

##### Análisis de variación

Mediante esta herramienta se observa la situación inicial prevista, la línea de base del alcance inicial, se analiza el cambio del alcance -línea de base del alcance real- y se decide si es importante y relevante o no. En caso afirmativo, se decide la aplicación de medidas preventivas y correctivas.

El análisis de variaciones implica comparar los datos recogidos sobre el trabajo realizado con la línea base del alcance. Cuando hay diferencia entre ambos, se dice que existe variación.

Por tanto esta herramienta trata de cuantificar y evaluar la diferencia entre la línea base del alcance y el trabajo realmente ejecutado para valorar si es necesario aplicar algún plan correctivo.

## SALIDAS:

### Medición del desempeño técnico

Del control cuando se tengan los costos, la calidad, los riesgos, el alcance y de las mediciones que haga para determinar la magnitud de la variación, elaborar documentos que reflejen estos hechos y que formarán parte del reporte mensual a todas las partes interesadas.

### Actualización de activos de procesos de la organización

Los activos de los procesos de la organización, como la experiencia de la organización deberán recoger las incidencias y lecciones aprendidas en relación a las variaciones del alcance: sus causas, las acciones correctivas decididas y su justificación y otro tipo de lecciones aprendidas que permitan mejorar procesos, la identificación de requisitos, la elaboración de la EDT, las asignaciones de recursos en futuros proyectos.

### Solicitudes de cambio

Todas las solicitudes de cambios en el alcance deberán informarse, evaluarse y, si procede, aprobarse y ponerse en práctica siguiendo el proceso establecido de gestión integrada de cambios.

Sintetizando el proceso explicado anteriormente, las fases que llevará un control del alcance serán las siguientes:

- Evalúa el impacto y las alternativas posibles.
- Y por ello solicita un cambio a la comisión nombrada al efecto.
- Esta comisión aprueba el cambio.
- El gerente compara el cambio respecto a la línea de base, vuelve hacia atrás y vuelve a planificar el nuevo trabajo.
- Actualiza la línea base del alcance.
- Guarda la línea de base actualizada en el sistema de gestión del proyecto.
- Informa a los interesados.

- Y el equipo de trabajo puede comenzar a trabajar de acuerdo al cambio aprobado.

#### Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Las aprobaciones de cambios en el alcance afectarán a la línea base del alcance - enunciado del alcance, EDT y afectarán también a otras líneas de base (tiempo, costo, calidad, riesgo) por lo que deberán ser actualizadas y distribuidas a las personas interesadas de manera que todas trabajen con los mismos documentos y no estén trabajando en actividades anuladas y dejando de trabajar en nuevos paquetes de trabajo ya aprobados.

La línea de base de los costos se modificará si cambia el alcance ya que, al cambiar el alcance, cambiarán las actividades, cambiarán las necesidades de recursos y cambiarán los costos. De igual manera ocurrirá con la línea de base de tiempo que aumentará si hay más trabajo a hacer o se reducirá si ha reducido el alcance

#### Actualizaciones a los documentos del proyecto

Entre los documentos que se actualizarán están la documentación de requisitos y la matriz de trazabilidad de los mismos

#### VERIFICAR EL ALCANCE

Con este proceso se busca formalizar la aceptación de los entregables del proyecto por parte del cliente para lo cual el gerente y cliente los revisarán para confirmar que están completos y cumplen con los requisitos y obtener así la aceptación formal por parte de éste. Este proceso se suele realizar después del de control del alcance si bien, en ocasiones se realizar simultaneo.

Para iniciar el proceso se requerirán datos de entrada como los entregables validados (por el proceso de control del alcance), la matriz de trazabilidad de requerimientos (que tendrá un histórico del mismo, su responsable, los cambios y razones de los mismos) o la documentación de los requerimientos (que servirá de base para la verificación).

Verificar el alcance implica reuniones periódicas y planificadas con los clientes o patrocinadores para obtener una aprobación formal y aceptación de los entregables realizados durante la fase de ejecución. Son por tanto un proceso de seguimiento y control.

Es el equipo de proyecto quien controla que se cumplen los requisitos del cliente en cada entregable. Y son los clientes los que revisan los entregables para verificar que cumplen con los requisitos establecidos y pueden darlos por buenos.

Es muy importante resaltar que es la verificación del alcance se realiza para asegurarse de que el proyecto está cumpliendo sus objetivos desde el punto de vista del cliente durante el proyecto sin tener que esperar a la aceptación formal que se produce al cierre del proyecto o fase.

Puede realizarse al final de cada fase del proyecto y durante el grupo de procesos de seguimiento y control de los procesos de gestión del proyecto. Por tanto, puede ejecutarse muchas veces a lo largo de un proyecto y se recomienda para, como se ha indicado anteriormente, lograr la aceptación provisional de partes del proyecto o producto.

Es el proceso que consiste en formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se han completado. Se realiza para poder asegurar que el proyecto está desarrollando los trabajos previstos y que el cliente los acepta como buenos conforme va avanzando el proyecto para evitar una aprobación formal al final del proyecto cuando queda poco margen de maniobra.

### **3.5 CONTROLAR EL CRONOGRAMA**

Una vez que el proyecto está en marcha, con toda seguridad, se identificarán problemas, recibirá propuestas de cambios de las que algunas serán aceptadas y necesitará reevaluar su cronograma.

Se debe determinar, con la periodicidad establecida, el estado real y actualizado del cronograma del proyecto, estar atento a los aspectos que, dentro de su alcance, pueden reconducir el cronograma, tener un sistema de seguimiento y recogida de datos e indicadores que le permitan saber si el avance del proyecto ha variado respecto a lo previsto y gestionar los cambios que sean necesarios para que el proyecto cumpla sus plazos.

Este es uno de los trabajos más complejos ya que debe de estar en todo momento protegiendo los intereses de las partes interesadas, asegurándose de que lo planificado se cumple, que no hay situaciones que puedan afectar negativamente al proyecto y estando pendiente de que todo esté bajo control. Por ello, ejecutará muchas actividades enfocadas a estos objetivos entre las que se destacan:

- Medir el desempeño del proyecto y del equipo en relación a las líneas de base.

- Actuar sobre la causa raíz de las desviaciones identificadas si no afectan a otros factores.
- Proponer medidas correctivas o preventivas en caso de variaciones imprevistas.
- Estar pendiente de las causas que pueden causar o estar causando problemas.
- Reestimar el resto de áreas del proyecto ante un cambio producido.
- Realizar revisiones del desempeño analizando cómo avanza el proyecto.
- Ajustar tareas futuras para poder prever retrasos o reducir los existentes.
- Nivelar los recursos o reasignarlos para optimizar su experiencia,
- Mantener una actitud proactiva analizando continuamente qué puede pasar y cómo afectará.
- Ajustar, mejorar o cambiar las métricas en los procesos que no estén funcionando.
- Utilizar el proceso de control de cambios.

El proceso "Controlar el cronograma" trata de actualizar los avances y desviaciones de la línea base y gestionar estos cambios.

### Controlar el cronograma

Proceso de seguimiento al estado de avance de las actividades del proyecto actualizando el cronograma con las variaciones que se produzcan y gestionando los cambios a la línea base del cronograma.

ENTRADAS: Plan para la dirección del proyecto

Contiene el plan de gestión del cronograma que describe cómo se seguirá el avance del proyecto y cómo gestionaran los cambios y la línea base del cronograma sobre la que se compararán los avances reales con los previstos inicialmente.

## Cronograma del proyecto

Será la versión más reciente en cada momento. Contendrá indicaciones del porcentaje completado en cada tarea, anotaciones sobre incidencias y acciones tomadas, situación del camino crítico actualizado y que pueden llegar a ser caminos críticos futuros.

## Información sobre el desempeño del trabajo

Es información recogida de los diferentes equipos de trabajo que informan de cómo ha ido avanzando cada paquete de trabajo. Se tiene que integrar esta información para tener una foto completa del avance real (actividades iniciadas, grado de avance de las actividades en curso, actividades finalizadas).

## Activos de los procesos de organización

Los procedimientos definidos en la empresa, las instrucciones establecidas y aprobadas por la dirección en relación al seguimiento del cronograma (criterios de anotación de avances, plantillas de presentación de reportes, flujos de información y documentación sobre el avance) deberán tenerse en cuenta.

## TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

Las revisiones de los rendimientos que miden, comparan y analizan el desempeño del cronograma del avance del proyecto -fechas reales de inicio y fin, porcentaje completado, pueden dar lugar a modificaciones en los parámetros de estimación de las tareas restantes (al modificar por ejemplo el rendimiento de un equipo o el avance en una tarea).

En este sentido hay tres parámetros de gran importancia y que se verán con el método "Del valor ganado"

- La variación del cronograma
- El índice de desempeño del cronograma

En el caso del método de la ruta crítica el parámetro que indica el grado de avance será la diferencia entre la cantidad de colchón necesario para asegurar la entrega de datos en tiempo y la cantidad de colchón restante. Si es negativa, avisará de un problema y llevará a la necesidad de una acción correctiva.

## Análisis de variación

Los cambios en el avance del proyecto, ya sea porque hay actividades que se retrasan o actividades que se adelantan, se compararán con la línea base para comprender y evaluar el impacto en el camino crítico, el cumplimiento de los hitos establecidos y el plazo final.

Los parámetros IDC y IDT evalúan la magnitud de la variación con respecto al cronograma inicialmente previsto o la línea base vigente en cada momento. Pero no solamente se deberá evaluar estos parámetros sino también analizar y documentar las causas, el estudio del impacto sobre si el camino crítico y sobre todo el proyecto, las alternativas de solución sugeridas, la finalmente adoptada y si el resultado obtenido ha sido el esperado.

## Software de dirección de proyectos

Como ya se indicó en el proceso de elaboración del cronograma, los programas informáticos permiten ejecutar buena parte de las modificaciones y realizara análisis de "¿Qué pasa si...?" con rapidez y comodidad.

## Nivelación de recursos

Conforme avanza el proyecto, se debe estar atento a las necesidades de recursos de las tareas siguientes de manera que cada tarea tenga disponibles los recursos asignados cuando ésta se tenga que iniciar, máxime si se trata de tareas críticas.

En ocasiones, si existen recursos ociosos se pueden reprogramar actividades para que en todo momento haya una carga de trabajo y una dedicación de personal lo más constante posible, sin grandes cargas de trapajo. Este ejercicio de distribución de los recursos de forma homogénea en el tiempo se denomina "nivelación de recursos".

## Análisis ¿qué pasa si?

Gran parte de las herramientas utilizadas en el proceso de elaboración del cronograma vuelven a ser necesarias en la supervisión, control y actualización del cronograma. Las variaciones que se detecten deberán ser evaluadas en términos del impacto que generan sobre el programa y las respuestas que se pueden dar con los recursos y capacidades disponibles. Se evaluarán diferentes escenarios y su impacto global sobre el proyecto para seleccionar el más favorable.

## Compresión del programa

Las dos principales técnicas para comprimir el cronograma, son la compresión en sentido estricto y la aceleración o ejecución rápida cada una de las cuales tiene sus desventajas. En ambos casos, se pretende reducir plazos sin reducir el alcance del proyecto ni reducir los requerimientos del producto.

### SALIDAS:

#### Mediciones del desempeño del trabajo

- Medir el desempeño del avance - las medidas que tengan establecidas pueden darle información sobre retrasos o adelantos o necesidades de cambios en el cronograma.
- Elaborar informe de desempeño que indique dónde están los problemas y poder así recomendar cambios para resolverlos o mitigar su impacto.
- Una vez aplicados los cambios mantener la supervisión y control del avance del proyecto y el cumplimiento del cronograma con las medidas indicadas.
- Así, sucesivamente, mantener el cronograma actualizado y a las partes interesadas informadas.

#### Actualización de activos de procesos de la organización

Entre los aspectos resultantes del proceso de control del cronograma que obligarán a actualizar el conocimiento de la empresa, se podrían considerar:

- Las causas de las variaciones producidas.
- Las razones por las que no se detectaron a tiempo
- El impacto final que tuvieron en el proyecto
- Las lecciones aprendidas. Solicitudes de cambio

Los cambios en el proyecto pueden venir del cliente, del equipo, del Director del Proyecto, de la dirección o de los interesados. Cuando llegan, hay que evaluar cómo afectan al costo y al plazo así como al alcance y calidad del proyecto.

Los cambios son inevitables, así que conviene tener establecido un procedimiento para gestionar los cambios. Se debe definir un flujo establecido de solicitud, análisis, evaluación, información y decisión por parte de las personas con decisión.

## Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

De la experiencia, problemas, incidencias, cambios en las partes interesadas, puede surgir la necesidad de modificar la manera de gestionar el cronograma -el seguimiento del avance y la introducción de cambios. Entre los elementos que pueden ser necesario actualizar están.

- La línea de base del cronograma que, cada vez que se apruebe un cambio, deberá actualizarse para de esta manera comparar los avances con el plan base real y aprobado por todas las partes. Incluirá los datos del cronograma (diagramas de red, nueva línea de base si procede...) y el cronograma del proyecto.
- El plan de gestión del cronograma incluido en el plan de dirección del proyecto.
- La línea base del desempeño de los costos si se aplican técnicas de compresión del programa.

## Otras actualizaciones a los documentos del proyecto

- Los activos de los procesos de la organización, entre ellos las lecciones y las mejoras en las plantillas y procedimientos que surjan de la experiencia del proyecto.
- La lista de actividades y sus atributos, si hay cambios en ellas, deberán modificarse para que sean coherentes con las nuevas actividades, sus alcances, sus fechas, sus actividades relacionadas.

### **3.6 Control de los costos**

Se supervisa cómo van los costos del proyecto y, como suma de los mismos (implica registrar los costos reales incurridos hasta la fecha y el trapajo realmente realizado) el presupuesto actualizado.

Es clave para el éxito de esta supervisión la gestión de la línea de Pase aprobada de costos y de los cambios en ella. Este control implicará:

- actuar sobre el origen de las desviaciones, que se cumplan los procedimientos de cambios y se implementen conforme ocurren.
- estar pendientes de que las variaciones de los costos no sobrepasan los umbrales de variación admisibles definidos.

- asegurarse la eficiencia en el uso de los recursos económicos asignados.
- informando puntualmente a los interesados.

El control de gastos tendrá básicamente dos vertientes:

- El control de las horas dedicadas.
- El control de los gastos incurridos en la fase de ejecución -sin olvidar los gastos correspondientes a las adquisiciones.

#### Seguimiento de horas dedicadas

Si comparamos las horas dedicadas a una actividad, grupo de actividades o subproyecto con las inicialmente previstas (presupuestadas y que han dado lugar a una previsión de Beneficios) podemos identificar rendimientos menores de los previstos y, por tanto, riesgos de no cubrir el alcance del producto ni las expectativas de beneficios de partes interesadas como la propia empresa y sus accionistas.

Para llevar un control de las horas dedicadas, se debe generar un sistema que permita a cada miembro del equipo registrar de forma rápida, cómoda y fiable las horas realmente dedicadas. Así se podrá cuantificar:

- La dedicación de cada miembro a cada actividad.
- Las horas totales que quedan por dedicar de cada miembro a en esa tarea.
- La diferencia entre las horas totales previstas y las que realmente serán necesarias con los datos hasta la fecha.

El registro de horas dedicadas por cada miembro debe ser todo lo formal que la eficiencia permita, tratando de que el registro esté firmado por el mismo y por su superior.

#### Seguimiento de gastos incurridos

Al igual que en el caso de las horas dedicadas, debemos controlar los gastos realmente incurridos en la ejecución para poder compararlos con los presupuestados y, si hay desviaciones, tomar las medidas oportunas a tiempo. Todo ello tratando de que, en la medida de lo posible, se asigne al código correspondiente de la actividad o paquete de trabajo de la EDT.

#### Informe de proceso de avance

Este proceso se recoge la información, requiere disciplina y compromiso por parte de los miembros del equipo. Por todo ello, es clave establecer procedimientos para recoger y enviar rápida y cómodamente la información requerida que permita valorar los avances y resultados y tomar medidas correctivas cuanto antes.

Al inicio de cada periodo de revisión -semanal, quincenal, mensual (dependiendo de la duración total del proyecto y en la fase en la que estemos) - se debe confirmar con el equipo su compromiso con el sistema de control. De esta manera durante el periodo siguiente seguirán recogiendo la información solicitada sobre avance, dedicación personal y gastos en que incurran. Y con la periodicidad acordada, durante o al final del período, lo enviarán a la dirección del proyecto.

Suele ser difícil en ocasiones estimar el porcentaje real de avance de una actividad. Por ello se suelen utilizar tres reglas más simples para aquellos casos en que un reporte de avance más exacto no sea a posible:

- La regla 50/50. una vez iniciada la actividad se considera un 50% de avance y cuando se termina se imputa el 50% restante
- La regla 20/80: una vez iniciada la actividad se considera un 20% de avance y cuando se termina se imputa el 80% restante

La regla 0/100: se imputa el 100% del avance cuando la actividad se ha completado.

Al final de cada periodo, se incorporan los datos de avance y los compara con los previstos, identificando problemas del tipo:

- El personal dedica menos horas de las previstas y se retrasa el proyecto
- El trabajo requiere más horas de las previstas y se retrasa el proyecto.
- El equipo está realizando más actividades de las indicadas en el alcance.
- Se está realizando tareas necesarias pero no recogidas inicialmente.
- Alguna persona del equipo está siendo menos eficiente de lo previsto.
- Alguna persona del equipo está teniendo una disponibilidad al proyecto menor de la acordada.

Cada situación requerirá formular y tornar medidas correctivas diferentes y mantener al equipo informado.

Al inicio del nuevo periodo, se comentará el desempeño del periodo anterior, los problemas, medidas correctivas y los trabajos a desarrollar en el nuevo periodo.

#### CONTROLAR LOS COSTOS:

Proceso que consiste en supervisar la situación del proyecto para actualizar el presupuesto del mismo y gestionar cambios a la línea de base del costo.

#### ENTRADAS:

En el caso de que haya cambios en el alcance o en los recursos que afecten al costo del proyecto, se tendrá que:

- Cambiar el plan de gestión de costos del proyecto incluido en el plan general de dirección del proyecto.
- Evaluar el desempeño y los resultados de su trabajo en relación a la línea base de costo.

#### Requisitos de financiación del proyecto

Al elaborar el presupuesto se han definido todos los costos, los ha distribuido en el tiempo y el departamento financiero le ha asegurado la cantidad y fórmula de financiación que garantice que hay fondos para los gastos necesarios en el momento en que se necesiten.

Este documento será, por tanto, un elemento de referencia cuando se produzcan cambios en los costos unitarios o en los costos totales ya que deberá utilizarse para comparar la magnitud del cambio y el impacto sobre la financiación prevista.

#### Información sobre el desempeño del trabajo

Durante la ejecución del proyecto se irá recibiendo las asignaciones de horas reales a cada actividad, los costes reales de los recursos materiales y equipamientos, los nuevos costos no previstos y se deberá recogerlos en el informe de desempeño de manera que, en todo momento, sepa el costo real del proyecto.

Este seguimiento permitirá valorar la necesidad de tomar o no medidas para tratar de mantener el presupuesto final en el costo y mantener informadas a todas las partes interesadas del proyecto.

#### Activos de los procesos de la organización

Utilizar las plantillas de seguimiento de los costos, el sistema y procedimientos, instrucciones, directrices y herramientas de control y reporte de horas asignadas por cada perfil de empleado al proyecto, el procedimiento y estructura de datos para recibir del departamento de contabilidad de las facturas correspondientes a otros gastos.

## TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

### Gestión del valor ganado

El enfoque del valor ganado surge del enfoque de PERT/Costo descrito en el importante documento de 1992, DoD and Nasa Guide, PERT Cost Systems Desing. El sistema PERT/Costo se basaba en el principio de que los costos deben medirse y controlarse con base en el proyecto y no de acuerdo con la organización funcional de la empresa. El enfoque del valor ganado es una extensión del PERT/Costo.

El enfoque del valor ganado se basa en la observación de que para construir un sistema de control efectivo se necesitan tres bloques básicos. Deben tenerse valores de tres restricciones para determinar con precisión el estado de todas las tareas (y del proyecto) en cualquier punto en el tiempo. En cualquier momento se deben conocer:

- Gastos reales a la fecha
- Pronóstico de los gastos esperados por el plan del proyecto
- Cantidad de trabajo logrado a la fecha

Monitorizar el avance de un proyecto lleva consigo determinar si va adelantado o retrasado, si está costando más o menos de lo previsto. Sin embargo, comparar los gastos actuales con el presupuesto previsto no informa si el proyecto está por encima o por debajo de presupuesto. Con el valor ganado se puede valorar el avance del cronograma y los gastos basándose en los gastos hasta la fecha.

Es un método que sintetiza las tres restricciones básicas del proyecto recogiendo:

**Costo real desempeñado (CRTD).** Costos o gastos reales de la tarea (o proyecto) durante un periodo dado. Los costos se pueden medir en unidades monetarias, horas-hombre o en cualquier otra unidad de medida consistente.

**Costo presupuestado del trabajo programado (valor planificado) (CPTP).** Cantidad que el administrador del proyecto planeó gastar cada semana en esta tarea, según determinó en el proceso de planeación del proyecto.

**Costo presupuestado del trabajo desempeñado (CPTD).** Valor real del trabajo logrado durante el periodo en cuestión. Por supuesto, este es el valor más

difícil de estimar, ya que requiere que la administradora estime la proporción de trabajo realizado cada periodo. El CPTD se conoce también como el valor ganado.

Estimar el porcentaje de trabajo realizado (para calcular el CPTD puede ser difícil en sí. Para obtener estimaciones razonablemente confiables, suele ser necesario que un asesor independiente capaz evalúe el trabajo realizado hasta la fecha: en ocasiones, estimar el CPTD es tan sencillo como contar el número de artículos producidos. Los administradores de proyectos llegan a usar reglas fijas para estimar valores de CPTD.

Las reglas fijas usadas para estimar los valores de CPTD toman la forma:

X % terminado al inicio de una tarea  
(1-x) % terminado al final de una tarea

Indicar que se puede usar una comparación entre estas tres restricciones para evaluar el avance de la tarea; por ejemplo, una comparación entre el trabajo logrado y los gastos reales o entre el trabajo logrado y la cantidad de trabajo planeado.

Estas dos comparaciones, o variaciones, son la base del sistema del valor ganado y están definidas como sigue:

Diferencia en el programa (DP) = (valor logrado) - (valor programado para completar)

= valor ganado - valor planeado  
= CPTD - CPTP

Diferencia en el costo (DC) = (valor logrado) - (gastos reales)

= valor ganado - gastos reales  
= CPTD - CRTD

**Índice de programa (IP)** y el **Índice de costo (IC)**, definido como sigue:

Índice de programa (IP) = CPTD/CPTP  
Índice de costo (IC) = CPTD/CRTD

Entonces las reglas siguientes asociadas con estos índices son válidas:

Si IP = 1, la tarea va a tiempo

Si IP es mayor que 1, la tarea va adelantada al programa

Si IP es menor que 1, la tarea va retrasada respecto al programa.

Si IC = 1, la tarea va dentro del presupuesto.

Si IC es mayor que 1, los gastos son mejores que lo esperado.

Si IC es menor que 1, hay exceso de gastos

Con frecuencia una gráfica de los índices de desempeño, programa y costo es útil para indicar tendencias.

La variación total se diferencia entre la variación en el costo y la variación en el programa: es decir;

$$\begin{aligned}\text{Variación total} &= \text{diferencia en costo} - \text{diferencia en programa} \\ &= (\text{CPTP} - \text{CRTD}) - (\text{CPTD} - \text{CPTP}) \\ &= \text{CPTD} - \text{CRTD}\end{aligned}$$

La variación total es la diferencia entre el valor planeado y el costo real.

### Proyecciones

En función de los resultados del seguimiento de los costos que se realizan y que compara con los previstos puede hacer estimaciones del presupuesto final corregido que, dependiendo de las hipótesis que haga -la desviación es estructural y se mantendrá hasta el final, o ha sido debido a un aspecto puntual, se tiene que estimar de una manera u otra y con unas fórmulas u otras.

### Índice de desempeño del trabajo por completar

Es un coeficiente que nos indica cuál debe ser la relación entre los costos previstos y el real para, desde el momento del análisis hasta el final del proyecto, lograr que el presupuesto vuelva a reconducirse finalizando el proyecto con el presupuesto previsto en la línea de base aprobada.

### Revisiones del desempeño

En este caso, los datos básicos serán el análisis de variación elaborado mediante valor ganado, el análisis de tendencias utilizando parámetros de proyección que se verán al tratar el valor ganado y los valores de desempeño.

### Análisis de variación

Para realizar estas revisiones de desempeño, se tienen que elaborar informes en los que se vea la situación de los costos reales y lo previsto, resaltando las variaciones y tratando de explicar las causas así como las posibles medidas a tomar.

## SALIDAS:

### Mediciones del desempeño del trabajo

Al comparar los costos reales con el presupuesto podemos calcular el porcentaje de variación, ya positiva, ya negativa, de los costos así como el valor absoluto de los ahorros o de los sobrecostos obtenidos.

### Proyecciones del presupuesto

Con los parámetros del valor ganado, la variación de los costos y del plazo se pueden hacer estimaciones del presupuesto final corregido que, dependiendo de las hipótesis que haga la desviación es estructural y se mantendrá hasta el final, o ha sido debido a un aspecto puntual.

### Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

En los activos de los procesos de la organización es donde se recoge toda la experiencia y formas de hacer y trabajar en la empresa, entre ellas las plantillas y procedimientos de control de los costos.

Como documento vivo que debe ser, se actualizará para recoger aspectos relativos a la variación de los costos, sus causas, las respuestas dadas y su efectividad y tener en cuenta otros aspectos que de la experiencia del proyecto presente queramos dejar constancia para futuros proyectos.

### Solicitudes de cambio

Si las desviaciones en plazo se consideran excesivas, han superado el límite admitido y definido inicialmente, se deberá en función de las causas y las medidas propuestas, solicitar una aprobación de cambio para su análisis por las diferentes partes interesadas y, en caso de ser aprobada, aplicarla informando nuevamente de su aplicación.

### Actualización al plan de dirección del proyecto

Dentro del plan para la dirección del proyecto, algunos de los documentos que habrá que actualizar serán la línea de base de desempeño de los costos, si procede y es aprobado mediante el procedimiento establecido y el plan de gestión de costos.

### Actualizaciones a los documentos del proyecto

Entre la documentación que habrá que actualizar con la experiencia del proyecto están tanto las estimaciones de costos, como la base de las estimaciones los supuestos de cálculo como el costo horario del personal, al aumento del precio de componentes.

# Capítulo 4

En este capítulo se presenta el desarrollo y funcionamiento de la plataforma, retomando los aspectos teóricos de los capítulos anteriores aquí se tiene la aplicación, con el objetivo de realizar un control eficaz y de forma segura e instantánea, esto con la combinación de la tecnología de información junto con los proyectos de la ingeniería civil.

La estructura de la plataforma fue diseñada con los lineamientos del PMI. Con el objetivo que cualquier persona pueda interpretar y capturar datos, permitiendo cambiar de una manera sencilla a diferentes campos de la plataforma y trabajar de manera automática, presentando de forma instantánea los resultados obtenidos de acuerdo al avance real de proyecto.

#### **4.1 Justificación y alcances**

En los negocios, la industria de la construcción contribuye a fortalecer la industria nacional en sus procesos de producción, distribución y comercialización, haciendo de México un país más productivo y competitivo. La construcción atiende a las necesidades de infraestructura que demandan las familias y las empresas, aportando soluciones prácticas y efectivas. Sólo en el tercer trimestre del 2013, la construcción como actividad secundaria ha aportado alrededor del 7.4% del PIB (Producto Interno Bruto), con una aportación de 1 148 904 millones de pesos.

Dentro de esta rama económica, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) juegan un rol fundamental en el desarrollo de nuestro país. De acuerdo con la Secretaría de Economía, las PYMES constituyen la columna vertebral de la economía nacional, y de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en México existen aproximadamente 4 millones 15 mil unidades empresariales, de las cuales 99.8% son PYMES que generan 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo en el país.

Las PYMES en el sector de la construcción, son así pues clave en el desarrollo y la infraestructura nacional. De acuerdo con las estadísticas, las PYMES constituyen el 64% de las empresas registradas en CompraNet, mientras que el 26% corresponde a microempresas y los grandes consorcios de la construcción sólo ocupan el 10%. Las cifras muestran que hasta Julio del 2013, de los 30,358 contratos que se han realizado en dicho portal electrónico el 29% lo obtuvieron las microempresas, las pequeñas empresas tienen el 30%, mientras que la mediana empresa consiguió el 22% y las no Mipymes el 18%

Esto demuestra la importancia de las PYMES dentro de la industria de la construcción y el bienestar de la población. Sin embargo, en la rama de la construcción la cultura de la tecnología y ciencia aplicada a proyectos es relativamente escasa. De acuerdo con José Antonio González, secretario general de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), quien ha desarrollado software para PYMES de la construcción, es complicado para las empresas del sector adoptar esas tecnologías, particularmente las constructoras.

Una de las complicaciones más apremiantes en el desarrollo de software y plataformas virtuales, es que la tecnología utilizada suele resultar compleja para su aplicación, la capacitación puede no ser suficiente para obtener óptimos resultados y en ocasiones resulta ser una inversión difícil de solventar por estas pequeñas y medianas empresas.

Sin embargo, algunas compañías estarían dispuestas a invertir si la tecnología demuestra que apoya de manera importante la solución de problemas, siempre que los costos no sean excesivos.

Siguiendo esta premisa, se plantea que al iniciar cualquier proyecto de construcción se pueden distinguir diferentes fases que intervienen en el proceso, diversas variables que deben monitorearse constantemente. La veracidad y la rapidez de la información de estos procesos puede significar el éxito o el fracaso de estos proyectos.

Cuando las obras son foráneas o en localidades distintas a las del entorno habitual de la empresa constructora, es complicado realizar una supervisión constante, paralela y puntual en los diferentes sitios donde se encuentren los proyectos.

Es por ello que bajo esta óptica, se propone el desarrollo de una plataforma que pretenda evaluar las principales variables para el control de los proyectos: el costo y el tiempo, permitiendo la opción de acceder a diferentes herramientas de análisis, adecuadas a la necesidad del control de proyectos de Ingeniería Civil.

## **4.2 Plataformas virtuales**

La creación de plataformas virtuales para la gestión de proyectos es una herramienta habitual en el sector de la construcción en países de desarrollo, sin embargo en países en vías de desarrollo y en México, su aplicación es poco llevada a la práctica y su administración de costos es casi artesanal, sin mencionar que es prácticamente inaccesible para el sector de la construcción llevado a cabo por pequeñas y medianas empresas.

En el caso de Estados Unidos, existe como antecedente el programa Building Information Modeling, el cual busca brindar soluciones en la planeación, diseño, construcción y administración de edificios e infraestructura. Este programa ofrece herramientas para el diseño, simulación, visualización y colaboración mediante un modelo inteligente de procesos que permite a los usuarios realizar proyectos más precisos y accesibles. Sin embargo, con un costo de licencia por máquina de \$5 775 USD sin considerar los costos del equipo, instalación del mismo y capacitación, es una opción poco rentable para la industria mexicana.

Otro antecedente y referencia de plataformas convencionales utilizadas en el mercado nacional en la industria de la construcción usadas para monitorear el control de proyectos remotamente, es la empresa Unisol, quien ha desarrollado la aplicación Top Report donde proporciona servicios para que las empresas de construcción puedan supervisar en línea el comportamiento de variables estratégicas que afectan el desarrollo de los proyectos de construcción.

Ofreciendo aplicaciones 100% web que se adaptan a las necesidades de los clientes y ofrecen al Nivel Directivo de las organizaciones información relevante, confiable, oportuna y trascendente para la toma de decisiones.

De acuerdo con el Decreto de Austeridad publicado por el Gobierno de México en Diciembre de 2012, en el cual se manifiesta la importancia del ahorro de recursos, se promueve el uso de la tecnología mediante aplicaciones basadas en internet.

## **4.3 Propuesta de Plataforma Virtual**

### **Objetivo**

Mitigar los impactos negativos de la gestión y seguimiento que se presentan de manera natural en el transcurso de un proyecto, generando retrasos y muchas veces perdiendo el control de los costos del proyecto.

## Meta

Obtener el seguimiento puntual del desarrollo de actividades y costos que puedan impactar a los índices de desempeño.

## Desarrollo

La investigación y el desarrollo de la plataforma que pretende mostrar de manera estructurada y organizada la información en un portal virtual.

La base teórica en la que se encuentra sustentada es el Project Management Institute (PMI) utilizando referencias, la evaluación y el control de los proyectos mediante la técnica del valor ganado.

Es importante destacar que la plataforma virtual se encuentra alojado en un espacio en internet (en la nube), lo que permite utilizar el programa desde cualquier computadora conectada a la red, accediendo a modificar, actualizar o revisar cualquier reporte de información de manera instantánea.

La plataforma es un programa de administración y manejo de base de datos para el control de un proyecto de una obra civil.

Crea una base de datos de proveedores, consolidados de partidas, comparando lo planeado con los gastos reales y obteniendo información de manera instantánea. Proporciona información a través de filtros, importes de acuerdo con: fechas, proveedores, partidas etc. es una de las características que resaltan su utilidad.

El objetivo principal de la plataforma virtual es aumentar la productividad del proyecto, a través de informes y con la evaluación del proyecto que se interpretará mediante dos indicadores de desempeño "el tiempo" y "el costo". Aumentado la sensibilidad y el monitoreo del proyecto vía remota a través de una vinculación de cámaras de video colocadas estratégicamente directamente en el proyecto.

Las principales funciones de la plataforma de la plataforma virtual:

1. Manejará diferentes tipos de usuarios: Administrador, Permite modificar cualquier tipo de información en la plataforma y acceder a todos los reportes del portal.
2. Residente, Permite capturar los campos de: materiales, fletes y subcontratos.
3. Lector, Únicamente es un visor en toda la plataforma sin poder modificar.

#### Captura de gastos:

- Costos de Fletes
- Costos de Mano de Obra
- Costos de Maquinaria
- Costos de Materiales
- Costos de Subcontratos

#### Captura de presupuesto:

- Presupuesto Línea Base
  - Se captura el presupuesto aprobado del proyecto. Esta línea base nunca se debe modificar, ya que nos indica los alcances y las consideraciones consideradas desde el inicio del proyecto.
- Orden de cambio del cliente
  - Permite modificar una o varias partidas de acuerdo a la petición del cliente, ésta línea de cambio quedará como un respaldo y actualizará la nueva línea base.
- Orden de cambio del constructor
  - Permite modificar una o varias partidas de acuerdo a la petición del constructor, con el objetivo de permitir flexibilidad cuando se presenten situaciones no contempladas en la proyección del proyecto. Esta línea de cambio quedará como un respaldo y actualizará la nueva línea base.
- Valor planificado
  - Son las proyecciones (proformas), que nos indican el flujo del dinero a través del tiempo. Estableciendo en diferentes partidas su gasto de acuerdo a su planeación.

#### Avances

- Captura de los porcentajes reales de avance de acuerdo a cada partida. La captura de estos porcentajes nos permite puntualmente tener un seguimiento real del proyecto. Se puede decir, que estos avances capturados cotidianamente se evaluarán constantemente y mostrarán los resultados como el status del proyecto en la pestaña de visión.

## Reportes

- Muestra el consolidado de las partidas, mostrando importes, variaciones, valor ganado y los índices de desempeño de costo y tiempo.
- Visión, se muestra el proceso de la evaluación del proyecto mediante una gráfica, teniendo como un valor positivo arriba de uno.

**Fig. 1 Acceso a la Plataforma**

### Inicio de sesión

Nombre de usuario \*

Contraseña \*

[Solicitar una nueva  
contraseña](#)

Iniciar sesión

## Acceso denegado

Usted no está autorizado para visitar esta página.

**Fig. 2 Creación de un proyecto**

## Cuatralva

[Editar](#) [Crear nuevo](#)

Gastos

Costos directos

Avances

### Cuatralva

El refugio

QUE

México

20° 41' 39.1488" N, 99° 49' 7.5756" W

Ver mapa: [Google Maps](#)



**Fig. 3 Partidas**

## Partidas

[Agregar término](#)

[Mostrar pesos de la fila](#)

[Imprimir](#)

Nombre	Operaciones
+ <a href="#">Obra civil</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Preliminares</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Preliminares</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Terracerías, Excavaciones y Rellenos</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Trazo y nivelación</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Cimentación</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Concreto cimentación</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Acero Cimentación</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Mampostería cimentación</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Albañilería Cimentación</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Cimbra en cimentación</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Estructura</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Concreto</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Albañilería</a>	<a href="#">editar</a>
+ <a href="#">Mampostería</a>	<a href="#">editar</a>

**Fig. 4 Descripción de unidades**

**Inicio** [Imprimir](#)

**Nombre \***

**Descripción**

• No se permiten etiquetas HTML.  
• Las direcciones de las páginas web y las de correo se convierten en enlaces automáticamente.  
• Saltos automáticos de líneas y de párrafos. [Más información sobre los formatos de texto ?](#)

► [Relaciones](#)

**Fig. 5 Descripción de "Concepto"**

### **Monomando para regadera (2013-15-10)**

Vie, 11/08/2013 - 21:35 -- [Israel](#)

[Imprimir](#)

**Unidad:**

[Pieza](#)

**Partida:**

[Instalaciones Hidrosanitarias](#)

**Fecha:**

Miércoles, Octubre 16, 2013

**Cantidad:**

2

**Precio unitario:**

563.76

**Actividad:**

[Materiales](#)

**Proyecto:**

Cuatralva

**Concepto:**

[Monomando para regadera](#)

**Proveedor:**

[Gersa](#)

**Fig. 6 Presupuesto**

**Editar Costos directos Línea base - Preliminares**

**Fletes**  
0.00

**Mano de obra**  
0.00

**Maquinaria**  
0.00

**Materiales**  
0.00

**Subcontratos**  
29805.00

**Fig. 7 Menú de presupuesto, cambio de orden del constructor, cliente y el valor planificado.**

Gastos		Costos directos			Avances		Reportes
Línea base	Orden de cambio cliente	Orden de cambio constructor	Orden de cambio constructor	Valor planificado	Real		
Partidas	Fletes	Mano de obra	Maquinaria	Materiales	Subcontratos	Operaciones	
<i>Obra civil</i>							
<i>Preliminares</i>							
Preliminares	0.00	0.00	0.00	0.00	29805.00		<a href="#">editar</a>
Terracerías, Excavaciones y Rellenos	0.00	0.00	0.00	0.00	74893.00		<a href="#">editar</a>
Trazo y nivelación	0.00	0.00	0.00	0.00	3045.00		<a href="#">editar</a>
<i>Cimentación</i>							
Concreto cimentación	0.00	0.00	0.00	48819.72	0.00		<a href="#">editar</a>
Acero Cimentación	0.00	4246.00	0.00	12738.33	0.00		<a href="#">editar</a>
Mampostería cimentación	0.00	35805.00	0.00	35804.51	0.00		<a href="#">editar</a>
Albañilería Cimentación	0.00	2529.00	0.00	0.00	0.00		<a href="#">editar</a>
Cimbra en cimentación	0.00	1796.00	0.00	0.00	0.00		<a href="#">editar</a>
<i>Estructura</i>							
Concreto	0.00	9012.00	0.00	36047.00	0.00		<a href="#">editar</a>
Albañilería	0.00	71529.00	0.00	71529.00	0.00		<a href="#">editar</a>
Mampostería	0.00	45482.00	0.00	60290.00	0.00		<a href="#">editar</a>
Acero	0.00	9956.00	0.00	25601.00	0.00		<a href="#">editar</a>
Cimbra	0.00	24156.00	0.00	30858.00	0.00		<a href="#">editar</a>
Aplanados exteriores	0.00	17017.00	0.00	10430.00	0.00		<a href="#">editar</a>
<i>Acabados</i>							

**Fig. 8 Avances Reales en proyecto**

**Cutralva - Avances**

[Imprimir](#)

Gastos	Costos directos	Avances	Reportes
Partidas		Porcentaje	Operaciones
<i>Obra civil</i>			
Preliminares			
Preliminares		100.00	<a href="#">editar</a>
Terracerías, Excavaciones y Rellenos		100.00	<a href="#">editar</a>
Trazo y nivelación		100.00	<a href="#">editar</a>
<i>Cimentación</i>			
Concreto cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
Acero Cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
Mampostería cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
Albañilería Cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
Cimbra en cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
<i>Estructura</i>			
Concreto		100.00	<a href="#">editar</a>
Albañilería		85.00	<a href="#">editar</a>
Mampostería		100.00	<a href="#">editar</a>
Acero		100.00	<a href="#">editar</a>
Cimbra		100.00	<a href="#">editar</a>
Aplanados exteriores		90.00	<a href="#">editar</a>

**Fig. 9 Reportes**

Proyectos Usuarios Catálogos Bienvenido, Israel Cerrar sesión

**Cutralva - Reportes**

[Imprimir](#)

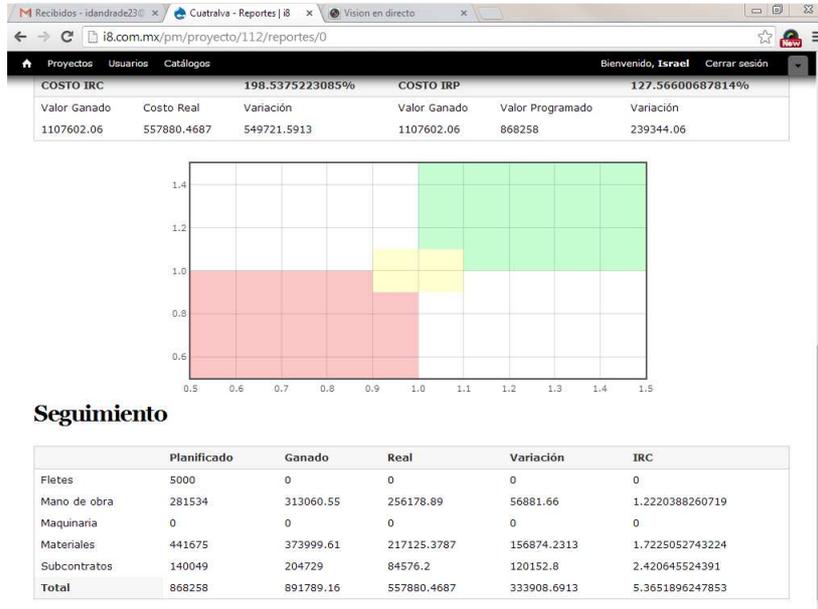
Gastos	Costos directos	Avances	Reportes								
<b>Costo EDC</b>											
Partida	Presupuesto de costos			% Avance		Productividad					
	Línea base original	Órdenes de cambio cliente	Línea base actual	PROG AUT	Real Físico	Finan	valor plan.	valor ganado	costo real acum	idc	idt
Preliminares	107,743.00	0.00	107,743.00	100.00%	100.00%	68.22%	107,743.00	107,743.00	73,504.11	1.47	1.00
Cimentación	141,738.56	0.00	141,738.56	100.00%	100.00%	58.71%	141,739.00	141,738.56	83,218.09	1.70	1.00
Estructura	411,907.00	0.00	411,907.00	101.21%	90.00%	59.50%	416,907.00	370,716.30	245,078.30	1.51	0.89
Acabados1	433,798.00	0.00	433,798.00	39.09%	90.00%	21.68%	169,563.00	390,418.20	94,026.35	4.15	2.30
Instalaciones Hidrosanitarias1	80,260.00	0.00	80,260.00	25.00%	70.00%	4.11%	20,065.00	56,182.00	3,301.47	17.02	2.80
Instalación Eléctrica1	81,608.00	0.00	81,608.00	15.00%	50.00%	0.00%	12,241.00	40,804.00	0.00	0.00	3.33

**Visión**

COSTO IRC			COSTO IRP		
Valor Ganado	Costo Real	Variación	Valor Ganado	Valor Programado	Variación
1107602.06	557880.4687	549721.5913	1107602.06	868258	239344.06

**Fig. 10 Gráfica y Seguimiento**



# Capítulo 5

En el presente capítulo se documenta la aplicación de la plataforma en un proyecto de una casa habitación. Evaluar la teoría y los resultados en la práctica es demostrar si los planteamientos y las decisiones en su momento fueron planteadas y tomadas de manera correcta.

La construcción del proyecto habitacional denominado "Cuatralva", inició en junio del 2014, los primeros datos que fueron ingresados en la plataforma fue en octubre del 2014. Monitorear el proyecto desde la ciudad de México con la ejecución en el estado de Querétaro, demostró la eficiencia de la plataforma y la gestión de un proyecto a distancia. Los software de apoyo para la gestión del proyecto fueron: Opus 10, Microsoft Excel, Microsoft Project y Mind jet V.14.

## 5.1 Descripción del proyecto.

Casa Habitación "Cuatralva"

### Naturaleza del proyecto.

Es una casa habitación de interés medio ubicado en el lote número 501 de la calle de Cuatralva del Municipio de Epigmenio González en el Estado de Querétaro.

### Listado de locales construidos.

La casa tiene Estancia, Comedor, 3 recamaras, sala de televisión, cocina, 2 baños completos, ½ baño, patio de servicio y un jardín en la parte posterior de la vivienda. Lugar de estacionamiento para 2 automóviles.

### Datos del proyecto:

• Área total del terreno	162.31 m <sup>2</sup>
• Frente	9.63 m
• Fondo	16 m
• Altura máxima	8.54 m
• Coeficiente de ocupación del suelo	55.30 %
• Coeficiente de utilización del suelo	1.07 %
• Área total a construir	173.88 m <sup>2</sup>
• Planta baja	89.74 m <sup>2</sup>
• Planta alta	84.14 m <sup>2</sup>

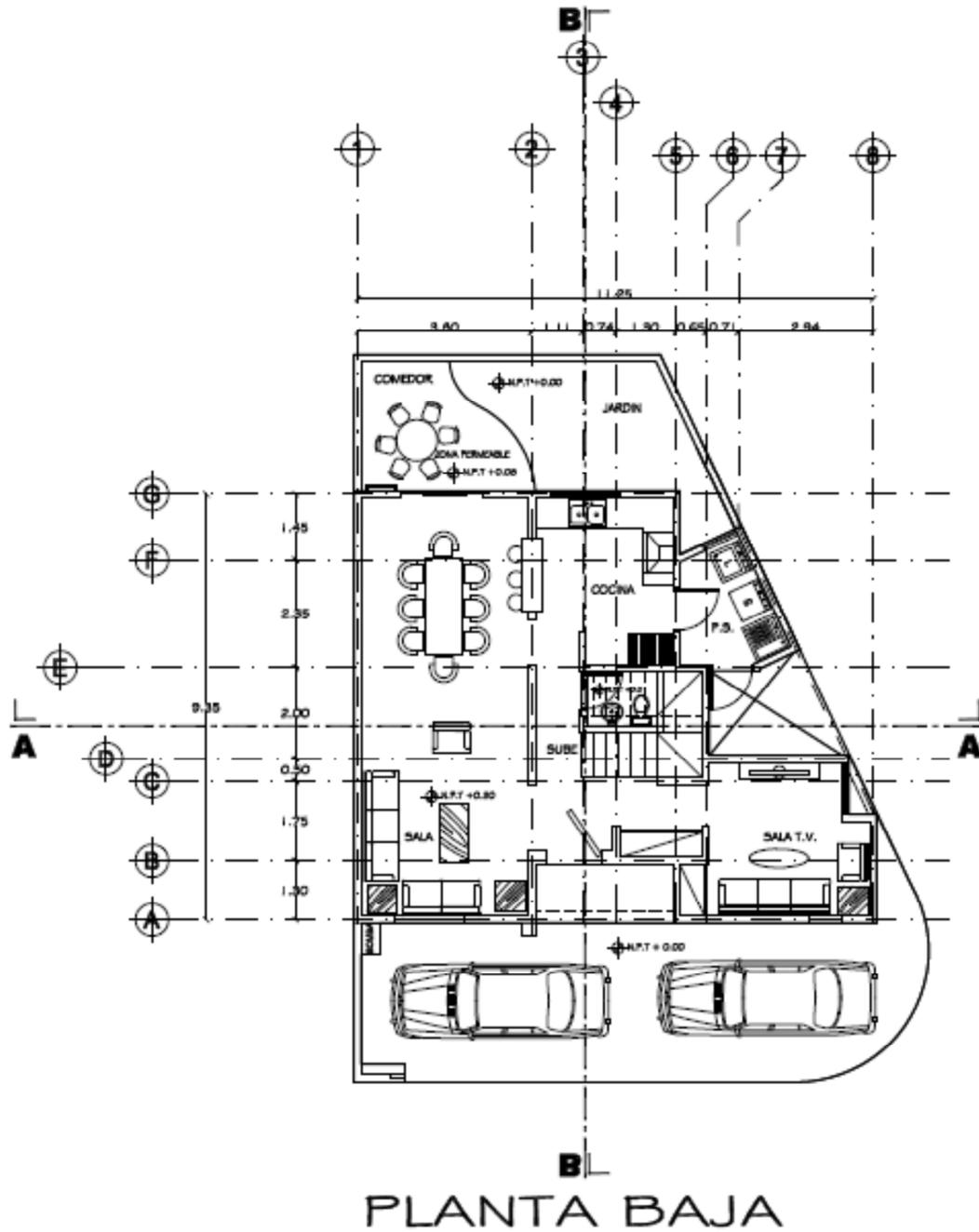
## **Acabados**

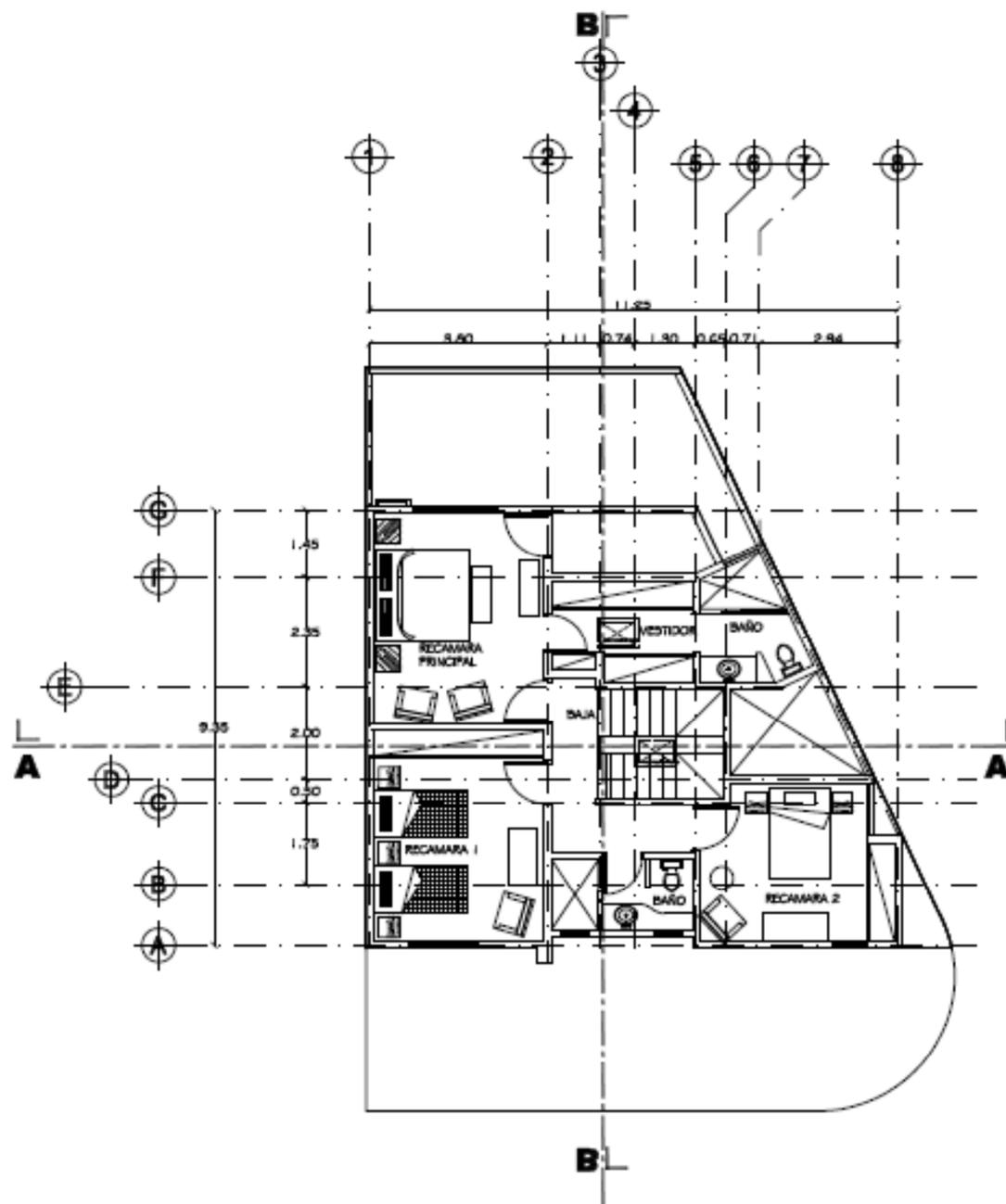
Los acabados en pisos son de laminado de madera en recámaras, en sala comedor son de loseta tipo porcelanite, los baños y cocinas tendrán azulejos en pisos y muros. Los muros y techos son aplanados con yeso y pintura vinílica, en la cocina se colocara una cocina integral.

Los acabados en fachadas son de aplanados de cemento arena y con pintura. Los acabados en áreas públicas de estacionamiento son de concreto pulido y en los andadores peatonales son de losetas.

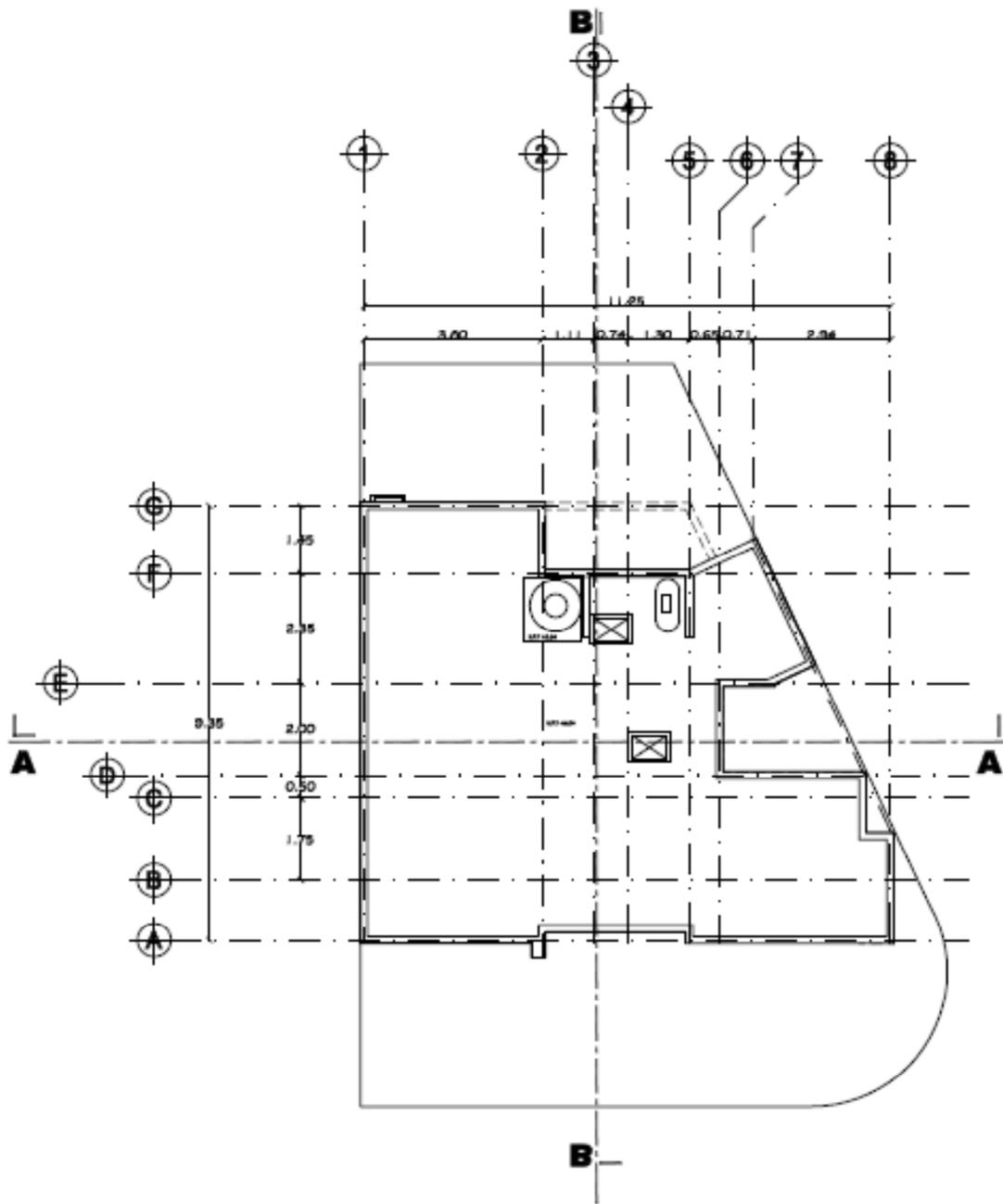
Las ventanas son de aluminio blanco con vidrio de 6mm.

## 5.2 Planos



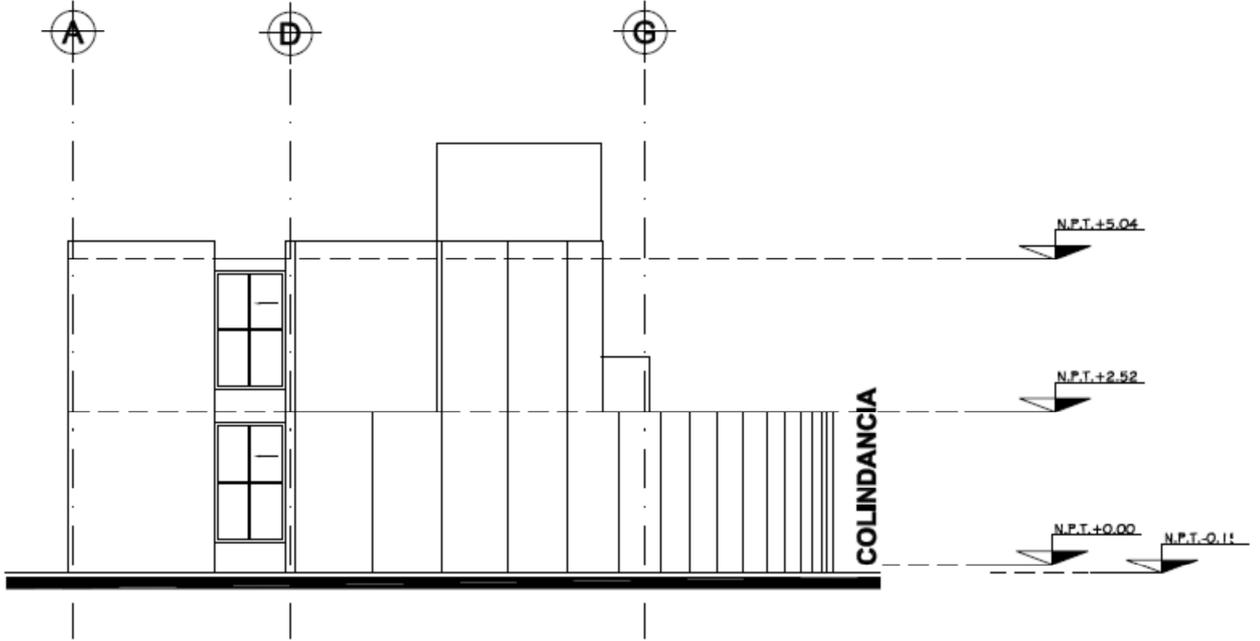


PLANTA ALTA

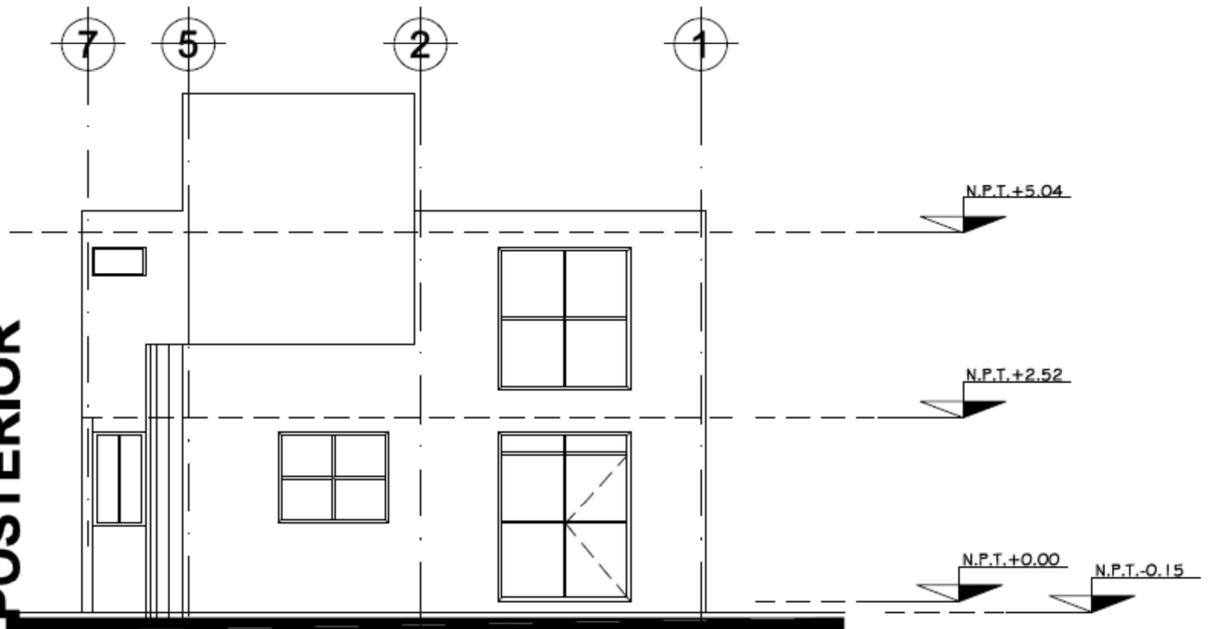


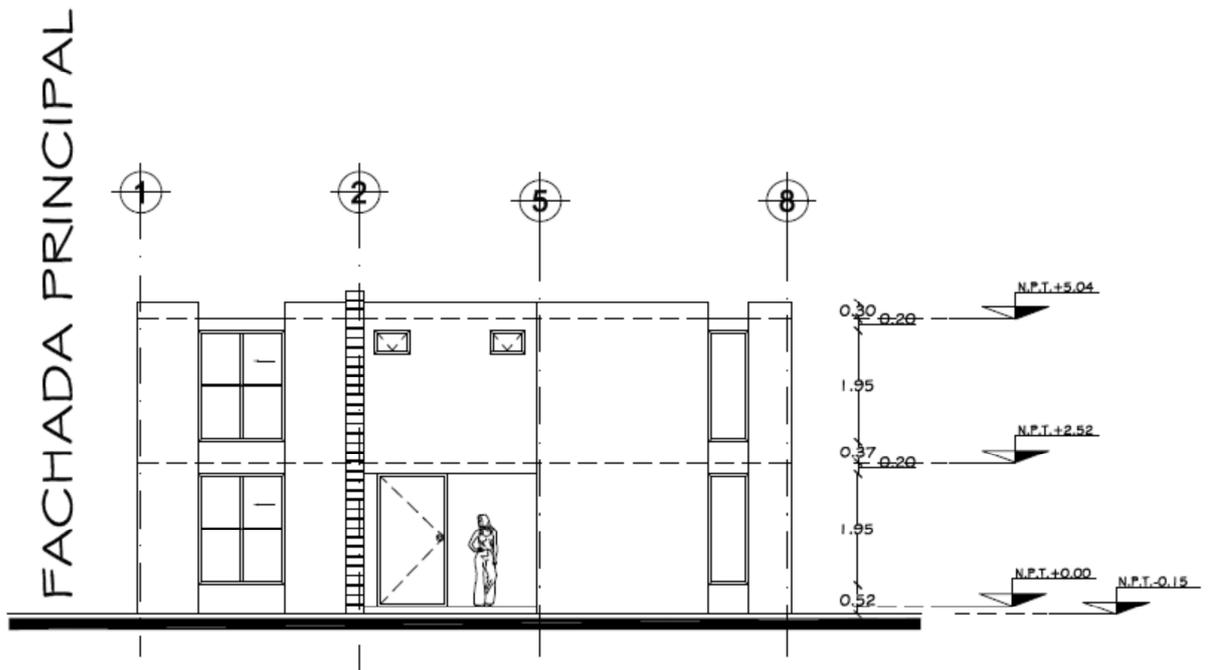
PLANTA AZOTEA

FACHADA LATERAL



FACHADA POSTERIOR





Render 1



Render 2



Render 3



### 5.3 Presupuesto

De acuerdo al estudio del proyecto, se presentan las partidas ordenadas de acuerdo con el proceso constructivo. Los precios unitarios se estimaron con el software Opus, y posteriormente fueron importados a una hoja de Excel donde se nombraron las partidas con su respectivo importe.

DESCRIPCION	CUENTA	IMPORTE
<b>" Cuatralva "</b>		<b>\$ 1,259,554.77</b>
<b>OBRA CIVIL</b>		<b>\$ 663,887.66</b>
<b>PRELIMINARES</b>		<b>\$ 107,743.40</b>
PRELIMINARES	COC0101	\$ 29,805.00
TERRACERIAS, EXCAVACIONES Y RELLENOS	COC0102	\$ 74,893.15
TRAZO Y NIVELACION	COC0103	\$ 3,045.25
<b>CIMENTACION</b>		<b>\$ 141,738.43</b>
CONCRETO CIMENTACION	COC0201	\$ 48,819.72
MAMPOSTERIA CIMENTACION	COC0202	\$ 71,609.02
ACERO CIMENTACION	COC0203	\$ 16,984.33
CIMBRA CIMENTACION	COC0204	\$ 1,796.28
ALBAÑILERIA CIMENTACION	COC0205	\$ 2,529.08
<b>ESTRUCTURA</b>		<b>\$ 414,405.83</b>
ALBAÑILERIA	COC0301	\$ 143,057.05
MAMPOSTERIA	COC0302	\$ 105,771.69
CIMBRA	COC0303	\$ 57,514.35
ACERO	COC0304	\$ 35,557.22
CONCRETO	COC0305	\$ 45,058.69
APLANADOS EXTERIORES	COC0306	\$ 27,446.83
<b>ACABADOS</b>		<b>\$ 433,798.71</b>
<b>ACABADOS</b>		<b>\$ 433,798.71</b>
APLANADO YESO	CAC0101	\$ 50,113.81
TABLAROCA	CAC0102	\$ 3,509.00
LOSETAS	CAC0103	\$ 119,450.49
PINTURA	CAC0104	\$ 50,048.98
MUEBLES	CAC0105	\$ 72,202.82
LIMPIEZAS	CAC0106	\$ 536.71
JARDINERIA	CAC0107	\$ 25,264.80
ALUMINIO	CAC0108	\$ 41,418.96
CARPINTERIA	CAC0109	\$ 71,253.14
<b>INSTALACIONES</b>		<b>\$ 161,868.40</b>
<b>INSTALACION HIDROSANITARIA</b>		<b>\$ 80,260.40</b>
INSTALACION HIDROSANITARIA	CAC0201	\$ 80,260.40
<b>INSTALACION ELECTRICA</b>		<b>\$ 81,608.00</b>
INSTALACION ELECTRICA	CAC0201	\$ 81,608.00

## 5.4 Estructura de Costos

La estructura de costos es un procedimiento que define el nivel de las partidas de acuerdo a su jerarquía y a sus títulos nombrados en el presupuesto. Clasificar de manera correcta esta secuencia es de gran ayuda, ya que posteriormente servirá para definir los subniveles con su correcta numeración en la estructura de desglose de trabajo. Ejemplo:

C – Cuatralva

OC – Obra Civil

01 – Preliminares

01 – Preliminares

A1	A2	A3	A4	DESCRIPCION	CUENTA
<b>C " Cuatralva "</b>					
<b>C OC OBRA CIVIL</b>					
<b>C OC 01 PRELIMINARES</b>					
C	OC	01	01	PRELIMINARES	COC0101
C	OC	01	02	TERRACERIAS, EXCAVACIONES Y RELLENOS	COC0102
C	OC	01	03	TRAZO Y NIVELACION	COC0103
<b>C OC 02 CIMENTACION</b>					
C	OC	02	01	CONCRETO CIMENTACION	COC0201
C	OC	02	02	MAMPOSTERIA CIMENTACION	COC0202
C	OC	02	03	ACERO CIMENTACION	COC0203
C	OC	02	04	CIMBRA CIMENTACION	COC0204
C	OC	02	05	ALBAÑILERIA CIMENTACION	COC0205
<b>C OC 03 ESTRUCTURA</b>					
C	OC	03	01	ALBAÑILERIA	COC0301
C	OC	03	02	MAMPOSTERIA	COC0302
C	OC	03	03	CIMBRA	COC0303
C	OC	03	04	ACERO	COC0304
C	OC	03	05	CONCRETO	COC0305
C	OC	03	06	APLANADOS EXTERIORES	COC0306
<b>C AC ACABADOS</b>					
<b>C AC 01 ACABADOS</b>					
C	AC	01	01	APLANADO YESO	CAC0101
C	AC	01	02	TABLAROCA	CAC0102
C	AC	01	03	LOSETAS	CAC0103
C	AC	01	04	PINTURA	CAC0104
C	AC	01	05	MUEBLES	CAC0105
C	AC	01	06	LIMPIEZAS	CAC0106
C	AC	01	07	JARDINERIA	CAC0107
C	AC	01	08	ALUMINIO	CAC0108
C	AC	01	09	CARPINTERIA	CAC0109
<b>C IN INSTALACIONES</b>					
<b>C IN 02 INSTALACION HIDROSANITARIA</b>					
C	IN	02	01	INSTALACION HIDROSANITARIA	CAC0201
<b>C IN 03 INSTALACION ELECTRICA</b>					
C	IN	03	01	INSTALACION ELECTRICA	CAC0201

## 5.5 Programas

Los programas representan en un esquema a través del tiempo, la duración de las actividades y la calendarización de los recursos económicos generalmente. Cuatralva se estimó en un tiempo de construcción de 6 meses, en el presente programa se representa aproximadamente su tiempo y la carga de trabajo para cada actividad, afectando naturalmente el gasto de los recursos económicos.

### PROGRAMA POR PORCENTAJE DE AVANCE

No.	PARTIDA	TOTALES	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13
1	Preliminares	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2	Cimentación	90.00%	40.00%	35.00%	15.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3	Estructura	100.00%	15.00%	15.00%	35.00%	30.00%	5.00%	0.00%	0.00%
4	Acabados	100.00%	0.00%	0.00%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	0.00%
5	Instalación Hidrosanitarias	100.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	0.00%	0.00%
6	Instalación Eléctrica	100.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	0.00%	0.00%
7	Cancelería y Herrería	100.00%	0.00%	0.00%	32.00%	34.00%	34.00%	0.00%	0.00%
8	Carpintería	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%
9	Limpiezas	100.00%	0.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	0.00%
10	Imprevistos, Extras y Vicios Ocultos	100.00%	10.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	10.00%	0.00%

### PROGRAMA ECONÓMICO

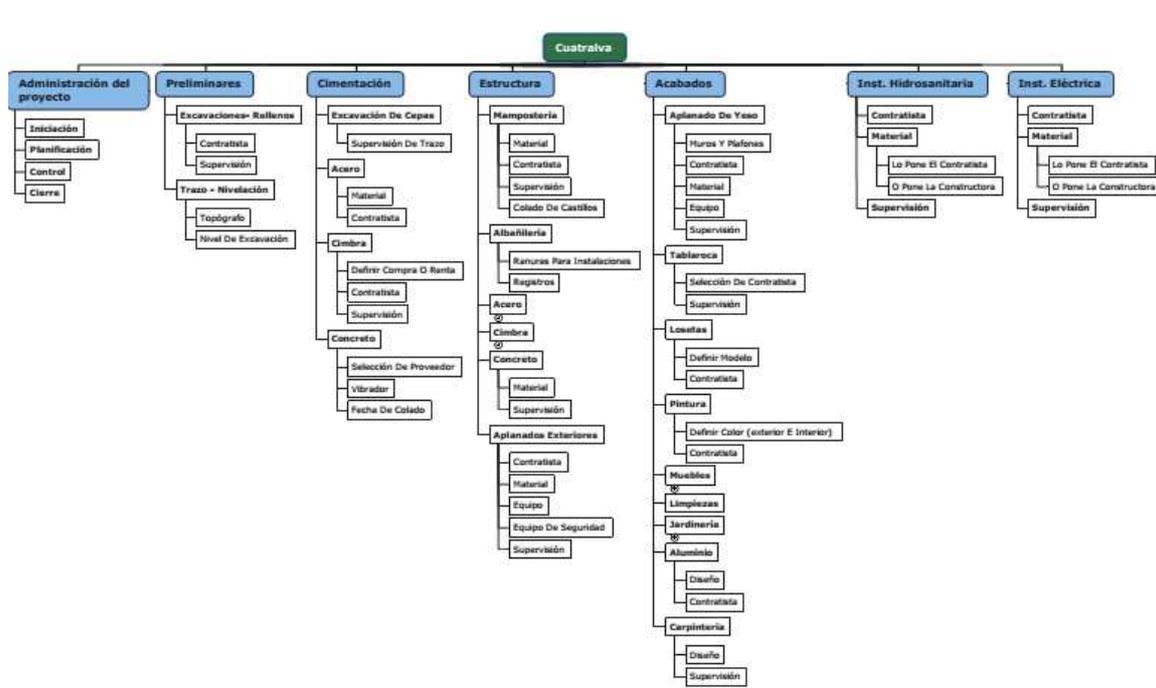
No.	PARTIDA	TOTALES	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13
1	Preliminares	\$100,327	100,327	0	0	0	0	0	0
2	Cimentación	\$141,738	56,695	49,608	21,261	0	0	0	0
3	Estructura	\$414,406	62,161	62,161	145,042	124,322	20,720	0	0
4	Acabados	\$288,127	0	0	72,032	72,032	72,032	72,032	0
5	Instalación Hidrosanitarias	\$80,260	16,052	16,052	16,052	16,052	16,052	0	0
6	Instalación Eléctrica	\$81,608	16,322	16,322	16,322	16,322	16,322	0	0
7	Cancelería y Herrería	\$41,419	0	0	13,254	14,082	14,082	0	0
8	Carpintería	\$71,253	0	0	0	35,627	35,627	0	0
9	Limpiezas	\$33,000	0	6,600	6,600	6,600	6,600	6,600	0
10	Imprevistos, Extras y Vicios Ocultos	\$7,416	742	1,483	1,483	1,483	1,483	742	0

**Total de Egresos por Mes :**      \$1,259,554.37      \$252,299      \$152,226      \$292,045      \$286,519      \$182,918      \$79,373      \$0



## 5.7 Construcción de la EDT

Con la creación de la EDT de la casa habitación se busca especificar detalladamente todo el trabajo a realizar para lograr los productos deseados. La construcción de la EDT de Cuatralva se inició con base a las partidas del presupuesto, en donde se desglosaron de acuerdo a la sub tareas necesarias para cada actividad, y de esta manera se tuvo un mayor conocimiento de las tareas a realizar y un mejor control durante la fase de ejecución.



Conviene aclarar que al proceso de definir la Edt, proporciona el control necesario para tener un seguimiento puntual de las actividades que posteriormente llevaran al cumplimiento de objetivos, además de monitorear un avance real, más cercano al comportamiento del proyecto.

## 5.8 Ejecución y control

Teniendo el plan suficientemente detallado y realista para servir como guía para realizar el proyecto de la casa habitación. Además de la ejecución de las actividades propias para generar los productos específicos del proyecto, fue necesario:

- Realizar actividades de gestión de calidad
- Reclutar, cotizar con el equipo del proyecto y desarrollar un plan de acción necesario para ejecutar el trabajo
- Dar seguimiento al sistema de generación y distribución de información, esto mediante la plataforma

Conforme se avanzó en la ejecución, como toda naturaleza de proyecto surgieron variaciones y cambios a lo planeado o incluso fue ejecutado. Pero se replanteo la solución de problemas, en un ciclo iterativo que sucedió hasta el final del proyecto.

En las siguientes láminas se muestra el procedimiento que se llevó acabo para el seguimiento y control del proyecto mediante la plataforma. Las diferentes herramientas aplicadas de esta plataforma proporcionaron una ayuda eficaz y dinámica en la obtención de toma de decisiones.

Captura de la línea base del proyecto. Figura 1

### ***Editar Costos directos Línea base - Trazo y nivelación***

<b>Fletes</b>	<input type="text" value="0.00"/>
<b>Mano de obra</b>	<input type="text" value="0.00"/>
<b>Maquinaria</b>	<input type="text" value="0.00"/>
<b>Materiales</b>	<input type="text" value="0.00"/>
<b>Subcontratos</b>	<input type="text" value="3045.00"/>
<input type="button" value="Guardar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>

Figura 1

## Resumen de Partidas del presupuesto base. Figura 2

Gastos	Costos directos			Avances		Reportes	
	Línea base	Orden de cambio cliente	Orden de cambio constructor	Valor planificado	Real		
<b>Partidas</b>	<b>Fletes</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Materiales</b>	<b>Subcontratos</b>	<b>Total</b>	<b>Operaciones</b>
<i>Obra civil</i>							
<b>Preliminares</b>							
Preliminares	0.00	0.00	0.00	0.00	29,805.00	29,805.00	<a href="#">editar</a>
Terracerías, Excavaciones y Rellenos	0.00	0.00	0.00	0.00	74,893.00	74,893.00	<a href="#">editar</a>
Trazo y nivelación	0.00	0.00	0.00	0.00	3,045.00	3,045.00	<a href="#">editar</a>
<b>Cimentación</b>							
Concreto cimentación	0.00	0.00	0.00	48,819.72	0.00	48,819.72	<a href="#">editar</a>
Acero Cimentación	0.00	4,246.00	0.00	12,738.33	0.00	16,984.33	<a href="#">editar</a>
Mampostería cimentación	0.00	35,805.00	0.00	35,804.51	0.00	71,609.51	<a href="#">editar</a>
Albañilería Cimentación	0.00	2,529.00	0.00	0.00	0.00	2,529.00	<a href="#">editar</a>
Cimbra en cimentación	0.00	1,796.00	0.00	0.00	0.00	1,796.00	<a href="#">editar</a>
<b>Estructura</b>							
Concreto	0.00	9,012.00	0.00	36,047.00	0.00	45,059.00	<a href="#">editar</a>
Albañilería	0.00	71,529.00	0.00	71,529.00	0.00	143,058.00	<a href="#">editar</a>
Mampostería	0.00	45,482.00	0.00	60,290.00	0.00	105,772.00	<a href="#">editar</a>
Acero	0.00	9,956.00	0.00	25,601.00	0.00	35,557.00	<a href="#">editar</a>
Cimbra	0.00	24,156.00	0.00	30,858.00	0.00	55,014.00	<a href="#">editar</a>
Aplanados exteriores	0.00	17,017.00	0.00	10,430.00	0.00	27,447.00	<a href="#">editar</a>
<i>Acabados</i>							

Figura 2

## Crear gastos del proyecto. Figura 3

Proyectos Usuarios Catálogos Bienvenido, Israel Cerrar sesión

### Crear Gasto de Subcontratos

Fecha

Mes \* Día \* Año \*

Ago 21 2014

Concepto \*

Proveedor

Partida \*  
- Seleccione un valor -

Descripción

Cantidad \*

0

Unidad \*

- Seleccione un valor -

Precio unitario \*

0

Guardar y crear nuevo Guardar

Figura 3

## Resumen de los gastos (sub contratos). Figura 4

Proyectos Usuarios Catálogos Bienvenido, Israel Cerrar sesión

### Cuatralva - Gastos de Subcontratos

[Imprimir](#)

Gastos		Costos directos		Avances		Reportes	
Flotes		Mano de obra		Maquinaria		Materiales	
						Subcontratos	

[Crear nuevo](#) TOTAL: 185,346.20

Fecha: 
 Concepto: 
 Proveedor: 
 Partida:

Fecha	Fecha de modificación	Concepto	Proveedor	Partida	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Operaciones
14/02/2014	01/04/2014 - 12:29	Closets	ideas Cocinas y Closets	Carpintería	La entrega final de los closets se realizó el día 1 de abril 2014. Se instalaron 1 vestidor y 3 closets	1	47 000.00	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
30/01/2014	01/04/2014 - 12:29	Muebles de baño para el lavabo	Javier Urbina Rubio	Muebles	Se entrega anticipo de \$1000.00 pesos el 28 de enero, para la elaboración de los muebles. El costo fue de \$700.00 pesos por cada pza.	3	700.00	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
30/01/2014	30/01/2014 - 14:37	Reparación de la puerta Principal	Javier Urbina Rubio	Muebles	El costo de la reparación de la puerta principal es de \$2,300.00 pesos, incluye también la reparación del marco de la puerta de la recámara principal.	0	2 300.00	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>

Figura 4

## Aplicación de filtros por Proveedor (Mano de Obra). Figura 5

TOTAL: 30,800.14

Fecha: 
 Concepto: 
 Proveedor: 
 Partida:

Fecha	Fecha de modificación	Concepto	Proveedor	Partida	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Operaciones
02/11/2013	22/11/2013 - 21:23	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias	Llenado del tinaco, colocación de la bomba y electroniveles	2	500.00	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
05/10/2013	22/11/2013 - 21:23	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias		6	466.67	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
28/09/2013	22/11/2013 - 21:24	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias		6	466.67	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
21/09/2013	22/11/2013 - 21:24	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias		6	466.67	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
13/09/2013	22/11/2013 - 21:24	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias		6	466.67	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
06/09/2013	22/11/2013 - 21:24	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias		6	466.67	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
31/08/2013	22/11/2013 - 21:24	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias		6	466.67	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
24/08/2013	22/11/2013 - 21:24	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias		6	466.67	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
03/08/2013	22/11/2013 - 21:24	Plomero	Antonio Gil	Instalaciones Hidrosanitarias		10	270.00	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>

Figura 5

Valor Planificado, en este apartado se captura de acuerdo a tu programa económico el pronóstico calculado según a la fecha en la que se requiere el corte. Con el objetivo de evaluar el tiempo de acuerdo a lo planeado con lo realmente ejecutado. Se captura para cada partida y actividad requerida. Figura 6

### Cuatralva - Costos directos *Valor planificado*

[Imprimir](#)

Gastos	Costos directos		Avances			Reportes	
	Línea base	Orden de cambio cliente	Orden de cambio constructor	Valor planificado	Real		
<b>Partidas</b>	<b>Fletes</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Materiales</b>	<b>Subcontratos</b>	<b>Total</b>	<b>Operaciones</b>
<i>Obra civil</i>							
<b>Preliminares</b>							
Preliminares	0.00	0.00	0.00	0.00	29,805.00	29,805.00	<a href="#">editar</a>
Terracerías, Excavaciones y Rellenos	0.00	0.00	0.00	0.00	74,893.00	74,893.00	<a href="#">editar</a>
Trazo y nivelación	0.00	0.00	0.00	0.00	3,045.00	3,045.00	<a href="#">editar</a>
<b>Cimentación</b>							
Concreto cimentación	0.00	0.00	0.00	48,820.00	0.00	48,820.00	<a href="#">editar</a>
Acero Cimentación	0.00	4,246.00	0.00	12,738.00	0.00	16,984.00	<a href="#">editar</a>
Mampostería cimentación	0.00	35,805.00	0.00	35,805.00	0.00	71,610.00	<a href="#">editar</a>
Albañilería Cimentación	0.00	2,529.00	0.00	0.00	0.00	2,529.00	<a href="#">editar</a>
Cimbra en cimentación	0.00	1,796.00	0.00	0.00	0.00	1,796.00	<a href="#">editar</a>
<b>Estructura</b>							
Concreto	0.00	9,012.00	0.00	36,047.00	0.00	45,059.00	<a href="#">editar</a>
Albañilería	0.00	71,529.00	0.00	71,529.00	0.00	143,058.00	<a href="#">editar</a>
Mampostería	0.00	45,482.00	0.00	60,290.00	0.00	105,772.00	<a href="#">editar</a>
Acero	0.00	9,956.00	0.00	25,601.00	0.00	35,557.00	<a href="#">editar</a>

Figura 6

Avance real, se captura el avance físico que actualmente se tiene ejecutado en el proyecto. Con este porcentaje, evaluaremos la eficiencia del proyecto y se tendrá una comparación automática con la línea base actualizada. Figura 7

### Cuatralva - Avances

[Imprimir](#)

Gastos	Costos directos	Avances	Reportes
		Porcentaje	Operaciones
<i>Obra civil</i>			
<b>Preliminares</b>			
Preliminares		100.00	<a href="#">editar</a>
Terracerías, Excavaciones y Rellenos		100.00	<a href="#">editar</a>
Trazo y nivelación		100.00	<a href="#">editar</a>
<b>Cimentación</b>			
Concreto cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
Acero Cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
Mampostería cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
Albañilería Cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
Cimbra en cimentación		100.00	<a href="#">editar</a>
<b>Estructura</b>			
Concreto		100.00	<a href="#">editar</a>
Albañilería		100.00	<a href="#">editar</a>
Mampostería		100.00	<a href="#">editar</a>
Acero		100.00	<a href="#">editar</a>
Cimbra		100.00	<a href="#">editar</a>
Aplanados exteriores		100.00	<a href="#">editar</a>

Figura 7

Reportes, los informes muestran la productividad en general de todo el proyecto. Una gran visión de es una ventajas competitivas de la plataforma, de lo general a lo particular. Lograr objetividad y seguimiento de acuerdo a las necesidades que se presentaron durante la ejecución en el proyecto. Figura 8

## Cuatralva - Reportes

[Imprimir](#)

Gastos	Costos directos	Avances	Reportes
--------	-----------------	---------	----------

### Costo EDC

Partida	Presupuesto de costos			% Avance		Productividad						
	Línea base original	Órdenes de cambio cliente	Órdenes de cambio constructor	Línea base actual	PROG AUT	Real		valor plan.	valor ganado	costo real acum	idc	idt
						Físico	Finan					
Preliminares	107,743.00	0.00	0.00	107,743.00	100.00%	100.00%	68.22%	107,743.00	107,743.00	73,504.11	1.47	1.00
Cimentación	141,738.56	0.00	0.00	141,738.56	100.00%	100.00%	58.71%	141,739.00	141,738.56	83,218.09	1.70	1.00
Estructura	411,907.00	0.00	0.00	411,907.00	101.21%	100.00%	62.20%	416,907.00	411,907.00	256,222.80	1.61	0.99
Acabados1	433,798.00	0.00	0.00	433,798.00	100.00%	100.00%	58.56%	433,798.00	433,798.00	254,049.31	1.71	1.00
Instalaciones Hidrosanitarias1	80,260.00	0.00	0.00	80,260.00	96.02%	100.00%	69.34%	77,065.00	80,260.00	55,648.61	1.44	1.04
Instalación Eléctrica1	81,608.00	0.00	-40,000.00	41,608.00	132.77%	100.00%	33.29%	55,241.00	41,608.00	13,849.52	3.00	0.75

### Visión

COSTO IRC			COSTO IRP		
Valor Ganado	Costo Real	Variación	Valor Ganado	Valor Programado	Variación
1217054.56	736492.4395	480562.1205	1217054.56	1232493	-15438.44

Figura 8

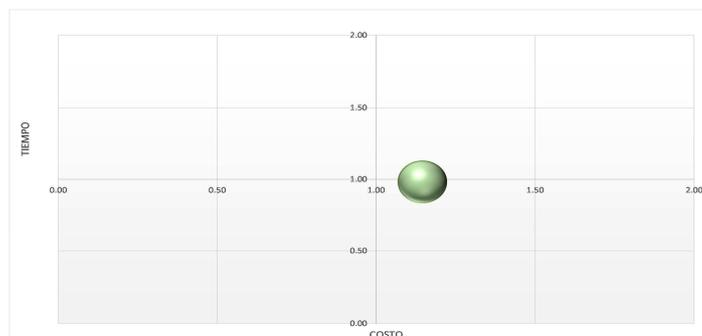
## Resumen

En el siguiente cuadro se observan todas las partidas consideradas en el presupuesto y su costo final de cada una de ellas. En algunas se sobrepasó el pronóstico de costo estimado, pero también se obtuvieron ahorros en otras actividades. Finalmente se obtuvieron resultados favorables en el proyecto. Se capturó su avance real respectivamente, con el objetivo de analizar y planear nuevamente los objetivos de acuerdo a las variaciones presentadas. El proyecto actualmente se mantiene con un porcentaje no terminado como los vicios ocultos, ya que se considera la garantía con el cliente.

Actividad	% Presupuesto	Presupuesto	% Completado	Valor planificado	Costo Real	Valor Ganado	Variación de Costo	VG/VP	VG/CR
Preliminares	8%	\$ 100,327.00	100%	\$ 100,327.00	\$ 84,827.11	\$ 100,327.00	\$ 15,499.89	1.00	1.18
Cimentación	11%	\$ 141,738.00	100%	\$ 156,369.00	\$ 123,578.00	\$ 141,738.00	\$ 18,160.00	0.91	1.15
Estructura	33%	\$ 414,406.00	100%	\$ 414,406.00	\$ 256,222.77	\$ 414,406.00	\$ 158,183.23	1.00	1.62
Acabados	23%	\$ 288,127.00	100%	\$ 288,127.00	\$ 272,345.92	\$ 288,127.00	\$ 15,781.08	1.00	1.06
Instalación Hidrosanitaria	6%	\$ 80,260.00	100%	\$ 80,260.00	\$ 105,369.00	\$ 80,260.00	-\$ 25,109.00	1.00	0.76
Instalación Eléctrica	6%	\$ 81,608.00	100%	\$ 81,608.00	\$ 90,345.00	\$ 81,608.00	-\$ 8,737.00	1.00	0.90
Cancelería y Herrería	3%	\$ 41,419.00	100%	\$ 41,419.00	\$ 39,869.00	\$ 41,419.00	\$ 1,550.00	1.00	1.04
Carpintería	6%	\$ 71,253.00	100%	\$ 71,253.00	\$ 93,623.18	\$ 71,253.00	-\$ 22,370.18	1.00	0.76
Limpiezas	3%	\$ 33,000.00	100%	\$ 35,786.00	\$ 21,153.07	\$ 33,000.00	\$ 11,846.93	0.92	1.56
Imprevistos, Vicios Ocultos	1%	\$ 7,416.00	90%	\$ 7,416.00	\$ 8,900.00	\$ 6,674.40	-\$ 2,225.60	0.90	0.75
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 1,259,554.00</b>	<b>99%</b>	<b>\$ 1,276,971.00</b>	<b>\$ 1,096,233.05</b>	<b>\$ 1,254,888.60</b>	<b>\$ 158,655.55</b>	<b>0.98</b>	<b>1.14</b>

Los índices de desempeño se reportaron como: IDT = 0.98, IDC = 1.14, significa que en cuestión de tiempo actualmente no cumplimos con la meta. El costo a pesar de que en algunas partidas se gastó más de lo previsto, terminó con un índice superior a 1 lo que significa que se realizaron las compras y la mano de obra debajo del presupuesto previsto.

En la siguiente gráfica se presenta el comportamiento de los índices finales del proyecto.



## 5.9 Construcción

Se presentan algunas de las fotografías más representativas durante la ejecución del proyecto. De manera cronológica como se planeó desde el inicio del presupuesto y como se fue capturando su avance y sus costos en esta fase en la plataforma.

Fotografía 1. Excavación



Fotografía 2. Cimentación



Fotografía 3. Estructura



Fotografía 4. Estructura



Fotografía 5. Acabados



Fotografía 6. Acabados



Fotografía 7. Cámaras de video, para observar en tiempo real el proyecto



Fotografía 8. Cámaras de video



Fotografía 9. Proyecto terminado



Fotografía 10. Proyecto terminado

## 5.10 Lecciones Aprendidas

- Iniciar el proyecto de la plataforma, desde su diseño, elaboración de propuestas y tener una secuencia de lógica de los datos. Requiere de bastante tiempo y esfuerzo.
- Es necesario tener una clara comunicación con los programadores, ya que ellos tienen una propuesta, mientras se analiza es necesario probar y tenerla en ejecución para medir su eficacia.
- La implementación de las cámaras de video en el proyecto, considero esta herramienta, para tener una visión real, y entender como analizar la situación del proyecto es indudablemente una ventaja competitiva, pero sustituir la supervisión directa en el proyecto eso nunca debe suceder.
- Los costos de la creación de la plataforma, fueron costeados de mis ingresos, la siguiente actualización se unió un compañero para mejorar su desempeño de la plataforma.
- Tener la información en un solo punto, el gestor de compras, constructor y un supervisor, proporcionó en la plataforma solo un eje de comunicación, facilitando la toma de decisiones y acceder en cualquier momento con la información de cuatralva.

## Bibliografía

- Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: (PMBOK Guide)*. Newtown Square: Project Management Institute, 2013.
- “LiderDeProyecto.com / Breve Historia Sobre La Administración de Proyectos.” Accessed July 2, 2014.  
[http://www.liderdeproyecto.com/manual/breve\\_historia\\_sobre\\_la\\_administracion\\_de\\_proyectos.html](http://www.liderdeproyecto.com/manual/breve_historia_sobre_la_administracion_de_proyectos.html).
- Manual para la certificación PMP: cómo aplicar la guía del PMBOK quinta edición en la gestión de proyectos*, n.d.
- Hitt, Michael. *Strategic Management: Concepts: Competitiveness and Globalization*. Cengage Learning, 2010.