



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL – CONSTRUCCIÓN

EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE ÉXITO UTILIZANDO LOS LINEAMIENTOS DEL  
PMBOK EN EL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INSTRUCCIÓN  
TÉCNICA LAN”

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

PRESENTA:  
LESLIE CECILIA BAJONERO MANRIQUE

TUTOR PRINCIPAL  
M.I. SALVADOR, DÍAZ, DÍAZ, Facultad de Ingeniería

MÉXICO, D. F. JUNIO 2014

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Jesús Hugo Meza Puesto  
Secretario: M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas  
Vocal: M.I. Salvador Díaz Díaz  
1<sup>er</sup> Suplente: M.I. Carlos Narcia Morales  
2<sup>do</sup> Suplente: Ing. Antonio Jesús Coyoc Campos

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: UNAM, MÉXICO D.F.

**TUTOR DE TESIS:**

**M.I. Salvador Díaz Díaz**

-----  
**FIRMA**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y mis hermanos por la comprensión y confianza que depositaron en mí durante mis estudios en el programa de posgrado de la UNAM y durante la realización de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primer lugar a la Universidad Nacional Autónoma de México por la excelente formación profesional que he recibido para la elaboración de la presente tesis.

Un agradecimiento especial al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo continuo brindado a lo largo de mis estudios de posgrado y la culminación del presente trabajo.

Agradezco la paciencia y entusiasmo que el M.I. Salvador Díaz Díaz tuvo para que este trabajo se concluyera satisfactoriamente; M.I. Salvador, muchas gracias por sus comentarios tan acertados durante el desarrollo del mismo y sobre todo, por el amistoso trato con que siempre se ha dirigido hacia mí.

Este documento se enriqueció de manera sustancial con las opiniones que hicieron los miembros del jurado durante la revisión. Al Dr. Hugo Meza Puesto, los M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas, Carlos Narcia Morales y el Ing. Antonio Jesús Coyoc Campos; mis más sinceros agradecimientos.

Finalmente, agradecer a mis padres, Paulo y Enma, y a todos mis hermanos, en particular a mi hermana Mary, quienes me brindaron su apoyo incondicional durante este reto profesional.



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	9
CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL.....	18
2.1. DEFINICIÓN DEL PMBOK (FUNDAMENTOS DE LA GERENCIA DE PROYECTOS) .....	18
2.1.1. DEFINICIÓN DE PROYECTO.....	18
2.1.2. CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO.....	19
2.2. ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE UN PROYECTO.....	20
2.2.1. GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL PROYECTO .....	20
2.2.2. GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO.....	23
2.2.3. GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO .....	24
2.2.4. GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO.....	25
2.2.5. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO.....	26
2.2.6. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO.....	28
2.2.7. GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO .....	30
2.2.8. GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO.....	31
2.2.9. GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO .....	32
2.2.10. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO .....	34
2.3. FACTORES DE ÉXITO DE UN PROYECTO .....	35
2.3.1. ALCANCE.....	35
2.3.2. TIEMPO.....	45
2.3.3. COSTO.....	71
2.3.4. CALIDAD.....	91
CAPÍTULO III: FACTORES DE ÉXITO EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO.....	107
3.1. ASPECTO GENERAL DEL PROYECTO EN ESTUDIO.....	107
3.1.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	107
3.1.2. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	107
3.1.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	113

---

3.1.4.	PRESUPUESTO DE OBRA.....	142
3.2.	ALCANCE CONTRACTUAL DEL PROYECTO Y SUS MODIFICACIONES.....	144
3.2.1	AMPLIACIÓN DEL ALCANCE CONTRACTUAL .....	145
3.2.2	REDUCCIÓN DEL ALCANCE CONTRACTUAL.....	148
3.2.3	ALCANCE FINAL DEL PROYECTO EJECUTADO .....	149
3.3	COSTO CONTRACTUAL Y REAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	150
3.3.1	PRESUPUESTO DE ADICIONALES .....	150
3.3.2	PRESUPUESTO DE DEDUCTIVOS.....	151
3.3.3	VALORIZACIONES DEL PROYECTO .....	152
3.3.4	COSTOS FINALES DEL PROYECTO.....	153
3.4	TIEMPO DE EJECUCIÓN CONTRACTUAL Y REAL DEL PROYECTO.....	155
3.5	CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	156
3.5.1	PLAN DE CALIDAD .....	156
3.5.2	CALIDAD EN OBRAS CIVILES .....	162
CAPÍTULO IV: PROPUESTA PARA UNA MEJOR ADMINISTRACIÓN DE OBRA SIMILAR AL ESTUDIADO .....		163
4.1.	FASE DE INICIO .....	163
4.2.	FASE DE PLANIFICACIÓN.....	164
4.3.	FASE DE EJECUCIÓN.....	165
4.4.	FASE DE SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	166
4.5.	FASE DE CIERRE.....	168
CONCLUSIONES.....		170
RECOMENDACIONES.....		171
BIBLIOGRAFÍA.....		172
ANEXOS.....		173

---

## INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos de construcción se refiere a todas las acciones que deben realizarse para cumplir con una necesidad definida dentro de los plazos y costos establecidos. Como un proyecto es una acción temporal que tiene principio y fin, es necesario planificar que actividades o acciones se deben realizar.

Los diferentes recursos utilizados en las obras de construcción (mano de obra, materiales, equipos) hacen que en el proyecto se maneje diferentes tipos de procesos de administración, dependiendo el recurso y las condiciones donde se está desarrollando el proyecto.

El primer desafío para la gestión de proyectos es alcanzar la meta del proyecto y los objetivos dentro de las limitantes conocidas. Las limitantes o restricciones primarias son el alcance, el tiempo, la calidad y el presupuesto. El desafío secundario, y el más ambicioso de todos, es optimizar la asignación de recursos de las entradas necesarias e integrarlas para alcanzar los objetivos predefinidos.

La dificultad de la gestión de un proyecto radica en gran medida en la cantidad de personas involucradas, la realización y cumplimiento de los objetivos, generalmente es responsabilidad de diferentes personas (cada una con diferentes estilos de trabajo, experiencia, conocimiento, etc.); por lo cual es necesario asegurarse (para toda la duración del proyecto) que el producto que se está creando cumpla claramente con las expectativas del cliente y que todos los integrantes del proyecto entreguen el esfuerzo alineado al cumplimiento de los objetivos.

En el primer capítulo de esta investigación se enfoca en la evolución de la Gestión de Proyectos como disciplina en la industria de la Construcción y como ésta ha ido cobrando importancia para el buen desarrollo de los proyectos.

En el segundo capítulo se trata de introducir los conceptos clave de la Gerencia de Proyectos, que es un conjunto de buenas prácticas normadas y estandarizadas a nivel internacional, así como identificar los factores de éxito de un proyecto, definiendo sus principales procesos de ejecución.

En el tercer capítulo se trata de dar a conocer los parámetros generales del proyecto que se tomara como referencia para el fin de la investigación y se evaluará los factores en la ejecución del proyecto en mención, con el fin de compararlos con los criterios vertidos por el PMI.

En el cuarto capítulo se trata de obtener unos lineamientos que sirvan de base para la implementación de la gerencia de proyectos y su vital importancia en el éxito de un proyecto.

Por los motivos antes mencionados, es necesario el conocimiento de la gestión de proyectos en la ejecución de las obras y el involucramiento de los profesionistas con este tema.

---

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

La Gerencia de Proyectos ha existido desde el inicio de la civilización y se puede ver plasmado en la ejecución de muchos proyectos desarrollados a lo largo de la historia, el Project Management en el sentido más moderno se puede hallar a partir de 1950.

Resulta irónico que la mayoría de los gerentes de proyecto planifique cada detalle del proyecto de un cliente, y en cambio dediquen poco tiempo a la planeación de su propio trabajo en el proyecto. Sin la planeación adecuada, es improbable que los objetivos del proyecto sean alcanzados a tiempo dentro del presupuesto. Siendo el principal propósito de la planeación dividir los objetivos extensos del contrato en tareas manejables que puedan realizarse en un plazo corto.

No obstante vale la pena citar algunos acontecimientos antes de 1910 que sin duda son ejemplo de la implementación de prácticas de Gestión de Proyectos en gran 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 tal 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 gerencia 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 un 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 del 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 del 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 gerencia 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 las conferencias estuvieron a cargo del señor Russell Archibald, miembro N° 6 del PMI;

quien impartió Planificar, Calendarizar y Controlar los Esfuerzos de los Trabajadores del Conocimiento.

Durante los años setenta PMI se desarrolló principalmente en el campo de la ingeniería, mientras tanto el mundo de los negocios desarrollaba sus proyectos a través de especialistas de la misma empresa y formaban grupos de trabajo llamados "Task Force". Para los años ochenta, el mundo de los negocios comenzó gradualmente a dirigir sus esfuerzos por proyectos.

Durante este tiempo el PMI, a través del comité de estándares y colaboradores (entre ellos empresas, universidades, asociaciones de profesionales, especialistas y consultores en proyectos) realizó el estudio, evaluación y revisión de los estándares generalmente aceptados a nivel internacional, dando como resultado los estándares que representan el cuerpo de conocimientos de la Dirección de Proyectos, cuyo título original es "Project Management Body of Knowledge" (PMBOK). En 1987 se publicó su primera edición.

Desde entonces, el PMI ha sido muy bien conocido como el creador de la "Guía de los Fundamentos para la Gerencia de Proyectos" (PMBOK), considerado como una de las herramientas fundamentales en la profesión de Project Management actualmente.

### **1975.- Simpack Systems Limited crea el Método PROMPTII**

PROMPTII fue desarrollado en respuesta a una protesta de porque 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 gerencia 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 Gerencia de Proyectos con Cadena Crítica.

#### **1986.- Se nombra a SCRUM como un nuevo estilo de gerencia 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 del 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 del conocimiento” (Oxford University Press, 1995). Aunque SCRUM fue pretendido para la gerencia 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 y la cuarta edición en el 2008. 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 Gerencia 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 4° edición del PMBOK**

La cuarta edición continúa la tradición de excelencia del PMI en materia de gerencia 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.

### **2013.- El PMI lanza la 5° edición del PMBOK**

La quinta edición continúa la tradición de excelencia del PMI en materia de gerencia 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 nuevos procesos que no habían aparecido en versiones anteriores y un área nueva de Gestión.

Sin duda, nuevas técnicas y mejores prácticas surgirán a medida que los límites de lo que es posible y nuevos retos también emergerán. Los seres humanos necesitamos llevar hacia adelante a un futuro mejor y con ello vendrán mejoras formas de manejar los proyectos. Cuándo y dónde se suscitarán esos desarrollos, es algo incierto pero lo que sí es seguro es que ocurrirán y es ahí donde surge la imperativa necesidad de desarrollar una óptima Gerencia de Proyectos.

---

## CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL

### 2.1. DEFINICIÓN DEL PMBOK (FUNDAMENTOS DE LA GERENCIA DE PROYECTOS)

El PMBOK (Fundamento de la Dirección de Proyectos), es una guía de sub conjuntos de fundamentos de la dirección de proyectos. También llamadas “Buenas Practicas”, la correcta aplicación de estas habilidades, herramientas, técnicas; incrementa la posibilidad de que un proyecto se realice exitosamente.

Dependerá del conocimiento y criterio de los miembros del equipo de trabajo, determinar que subconjunto de fundamentos, utilizar en su proyecto.

#### 2.1.1. DEFINICIÓN DE PROYECTO

Un proyecto es un esfuerzo temporal, que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

Se dice que es temporal, porque tiene un comienzo y un final definido, este final se obtiene cuando se ha cumplido con el objetivo del proyecto. Y es único porque cada proyecto tiene singularidad en sus características.

#### **Dirección de Proyecto**

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas en las actividades de un proyecto. Lo cual hará posible una culminación exitosa del proyecto.

La Dirección de Proyectos tiene 5 procesos, los cuales son:

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Seguimiento y Control
- Cierre

La aplicación e integración correcta de estos procesos, llevaran direccionar proyectos con la mayor probabilidad de que estos concluyan satisfactoriamente.

### **2.1.2. CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO**

El ciclo de vida del proyecto es un conjunto de fases del mismo, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas, cuyo nombre y número se determina por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Un ciclo de vida puede documentarse con ayuda de una metodología. El ciclo de vida del proyecto puede ser determinado o conformado por los aspectos únicos de la organización, de la industria o de la tecnología empleada. Mientras que cada proyecto tiene un inicio y un final definidos, los entregables específicos y las actividades que se llevan a cabo entre estos variaran ampliamente de acuerdo con el proyecto. El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO**

Los proyectos pueden variar en tamaño o en complejidad, pueden configurarse dentro de la siguiente estructura del ciclo de vida:

- Inicio
- Organización y preparación
- Ejecución del trabajo
- Cierre

La estructura genérica del ciclo de vida de un proyecto por lo general presenta las siguientes características:

1. Los niveles de costo y dotación de personal son bajos al inicio del proyecto, alcanzan su punto máximo según se desarrolla el trabajo y cae rápidamente cuando el proyecto se acerca al cierre del proyecto.
2. La influencia de los interesados al igual que los riesgos y la incertidumbre son mayores al inicio del proyecto y van disminuyendo durante la vida del proyecto.
3. Capaz de influir en las características finales del producto del proyecto sin afectar significativamente el costo, es más alta al inicio del proyecto y va disminuyendo a medida que va avanzando el proyecto a su conclusión, y corregir errores suele aumentar sustancialmente según el proyecto se acerque a su fin.

## 2.2. ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE UN PROYECTO

Los 85 procesos de dirección de proyectos han sido agrupados en 10 áreas de conocimientos. Los cuales se enunciarán a continuación:

### 2.2.1. GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL PROYECTO

En esta área se identifica, definen y coordinan la interrelación de los procesos y actividades del proyecto. La integración dentro de la dirección de proyectos, consiste en la toma de decisiones sobre donde concentrar recursos y esfuerzos, en el transcurso del avance del proyecto, teniendo en cuenta los diferentes problemas de su entorno y circunstancias del momento, que pueda afectar al desarrollo correcto del proyecto.

Los principales procesos de integración son los siguientes:

#### ❖ **Desarrollar el acta de constitución del proyecto**

Es un documento de inicio formal de un proyecto, en el cual se autoriza al Director del proyecto, el uso de los recursos de la empresa.

El acta debe contener la siguiente información:

- Requisitos que satisfacen las necesidades y expectativas del cliente.
- Descripción o requisitos del producto que el proyecto va comenzar.
- Finalidad del proyecto.
- Nombre del director del proyecto y nivel de autoridad.
- Resumen de cronograma de hitos.
- Influencia de los interesados.
- Organizaciones funcionales y su participación.
- Asunciones de la organización, ambiental y externas.
- Restricciones de la organización, ambientales y externas.
- Presupuesto resumido.

#### ❖ **Desarrollar el plan para la dirección del proyecto**

El plan de gestión de proyecto define, integra y coordina los planes subsidiarios de un plan de gestión de proyectos, este plan será actualizado con el proceso de control integral de cambios.



En el plan de gestión de proyectos se define como se ejecuta, supervisa, controla y se cierra el proyecto.

El plan de gestión incluye lo siguiente:

- Los procesos de dirección de proyectos seleccionados por el equipo de dirección de proyecto.
- El nivel de implementación de cada proceso seleccionado.
- Herramientas y técnicas que se utilizara para llevar a cabo esos procesos.
- Como se utilizara los procesos seleccionados y cómo interactúan para dirigir el proyecto.
- Como se ejecutara el trabajo, para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Como se supervisaran y controlaran los cambios.
- La necesidad y la técnica para la comunicación entre los interesados.
- El ciclo de vida del proyecto seleccionado.

#### ❖ **Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto**

El director del proyecto tiene que realizar varias acciones para ejecutar el plan de gestión y cumplir con el trabajo definido en el enunciado del alcance del proyecto.

Algunas de estas acciones son:

- Realizar actividades para asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Realizar esfuerzos e invertir fondos para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Dotar de personal, formar y dirigir a los miembros del equipo del proyecto.
- Obtener, gestionar y utilizar recursos, incluidos los materiales, herramientas, equipos e instalaciones.
- Implementar los métodos y las normas planificadas.
- Crear, controlar, verificar y validar los productos entregables del proyecto.
- Gestionar los riesgos e implantar actividades de respuestas al riesgo.
- Adaptar los cambios aprobados al alcance, planes y entorno del proyecto.
- Gestionar los canales de comunicación del proyecto, tanto externo como interno al equipo del proyecto.

- Recoger datos sobre el proyecto e informar sobre el costo, el cronograma, el avance técnico y de calidad, y la información de la situación para facilitar las proyecciones.
- Recoger y documentar las lecciones aprendidas, e implementar las actividades de mejora de procesos aprobados.

Además en el plan se requiere implementar:

- Acciones correctivas, el cual hará que el rendimiento previsto del proyecto cumpla con el objetivo del plan de gestión del proyecto.
- Acciones preventivas, esto reducirá la probabilidad de tener sucesos con consecuencias negativas.
- Reparación de productos defectuosos, detectados en el proceso de calidad.

#### ❖ **Monitorear y controlar el trabajo del proyecto**

Este proceso supervisa y controla los procesos del proyecto, que son: el inicio, la planificación, la ejecución y el cierre. Tomando acciones preventivas o correctivas para controlar el rendimiento del proyecto.

La supervisión continua del proyecto, nos tendrá informado del estado en el que se encuentra, y así, identificar el área o áreas que necesitan mayor atención.

El proceso de supervisión y control está relacionado con los siguientes temas:

- Comparar el rendimiento real del proyecto con el del plan de gestión
- Analizar, efectuar el seguimiento y supervisar los riesgos de proyecto, para asegurarse que hayan sido identificados, se informa sobre su estado y se ejecuta los planes de respuesta a cada riesgo de ser necesario.
- Mantener una base de información precisa y actualizada del proyecto, hasta su culminación.
- Proporcionar información para elaborar informe del estado del proyecto, con medición de avance y proyecciones.
- Suministrar la implementación de los cambios aprobados a medida que se produzca.

### ❖ **Realizar el control integrado de cambios**

En este proceso se controla los cambios del proyecto desde el inicio hasta su culminación. Tratando las siguientes actividades:

- Identificar que debe producirse un cambio o que ya se ha producido.
- Revisar y aprobar los cambios solicitados.
- Gestionar los cambios aprobados a medida que se produzcan.
- Controlar y actualizar los requisitos del alcance, costo, presupuesto, cronograma y calidad basándose en los cambios aprobados.
- Documentar el impacto total de los cambios solicitados.

La gestión de la configuración de control incluye identificar, documentar y controlar los cambios en la línea base, este nivel de control depende de la complejidad del proyecto específico y el entorno en el que se realiza el proyecto. Todo cambio solicitado debe ser aceptado o rechazado por autoridades dentro del equipo de dirección del proyecto o una organización externa que represente al cliente. Ver Anexo I.

## **2.2.2. GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO**

En la Gestión del Alcance del Proyecto se incluye los cinco procesos necesarios para asegurarse que el proyecto contenga todos los trabajos requeridos para completar el proyecto satisfactoriamente.

### ❖ **Recopilar Requisitos**

Consiste en definir y documentar las necesidades de los interesados a fin de cumplir con los objetivos del proyecto.

### ❖ **Definir el Alcance**

Desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto.

### ❖ **Crear la Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)**

Subdividir los principales productos entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.

❖ **Verificar el Alcance**

Formalizar la aceptación de los productos entregables completados del proyecto.

❖ **Controlar el alcance**

Controlar los cambios en el alcance del proyecto.

Generalmente un proyecto da como resultado un único producto, pero ese producto puede tener componentes subsidiarios, cada uno de ellos con su propio alcance del producto separado, pero independiente.

La conclusión del alcance del proyecto se mide en comparación con el plan de gestión del proyecto, el enunciado del alcance del proyecto, su EDT y el diccionario del EDT relacionados. Pero la conclusión del alcance del producto se mide en comparación con los requisitos del producto.

Es necesario que la gestión del alcance del proyecto esté bien integrada con los procesos de las otras áreas de conocimiento, de modo que el trabajo del proyecto resulte en la entrega del alcance del producto especificado. Ver anexo II.

### **2.2.3. GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO**

En la gestión del tiempo del proyecto, incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo. Los procesos son los siguientes:

❖ **Definir las Actividades**

Identifica las actividades específicas del cronograma que deben ser realizadas para producir los diferentes productos entregables del proyecto.

❖ **Secuenciar las Actividades**

Identifica y documenta las dependencias entre las actividades del cronograma.

❖ **Estimar los Recursos de las Actividades**

Estima el tipo y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.

❖ **Estimar la Duración de las Actividades**

Estima la cantidad de periodos laborales que serán necesarios para completar cada actividad del cronograma.

❖ **Desarrollar el cronograma**

Analizar las consecuencias y duración de las actividades, los requisitos de los recursos y las restricciones de las actividades, para crear el cronograma del proyecto.

❖ **Controlar el Cronograma**

Controla los cambios del cronograma del proyecto.

Depende de la amplitud del alcance de los proyectos para planificar la gestión del tiempo del proyecto, en los de menor alcance, los 6 procesos antes mencionados, están más estrechamente vinculados que se considera como un único proceso y que lo puede trabajar una sola persona en un tiempo relativamente corto. Mientras en proyectos con alcances mayores se trabaja los procesos independientemente, porque las herramientas y las técnicas para cada una son diferentes y por la amplitud del alcance es mejor llevando de diferente manera. Ver Anexo III.

#### **2.2.4. GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO**

En la gestión de los costos del proyecto se incluyen los siguientes procesos: estimación de costos, determinación del presupuesto y control de los costos, estos procesos deben estar bien definidos y detallados para hacer que el proyecto se desarrolle con el presupuesto aprobado.

❖ **Estimación de Costos**

Desarrollar una aproximación de los costos estimados de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

❖ **Determinar el Presupuesto**

Sumar los costos estimados de todas las actividades del proyecto, para tener una línea base del costo.

### ❖ **Controlar los Costos**

Influir sobre los factores que crean variaciones en el costo y controlar los cambios en el presupuesto del proyecto.

Este proceso interactúa entre sí y con las demás áreas de conocimiento, es importante el trabajo conjunto para tener un buen control del costo. Esta gestión se ocupa principalmente de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma, como también esta gestión debe considerar los efectos de las decisiones del proyecto sobre los costos del uso, mantenimiento, y soporte del producto, servicio o resultado del proyecto, esta visión más amplia de la Gestión de los Costos del Proyecto se denomina frecuentemente cálculo de costos del ciclo de vida y junto a las técnicas de ingeniería del valor, puede mejorar la toma de decisiones, y se usa para reducir el costo y el tiempo de ejecución, y para mejorar la calidad y el rendimiento del producto entregable del proyecto.

En algunos proyectos en especialmente los de menor alcance, la estimación de costos y la preparación del presupuesto están tan estrechamente vinculadas, que se considera como un proceso único. Sin embargo aquí se presenta en procesos diferentes, porque las herramientas y técnicas son distintas. La posibilidad de influir sobre el costo es mayor en la primera etapa del proyecto, esa es la razón de la definición temprana del alcance.

El proceso que antecede a los 3 procesos de la Gestión de Costos del Proyecto, es la planificación por parte del plan de desarrollo de Gestión de proyectos, es aquí donde se elabora el plan de gestión de costos que se usaría para el proyecto, se desarrollan formatos, se establecen criterios para planificar, estructurar, estimar, preparar el presupuesto y controlar los costos del proyecto. Ver Anexo IV.

### **2.2.5. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO**

En la gestión de la calidad de proyectos se incluye todos los procesos y actividades que establecen la política, los objetivos y responsabilidades con

respecto a la calidad, de modo que el proyecto cumpla con las expectativas con las que fue emprendida.

Se implementa el sistema de gestión de calidad a través de la política, los procedimientos y procesos de planificación de calidad, aseguramiento de la calidad y control de la calidad, con actividades de mejora continua de los procesos que se realizan durante todo el proyecto.

En los procesos de Gestión de la Calidad del Proyecto se incluye lo siguiente:

❖ **Planificar la Calidad**

Identifica los requisitos de calidad y/o normas para el proyecto y el producto, documentando la manera en que el proyecto demostrara el cumplimiento con los mismos.

❖ **Realizar el Aseguramiento de Calidad**

Aplicar las actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el proyecto utilice todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos.

❖ **Realizar el Control de Calidad**

Supervisar los resultados específicos del proyecto para determinar si cumple con las normas de calidad relevantes e identificar modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio.

Estos procesos interaccionan entre si y también con los procesos de las demás áreas de conocimiento.

El enfoque básico que aborda la gestión de calidad en el PMBOK es compatible con el de la organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, ISO). Como también con el enfoque de Gestión de la Calidad Total (TQM), Six Sigma, etc.

La Gestión de la Calidad del Proyecto debe abordar tanto la gestión del proyecto como el producto del proyecto. Mientras la Gestión de la calidad del Proyecto es aplicable a todos los proyectos, independientemente de la naturaleza de su

producto, las medidas y técnicas de calidad del producto son específicas de acuerdo al tipo de producto producido por el proyecto.

La calidad es el “grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos” (American Society for Quality, 2000). Las necesidades establecidas o implícitas son la entrada para el desarrollo de los requisitos del proyecto. Es por eso que es un punto crítico en la gestión de la calidad en el proyecto, convertir las necesidades, deseos y expectativas de los interesados, en requisitos, esto se realiza durante la Gestión del Alcance del Proyecto. Ver Anexo V.

### **2.2.6. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO**

La gestión de los recursos humanos del proyecto, incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto, el cual está compuesta por las personas a quienes se va asignar roles y responsabilidades. Los miembros del equipo deben participar en gran parte de la planificación y toma de decisión del proyecto.

Esta participación temprana de los miembros del equipo hace que se aporte experiencia durante el proceso de planificación y se fortalezca más el compromiso con el proyecto. Durante el ciclo de vida del proyecto la cantidad y tipo de miembros del equipo puede variar, según la fase en la que se encuentra.

Dentro del equipo del proyecto, se tiene como un subgrupo al equipo de Dirección del Proyecto, el cual es responsable de las actividades de dirección en la planificación, control y cierre. En la gestión de recursos de recursos humanos tenemos cuatro procesos que se describe a continuación:

#### **❖ Desarrollar el Plan de Recursos Humanos**

Identificar y documentar los roles del proyecto, las responsabilidades y relaciones de informe, así como crear el plan de gestión de personal.

Este plan de gestión de personal, puede incluir lo siguiente: como y cuando se adquirirá los miembros del equipo del proyecto, los criterios para examinarlos del proyecto, identificación de las necesidades de formación (capacitación), los planes relativo a recompensa y reconocimiento, consideraciones sobre



cumplimiento, polémicas de seguridad y el impacto del plan de gestión de personal sobre la organización.

#### ❖ **Adquirir el Equipo del Proyecto**

Para el proceso de adquisición de personal, será necesario hacer uso del conocimiento del personal que labora en la empresa, así como las políticas que rigen su puesta de servicio, el Gerente de Proyecto utilizara la matriz de roles y responsabilidades, Organigrama del proyecto y el plan de gestión de personal elaborada en la planificación de Recursos Humanos para tener buen panorama elaborada en la Planificación de Recursos Humanos para tener buen panorama del personal que requeriría y cuando lo necesitará.

De no contar con todo el personal dentro de la organización para completar el equipo del proyecto, solicitara con tiempo la adquisición de personal de fuentes externas.

#### ❖ **Desarrollar el Equipo del Proyecto**

Desarrollar el equipo del proyecto mejora las competencias e interacciones de los miembros del equipo a fin de mejorar el rendimiento del proyecto.

Los objetivos son:

- Mejorar la habilidad de los miembros del equipo a fin de aumentar su capacidad de completar las actividades del proyecto.
- Mejorar los sentimientos de confianza y cohesión entre los miembros del equipo a fin de incrementar la productividad a través de un mayor trabajo en equipo.

Los esfuerzos para el desarrollo del equipo son más beneficiosos cuando se realizan en las fases tempranas, pero deberían tener lugar durante todo el ciclo de vida del proyecto.

#### ❖ **Gestionar el Equipo del Proyecto**

Gestionar el equipo del proyecto implica hacer un seguimiento del rendimiento de los miembros del equipo, proporcionar realimentación, resolver polémicas y

coordinar cambios a fin de mejorar el rendimiento del proyecto. El equipo de dirección de proyecto es el encargado de observar el comportamiento del equipo, gestionar los equipos, resuelve las polémicas y evalúa el rendimiento de los miembros del equipo.

Como consecuencia de gestionar el equipo del proyecto, se actualiza el plan de gestión de personal, se presenta solicitudes de cambio, se resuelve polémicas y se añaden las lecciones aprendidas a las bases de datos de la organización. Ver Anexo VI.

### **2.2.7. GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO**

La gestión de la comunicación del proyecto es el área de conocimiento que incluye los procesos necesarios para asegurar la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma. Los procesos de gestión de las comunicaciones del proyecto proporcionan los enlaces cruciales entre las personas y la información, necesarios para unas comunicaciones exitosas. Todas las personas involucradas con el proyecto deben comprender como afecta las comunicaciones al proyecto como un todo. En esta área de conocimiento se tiene 5 procesos que se describen a continuación:

#### **❖ Identificar a los Interesados**

Consiste en identificar a todas las personas u organizaciones impactadas por el proyecto y documentar información relevante relativa a sus intereses, participación e impacto en el éxito del mismo.

#### **❖ Planificar la Comunicación**

En el proceso de planificación de las comunicaciones se determina las necesidades de información y comunicación de los interesados en el proyecto. Por ej., quien necesita que información, cuando la necesitara, como le será suministrada y por quien.

Si bien todos los proyectos comparten la necesidad de comunicar información del proyecto, las necesidades de información y los métodos de distribución varían

ampliamente. Identificar las necesidades de información de los interesados y determinar una forma adecuada de satisfacer esas necesidades es un factor importante para el éxito del proyecto. Usualmente la planificación de la comunicación se hace con parte de la primera fase del proyecto.

Sin embargo, los resultados de este proceso de planificación revisan regularmente a lo largo del proyecto y siempre que sea necesario para asegurar la continuidad de su aplicabilidad.

❖ **Distribuir la Información**

La distribución de la información implica poner la información necesaria a disposición de los interesados en el proyecto de manera oportuna, de acuerdo con el plan establecido.

❖ **Gestionar las expectativas de los Interesados**

La gestión de los interesados se refiere a gestionar las comunicaciones a fin de satisfacer las necesidades de los interesados en el proyecto y resolver polémicas con ellos. Gestionar activamente a los interesados aumenta la probabilidad de que el proyecto no se desvíe de su curso, debido a polémicas sin resolver con los interesados, mejora la capacidad de las personas de trabajar de forma sinérgica y limita las interrupciones durante el proyecto.

❖ **Informar el Desempeño**

Es el proceso de recopilación y distribución de la información sobre el desempeño, incluyendo los informes de estado, las mediciones del avance y las proyecciones. Ver Anexo VII.

## **2.2.8. GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO**

La gestión de riesgos del proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su control y monitoreo en un proyecto, los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto.

En esta gestión tenemos 6 procesos los cuales son:

❖ **Planificar la Gestión de Riesgo**

Se define como realizar las actividades de gestión de los riesgos para un proyecto.

❖ **Identificar los Riesgos**

Se determinan los riesgos que pueden afectar al proyecto y se documentan sus características.

❖ **Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos**

Prioriza los riesgos para hacer otro análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos.

❖ **Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos**

Consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.

❖ **Planificar la Respuesta a los Riesgos**

Se desarrollan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

❖ **Monitorear y Controlar los Riesgos**

Es el proceso por el cual se implementan planes de respuesta a los riesgos, se rastrean los riesgos identificados, se identifican nuevos riesgos.

Los riesgos de un proyecto se ubican siempre en el futuro. Un riesgo es un evento o condición incierta que si sucede tiene un efecto en por lo menos uno de los objetivos del proyecto (alcance, tiempo, costo, etc.), el riesgo puede tener una o más causas, y si sucede tener uno o más impactos. Ver Anexo VIII.

### **2.2.9. GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO**

La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos de compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener

fuera del equipo del proyecto. Esta gestión incluye los procesos de gestión del contrato y de control de cambios requeridos para desarrollar y administrar contratos u órdenes de compra emitidas por miembros autorizados del equipo del proyecto. A continuación se muestra los 4 procesos de la gestión de Adquisiciones:

❖ **Planificar las Adquisiciones**

Es el proceso de documentar las decisiones de compra para el proyecto, especificando la forma de hacerlo e identificando a posibles vendedores. Identifica que necesidades del proyecto deben satisfacerse, mediante la adquisición de productos, servicios o resultados fuera de la organización del proyecto y que necesidades del proyecto puedan ser resueltas por el equipo del proyecto.

❖ **Efectuar las Adquisiciones**

Es el proceso de obtener respuestas de los vendedores, seleccionar un vendedor y adjudicar un contrato. En este proceso, el equipo recibirá ofertas y propuestas, y aplicará criterios de selección definidos previamente a fin de seleccionar uno o más vendedores que estén calificados para efectuar el trabajo.

❖ **Administrar las Adquisiciones**

Es el proceso de gestionar las relaciones de adquisiciones, monitorear la ejecución de los contratos, y efectuar cambios y correcciones según sea necesario. Este proceso garantiza que el desempeño del vendedor satisfaga los requisitos de adquisición y que el comprador actúe de conformidad con términos del contrato legal.

❖ **Cerrar las Adquisiciones**

Proceso de completar cada adquisición, también implica actividades administrativas, tales como finalizar reclamos abiertos, actualizar registros a fin de reflejar los resultados finales y archivar dicha información para su uso en el futuro. Ver Anexo IX.

## 2.2.10. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO

La Gestión de los Interesados del Proyecto incluye los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto. La gestión de los interesados también se centra en la comunicación continua con los interesados para comprender sus necesidades y expectativas, abordando los incidentes en el momento en que ocurren, gestionando conflictos de intereses y fomentando una adecuada participación de los interesados en las decisiones y actividades del proyecto. La satisfacción de los interesados debe gestionarse como uno de los objetivos clave del proyecto.

### ❖ **Identificar a los Interesados**

El proceso de identificar las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar o ser afectados por una decisión, actividad o resultado del proyecto, así como de analizar y documentar información relevante relativa a sus intereses, participación, interdependencias, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto.

### ❖ **Planificar la Gestión de los Interesados**

El proceso de desarrollar estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación eficaz de los interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con base en el análisis de sus necesidades, intereses y el posible impacto en el éxito del proyecto.

### ❖ **Gestionar la Participación de los Interesados**

El proceso de comunicarse y trabajar con los interesados para satisfacer sus necesidades/expectativas, abordar los incidentes en el momento en que ocurren y fomentar la participación adecuada de los interesados en las actividades del proyecto a lo largo del ciclo de vida del mismo.

### ❖ **Controlar la Participación de los Interesados**

El proceso de monitorear globalmente las relaciones de los interesados del proyecto y ajustar las estrategias y los planes para involucrar a los interesados. Ver Anexo X.

## **2.3. FACTORES DE ÉXITO DE UN PROYECTO**

Dado que los proyectos son de naturaleza temporal, el éxito de un proyecto debe medirse en términos de completar el proyecto dentro de las principales restricciones de alcance, tiempo, costo y calidad, tal y como se aprobó por los directores del proyecto conjuntamente con la dirección general. Para garantizar los beneficios del proyecto emprendido, se puede establecer un período de prueba (como un lanzamiento suave de servicios) como parte de la duración total del proyecto, antes de entregarlo a las operaciones permanentes. El éxito del proyecto debe hacer referencia a las últimas líneas base aprobadas por los interesados autorizados.

El director del proyecto es responsable y rinde cuentas por el establecimiento de límites realistas y alcanzables para el proyecto y por la ejecución del proyecto dentro de las líneas base aprobadas.

### **2.3.1. ALCANCE**

A continuación se describe los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, como también su control durante la vida del proyecto.

#### **2.3.1.1. DEFINIR EL ALCANCE**

Definir el Alcance es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. La preparación de una declaración detallada del alcance del proyecto es fundamental para su éxito, y se elabora a partir de los entregables principales, los supuestos y las restricciones que se documentan durante el inicio del proyecto. Se analizan los riesgos, los supuestos y las restricciones existentes, para verificar que estén completos; lo cual se actualizara en forma periódica.

### **A. Entrada (Definir el Alcance)**

#### a) El contrato

El Contrato del proyecto proporciona una descripción del proyecto y las características específicas del producto. Describe las obligaciones del cliente y del contratista, como también los requisitos de aprobación del proyecto. El contrato incluye también los siguientes documentos: Planos de Construcción, Memoria Descriptiva, Especificaciones Técnicas, Presupuesto, Cronograma, Otros.

#### b) Activos de los Procesos de la Organización

Algunos ejemplos de activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Definir el Alcance son:

- Las políticas, procedimientos y plantillas
- Los archivos de proyectos previos
- Las lecciones aprendidas procedentes de fases o proyectos previos.

### **B. Herramientas y Técnicas (Definir el Alcance)**

#### a) Juicio de expertos

A menudo se utiliza el juicio de expertos para analizar la información necesaria para la elaboración del acta de constitución del proyecto. Dicho juicio y experiencia se aplican a cualquier detalle técnico. Esta experiencia es proporcionada por cualquier grupo o individuo con conocimientos o capacitación especializada, y se encuentra disponible a través de diferentes fuentes, entre las que se incluyen: Otras unidades dentro de la organización, Consultores, Interesados, incluyendo clientes y patrocinados, Expertos en la materia.

#### b) Análisis del Producto

Para proyectos cuyo entregable es un producto, a diferencia de un servicio o resultado, el análisis del producto puede constituir una herramienta eficaz. Cada área de aplicación cuenta con uno o varios métodos generalmente aceptados para introducir en entregables tangibles las descripciones de alto nivel del producto. El análisis del producto incluye técnicas tales como el



desgloce del producto, el análisis de sistemas, el análisis de requisitos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería del valor y el análisis del valor.

c) Identificación de Alternativas

La identificación de alternativas que se emplea para generar diferentes enfoques para la ejecución y desarrollo del trabajo del proyecto.

**C. Salidas (Definir el Alcance)**

a) Declaración del Alcance del Proyecto

La declaración del alcance del proyecto describe de manera detallada los entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear esos entregables. La declaración del alcance del proyecto también proporciona un entendimiento común del alcance del proyecto entre los interesados en el proyecto.

Esta declaración puede contener exclusiones explícitas del alcance, que pueden ayudar a gestionar las expectativas de los interesados. Esto permite al equipo del proyecto realizar una planificación más detallada, sirve como guía del equipo de trabajo durante la ejecución y proporciona la línea base para evaluar si las solicitudes de cambio o de trabajo adicional se encuentran dentro o fuera de los límites del proyecto.

El grado y nivel de detalle con que la declaración del alcance del proyecto define el trabajo que se realizará y el que se excluirá, pueden determinar el grado de control que el equipo del proyecto podrá ejercer sobre el alcance global del proyecto.

La declaración detallada del alcance del proyecto incluye, ya sea directamente o por referencia a otros documentos, lo siguiente:

- Una descripción del alcance del producto. Elabora gradualmente las características del producto, servicio o resultado descrito en el acta de constitución del proyecto y en la documentación de requisitos.
- Los criterios de aceptación del producto. Definen el proceso y los criterios para la aceptación de los productos, servicios o resultados completados.
- Los entregables del proyecto. Incluyen tanto las salidas, que abarcan el producto o servicio del proyecto, como los resultados auxiliares, tales como los

informes y documentación generados por el proceso de dirección del proyecto. Los entregables pueden describirse de manera resumida o muy detallada.

- Las exclusiones del proyecto. Por lo general, identifican lo que está excluido del proyecto. Establecer explícitamente lo que está fuera del alcance del proyecto ayuda a gestionar las expectativas de los interesados.
- Las restricciones del proyecto. Enumera y describe las restricciones específicas asociadas con el alcance del proyecto que limitan las opciones del equipo, como por ejemplo, un presupuesto predeterminado, o fechas o hitos del cronograma impuestos por el cliente o la organización ejecutante. Cuando un proyecto se realiza en función de un contrato, las disposiciones contractuales constituyen generalmente restricciones.
- Los supuestos del proyecto. Enumeran y describen supuestos que se realizan específicamente para el proyecto, asociados con el alcance del proyecto y el impacto potencial de tales supuestos en el caso que fueran falsos. Como parte del proceso de planificación, los equipos del proyecto identifican, documentan y validan frecuentemente los supuestos.

### **2.3.1.2. CREAR LA EDT**

Crear la EDT es el proceso que consiste en subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar. La estructura de desglose del trabajo (EDT) es una descomposición jerárquica, basada en los entregables del trabajo que debe ejecutar el equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos, con cada nivel descendente de la EDT representando una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. La EDT organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en la declaración del alcance del proyecto aprobada y vigente.

El trabajo planificado está contenido en el nivel más bajo de los componentes de la EDT, denominados paquetes de trabajo. Un paquete de trabajo puede ser programado, monitoreado, controlado, y su costo puede ser estimado.

#### **A. Entrada (Crear la EDT)**

- a) Declaración del Alcance del Proyecto

Descrita en la Sección 2.3.1.1 c) "Salidas (Definir el Alcance)"

b) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Crear la EDT incluyen, entre otros:

- Las políticas, procedimientos y plantillas de la EDT
- Los archivos de proyectos anteriores
- Las lecciones aprendidas procedentes de proyectos anteriores

**B. Herramientas y Técnicas (Crear la EDT)**

a) Descomposición

La descomposición es la subdivisión de los entregables del proyecto en componentes más pequeños y más manejables, hasta que el trabajo y los entregables queden definidos al nivel de paquetes de trabajo.

El nivel de paquetes de trabajo es el nivel más bajo en la EDT, y es aquél en el que el costo y la duración de las actividades del trabajo pueden estimarse y gestionarse de manera más confiable. El nivel de detalle para los paquetes de trabajo varía en función del tamaño y la complejidad del proyecto.

La descomposición de la totalidad del trabajo del proyecto en paquetes de trabajo implica generalmente las siguientes actividades:

- Identificar y analizar los entregables y el trabajo relacionado
- Estructurar y organizar la EDT
- Descomponer los niveles superiores de la EDT en componentes detallados de nivel inferior
- Desarrollar y asignar códigos de identificación a los componentes de la EDT
- Verificar que el grado de descomposición del trabajo sea el necesario y suficiente

La estructura de la EDT puede crearse de diferentes maneras, tal como:

La descomposición de los componentes del nivel superior de la EDT requiere subdividir el trabajo para cada uno de los entregables o sub proyectos en sus componentes fundamentales, hasta el nivel en que los componentes de la EDT representen productos, servicios o resultados verificables. Conforme se descompone el trabajo en niveles de mayor detalle, la capacidad de planificar,

gestionar y controlar el trabajo es mayor. Sin embargo, una descomposición excesiva puede ocasionar un esfuerzo improductivo de gestión, un uso ineficaz de recursos y una disminución de la eficiencia de realización del trabajo.

En el caso de entregables o sub proyectos cuya realización se sitúe en un futuro lejano, es probable que no pueda realizarse la descomposición. Normalmente, el equipo de dirección del proyecto espera hasta que el entregable o sub proyecto sea lo suficientemente claro para poder desarrollar los detalles de la EDT. Esta técnica se denomina a veces planificación gradual.

La EDT representa todo el trabajo necesario para realizar el producto o el proyecto, e incluye el trabajo de gestión del proyecto.

### **C. Salidas (Crear la EDT)**

#### **a) EDT**

La EDT es una descomposición jerárquica, basada en los entregables del trabajo que debe ejecutar el equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos, con cada nivel descendente de la EDT representando una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. La EDT se finaliza una vez que se establecen las cuentas de control para los paquetes de trabajo y un identificador único de un código de cuentas. Estos identificadores proporcionan una estructura para la consolidación jerárquica de los costos, del cronograma y de la información sobre los recursos. Una cuenta de control es un punto de control de gestión donde el alcance, el costo y el cronograma se integran y comparan con el valor ganado para la medición del desempeño.

Cada cuenta de control puede incluir uno o más paquetes de trabajo, pero cada paquete de trabajo debe estar asociado a una sola cuenta de control.

#### **b) Diccionario de la EDT**

El diccionario de la EDT es un documento generado por el proceso Crear la EDT, cuya función es respaldar la EDT. El diccionario de la EDT proporciona una descripción más detallada de los componentes de la EDT, incluyendo los

paquetes de trabajo y las cuentas de control. La información del diccionario de la EDT incluye, entre otros:

- El identificador del código de cuentas
- La descripción del trabajo
- La organización responsable
- Una lista de hitos del cronograma
- Las actividades asociadas del cronograma
- Los estimados de costo
- Los requisitos de calidad
- Los criterios de aceptación c) Línea Base del Alcance

La línea base del alcance es un componente del plan para la dirección del proyecto. Los componentes de la línea base del alcance incluyen:

- La declaración del alcance del proyecto. Incluye la descripción del alcance del producto y los entregables del proyecto, y define los criterios de aceptación establecidos por el usuario del producto.
- La EDT. Define cada entregable y su descomposición en paquetes de trabajo.
- El diccionario de la EDT. Contiene una descripción detallada del trabajo y documentación técnica acerca de cada elemento de la EDT.

### **2.3.1.3. VERIFICAR EL ALCANCE**

Verificar el Alcance es el proceso que consiste en formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se han completado. Verificar el alcance incluye revisar los entregables con el cliente o el patrocinador para asegurarse de que se han completado satisfactoriamente y para obtener de ellos su aceptación formal. La verificación del alcance difiere del control de calidad en que mientras la primera corresponde principalmente a la aceptación de los entregables, el segundo se refiere sobre todo a corroborar la exactitud de los entregables y su cumplimiento con los requisitos de calidad especificados para los entregables. Por lo general, el control de calidad se lleva a cabo antes de la verificación del alcance, pero ambos procesos pueden efectuarse en paralelo.

### **A. Entrada (Verificar el Alcance)**

#### a) Plan para la Dirección del Proyecto

El plan para la dirección del proyecto descrito anteriormente contiene la línea base del alcance. Los componentes de la línea base del alcance incluyen:

- La declaración del alcance del proyecto.
- La EDT.
- El diccionario de la EDT

#### b) Documentación de Requisitos

La documentación de requisitos enumera todos los requisitos del proyecto y del producto.

#### c) Entregables Validados

Los entregables validados han sido terminados y verificados para corroborar su exactitud a través del proceso Realizar el Control de Calidad.

### **B. Herramientas y Técnicas (Verificar el Alcance)**

#### a) Inspección

La inspección incluye actividades tales como medir, examinar y verificar para determinar si el trabajo y los entregables cumplen con los requisitos y los criterios de aceptación del producto.

### **C. Salidas (Verificar el Alcance)**

#### a) Entregables Aceptados

Los entregables que cumplen con los criterios de aceptación son formalmente firmados y aprobados por el cliente o el patrocinador. La documentación formal recibida del cliente o del patrocinador reconociendo la aceptación formal de los entregables del proyecto por parte de los interesados es transferida al proceso Cerrar Proyecto o Fase.

#### b) Solicitudes de Cambio

Los entregables completados que no han sido aceptados formalmente se documentan junto con las razones por las cuales no fueron aceptados. Esos entregables pueden necesitar una solicitud de cambio para la reparación de

defectos. Las solicitudes de cambio se procesan para su revisión y tratamiento por medio del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios

#### **2.3.1.4. CONTROLAR EL ALCANCE**

Controlar el Alcance es el proceso por el que se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base del alcance. El control del alcance del proyecto asegura que todos los cambios solicitados o las acciones preventivas o correctivas recomendadas se procesen a través del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios.

El control del alcance del proyecto también se utiliza para gestionar los cambios reales cuando suceden y se integra a los otros procesos de control. Los cambios no controlados a menudo se denominan corrupción del alcance del proyecto, los cambios son inevitables, por lo que se impone algún tipo de proceso de control de cambios.

##### **A. Entrada (Controlar el Alcance)**

###### **a) Plan para la Dirección del Proyecto**

El plan para la dirección del proyecto contiene la siguiente información que se utiliza para controlar el alcance:

- La línea base del alcance. La línea base del alcance se compara con los resultados reales para determinar si es necesario implementar un cambio, o una acción preventiva o correctiva.
- El plan para la gestión del alcance del proyecto. El plan para la gestión del alcance del proyecto describe la manera en que se gestionará y controlará el alcance del proyecto.
- El plan de gestión de cambios. El plan de gestión de cambios define el proceso para gestionar los cambios en el proyecto.
- El plan de gestión de la configuración. El plan de gestión de la configuración define los elementos que son configurables, los que requieren un control formal de cambios, y el proceso para controlar los cambios a estos elementos.

###### **b) Información sobre el Desempeño del Trabajo**

Se refiere a la información sobre el avance del proyecto, tal como los entregables que han sido iniciados, su avance y los entregables que han sido terminados.

c) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Controlar el Alcance incluyen, entre otros:

- Las políticas, procedimientos y lineamientos existentes, formales e informales, relacionados con el control del alcance
- Los métodos de seguimiento e información que se utilizarán

**B. Herramientas y Técnicas (Controlar el Alcance)**

a) Análisis de Variación

Las mediciones del desempeño del proyecto se utilizan para evaluar la magnitud de la variación respecto de la línea base original del alcance. Los aspectos importantes del control del alcance del proyecto incluyen la determinación de la causa y del grado de variación con relación a la línea base del alcance y la decisión acerca de la necesidad de aplicar acciones preventivas o correctivas.

**C. Salidas (Controlar el Alcance)**

a) Mediciones del Desempeño del Trabajo

Las mediciones pueden incluir el desempeño técnico planificado con respecto al real u otras mediciones del desempeño del alcance. Esta información se documenta y se comunica a los interesados.

b) Actualizaciones a los Activos de los Procesos de la Organización

Entre los activos de los procesos de la organización que pueden actualizarse, se incluyen, entre otros:

- Las causas de las variaciones
- Las acciones correctivas seleccionadas y la razón de su selección •Otros tipos de lecciones aprendidas procedentes del control del alcance del proyecto

c) Solicitudes de Cambio

El análisis del desempeño del alcance puede dar lugar a una solicitud de cambio a la línea base del alcance o de otros componentes del plan para la



dirección del proyecto. Las solicitudes de cambio pueden incluir acciones preventivas, acciones correctivas o reparación de defectos. Las solicitudes de cambio se procesan para su revisión y tratamiento de acuerdo con el proceso Realizar el Control Integrado de Cambios.

d) Actualizaciones al Plan para la Dirección del Proyecto

- Actualizaciones a la línea base del alcance Si las solicitudes de cambio aprobadas afectan el alcance del proyecto, entonces será necesario revisar y volver a emitir la declaración del alcance, la EDT y el diccionario de la EDT, para reflejar los cambios aprobados.
- Actualizaciones a otras líneas base Si las solicitudes de cambio aprobadas afectan el alcance del proyecto, entonces será necesario revisar y volver a emitir las líneas base correspondiente al costo y al cronograma para reflejar los cambios aprobados.

### 2.3.2. TIEMPO

A continuación se describe los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo y en el Grafico 05 el panorama general de la planificación.

#### 2.3.2.1. DEFINIR LAS ACTIVIDADES

Definir las Actividades es el proceso que consiste en identificar las acciones específicas a ser realizadas para elaborar los entregables del proyecto. El proceso Crear la EDT identifica los entregables en el nivel más bajo de la estructura de desglose del trabajo (EDT), denominado paquetes de trabajo. Los paquetes de trabajo del proyecto se descomponen normalmente en componentes más pequeños llamados actividades, que representan el trabajo necesario para completar los paquetes de trabajo. Las actividades proporcionan una base para la estimación, planificación, ejecución, seguimiento y control del trabajo del proyecto. La definición y la planificación de las actividades del cronograma están implícitas en este proceso, de modo que se cumplan los objetivos del proyecto.

## **A. Entradas (Definir las Actividades)**

### a) Línea Base del Alcance

Los entregables, restricciones y supuestos del proyecto que están documentados en la línea base del alcance del proyecto deben considerarse explícitamente al definir las actividades.

### b) Factores Ambientales de la Empresa

Entre los factores ambientales de la empresa que pueden influir en el proceso Definir las Actividades, se encuentra el sistema de información de la gestión de proyectos (PMIS).

### c) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Definir las Actividades incluyen, entre otras:

- Las políticas, procedimientos y lineamientos existentes, ya sean formales o informales relacionados con la planificación de las actividades, tales como la metodología de planificación, que se consideran en la definición de las actividades.
- La base de conocimiento de lecciones aprendidas que contiene información histórica relativa a las listas de actividades utilizadas en proyectos anteriores similares.

## **B. Herramientas y Técnicas (Definir las Actividades)**

### a) Descomposición

La técnica de descomposición, tal como se aplica para definir las actividades, consiste en subdividir los paquetes de trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar, denominados actividades. Las actividades representan el esfuerzo necesario para completar un paquete de trabajo. El proceso Definir las Actividades define las salidas finales como actividades y no como entregables, como se realiza en el proceso Crear la EDT.

La lista de actividades, la EDT y el diccionario de la EDT pueden elaborarse de manera secuencial o simultánea, usando la EDT y el diccionario de la EDT como base para el desarrollo de la lista final de actividades. Cada paquete de

trabajo dentro de la EDT se descompone en las actividades necesarias para producir los entregables del paquete de trabajo. La participación de los miembros del equipo en la descomposición puede conducir a obtener resultados mejores y más precisos.

b) Planificación Gradual

La planificación gradual es una forma de planificación mediante elaboración gradual, donde se planifica en detalle el trabajo que debe desarrollarse en el corto plazo y el trabajo futuro se planifica a un nivel superior de la EDT. Por lo tanto, dependiendo de su ubicación en el ciclo de vida del proyecto, el trabajo puede existir en diferentes niveles de detalle. Por ejemplo, durante la planificación estratégica temprana, donde la información está menos definida, los paquetes de trabajo pueden descomponerse a nivel de hitos. Conforme se conoce más acerca de los próximos eventos en el corto plazo, pueden descomponerse en actividades.

c) Plantillas

Una lista de actividades estándar o una parte de una lista de un proyecto previo, puede utilizarse a menudo como plantilla para un nuevo proyecto. La información relacionada con los atributos de las actividades de las plantillas también puede incluir otra información descriptiva útil para la definición de las actividades. Las plantillas también pueden utilizarse para identificar hitos típicos del cronograma.

d) Juicio de Expertos

Los miembros del equipo del proyecto u otros expertos con experiencia y habilidad en el desarrollo de declaraciones de alcance del proyecto, la EDT y los cronogramas del proyecto, pueden aportar su experiencia para definir las actividades.

**C. Salidas (Definir las Actividades)**

a) Lista de Actividades

La lista de actividades es una lista exhaustiva que abarca todas las actividades del cronograma necesarias para el proyecto. La lista de

actividades incluye el identificador de la actividad y una descripción del alcance del trabajo para cada actividad, con el nivel de detalle suficiente para que los miembros del equipo del proyecto comprendan el trabajo que deben realizar.

b) Atributos de la Actividad

Los atributos de la actividad amplían la descripción de la actividad, identificando los múltiples componentes relacionados con cada una de ellas. Los componentes de cada actividad evolucionan con el tiempo. Durante las etapas iniciales del proyecto, estos atributos incluyen el identificador de la actividad, el identificador de la EDT y el nombre de la actividad, y una vez terminado, pueden incluir los códigos de la actividad, la descripción de la actividad, las actividades predecesoras, las actividades sucesoras, las relaciones lógicas, los adelantos y los retrasos, los requisitos de recursos, las fechas impuestas, las restricciones y los supuestos.

Los atributos de la actividad se utilizan para el desarrollo del cronograma y para seleccionar, ordenar y clasificar las actividades del cronograma planificadas de diferentes maneras dentro de los informes.

c) Lista de Hitos

Un hito es un punto o evento significativo dentro del proyecto. Una lista de hitos identifica todos los hitos e indica si éstos son obligatorios, como los exigidos por contrato, u opcionales, como los basados en la información histórica.

### **2.3.2.2. SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES**

Secuenciar las Actividades es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. La secuencia de actividades se establece mediante relaciones lógicas. Cada actividad e hito, a excepción del primero y del último, se conecta con al menos un predecesor y un sucesor. Puede ser necesario incluir adelantos o retrasos entre las actividades para poder sustentar un cronograma del proyecto realista y viable.

La secuencia puede establecerse utilizando un software de gestión de proyectos o empleando técnicas manuales o automatizadas.

### **A. Entradas (Secuenciar las Actividades)**

- a) Lista de Actividades
- b) Atributos de la Actividad
- c) Lista de Hitos
- d) Declaración del Alcance del Proyecto

La declaración del alcance del proyecto contiene la descripción del alcance del producto, que incluye las características del producto que pueden afectar el establecimiento de la secuencia de las actividades, tal como la disposición física de una planta que se va a construir o las interfaces del subsistema en un proyecto de software. Aunque estos efectos a menudo son visibles en la lista de actividades, por lo general la descripción del alcance del producto se revisa para corroborar su exactitud.

- e) Activos de los Procesos de la Organización

Entre los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Secuenciar las Actividades, se encuentran los archivos de proyecto provenientes de la base de conocimiento de la empresa, que se utilizan en la metodología de planificación.

### **B. Herramientas y Técnicas (Secuenciar las Actividades)**

- a) Método de Diagramación por Precedencia (PDM)

El método de diagramación por precedencia (PDM) es utilizado en el método de la ruta crítica (CPM) para crear un diagrama de red del cronograma del proyecto que utiliza casillas o rectángulos, denominados nodos, para representar las actividades, que se conectan con flechas que muestran sus relaciones lógicas.

El gráfico 18 muestra un diagrama de red simple del cronograma del proyecto, elaborado utilizando el método de diagramación por precedencia. Esta técnica también se denomina actividad en el nodo (AON) y es el método utilizado por la mayoría de los paquetes de software de gestión de proyectos. El método de

diagramación por precedencia incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones lógicas.

- Final a Inicio (FI). El inicio de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.
- Final a Final (FF). La finalización de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.
- Inicio a Inicio (II). El inicio de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.
- Inicio a Final (IF). La finalización de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.

El tipo de relación de precedencia final a inicio es el más comúnmente utilizado por el método de diagramación por precedencia. La relación inicio final se usa esporádicamente, pero se incluye aquí para proporcionar una lista completa de los tipos de relaciones de este método.

#### b) Determinación de Dependencias

Para definir la secuencia entre las actividades, se emplean tres tipos de dependencias:

- Dependencias obligatorias. Las dependencias obligatorias son aquéllas requeridas por contrato, o inherentes a la naturaleza del trabajo. El equipo del proyecto determina qué dependencias son obligatorias durante el proceso de establecimiento de la secuencia de las actividades. A veces se utiliza la expresión "lógica dura" para referirse a las dependencias obligatorias.
- Dependencias discrecionales. El equipo del proyecto determina qué dependencias son discrecionales durante el proceso de establecimiento de la secuencia de las actividades. A veces, las dependencias discrecionales se denominan lógica preferida, lógica preferencial o lógica blanda. Las dependencias discrecionales se establecen con base en el conocimiento de las mejores prácticas dentro de un área de aplicación determinada o a algún aspecto poco común del proyecto, donde se desea una secuencia específica, aunque existan otras secuencias aceptables. Las dependencias discrecionales deben documentarse totalmente, ya que pueden crear valores arbitrarios de holgura total y pueden limitar las opciones posteriores de planificación.

Cuando se emplean técnicas de ejecución rápida, estas dependencias discrecionales deben revisarse, y debe considerarse su modificación o eliminación.

- Dependencias externas. El equipo de dirección del proyecto determina qué dependencias son externas durante el proceso de establecimiento de la secuencia de las actividades. Las dependencias externas implican una relación entre las actividades del proyecto y aquéllas que no pertenecen al proyecto. Normalmente, estas dependencias están fuera del control del equipo del proyecto.

c) Aplicación de Adelantos y Retrasos

El equipo de dirección de proyecto determina las dependencias que pueden necesitar un adelanto o un retraso para definir con exactitud la relación lógica. No deben utilizarse adelantos y retrasos para sustituir la lógica de la planificación. Deben documentarse las actividades y sus supuestos relacionados.

Un adelanto permite una aceleración de la actividad sucesora, mientras un retraso ocasiona una demora en la actividad sucesora.

d) Plantillas de Red del Cronograma

Para acelerar la preparación de las redes de actividades del proyecto, pueden emplearse plantillas normalizadas del diagrama de red del cronograma del proyecto. Pueden abarcar un proyecto completo o sólo una parte del mismo. Las partes de un diagrama de red del cronograma del proyecto se denominan a menudo subred o fragmento de red. Las plantillas de las subredes son especialmente útiles cuando un proyecto abarca varios entregables idénticos o casi idénticos, como los pisos de un edificio alto de oficinas.

**C. Salidas (Secuenciar las Actividades)**

a) Diagramas de Red del Cronograma del Proyecto

Los diagramas de red del cronograma del proyecto son una representación esquemática de las actividades del cronograma del proyecto y de sus relaciones lógicas, también denominadas dependencias. (Ver grafica 9) La elaboración de un diagrama de red del cronograma del proyecto puede

hacerse en forma manual o mediante la utilización de un software de gestión de proyectos. Puede incluir todos los detalles del proyecto o contener una o más actividades resumen. Una narración resumida puede adjuntarse al diagrama y describir la metodología básica utilizada para secuenciar las actividades. Todas las secuencias inusuales de las actividades dentro de la red deberán describirse íntegramente en la narración.

b) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen, entre otros:

- Las listas de actividades
- Los atributos de la actividad
- El registro de riesgos

**2.3.2.3. ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES**

Estimar los Recursos de las Actividades es el proceso que consiste en estimar el tipo y las cantidades de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad.

El equipo de un proyecto de construcción necesitará familiarizarse con las especificaciones técnicas. A menudo, es posible acceder fácilmente a este conocimiento a través de los proveedores locales. Sin embargo, si la mano de obra local carece de la experiencia en el uso de técnicas de construcciones inusuales o especializadas, el costo adicional de la contratación de un consultor puede ser la manera más efectiva de asegurar el conocimiento de los códigos de edificación a los proveedores locales.

**A. Entrada (Estimar los Recursos de las Actividades)**

- a) Lista de Actividades
- b) Atributos de la Actividad

Los atributos de la actividad desarrollados durante los procesos Definir las Actividades y Secuenciar las Actividades, proporcionan la entrada de datos



principal que se utilizará para estimar los recursos necesarios para cada una de las actividades de la lista.

c) Calendarios de Recursos

La información sobre los recursos (como personas, equipos y material) potencialmente disponibles durante la ejecución de las actividades planificadas, permite estimar la utilización de recursos. Los calendarios de recursos especifican cuándo y por cuánto tiempo estarán disponibles los recursos identificados del proyecto durante la ejecución del mismo. El calendario de recursos compuesto abarca la disponibilidad, las capacidades y las habilidades de los recursos humanos.

d) Factores Ambientales de la Empresa

Entre los factores ambientales de la empresa que pueden influir en el proceso Estimar los Recursos de las Actividades, se encuentran la disponibilidad y las habilidades de los recursos.

e) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Estimar los Recursos de las Actividades incluyen, entre otros:

- Las políticas y procedimientos relativos a los recursos humanos
- Las políticas y procedimientos relacionados con el alquiler y la adquisición de suministros y equipos
- La información histórica acerca de los tipos de recursos utilizados para trabajos similares en proyectos anteriores

**B. Herramientas y Técnicas (Estimar los Recursos de las Actividades)**

a) Juicio de Expertos

A menudo, se requiere el juicio de expertos para evaluar las entradas a este proceso relacionadas con los recursos. Cualquier grupo o persona con conocimientos especializados en planificación y estimación de recursos puede proporcionar dicha experiencia.

b) Análisis de Alternativas

Muchas actividades del cronograma cuentan con métodos alternativos de realización. Éstos abarcan el uso de distintos niveles de capacidad o habilidades de los recursos, diferentes tamaños y tipos de máquinas, diferentes herramientas y la decisión de fabricar o comprar los recursos.

c) Datos de Estimación Publicados

Muchas empresas publican periódicamente los índices de producción actualizados y los costos unitarios de los recursos.

d) Estimación Ascendente

Cuando una actividad no puede estimarse con un grado razonable de confianza, el trabajo dentro de esa actividad se descompone a un nivel mayor de detalle. Se estiman las necesidades de recursos. Estos estimados se suman luego en un total para cada uno de los recursos de la actividad.

e) Software de Gestión de Proyectos

El software de gestión de proyectos tiene la capacidad de ayudar a planificar, organizar y gestionar los grupos de recursos, y de desarrollar estimados de los mismos.

**C. Salidas (Estimar los Recursos de las Actividades)**

a) Requisitos de Recursos de la Actividad

La salida del proceso Estimar los Recursos de las Actividades identifica los tipos y la cantidad de recursos necesarios para cada actividad de un paquete de trabajo. Estos requisitos pueden sumarse para determinar los recursos estimados para cada paquete de trabajo. La documentación de los requisitos de recursos para cada actividad puede incluir la base de la estimación de cada recurso, así como los supuestos considerados al determinar los tipos de recursos que se aplican, su disponibilidad y en qué cantidad se utilizan.

b) Estructura de Desglose de Recursos

La estructura de desglose de recursos es una estructura jerárquica de los recursos, identificados por categoría y tipo de recurso. Algunos ejemplos de categorías de recursos son la mano de obra, el material, los equipos y los

suministros. Los tipos de recursos pueden incluir el nivel de habilidad, el nivel de formación u otra información apropiada para el proyecto. La estructura de desglose de recursos es útil para organizar y comunicar los datos del cronograma del proyecto, incluyendo la información sobre utilización de recursos.

c) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen, entre otros:

- La lista de actividades
- Los atributos de la actividad
- Los calendarios de recursos

#### **2.3.2.4. ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

Estimar la Duración de las Actividades es el proceso que consiste en establecer aproximadamente la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar cada actividad con los recursos estimados. La estimación de la duración de las actividades utiliza información sobre el alcance del trabajo de la actividad, los tipos de recursos necesarios, las cantidades estimadas de los mismos y sus calendarios de utilización. El estimado de la duración se elabora de manera gradual, y el proceso evalúa la calidad y disponibilidad de los datos de entrada. Por ejemplo, conforme va evolucionando el trabajo de ingeniería y diseño del proyecto, se dispone de datos más detallados y precisos, lo cual mejora la exactitud de los estimados de la duración. Por lo tanto, puede suponerse que el estimado de la duración será cada vez más preciso y de mejor calidad. La mayor parte del software de gestión de proyectos para planificación manejará esta situación mediante el calendario del proyecto y los calendarios de recursos de periodos de trabajo alternativos que, por lo general, se identifican por los recursos que requieren periodos de trabajo específicos.

#### **A. Entradas (Estimar la Duración de las Actividades)**

a) Lista de Actividades

b) Atributos de la Actividad

c) Requisitos de Recursos de la Actividad

Los requisitos estimados de recursos de las actividades tendrán un efecto sobre la duración de las actividades, puesto que los recursos asignados a cada actividad y la disponibilidad de los mismos influirán de manera significativa en la duración de la mayoría de las actividades.

d) Calendarios de Recursos

El calendario de recursos desarrollado como parte del proceso Estimar los Recursos de las Actividades, puede abarcar el tipo de recursos humanos, su disponibilidad y su capacidad. También se consideran, si corresponde, el tipo, la cantidad, la disponibilidad y la capacidad tanto de los equipos como de los recursos materiales, que pueden influir significativamente en la duración de las actividades del cronograma.

e) Declaración del Alcance del Proyecto

Las restricciones y supuestos de la declaración del alcance del proyecto se tienen en cuenta al estimar la duración de las actividades. Entre los ejemplos de supuestos, se incluyen, entre otros:

- Las condiciones existentes
- La disponibilidad de información
- La frecuencia de los periodos de presentación de informes

Entre los ejemplos de restricciones, se incluyen:

- La disponibilidad de recursos capacitados
- Los términos y requisitos del contrato

f) Factores Ambientales de la Empresa

Los factores ambientales de la empresa que pueden influir en el proceso Estimar la Duración de las Actividades incluyen, entre otros:

- Las bases de datos de los estimados de la duración y otros datos de referencia

- Las métricas de productividad

g) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Estimar la Duración de las Actividades incluyen, entre otros:

- La información histórica relativa a la duración
- Los calendarios del proyecto
- La metodología de planificación
- Las lecciones aprendidas

**B. Herramientas y Técnicas (Estimar la Duración de las Actividades)**

a) Juicio de Expertos

El juicio de expertos, guiado por la información histórica, puede proporcionar información sobre el estimado de la duración o las duraciones máximas recomendadas, procedentes de proyectos similares anteriores. El juicio de expertos también puede utilizarse para determinar si es conveniente combinar métodos de estimación y cómo conciliar las diferencias entre ellos.

b) Estimación Análoga

La estimación análoga utiliza parámetros de un proyecto anterior similar, tales como la duración, el presupuesto, el tamaño, la carga y la complejidad, como base para estimar los mismos parámetros o medidas para un proyecto futuro. Cuando se trata de estimar duraciones, esta técnica utiliza la duración real de proyectos similares anteriores como base para estimar la duración del proyecto actual. La estimación análoga de la duración se emplea frecuentemente para estimar la duración de un proyecto cuando existe una cantidad limitada de información detallada sobre el mismo. Por lo general, la estimación análoga es menos costosa y requiere menos tiempo que las otras técnicas, pero también es menos exacta.

c) Estimación Paramétrica

La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables (por ejm. m<sup>2</sup> en la construcción) para calcular una

estimación de parámetros de una actividad tales como costo, presupuesto y duración.

La duración de la actividad puede determinarse cuantitativamente multiplicando la cantidad de trabajo por realizar por la cantidad de horas de trabajo por unidad de trabajo. Con esta técnica pueden lograrse niveles más altos de exactitud, dependiendo de la sofisticación y de los datos que utilice el modelo.

d) Estimación por Tres Valores

La precisión de los estimados de la duración de la actividad puede mejorarse tomando en consideración el grado de incertidumbre y de riesgo de la estimación. Este concepto se originó con la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (método PERT). El método PERT utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de duración de una actividad:

- Más probable (TM). Es la duración de la actividad, en función de los recursos que probablemente se asignarán, de su productividad, de las expectativas realistas de disponibilidad para la actividad, de las dependencias de otros participantes y de las interrupciones.
- Optimista (TO). La duración de la actividad está basada en el análisis del mejor escenario posible para esa actividad.
- Pesimista (TP). La duración de la actividad está basada en el análisis del peor escenario posible para esa actividad.

El análisis según el método PERT calcula una duración Esperada (TE) de la actividad utilizando un promedio de estas tres estimaciones:

$$TE = (TO + 4TM + TP) / 6$$

Los estimados de la duración basados en esta ecuación (o aun en un promedio simple de los tres valores) pueden proporcionar una mayor exactitud, y los tres valores aclaran el rango de incertidumbre de los estimados de la duración.

e) Análisis de Reserva

Los estimados de la duración pueden incluir reservas para contingencias (denominadas reservas de tiempo o colchones) en el cronograma global del proyecto, para tener en cuenta la incertidumbre del cronograma. La reserva

para contingencias puede ser un porcentaje de la duración estimada de la actividad, una cantidad fija de periodos de trabajo, o puede calcularse utilizando métodos de análisis cuantitativos.

A medida que se dispone de información más precisa sobre el proyecto, la reserva para contingencias puede usarse, reducirse o eliminarse. Debe identificarse claramente esta contingencia en la documentación del cronograma.

### **C. Salidas (Estimar la Duración de las Actividades)**

#### **a) Estimados de la Duración de la Actividad**

Los estimados de la duración de las actividades son valoraciones cuantitativas de la cantidad probable de periodos de trabajo que se necesitarán para completar una actividad. Los estimados de duración no incluyen ningún retraso. Los estimados de la duración de las actividades pueden incluir alguna indicación del rango de resultados posibles. Por ejemplo:

- 2 semanas  $\pm$  2 días, para indicar que la actividad durará al menos ocho días y no más de doce (considerando una semana laboral de cinco días).

#### **b) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto**

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen, entre otros:

- Los atributos de la actividad
- Los supuestos hechos durante el desarrollo del estimado de la duración de las actividades, como los niveles de habilidad y disponibilidad.

### **2.3.2.5. DESARROLLAR EL CRONOGRAMA**

Desarrollar el Cronograma es el proceso que consiste en analizar el orden de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones para crear el cronograma del proyecto.

La incorporación de las actividades, duraciones y recursos a la herramienta de planificación genera un cronograma con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto.

A menudo, el desarrollo de un cronograma aceptable del proyecto es un proceso iterativo que determina las fechas de inicio y finalización planificadas para las actividades del proyecto y los hitos. El desarrollo del cronograma puede requerir el repaso y revisión de los estimados de la duración y de los recursos para crear un cronograma de proyecto aprobado que pueda servir como línea base con respecto a la cual se pueda medir el avance. La revisión y el mantenimiento de un cronograma realista continúan a lo largo del proyecto conforme el trabajo avanza, el plan para la dirección del proyecto cambia y la naturaleza de los eventos de riesgo evoluciona, sobre el desarrollo del cronograma.

#### **A. Entrada (Desarrollar el Cronograma)**

- a) Lista de Actividades
- b) Atributos de la Actividad
- c) Diagramas de Red del Cronograma del Proyecto.
- d) Requisitos de Recursos de la Actividad
- e) Calendarios de Recursos
- f) Estimados de la Duración de la Actividad

#### **g) Declaración del Alcance del Proyecto**

La declaración del alcance del proyecto contiene supuestos y restricciones que pueden causar un impacto en el desarrollo del cronograma del proyecto.

#### **h) Factores Ambientales de la Empresa**

Entre los factores ambientales de la empresa que pueden influir en el proceso Desarrollar el Cronograma, se encuentra la herramienta de planificación que puede utilizarse para el desarrollo del cronograma.

#### **i) Activos de los Procesos de la Organización**



Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Desarrollar el Cronograma incluyen, entre otros:

- La metodología de planificación
- El calendario del proyecto

## **B. Herramientas y Técnicas (Desarrollar el Cronograma)**

### **a) Análisis de la Red del Cronograma**

El análisis de la red del cronograma es una técnica utilizada para generar el cronograma del proyecto. Emplea diversas técnicas analíticas, tales como el método de la ruta crítica, el método de la cadena crítica, el análisis "¿Qué pasa si...?" y la nivelación de recursos. Algunos caminos de red pueden tener puntos de convergencia o divergencia de rutas que pueden identificarse y emplearse en el análisis de compresión del cronograma o en otros análisis.

### **b) Método de la Ruta Crítica**

El método de la ruta crítica calcula las fechas teóricas de inicio y finalización tempranas y tardías para todas las actividades, sin considerar las limitaciones de recursos, realizando un análisis que recorre hacia adelante y hacia atrás toda la red del cronograma. Las fechas de inicio y finalización tempranas y tardías resultantes no constituyen necesariamente el cronograma, sino que más bien indican los periodos dentro de los cuales pueden planificarse las actividades, teniendo en cuenta las duraciones de las actividades, las relaciones lógicas, los adelantos, los retrasos y otras restricciones conocidas. Las fechas de inicio y finalización tempranas y tardías calculados pueden ser afectadas por la holgura total de la actividad que proporciona flexibilidad al cronograma y cuyo valor puede ser positivo, negativo o nulo. En cualquier camino de red, la flexibilidad del cronograma se mide por la diferencia positiva entre las fechas tempranas y tardías, lo cual se conoce como "holgura total". Las rutas críticas tienen una holgura total igual a cero o negativa y las actividades del cronograma en una ruta crítica reciben el nombre de "actividades críticas". Una ruta crítica se caracteriza normalmente por el hecho de que su holgura total es igual a cero. Las redes pueden tener varias rutas casi críticas. Puede ser necesario realizar ajustes a las duraciones de las actividades, a sus relaciones lógicas, a los adelantos y a los retrasos, o a otras

restricciones del cronograma para lograr caminos de red con una holgura total igual a cero o positiva. Una vez que se ha calculado la holgura total de un camino de red, entonces puede determinarse la holgura libre, que es la cantidad de tiempo que una actividad puede retrasarse dentro de un camino de red, sin demorar la fecha de inicio temprana de cualquier actividad sucesora inmediata dentro de dicho camino de red.

c) Método de la Cadena Crítica

La cadena crítica es una técnica de análisis de la red del cronograma que permite modificar el cronograma del proyecto para adaptarlo a los recursos limitados. Inicialmente, el diagrama de red del cronograma del proyecto se elabora mediante los estimados de la duración, con las dependencias requeridas y las restricciones definidas como entradas. Entonces se calcula la ruta crítica. Una vez que se ha identificado la ruta crítica, se ingresa la disponibilidad de recursos y se determina el resultado del cronograma con recursos limitados. A menudo, el cronograma resultante presenta una ruta crítica modificada.

La ruta crítica con restricciones de recursos se conoce como cadena crítica. El método de la cadena crítica agrega colchones de duración, que son actividades del cronograma que no requieren trabajo y que se utilizan para manejar la incertidumbre. Un colchón que se coloca al final de la cadena crítica se conoce como colchón del proyecto y protege la fecha de finalización objetivo contra cualquier retraso a lo largo de la cadena crítica. Se colocan colchones adicionales, conocidos como colchones de alimentación, en cada punto donde una cadena de tareas dependientes, que está fuera de la cadena crítica, la alimenta. De este modo, los colchones de alimentación protegen la cadena crítica contra retrasos a lo largo de las cadenas de alimentación. La dimensión de cada colchón debe tener en cuenta la incertidumbre en la duración de la cadena de tareas dependientes que conducen a ese colchón.

Una vez que se han determinado las actividades del cronograma con colchón, las actividades previstas se planifican en base a sus fechas posibles de inicio y finalización programadas más tardías.

Consecuentemente, en lugar de gestionar la holgura total de los caminos de red, el método de la cadena crítica se concentra en gestionar las duraciones restantes de los colchones en función de las duraciones restantes de las cadenas de tareas.

d) Nivelación de Recursos

La nivelación de recursos es una técnica de análisis de la red del cronograma que se aplica a un cronograma que ya ha sido analizado por medio del método de la ruta crítica. La nivelación de recursos puede utilizarse cuando los recursos compartidos o críticos necesarios sólo están disponibles en ciertos momentos o en cantidades limitadas, o para mantener la utilización de recursos en un nivel constante. La nivelación de recursos provoca a menudo cambios en la ruta crítica.

e) Análisis "¿Qué pasa si...?"

Éste es un análisis de la pregunta "¿Qué pasa si se produce la situación representada por el escenario 'X'?" Se realiza un análisis de la red del cronograma, usando el cronograma para calcular los diferentes escenarios, tales como un retraso en la entrega de un componente principal, la prolongación de la duración de un diseño específico o la introducción de factores externos, como una huelga o un cambio en el procedimiento para la obtención de permisos. Los resultados del análisis del escenario "¿Qué pasa si..." pueden usarse para evaluar la viabilidad del cronograma del proyecto bajo condiciones adversas, y para preparar planes de contingencia y respuesta para superar o mitigar el impacto de situaciones inesperadas. La simulación implica calcular múltiples duraciones del proyecto a partir de diferentes conjuntos de supuestos sobre las actividades. La técnica más común es la del Análisis Monte Carlo, en el cual se define una distribución de duraciones posibles para cada actividad, que es usada para calcular una distribución de posibles resultados para todo el proyecto.

f) Aplicación de Adelantos y Retrasos

Los adelantos y retrasos son refinamientos que se aplican durante el análisis de la red para desarrollar un cronograma viable.

g) Compresión del Cronograma

La compresión del cronograma reduce el calendario del proyecto sin modificar el alcance del mismo, para cumplir con las restricciones del cronograma, las fechas impuestas u otros objetivos del cronograma. Las técnicas de compresión del cronograma incluyen:

- **Compresión.** Una técnica de compresión del cronograma en la cual se analizan las concesiones entre costo y cronograma para determinar cómo obtener la mayor compresión con el menor incremento de costo. Ejemplos de compresión pueden incluir la aprobación de horas suplementarias, el aporte de recursos adicionales o un pago adicional para acelerar la entrega de las actividades que se encuentran en la ruta crítica. La compresión sólo funciona para actividades en las que los recursos adicionales permiten acortar la duración. La compresión no siempre resulta una alternativa viable y puede ocasionar un incremento del riesgo y/o del costo.
- **Ejecución rápida.** Una técnica de compresión del cronograma en la cual las fases o actividades que normalmente se realizarían en forma secuencial, se realizan en paralelo.

Un ejemplo de esto es la construcción de los cimientos de un edificio antes de finalizar todos los planos arquitectónicos. La ejecución rápida puede dar como resultado un reproceso y un aumento del riesgo. La ejecución rápida sólo funciona en actividades que pueden superponerse para acortar la duración.

h) Herramienta de Planificación

Las herramientas automatizadas de planificación aceleran el proceso de planificación, generando fechas de inicio y finalización basadas en las entradas de actividades, los diagramas de red, los recursos y las duraciones de las actividades.

**C. Salidas (Desarrollar el Cronograma)**

a) Cronograma del Proyecto

El cronograma del proyecto debe contener, como mínimo, una fecha de inicio y una fecha de finalización programadas para cada actividad. Si la planificación de recursos se realiza en una etapa temprana, entonces el

cronograma mantendrá su carácter preliminar hasta que se hayan confirmado las asignaciones de recursos y se hayan establecido las fechas de inicio y finalización planificadas. Por lo general, este proceso se lleva a cabo antes de la conclusión del plan para la dirección del proyecto.

También puede desarrollarse un cronograma planificado del proyecto con fechas de inicio y finalización objetivo definidas para cada actividad. El cronograma del proyecto puede presentarse en forma de resumen, denominado a veces cronograma maestro o cronograma de hitos, o presentarse en forma detallada. Aunque el cronograma del proyecto puede tener forma de tabla, se presenta más a menudo en forma gráfica, utilizando uno o más de los siguientes formatos:

- Diagramas de hitos. Estos diagramas son similares a los diagramas de barras, pero sólo identifican el inicio o la finalización programada de los principales entregables y las interfaces externas clave. Ejemplo es la parte del cronograma de hitos del Gráfico 19a
- Diagramas de barras. Estos diagramas, con barras que representan las actividades, muestran las fechas de inicio y finalización de las actividades, así como las duraciones esperadas. Los diagramas de barras son relativamente fáciles de leer y se utilizan frecuentemente en presentaciones de dirección. Para la comunicación de control y de dirección, se utiliza una actividad resumen más amplia y completa, denominada a veces actividad resumen, entre hitos o a través de múltiples paquetes de trabajo interdependientes, y se representa en informes de diagrama de barras. Ejemplo de esto es la parte del cronograma resumen del Gráfico 19b que se presenta en un formato estructurado EDT.

#### b) Línea base del Cronograma

La línea base del cronograma es una versión específica del cronograma del proyecto desarrollada a partir del análisis de la red del cronograma. El equipo de dirección del proyecto la acepta y aprueba como la línea base del cronograma, con fechas de inicio y fechas de finalización de línea base. La línea base del cronograma es un componente del plan para la dirección del proyecto.

c) Datos del Cronograma

Los datos para el cronograma del proyecto abarcan, por lo menos, los hitos del cronograma, las actividades del cronograma, los atributos de las actividades y la documentación de todos los supuestos y restricciones identificadas. La información suministrada frecuentemente como detalles de soporte incluye, entre otras:

- Los requisitos de recursos por periodo de tiempo.
- Los cronogramas alternativos, tales como el mejor o el peor escenario.
- La planificación de las reservas para contingencias.

Los datos del cronograma también podrían abarcar elementos tales como histogramas de recursos, proyecciones del flujo de caja y cronogramas de pedidos y entregas.

d) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen:

- Requisitos de recursos de la actividad. La nivelación de recursos puede tener un efecto significativo en los estimados preliminares de los tipos y cantidades de recursos necesarios.
- Atributos de las actividades. Los atributos de las actividades se actualizan para incluir todos los requisitos de recursos revisados y cualquier otra revisión generada por el proceso Desarrollar el Cronograma.
- Calendario. El calendario para cada proyecto puede utilizar diferentes unidades de calendario como base para planificar el proyecto.
- Registro de riesgos. El registro de riesgos puede necesitar actualizarse para reflejar las oportunidades o las amenazas identificadas al establecer los supuestos de la planificación.

### **2.3.2.6. CONTROLAR EL CRONOGRAMA**

Controlar el Cronograma es el proceso por el que se da seguimiento al estado del proyecto, Para actualizar el avance de la obra y gestionar cambios a la línea base del cronograma se debe:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma

- Determinar que el cronograma del proyecto ha cambiado
- Gestionar los cambios reales conforme suceden

### **A. Entradas (Controlar el Cronograma)**

#### a) Plan para la Dirección del Proyecto

El plan para la dirección del proyecto, contiene el plan de gestión del cronograma y la línea base del cronograma. El plan de gestión del cronograma describe cómo se gestionará y controlará el cronograma del proyecto. La línea base del cronograma se compara con los resultados reales para determinar si es necesario un cambio o una acción preventiva o correctiva.

#### b) Cronograma del Proyecto

Se trata de la versión más reciente del cronograma del proyecto, con anotaciones que indican las actualizaciones, las actividades terminadas y las actividades iniciadas a la fecha.

#### c) Información sobre el Desempeño del Trabajo

Es la información sobre el avance del proyecto (actividades iniciadas, % al que se encuentra, actividades terminadas, etc.)

#### d) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que influyen en el proceso Controlar el Cronograma incluyen, entre otros:

- Las políticas, procedimientos y lineamientos existentes, formales e informales, relacionados con el control del cronograma
- Las herramientas de control del cronograma
- Los métodos de seguimiento e información que se utilizarán

### **B. Herramientas y Técnicas (Controlar el Cronograma)**

#### a) Revisiones del Desempeño

Las revisiones del desempeño permiten medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma, en aspectos como las fechas reales de inicio y

finalización, el porcentaje completado y la duración restante para el trabajo en ejecución. Si se utiliza la gestión del valor ganado, se usan la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI) para evaluar la magnitud de las variaciones del cronograma. Una parte importante del control del cronograma es decidir si la variación del cronograma requiere acciones correctivas.

Por ejemplo, un retraso importante en una actividad que está fuera de la ruta crítica puede tener un efecto mínimo en el cronograma total del proyecto, mientras que un retraso menor en una actividad crítica o casi crítica puede requerir una acción inmediata.

Si se usa el método de planificación de la cadena crítica, la comparación entre la cantidad de colchón restante y la cantidad de colchón necesario para proteger la entrega de datos puede ayudar a determinar el estado del cronograma. La diferencia entre el colchón requerido y el colchón restante puede determinar si es apropiado implementar una acción correctiva.

b) Análisis de Variación

Las mediciones del desempeño del cronograma (SV, SPI) se utilizan para evaluar la magnitud de variación con respecto a la línea base original del cronograma. La variación de la holgura total es también un componente esencial de la planificación para evaluar el desempeño del proyecto en el tiempo. Los aspectos importantes del control del cronograma del proyecto incluyen la determinación de la causa y del grado de variación con relación a la línea base del cronograma y la decisión de la necesidad de aplicar o no acciones preventivas o correctivas.

c) Software de Gestión de Proyectos

El software de gestión de proyectos para la elaboración de cronogramas permite hacer un seguimiento de las fechas planificadas en comparación con las fechas reales, y de proyectar los efectos de los cambios al cronograma del proyecto.

d) Nivelación de Recursos



La nivelación de recursos se utiliza para optimizar la distribución del trabajo entre los recursos.

e) Análisis "¿Qué pasa si?"

El análisis "¿Qué pasa si...?" se utiliza para revisar diferentes escenarios para realinear el cronograma con el plan.

f) Ajuste de Adelantos y Retrasos

El ajuste de adelantos y retrasos se usa para encontrar maneras de realinear con el plan las actividades retrasadas del proyecto.

g) Compresión del Cronograma

Las técnicas de compresión del cronograma se usan para encontrar maneras de realinear con el plan las actividades retrasadas del proyecto.

h) Herramienta de Planificación

Los datos del cronograma se actualizan y compilan en el cronograma para reflejar el avance real del proyecto y el trabajo que queda pendiente. La herramienta de planificación y los datos de apoyo del cronograma se utilizan conjuntamente con métodos manuales u otro software de gestión de proyectos para realizar el análisis de la red del cronograma y generar un cronograma actualizado del proyecto.

### **C. Salidas (Controlar el Cronograma)**

a) Mediciones del Desempeño del Trabajo

Los valores calculados de la variación del cronograma (SV) y del índice de desempeño del cronograma (SPI) para los componentes de la EDT, en particular los paquetes de trabajo y las cuentas de control, se documentan y comunican a los interesados.

b) Actualizaciones a los Activos de los Procesos de la Organización

Entre los activos de los procesos de la organización que pueden actualizarse, se incluyen, entre otros:

- Las causas de las variaciones

- Las acciones correctivas seleccionadas y la razón de su selección
- Otros tipos de lecciones aprendidas procedentes del control del cronograma del proyecto

c) Solicitudes de Cambio

El análisis de la variación del cronograma, junto con la revisión de los informes de avance, resultados de las medidas de desempeño y las modificaciones al cronograma del proyecto, pueden dar como resultado solicitudes de cambio a la línea base del cronograma y/o a otros componentes del plan para la dirección del proyecto. Las solicitudes de cambio se procesan para su revisión y tratamiento por medio del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios. Las acciones preventivas pueden incluir cambios recomendados para reducir la probabilidad de variaciones negativas del cronograma.

d) Actualizaciones al Plan para la Dirección del Proyecto

Entre los elementos del plan para la dirección del proyecto que pueden actualizarse, se encuentran:

- Línea base del cronograma. Los cambios a la línea base del cronograma se incorporan en respuesta a las solicitudes de cambio aprobadas relacionadas con cambios en el alcance del proyecto, en los recursos de las actividades o en los estimados de la duración de las actividades.
- Plan de gestión del cronograma.
- Línea base de costo. La línea base de costo puede actualizarse para reflejar los cambios originados por las técnicas de compresión del cronograma.

e) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen:

- Datos del cronograma. Pueden desarrollarse nuevos diagramas de red del cronograma del proyecto para reflejar las duraciones restantes aprobadas y las modificaciones al plan de trabajo.

En algunos casos, los retrasos en el cronograma del proyecto pueden ser tan graves que se deberá desarrollar un nuevo cronograma objetivo, con fechas

de inicio y finalización proyectadas, para proporcionar datos realistas a fin de dirigir el trabajo y medir el desempeño y el avance.

- Cronograma del proyecto. Se generará un cronograma actualizado del proyecto a partir de los datos actualizados del cronograma, para reflejar los cambios al mismo y gestionar el proyecto.

### **2.3.3. COSTO**

A continuación se describe los procesos requeridos para desarrollar una aproximación y administración de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto.

#### **2.3.3.1. ESTIMAR LOS COSTOS**

La estimación de costos es una predicción basada en la información disponible en un momento dado. Incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de cómputo de costos para iniciar y completar el proyecto.

Para lograr un costo óptimo para el proyecto, deben tomarse en cuenta las concesiones entre costos y riesgos, tales como fabricar en lugar de comprar, comprar en lugar de alquilar, y el intercambio de recursos. Por lo general, la estimación de costos se expresa en unidades monetarias (soles, dólar, etc.), aunque en algunos casos pueden emplearse otras unidades de medida, como las horas o los días de trabajo del personal para facilitar las comparaciones, eliminando el efecto de las fluctuaciones de las divisas.

La estimación de costos debe refinarse durante el transcurso del proyecto para reflejar los detalles adicionales a medida que éstos se hacen disponibles. La exactitud de la estimación del costo de un proyecto aumenta conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. Por consiguiente, la estimación de costos es un proceso iterativo de fase en fase. Por ejemplo, un proyecto en su fase de iniciación puede tener una estimación aproximada de orden de magnitud en el rango de  $\pm 50\%$ . En una etapa posterior del proyecto, conforme se cuenta con más información, las estimaciones pueden reducirse a un rango de  $\pm 10\%$ . En algunas organizaciones, existen pautas sobre cuándo pueden efectuarse esos refinamientos y cuál es el grado de exactitud

esperado. Los costos se estiman para todos los recursos que se asignarán al proyecto. Y se clasifican en:

- Costo Directo: Incluye Mano de obra, materiales, equipos, y subcontratistas.
- Costos Indirectos: Planilla de staff, equipamiento, movilidad, servicios, etc.
- Costo financiero: Prestamos de dinero

Así como categorías especiales tales como una asignación por inflación o un costo por contingencia.

Una estimación de costos es una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar la actividad.

### **A. Entradas (Estimar los Costos)**

#### a) Línea Base del Alcance

- Enunciado del alcance. El enunciado del alcance proporciona la descripción del producto, los criterios de aceptación, los entregables claves, los límites del proyecto, los supuestos y las restricciones del proyecto. Uno de los supuestos básicos que es necesario establecer cuando se estiman los costos de un proyecto, es si los estimados se limitarán únicamente a los costos directos del proyecto o si incluirán además los costos indirectos. Una de las restricciones más comunes para muchos proyectos es un presupuesto limitado. Otros ejemplos de restricciones pueden incluir fechas de entrega requeridas, recursos especializados disponibles y políticas de la organización.
- Estructura de desglose del trabajo. La EDT del proyecto proporciona las relaciones entre todos los componentes y los entregables del proyecto
- Diccionario de la EDT. El diccionario de la EDT y los enunciados del trabajo del proyecto relacionados proporcionan una identificación de los entregables y una descripción del trabajo en cada componente de la EDT necesario para producir cada entregable. La información adicional que puede contener la línea base del alcance y que incluye requisitos con implicaciones contractuales y legales, está relacionada con la salud, la seguridad, el desempeño, el medioambiente, los seguros, las licencias y los permisos. Toda esta información debe tomarse en cuenta para la elaboración de las estimaciones de costos.

b) Cronograma del Proyecto

El tipo y la cantidad de recursos, así como la cantidad de tiempo que dichos recursos se aplican para completar el trabajo del proyecto, son los factores principales para determinar el costo del proyecto. Los recursos de la actividad del cronograma y sus respectivas duraciones se usan como entradas clave para este proceso.

El proceso Estimar los Recursos de las Actividades implica determinar la disponibilidad y las cantidades necesarias de personal y material requeridos para realizar las actividades del cronograma. Este proceso está estrechamente coordinado con la estimación de costos.

Los estimados de la duración de las actividades afectarán las estimaciones del costo de cualquier proyecto donde el presupuesto del proyecto incluya una asignación para el costo de financiamiento (incluyendo los cargos por intereses) y donde los recursos se apliquen por unidad de tiempo a lo largo de la duración de la actividad. La estimación de la duración de las actividades también pueden afectar las estimaciones de costos que incluyen costos variables en función del tiempo, tales como los sindicatos de trabajadores con convenios colectivos de trabajo con vencimientos regulares o materiales con variaciones de costos estacionales.

c) Planificación de los Recursos Humanos

Los atributos de los recursos humanos del proyecto, los salarios y las compensaciones/reconocimientos correspondientes son componentes necesarios para desarrollar la estimación del costo del proyecto.

d) Registro de Riesgos

El registro de riesgos debe revisarse de modo que se tomen en cuenta los costos de mitigación de riesgos. Los riesgos, que pueden ser amenazas u oportunidades, en general ejercen un impacto tanto en los costos de las actividades como en los del proyecto global. Como regla general, cuando el proyecto experimenta un evento de riesgo negativo, normalmente se incrementa el costo a corto plazo del proyecto y a veces se produce un retraso en el cronograma del proyecto.

e) Factores Ambientales de la Empresa

Los factores ambientales de la empresa que influyen en el proceso Estimar los Costos incluyen, entre otros:

- Las condiciones del mercado. Describen los productos y servicios que están disponibles en el mercado, sus proveedores y los términos y condiciones que los rigen.
- La información comercial publicada. A menudo, la información sobre los ratios de costos de recursos está disponible en bases de datos comerciales que se realizan al seguimiento de las habilidades y los costos de los recursos humanos, proporcionando costos normalizados para materiales y equipos. Otras fuentes de información son las listas de precios publicadas del vendedor.

f) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que influyen en el proceso Estimar los Costos incluyen, entre otros:

- Las políticas de estimación de costos
- Las plantillas de estimación de costos
- La información histórica
- Las lecciones aprendidas

**B. Herramientas y Técnicas (Estimar los Costos)**

a) Juicio de Expertos

Numerosas variables, tales como las tarifas de trabajo, los costos de los materiales, la inflación, los factores de riesgo, entre otras, influyen en la estimación de costos. Guiado por la información histórica, el juicio de expertos aporta una perspectiva valiosa.

El juicio de expertos también puede utilizarse para determinar si es conveniente combinar métodos de estimación y cómo conciliar las diferencias entre ellos.

b) Estimación Análoga

La estimación de costos por analogía utiliza los valores de parámetros como el alcance, el costo, el presupuesto y la duración, o medidas de escala tales como el tamaño, el peso y la complejidad de un proyecto anterior similar, como base para estimar el mismo parámetro o medida para un proyecto actual.

Cuando se trata de estimar costos, esta técnica utiliza el costo real de proyectos similares anteriores como base para estimar el costo del proyecto actual.

La estimación de costos por analogía se emplea frecuentemente para estimar un parámetro cuando existe una cantidad limitada de información detallada sobre el proyecto, como es el caso, por ejemplo, en sus fases iniciales. La estimación de costos por analogía utiliza la información histórica y el juicio de expertos.

Por lo general, la estimación de costos por analogía es menos costosa y requiere menos tiempo que las otras técnicas, pero también es menos exacta.

c) Estimación Paramétrica

La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables (por Ejm. m<sup>2</sup> cuadrados en la construcción) para calcular una estimación de parámetros de una actividad tales como costo, presupuesto y duración. Con esta técnica pueden lograrse niveles superiores de exactitud, dependiendo de la sofisticación y de los datos que utilice el modelo.

d) Estimación Ascendente

La estimación ascendente es un método para estimar los componentes del trabajo. El costo de cada paquete de trabajo o de cada actividad se calcula con el mayor nivel de detalle. El costo detallado luego se resume o "acumula" en niveles superiores para fines de información y seguimiento. En general, la magnitud y complejidad de la actividad o del paquete de trabajo individual influyen en el costo y la exactitud de la estimación ascendente de costos.

e) Estimación por Tres Valores

La exactitud de las estimaciones de costos de una actividad única puede mejorarse tomando en consideración la incertidumbre y el riesgo. Este concepto se originó con la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT). El PERT utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de costo de una actividad:

- Más probable (CM). El costo de la actividad se basa en una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y cualquier gasto previsto.
- Optimista (CO). El costo de la actividad se basa en el análisis del mejor escenario posible para esa actividad.
- Pesimista (CP). El costo de la actividad se basa en el análisis del peor escenario posible para esa actividad.

El análisis según el método PERT calcula un costo Esperado (CE) de la actividad utilizando un promedio ponderado de estas tres estimaciones:

$$CE = (CO + 4CM + CP) / 6$$

Las estimaciones de costos basadas en esta ecuación (o aun en un promedio simple de los tres valores) pueden proporcionar una mayor exactitud, y los tres valores aclaran el rango de incertidumbre de las estimaciones de costos.

f) Análisis de Reserva

Las estimaciones de costos pueden incluir reservas para contingencias (llamadas a veces asignaciones para contingencias) para tener en cuenta la incertidumbre del costo.

La reserva para contingencias puede ser un porcentaje del costo estimado, una cantidad fija, o puede calcularse utilizando métodos de análisis cuantitativos.

A medida que se dispone de información más precisa sobre el proyecto, la reserva para contingencias puede utilizarse, reducirse o eliminarse.

g) Costo de la Calidad

Los supuestos relativos a los costos de la calidad pueden utilizarse para preparar la estimación de costos de las actividades.

h) Software de estimación de costos para la dirección de proyectos



Las aplicaciones de software de estimación de costos, las hojas de cálculo computarizadas, y las herramientas de simulación y estadísticas son cada vez más utilizadas para asistir en el proceso de estimación de costos.

### **C. Salidas (Estimar los Costos)**

#### **a) Estimaciones de Costos de las Actividades**

Las estimaciones de costos de las actividades son evaluaciones cuantitativas de los costos probables que se requieren para completar el trabajo del proyecto. Pueden presentarse de manera resumida o detallada. Los costos se estiman para todos los recursos que se aplican a la estimación de costos de las actividades. (Costo directo, indirecto y financiero)

#### **b) Base de los Estimados**

Independientemente del nivel de detalle, la documentación de respaldo debe proporcionar una comprensión clara y completa de la forma en que se obtuvo la estimación de costos.

Los detalles de respaldo para las estimaciones de costos de las actividades pueden incluir:

- Documentación de los fundamentos de las estimaciones (es decir, cómo fueron desarrolladas)
- Documentación de todos los supuestos utilizados
- Documentación de todas las restricciones conocidas
- Indicación del rango de estimados posibles (p.ej., \$10.000 ( $\pm 10\%$ ) para indicar que se espera que el costo del elemento se encuentre dentro de este rango de valores)

### **2.3.3.2. DETERMINAR EL PRESUPUESTO**

Determinar el Presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada. Esta línea base incluye todos los presupuestos autorizados, pero excluye las reservas de gestión.

### **A. Entrada (Determinar el Presupuesto)**

#### **a) Estimaciones de Costos de las Actividades**

Las estimaciones del costo de cada actividad dentro de un paquete de trabajo se suman para obtener una estimación de costos de cada paquete de trabajo.

b) Base de las Estimaciones

Los detalles que sustentan las estimaciones de costos deben especificarse como se describen anteriormente.

Cualquier supuesto básico que se relacione con la inclusión o exclusión de costos indirectos en el presupuesto del proyecto debe especificarse en la base de las estimaciones.

c) Línea Base del Alcance

- Enunciado del alcance. Las limitaciones formales periódicas en cuanto a los gastos de fondos del proyecto pueden ser impuestas por la organización, por contrato o por otras entidades, tales como las agencias gubernamentales.
- Estructura de desglose del trabajo. La EDT del proyecto proporciona las relaciones entre todos los entregables del proyecto y sus diversos componentes.
- Diccionario de la EDT. El diccionario de la EDT y los enunciados detallados del trabajo relacionados proporcionan una identificación de los entregables y una descripción del trabajo en cada componente de la EDT necesario para producir cada entregable.

d) Cronograma del Proyecto

El cronograma del proyecto como parte del plan para la dirección del proyecto, incluye las fechas de inicio y finalización programadas de las actividades del proyecto, los hitos, los paquetes de trabajo, los paquetes de planificación y las cuentas de control. Esta información puede utilizarse para sumar los costos a los periodos del calendario en los cuales se ha planificado incurrir en dichos costos.

e) Calendarios de Recursos

Los calendarios de recursos proporcionan información sobre qué recursos se han asignado al proyecto y para qué periodo. Esta información puede utilizarse para indicar el costo de los recursos durante el proyecto.

f) Contratos

La información pertinente al contrato y los costos asociados a los productos, servicios o resultados que se han comprado, se incluyen en la elaboración del presupuesto.

g) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que influyen en el proceso Determinar el Presupuesto incluyen, entre otros:

- Las políticas, procedimientos y lineamientos existentes, formales e informales, relacionados con la preparación del presupuesto de costos
- Las herramientas para la preparación del presupuesto de costos
- Los métodos para la preparación de informes

**B. Herramientas y Técnicas (Determinar el Presupuesto)**

a) Suma de Costos

Las estimaciones de costos de las actividades se suman por paquetes de trabajo, de acuerdo con la EDT.

Las estimaciones de costos de los paquetes de trabajo se suman para los niveles superiores de componentes de la EDT (cuentas de control). Y finalmente se suma las cuentas de control para obtener el estimado de costo para todo el proyecto.

b) Análisis de Reserva

El análisis de reserva del presupuesto puede establecer tanto las reservas para contingencias como las reservas de gestión del proyecto. Las reservas para contingencias son asignaciones para cambios no planificados, pero potencialmente necesarios, que pueden resultar de riesgos identificados en el registro de riesgos. Las reservas de gestión son presupuestos reservados para cambios no planificados al alcance y al costo del proyecto.

Las reservas no forman parte de la línea base de costo, pero pueden incluirse en el presupuesto total del proyecto. Las reservas no se incluyen como parte de los cálculos de la medición del valor ganado.

c) Juicio de Expertos

Un juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, conocimiento, etc., según resulte apropiado para la actividad que se está desarrollando, y que debe utilizarse para determinar el presupuesto.

d) Relaciones Históricas

Cualquier relación histórica que dé como resultado estimaciones paramétricas o análogas implica el uso de características (parámetros) del proyecto para desarrollar modelos matemáticos que permitan predecir los costos totales del proyecto. Estos modelos pueden ser simples (por.ejm., la construcción de una vivienda residencial costará una cierta cantidad por metro cuadrado de espacio útil).

Tanto el costo como la exactitud de los modelos análogos y paramétricos pueden variar ampliamente. Es más probable que sean confiables cuando:

- La información histórica utilizada para desarrollar el modelo es exacta
- Los parámetros utilizados en el modelo son fácilmente cuantificables
- Los modelos son escalables, de modo que funcionan tanto para un proyecto grande como para uno pequeño, y para las fases de un proyecto.

e) Conciliación del Límite del Financiamiento

El gasto de fondos debe conciliarse con los límites de financiamiento establecidos sobre el desembolso de fondos para el proyecto. Una variación entre los límites de financiamiento y los gastos planificados requerirá en algunos casos la reprogramación del trabajo para regular dichos gastos.

**C. Salidas (Determinar el Presupuesto)**

a) Línea Base del Desempeño de Costos

La línea base del desempeño de costos es un presupuesto hasta la conclusión (BAC) aprobado y distribuido en el tiempo, que se utiliza para medir,

monitorear y controlar el desempeño global del costo del proyecto. Se establece sumando los presupuestos aprobados por periodo de tiempo y normalmente se representa como una Curva S, tal como se ilustra en el Gráfico 02. En la técnica de gestión del valor ganado, la línea base del desempeño de costos se conoce como línea base para la medición del desempeño (PMB).

b) Requisitos de Financiamiento del Proyecto

Los requisitos de financiamiento, totales y periódicos (por. ejm., trimestrales, anuales) se derivan de la línea base de costo. La línea base de costo incluirá los gastos proyectados más las deudas anticipadas. A menudo, el financiamiento tiene lugar en cantidades incrementales que no son continuas y que aparecen como peldaños según se ilustra en el Gráfico 02. Los fondos totales necesarios son aquéllos incluidos en la línea base de costo, más las reservas de gestión, si corresponde.

c) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen:

- El registro de riesgos
- Los estimados de costos
- El cronograma del proyecto
- 

### 2.3.3.3. CONTROLAR LOS COSTOS

Controlar los Costos es el proceso por el que se monitorea la situación del proyecto para actualizar el presupuesto del mismo y gestionar cambios a la línea base de costo.

La actualización del presupuesto implica registrar los costos reales en los que se ha incurrido a la fecha. Cualquier incremento con respecto al presupuesto autorizado sólo puede aprobarse mediante el proceso Realizar el Control Integrado de Cambios. El monitoreo del gasto de fondos sin tomar en cuenta el valor del trabajo que se está realizando y que corresponde a ese gasto tiene poco valor para el proyecto, más allá de permitir que el equipo del proyecto se mantenga dentro del financiamiento autorizado.

De esta manera, gran parte del esfuerzo del control de costos implica analizar la relación entre el uso de los fondos del proyecto y el trabajo real efectuado a cambio de tales gastos. La clave para un control de costos efectivo es la gestión de la línea base aprobada de desempeño de costos y de los cambios a esa línea base.

El control de costos del proyecto incluye:

- Influir en los factores que producen cambios en la línea base de costo.
- Asegurarse de que todas las solicitudes de cambio se lleven a cabo de manera oportuna.
- Gestionar los cambios reales cuando y conforme suceden.
- Asegurarse de que los gastos no excedan el financiamiento autorizado para el proyecto, tanto por periodo como total.
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre costos o utilización de recursos.
- Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados.

El control de costos del proyecto busca las causas de las variaciones positivas y negativas, y forma parte del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios.

#### **A. Entradas (Controlar los Costos)**

##### a) Plan para la Dirección del Proyecto

El plan para la dirección del proyecto descrito contiene la siguiente información que se utiliza para controlar los costos:

- Línea base del desempeño de costos. La línea base del desempeño de costos se compara con los resultados reales para determinar si es necesario implementar un cambio, o una acción preventiva o correctiva.
- Plan de gestión de costos. El plan de gestión de costos describe la forma en que se gestionarán y controlarán los costos del proyecto.

##### b) Requisitos de Financiamiento del Proyecto

Los requisitos de financiamiento del proyecto se describen anteriormente.

c) Información sobre el Desempeño del Trabajo

La información sobre el desempeño del trabajo incluye información sobre el avance del proyecto, tal como los entregables iniciados, su avance y los entregables terminados. La información también incluye los costos autorizados, aquéllos en los que se ha incurrido, y estimaciones para completar el trabajo del proyecto.

d) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Controlar los Costos incluyen, entre otros:

- Las políticas, procedimientos y lineamientos existentes, formales e informales, relacionados con el control de los costos
- Las herramientas para el control de los costos
- Los métodos de seguimiento e información que se utilizarán

**B. Herramientas y Técnicas (Controlar los Costos)**

a) Gestión del Valor Ganado

La gestión del valor ganado (EVM) en sus diferentes formas es un método que se utiliza comúnmente para la medición del desempeño. Integra las mediciones del alcance del proyecto, costo y cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar y medir el desempeño y el avance del proyecto. Es una técnica de dirección de proyectos que requiere la constitución de una línea base integrada con respecto a la cual se puede medir el desempeño durante la ejecución del proyecto. La EVM establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control:

- Valor planificado. El valor planificado (PV) es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo. Incluye el trabajo detallado autorizado, así como el presupuesto para dicho trabajo autorizado,

que se asigna por fase durante el ciclo de vida del proyecto. El total del PV se conoce a veces como la línea base para la medición del desempeño (PMB). El valor planificado total para el proyecto también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC).

- Valor ganado. El valor ganado (EV) es el valor del trabajo completado expresado en términos del presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo para una actividad del cronograma o un componente de la estructura de desglose del trabajo. Es el trabajo autorizado que se ha completado, más el presupuesto autorizado para dicho trabajo completado. El EV medido debe corresponderse con la línea base del PV (PMB) y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente. El término EV se usa a menudo para describir el porcentaje completado de un proyecto.

Deben establecerse criterios de medición del avance para cada componente de la EDT, con objeto de medir el trabajo en curso. Los directores de proyecto monitorean el EV, tanto sus incrementos para determinar el estado actual, como el total acumulado, para establecer las tendencias de desempeño a largo plazo.

- Costo real. El costo real (AC) es el costo total en el que se ha incurrido realmente y que se ha registrado durante la ejecución del trabajo realizado para una actividad o componente de la estructura de desglose del trabajo. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV. El AC debe corresponderse, por su definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido para el EV.

El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.

También se monitorearán las variaciones con respecto a la línea base aprobada:



- Variación del cronograma. La variación del cronograma (SV) es una medida del desempeño del cronograma en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV). En la EVM, la variación del cronograma es una métrica útil, ya que puede indicar un retraso del proyecto con respecto a la línea base del cronograma. La variación del cronograma, en la EVM, finalmente será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya se habrán ganado todos los valores planificados. En la EVM, las variaciones del cronograma se emplean mejor en conjunto con la planificación según el método de la ruta crítica (CPM) y la gestión de riesgos.

$$SV = EV - PV$$

- Variación del costo. La variación del costo (CV) es una medida del desempeño del costo en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos los costos reales (AC). La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y la cantidad realmente gastada. En la EVM, la CV es particularmente crítica porque indica la relación entre el desempeño real y los costos gastados. En la EVM, una CV negativa con frecuencia no es recuperable para el proyecto.

$$CV = (EV - AC)$$

- Índice de desempeño del cronograma. El índice de desempeño del cronograma (SPI) es una medida del avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado.

En ocasiones se utiliza en combinación con el índice del desempeño del costo (CPI) para proyectar las estimaciones finales de conclusión del proyecto. Un valor de SPI inferior a 1.0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es menor a la prevista. Un valor de SPI superior a 1.0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista. Puesto que el SPI mide todo el trabajo del proyecto, el desempeño en la ruta crítica también debe analizarse, para determinar si el proyecto terminará antes o después de la fecha de finalización programada. El SPI es igual a la razón entre el EV y el PV.

$$SPI = (EV / PV)$$

- Índice del desempeño del costo. El índice del desempeño del costo (CPI) es una medida del valor del trabajo completado, en comparación con el costo o avance reales del proyecto. Se considera la métrica más importante de la EVM y mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado. Un valor de CPI inferior a 1.0 indica un sobrecosto con respecto al trabajo completado. Un valor de CPI superior a 1.0 indica un costo inferior con respecto al desempeño a la fecha. El CPI es igual a la razón entre el EV y el AC.

$$\text{CPI} = (\text{EV}/\text{AC})$$

Los tres parámetros (valor planificado, valor ganado y costo real) pueden monitorearse e informarse, por periodos (semanal o mensual) y de forma acumulativa. El Gráfico 03 emplea Curvas S para representar los datos del EV para un proyecto cuyo costo excede el presupuesto y cuyo plan de trabajo está retrasado.

#### b) Proyecciones

Conforme avanza el proyecto y en función del desempeño del mismo, el equipo del proyecto puede desarrollar una proyección de la estimación a la conclusión (EAC) que puede diferir del presupuesto hasta la conclusión (BAC). Si resulta evidente que el BAC ya no es viable, el director del proyecto debe proyectar una EAC.

La proyección de una EAC implica hacer estimaciones o predicciones de condiciones y eventos futuros para el proyecto, basadas en la información y el conocimiento disponibles en el momento de realizar la proyección. Las proyecciones se generan, se actualizan y se emiten nuevamente basándose en la información sobre el desempeño del trabajo suministrado conforme el proyecto se ejecuta.

Las EAC se basan normalmente en los costos reales en los que se ha incurrido para completar el trabajo, más una estimación hasta la conclusión (ETC) para el trabajo restante.

Es responsabilidad del equipo del proyecto predecir las situaciones que pueden presentarse al realizar la ETC, en función de su experiencia a la fecha. El método más común de proyección de la EAC es una suma ascendente manual.

El método ascendente de EAC utilizado se basa en los costos reales y la experiencia adquirida a partir del trabajo completado y requiere que se realice una nueva estimación para el trabajo restante del proyecto.

$$EAC = (AC + ETC \text{ ascendente.})$$

La EAC realizada manualmente por el director del proyecto puede compararse rápidamente con varias EAC calculadas según diferentes escenarios de riesgo. Mientras que los datos de la EVM pueden proporcionar rápidamente varias EAC estadísticas, a continuación sólo se describen tres de las más comunes:

- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según la proporción presupuestada.

Este método de EAC toma en cuenta el desempeño real del proyecto a la fecha (ya sea favorable o desfavorable), como lo representan los costos reales, y prevé que el trabajo según la ETC se llevará a cabo de acuerdo con el ratio presupuestado. Cuando el desempeño real es desfavorable, el supuesto de que el desempeño futuro mejorará debe aceptarse únicamente cuando está sustentado por un análisis de riesgo del proyecto.

$$EAC = AC + BAC - EV$$

- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según el CPI actual.

Este método supone que se espera que lo que el proyecto ha experimentado a la fecha continúe en el futuro. Se supone que el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según el mismo índice del desempeño de costo (CPI) acumulativo en el que el proyecto ha incurrido a la fecha.

$$EAC = (BAC / CPI \text{ acumulativo}).$$

- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado considerando ambos factores (SPI y CPI).

En esta proyección, el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según una proporción de eficiencia que toma en cuenta tanto el índice del desempeño de costos como el índice de desempeño del cronograma. Supone

un desempeño de costos negativo a la fecha y la necesidad de que el proyecto se comprometa firmemente a respetar el cronograma. Este método es tanto más útil cuanto el cronograma del proyecto es un factor que afecta el esfuerzo de la ETC. Las variaciones de este método miden el CPI y el SPI según diferentes valores, de acuerdo con el juicio del director del proyecto.

$$EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI \text{ acumulativo} \times SPI \text{ acumulativo})].$$

c) Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI)

El índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI) es la proyección calculada del desempeño del costo que debe lograrse para el trabajo restante, con el propósito de cumplir con una meta de gestión especificada, tal como el BAC o la EAC. Si resulta evidente que el BAC ya no es viable, el director del proyecto proyecta una estimación a la conclusión (EAC). Una vez aprobada, la EAC reemplaza efectivamente el BAC como meta de desempeño del costo. La ecuación para el TCPI basada en el BAC es:

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

El TCPI se muestra conceptualmente en el Gráfico 07. La ecuación para el TCPI aparece en la parte inferior izquierda como el trabajo restante (definido como el BAC menos el EV) dividido por los fondos restantes (que pueden ser el BAC menos el AC, o bien la EAC menos el AC).

Una vez que la dirección reconoce que ya no es posible cumplir con el BAC, el director del proyecto preparará una nueva estimación a la conclusión (EAC) para el trabajo y, una vez aprobada, el proyecto utilizará el nuevo valor de la EAC. Este nivel de desempeño se muestra como la línea TCPI (EAC). La ecuación para el TCPI basada en la EAC es:

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

d) Revisiones del Desempeño

Las revisiones del desempeño comparan el desempeño del costo a lo largo del tiempo, las actividades del cronograma o los paquetes de trabajo que exceden el presupuesto o que están por debajo de éste, y los fondos estimados para completar el trabajo en ejecución. Si se utiliza la EVM, se puede determinar la siguiente información:

- **Análisis de variación.** El análisis de variación utilizado en la EVM compara el desempeño real del proyecto con respecto al desempeño planificado o esperado. Las variaciones que se analizan más frecuentemente son las relativas al costo y al cronograma.
- **Análisis de tendencias.** El análisis de tendencias analiza el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si está mejorando o se está deteriorando. Las técnicas de análisis gráfico son valiosas pues permiten comprender el desempeño a la fecha y compararlo con las metas de desempeño futuras, en forma de BAC con respecto a la EAC y de fechas de finalización.
- **Desempeño del valor ganado.** La gestión del valor ganado compara la línea base del plan con respecto al desempeño real del cronograma y del costo.

e) **Análisis de Variación**

Las mediciones del desempeño del costo (CV, CPI) se utilizan para evaluar la magnitud de variación con respecto a la línea base original de costo. Los aspectos importantes del control de los costos del proyecto incluyen la determinación de la causa y del grado de variación con relación a la línea base del desempeño de costos y la decisión de la necesidad de aplicar o no acciones preventivas o correctivas.

El rango de porcentaje de variaciones aceptables tenderá a disminuir conforme el trabajo efectuado avanza. A medida que el proyecto se acerca a su conclusión, el mayor porcentaje de variación permitida al inicio del proyecto puede disminuir.

f) **Software de Gestión de Proyectos**

A menudo se utiliza el software de gestión de proyectos para monitorear las tres dimensiones de la gestión del valor ganado, EVM (PV, EV y AC) para representar gráficamente tendencias y proyectar un rango de resultados finales posibles para el proyecto.

**C. Salidas (Controlar los Costos)**

a) **Mediciones del Desempeño del Trabajo**

Los valores calculados del CV, SV, CPI y SPI para los componentes de la EDT, en particular los paquetes de trabajo y las cuentas de control, se documentan y comunican a los interesados.

b) Proyecciones del Presupuesto

El valor de una EAC calculada o de una EAC ascendente debe documentarse y comunicarse a los interesados.

c) Actualizaciones a los Activos de los Procesos de la Organización

Entre los activos de los procesos de la organización que pueden actualizarse, se incluyen:

- Las causas de las variaciones
- Las acciones correctivas seleccionadas y la razón de su selección
- Otros tipos de lecciones aprendidas del control de costos del proyecto

d) Solicitudes de Cambio

El análisis del desempeño del proyecto puede dar lugar a una solicitud de cambio a la línea base del desempeño de costos o de otros planes. Las solicitudes de cambio pueden incluir acciones preventivas o correctivas y se procesan para su revisión y tratamiento por medio del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios.

e) Actualizaciones al Plan para la Dirección del Proyecto

Los documentos que se puede actualizar son:

- Línea base del desempeño de costos. Los cambios a la línea base del desempeño de costos se incorporan en respuesta a los cambios aprobados del alcance, de los recursos de las actividades o de las estimaciones de costos.
- Plan de gestión de costos.

f) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen:

- Los estimados de costos

- Base de las estimaciones

#### **2.3.4. CALIDAD**

A continuación se describe los procesos que nos dará mayor confianza de entregar productos de calidad (de acuerdo a las especificaciones y sin defectos).

##### **2.3.4.1. PLANIFICAR LA CALIDAD**

Planificar la Calidad es el proceso por el cual se identifican los requisitos de calidad y/o normas para el proyecto y el producto, documentando la manera en que el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos. La planificación de la calidad debe realizarse en forma paralela a los demás procesos de planificación del proyecto. Por ejemplo, los cambios propuestos en el producto para cumplir con las normas de calidad identificadas pueden requerir ajustes en el costo o en el cronograma, así como un análisis detallado de los riesgos de impacto en los planes.

#### **A. Entrada (Planificar la Calidad)**

##### **a) Línea Base del Alcance**

- Enunciado del alcance. El enunciado del alcance contiene la descripción del proyecto, sus principales entregables y los criterios de aceptación.

La definición de los criterios de aceptación puede incrementar o disminuir significativamente los costos de calidad del proyecto. La satisfacción de todos los criterios de aceptación implica haber cumplido con todas las necesidades del cliente.

- EDT. Identifica los entregables, los paquetes de trabajo y las cuentas de control que se utilizan para medir el rendimiento del proyecto.
- Diccionario de la EDT. Define la información técnica para los elementos de la EDT.

##### **b) Registro de Interesados**

Este registro identifica a los interesados que tienen un interés particular o un impacto en la calidad.

c) Línea Base del Desempeño de Costos

La línea base del desempeño de costos documenta el escalonamiento aceptado en el tiempo, que se usa para medir el desempeño del costo.

d) Línea Base del Cronograma

La línea base del cronograma documenta las medidas de desempeño del cronograma aceptado, incluyendo las fechas de inicio y finalización.

e) Registro de Riesgos

El registro de riesgos contiene información sobre las amenazas y oportunidades que pueden impactar en los requisitos de calidad.

f) Factores Ambientales de la Empresa

Los factores ambientales de la empresa que influyen en el proceso Planificar la Calidad incluyen, entre otros:

- Las reglas, normas y pautas específicas para un área de aplicación
- Las condiciones de trabajo y operativas del proyecto y/o del producto que pueden afectar la calidad del proyecto

g) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que influyen en el proceso Planificar la Calidad incluyen, entre otros:

- Las políticas, los procedimientos y las pautas de calidad de la organización
- Las bases de datos históricas
- Las lecciones aprendidas procedentes de proyectos anteriores
- La política de calidad, aprobada por la dirección general, que establece la orientación que debe seguir una organización ejecutante con respecto a la calidad.

## **B. Herramientas y Técnicas (Planificar la Calidad)**

a) Análisis Costo-Beneficio

Los principales beneficios de cumplir con los requisitos de calidad pueden incluir un menor reproceso, una mayor productividad, menores costos y una



mayor satisfacción de los interesados. Un caso de negocio para cada actividad de calidad permite comparar el costo del procedimiento de calidad con el beneficio esperado.

b) Costo de la Calidad (COQ)

El costo de la calidad incluye todos los costos en los que se ha incurrido durante la vida del producto en inversiones para prevenir el incumplimiento de los requisitos, para evaluar la conformidad del producto o servicio con los requisitos, y por no cumplir con los requisitos (reproceso). Los costos por fallos se clasifican a menudo en internos (constatados por el equipo del proyecto) y externos (constatados por el cliente). Los costos por fallos también se denominan costo por calidad deficiente. El Gráfico 8 muestra algunos ejemplos para tener en cuenta en cada área.

c) Diagramas de Control

Los diagramas de control se utilizan para determinar si un proceso es estable o no, o si tiene un desempeño predecible. Los límites superior e inferior de las especificaciones se basan en los requisitos del contrato. Reflejan los valores máximo y mínimo permisibles. Puede haber sanciones asociadas con el incumplimiento de los límites de las especificaciones. El director del proyecto y los interesados apropiados establecen los límites de control superior e inferior, para reflejar los puntos en los cuales deben implementarse acciones correctivas para evitar que se sobrepasen los límites de las especificaciones. Para procesos repetitivos, los límites de control se establecen por lo general en  $\pm 3\sigma$ . Un proceso se considera fuera de control cuando un punto de datos excede un límite de control o cuando siete puntos consecutivos se encuentran por encima o por debajo de la media. El anexo 05 muestra un diagrama de control que rastrea las horas registradas del proyecto. El anexo 06 muestra los defectos medidos de un producto con respecto a los límites establecidos.

d) Diseño de Experimentos

El diseño de experimentos (DOE) es un método estadístico para identificar qué factores pueden influir en variables específicas de un producto o proceso en fase de desarrollo o de producción. El DOE debe emplearse durante el

proceso Planificar la Calidad para determinar la cantidad y el tipo de pruebas por efectuar, así como su impacto en el costo de la calidad. El DOE también juega un papel en la optimización de productos o procesos. Puede utilizarse para reducir la sensibilidad del desempeño del producto a las fuentes de variación causadas por diferencias ambientales o de fabricación.

e) Muestreo Estadístico

El muestreo estadístico consiste en seleccionar una parte de la población de interés para su inspección (por ejemplo, una selección al azar de diez planos de ingeniería a partir de una lista de setenta y cinco planos). La frecuencia y el tamaño de la muestra deben determinarse durante el proceso Planificar la Calidad, de modo que el costo de la calidad incluya el número de pruebas, los rechazos esperados, etc.

f) Diagramas de Flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso que muestra las relaciones entre las etapas del proceso. Existen muchos estilos de diagramas de flujo, pero todos muestran las actividades, los puntos de decisión y el orden de desarrollo del proceso. Durante la planificación de la calidad, los diagramas de flujo pueden ayudar al equipo del proyecto a anticipar problemas de calidad que pudieran ocurrir. Tener consciencia de los problemas potenciales puede permitir el desarrollo de procedimientos de prueba o métodos para abordarlos.

g) Metodologías Propietarias de Gestión de la Calidad

Existen numerosas metodologías propietarias, entre las que se incluyen, sin pretender dar una lista exhaustiva o de recomendaciones, Six Sigma, Lean Six Sigma, Despliegue de Funciones de Calidad (Quality Function Deployment), etc.

h) Herramientas Adicionales de Planificación de Calidad

A menudo se emplean otras herramientas de planificación de calidad para ayudar a definir mejor los requisitos de calidad y a planificar actividades eficaces de gestión de calidad. Éstas incluyen, entre otras:

- Tormenta de ideas
- Diagramas de afinidad, que se usan para identificar visualmente los agrupamientos lógicos en base a relaciones naturales.
- Análisis de campos de fuerzas, que son diagramas de las fuerzas a favor y en contra de un cambio.
- Técnicas de grupo nominal, que permiten que las ideas se analicen en una tormenta de ideas en grupos pequeños y luego sean revisadas por un grupo más amplio.

### **C. Salidas (Planificar la Calidad)**

#### **a) Plan de Gestión de Calidad**

El plan de gestión de calidad describe cómo el equipo de dirección del proyecto implementará la política de calidad de la organización ejecutante. Es un componente o un plan subsidiario del plan para la dirección del proyecto.

El plan de gestión de calidad proporciona entradas al plan general para la dirección del proyecto y aborda el control de calidad, el aseguramiento de la calidad y métodos de mejora continua de los procesos del proyecto. El plan de gestión de calidad puede ser formal o informal, muy detallado o formulado de manera general. El formato y el grado de detalle se determinan en función de los requisitos del proyecto. El plan de gestión de calidad debe revisarse en una etapa temprana del proyecto, para asegurarse de que las decisiones estén basadas en informaciones precisas. Los beneficios de esta revisión pueden incluir la reducción del costo y sobrecostos en el cronograma ocasionados por el reproceso.

#### **b) Métricas de Calidad**

Una métrica de calidad es una definición operativa que describe, en términos muy específicos, un atributo del producto o del proyecto, y la manera en que el proceso de control de calidad lo medirá.

Las métricas de calidad se emplean en los procesos de aseguramiento de la calidad y de control de calidad. Algunos ejemplos de métricas de calidad incluyen el índice de puntualidad, el control del presupuesto, la frecuencia de

defectos, el índice de fallos, la disponibilidad, la fiabilidad y la cobertura de las pruebas.

c) Listas de Control de Calidad

Una lista de control es una herramienta estructurada, por lo general específica de cada componente, que se utiliza para verificar que se haya realizado una serie de pasos necesarios. En función de los requisitos y prácticas del proyecto, las listas de control pueden ser simples o complejas. Muchas organizaciones tienen disponibles listas de control normalizadas para asegurar la uniformidad en tareas que se realizan frecuentemente. Las listas de control de calidad se emplean en el proceso de control de calidad.

d) Plan de Mejoras del Proceso

El plan de mejoras del proceso es un plan subsidiario del plan para la dirección del proyecto. El plan de mejoras del proceso detalla los pasos para analizar los procesos que facilitarán la identificación de actividades que incrementan su valor. Las áreas por considerar incluyen:

- Límites del proceso. Describen la finalidad de los procesos, su inicio y finalización, sus entradas y salidas, los datos requeridos, el propietario y los interesados.
- Configuración del proceso. Una descripción gráfica de los procesos, con las interfaces identificadas, que se utiliza para facilitar el análisis.
- Métricas del proceso. Junto con los límites de control, permiten analizar la eficacia del proceso.
- Objetivos de desempeño mejorado. Guían las actividades de mejora del proceso.

e) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen:

- El registro de interesados
- La matriz de asignación de responsabilidades

### **2.3.4.2. REALIZAR EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

Realizar el Aseguramiento de Calidad es el proceso que consiste en auditar los requisitos de calidad y los resultados obtenidos a partir de medidas de control de calidad, a fin de garantizar que se utilicen definiciones operacionales y normas de calidad adecuadas.

Realizar el Aseguramiento de Calidad es un proceso de ejecución que utiliza datos creados durante el proceso Realizar el Control de Calidad. A menudo, las actividades de aseguramiento de calidad son supervisadas por un departamento de aseguramiento de calidad o una organización similar.

Realizar el Aseguramiento de Calidad cubre también la mejora continua del proceso, que es un medio iterativo de mejorar la calidad de todos los procesos. La mejora continua del proceso reduce las actividades inútiles y elimina aquéllas que no agregan valor a proyecto. Esto permite que los procesos operen con niveles más altos de eficiencia y efectividad.

#### **A. Entrada (Realizar el Aseguramiento de Calidad)**

##### **a) Plan para la Dirección del Proyecto**

El plan para la dirección del proyecto descrito contiene la siguiente información que se utiliza para asegurar la calidad:

- Plan de gestión de calidad. El plan de gestión de calidad describe la manera en que se realizará el aseguramiento de calidad dentro del proyecto.
- Plan de mejoras del proceso. El plan de mejoras del proceso detalla los pasos para analizar los procesos a fin de identificar actividades que incrementan su valor.

##### **b) Métricas de Calidad**

##### **c) Información sobre el Desempeño del Trabajo**

Conforme el proyecto avanza, la información sobre el desempeño del trabajo se recopila de manera sistemática. Entre los resultados de desempeño que pueden apoyar el proceso de auditoría, se encuentran:

- Las medidas del desempeño técnico
- El estado de los entregables del proyecto
- El avance del cronograma

- Los costos incurridos

d) Mediciones de Control de Calidad

Las mediciones de control de calidad son los resultados de las actividades de control de calidad. Se emplean para analizar y evaluar las normas y los procesos de calidad de la organización ejecutante.

**B. Herramientas y Técnicas (Realizar el Aseguramiento de Calidad)**

a) Herramientas y Técnicas para Planificar la Calidad y Realizar el Control de Calidad

Las herramientas y técnicas empleadas para planificar la calidad y realizar el control de calidad, también pueden utilizarse para las actividades de aseguramiento de calidad.

b) Auditorías de Calidad

Una auditoría de calidad es una revisión estructurada e independiente para determinar si las actividades del proyecto cumplen con las políticas, los procesos y los procedimientos del proyecto y de la organización. Los objetivos de una auditoría de calidad son:

- Identificar todas las buenas y mejores prácticas empleadas.
- Identificar todas las diferencias y las anomalías.
- Compartir las buenas prácticas introducidas o implementadas en proyectos similares de la organización y/o industria.
- Ofrecer asesoramiento de manera positiva y proactiva, para mejorar la implementación de procesos que ayuden al equipo a incrementar la productividad.
- Resaltar las contribuciones de cada auditoría en la base de datos de lecciones aprendidas de la organización.

El esfuerzo subsiguiente para corregir cualquier deficiencia debería dar como resultado una reducción del costo de la calidad y una mayor aceptación del producto del proyecto por parte del cliente. Las auditorías de calidad pueden ser planificadas o aleatorias, y pueden ser realizadas por auditores internos o externos.

c) Análisis de Procesos

El análisis de procesos sigue los pasos descritos en el plan de mejoras del proceso para determinar las mejoras necesarias. Este análisis examina también los problemas y restricciones experimentadas, así como las actividades que no agregan valor, identificadas durante la ejecución del proceso. El análisis de procesos incluye el análisis causal, que es una técnica específica para identificar un problema, determinar las causas subyacentes que lo ocasionan y desarrollar acciones preventivas.

**C. Salidas (Realizar el Aseguramiento de Calidad)**

a) Actualizaciones a los Activos de los Procesos de la Organización

Entre los elementos de los activos de los procesos de la organización que pueden actualizarse, se encuentran los estándares de calidad.

b) Solicitudes de Cambio

La mejora de la calidad incluye llevar a cabo acciones para aumentar la efectividad y/o eficacia de las políticas, los procesos y los procedimientos de la organización ejecutante.

Las solicitudes de cambio se crean y utilizan como entradas del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios, lo cual permite considerar plenamente las mejoras recomendadas. Las solicitudes de cambio pueden utilizarse para realizar acciones correctivas o preventivas, o para proceder a la reparación de defectos.

c) Actualizaciones al Plan para la Dirección del Proyecto

Entre los elementos del plan para la dirección del proyecto que pueden actualizarse, se encuentran:

- El plan de gestión de calidad
- El plan de gestión del cronograma
- El plan de gestión de costos

d) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen:

- Los informes de auditorías de calidad
- Los planes de capacitación
- La documentación del proceso

#### **2.3.4.3. REALIZAR EL CONTROL DE CALIDAD**

Realizar el Control de Calidad es el proceso por el que se monitorean y registran los resultados de la ejecución de actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar cambios necesarios. El control de calidad se lleva a cabo durante todo el proyecto. Los estándares de calidad incluyen las metas de los procesos y del producto del proyecto. Los resultados del proyecto incluyen los entregables y los resultados de la dirección de proyectos, tales como el desempeño de costos y del cronograma. A menudo, el control de calidad es realizado por un departamento de control de calidad o una unidad de la organización con una denominación similar. Las actividades de control de calidad permiten identificar las causas de una calidad deficiente del proceso o del producto, y recomiendan y/o implementan acciones para eliminarlas.

El equipo de dirección del proyecto debería tener un conocimiento práctico del control de calidad estadístico, especialmente en lo referente al muestreo y la probabilidad, para ayudar a evaluar las salidas del control de calidad. Entre otros aspectos, puede resultar útil para el equipo conocer la diferencia entre los siguientes pares de términos:

- Prevención (evitar que haya errores en el proceso) e inspección (evitar que los errores lleguen a manos del cliente).
- Muestreo por atributos (el resultado cumple o no con los requisitos) y muestreo por variables (el resultado se clasifica según una escala continua que mide el grado de conformidad).
- Tolerancias (rango especificado de resultados aceptables) y límites de control (umbrales que pueden indicar si el proceso está fuera de control).

#### **A. Entrada (Realizar el Control de Calidad)**

- a) Plan para la Dirección del Proyecto



El plan para la dirección del proyecto descrito contiene el plan de control de calidad que se utiliza para controlar la calidad. El plan de gestión de calidad describe la manera en que se realizará el control de calidad dentro del proyecto.

b) Métricas de Calidad

c) Listas de Control de Calidad

d) Mediciones del Desempeño del Trabajo

Las mediciones del desempeño del trabajo se utilizan para establecer las métricas de actividad del proyecto, a fin de evaluar el avance real con respecto al avance planificado. Estas métricas incluyen, entre otras:

- El desempeño técnico planificado con respecto al desempeño real
- El desempeño planificado del cronograma con respecto al desempeño real
- El desempeño planificado del costo con respecto al desempeño real

e) Solicitudes de Cambio Aprobadas

Como parte del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios, una actualización del estado del control de cambios indicará que algunos cambios se han aprobado, mientras que otros no. Las solicitudes de cambio aprobadas pueden incluir modificaciones tales como la reparación de defectos, y la revisión de métodos de trabajo y del cronograma. Debe verificarse la implementación oportuna de los cambios aprobados.

f) Entregables

g) Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Realizar el Control de Calidad incluyen, entre otros:

- Los estándares y políticas de calidad
- Las pautas normalizadas de trabajo

- Los procedimientos de generación de informes relativos a los problemas y defectos, y las políticas de comunicación

## **B. Herramientas y Técnicas (Realizar el Control de Calidad)**

Las primeras siete de las siguientes herramientas y técnicas se conocen como las Siete Herramientas de Calidad Básicas de Ishikawa.

### a) Diagramas de Causa y Efecto

Los diagramas de causa y efecto, también conocidos como diagramas de Ishikawa o diagramas de espina de pescado, ilustran la manera en que diversos factores pueden estar vinculados con un problema o efecto potencial. El Gráfico 12 es ejemplos de diagrama de causa y efecto. Los diagramas de causa y efecto también pueden usarse en el análisis de riesgos.

### b) Diagramas de Control

En este proceso se recaban y analizan los datos pertinentes para indicar el estado de la calidad de los procesos y productos del proyecto. Los diagramas de control ilustran la manera en que se comporta un proceso a lo largo del tiempo y cuándo un proceso está sujeto a variación por una causa especial, lo que crea una condición fuera de control. Por medio del monitoreo de las salidas de un proceso a lo largo del tiempo, un diagrama de control puede ayudar a evaluar si la aplicación de cambios a dicho proceso logró las mejoras deseadas.

Cuando un proceso se encuentra dentro de los límites aceptables, significa que está controlado y no requiere ajustes. Por el contrario, cuando un proceso se encuentra fuera de los límites aceptables, entonces debe ajustarse. Una sucesión de siete puntos consecutivos fuera de los límites de control superior o inferior indica que el proceso está fuera de control. Normalmente, los límites de control superior e inferior se fijan en  $\pm 3\sigma$ , siendo  $1\sigma$  una desviación estándar.

### c) Diagramas de Flujo

Los diagramas de flujo, se utilizan durante el proceso Realizar el Control de Calidad para determinar una o varias etapas deficientes del proceso e

identificar oportunidades de mejora del proceso. Los diagramas de flujo también se emplean en el análisis de riesgos.

d) Histograma

Un histograma es un diagrama de barras verticales que ilustra la frecuencia de ocurrencia de un estado particular de variación. Cada columna representa un atributo o característica de un problema/una situación. La altura de cada columna representa la frecuencia relativa de la característica. Esta herramienta ayuda a ilustrar la causa más común de los problemas en un proceso por medio del número y las alturas relativas de las barras. El anexo 09 presenta un ejemplo de un histograma desordenado que muestra las causas de atraso en las entradas realizadas por un equipo del proyecto.

e) Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es un tipo específico de histograma, ordenado por frecuencia de ocurrencia. Muestra cuántos defectos se generaron por tipo o categoría de causa identificada. El ordenamiento por categoría se emplea para guiar la acción correctiva. El equipo del proyecto debería atender en primer lugar las causas que provocan el mayor número de defectos. Los diagramas de Pareto están relacionados conceptualmente con la ley de Pareto, que establece que un número relativamente pequeño de causas provocará generalmente la mayoría de los problemas o defectos. Esto se denomina comúnmente principio 80/20, donde el 80 por ciento de los problemas se debe al 20 por ciento de las causas.

f) Diagrama de Comportamiento

De manera similar a un diagrama de control pero sin mostrar los límites, un diagrama de comportamiento muestra el historial y el patrón de variaciones. Un diagrama de comportamiento es una gráfica lineal que muestra los puntos de datos trazados en el orden en que suceden. Los diagramas de comportamiento muestran las tendencias, variaciones, deterioros o mejoras de un proceso a lo largo del tiempo. El análisis de tendencias se realiza mediante diagramas de comportamiento e implica utilizar técnicas matemáticas para

proyectar resultados futuros basándose en resultados históricos. El análisis de tendencias se usa a menudo para supervisar:

- El desempeño técnico. ¿Cuántos errores o defectos se han identificado y cuántos permanecen sin corregir?
- El desempeño del costo y del cronograma. ¿Cuántas actividades se completaron por período con variaciones significativas?

g) Diagrama de Dispersión

Un diagrama de dispersión (Ver anexo 11) muestra la relación entre dos variables. Esta herramienta permite al equipo de calidad estudiar e identificar la posible relación entre los cambios observados en dos variables. Se trazan las variables dependientes frente a las variables independientes. Mientras más próximos se encuentren los puntos con respecto a una línea diagonal, mayor será su relación.

h) Muestreo Estadístico

Las muestras se seleccionan y se prueban según lo establecido en el plan de calidad.

i) Inspección

Una inspección es el examen del producto de un trabajo para determinar si cumple con las normas documentadas. Por lo general, los resultados de una inspección incluyen mediciones y pueden llevarse a cabo en cualquier nivel.

j) Revisión de Solicitudes de Cambio Aprobadas

Deben revisarse todas las solicitudes de cambio aprobadas para verificar que se implementaron tal como fueron aprobadas.

**C. Salidas (Realizar el Control de Calidad)**

a) Mediciones de Control de Calidad

Las mediciones de control de calidad son los resultados documentados de las actividades de control de calidad, presentados en el formato especificado durante la planificación de la calidad.

b) Cambios Validados

Deberá realizarse una inspección antes de emitir una notificación relativa a la aceptación o rechazo de cualquier elemento que se haya cambiado o reparado. Puede ser necesario el reproceso de cualquier elemento rechazado.

c) Entregables Validados

Uno de los objetivos del control de calidad es determinar la conformidad de los entregables. Los entregables validados constituyen el resultado de la ejecución de los procesos de control de calidad. Los entregables validados son una entrada del proceso Verificar el Alcance que consiste en formalizar la aceptación de los mismos.

d) Actualizaciones a los Activos de los Procesos de la Organización

Entre los elementos de los activos de los procesos de la organización que pueden actualizarse, se encuentran:

- Las listas de control completadas. Cuando se utilizan listas de control, y una vez que se han completado, éstas pasan a formar parte de los registros del proyecto.
- La documentación sobre lecciones aprendidas. Las causas de las variaciones, el razonamiento subyacente a la acción correctiva elegida y otros tipos de lecciones aprendidas a partir del control de calidad se documentan, de manera que formen parte de la base de datos histórica tanto del proyecto como de la organización ejecutante. Las lecciones aprendidas se documentan a lo largo del ciclo de vida del proyecto pero, como mínimo, deben documentarse durante el cierre del proyecto.

e) Solicitudes de Cambio

Si las acciones correctivas o preventivas recomendadas, o la reparación de un defecto, requieren un cambio al plan para la dirección del proyecto, debe iniciarse una solicitud de cambio de acuerdo con el proceso Realizar el Control Integrado de Cambios.

f) Actualizaciones al Plan para la Dirección del Proyecto

---

Entre los elementos del plan para la dirección del proyecto que pueden actualizarse, se encuentran:

- El plan de gestión de calidad
- El plan de mejoras del proceso

g) Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

Los documentos del proyecto que pueden ser actualizados incluyen, entre otros, los estándares de calidad.

## **CAPÍTULO III: FACTORES DE ÉXITO EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO**

### **3.1. ASPECTO GENERAL DEL PROYECTO EN ESTUDIO**

#### **3.1.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

El alcance del proyecto, consiste en la Construcción del “Centro de Instrucción Técnica de Lan-Perú”, de propiedad de la empresa LAN Perú ubicada en la siguiente dirección Av. Elmer Faucett s/n, cuadra 34, Urbanización ex –Fundo Bocanegra Alto, en el distrito de Callao Cercado, Provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima, Perú.

El proyecto tiene la modalidad de Suma alzada y en moneda extranjera (Nuevo sol Peruano), se tendrá a la empresa JE CONSTRUCCIONES GENERALES S.A. como encargado de la Dirección y Gerencia del Proyecto.

#### **3.1.2. MEMORIA DESCRIPTIVA**

##### **DESCRIPCION GENERAL DE LA EDIFICACIÓN**

##### **1. UBICACIÓN**

El terreno está ubicado en la Av. Elmer Faucett s/n, cuadra 34, Urbanización ex – Fundo Bocanegra Alto, en el distrito de Callao Cercado, Provincia Constitucional del Callao.

##### **2. ÁREA DEL TERRENO**

El terreno tiene un área total de 15,500.00 m<sup>2</sup>, en el cual ya se está construyendo la nueva Sede Corporativa de LAN PERU con licencia de obra nueva N° 059-2011-MPC-GGDU-GOOLC y ahora se desea construir un edificio anexo nombrado Centro de Instrucción Técnica. Este edificio anexo ocupa un área de terreno de 2,400 m<sup>2</sup>.

##### **3. ÁREA CONSTRUIDA**

El área construida del Edificio Corporativo (con Licencia de obra nueva) es de 15,127.85 m<sup>2</sup>. El área construida del Centro de Instrucción Técnica (que se

presenta como ampliación) es de 2,806.80 m<sup>2</sup>. El área total resultante es 17,934.65 m<sup>2</sup>.

4. *PROYECTO*

El nombre del Proyecto es CENTRO DE INSTRUCCIÓN TÉCNICA-LAN PERU, la cual es un edificio anexo al Edificio Corporativo.

5. *PROPIETARIO*

El propietario de las 2 edificaciones es la empresa LAN PERU SAC.

6. *ARQUITECTO*

Arquitectónica International Corporation – Perú, Arq. Bernardo Fort Brescia, CAP 1586 y Arq. Enrique Chuy CAP 410.

7. *ZONIFICACIÓN*

La zonificación de terreno es IEL – Industria Elemental y Liviana.

8. *ALTURA DEL EDIFICIO*

El edificio tiene una altura de 10.30 mts.

9. *Nº DE PISOS*

3 pisos

10. *Nº DE ESTACIONAMIENTOS*

El proyecto integral cuenta con 164 autos, de las cuales por reglamento, al Centro de Instrucción Técnica le corresponde 5 autos y las restantes se encuentran dentro de lo requerido por los Parámetros para el Edificio Corporativo.

11. *CONCEPTO*

El Centro de Instrucción Técnica es un volumen anexo al Edificio Corporativo el cual mantiene el mismo concepto arquitectónico, es decir varios volúmenes trapezoidales desfasados creando un movimiento similar, pero a la inversa de la



Sede Principal, en forma horizontal; manteniendo así la unidad arquitectónica del proyecto integral.

## 12. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### Plan Maestro

El proyecto general se organiza a través de un ingreso unificado desde Elmer Faucett con la opción de control de seguridad, desde esta vía se ingresa inmediatamente a los estacionamientos para empleados y visitantes con una capacidad de 114 autos, continuando por esta vía se llega a una Plaza desde la cual se accede al edificio corporativo sobre el lado izquierdo y al estacionamiento de empleados en la parte posterior que tiene una capacidad de 50 autos.

En el lado derecho de este estacionamiento se encuentra el área destinada al Centro de Instrucción Técnica, motivo de este Proyecto. En el lado sur-oeste del terreno, se encuentra el acceso peatonal secundario para pilotos y tripulantes que se dirigen hacia el aeropuerto. En el lado oeste del terreno, sobre la calle CORPAC, se ubica un ingreso secundario (vehicular).

### Piso 1

En el primer piso, por la fachada sur, se ingresa al Lobby principal, en la cual se accede: Por el lado izquierdo, a la zona de capacitación de pilotos, donde encontramos la Cafetería y sala de estar, en la cual se accede al ascensor y a la escalera E-1 que comunica a los 3 niveles. También se encuentran en este nivel un cuarto eléctrico y data, Baños hombres y mujeres, Mock up Red Bird de Capacitación (entrenamiento de vuelo), Taller Eléctrico, parte baja de los 2 simuladores de vuelo (Bahías para un Boeing 767 y un Airbus 320) y un área técnica del simulador de vuelo con ingreso en la fachada norte del edificio. Por el lado derecho del Lobby, se ingresa al área de capacitación de tripulantes en donde encontramos la Cafetería y sala de estar, en la cual se accede a la escalera E-2 que comunica a los 3 niveles. También se encuentra en este nivel, un depósito, baños y vestuarios para hombres y mujeres, un depósito y el área de piscina para realizar simulaciones en situaciones de emergencia (nados hacia una balsa). Asimismo junto a esta área se encuentra el cuarto de basura del

edificio, en el cual se recolectan los desperdicios propios del funcionamiento de las oficinas y en horarios determinados se procede a su eliminación. También, en la parte exterior de este nivel, se encuentran los siguientes ambientes de apoyo: un área técnica de los simuladores de vuelo, un ambiente de carga y descarga, almacén de aceite, grupo electrógeno, tableros, subestación eléctrica y un contenedor Mock-up Incendio para entrenamiento. Desde este piso, por la escalera abierta E-3 se baja al nivel -3.25 donde encontramos: el cuarto de bombas ACI (agua contra incendio), la cisterna de ACI (164 m<sup>3</sup>), el cuarto de bombas del agua de consumo diario con su cisterna de agua de 27 m<sup>3</sup> de capacidad.

#### Piso 2

En este piso, llegando por la escalera E-1 o por el ascensor, encontramos 4 salas de capacitación para coordinación de vuelos (Briefing), un cuarto eléctrico y un cuarto de data. También se accede a una plataforma donde, mediante un puente levadizo se ingresa a los dos simuladores de vuelo. En esta área también se encuentran los ambientes de Sala de Data y Sala de Mantenimiento. Por la escalera E-2 llegamos al área de entrenamiento con puertas de aviones (door trainers), a los baños para hombres y mujeres, a una oficina y a la parte baja de los toboganes para salto.

#### Piso 3

Por la escalera E-1 o por el ascensor llegamos a los dos ambientes de capacitación de vuelos (mock up MFTD) y a los baños de hombres y mujeres. También encontramos dos oficinas administrativas, deposito, una sala de reuniones, secretarias, cto. eléctrico y oficinas de apoyo (CBT). Por la escalera E-2 llegamos al área de Capacitación de Fuselaje (Servicio), una Sala de Capacitación y a dos plataformas de toboganes para saltos, como entrenamiento de evacuación. Se ha considerado un ascensor para el personal.

### 13. EQUIPAMIENTO

#### IIEE

- El Edificio cuenta con Sub Estación Eléctrica, Cuartos de tableros, Grupo Electrógeno.

## IISS

- Cuenta con Cuarto de Bombas con Sistema de Presión constante y Velocidad variable, Cisterna de Consumo Diario, Bombas hidroneumáticas de recirculación para la piscina, Electrobombas para la cámara de bombeo y pozo sumidero.

## HVAC

- El edificio contará con un sistema centralizado de aire acondicionado con fan coils y chillers enfriados por aire, unidades condensadoras para los equipos de precisión del cuarto de data, ventilación forzada para el área de piscina y área de saltos y extracción mecánica para los servicios higiénicos.

## SEGURIDAD

- Todo el edificio estará protegido al 100% por rociadores, contará con gabinetes de agua contra incendio, detectores de humo, sistemas de alarma, control de accesos, señalización de emergencia y evacuación.

## 14. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y EVACUACION

El proyecto de evacuación ha sido diseñado de acuerdo a la normativa vigente del

Reglamento Nacional de Edificaciones y teniendo en cuenta lo solicitado por el Delegado Ad-Hoc Cuerpo de Bomberos en el dictamen de revisión del Expediente N° 2011-11-A-49430, Folio 218, Año 2011 de fecha 01 de Agosto del 2011, el cual aprueba el Anteproyecto de Evacuación tomando en cuenta los siguientes criterios:

- a. El Centro de Instrucción Técnica LAN PERU cuenta con 2 escaleras integradas, las cuales, de acuerdo a la Norma A.010 del RNE, en el Art. 26, Inc.a) en su definición indican: "...Estas escaleras pueden ser consideradas para el cálculo de evacuación, si la distancia lo permite...."
- b. De acuerdo a lo indicado en el RNE, Norma A.010 en el Art. 25, Inc c), "Para efectos de evacuación, la distancia total de recorrido del evacuante (medidas de

manera horizontal y vertical) desde el punto más alejado hasta el lugar seguro (salida de escape, área de refugio o escalera de emergencia) será como máximo de 45 m. sin rociadores o 60 m. con rociadores” y en la Norma A.130, Art. 26 “La cantidad de puertas de evacuación, pasillos, escaleras está directamente relacionado con la necesidad de evacuar la carga total de ocupantes del edificio y teniendo adicionalmente que utilizarse el criterio de distancia de recorrido horizontal de 45.0 m. para edificaciones sin rociadores y de 60.0 m. para edificaciones con rociadores...”. El proyecto será protegido al 100% por un sistema de rociadores y la distancia de recorrido medido desde la parte más alejada del edificio hasta las salidas es inferior a 60 m, tal como se muestran en los planos de evacuación.

- c. Asimismo el RNE, Norma A.010 Art. 27, Inc. a) indica que “Independientemente de la capacidad de carga de las escaleras y la relación con el número de ocupantes, en toda edificación se requiere como mínimo dos escaleras de evacuación, con la excepción señalada en el Art. 28.”, lo cual, de acuerdo a lo indicado en los ítems a y b anteriormente indicados, cumple el Proyecto.

## **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO**

### **1. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Comprende las excavaciones localizadas, rellenos compactados mecánicamente y la eliminación de material sobrante, requeridas para la construcción de las cimentaciones del edificio y de las vigas de conexión entre zapatas. Para mitigar la propagación del polvo hacia otros sectores de la planta, se pulveriza agua sobre las áreas de excavación y se emplea tela arpillera como una barrera adicional de contención hacia las colindancias.

### **2. CIMENTACIONES Y VIGAS DE CONEXIÓN**

Comprende la ejecución de las cimentaciones aisladas requeridas para el apoyo de la estructura en general y de la estructura metálica. Estas cimentaciones son de concreto armado de tipo zapata aislada, cimientos corridos y vigas de cimentación. Las vigas de conexión conectan las zapatas entre si y sirven de estructura de soporte a los muros perimetrales de albañilería.

### 3. *FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA*

Se efectuara en los talleres del Contratista de acuerdo a los planos de fabricación y marcas desarrollados por el mismo y aprobados por la supervisión y el proyectista estructural. Las estructuras se fabricaran en estricto acuerdo a las especificaciones del proyecto y solo podrán ser liberadas por su transporte al sitio, con cargo a la entrega de todos los protocolos de fabricación y pruebas considerados en el plan de aseguramiento de la Calidad del proyecto. Las estructuras llegaran a obra completamente prefabricadas para su montaje en los plazos y fechas previstos por el cronograma del proyecto.

### 4. *MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS*

Las estructuras del edificio son empernadas y soldadas; llegan al sitio de la obra totalmente pre-fabricado, terminado y lista para su rápido ensamblaje y montaje. Los trabajos de montaje se regirán al término del montaje, la estructura se inspeccionará para determinar la extensión de los retoques de pintura necesarios para resanar los ligeros daños como consecuencia del transporte y los trabajos de montaje.

### 5. *INSTALACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE TECHO Y FACHADA*

Los paneles de cubierta llegaran al sitio de la obra habilitados para su inmediata instalación, debidamente embalados y etiquetados para permitir una rápida identificación de su posición en el edificio de acuerdo a los planos de instalación. Los paneles se fijan mediante tornillos auto – perforantes provisto de arandelas de neopreno, y se complementa con la instalación de un completo sistema de canaletas, cenefas y tapajuntas que garantizan la estanqueidad y la calidad arquitectónica del edificio.

## **3.1.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **GENERALIDADES**

El proyecto comprende el diseño de un edificio de tres pisos, destinado a centro de instrucción del personal de aviación de la compañía LAN. El edificio se ubica dentro del terreno de LAN, donde se ha proyectado su sede Principal en Perú y que queda adyacente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Es una estructura mixta de concreto armado y acero, con algunas edificaciones

exteriores al edificio principal, de un solo piso y estructuradas en base a muros de albañilería armada.

## 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ESTRUCTURAS

Las especificaciones técnicas aquí indicadas complementan lo mostrado en los planos del Proyecto de Estructuras. El Constructor respetará lo indicado en los planos y en esta especificación, pudiendo proveer mayor cantidad o calidad de materiales.

### MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### a) Excavaciones

Las excavaciones indicadas en estas especificaciones se refieren al movimiento de tierras necesario para construir la cimentación de la estructura y la nivelación del terreno (cortes y relleno) necesarios para obtener los niveles del proyecto.

El constructor deberá considerar la posible existencia de instalaciones subterráneas por lo que debe investigar y actuar con los cuidados del caso. En los planos del proyecto se indican los niveles de cimentación de las zapatas y falsas zapatas en coordinación con lo especificado en el Estudio de Suelos.

#### b) Rellenos, Nivelación y Apisonado

Los rellenos para obtener niveles de plataformas, se harán en capas de 30 cm. compactándolo. La nivelación interior y apisonado comprende los trabajos de nivelación interior y compactación de las áreas encerradas por los cimientos y/o zapatas, comprendiendo compactación manual o con máquina. Ninguna cimentación se apoyará en suelos rellenos o removidos, debiendo asegurarse de no sobreexcavar innecesariamente.

#### c) Eliminación de Desmonte

Después de haber realizado las excavaciones, rellenos y nivelación del material excedente debe ser eliminado. De igual forma los sobrantes de mezclas, basura, ladrillos rotos, desechos de encofrados de madera etc., deben ser eliminados y transportados fuera de la obra.

d) Unidades de Medición

La unidad de medición para las excavaciones es el metro cúbico, debiéndose cuantificar los volúmenes del material antes de excavar. En el caso de los rellenos, la unidad es el m<sup>3</sup>, comprendiendo la colocación, el agua para la compactación, la compactación propiamente dicha y la obtención de las rasantes. En el caso de nivelación interior y apisonado, la unidad de medición es el metro cuadrado. Para la eliminación del desmonte, la unidad de medición es en metros cúbicos, y considerará un volumen estimado para toda la ejecución de la obra.

### CONCRETO SIMPLE

Estas especificaciones corresponden a los elementos que no requieren refuerzos de acero y que son cimientos corridos, sobrecimientos, falsas zapatas y/o solados y falsos pisos. El concreto simple es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua, al igual que el definido en el ítem de Concreto Armado. En el caso que adicionalmente reciba piedra de tamaño máximo 10" (25 cm.) se le denomina concreto ciclópeo.

a) Cimientos Corridos

Se hacen de concreto simple, con resistencia especificada en los planos y se le añade piedra grande, de máximo 25 cm. Antes de vaciar, se riega la zanja para humedecer las paredes de tierra. Luego se vierte la mezcla hasta llenar aproximadamente 15 cm. de altura, para luego continuar vaciando y colocar las piedras grandes en una proporción no mayor al 30% del volumen del cimiento.

b) Sobrecimientos

El sobrecimiento es de concreto simple al que se le puede añadir piedra de hasta 3" (7.5 cm.) de tamaño máximo, en una proporción que no exceda el 25% del volumen del sobrecimiento. Los espesores y la resistencia del concreto están especificados en los planos del proyecto. Los sobrecimientos requieren de encofrado en sus caras, las cuales han sido consideradas en madera sin cepillar y con un espesor de 1½". El constructor colocará puntales o separadores para asegurar la verticalidad y alineamiento de los encofrados.

c) Falsas Zapatas

Son elementos de concreto simple a los que se les adiciona piedras grandes, de hasta 25 cm. de tamaño máximo. Tienen como objetivo llegar al nivel de cimentación especificado en el Estudio de Suelos y cubrir desniveles entre zapatas cercanas ubicadas a distinto nivel de cimentación.

d) Solados de 3" para Zapatas

Es una capa de concreto simple en proporción Cemento Hormigón 1:10 que se coloca como fondo de las zapatas. En caso se tenga falsas zapatas ya no se necesita solados.

e) Falso Piso

Es una losa de concreto simple, de mínimo 10 cm. de altura que sirve de base a los pisos apoyados en el terreno. Es de concreto simple.

f) Unidades de Medición

Las unidades de medición serán:

Para cimientos corridos	M <sup>3</sup>
Para sobrecimientos corridos	M <sup>3</sup>
Para falsas zapatas	M <sup>3</sup>
Para falso piso	M <sup>2</sup>
Para solados	M <sup>2</sup>

### CONCRETO ARMADO

a) Cemento

El cemento en la preparación del concreto deberá ser Portland Tipo I, debiendo cumplir con la Especificación ITINTEC 334.009. El cemento utilizado en la obra deberá ser el mismo tipo y marca que el empleado para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto. Las condiciones de muestreo serán las especificadas en la Norma ITINTEC 334.007.

b) Agregados

El Constructor usará agregados que cumplan los requisitos aquí indicados y los exigidos por la Norma ITINTEC 400.037. Los agregados que no cumplan algunos



de los requisitos indicados, podrán ser utilizados siempre que se demuestre mediante un informe técnico, sustentado con pruebas de laboratorio, que puedan producir concretos de las propiedades requeridas. Los agregados seleccionados deben ser aprobados por la Inspección antes de ser utilizados en la proporción del concreto.

Los agregados seleccionados deberán ser procesados, transportados, manipulados y pesados de manera tal que la pérdida de finos sea mínima, que se mantenga su uniformidad, que no se produzca contaminación por sustancias extrañas y que no se presente rotura o segregación importante en ellas. Estas limitaciones podrán ser obviadas si a juicio de la Inspección, la trabajabilidad del concreto y los procedimientos de compactación son tales que el concreto pueda ser colocado sin que se formen cangrejas o vacíos.

c) Agua

El agua empleada en la preparación del concreto deberá ser potable.

d) Acero de Refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir con lo especificado en la Norma ITINTEC 341.031. No se usará barras soldadas, debiendo realizarse los empalmes por traslape.

e) Aditivos

Los aditivos a usarse en el concreto deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ITINTEC 339.086. El uso de aditivos podrá hacerse con la aprobación escrita de la Inspección. El Constructor proporcionará al Inspector la dosificación recomendable del aditivo y los efectos perjudiciales en caso de variación del mismo por exceso o defecto. No se permitirá el uso de aditivos que contengan cloruros.

Los aditivos empleados en la obra deberán ser de la misma marca y composición que los utilizados en la selección de las proporciones del concreto.

En la selección de la proporción del aditivo en el concreto se tendrá en consideración las recomendaciones del fabricante, las propiedades del concreto, las características de los agregados, la resistencia a la compresión especificada, las condiciones de obra, el procedimiento de colocación empleado, y los resultados de las pruebas de laboratorio.

f) Almacenamiento de los Materiales de Obra

Los materiales deberán almacenarse en obra de manera tal que se evite su deterioro o contaminación. El cemento podrá ser suministrado en bolsas o a granel; el cemento en bolsas será almacenado en lugar techado fresco, libre de humedad y protegido de la humedad externa. El cemento a granel será almacenado en silos metálicos que impidan el ingreso de humedad. Los agregados serán almacenados de manera de impedir la segregación de los mismos y su contaminación o mezclado con otros materiales. Las varillas de refuerzo de acero serán almacenadas en un lugar seco aislado del suelo y protegiéndolos de la humedad y contaminación. Los aditivos serán almacenados siguiendo las recomendaciones del fabricante.

g) Ensayos de Materiales

El Constructor será el responsable de la calidad de los materiales a usar, debiendo efectuar todas las pruebas y ensayos que garanticen la calidad de la obra.

h) Dosificación del Concreto

El concreto será fabricado de manera de obtener un  $f'c$  mayor al especificado de manera de minimizar el número de valores de resistencia por debajo del  $f'c$  especificado. La selección de las proporciones de los materiales integrantes del concreto deberá permitir que se logre la trabajabilidad y consistencia que permitan que el concreto sea manejado fácilmente en los encofrados y alrededor del acero sin segregación o exudación excesiva, y se cumpla con los requisitos especificados para los ensayos de resistencia en compresión.

Las proporciones de la mezcla de concreto, incluida la relación agua-cemento, deberán ser seleccionadas sobre la base de la experiencia de obra y/o mezclas

de prueba preparadas con los materiales a ser empleados. En la elaboración de mezclas de prueba se tendrá en consideración:

- a. Que los materiales utilizados y las combinaciones de los mismos sean aquellos previstos para utilizarse en la obra.
- b. Que deberán prepararse empleando no menos de tres diferentes relaciones agua/cemento, o contenidos de cemento, a fin de obtener un rango de resistencia del cual se encuentre la resistencia promedio deseada.
- c. El asentamiento de mezclas de prueba deberá estar dentro del rango de más o menos 20 mm del máximo permitido.
- d. Por cada mezcla de prueba deberán prepararse y curarse por lo menos tres probetas para cada edad de ensayo.
- e. En base a los resultados de los ensayos de las probetas deberá construirse curvas que muestren la interrelación entre la relación agua-cemento, o el contenido de cemento, y la resistencia en compresión.

La relación agua-cemento máxima, o el contenido de cemento mínimo seleccionados, deberán ser aquellos que en la curva muestren que se ha de obtener la resistencia de diseño aumentada en por lo menos 15%.

Las mezclas considerarán los siguientes asentamientos:

- Zapatas 4"
- Columnas 3 1/2"
- Vigas y losas 3"

i) Evaluación de la Calidad del Concreto

Las muestras para ensayos de resistencia en compresión de cada clase de concreto colocado cada día deberán ser tomadas:

- a. No menos de una muestra de ensayo por día.
- b. No menos de una muestra por cada 40 metros cúbicos de concreto colocado.
- c. No menos de una muestra de ensayo por cada 300 metros cuadrados de área superficial de losas.

- d. No menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones para losas o vigas o por cada dos camiones para columnas, cuando se trate de concreto premezclado.

Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de los resultados de dos probetas cilíndricas preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días.

Se considerarán satisfactorios los resultados de los ensayos de una clase de concreto, si se cumplen las dos condiciones siguientes:

- a) El promedio de todas las series de tres ensayos consecutivos es igual o mayor que la resistencia de diseño.
- b) Ningún ensayo individual de resistencia está por debajo de la resistencia de diseño en más de 35 Kg/cm<sup>2</sup>.

El concreto del área representado por los testigos se considerará estructuralmente adecuado si el promedio de los tres testigos es igual a por lo menos el 85% de la resistencia de diseño, y ningún testigo es menor del 75% de la misma.

j) Colocación del Concreto

Antes de iniciar el proceso de preparación y colocación del concreto, el Inspector deberá verificar que:

- a. Las cotas y dimensiones de los encofrados y elementos estructurales corresponden con los de los planos.
- b. Las varillas de refuerzo están correctamente ubicadas.
- c. La superficie interna de los encofrados, el acero de refuerzo y los elementos embebidos están limpios y libres de restos de mortero, concreto, óxidos, aceite, grasa, pintura o cualquier elemento perjudicial para el concreto.
- d. Los encofrados estén terminados, adecuadamente arriostrados, humedecidos y/o aceitados.
- e. Se cuenta en obra con el número suficiente de los equipos a ser empleados en el proceso de colocación y ellos estén en perfectas condiciones de uso.

- f. Se cuenta en obra con todos los materiales necesarios.

#### Mezclado

Se usará preferentemente concreto premezclado, dado los volúmenes de concreto a vaciar en los diferentes elementos de la estructura, debiendo el Constructor y el Inspector controlar la recepción del concreto en obra, verificándose:

- a. El asentamiento de la mezcla.
- b. Su apariencia externa.
- c. El tiempo transcurrido desde que se inició la mezcla hasta la puesta en obra.

El concreto premezclado deberá ser dosificado, mezclado, transportado, entregado y controlado de acuerdo a la Norma ASTM C94.

Para las mezclas hechas en obra los materiales del concreto serán pesados dentro de las siguientes tolerancias:

- Cemento                    ±      1%
- Agua                    ±      1%
- Agregados                ±      2%

El mezclado se hará mediante mezcladora mecánica, capaz de lograr una combinación total de los materiales, cargándola de manera tal que el agua comience a ingresar antes que el cemento y los agregados. El agua continuará fluyendo por un período, el cual puede prolongarse hasta finalizar la primera cuarta parte del tiempo de mezclado especificado.

El proceso del mezclado deberá cumplir además con lo siguiente:

- a. Que la mezcladora sea operada a la capacidad y número de revoluciones por minuto recomendados por el fabricante.
- b. El tiempo de mezclado será no menor de 90 segundos después que todos los materiales estén en el tambor.

### Transporte

El concreto deberá ser transportado desde la mezcladora hasta su ubicación final en la estructura tan rápido como sea posible y empleando procedimientos que prevengan la segregación o pérdida de materiales y de forma tal que se garantice que la calidad deseada para el concreto se mantiene. En caso el transporte del concreto sea por bombeo, el equipo deberá ser adecuado a la capacidad de la bomba. Deberá controlarse que no se produzca segregación en el punto de entrega.

### Colocación

El concreto deberá ser colocado tan cerca de su ubicación final como sea posible, a fin de evitar segregación debida a remanipuleo o flujo. El concreto no deberá ser sometido a ningún procedimiento que pueda originar segregación. El proceso de colocación deberá efectuarse en una operación continua, o en capas de espesor tal que el concreto no sea depositado sobre otro que ya ha endurecido lo suficiente como para originar la formación de juntas o planos de vaciado dentro de la sección. El concreto que ha endurecido parcialmente o haya sido contaminado por sustancias extrañas, no deberá ser depositado.

### Consolidación

El concreto deberá ser cuidadosamente consolidado durante su colocación debiendo ser adecuadamente trabajado alrededor de las varillas de refuerzo, los elementos embebidos y las esquinas de los encofrados.

Los vibradores a utilizarse para facilitar la consolidación deberán considerar:

- a. Que su tamaño y potencia sea compatible con el tipo de sección a llenar.
- b. Que no se usen para desplazar lateralmente el concreto en los encofrados.
- c. Que deberán ser insertados en puntos distanciados aproximadamente 50 cm.  
En cada inserción la duración de la misma será aproximadamente 5 a 15 segundos.
- d. Que se prevee un vibrador de reserva en obra durante la operación de consolidación del concreto.

### Protección ante Acciones Externas

A menos que se emplee métodos de protección adecuados, autorizados por el Inspector, el concreto no deberá ser colocado durante lluvias o granizadas. No se permitirá que el agua de lluvia incremente el agua de mezclado o dañe el acabado superficial del concreto.

### Curado

Finalizado el proceso de colocación, el concreto deberá ser curado. Este proceso se hará por vía húmeda o por sellado con membranas impermeables. El curado deberá iniciarse tan pronto como sea posible y deberá mantenerse un mínimo de 10 días. Para el caso de columnas, muros y costados de vigas, se usarán películas de material impermeable de acuerdo a la Norma ASTM C171 y/o compuestos químicos que cumplan la Norma ASTM C 309. Para el caso de losas se formarán lagunas de agua con un espesor mínimo de 30 mm.

### Encofrados

Los encofrados deberán permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones requeridos por los planos. Los encofrados y sus soportes deberán estar adecuadamente arriostrados, y deberán ser lo suficientemente impermeables como para impedir pérdidas de mortero. El diseño y construcción de los encofrados será de responsabilidad del Constructor. Este presentará a la Inspección para su conocimiento los planos de encofrados.

Se permitirán las siguientes tolerancias en el concreto terminado:

- a) En la sección de cualquier elemento  
- 5 mm+      10 mm
- b) En la verticalidad de aristas y superficies de columnas  
en cualquier longitud de 3 m      :      6 mm  
en todo lo alto      :      10 mm

La medición se hará inmediatamente después de haber desencofrado.

- c) En el alineamiento horizontal y vertical de aristas y superficies de losas y vigas:  
en cualquier longitud de 3 m      :      6 mm

en cualquier longitud de 6 m	:	10 mm
en todo lo largo	:	15 mm

Para el proceso de desencofrado se tendrán los siguientes plazos mínimos:

Costados de Zapatas	:	24 horas
Columnas y Muros	:	24 horas
Costados de Vigas	:	48 horas
Fondos de Losas	:	8 días
Fondos de Casetones	:	14 días
Fondos de Vigas de Casetones	:	21 días
Fondos de Otras Vigas	:	14 días

Para el vaciado de un piso superior, será necesario apuntalar el piso inferior para la zona que tiene casetones (taller propiamente dicho). Se podrá reducir los plazos de desencofrado de las vigas de la zona de casetones, siempre y cuando queden apuntaladas en los cuartos de su luz.

#### Unidades de Medición

Las unidades de medición son:

- Vaciados de concreto para zapatas, vigas de cimentación, muros, cortes de cimentación, losas, aligerados, vigas, escaleras, columnas, y muros o placas : M<sup>3</sup>
- Encofrados : M<sup>2</sup>
- Refuerzo de fierro : Kg.

#### ALBAÑILERIA

La resistencia a la compresión de la albañilería (f'm) será la indicada en los planos del Proyecto. Deberán usarse unidades de albañilería macizas de arcilla o sílico calcáreas que cumplan con el tipo IV de la Norma E 070 de Albañilería. La calidad de las unidades de albañilería a adquirirse, deberán verificarse siguiendo las pautas de muestreo y ensayo indicadas en las Normas ITINTEC pertinentes.



Deberán construirse un mínimo de 5 prismas de albañilería, usando las mismas condiciones que se producirán en obra con el fin de verificar la calidad de la albañilería. Los prismas deberán ser ensayados en un laboratorio calificado, siguiendo las pautas indicadas en las Normas. La resistencia a la compresión característica obtenida en las pruebas, deberá ser por lo menos igual a la resistencia especificada en el proyecto. La unidad de medición de los muros de Albañilería es el m<sup>2</sup>, indicándose si son de sogá o cabeza. Las columnetas de refuerzo y soleras se metran dentro del rubro de los elementos de concreto armado.

### ESTRUCTURAS DE ACERO

Estas especificaciones formulan reglas para la fabricación y montaje de las estructuras de acero a utilizarse en la presente obra y son complementarias a los planos entregados.

#### a) PLANOS DE CONSTRUCCION

- Los planos muestran la estructura completa con tamaños, secciones y ubicación relativa de los diferentes miembros. Asimismo, los planos proporcionan la información necesaria para la preparación de las partes componentes de la estructura, incluyendo ubicación, tipo y tamaño de las soldaduras y pernos de anclaje, debiendo el contratista elaborar sus planos de taller, para la fabricación, verificando las dimensiones reales de obra.
- Anotaciones para soldaduras  
Se ha indicado en los planos las uniones o grupos de uniones en las cuales es especialmente importante que las secuencias o la técnica de la soldadura sea cuidadosamente controlada para disminuir esfuerzos residuales y distorsiones. Las longitudes de los cordones de soldaduras especificadas son las longitudes netas efectivas.
- Símbolos estándares y nomenclaturas:  
Los símbolos empleados son los de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS).

b) SOLDADURAS

- Calificación de soldadores y operadores de soldaduras:

Las soldaduras serán hechas solamente por los soldadores de primera que hayan sido previamente calificados mediante pruebas como se prescriben en "Standard Code for welding and building Construction" de "American Welding Society", para llevar a cabo el tipo de trabajo requerido.

c) MONTAJE

- Arriostramiento:

La estructura será montada correctamente a plomo y se colocará un arriostramiento temporal, cuando sea necesario, para soportar las cargas a que la estructura pueda estar sometida, incluyendo el equipo y su operación.

d) PINTURA

El tratamiento de protección se aplicará de acuerdo a las especificaciones del fabricante, siguiendo el procedimiento que se indica a continuación:

- Arenado comercial de todos los componentes de la estructura metálica.
- Anticorrosivo epóxico: una mano de anticorrosivo epóxico de 3 mils de espesor.
- Acabado: dos manos de esmalte epóxico, cada una de 2 mils de espesor.

El arenado, el imprimante epóxico, el anticorrosivo y el acabado deberán hacerse en el taller. Los colores de las aplicaciones (imprimante anticorrosivo y acabado) deben ser diferentes para facilitar la labor de la Inspección.

## 2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

El objeto de la presente memoria es describir las instalaciones eléctricas a implementar para el Centro de Instrucción Técnica Lan Perú de la empresa Lan Perú. De acuerdo a la factibilidad otorgada por Edelnor (Empresa encargada de la Administración de la energía en Perú) se tendrá un suministro eléctrico en media tensión con un nivel de tensión inicial 10 kV, que será cambiado a futuro en 20 kV.

El desarrollo del presente Proyecto, definen los siguientes aspectos:

- Cable alimentador subterránea en 10 kV (futuro 20 kV), proveniente desde la subestación del concesionario.
- La subestación será del tipo interior convencional con dos transformadores de potencia de 630kVA quienes alimentarán a sus respectivas cargas.
- Un Grupo Electrógénos de 113 kW adjunto a la sala de tableros generales.
- Los Tableros Generales serán autosoportados y se contará con bancos de condensadores ubicados en la sala de tableros.
- Tableros de Distribución de alumbrado, tomacorrientes y fuerza.
- La salida de las redes desde la sala de tableros generales será mediante buzones eléctricos hasta llegar al cuarto de montantes y de allí se distribuirá los alimentadores a los tableros de distribución de cada piso, por medio de tuberías y cajas.
- Circuitos derivados para iluminación, tomacorrientes, fuerza y otros desde los diferentes tableros de distribución eléctricos, incluyen tuberías, cajas, cables, conductores, y todos los accesorios necesarios como soportes, bandejas, colgadores, etc.

Se tiene un sistema de puesta a tierra general, para las instalaciones en baja y media tensión y para el sistema de corrientes débiles, con los pozos de tierra indicados en planos los cuales deben incluir las pruebas correspondientes; También se ha proyectado un Sistema de puesta a tierra, independiente al anterior, para los simuladores de vuelo, a este sistema estará conectado una malla equipotencial ubicada en la Sala de Data del segundo piso.

Artefactos de iluminación, de los modelos y cantidades, tal como se indica en los planos, incluyendo accesorios diversos.

La instalación del sistema de comunicaciones contemplado en el siguiente proyecto, comprende el entubado, así como las cajas de distribución y las salidas previstas en los ambientes de las oficinas.

Estos documentos del proyecto muestran la forma de ejecutar, probar y dejar lista para funcionar las instalaciones eléctricas y comunicaciones de la edificación.

El Proyecto del Subsistema de Utilización en 20 kV, donde se indica el recorrido del cable alimentador y el diseño de la Subestación particular forma parte de un proyecto complementario.

El profesional responsable del presente Proyecto es el Ingeniero Mecánico Electricista Juan Deustua Carvallo con el Registro del Colegio de Ingenieros del Perú N° 23429.

El proyecto se ha desarrollado de acuerdo a las normas del ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento D.S. N° 011-2006-VIVIENDA, Reglamento Nacional de Edificaciones, así como el Código Nacional de Electricidad - Suministro.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

a) Sistema eléctrico de media tensión

El suministro de energía en Media Tensión operara inicialmente en 10 kV y a futuro en 20 kV. La subestación convencional será alimentada desde una subestación del concesionario Edelnor. De acuerdo a la magnitud de la carga eléctrica resultante El suministro eléctrico en baja tensión, será en 380 V, 3Ø, 60 Hz.

b) Sistema eléctrico de baja tensión

- Sistema eléctrico: alumbrado, tomacorrientes y fuerza.

Sistema : Trifásico (3 fases + neutro + tierra).

Tensión : 380 - 220 V

Frecuencia nominal : 60 Hz.

- Sistema eléctrico estabilizado y UPS:

Sistema : Trifásico (3 fases + neutro + tierra)

y Monofásico (1 fase + neutro + tierra)

Tensión : 380- 220 V

Frecuencia nominal : 60 Hz.

c) Tableros generales

A ubicarse en el cuarto de tableros de la subestación, y que comprenden los siguientes tableros:

Tablero General de Servicios Generales (TG-SG)

Tablero general de distribución, alimentado desde el transformador TR1, destinado para la alimentación de los tableros de distribución normal, tablero del chiller, tablero del ascensor, etc. De este tablero se alimenta al tablero de transferencia TA-1. El tablero indicado incluye un medidor electrónico para la medición de las diferentes variables eléctricas y una salida para el supresor de sobrevoltajes (TVSS).

Tablero General de Simulador 1 (TG-SIM1)

Tablero general alimentado desde el transformador TR2, destinado para la alimentación del Simulador 1. El tablero indicado incluye un medidor electrónico para la medición de las diferentes variables eléctricas y una salida para el supresor de sobrevoltajes (TVSS).

d) Tableros de distribución

Estos tableros que son para empotrar ó adosar, están ubicados en los diferentes pisos del edificio para cubrir en la distribución de la energía normal, emergencia, estabilizada y de UPS.

e) Salidas estabilizadas

Se ha establecido para el Sistema Estabilizado contar con un (01) UPS trifásico de 30 kVA, para todo el equipamiento del data center y para los gabinetes de comunicaciones (Switcher) de cada piso. Las capacidades finales de los UPS, complementos y cables deben ser corroborados por los equipadores antes de su adquisición.

f) Sistema de tomacorrientes

La alimentación a todos los circuitos de tomacorrientes de servicios normales y de energía estabilizada se realizará desde los tableros correspondientes que se instalarán en los diferentes pisos del edificio, mediante circuitos empotrados en

las paredes, piso o mobiliario (canaleta). Se ha definido la ubicación de tomacorrientes a alturas estándares o a alturas definidas e indicadas en los planos.

g) Circuitos eléctricos

Los circuitos eléctricos que se derivan de los subtableros o tableros de distribución, y que son para alumbrado, tomacorrientes y equipos en general, se instalarán con tuberías empotradas o adosadas en las losas del techo, pisos y paredes, tal como se indican en los planos.

Estos circuitos deberán ser convenientemente identificados en los tableros eléctricos, con el directorio respectivo y cinta en cada grupo de cables. Los cables tendrán colores diferentes según estándares.

h) Iluminación

La iluminación interior en general se hará por medio de artefactos adosados y empotrados, de acuerdo a lo indicado en el proyecto, con lámparas fluorescentes o ahorradoras, de voltaje diverso con equipos de alto factor de potencia y de arranque normal, los cuáles se controlarán por medio de interruptores unipolares convencionales ubicados en los ambientes que sirven. Para el caso de alumbrado en los estacionamientos del primer piso el control de alumbrado se realizara por medio de interruptores horarios, así como el control de iluminación de las escaleras y hall de ascensores.

i) Sistema de puesta a tierra

Para los sistemas de baja y media tensión y el sistema de corrientes débiles, se ha definido la instalación de un sistema de puesta a tierra , conformado por una malla de tierra con electrodos verticales unidos entre sí, con lo que se deberá conseguir como máximo un valor de resistencia menor a 5 ohm; además se tendrá otro sistema de puesta a tierra el cual consistirá en una malla de puesta a tierra con electrodos verticales unidos entre sí, sólo para los simuladores, cuya resistencia será menor a 1 ohm, desde este sistema se conectará la malla equipotencial proyectada en la Sala Data en el segundo piso ; estos dos sistemas se unirán por medio de un enlace equipotencial a fin de mantener el criterio

normalizado de tierra única, que garantice una sola plataforma equipotencial, evitando diferencias de tensión entre componentes.

Los tableros generales de distribución se conectarán a la malla de tierra de los cuales se distribuirán líneas de tierra conjuntamente con el cable alimentador hasta la ubicación de los subtableros de distribución los cuales se conectarán a las carcasas de los tableros, soportes etc.

Para las cargas eléctricas de los equipos de tomacorrientes de servicios generales, equipos de aire acondicionado, electrobombas y demás servicios, se tomará la conexión a tierra de los alimentadores generales cuya conexión proviene desde los tableros generales.

j) Sistema de automatización de control de luces

Para el control automatizado de iluminación se ha proyectado un tablero de control de luces en cada piso de la edificación, estos tableros estarán ubicados en los cuartos eléctricos; Las aéreas que serán controladas por este sistema son indicadas en planos.

## PRUEBAS

a) Resistencia mínima de aislamiento.-

La resistencia de aislamiento de los tramos de la instalación eléctrica, ubicados entre dos dispositivos de protección contra sobrecorriente, o a partir del último dispositivo de protección, desconectado todos los artefactos que consuman corriente, deberá ser no menor de 1000 ohms/v (p.e.: 220 K ohms para 220 Voltios). Es decir, la corriente de fuga no deberá ser mayor de 1 mA, a la tensión de 220 V. Si estos tramos tienen una longitud mayor a 100 m., la corriente de fuga se podrá incrementar en 1mA, por cada 100 m. de longitud o fracción adicionales.

b) Pruebas a efectuarse

- Las pruebas a llevarse a cabo, son las siguientes: Entre cada uno de los conductores activos y tierra. Entre todos los conductores activos. Esta prueba se necesita sólo para los conductores situados entre interruptores, dispositivos de protección y otros puntos de los cuales el circuito puede ser interrumpido.

- Durante las pruebas, la instalación deberá ser puesta fuera de servicio por la desconexión en el origen de todos los conductores activos.
- Las pruebas deberán efectuarse con tensión directa por lo menos igual a la tensión nominal. Para tensiones nominales menores de 500 V, la tensión de pruebas debe ser por lo menos de 500 V.

## SISTEMAS ELÉCTRICOS AUXILIARES

### a) Generalidades

El sistema de cableado estructurado deberá considerar todos los requerimientos para satisfacer la demanda de usuarios y equipos de los ambientes de la edificación, considerando los puntos indicados en los planos adjuntos a este documento y junto a las especificaciones técnicas establecer los parámetros mínimos a considerar para el diseño del sistema de cableado estructurado de voz, datos categoría 7, así como el backbone de fibra óptica requerido por el edificio. La propuesta técnica debe contener los documentos sustentatorios emitidos por el fabricante acerca de las características y validez de la garantía.

### b) Alcances del Equipador del Sistema.

El alcance del postor seleccionado incluye:

- Presentación de carga Gantt con programa tentativo de ejecución de obra.
- Presentación de catálogos de equipos y materiales ofrecidos conteniendo todos los datos necesarios para la evaluación de la oferta.
- Estudio de radiofrecuencia previo a la instalación de Wireless, entre otros.

### c) Normas y Estándares aplicables

A continuación se detallan las normas aplicadas para el diseño y desarrollo del proyecto:

- Reglamento nacional de edificación.
- Código Nacional de Electricidad – Utilización, y sus modificaciones.
- Estándar IEE 802.3af referente a tecnologías Power over Ethernet.



- IEEE 802.3an referente a los parámetros de gestión para operación en 10Gb/s, entre otros.

Además, el proveedor deberá garantizar y velar por mantener la seguridad adecuada y el orden de los elementos en las áreas de trabajo donde se esté realizando la obra. El proveedor deberá tomar las debidas precauciones para evitar daños a las instalaciones del edificio y ejecutar su restauración en caso de que esto suceda. También mantendrá los sitios de trabajo libres de desechos y materiales sin uso.

d) Descripción del proyecto.

El Centro de Instrucción Técnica contará con un sistema de cableado estructurado con cableado horizontal categoría 7 libre de halógeno para puntos de Ethernet, teléfonos IP, Cámaras IP y puntos de wireless según la distribución de puntos que se aprecia en los planos. El cableado vertical será a través de fibra óptica multimodo libre de halógeno con redundancia desde el cuarto data ubicado en el primer piso hasta el tercer piso de la edificación. Las tuberías y bandejas para el cableado del sistema de cableado estructurado cumple los estándares anteriormente mencionados y cuenta con la aprobación de El Centro de Instrucción Técnica y será instalado por el contratista de obras civiles, los cuales aseguran la continuidad entre puntos de datos y cuartos de comunicaciones.

e) Especificaciones Técnicas.

Las especificaciones técnicas del proyecto describen los requerimientos mínimos que deberá cumplir el contratista suministrador e instalador del sistema. Se adjunta a este envío.

### SISTEMA DE INTRUSIÓN

a) Alcance del Equipador del Sistema

El alcance de los postes incluye:

- Suministro e instalación de cámaras IP con todos sus accesorios.
- Suministro y configuración de software de gestión de video.
- Suministro e instalación de grabador de video digital.

- Suministro e instalación de servidor y bando de discos duros externo.
- Suministro e instalación de tubería flexible para interconexión desde cajas de pase hasta cámaras IP.
- Pruebas del sistema de control de acceso y CCTV
- Integración y configuración de ambos sistemas, entre otros.

b) Normas y Estándares aplicables

A continuación se detallan las normas aplicadas para el diseño y desarrollo del proyecto:

- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma A.130.
- Código Nacional de Electricidad – Utilización; y sus modificaciones.
- Estándar IEEE 802.3af referente a tecnologías Power Over Ethernet.
- Estándares EN55022, EN61000 referentes a la emisión electromagnética.
- Estándares EN50130, EN55024 referentes a la inmunidad electromagnética.

c) Descripción del proyecto

Sistema de CCTV

El Centro de Instrucción Técnica contará con un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión de tecnología IP, para realizar las labores de vigilancia mediante la grabación de imágenes captadas por las cámaras distribuidas en puntos estratégicos de la edificación, coordinados previamente con los encargados de la seguridad. La distribución de las cámaras, cableado y canalizaciones se muestran en los planos del proyecto.

Sistema de Control de Accesos

Para el acceso a áreas predeterminadas se contempla el uso de lectoras de tarjetas de acceso y contactos magnéticos en puertas. La central de control de acceso se ubicará en el lobby del primer piso. Para tal fin se ha considerado todas las canalizaciones necesarias.

Todo los sistemas deberán reportar y ser controlados en la central principal y deberán contar con protocolo de comunicaciones abierto para posible integración

con el BMS de la edificación. Todos los equipos serán instalados integralmente, incluidos los cables y alimentación eléctrica, entubados debidamente, de acuerdo a diseño a ser aprobado por la supervisión.

### **3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INSTALACIONES SANITARIAS**

#### **a) AGUA POTABLE**

##### *TUBERÍA*

##### AGUA FRÍA

Serán de PVC para fluidos a presión Norma NTP-ITINTEC 399-002, con unión simple presión, para 150 lbs/pulg<sup>2</sup> de presión de trabajo. La conexión de agua con tubería expuesta a los aparatos sanitarios será con tubería de fierro galvanizado pesado, con uniones y accesorios roscados, irán protegidas con dos capas de pintura anticorrosiva.

##### AGUA CALIENTE

Tubería de cobre: tipo L (designación métrica Tipo B) rígida conforme a ASTM B 88. Los accesorios serán de cobre con uniones soldables para tubería tipo L conforme a ASTM B 88, los cambios de diámetro se harán con conexiones con reducción de fábrica, se instalarán adaptadores de soldable a rosca interior ó exterior en la salida para los aparatos y equipos, según los requerimientos de cada uno de ellos. Los cambios de diámetro se harán con reducciones, solamente se aceptará el empleo de bushings en las salidas de conexión a los aparatos y equipos ó en aquellos lugares donde el espacio ó condiciones especiales así lo exigieran con la previa aceptación de los inspectores. Las uniones universales serán del tipo con asiento cónico de bronce. Las tuberías de agua caliente serán aisladas térmicamente con lana de vidrio forrada y laminada en segmentos semi-circulares ó cualquier otro producto comercial autorizado.

Según las indicaciones de los planos podrán ser:

- En Montantes.- En tramos verticales dentro de ductos adosados al muro con abrazaderas, cada 3.00 m.

- Enterradas.- En tramos horizontales, desde donde alimentarán a la red de distribución.
- Colgadas.- Mediante colgadores de platinas en tramos indicados en los planos, cada 3.00 m.
- Adosadas.- Mediante abrazaderas de platina, las cuales se fijarán al muro o columna, cada 3.00 m.

### VÁLVULAS

Esféricas.- serán íntegramente de bronce, con uniones roscadas y para 125 Lbs/pulg<sup>2</sup> de presión de trabajo. Se instalarán al lado de una unión universal, salvo cuando vayan en cajas o nichos, caso en que irán montadas entre dos uniones universales, y usarán transiciones UR - Rosca para los empalmes con la tubería. Todas las válvulas serán de primera calidad, con marca de fábrica y la presión de trabajo grabado en alto relieve en el cuerpo de las mismas.

### ACCESORIOS

- Los accesorios y conexiones serán de PVC-SAP Norma NTP-ITINTEC 399-002 para 150 Lb/pulg<sup>2</sup>. de presión de trabajo y unión simple presión.
- Las uniones universales serán del tipo con asiento cónico de bronce.
- Los accesorios de empalme de la red interior con los tubos de abasto de las griferías de los aparatos sanitarios serán de fierro galvanizado.
- Pases de sobre cimiento y estructuras.- Se dejarán camisetas de tubería de fierro fundido del tipo de desagüe de acuerdo al diámetro de la tubería que pase, como sigue:

Tubería	de	-	hasta	1'	Camiseta	2"
"	1 1/2"		"	2"	"	3"
"	2 1/2"		"	3"	"	4"
"	4"		"	--	"	6"

### DESINFECCIÓN DE LAS REDES DE AGUA

- Después de probadas y protegidas las tuberías, se lavarán con agua limpia y se desaguarán totalmente.

- El sistema de desinfección se hará usando una mezcla de solución de hipoclorito de calcio o cloro gas.
- Se llenarán las tuberías y tanques lentamente con agua aplicando el agente desinfectante en una proporción de 50 partes por millón de cloro activo.
- Después de 24 horas de haber llenado las tuberías se probarán en los extremos de la red de cloro residual.
- Si acusa menos de 5 partes por millón se vaciarán las tuberías se volverá a repetir la operación de desinfección hasta alcanzar las cinco (5) partes por millón de cloro residual. Luego se lavarán las tuberías con agua potable hasta eliminar el agente desinfectante.

#### PRUEBAS DE LAS REDES DE AGUA

- Antes de cubrir las tuberías que van empotradas se les someterá conjuntamente con las visibles a una prueba de presión con bomba de mano, debiendo soportar 100 lbs/pulg<sup>2</sup> de presión de trabajo durante 60 min. Sin presentar fugas ni escapes.
- Las pruebas se podrán efectuar parcialmente, pero al final se hará una prueba general.

### b) **DESAGÜE Y VENTILACIÓN**

#### TUBERÍAS

##### PARA DESAGÜE DOMESTICO

Serán de PVC Norma NTP-ITINTEC 399.003, espiga – campana (S.P) y las colgadas o expuestas serán del tipo pesada con pegamento. Se instalará entre cajas de registros con la pendiente indicada en los planos, en todo caso 1 % mínimo y en ramales con pendiente mínima de 1.5 %. La tubería de impulsión de desagües será de PVC para fluidos a presión Norma NTP-ITINTEC 399-002, con unión roscada, para 150 lbs/pulg<sup>2</sup> de presión de trabajo.

#### TENDIDO DE TUBERÍAS

##### En montantes

En tramos verticales, dentro de ductos, adosadas al muro mediante abrazaderas cada 1.50 m.

### Enterradas

En zanja no menor de 0.6m, de profundidad, el fondo de la misma debe quedar liso, mejor con una capa de arena de 10 cm. de espesor, el material de relleno no debe tener rocas u objetos punzantes, para profundidades menores de 0.60m., la tubería deberá estar encajada en concreto.

### Empotradas

En los pisos y en los falsos pisos desde los aparatos hasta los colectores ó cajas y montantes respectivamente.

### Colgadas

Mediante colgadores de platino cada 1.50 m. manteniendo la pendiente indicada en los planos.

### Adosadas

Mediante abrazaderas de platina, las cuales se fijarán cada 1.50 m.

## CONEXIONES PARA DESAGÜE

Serán de plástico (PVC) según Norma NTP - ITINTEC 399.003 espiga – campana (S.P) con pegamento.

## TUBERIAS PARA VENTILACIÓN

Serán de plástico (PVC) según Norma NTP - ITINTEC 399.003 espiga – campana (S.P) con pegamento.

## ACCESORIOS PARA DESAGÜE Y VENTILACIÓN

Registros de piso.- Serán de bronce tapa roscada hermética de acuerdo al diseño indicado en los planos, se instalarán con la tapa al ras de la losa terminada. Sumideros de piso.- Serán de bronce, con rejilla removible para colocarse con trampa “P” salvo indicación en los planos, de los tipos y características señaladas en los planos. Sombreros de ventilación.- Serán de PVC, material equivalente de diseño apropiado que impida la entrada casual de materias extrañas, dejando un área libre igual a las del respectivo tubo.

## CAJAS DE REGISTROS

De acuerdo a los planos:

- Cajas de registro.- Serán de albañilería con marco y tapa de concreto de las dimensiones indicadas en los planos. Se construirán con fondo de concreto de 0.10 m. de espesor, con paredes de ladrillo, de 0.15 m. de espesor. Las paredes y fondos se tarrajearán con mortero de cemento y arena en la proporción 1:2 dejando las esquinas boleadas.

#### PRUEBAS DE LAS TUBERÍAS DE DESAGÜE

- Instalación interior.- Se probarán llenando las tuberías por tramos después de taponar las salidas bajas debiendo permanecer llenas, sin presentar escapes, por lo menos 24 horas.

#### CANALETAS

El material de las canaletas será de acuerdo a lo indicado en el plano de arquitectura, las mismas que deberán tener una pendiente de 1%.

#### c) INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Se denomina instalaciones hidráulicas a los elementos (tuberías, válvulas y accesorios) de ingreso y salida de las estructuras hidráulicas, tales como: Cisternas. Las uniones entre los elementos necesariamente serán roscadas. No se permitirá que dos (2) o más accesorios, sean soldados entre sí para formar uno solo.

#### TUBERÍAS, BRIDAS Y ACCESORIOS METÁLICOS

Las tuberías y accesorios serán de acero Schedule 40, de 1 1/2" a 4" de diámetro. Antes de su instalación, las tuberías y accesorios de acero se protegerán con un recubrimiento externo de pintura anticorrosiva de uso naval (2 manos), previo arenado y base de esmalte. Las uniones flexibles serán de tipo dresser o similar, de diámetro variable de 1" a 4", serán de fierro fundido dúctil.

#### VÁLVULAS

Todas las válvulas serán de primera calidad, con marca de fábrica y la presión nominal grabada en alto relieve en el cuerpo de la misma. Todas las válvulas

irán protegidas exteriormente, con pintura anticorrosiva de uso naval (2 manos).

## MEDIDORES

Los manómetros tendrán un rango de 0 a 100 lb/pulg<sup>2</sup>.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

### 1. **Equipo de Bombeo de Agua Potable de Cisterna a Servicios Sanitarios**

Conformado por 04 electrobombas centrifugas de Presión Constante y Velocidad Variable, con cuerpo de fierro fundido con impulsor de bronce, eje de acero, sello mecánico, acoplado directamente al motor eléctrico trifásico de 380 voltios ,60 ciclos, 3500 r.p.m.

Cumplirá las siguientes condiciones hidráulicas

Liquido a bombear	= Agua potable
Sistema	= De presión Constante y velocidad variable
Cantidad de equipos	= Cuatro (4)
Funcionamiento	= 3 Alternado y Simultáneo (1 de reserva)
Caudal por bomba (B1)	= 2.10 lt/seg
Altura dinámica total	= 36.00 m.
Potencia	= 2 HP aprox.

Adicionalmente se instalará un Tanque Hidroneumático de 40 galones de Membrana.

### 2. **Equipo de Bombeo de Pozo Sumidero**

Será para instalar en el pozo sumidero ubicado en cuarto de bombas, según se señalan en los planos, compuesto por dos electrobombas y el tablero de control, necesarios para su operación completamente automática y su protección. Las electrobombas serán centrifugas, verticales sumergibles, con impulsores abiertos de tipo inatorable, ejes y forros de acero inoxidable, el



motor eléctrico trifásico vertical sumergible hermético, 380 voltios, 60 Hz, 3500 r.p.m.

Cumplirá las siguientes condiciones hidráulicas:

Líquido a bombear	=	Aguas Sucias
Cantidad de equipos	=	Dos (2)
Funcionamiento	=	Alternado (1 en Reserva)
Caudal / bomba (B2)	=	3.20 lt/seg
Altura dinámica total	=	8.00 m.
Potencia	=	1.00 HP Aprox.

### **3. Equipo de Bombeo de Aguas Servidas de Cámara de Bombeo de Desagües**

Será para instalar en la Cámara de Bombeo de Desagües, ubicada en el Jardín exterior, según se señala en los planos, compuesto por dos electrobombas y el tablero de control, necesarios para su operación completamente automática y su protección. Las electrobombas serán centrifugas, verticales sumergibles, con impulsores abiertos de tipo inatorable, ejes y forros de acero inoxidable, el motor eléctrico trifásico vertical sumergible hermético, 380 voltios, 60 Hz, 3500 r.p.m.

Cumplirá las siguientes condiciones hidráulicas:

Líquido a bombear	=	Aguas Negras
Cantidad de equipos	=	Dos (2)
Funcionamiento	=	Alternado (1 en Reserva)
Caudal / bomba (B4)	=	5.28 lt/seg
Altura dinámica total	=	7.50 m.
Potencia	=	2.00 HP Aprox.

### **4. Equipo de Bombeo de Piscina**

Será para instalar en la Piscina, ubicada en el cuarto de bombas de la cisterna de agua potable, según se señala en los planos, compuesto por dos electrobombas centrifugas, con cuerpo de hierro fundido con impulsor de

bronce, eje de acero, sello mecánico, acoplado directamente al motor eléctrico trifásico de 380 voltios ,60 ciclos, 3500 r.p.m.

Cumplirá las siguientes condiciones hidráulicas:

Líquido a bombear	=	Aguas Potable
Cantidad de equipos	=	Dos (3)
Funcionamiento	=	Simultáneo
Caudal / bomba (B3)	=	7.35 lt/seg
Altura dinámica total	=	30.00 m.
Potencia	=	5.50 HP Aprox.
Filtro		
Cantidad	=	2 Unidades
Funcionamiento	=	Simultáneo
Capacidad	=	30.0 m3/h.

La tubería de succión de la piscina hasta el equipo de bombeo y la tubería de retorno que va desde el equipo de bombeo hasta el punto de entrega, serán de diámetro variable, de PVC CL 10 simple presión. El desagüe proveniente del lavado de los filtros y el ocasional vaciado de la piscina, será llevado, en forma indirecta, a la red de desagüe.

#### **3.1.4. PRESUPUESTO DE OBRA**

##### **PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO**

El Presente proyecto tiene por presupuesto general el que sigue a continuación, y el cual esta expresado en Nuevos Soles (S/.)

Así mismo se debe mencionar que en dicho presupuesto se están contemplando propuestas de ahorro; las cuales involucran que el Contratista propone cambio en los alcances contractuales iniciales en el momento de licitación, los cuales permiten cubrir las mismas necesidades del cliente empleando materiales de menor costo, el cual se encuentra plasmado en el anexo 01 del presente presupuesto.

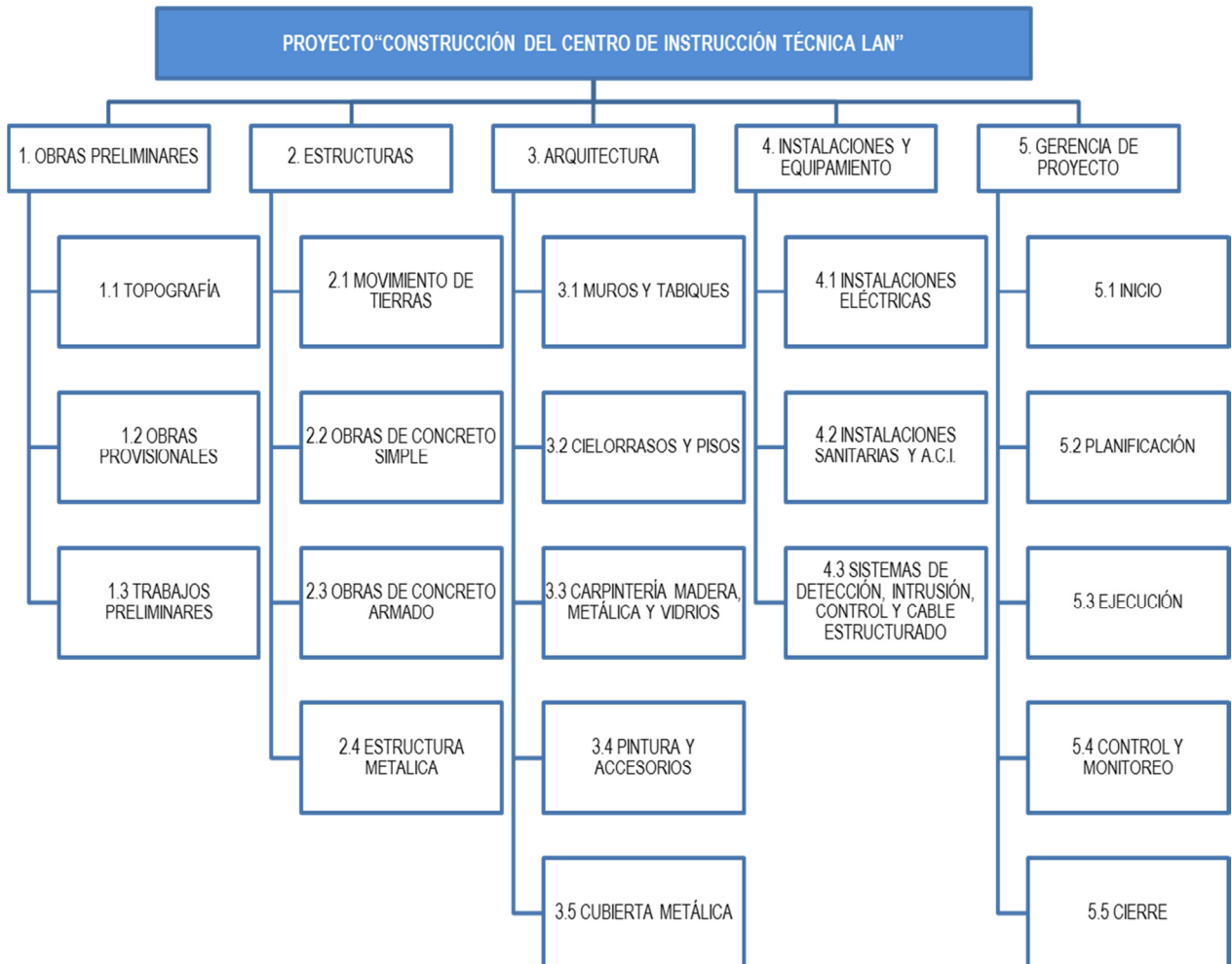
El cuadro resumen del presupuesto del presente proyecto contempla:

<b>PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INSTRUCCIÓN TÉCNICA LAN"</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TOTAL NUEVOS SOLES (S/.)</b>	<b>TOTAL PESOS MEXICANOS (\$)</b>
	DESGLOSE PRESUPUESTO		
01	ESTRUCTURAS	2,579,780.32	11,970,180.68
02	ARQUITECTURA	2,228,713.50	10,341,230.62
03	INSTALACIONES ELECTRICAS	1,992,267.00	9,244,118.89
04	INSTALACIONES SANITARIAS	273,355.83	1,268,371.05
05	SISTEMA AGUA CONTRA INCENDIO	336,648.14	1,562,047.36
06	AIRE ACONDICIONADO	863,575.07	4,006,988.32
07	DETECCION Y ALARMAS CONTRA INCENDIOS	95,819.71	444,603.45
08	CCTV	92,167.62	427,657.76
09	INTRUSION	74,644.91	346,352.38
10	CABLEADO ESTRUCTURADO	186,131.19	863,648.72
11	OBRAS EXTERIORES	333,692.53	1,548,333.32
12	PARTIDAS ADICIONALES	278,351.23	1,291,549.69
13	ANEXO N° 01	-713,785.79	-3,311,966.07
	COSTO DIRECTO TOTAL	8,621,361.25	40,003,116.20
	GASTOS GENERALES	600,000.00	2,784,000.00
	UTILIDADES	344,854.45	1,600,124.65
	SUB TOTAL	9,566,215.70	44,387,240.84
	IGV 18.00%	1,721,918.83	7,989,703.35
	<b>TOTAL</b>	<b>11,288,134.53</b>	<b>52,376,944.20</b>

### 3.2. ALCANCE CONTRACTUAL DEL PROYECTO Y SUS MODIFICACIONES

#### ALCANCE CONTRACTUAL

Con la información inicial del proyecto se obtuvo la línea base del alcance, que consta del EDT, diccionario del alcance y La declaración del alcance del proyecto. El EDT contractual se definió 20 paquetes de trabajo en el cual incluye todo el trabajo necesario para cumplir y entregar el proyecto satisfactoriamente.



#### Diccionario del Alcance

Cada paquete de trabajo del EDT contractual, cuenta con una descripción más detallada de todas las actividades (unidades, cantidad, costo) que están dentro de ella. Ver presupuesto en Anexos.

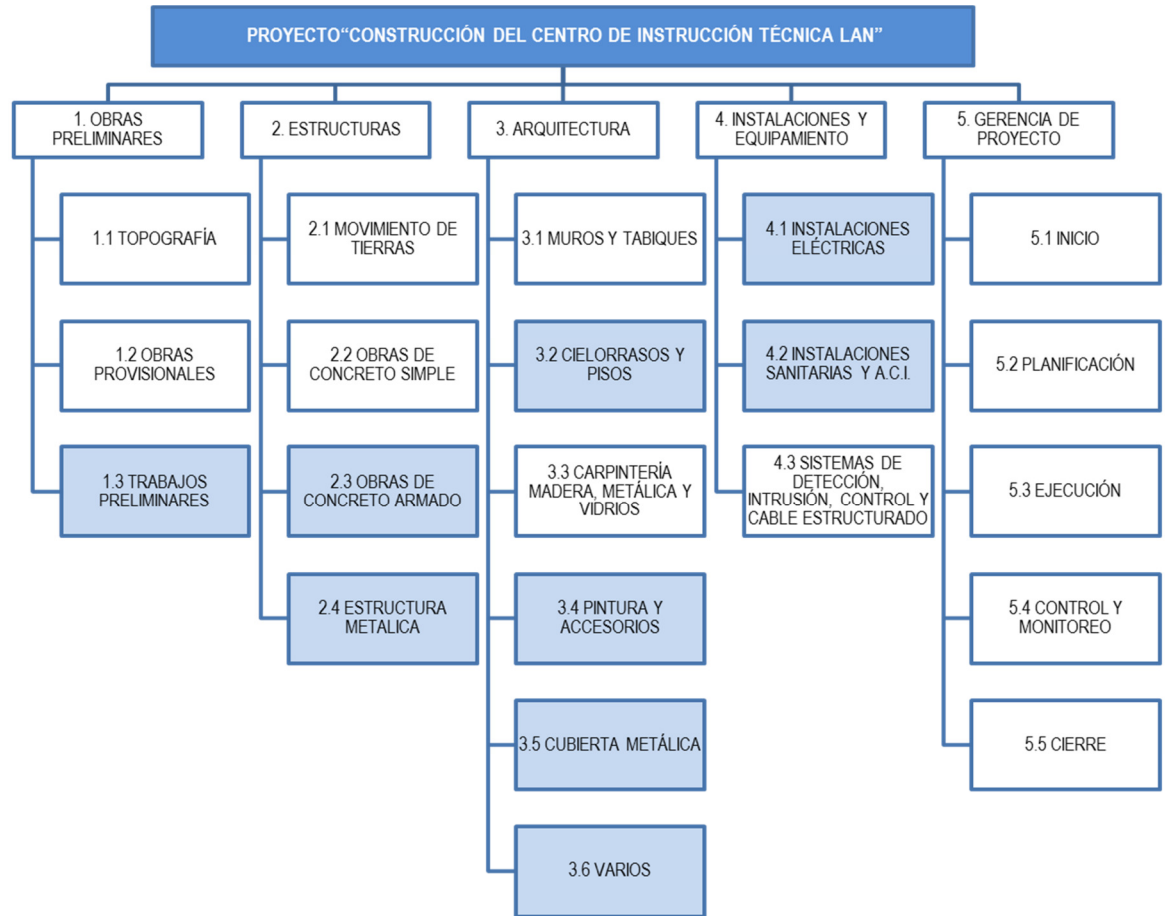
### 3.2.1 AMPLIACIÓN DEL ALCANCE CONTRACTUAL

A continuación se muestra los 09 paquetes de trabajo que han tenido una ampliación en su alcance (metrado y/o actividades nuevas), por los siguientes motivos:

- Construcción de la Sub-Estación Eléctrica propiedad de EDELNOR (empresa reguladora de energía) especial para el suministro del presente proyecto.
- Cambios en las especificaciones y diseño de la Sub-Estación Eléctrica interna del proyecto.
- Cambio en las especificaciones del soporte secundario de la estructura metálica.
- Cambio en las especificaciones de los acabados del proyecto.
- Cambio en las especificaciones de instalaciones sanitarias y agua contra incendio.

A continuación se presenta la EDT con los paquetes de trabajo que fueron modificados (total de 09) según requerimiento del proyecto:

- Trabajos Preliminares
- Obras de Concreto Armado
- Estructura Metálica
- Cielorrasos y Pisos
- Pintura y Accesorios
- Cubierta Metálica
- Varios
- Instalaciones Eléctricas
- Instalaciones Sanitarias y A.C.I.



A continuación se detalla las actividades que fueron modificadas de los diferentes paquetes de trabajo, y sus respectivas cantidades de obra:

PROYECTO“CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INSTRUCCIÓN TÉCNICA LAN”			
ITEM	ACTIVIDADES	UND	CANTIDAD
01	CERCO METALICO EXTERIOR h=3.20, tubo de 3" 3mm	glb	1.00
02	ZAPATAS CERCO PERIMETRICO	m3	2.11
03	PISO VINIL EN ROLLO-ALTRO-SERIE WALKWAY 20- COLOR FOG VM20153. REF. ARTCO	m2	503.30
04	PORCELANATO ANTIDESLIZANTE -BLUSTYLE-SERIE BURLINGTON- COLOR GREY FOREST. REF. ARTCO	m2	77.35
05	PORCELANATO PULIDO .60x.60-FIANDRE- SERIE COSMOPOLITAN-	m2	161.17

	COLOR GRIGIO FUMO		
06	SOPORTE METALICO PARA COBERTURA	Kg	4,554.59
07	PISO CONCRETO SELLADOR SISTEMA EPOXICO	m2	66.00
08	MODIFICACION EN TABLEROS ELECTRICOS GENERALES TVSS	und	2.00
09	CONSTRUCCION DE SUBESTACION, G.E., TABLEROS Y ALMACEN	glb	1.00
10	CAMBIO DE PLANOS IISS	glb	1.00
11	INSTALACIONES SANITARIAS EN SUB ESTACION	glb	1.00
	REPOSICION DE MURO MEDIANERO LOS PORTALES Y LAN, DAÑOS A		
12	TERCEROS	glb	1.00
13	REJILLAS METALICAS DE PISO	ml	12.55
14	CERRAJERIA PUERTAS DE METALICAS Y MADERA	und	37.00
15	CONSTRUCCION SUB ESTACION EDELNOR	glb	1.00
16	REFUERZO DE ACERO ADICIONAL PARA BASES DE CHILLERS	Kg	149.72
	PISO Y CONTRAZOCALO CTI SPRAY TECH EN CORREDOR Y HALL DE		
17	PISCINA	m2	75.40
18	PISO BUS Y CONTRAZOCALO VINILICO PISOPAK	ml	63.57
19	INCREMENTO DE ROCIADORES EN EL 2DO NIVEL	und	8.00
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HORNACINAS EN EL FALSO CIELO		
20	DEL 1º PISO	und	5.00
21	MUEBLES CAFETERIA 102 Y 110	glb	1.00
22	PASES EN PLACAS, LOSAS Y MUROS	glb	1.00
23	CONCRETO Y ACERO EN DUCTOS Y CANALETAS	m3	2.41
24	ZAPATAS EN PUERTAS DE SIMULADORES	m3	2.40
25	OBRAS EN EXTERIORES	glb	1.00
26	INSTALACIONES ELECTRICAS EN SUB ESTACION PROPIA	glb	1.00
27	ESTRUCTURA METALICAS VARIAS	glb	1.00
28	MUEBLE COUNTER, CASETA Y VEST. Y LOBBY REV 01	und	3.00
29	LUMINARIAS EN EXTERIORES	glb	1.00
30	MODIFICACION DE CERCO METALICO POR CAMBIO DE NIVELES	glb	1.00

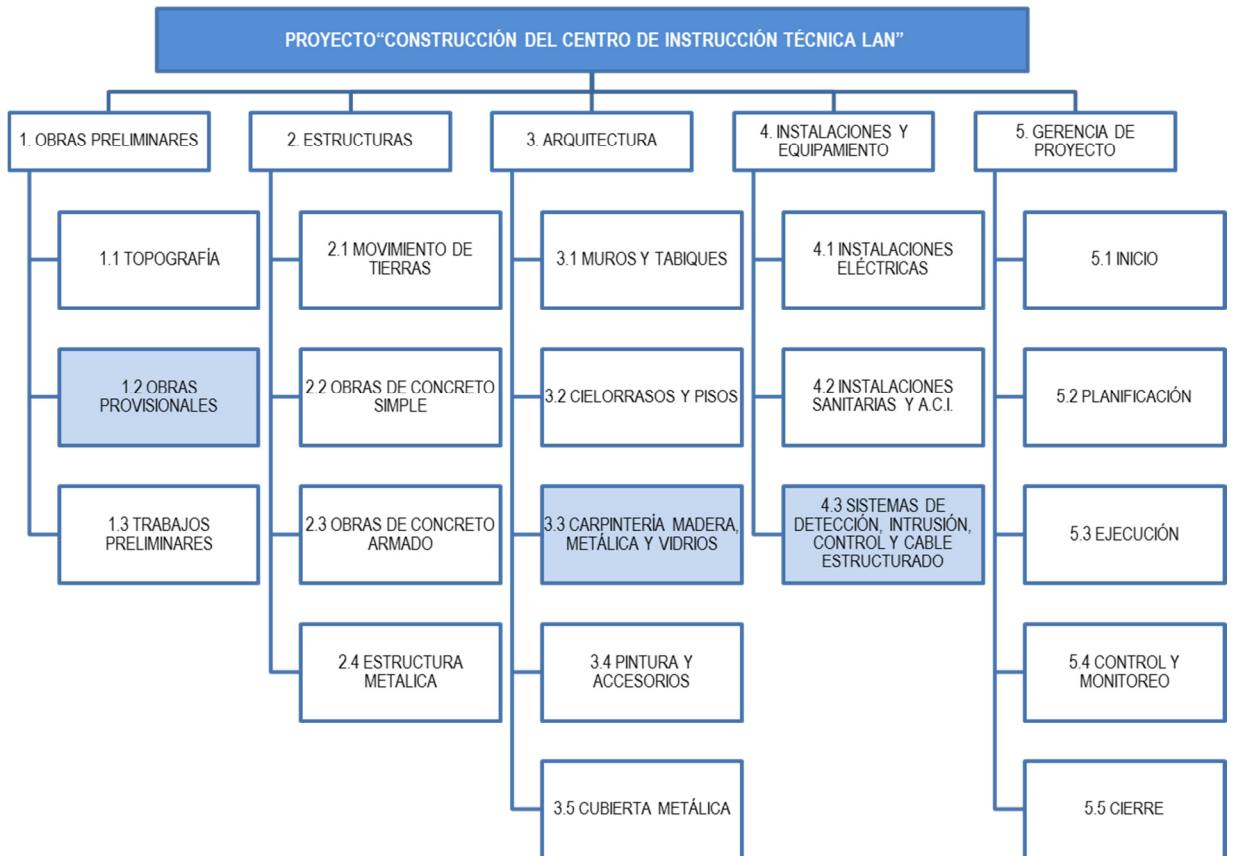
### 3.2.2 REDUCCIÓN DEL ALCANCE CONTRACTUAL

La reducción de algunas actividades se debió a los siguientes motivos:

- Se desestimó el alquiler de containers para las obras provisionales.
- Se retiró por completo del alcance del proyecto el suministro e instalación del sistema de intrusión y detección, ya que el cliente prefirió realizarlo por su cuenta.
- Cambio en las especificaciones del paquete de trabajo de acabados (carpintería metálica)

Modificando 03 de los paquetes de trabajo contractuales, la cual se visualiza en el siguiente EDT:

A continuación se detalla las actividades que fueron modificadas de los diferentes paquetes de trabajo, y sus respectivos metrados

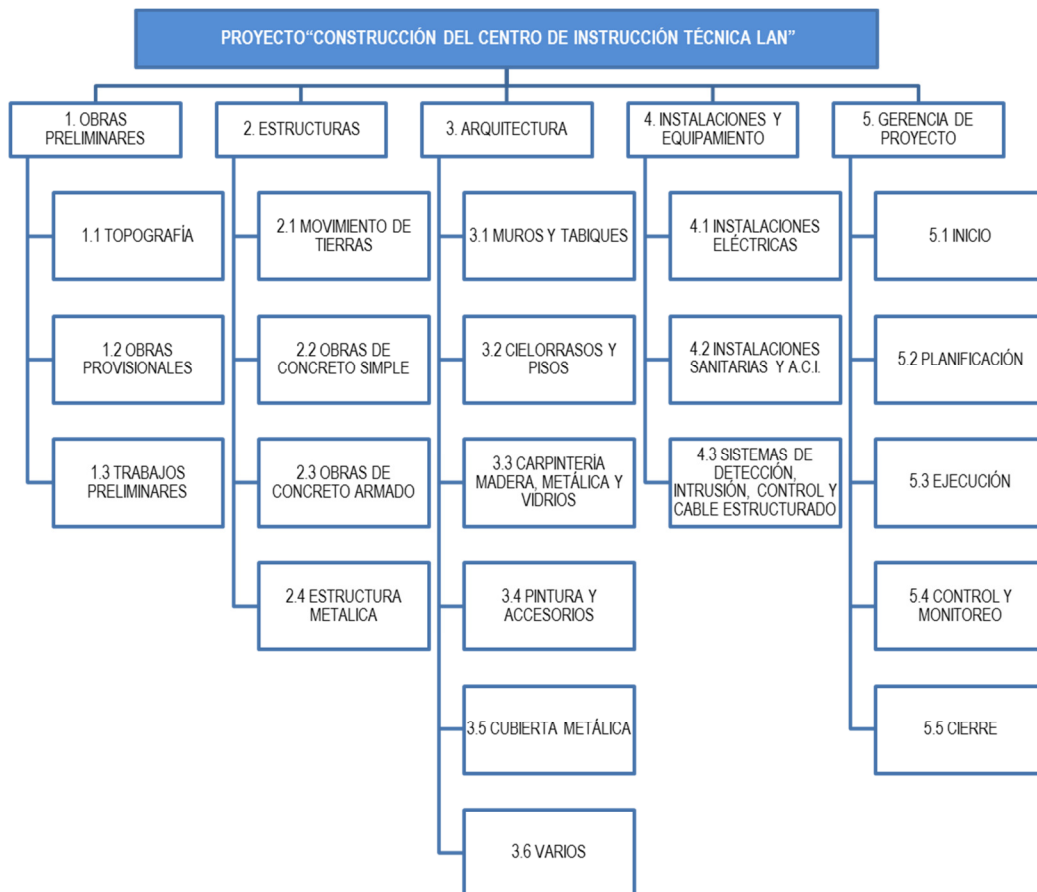




PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INSTRUCCIÓN TÉCNICA LAN”			
ITEM	ACTIVIDADES	UND	CANTIDAD
01	ALQUILER DE CONTAINERS	glb	1.00
02	DEDUCTIVO DE IIEE, CAMARAS IP Y CONTROL DE ACCESOS	glb	1.00
03	CAMBIO DE ESPESOR DE PLANCHA DE PISO DE PASARELA METALICA	kg	1,964.23

### 3.2.3 ALCANCE FINAL DEL PROYECTO EJECUTADO

Finalmente se presenta la EDT real del proyecto conforme a las ampliaciones y reducciones del alcance del proyecto, conforme a los requerimientos finales del cliente. Las actividades en su total de cada paquete de trabajo se encuentran en el desglose del presupuesto en los anexos.



### 3.3 COSTO CONTRACTUAL Y REAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El presupuesto Contractual como se puede observar en los anexos, fue de \$52,376,944.20 millones de pesos, incluyendo IGV, gastos generales y la utilidad.

#### 3.3.1 PRESUPUESTO DE ADICIONALES

Los adicionales del proyecto de los paquetes de trabajo que fueron modificados son los siguientes:

PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INSTRUCCIÓN TÉCNICA LAN"			
ITEM	ACTIVIDADES	TOTAL NUEVOS SOLES (\$/.)	TOTAL PESOS MEXICANOS (\$)
01	CERCO METALICO EXTERIOR h=3.20, tubo de 3" 3mm	11,723.40	54,396.58
02	ZAPATAS CERCO PERIMETRICO	1,324.49	6,145.63
	PISO VINIL EN ROLLO-ALTRO-SERIE WALKWAY 20- COLOR	35,889.47	
03	FOG VM20153. REF. ARTCO		166,527.14
	PORCELANATO ANTIDESLIZANTE -BLUSTYLE-SERIE	18,685.88	
04	BURLINGTON-COLOR GREY FOREST		86,702.46
	PORCELANATO PULIDO .60x.60-FIANDRE- SERIE	875.08	
05	COSMOPOLITAN- COLOR GRIGIO FUMO		4,060.39
06	SOPORTE METALICO PARA COBERTURA	71,727.53	332,815.72
07	PISO CONCRETO SELLADOR SISTEMA EPOXICO	429.00	1,990.56
	MODIFICACION EN TABLEROS ELECTRICOS GENERALES	37,245.29	
08	TVSS		172,818.12
	CONSTRUCCION DE SUBESTACION, G.E., TABLEROS Y	42,343.10	
09	ALMACEN		196,472.00
10	CAMBIO DE PLANOS IISS	11,513.85	53,424.29
11	INSTALACIONES SANITARIAS EN SUB ESTACION	1,365.17	6,334.39
	REPOSICION DE MURO MEDIANERO LOS PORTALES Y LAN,	42,785.80	
12	DAÑOS A TERCEROS		198,526.13
13	REJILLAS METALICAS DE PISO	2,213.76	10,271.82
14	CERRAJERIA PUERTAS DE METALICAS Y MADERA	14,725.81	68,327.77

15	CONSTRUCCION SUB ESTACION EDELNOR	44,407.87	206,052.51
	REFUERZO DE ACERO ADICIONAL PARA BASES DE		
16	CHILLERS	522.52	2,424.51
	PISO Y CONTRAZOCALO CTI SPRAY TECH EN CORREDOR Y		
17	HALL DE PISCINA	235.28	1,091.69
18	PISO BUS Y CONTRAZOCALO VINILICO PISOPAK	698.23	3,239.78
19	INCREMENTO DE ROCIADORES EN EL 2DO NIVEL	1,985.71	9,213.68
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HORNACINAS EN EL		
20	FALSO CIELO DEL 1º PISO	1,510.70	7,009.65
21	MUEBLES CAFETERIA 102 Y 110	18,938.19	87,873.20
22	PASES EN PLACAS, LOSAS Y MUROS	590.00	2,737.60
23	CONCRETO Y ACERO EN DUCTOS Y CANALETAS	2,118.21	9,828.48
24	ZAPATAS EN PUERTAS DE SIMULADORES	1,137.00	5,275.67
25	OBRAS EN EXTERIORES	4,057.23	18,825.56
26	INSTALACIONES ELECTRICAS EN SUB ESTACION PROPIA	13,456.89	62,439.97
27	ESTRUCTURA METALICAS VARIAS	10,567.82	49,034.68
28	MUEBLE COUNTER, CASETA Y VEST. Y LOBBY REV 01	15,003.56	69,616.52
29	LUMINARIAS EN EXTERIORES	35,090.77	162,821.17
	MODIFICACION DE CERCO METALICO POR CAMBIO DE		
30	NIVELES	7,568.28	35,116.82

### 3.3.2 PRESUPUESTO DE DEDUCTIVOS

Los deductivos del proyecto de los paquetes de trabajo que fueron modificados son los siguientes:

PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INSTRUCCIÓN TÉCNICA LAN"			
ITEM	ACTIVIDADES	TOTAL NUEVOS SOLES (S./.)	TOTAL PESOS MEXICANOS (\$)
01	ALQUILER DE CONTAINERS	2,700.00	12,528.00
02	DEDUCTIVO DE IIEE, CAMARAS IP Y CONTROL DE ACCESOS	257,789.35	1,196,142.58

03	CAMBIO DE ESPESOR DE PLANCHA DE PISO DE PASARELA METALICA	5,174.35	24,009.00
----	-----------------------------------------------------------	----------	-----------

### 3.3.3 VALORIZACIONES DEL PROYECTO

Las valorizaciones contractuales del proyecto estuvieron previstas de la siguiente forma:

#### PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INSTRUCCIÓN TÉCNICA LAN”

#### MONTO DE CONTRATO DE OBRA

IGV) \$40,003,116.15

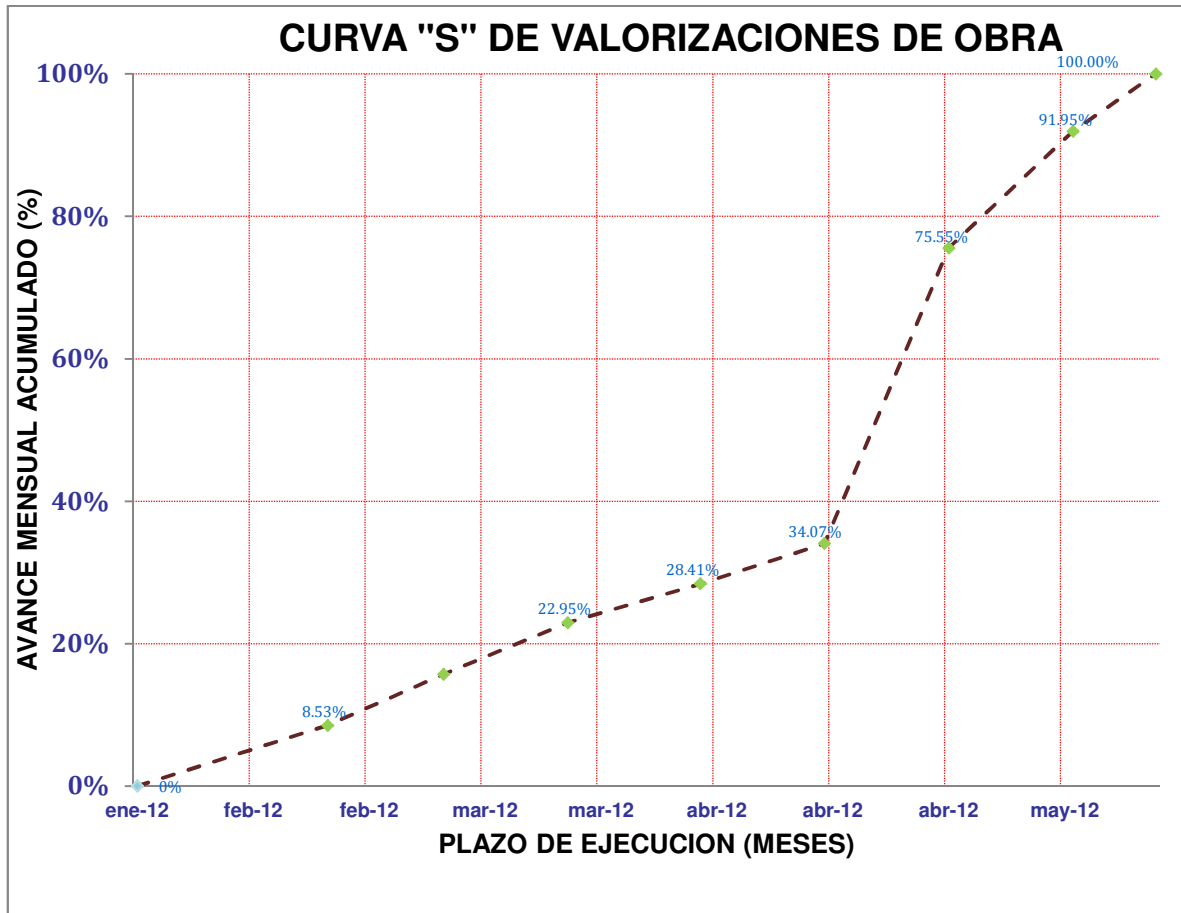
PLAZO DE OBRA 125 días

FECHA DE INICIO CONTRACTUAL 23-ene-12

FECHA DE TERMINO CONTRACTUAL 25-may-12

#### CUADRO DE VALORIZACIONES DE OBRA CONTRACTUALES

ITEM	MES	PROGRAMADO PPTO (SIN. IGV)			REAL (SIN. IGV)			Δ
		PARCIAL S/.	PARCIAL %	ACUMUL. %	PARCIAL S/.	PARCIAL %	ACUMUL. %	
0	23-ene-12			0%			0%	
1	15-feb-12	3,413,273.46	8.53%	8.53%				
2	29-feb-12	2,869,709.76	7.17%	15.71%				
3	15-mar-12	2,898,569.21	7.25%	22.95%				
4	31-mar-12	2,184,734.63	5.46%	28.41%				
5	15-abr-12	2,263,051.89	5.66%	34.07%				
6	30-abr-12	16,594,916.52	41.48%	75.55%				
7	15-may-12	6,558,149.04	16.39%	91.95%				
8	25-may-12	3,220,711.65	8.05%	100.00%				



Obteniéndose la Curva "S" de avance de Obra para las valorizaciones proyectadas en base al cronograma contractual y según el plazo de ejecución establecido para el proyecto.

### 3.3.4 COSTOS FINALES DEL PROYECTO

Los costos finales del proyecto estuvieron dados por el presupuesto contractual y los presupuestos de adicionales y deductivos que sufriera el alcance contractual (Línea Base) del proyecto. Todo ello se ve reflejado en las valorizaciones del proyecto a lo largo del tiempo proyectado como línea base (125 días calendarios); los cuales al término del mismo no se concretó en el tiempo previsto. A continuación se presenta el comparativo de las valorizaciones contractuales o proyectadas vs las valorizaciones reales del proyecto.

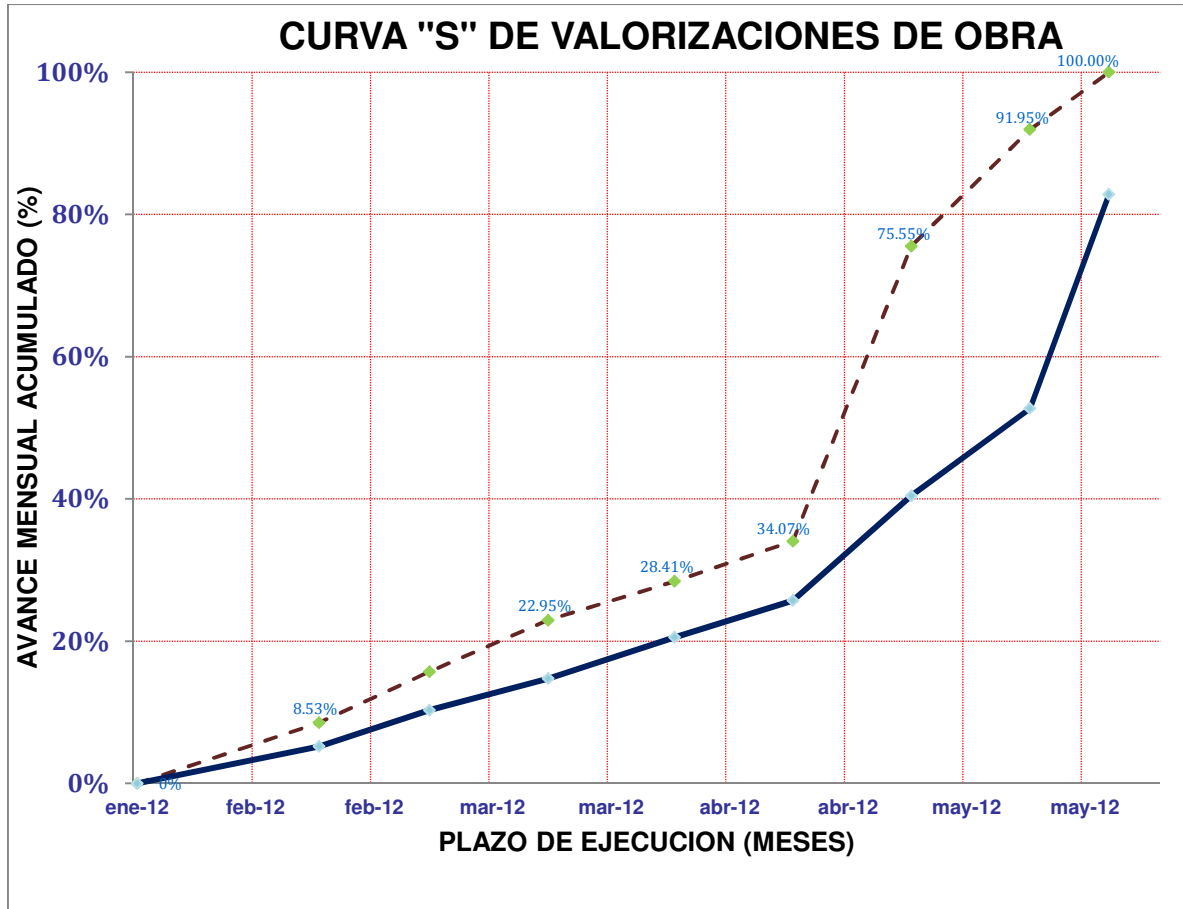
Observándose claramente el porcentaje de retraso que presenta el proyecto en estudio (17.15%).

### PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INSTRUCCIÓN TÉCNICA LAN"

<b>MONTO DE CONTRATO DE OBRA (:</b>	<b>\$40,003,116.15</b>
<b>PLAZO DE OBRA</b>	<b>125 días</b>
<b>FECHA DE INICIO CONTRACTUAL</b>	<b>23-ene-12</b>
<b>FECHA DE TERMINO CONTRACTUAL</b>	<b>25-may-12</b>

#### CUADRO DE VALORIZACIONES DE OBRA

ITEM	MES	PROGRAMADO PPTO (SIN. IGV)			REAL (SIN. IGV)			Δ
		PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.	
		S/.	%	%	S/.	%	%	
0	23-ene-12			0%			0%	
1	15-feb-12	3,413,273.46	8.53%	8.53%	2,084,529.90	5.21%	5.21%	-3.32%
2	29-feb-12	2,869,709.76	7.17%	15.71%	2,039,170.62	5.10%	10.31%	-5.40%
3	15-mar-12	2,898,569.21	7.25%	22.95%	1,777,792.45	4.44%	14.75%	-8.20%
4	31-mar-12	2,184,734.63	5.46%	28.41%	2,321,199.91	5.80%	20.56%	-7.86%
5	15-abr-12	2,263,051.89	5.66%	34.07%	2,067,184.85	5.17%	25.72%	-8.35%
6	30-abr-12	16,594,916.52	41.48%	75.55%	5,891,892.71	14.73%	40.45%	-35.10%
7	15-may-12	6,558,149.04	16.39%	91.95%	4,909,813.67	12.27%	52.72%	-39.22%
8	25-may-12	3,220,711.65	8.05%	100.00%	12,052,931.50	30.13%	82.85%	-17.15%
		40,003,116.15			33,144,515.61	82.85%		



### 3.4 TIEMPO DE EJECUCIÓN CONTRACTUAL Y REAL DEL PROYECTO

El cronograma contractual estuvo planificado inicialmente en 125 días calendarios, esto en referencia a las actividades de los paquetes de trabajo contractuales del proyecto. Ver anexo N° XXIV.

El cronograma real correspondiente a las actividades adicionales y deductivas del alcance contractual del proyecto llevó a que el proyecto tenga una duración de 149 días calendarios, es por ello que las valorizaciones tuvieron que ser extendidas por 03 semanas para alcanzar el 100% del alcance total del proyecto. Ver anexo N° XXV.

## 3.5 CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

### 3.5.1 PLAN DE CALIDAD

#### ORIENTACION DEL PLAN GENERAL DE CALIDAD (PGC)

La empresa JE CONSTRUCCIONES GENERALES S.A. ha diseñado un Plan General de Calidad (PGC) el cual está constituido por los siguientes documentos:

- Presentación del PGC
- Manual de Calidad
- Listado de documentos del PGC
- Procedimientos operativos de calidad
- Instrucciones técnicas complementarias
- Planes de puntos de inspección
- Registros de calidad

#### USO DEL MANUAL DE CALIDAD

##### Objetivo

Establecer los lineamientos y directrices generales del Plan de Gestión de Calidad de JE CONSTRUCCIONES GENERALES S.A., y describir como se organizará, para cumplir con los objetivos relativos a la calidad, definiendo a la vez un eficiente sistema de información y consulta sobre la implementación, mantenimiento y mejora del mismo.

El Departamento de calidad es el encargado del cumplimiento de los procesos para garantizar una correcta ejecución de las partidas. Cuenta con personal encargado de la ejecución de los protocolos, el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas, y el seguimiento de la Memoria Descriptiva del Proyecto.

##### Responsabilidades

Todos los niveles de la organización deben cumplir las disposiciones establecidas en el presente Manual de Calidad. El Jefe de QA/QC debe controlar, distribuir, y actualizar el presente manual de Calidad.





Estructura de la documentación del PGC

A Cada responsable se le dará una copia controlada, para lo cual debe hacer la difusión dentro de su área y fomentar el buen uso del presente manual.

#### Distribución

#### COPIA CONTROLADA. RESPONSABLE

- 1 Gerente General
- 2 Superintendente de Obra
- 3 Ingeniero Residente – Jefe de Proyecto
- 4 Jefe de Prevención de riesgos
- 5 Jefe QA/QC&laboratorio
- 6 Jefe de Oficina Técnica
- 7 Supervisor de IIEE e IISS
- 8 Supervisor de Inst. Electromecánicas
- 9 Ingenieros Civiles

El personal asignado tendrá independencia y autonomía para tomar las acciones necesarias que garanticen el cumplimiento del Plan de Calidad.

## SISTEMA DEL PLAN DE LA CALIDAD

La estructura de la documentación del Plan de Calidad es la siguiente:

- Plan de Calidad: Define el sistema de la Calidad del Proyecto.
- Procedimientos Generales: Documentos que expresan métodos para efectuar las actividades de gestión asociados al sistema del Plan de Calidad.
- Procedimientos Específicos: Son documentos que expresan métodos para ejecutar actividades atendiendo a los requisitos contractuales y prácticas específicas.
- Instrucciones de trabajo: Documentos que expresan en detalle como ejecutar actividades específicas. Son emitidos por el área del Proyecto que lo requiera.
- Registros: Documentos que son evidencia objetiva de la realización de las actividades o resultados obtenidos. Son generados al llevarse a cabo los procedimientos y las instrucciones de trabajo. Los formatos se transforman en registros cuando son llenados, están asociados a un procedimiento. Los registros son emitidos por cualquier área del Proyecto.
- Planes de inspección y ensayo: Documentos que indican cada fase de inspección y ensayo y su secuencia dentro del proceso productivo, especificando las características a ser inspeccionadas y ensayadas además de los procedimientos y criterios de aceptación o rechazo a ser empleados. Se aplicarán a los materiales, procesos y productos involucrados en el Proyecto. Serán emitidos por el Ingeniero encargado del Plan de Calidad.

## PROCEDIMIENTOS DEL PGC

Control de documentación:

- Se estructurarán carpetas documentarias con los registros e informes contemplados en los planes de inspección y ensayo. Se designará un encargado del control documentario que será responsable de recopilar la información, codificarla y archivarla.
- Toda la documentación que contenga datos e información que pueda afectar a la calidad de los trabajos por ejecutar será controlada por la Oficina Técnica de la obra. Los objetivos buscados son evitar que los procesos a ejecutar tengan como resultado incumplimientos por el uso de documentación y/o datos obsoletos o no aplicables.

- Compras y subcontratos.
- Las órdenes de compra y subcontratos serán adjudicados a aquellos proveedores y subcontratistas que estén calificados.
- Los requerimientos deben tener una descripción del suministro solicitado con indicación a las especificaciones técnicas, requerimiento de inspección y ensayo en caso necesario y/o exigencia de certificado de calidad del fabricante, condiciones de aceptación, identificación y preservación en lo aplicable.
- El Ingeniero encargado de Plan de calidad, verifica los requerimientos para asegurar que contengan los requisitos de calidad.
- Luego de la aprobación del Residente de Obra, el departamento de logística y/o administración de obra tramitará el requerimiento a través de la oficina central asegurándose que el suministro lo efectúe un proveedor calificado.
- El personal de almacén debe contar con una copia del requerimiento para control en la recepción.

#### Inspección de entrada:

- El almacén se hará cargo de la recepción de los materiales o productos, verificando en la orden de compra o documentación que se especifique.
- Personal del departamento de Calidad efectuará inspecciones que permitan comprobar que los materiales o productos estén de acuerdo con lo especificado, emitiéndose un informe de Inspección de Recepción.
- El Ingeniero encargado del Plan de Calidad verificará y visará los informes de Inspección de Recepción para liberar el empleo de los materiales o productos.
- Si se detectaran disconformidades, se retendrán los materiales o productos, indicándose en el informe dicha condición, emitiéndose además un Informe de Disconformidad, marcándose con una tarjeta o identificación apropiada. El lote retenido no podrá ser usado hasta que se regularice la documentación de certificación de calidad.
- De constatarse que un material o producto no cumple con los requisitos de calidad, se dispondrá su evacuación identificándose en forma conveniente.

#### Calificación de Proveedores y Subcontratistas:

- Los proveedores y subcontratistas para surtir una orden de compra de un material, producto o servicio, deberán ser previamente calificados.
- Para cada subcontratista se emitirá un Registro de Calificación de Subcontratista.
- Para cada proveedor se emitirá un Registro de Calificación de Proveedor.
- En estos formatos se indicarán los materiales y/o servicios para los que está calificado y la evaluación realizada que asegure que lo suministrado ofrece garantía de cumplimiento de los requisitos que se le exigen en base a su infraestructura, personal, experiencia y el control de calidad que aplica en sus labores.

#### Control de productos en disconformidad:

- Cuando un material o producto sea detectado como no conforme, se debe detener su empleo y reportar de inmediato al personal de control de calidad, quien procederá con la identificación física y la emisión del Informe de Disconformidad.
- El encargado del Plan de Calidad evaluará la trascendencia de la disconformidad dentro de los requerimientos de calidad para proponer la modificación, reparación, rechazo o aceptación en lo aplicable.

#### Acciones preventivas y correctivas:

- Cuando en los procesos se advierten disconformidades en forma reiterada, se procederá a emitir un Informe de Acción Correctiva que será responsabilidad del encargado del Plan de Calidad.
- La acción correctiva podrá ser originada a partir de optimizaciones de procesos derivados de la revisión y evaluación del Plan de Calidad.

#### Manipulación, almacenamiento, preservación y entrega:

- Se debe prevenir el daño y deterioro de los productos y elementos a ser incorporados en el Proyecto.
- Las áreas y locales de almacenamiento deben prevenir el daño o deterioro de los productos, incorporando métodos de preservación de ser necesario.

- El producto contratado será entregado conforme a los requisitos contractuales y/o alcance del proyecto, mediante Acta de Recepción y documentación aprobada.

#### Consultas y Cambios de Diseño – Solicitud de cambio

- Todos los trabajos serán ejecutados cumpliendo estrictamente con la Ingeniería del proyecto aprobado, tal documentación será la única válida para efectos de la ejecución de todos los procesos para el presente proyecto.
- J.E. Construcciones Generales S.A. formalizará cualquier consulta o cambio a la ingeniería del proyecto – Solicitud de cambio. La finalidad de la formalización es que cualquier cambio de ingeniería puede traer efectos en el plazo y/o en el costo de ejecución.

#### Liberación final y entrega de los trabajos de obra:

- El proceso de entrega será efectuado por representantes de J.E. Construcciones Generales S.A., Cliente, y su representante (Supervisión). La liberación final comprende la aceptación por parte de la Supervisión del Propietario, así como la verificación física y documental que respalda los trabajos ejecutados.
- El responsable de Calidad de nuestra empresa para tal efecto mantendrá el control y el archivo de los registros de calidad. El jefe de calidad mantendrá al día tales archivos, siendo esto condición previa para respaldar la liberación de los diferentes sistemas componentes de la obra.

#### Dossier de calidad:

- El Dossier es el historial del proyecto, en el que se detalla mediante evidencias objetivas, el control de todas las actividades realizadas durante el desarrollo de todos los procesos programados como parte del proyecto.
- El jefe de calidad tiene previsto organizar el Dossier y hacer su entrega al término de la obra. El objeto del dossier es facilitar al cliente toda la documentación que deja evidencia de que los trabajos se han ejecutado según los requisitos especificados, además de ser documentos importantes y aplicables a los trabajos de mantenimiento y ampliación.

- A medida del desarrollo de la obra deben ordenarse los documentos que se han empleado durante las diferentes etapas del proyecto u obra, éste trabajo debe ser realizado bajo los siguientes criterios:
  - a. Primero por la especialidad: Civil, Arquitectura, Sanitario, Eléctrico, Mecánico, y otros.
  - b. Segundo por sistemas: sistema agua, desagüe, etc.
  - c. Tercero el dossier debe contener todos los documentos originales que se hayan elaborado durante el periodo de ejecución de obra.
  - d. Cuarto cada uno de los volúmenes que forman parte del dossier del proyecto deberá ser foliado.

La entrega del proyecto es de dos (02) tipos, por un lado se da la entrega física de la obra, y por otro la entrega del archivo de los documentos que demuestran el cumplimiento de los requisitos especificados.

### 3.5.2 CALIDAD EN OBRAS CIVILES

De acuerdo al alcance en obras civiles se implementaron los siguientes procedimientos de control, donde se muestra los puntos a inspeccionar, cuantos se tenía planeado inspeccionar y cuantos se realizaron:

PROCEDIMIENTOS DE CONTROL OBRAS CIVILES					
Item	Nombre del Protocolo	Puntos a Inspeccionar	Programados	Reales	Cumplimiento %
1	<b>Topografía</b>				
	Check List de trazo y replanteo	Revisión de planos y documentos, Acondicionamiento del terreno, Verificación del trazo y Alineamiento, Materialización de hitos, Verificación de niveles, Equipo topográfico utilizado	5	3	60.0%
	Reporte topográfico	Ubicación del B.M. del Proyecto, Verificación de niveles de calles adyacentes, Replanteo de linderos de terreno, Proporcionalidad y distancia entre ejes, Poligonal y Colocación de niveles	324	276	85.2%

## **CAPÍTULO IV: PROPUESTA PARA UNA MEJOR ADMINISTRACIÓN DE OBRA SIMILAR AL ESTUDIADO**

Como propuesta para una mejor administración de proyectos similar al caso que se estudia en el presente trabajo de investigación se propone desarrollar los proyectos, acorde a las cinco fases y siguiendo los siguientes lineamientos:

### **4.1. FASE DE INICIO**

Las características del proyecto implican la necesidad de una fase o etapa previa destinada a la preparación del mismo, fase que tienen una gran trascendencia para la buena marcha del proyecto y que deberá ser especialmente cuidada. En esta fase se deben tener en cuenta entre otros, los siguientes puntos:

- ❖ Los objetivos del proyecto y de los recursos necesarios para su ejecución.
- ❖ Se debe de identificar a los diversos “involucrados” en el proyecto.
- ❖ La formalización y documentación de los supuestos y las restricciones del proyecto.
- ❖ Familiarización con la cultura del Cliente, a fin de lograr óptimas relaciones de interdependencia con los mismos.
- ❖ Definición de procedimientos, procesos y estándares existentes a ser utilizados en el proyecto. Con mayor énfasis, en caso exista un Sistema de Gestión (ISO, OSHAS, etc.)
- ❖ Implementar planificación inicial a un alto nivel.
- ❖ Determinar el formato del Acta de Constitución del Proyecto.
- ❖ Definir coordinadamente los criterios de aceptación y rechazo de los entregables y definir claramente aquello que no está incluido en el proyecto.
- ❖ Establecer un control de los documentos que se consideren necesarios, los que nos permitirán administrar el proyecto y conocer sobre los recursos que asignará al proyecto (profesionales, materiales y equipos principales para la ejecución de sus trabajos, etc.).
- ❖ Documentar los riesgos inicialmente identificados que puedan afectar al proyecto.
- ❖ Definir los hitos principales del Proyecto.
- ❖ Determinar cómo se controlará el Alcance del Proyecto
- ❖ Finalizar el “Acta de Constitución del Proyecto”

- ❖ Obtener la aprobación formal del Acta de Constitución del Proyecto
- ❖ Firma del Contrato del proyecto.

Una gran parte del éxito o el fracaso del proyecto se concentran principalmente en estas fases preparatorias que, junto con una buena etapa de planificación, dan las pautas necesarias para la correcta ejecución del proyecto.

#### **4.2. FASE DE PLANIFICACIÓN**

El desarrollo de una planificación detallada da la consistencia requerida al proyecto evita desviaciones que nunca son bien recibidas. En esta fase se trata de establecer cómo el equipo de trabajo deberá satisfacer las restricciones de prestaciones, planificación temporal y costo, para lo cual se deben tener en cuenta entre otros, los siguientes puntos:

- ❖ Establecer cómo se planificará el alcance, tiempo, costo, calidad, los recursos humanos, las comunicaciones, el riesgo, los procesos de mejora y las adquisiciones de la Obra.
- ❖ Perfeccionar, en los casos necesarios, los requerimientos iniciales del Cliente, para que sean más claros y específicos.
- ❖ Las exclusiones y restricciones de la Obra, deben ser coordinadas por los involucrados del proyecto.
- ❖ Preparación de Cronograma de actividades, recursos y uso de personal a ser utilizados en la elaboración del proyecto.
- ❖ Verificar el cronograma de trabajo, que exista la debida lógica, en la definición de la secuenciar las actividades, de los cronogramas y diagramas de Red, presentados por el Proyecto, así como la procedencia de la ruta crítica.
- ❖ Revisar y aprobar la Estructura de Descomposición del Proyecto (EDT) y coordinar con todos los involucrados, para tener un EDT, compatible a nivel Proyecto.
- ❖ Elaborar descripciones para cada uno de los Paquetes de Trabajo: "Diccionario del EDT". Para que de este modo el alcance de cada paquete, pueda ser entendido por los encargados de ejecutarlos.
- ❖ Sustentar la preparación de la Propuesta económica (análisis de precios unitarios, rendimientos, recursos, etc.). Para lo cual se plantea la utilización de conjunto de hojas Excel denominadas R.O. (RESULTADO OPERATIVO) con el cual desde esta



fase y a lo largo del desarrollo del proyecto se podrá controlar los costos del proyecto y/o tomar medidas correctivas de los mismos a fin de no desviarnos de la Línea Base de Costo. Ver Anexo N° XXIII.

- ❖ Dar a conocer los estándares de calidad a ser utilizados en el proyecto, definir como se mide en rendimiento de Calidad de nuestros Servicios y los criterios de aceptación y/o rechazo de los mismos.
- ❖ Trabajar con todos los involucrados en el Proyecto, para conocer y comprender sus requerimientos de comunicación. Estableciendo reuniones, informes y otras actividades que se usarán para controlar el proyecto.
- ❖ Respecto a las adquisiciones (materiales, equipos, etc.) se solicitarán listados, planes y cronogramas al respecto.
- ❖ Planear formas de medir el rendimiento del proyecto, medidas a ser usadas y cuándo serán usadas.
- ❖ Mantener informados a los involucrados sobre el avance del proyecto y de los cambios aprobados que puedan afectar alguno de los componentes del proyecto.
- ❖ Sostener una reunión de inicio “Kick off meeting” con todos los participantes principales: Cliente, Proyecto, Supervisores y algún otro involucrado importante (Proveedor, si fuera el caso), que se considere deba asistir. Lo que permitirá a todos los involucrados en el proyecto, contar con la misma información.

#### **4.3. FASE DE EJECUCIÓN**

Esta fase constituye el conjunto de tareas y actividades que suponen la realización propiamente dicha del proyecto, la ejecución de la obra en sí. Por lo tanto enfatiza las características técnicas específicas de cada tipo de proyecto con el fin de gestionar los recursos y el tiempo de la forma más adecuada. En esta fase se deben tener en cuenta entre otros, los siguientes puntos:

- ❖ Establecer y manejar las expectativas de todos los involucrados, a lo largo de la ejecución del proyecto.
- ❖ Asegurarse que los diversos involucrados, tengan un entendimiento común del trabajo a llevarse a cabo.
- ❖ Revisar que la ejecución del proyecto se realice conforme a los planos, especificaciones técnicas, con toda la documentación que conforma el Expediente

Técnico y cumpliendo las Normas de Diseño, construcción y reglamentación vigente.

- ❖ Revisar que el suministro del material, así como el suministro e instalación del equipamiento se realice conforme a los planos, especificaciones técnicas, con toda la documentación que conforma el Expediente Técnico y cumpliendo las Normas de Diseño, construcción y reglamentación vigente.
- ❖ Recolectar y documentar las “lecciones aprendidas”, que vayan surgiendo a lo largo del proyecto.
- ❖ Establecer y gestionar adecuadamente, canales de comunicación, con los involucrados. (Cuaderno de obra, informes mensuales, etc.)
- ❖ Evaluar la efectividad del personal de Supervisión, actuando como Equipo.
- ❖ Verificar la implementación en la obra los cambios aprobados, las acciones correctivas, las acciones preventivas y la reparación de defectos en el proyecto.
- ❖ Proporcionar la capacitación, que se considere conveniente, para los miembros del equipo de la Supervisión.
- ❖ Controlar el avance de acuerdo al cronograma contractual o actualizado, en casos de cambios, estos estarán debidamente aprobados.
- ❖ Sustener reuniones con los involucrados, donde se evalúe el avance de los trabajos, los problemas que se presentan y sus alternativas de solución, y también se analicen las posibilidades de nuevos riesgos, no considerados en los planes originales.
- ❖ Implementar los planes de contingencia, y los controles operacionales planteados durante la planificación del proyecto, como una alternativa de respuesta a riesgos.

#### **4.4. FASE DE SEGUIMIENTO Y CONTROL**

En esta fase se realiza el monitoreo del trabajo realizado, analizando cómo el avance real difiere de lo planificado y en base a eso, poder iniciar las acciones correctivas que sean necesarias para corregir las desviaciones presentadas. Esto se logra con la creación de métricas de gestión (indicadores) y con la ayuda de directrices organizacionales que controlen que el personal haga su trabajo de forma efectiva y a tiempo. En esta fase se deben tener en cuenta entre otros, los siguientes puntos:

- ❖ Medir el avance o rendimiento de la ejecución del proyecto de acuerdo con los parámetros de los diversos componentes del “Plan de Gestión del Proyecto”

- ❖ Detectar desviaciones en la ejecución de los trabajos del proyecto, contra los planes programados y si éstas requieren la implementación de una recomendación de una acción correctiva, corrección de defectos, o un cambio, para intentar redireccionar la ejecución del proyecto.
- ❖ Aplicar la experiencia y criterio, para determinar que desviaciones o variaciones son importantes.
- ❖ Define rangos, niveles, límites, de criterios de aceptación o rechazo, para determinar si las desviaciones son o no significativas y si requieren acción al respecto.
- ❖ Controlar la trazabilidad de los diversos documentos del proyecto; comunicaciones entre involucrados, sustentos de reclamos, informes, planos, etc., que controle su versión, permita que su archivo se mantenga actualizado y en orden, y el fácil acceso a dichos.
- ❖ Verificar que todos los involucrados estén trabajando con la misma versión de los documentos del proyecto: informes, planos, expedientes, etc.
- ❖ Controlar el desarrollo del cronograma, costo y calidad de acuerdo con lo consignado en “la línea de base del proyecto”.
- ❖ Usar el registro de problemas, polémicas o conflictos, como una herramienta de seguimiento y solución de los mismos.
- ❖ Obtener la aceptación formal de los entregables por parte del cliente.
- ❖ Actualizar los costos y duración del proyecto en base a los cambios ocurridos durante el proyecto
- ❖ Identificar nuevos riesgos que puedan afectar el proyecto, en base a los posibles cambios producidos durante su ejecución.
- ❖ En cuanto a Calidad, se verificará que se ejecute el proyecto de acuerdo a los requerimientos del cliente, estableciendo los procedimientos de aseguramiento de calidad considerados en el Plan de Calidad.
- ❖ Utilizar los hitos propuestos como elementos de control del proyecto.
- ❖ Usar los informes de desviaciones o variaciones para apoyar en la corrección de problemas menores antes que se tornen más serios, para lo cual se requiere un trabajo de recopilación de datos, y procesamiento de los mismos para convertirlos en información y usando técnicas estadísticas.
- ❖ Utilizar e interpretar el valor ganado y sus indicadores, para medir el rendimiento pasado del proyecto y efectuar proyecciones.

- ❖ Verificar que sólo se implementen en el Proyecto los cambios aprobados tanto por el cliente como por el jefe de proyecto.

#### 4.5. FASE DE CIERRE

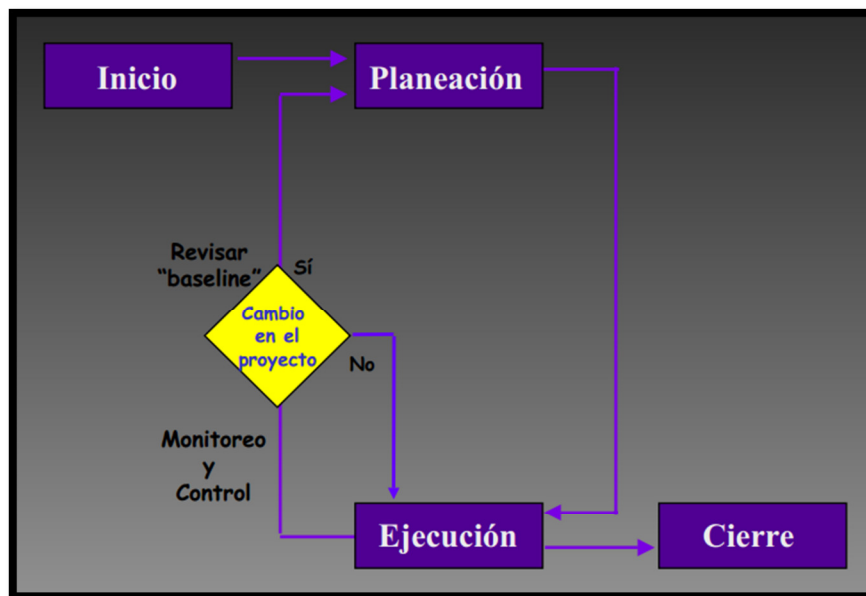
Esta fase es muy importante no sólo por representar la culminación del proyecto sino por las dificultades que suele presentar en la práctica, algunas veces alargándose en exceso y provocando retrasos y costos imprevistos. Todo proyecto está destinado a finalizarse en un plazo predeterminado, por ejemplo: culminando en la entrega de una obra al cliente o la puesta en marcha de un sistema desarrollado; comprobando que funciona adecuadamente y responde a las especificaciones en su momento aprobadas.

- ❖ Asesorar y participar en la Recepción Provisional y la Recepción Definitiva del proyecto.
- ❖ Confirmar que todos los requerimientos del proyecto solicitados por el cliente han sido cumplidos.
- ❖ Verificar y documentar que todos los entregables a cargo del proyecto, pertenecientes a una fase determinada cumplen con los criterios de aceptación establecidos, durante el proceso de planeamiento del proyecto
- ❖ Informar sobre la procedencia de los pagos finales del proyecto y completar los registros de costo (Valorización de cierre, registro de adicionales o deductivos, liquidación final, etc.)
- ❖ Reunir las lecciones aprendidas, emitidas a lo largo del proyecto y difundirlas en la organización.
- ❖ Solicitar al cliente que emita un informe final sobre los resultados finales del proyecto.
- ❖ Devolver al Cliente, todos aquellos documentos, que según contrato, le pertenecen. Hacer el ordenamiento y archivo final de todos sus documentos del proyecto.
- ❖ Suscribir el cierre del contrato y solicitar un Certificado de Conformidad por los servicios prestados.

Como se puede apreciar, estas fases mencionadas presentan características bastante diferentes entre ellas. Sin embargo podríamos considerar a la fase de planificación como una de las más críticas, sobre todo si se tiene la necesidad de

presentar una oferta económica a un cliente con el fin de lograr una adjudicación de contrato, más aún, estando en competencia con otras empresas o personas. Pues si se diera el caso de que no se consigue el contrato, entonces el proyecto queda finalizado antes de haberse comenzado y carece de sentido preocuparse de cómo debe ser gestionado. Las ventas e ingresos económicos, tienen un carácter prioritario para las empresas, siendo la obtención del contrato el paso imprescindible para poder empezar a gestionar un proyecto concreto y, con una perspectiva más amplia, condición esencial para la supervivencia de cualquier empresa.

#### RESUMEN DEL CICLO DE ADMINISTRACIÓN DE UN PROYECTO:



## CONCLUSIONES

- ❖ Valorar y vincular adecuadamente cada una de las fases de un Proyecto, brindándole la relevancia que amerita la PLANIFICACIÓN, la cual según la metodología del PMI, sería la principal de todas y la que podría evitar los reprocesos en la ejecución de los proyectos.
- ❖ Establecer mecanismos para responder con eficiencia a las nuevas demandas del sector construcción.
- ❖ Aplicar la metodología del PMI nos permite: aumentar la satisfacción del cliente, ya que las áreas proveedoras saben y entregan lo que el cliente necesita.
- ❖ Conduce a la eficiencia en la utilización de los recursos de la empresa.
- ❖ Permite adaptar e integrar las especificaciones, planes y enfoque metodológico de los diversos interesados en el proyecto.
- ❖ Generar ahorros sustantivos al desarrollar los proyectos con base en las mejores prácticas para la administración de proyectos.
- ❖ Permitir tomar mejores decisiones en materia de inversión.
- ❖ Incrementar el retorno de inversión para la empresa.
- ❖ Emplear la metodología del PMBOK, con sus respectivas buenas prácticas, nos ayuda a ordenar y priorizar las actividades que tenemos que realizar dentro del ciclo de vida del proyecto en el momento oportuno, para minimizar los reprocesos y sobrecostos.
- ❖ Se puede concluir que además de ser importante contar con una buena información técnica completa del proyecto (planos, especificaciones técnicas, memorias), mano de obra calificada y buenos materiales; también es punto clave la administración o gestión del proyecto, para la conclusión exitosa del mismo.
- ❖ Escoger que procesos son los más convenientes para nuestro proyecto, depende en gran medida del juicio experto del Equipo de Proyectos, por ello es importante la selección del personal clave del proyecto.
- ❖ La integración de todas las actividades debe estar alineada a los objetivos del proyecto, esto dependerá si todo el equipo tiene conocimiento de los objetivos y las tareas necesarias para su cumplimiento según las funciones y responsabilidades encomendadas. Entender que un proyecto puede cambiar, lo importante es tener implementado el control de cambios y como estos cambios modifican el proyecto.

## RECOMENDACIONES

Se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para una administración exitosa de proyectos:

- Alcance.- la agrupación de paquetes de trabajo de todo el alcance nos ayuda a tener un mejor control de su variabilidad.
- Costo.- El uso de herramientas de productividad nos ayuda a identificar que actividades tienen rendimientos bajos, para analizar y encontrar las causas, permitiendo una mejora en el proceso. La actualización de los costos de los recursos nos dará una mejor proyección de resultados a fin de obra.
- Tiempo.- Usar herramientas de programación vinculadas con un análisis de cumplimiento de la programación ayudara a mejorar continuamente la programación semanal de nuestras actividades. También elaborar listado de restricciones, para cada actividad con su respectivo responsable ayudara a dar seguimiento al levantamiento de esas restricciones.
- Calidad.- se debe dar importancia a las actividades de aseguramiento de calidad, esto reduce en gran porcentaje los defectos en los trabajos, disminuyendo los costos de calidad.
- Contrato.- Elaborar un resumen del contrato (A3), con información básica del contrato, para difundir al equipo del proyecto.

---

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Burstein David y Stasiowski Frank, “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS”, Ed. Trillas, México D.F., 2008.
- Suárez Salazar Carlos, “COSTOS Y TIEMPOS EN EDIFICACIÓN”, Ed. Limusa, 2007.
- Goldratt, Eliyahu: “LA META”, Ed. Díaz de Santos, México, 1998.
- Killen Ralph L., Ludin Irwin S. and Robertson Ken L, “PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGY a Practical Guide for the Next Millenium”, editorial Marcel Dekker, 1997
- “QUALITY IN THE CONSTRUCTED PROJECT a Guide for Owners Designers and Constructors”, American Society of Civil Engineers; 2 Sub edition (September 2008).
- Kerzner Harold “A SYSTEMS APPROACH TO PLANNING, SCHEDULING AND CONTROLLING”, Ed. Wiley, New York - EE. UU, 2003.
- Project management institute “A GUIDE TO THE PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE, PMBOK GUIDE”, Pennsylvania - EE.UU, 2013.

### *ARTÍCULOS DE LEAN CONSTRUCCION INSTITUTE*

- Bellard, Glenn “LOOKAHEAD PLANNING THE MISSING LINK IN PRODUCTION CONTROL”, Ed. IGLC, Gold Coast - Australia, 1997.
- Koskelauri y Howell Gregory “THE URDERLING THEORY OF PROJECT IS OBSOLETE” , Ed. IGLC, Pennsylvania, 2002.

### *ARTÍCULOS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS SAC*

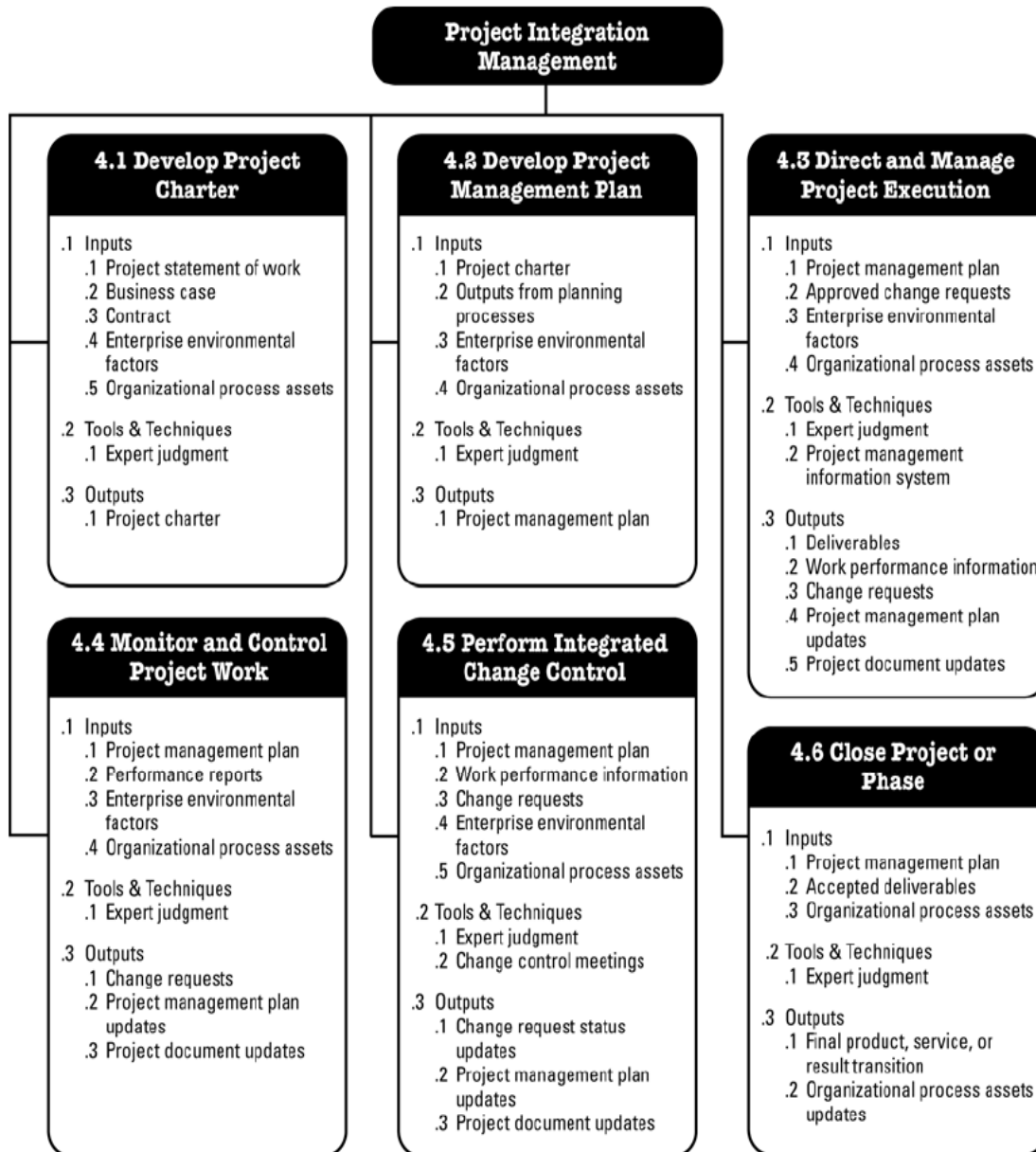
(<http://www.ist-sac.com>)

- Gómez Sánchez Rubén “CALIDAD EN LA CONSTRUCCION”, Ed. Instituto Servicios Tecnológicos S.A.C, Lima; 2009.
- Gómez Sánchez Rubén “IMPORTANCIA DE LA GERENCIA DE PROYECTOS PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION”, Ed. Instituto Servicios Tecnológicos S.A.C, Lima, 2009.



**ANEXOS**

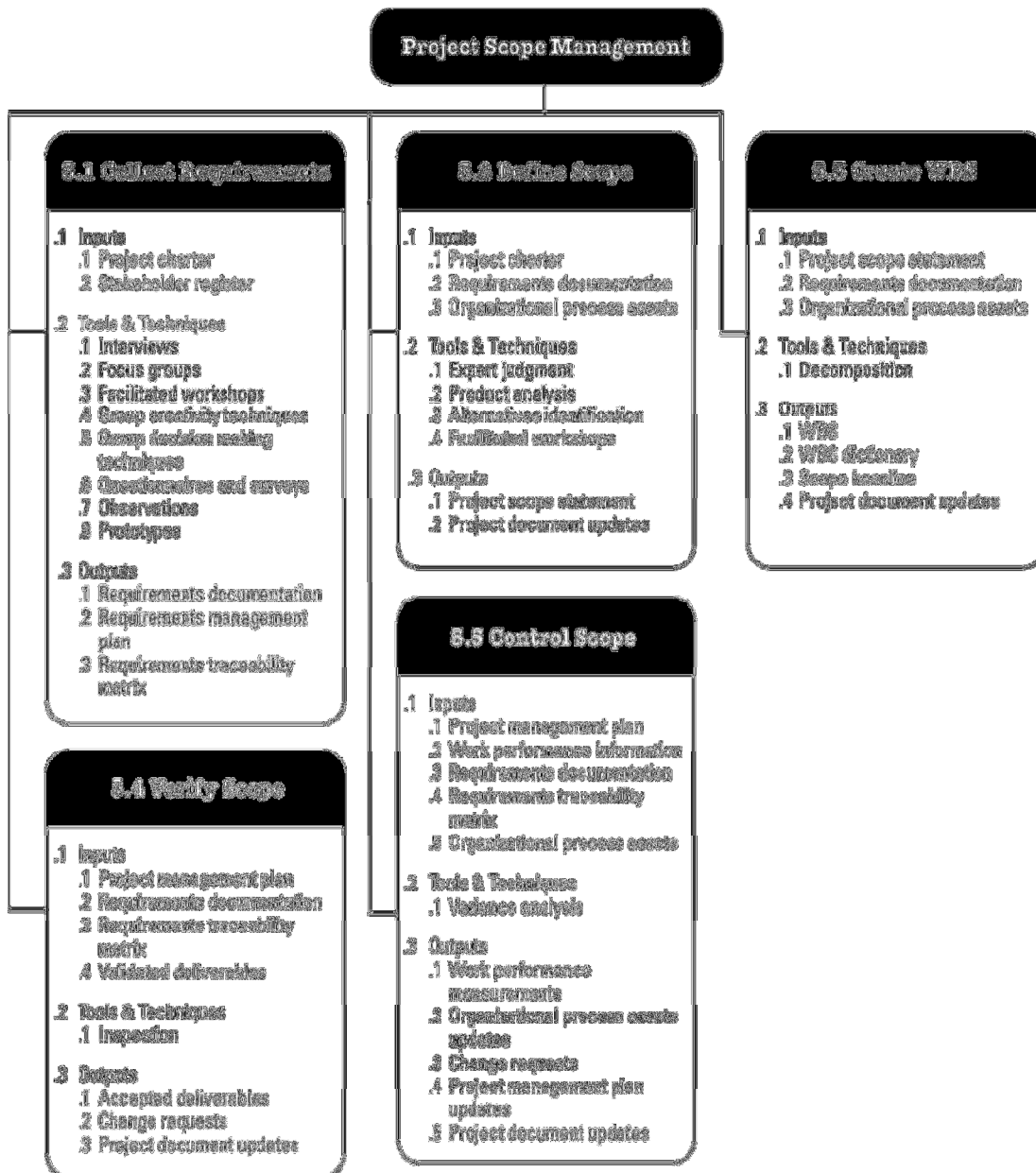
**ANEXO I: Gestión de la Integración del Proyecto**



**Gráfico 4-1. Descripción General de la Gestión de la Integración del Proyecto**

(1) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

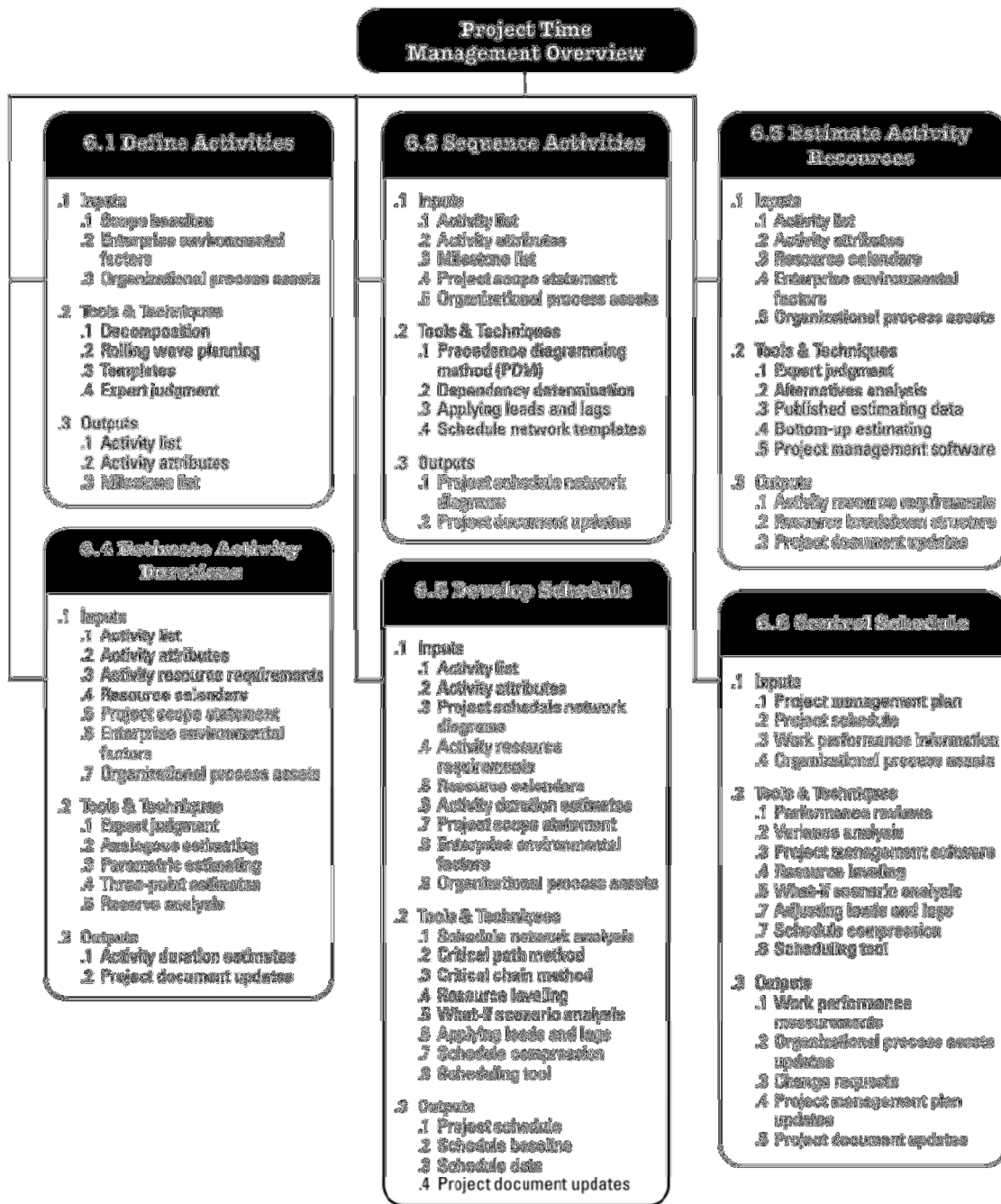
**ANEXO II: Gestión del Alcance del Proyecto**



**Gráfico 5-1. Gestión del Alcance del Proyecto: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas**

(2) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO III: Gestión del Tiempo del Proyecto**



**Gráfico 6-1. Panorama General de la Gestión del Tiempo del Proyecto**

(3) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO IV: Gestión de los Costos del Proyecto**

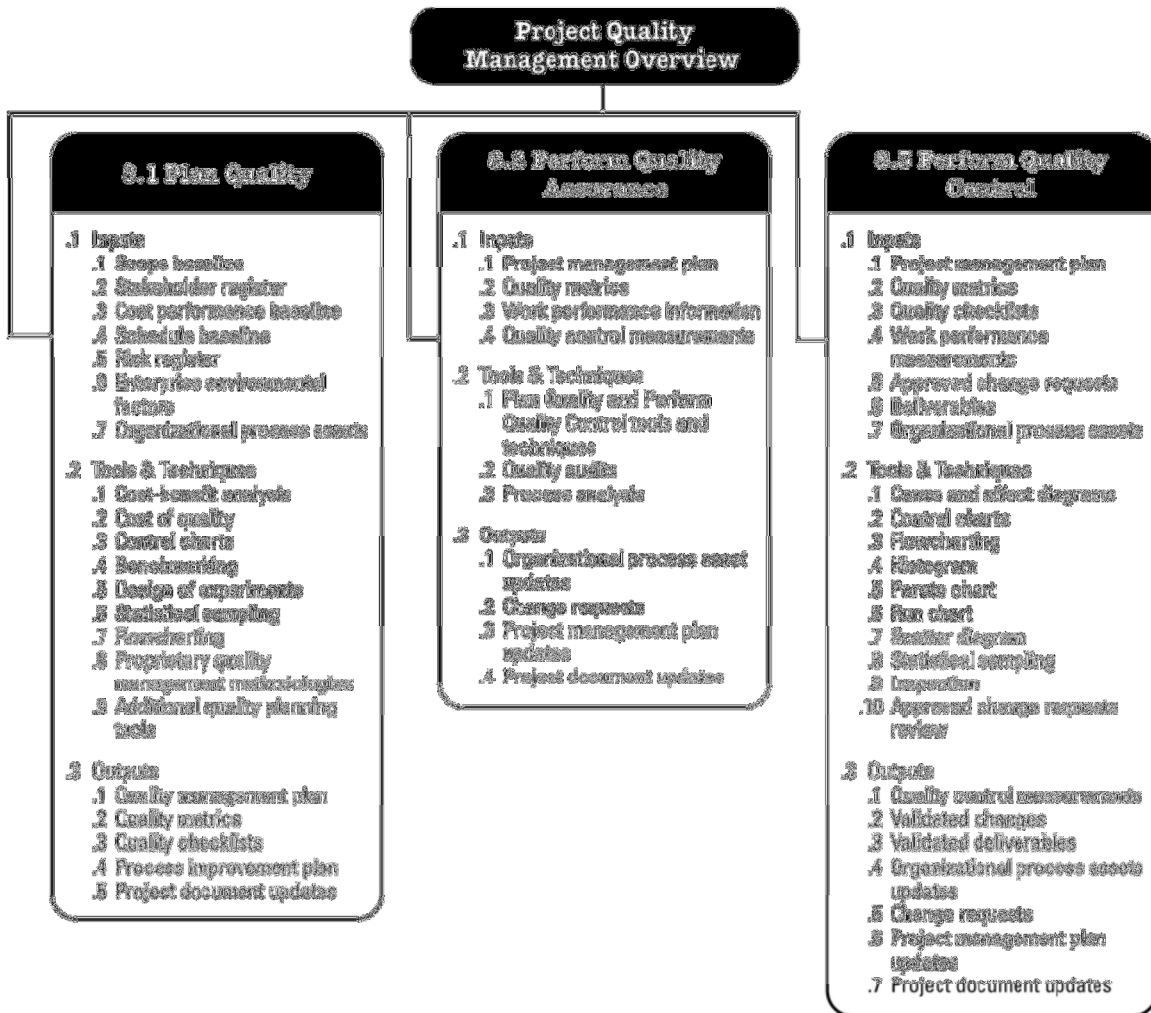


**Gráfico 7-1. Descripción General de la Gestión de los Costos del Proyecto**

(4) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.



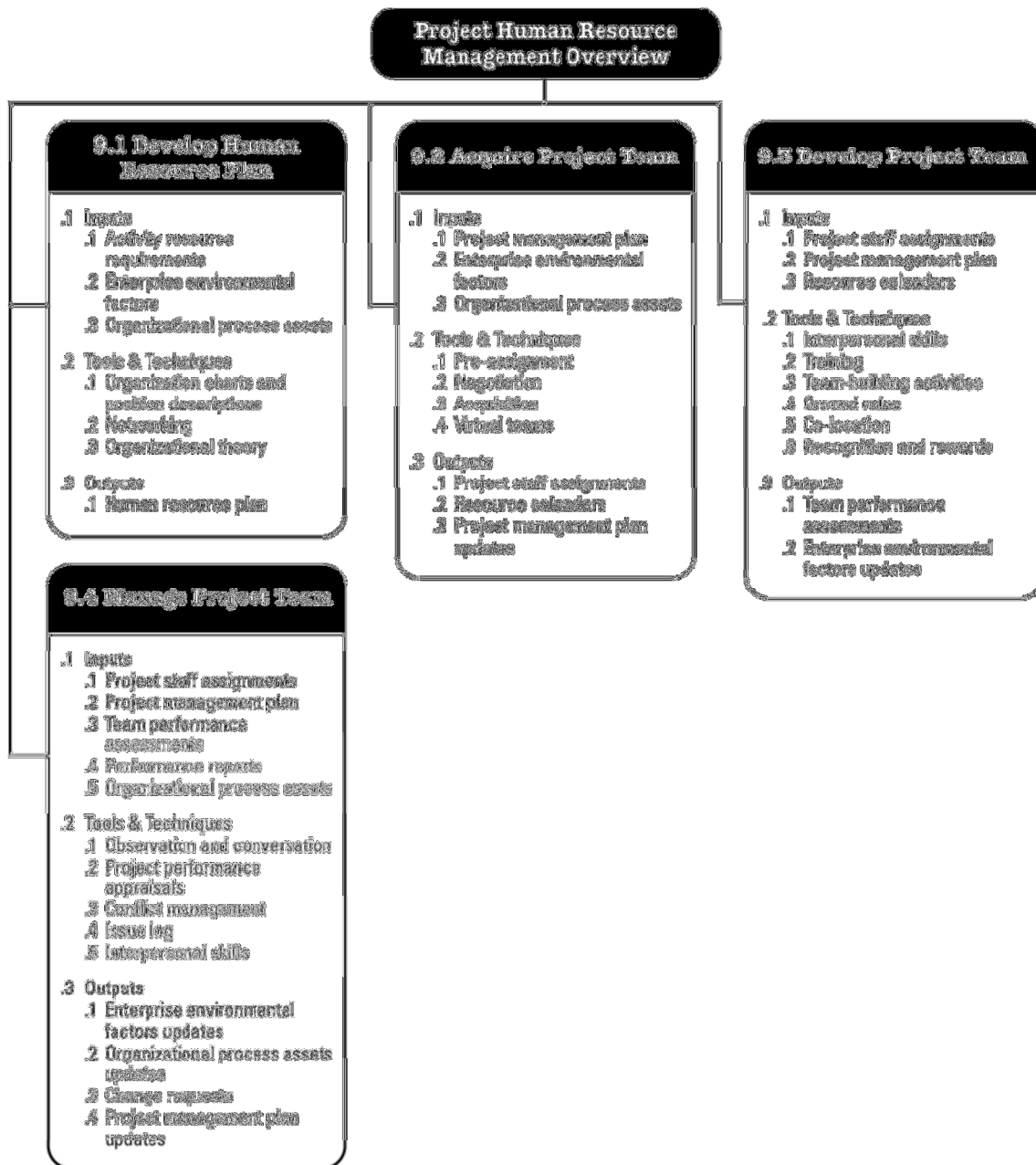
**ANEXO V: Gestión de la Calidad del Proyecto**



**Gráfico 8-1. Panorama General de la Gestión de la Calidad**

(5) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

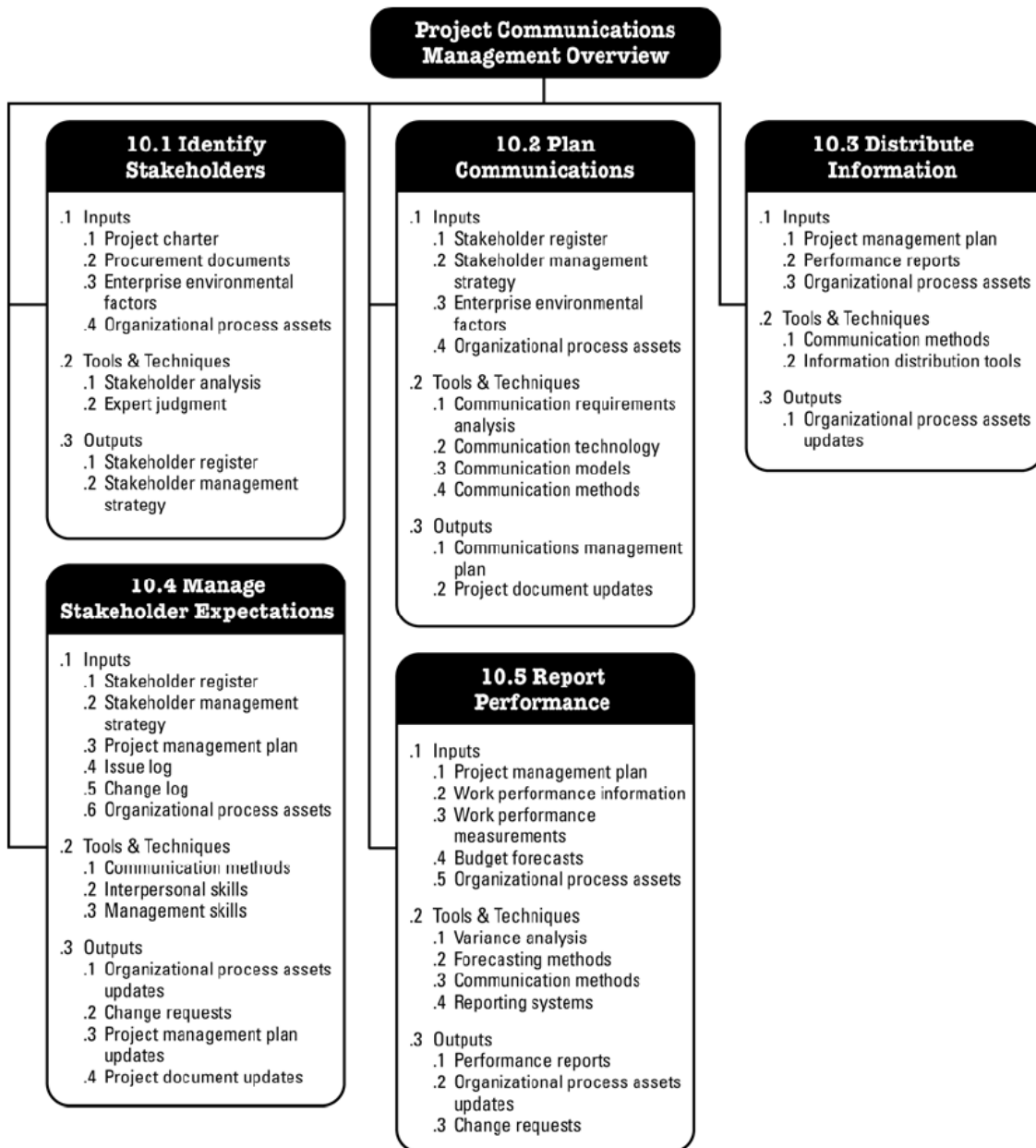
**ANEXO VI: Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto**



**Gráfico 9-1. Panorama General de la Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto**

(6) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO VII: Gestión de las Comunicaciones del Proyecto**



**Gráfico 10-1. Descripción General de la Gestión de las Comunicaciones del Proyecto**

(7) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO VIII: Gestión de los Riesgos del Proyecto**

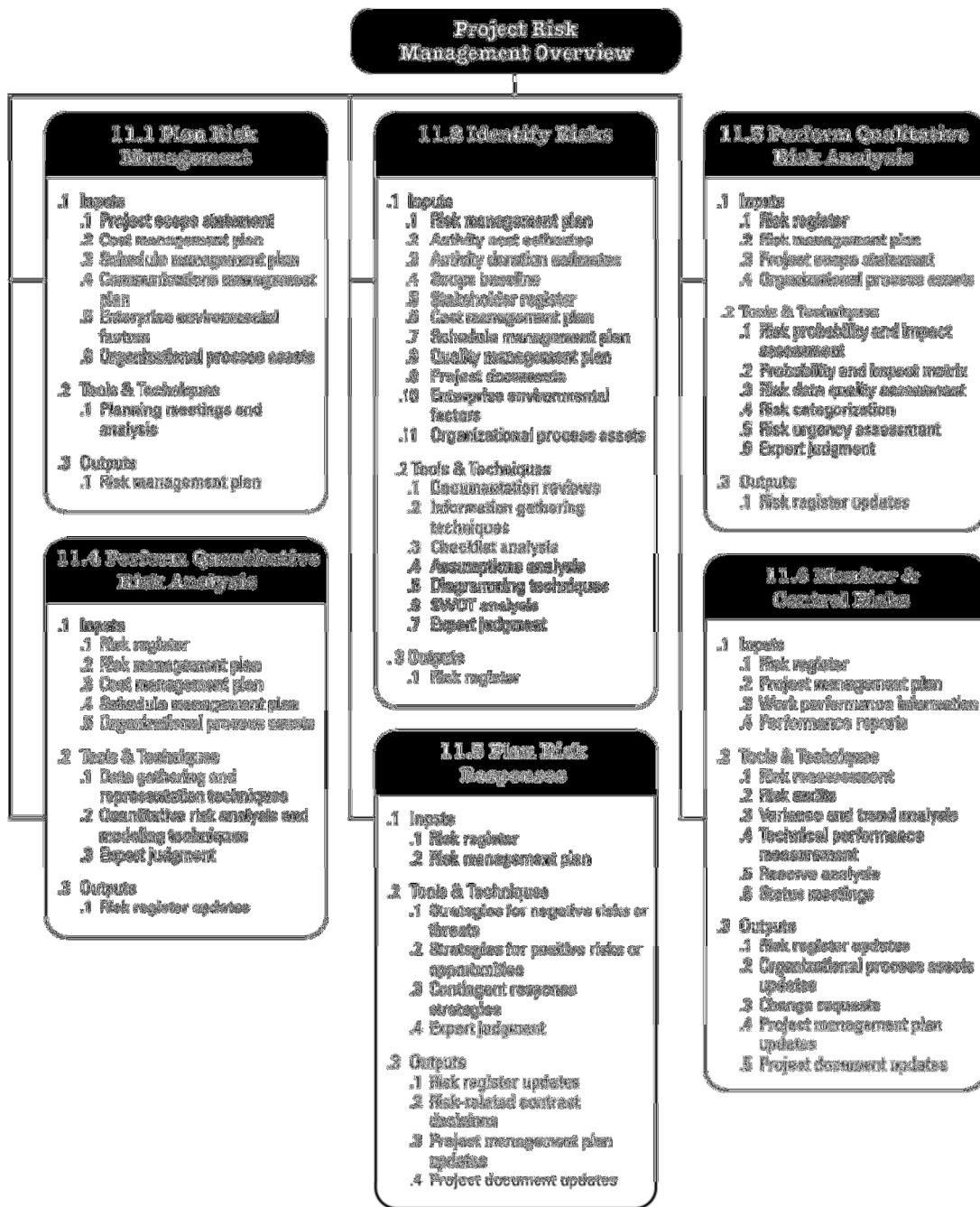
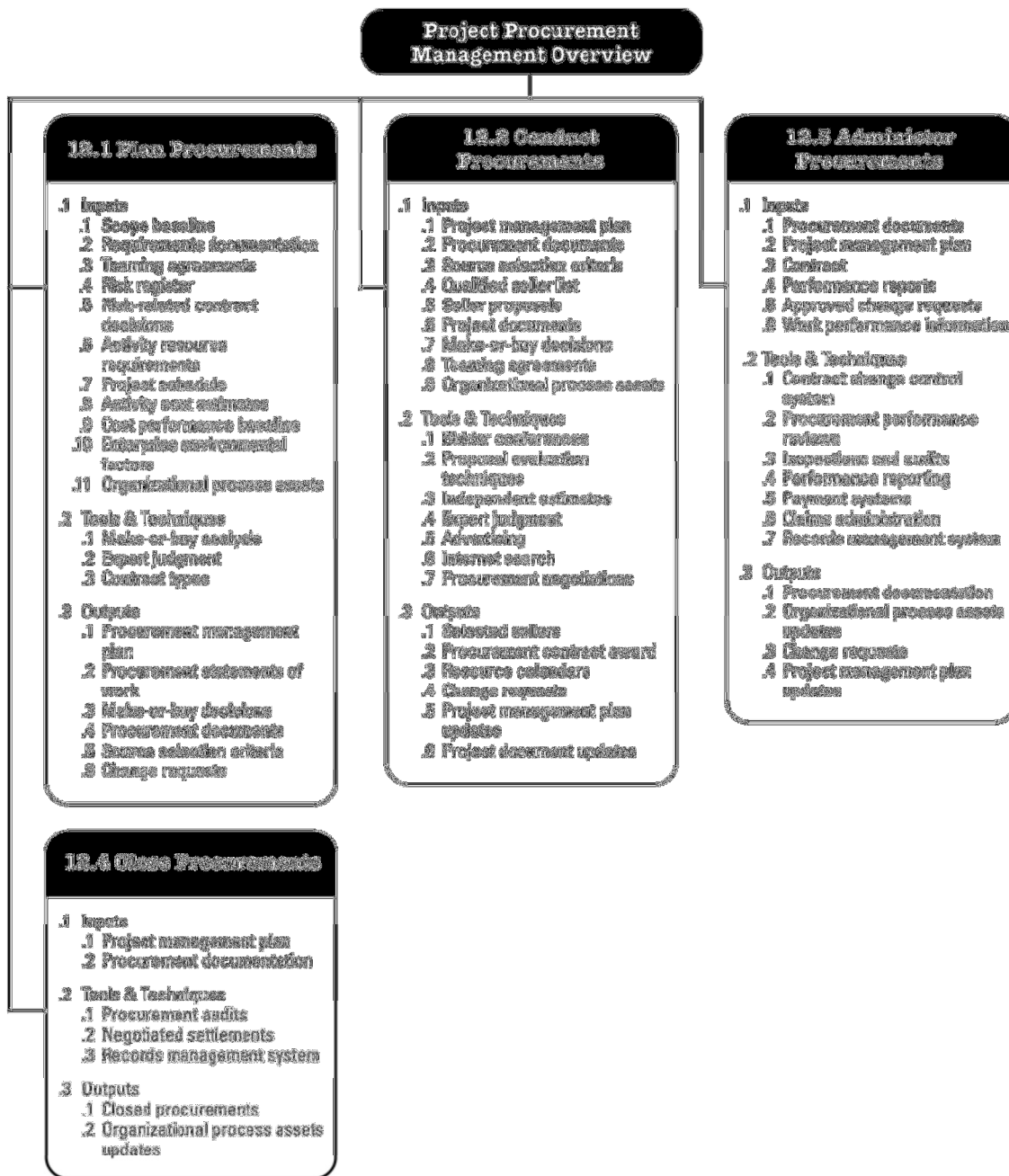


Gráfico 11-1. Descripción General de la Gestión de los Riesgos del Proyecto

(8) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.



**ANEXO IX: Gestión de las Adquisiciones del Proyecto**



**Gráfico 12-1. Descripción General de la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto**

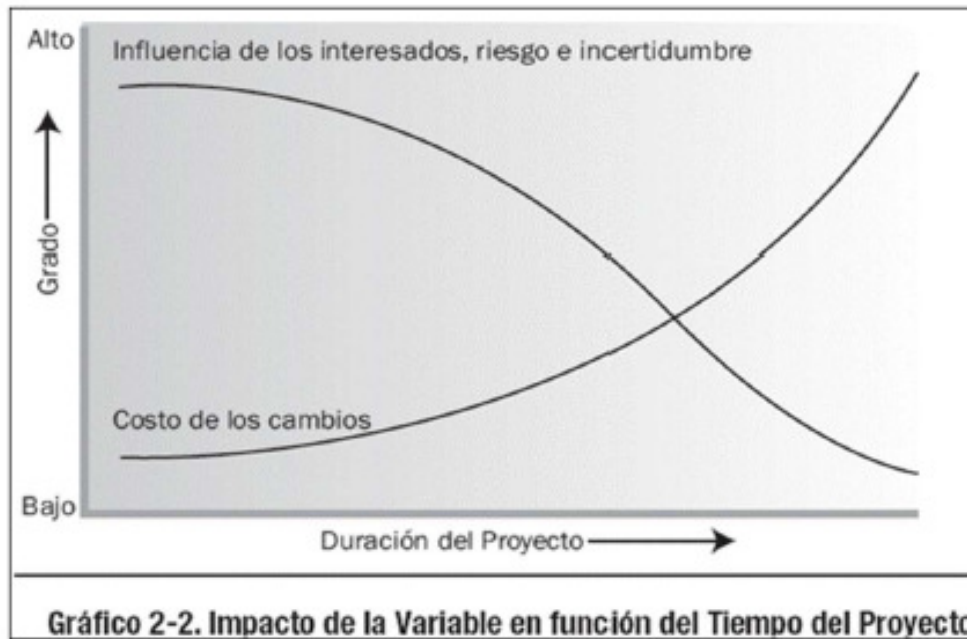
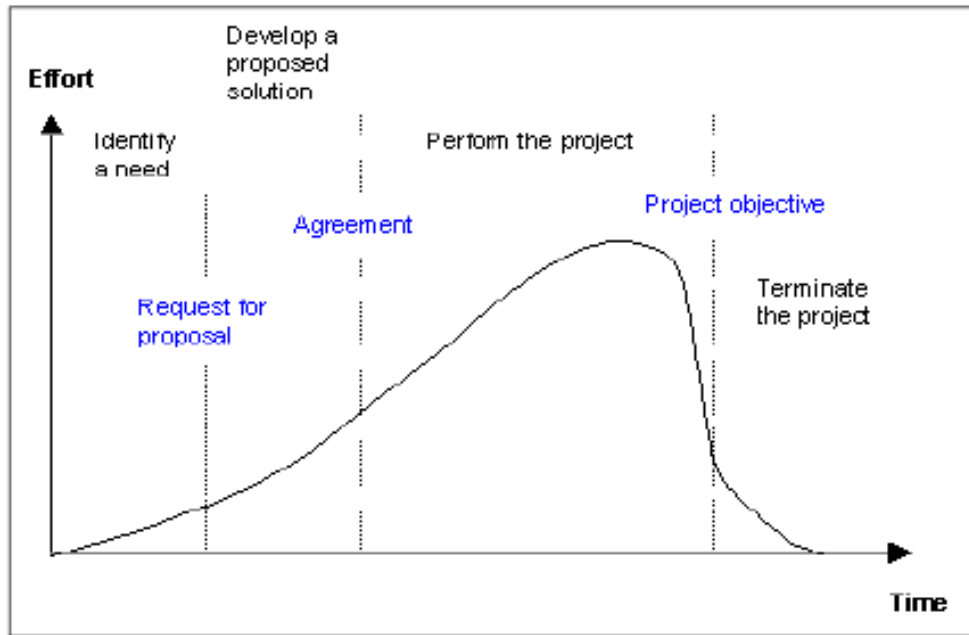
(9) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO X: Gestión de los interesados del Proyecto**



(10) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

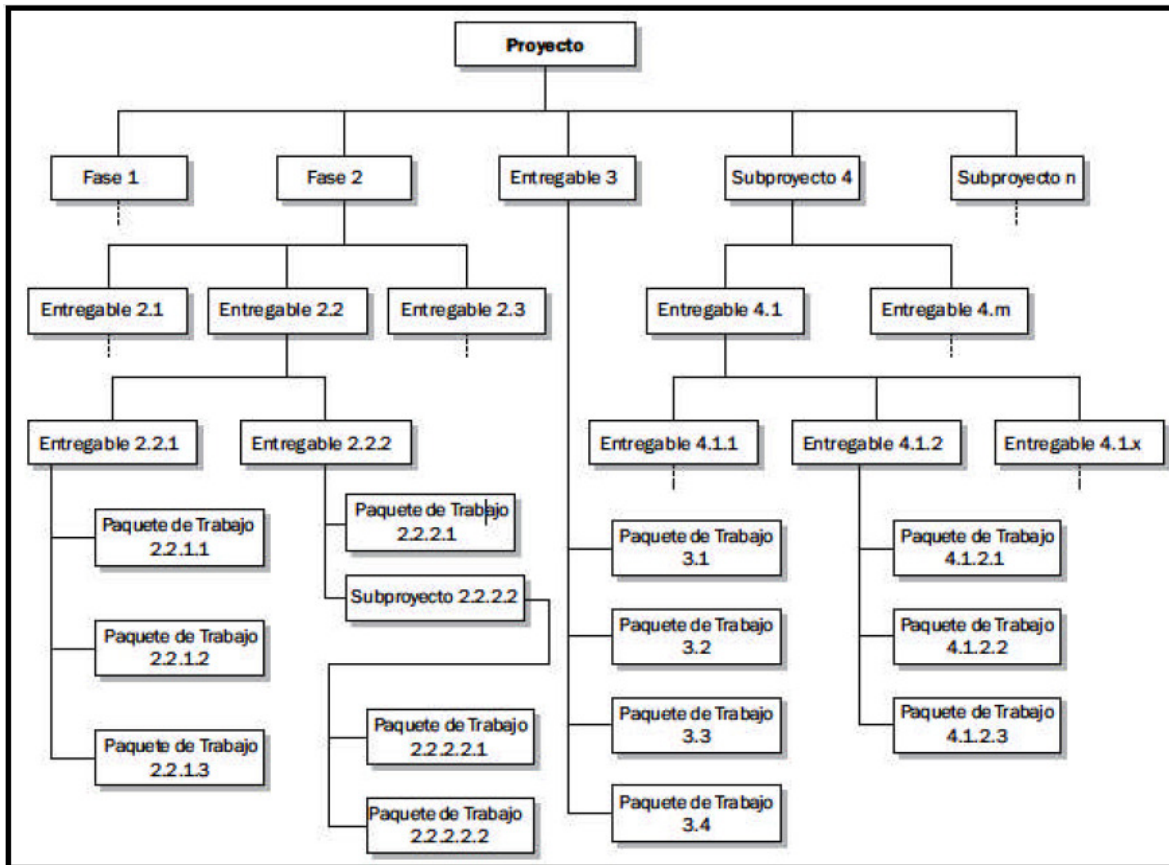
**ANEXO XI: Ciclo de Vida de un Proyecto**



**Gráfico 2-2. Impacto de la Variable en función del Tiempo del Proyecto**

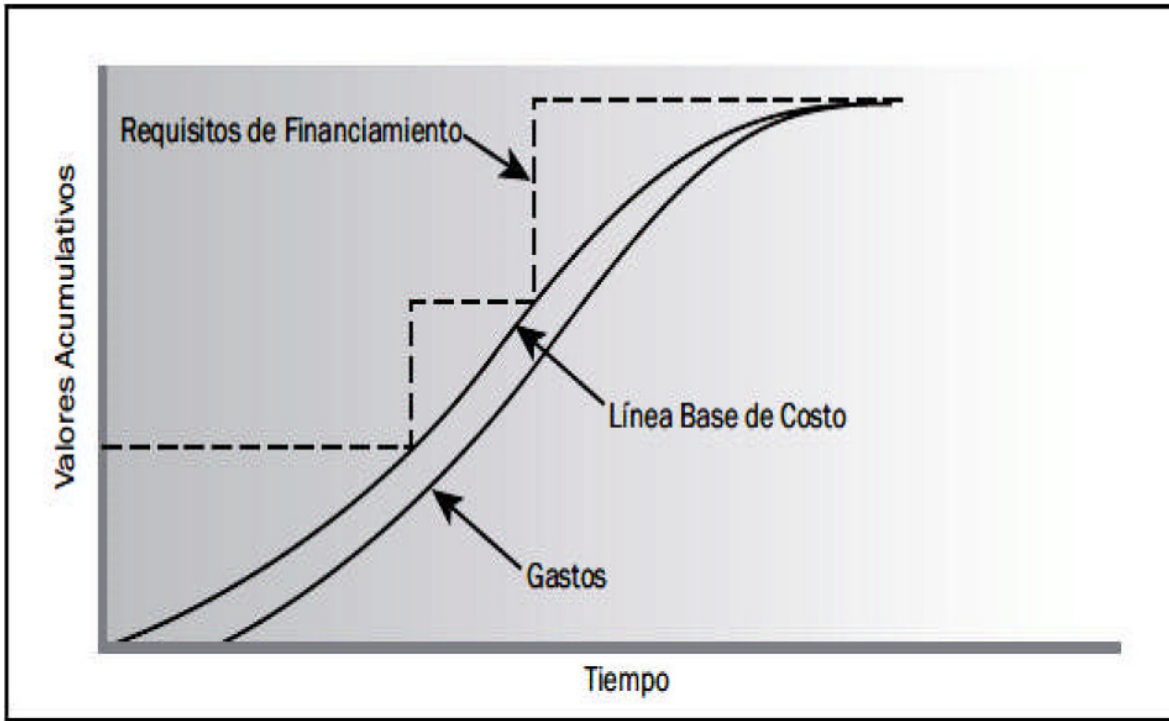
(11) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO XII: Estructura de desglose del trabajo (pág. 119 del PMBOK ed. 2013)**



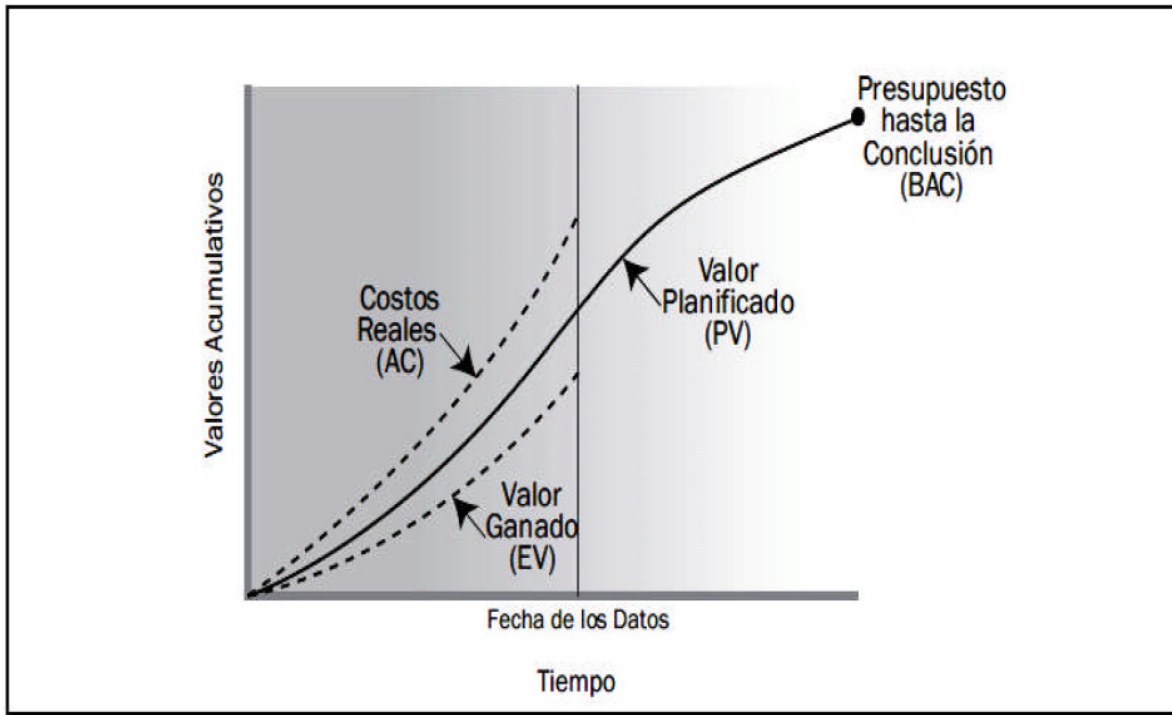
(12) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXOXIII: Línea base de costo, gastos y requisitos de financiamiento (pág. 178 del PMBOK ed. 2013)**



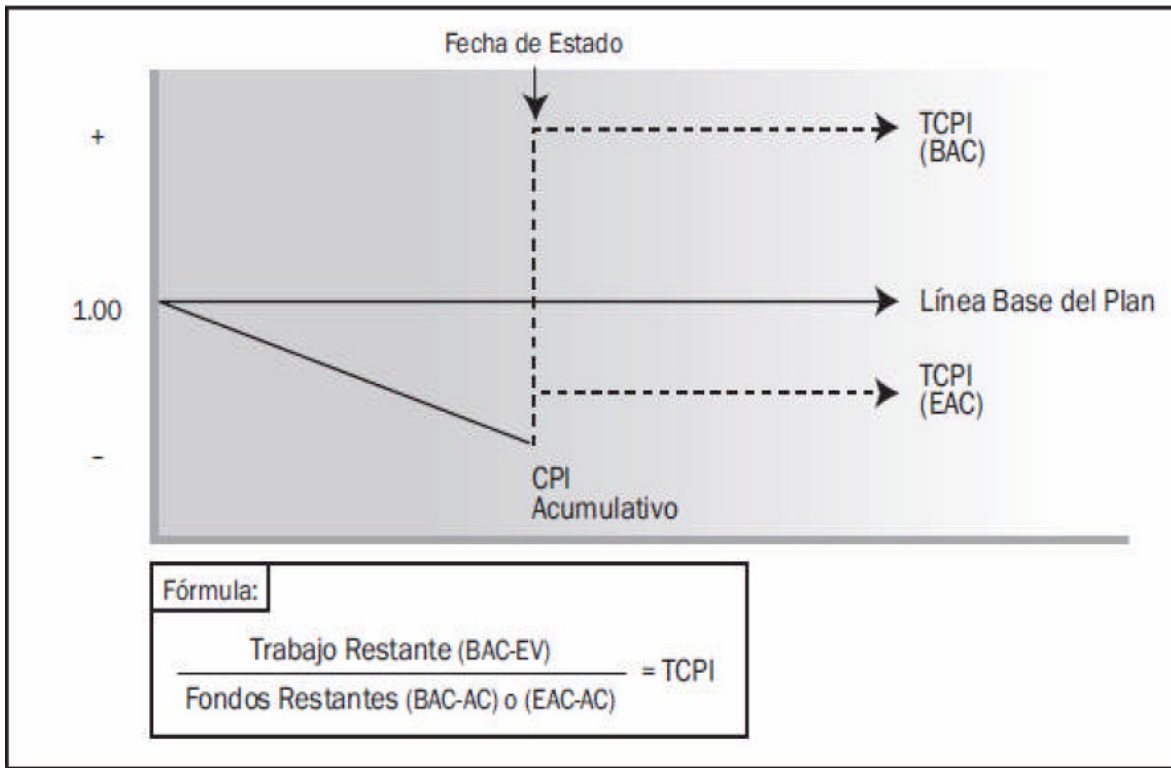
(13) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO XIV: Valor ganado, valor planificado y costo real (pág. 183 del PMBOK ed. 2013)**



(14) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

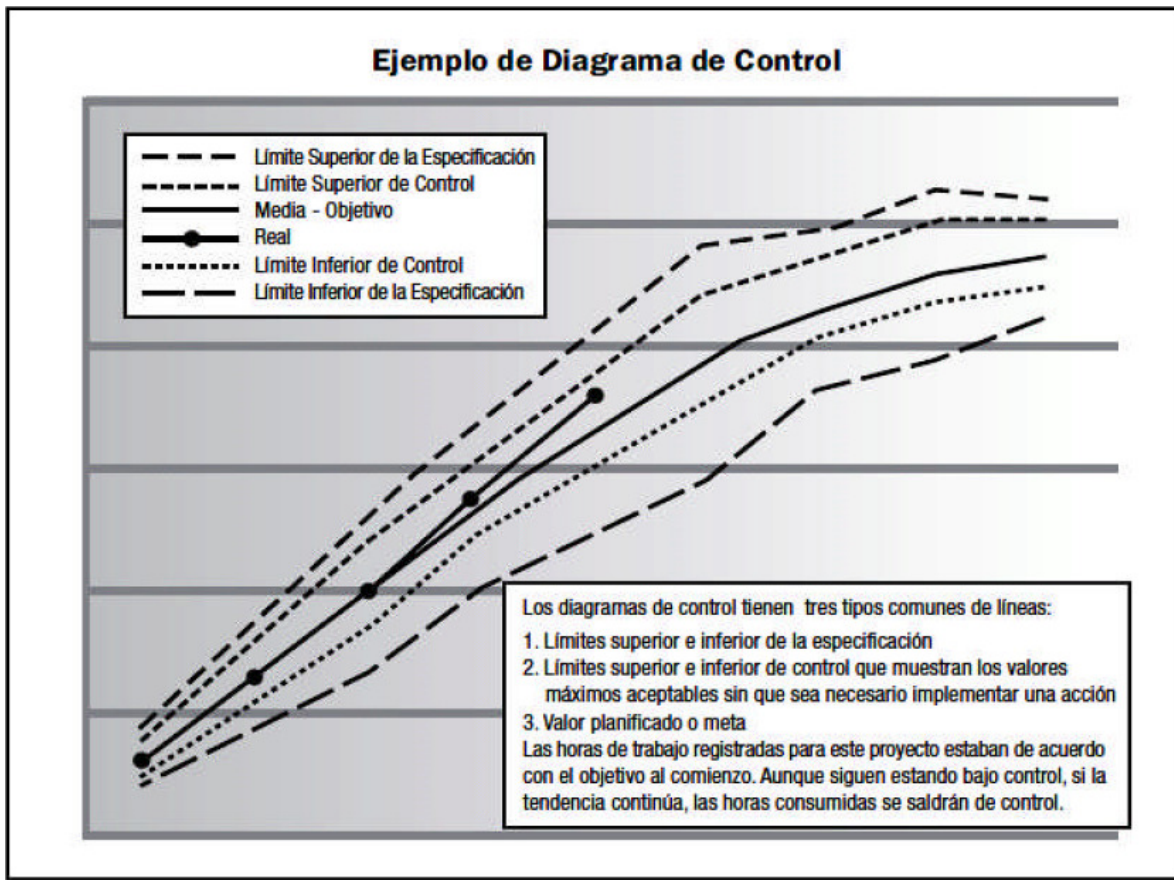
**ANEXO XV: Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI) (pág. 186 del PMBOK ed. 2013)**



(15) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.



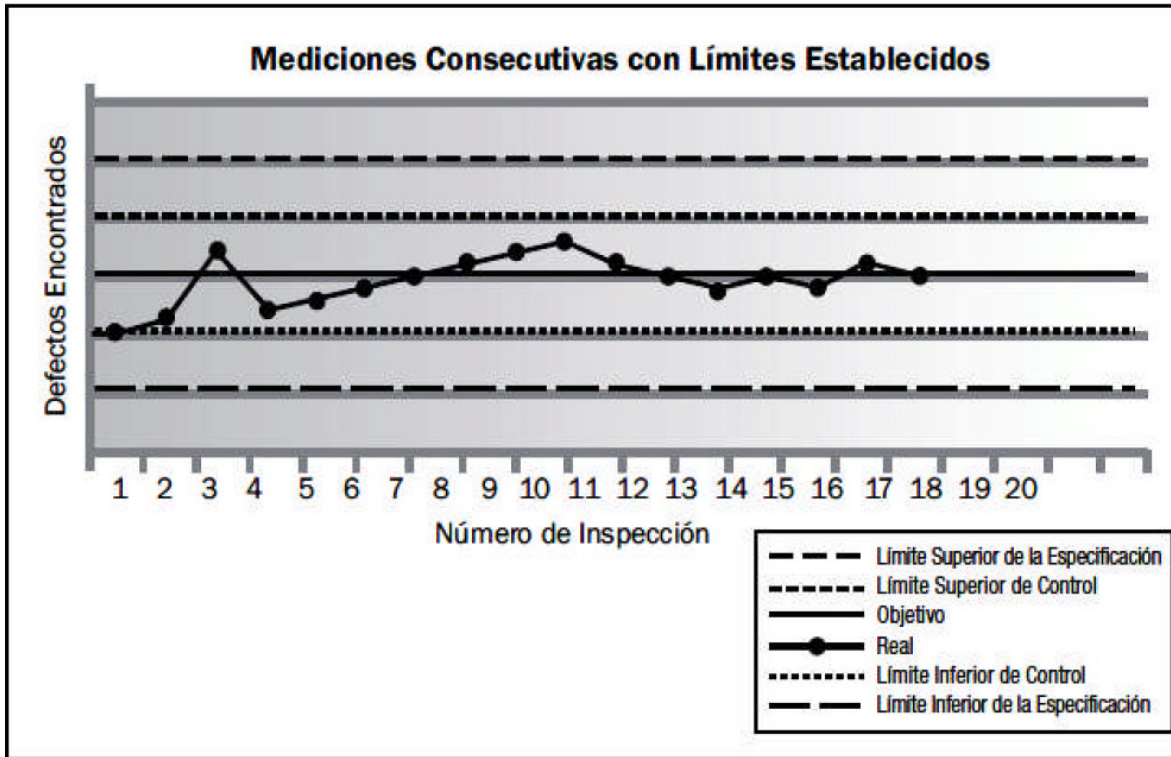
**ANEXO XVI: Ejemplo de diagrama de control (pág. 196 del PMBOK ed. 2013)**



(16) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

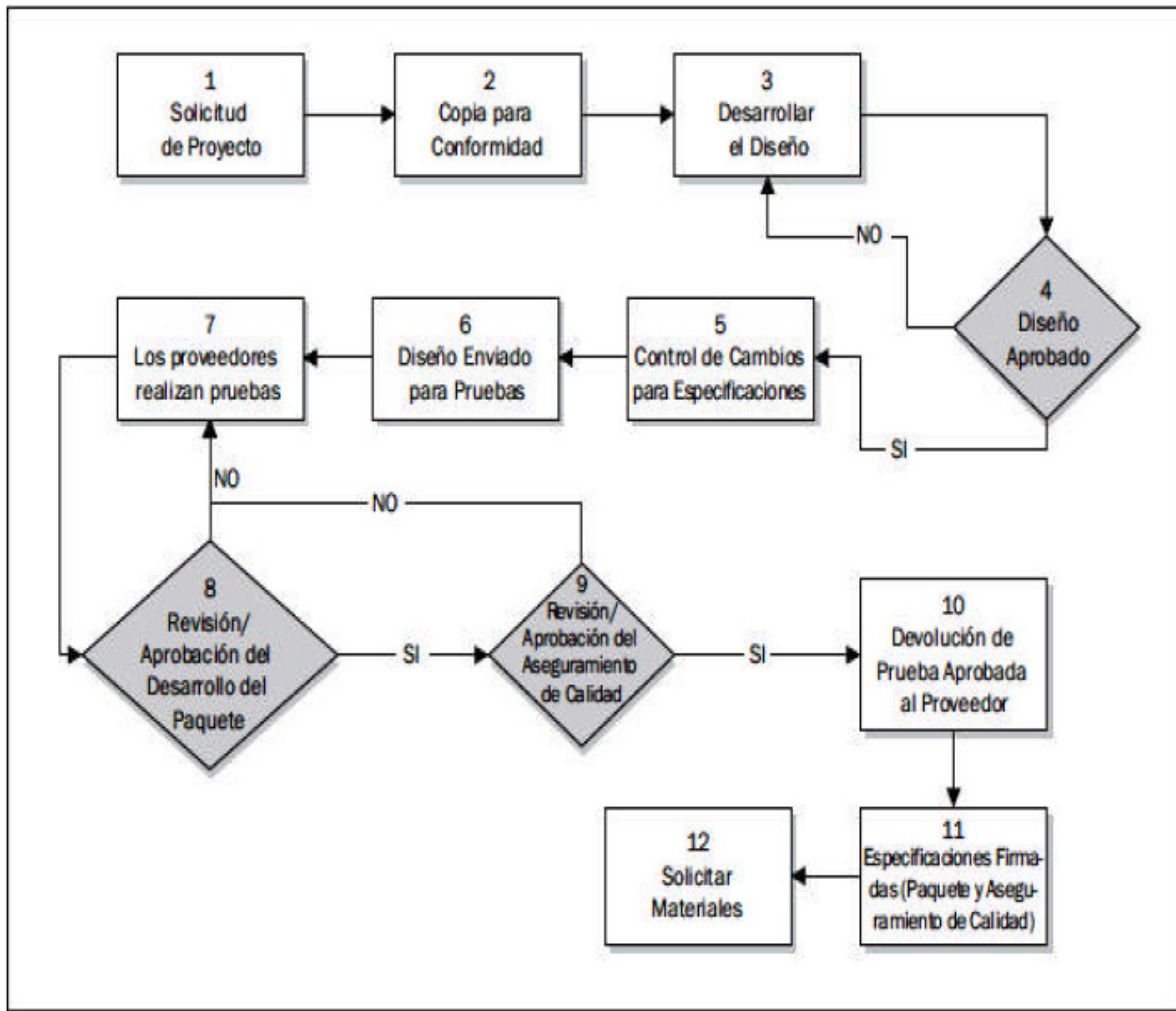


**ANEXO XVII: Diagrama de control con mediciones consecutivas (pág. 197 del PMBOK ed. 2013)**



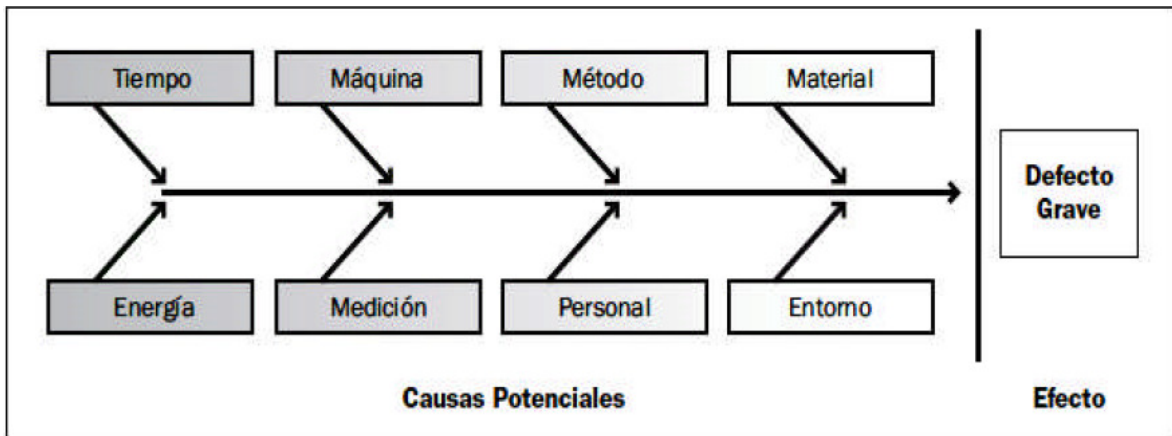
(17) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO XVIII: Diagrama de flujo de proceso (pág. 199 del PMBOK ed. 2013)**



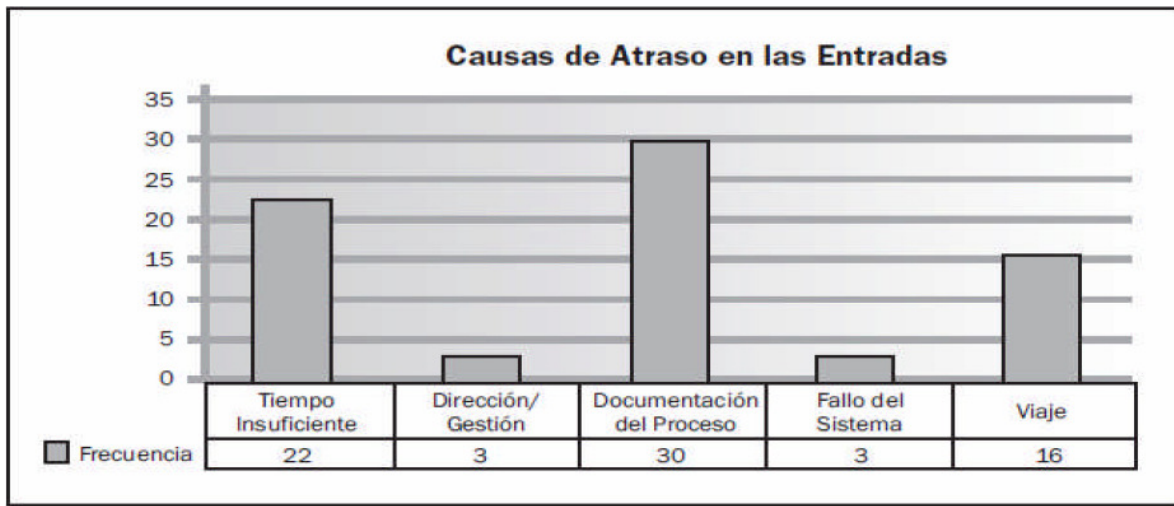
(18) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO XIX: Fuentes clásicas de problemas (pág. 209 del PMBOK ed. 2013)**



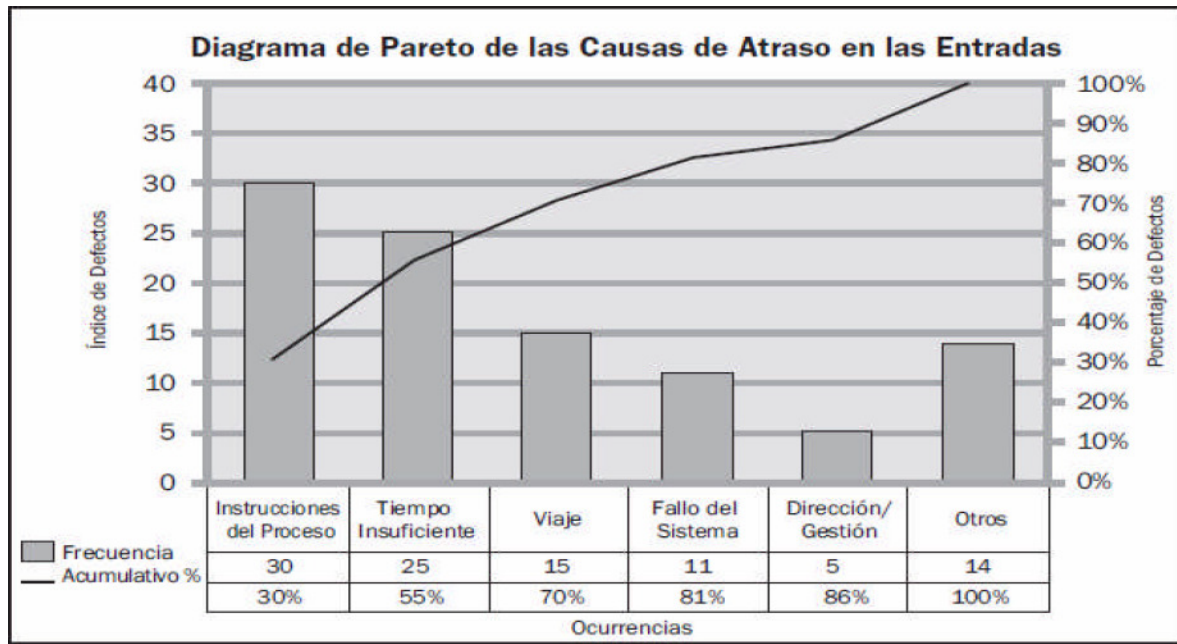
(19) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO XX: Histograma (pág. 210 del PMBOK ed. 2013)**



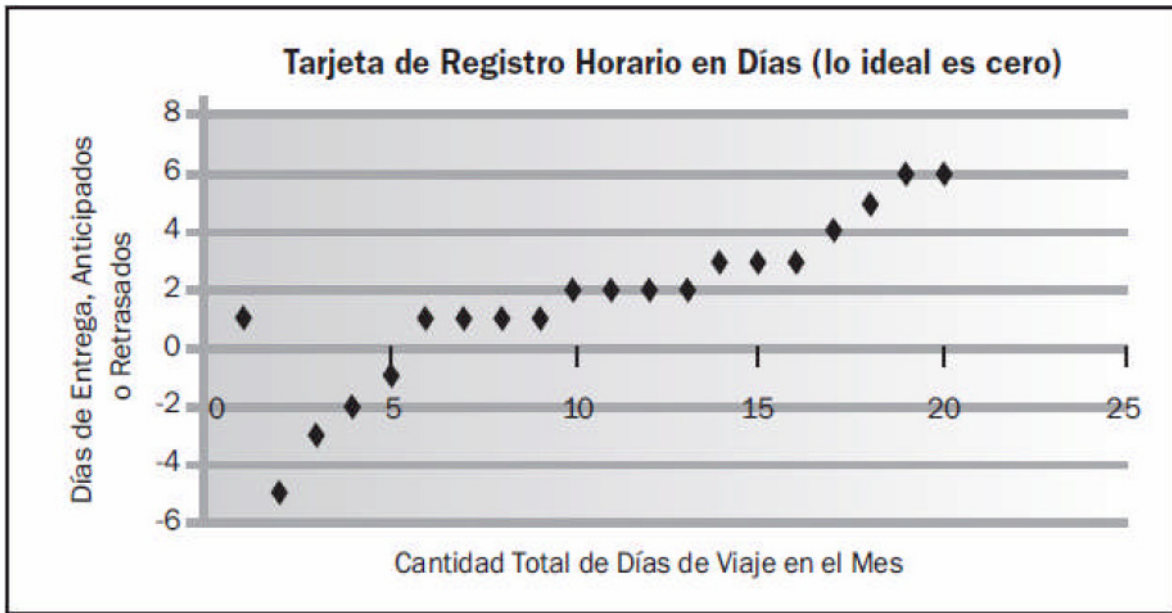
(20) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO XXI: Diagrama de Pareto (pág. 211 del PMBOK ed. 2013)**



(21) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

**ANEXO XXII: Diagrama de dispersión (pág. 178 del PMBOK ed. 2013)**



(22) Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., 2013.

---

## **ANEXO XXIII: RESULTADO OPERATIVO PROPUESTO COMO MEDIDA DE CONTROL DE GESTIÓN DE COSTOS**

El Resultado Operativo (RO) es una medida de control en el área de Gestión de Costos, el cual se presenta en el presente trabajo de investigación e involucra tanto los ingresos como los egresos del proyecto que se analiza. Este es un conjunto de hojas de cálculo en el cual se trata de agrupar en grupos denominados “fases” para así poder identificar oportunamente las mismas que puedan estar desfasándose de las líneas bases planificadas originalmente. Con el propósito de corregirlas y/o tomar medidas para poder conducir el proyecto hacia el éxito.

Dichas fases representan los grupos más representativos del proyecto. Para un proyecto similar al estudiado tendríamos las siguientes fases a controlar:

- FASE 01: Obras Provisionales
- FASE 02: obras Preliminares
- FASE 03: Transporte Vertical de Materiales y Andamios
- FASE 04: Movimiento de Tierras y Demolición
- FASE 05: Concreto
- FASE 06: Encofrado
- FASE 07: Acero
- FASE 08: Arquitectura
- FASE 09: Vidrios y Cristales
- FASE 10: Instalaciones Sanitarias
- FASE 11: Instalaciones Eléctricas
- FASE 12: Instalaciones Mecánicas
- FASE 13: Equipamiento
- FASE 14: Gastos Generales
- FASE 15: Prevención

Todas estas fases contemplan tanto los Costos Directos como los costos Indirectos del proyecto, con el fin de que entre en el cálculo absolutamente todos los parámetros involucrados en el desarrollo del mismo en sus diferentes etapas de desarrollo, como son iniciación, planificación, ejecución, control y monitoreo, y cierre.

Obteniéndose en la etapa de Planificación para el proyecto en estudio, en el RO-0 (Resultado Operativo de la Línea Base de Costo) un margen a favor de 2.23% comparando los ingresos vs egresos del proyecto, el cual representa S/.205,436.80 nuevos soles que equivale a \$953,226.75 pesos mexicanos.

Dicho margen se debe calcular mes a mes que se obtenga el resultado operativo correspondiente del proyecto, y de presentarse alguna variación negativa en alguna fase se debe informar al equipo de Gestión del Proyecto para tomar las medidas correctivas necesarias

A continuación se presenta la hoja Resumen Final de cálculo en que se basa el RO para su cálculo y control:

	PREVISIÓN TOTAL DE OBRA						DIFERENCIAS PARCIALES ACTUALES	DIFERENCIAS PARCIALES ANTERIOR
	PREVISTO ACTUAL (15/01/2012)		PREVISTO ANTERIOR		PREVISTO ORIGINAL			
	VENTA	COSTO	VENTA	COSTO	VENTA	COSTO		
OBRAS PROVISIONALES	219,461.10	259,227.38	219,461.10	259,227.38	219,461.10	259,227.38	-39,766.28	-39,766.28
	-18%		-18%		-18%			
OBRAS PRELIMINARES	85,985.82	89,609.21	85,985.82	89,609.21	85,985.82	89,609.21	-3,623.39	-3,623.39
	-4%		-4%		-4%			
TRANSPORTE VERTICAL DE MATERIALES Y ANDAMIOS	37,698.80	65,393.64	37,698.80	65,393.64	37,698.80	65,393.64	-27,694.84	-27,694.84
	-73%		-73%		-73%			
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIÓN	283,110.76	225,187.21	283,110.76	225,187.21	283,110.76	225,187.21	57,923.55	57,923.55
	20%		20%		20%			
CONCRETO	1,466,305.85	1,451,987.90	1,466,305.85	1,451,987.90	1,466,305.85	1,451,987.90	14,317.95	14,317.95
	1%		1%		1%			
ENCOFRADO	295,971.36	248,631.68	295,971.36	248,631.68	295,971.36	248,631.68	47,339.68	47,339.68
	16%		16%		16%			
ACERO	329,680.41	306,548.33	329,680.41	306,548.33	329,680.41	306,548.33	23,132.08	23,132.08
	7%		7%		7%			
ARQUITECTURA	1,423,451.12	1,427,161.67	1,423,451.12	1,427,161.67	1,423,451.12	1,427,161.67	-3,710.55	-3,710.55



	0%		0%		0%			
	130,570.64	130,570.64	130,570.64	130,570.64	130,570.64	130,570.64	0.00	0.00
VIDRIOS Y CRISTALES	0%		0%		0%			
	610,003.97	581,949.59	610,003.97	581,949.59	610,003.97	581,949.59	28,054.38	28,054.38
INSTALACIONES SANITARIAS	5%		5%		5%			
	1,982,887.00	1,879,523.75	1,982,887.00	1,879,523.75	1,982,887.00	1,879,523.75	103,363.25	103,363.25
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	5%		5%		5%			
INSTALACIONES MECÁNICAS (EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO)	863,575.08	846,985.69	863,575.08	846,985.69	863,575.07	846,985.69	16,589.39	16,589.39
	2%		2%		2%			
	892,659.35	736,619.74	892,659.35	736,619.74	892,659.35	736,619.74	156,039.61	156,039.61
EQUIPAMIENTO	17%		17%		17%			
	578,608.17	742,328.02	578,608.17	742,328.02	578,608.17	742,328.02	-163,719.85	-163,719.85
GASTOS GENERALES	-28%		-28%		-28%			
	21,391.83	24,200.00	21,391.83	24,200.00	21,391.83	24,200.00	-2,808.17	-2,808.17
PREVENCIÓN	-13%		-13%		-13%			

<b>SOBREMARGEN (COSTO DIRECTO Y GG)</b>	S/. 9,221,361.25	S/. 9,015,924.45	S/. 9,221,361.25	S/. 9,015,924.45	S/. 9,221,361.24	S/. 9,015,924.45
	2.23%	S/. 205,436.80	2.23%	S/. 205,436.81	2.23%	S/. 205,436.80

<b>UTILIDAD CONTRACTUAL (4%)</b>	<b>344,854.45</b>
----------------------------------	-------------------

<b>SUB TOTAL OBRA</b>	<b>9,566,215.69</b>
<b>IGV% 18</b>	<b>1,721,918.82</b>

<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>11,288,134.52</b>
----------------------	----------------------

La hoja Resumen presentada del RO está basada en el cálculo previo de las hojas Costo y Venta que se analizan y controlan por separado del proyecto. Así podemos calcular Diferencias Parciales Actuales de cada fase y compararlas con las que se obtuvieron el mes anterior. De encontrarse algún desfase con respecto a la línea base Costo planificada inicialmente se evaluará y tomara las medidas correctivas.

La hoja Venta que se utiliza para el Cálculo del RO mensual para la Fase Movimiento de Tierras es tal como se presenta a continuación. Donde se “fasea” el presupuesto venta (adjudicado con el cliente) con las actividades correspondientes únicamente a esta fase en estudio y se realiza la proyección en que se ejecutaran y cobraran respectivamente de acuerdo a nuestro cronograma perteneciente a la línea base Tiempo (Flujo de Caja). De esta manera se obtiene todos los ingresos correspondientes al proyecto.

**VENTA FASE 0004: MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIÓN**

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	TOTAL	ACUM. ANT.	PRESENTE MES		ACUM. ene-12	PROYECCIONES				TOTAL S/.
							PREV	REAL		Mes 1 feb-12	Mes 2 mar-12	Mes 3 abr-12	Mes 4 may-12	
	<b>ESTRUCTURAS</b>													
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>													
	EXCAVACIONES MASIVAS	m3	1,393.54	3.64	5,072.49	0.00	0.00	0.00	0.00	2,536.24	2,536.24	-	-	5,072.49
	EXCAVACIONES PARA CIMENTACION	m3	559.11	10.85	6,066.34	0.00	0.00	0.00	0.00	-	6,066.34	-	-	6,066.34
	RELLENO Y COMPACTACION C/MATERIAL PRESTAMO	m3	294.41	42.27	12,444.71	0.00	0.00	0.00	0.00	6,222.36	6,222.36	-	-	12,444.71
	PERFILADO MANUAL DE ZAPATAS	m2	180.20	5.01	902.80	0.00	0.00	0.00	0.00		902.80	-	-	902.80
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,486.41	17.59	43,735.95	0.00	0.00	0.00	0.00	21,867.98	21,867.98	-	-	43,735.95
	<b>SUBESTACION</b>													
	EXCAVACIONES PARA CIMENTACION	m3	438.33	10.85	4,755.88	0.00	0.00	0.00	0.00	2,377.94	2,377.94	-	-	4,755.88

	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	569.83	17.59	10,023.31	0.00	0.00	0.00	0.00	-	10,023.31	-	-	10,023.31
	<b>PARTIDAS COMPLEMENTARIAS</b>													
	MOVIMIENTO DE TIERRAS													
	EXCAVACION LOCALIZADA EN CALZADURA	m3	72.83	28.63	2,085.12	0.00	0.00	0.00	0.00	-	2,085.12	-	-	2,085.12
	CONFORMACIÓN Y COMPACTACION DE BASE	m3	218.33	48.53	10,595.55	0.00	0.00	0.00	0.00	5,297.78	5,297.78	-	-	10,595.55
	RELLENO MASIVO CON MATERIAL DE PRESTAM	m3	3,719.11	48.53	180,488.41	0.00	0.00	0.00	0.00	90,244.20	90,244.20	-	-	180,488.41
	ACARREO DE MATERIAL EXCAVADO	m3	94.68	5.93	561.45	0.00	0.00	0.00	0.00	280.73	280.73	-	-	561.45
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	94.68	17.59	1,665.42	0.00	0.00	0.00	0.00	-	1,665.42	-	-	1,665.42
	OBRAS DE CERCO EN FACHADA													
	CONCRETO CICLOPEO 1:10 + 30% P.G. EN CIMIENTO	m3	20.02	200.80	4,020.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-	4,020.02	-	-	4,020.02
	CONCRETO CICLOPEO 1:10 + 25% P.M. EN SOBRECIMENTOS	m3	3.75	184.88	693.30	0.00	0.00	0.00	0.00	-	693.30	-	-	693.30
	<b>TOTAL</b>				<b>S/. 283,110.76</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 128,827.22</b>	<b>S/. 154,283.54</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 283,110.76</b>

Del mismo modo se realiza el cálculo para la hoja Costo del RO mensual para la Fase Movimiento de Tierras tal como se presenta a continuación. La diferencia es que en la presente hoja se colocan todos los costos involucrados en la fase en estudio y referidos al proyecto, considerando incluso las partidas contempladas en el presupuesto venta o incluso aquellas que no se nos pagaran pero que serán necesarias ejecutar como resultado de los procesos productivos. Esta hoja contempla tanto costos adjudicados mediante ordenes de trabajo y los costos proyectados o por adjudicar que se presentaran a lo largo del proyecto.

**COSTO FASE 0004: MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIÓN**

<b>FASE 0004: MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIÓN</b>		<b>225,187.21</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>		
	SUBCONTRATADO	0.00
	POR CONTRATAR	225187.21
	VALORIACION ANTERIOR	0.00
	VALORIZADO ACTUAL	
<b>MATERIALES</b>		
	COMPRADO	0.00
	POR COMPRAR	0.00
	VALORIZACION ANTERIOR	0.00
	VALORIZADO ACTUAL	
<b>MANO DE OBRA</b>		
	CONTRATADO	0.00
	POR CONTRATAR	0.00
	VALORIZACION ANTERIOR	0.00
	VALORIZACION ACTUAL	
<b>EQUIPOS</b>		
	CONTRATADO	0.00
	POR CONTRATAR	0.00
	VALORIZACION ANTERIOR	
	VALORIZACION ACTUAL	
<b>SALDO POR VALORIZAR</b>		<b>225187.21</b>

RO	DESCRIPCION	OT	UND	CANT	P.U	COSTO	SALDO
<b>RO-0</b>	<b>CONTRATADO</b>					<b>S/. 0.00</b>	
				<b>1.00</b>		<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 0.00</b>
	<b>VALORIZACIONES</b>					<b>S/. 0.00</b>	
	VALORIZACION 1		GLB	1.00	S/. -	<b>S/. 0.00</b>	
	VALORIZACION 2		GLB	1.00	S/. -	<b>S/. 0.00</b>	
	VALORIZACION 3		GLB	1.00			
	VALORIZACION 4		GLB	1.00			
	VALORIZACION 5		GLB	1.00			
	VALORIZACION 6		GLB	1.00			
	VALORIZACION 7		GLB	1.00			
	VALORIZACION 8		GLB	1.00			
	VALORIZACION 9		GLB	1.00			
	VALORIZACION 10		GLB	1.00			
	VALORIZACION 11		GLB	1.00			
	VALORIZACION 12		GLB	1.00			
	VALORIZACION 13		GLB	1.00			
	<b>DEDUCTIVO POR TRABAJOS NO REALIZADOS</b>					<b>S/. 0.00</b>	
	DEDUCTIVO 1		GLB	1.00	S/. -	<b>S/. 0.00</b>	
	DEDUCTIVO 2		GLB	1.00	S/. -	<b>S/. 0.00</b>	
	DEDUCTIVO 3		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 4		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 5		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 6		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 7		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 8		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 9		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 10		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 11		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 12		GLB	1.00			
	DEDUCTIVO 13		GLB	1.00			









	<b>MATERIALES</b>					<b>S/. 0.00</b>	
	<b>EQUIPOS</b>					<b>S/. 0.00</b>	
	<b>SUBCONTRATOS</b>					<b>S/. 225,187.21</b>	
	Demolición, excavación masiva, compactación, relleno, acarreo y eliminación. <b>ADJUDICADO</b> BERNAOLA	glb		1.00	S/. 175,824.07	S/. 175,824.07	
	<b>POR ADJUDICAR</b>						
	EXCAVACIONES PARA CIMENTACION	glb		1.00	S/. 6,066.34	S/. 6,066.34	
	PERFILADO MANUAL DE ZAPATAS	glb		1.00	S/. 902.80	S/. 902.80	
	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE	glb		1.00	S/. 10,595.55	S/. 10,595.55	
	EXCAVACION LOCALIZADA EN CALZADURA	glb		1.00	S/. 2,085.12	S/. 2,085.12	
	OBRAS DE CERCO EN FACHADA	glb		1.00	S/. 4,713.32	S/. 4,713.32	
	<b>IMPREVISTOS</b>						
	Deductivo posible por cambio de planos y diferencia cotas.	glb		1.00	S/. 15,000.00	S/. 15,000.00	
	Imprevistos propios de obra	glb		1.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	
	Daños a terceros LOS PORTALES (control de polvo )	glb		1.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	

De esta manera se puede controlar en forma más detallada partidas de un presupuesto muy extenso, para no perder de vista ningún costo o egreso propio o relacionado con el proyecto. Todos estos costos por fases y los ingresos del presupuesto venta son vinculados a la hoja resumen del RO para así obtener las diferencias parciales actuales y el respectivo margen del presente mes.

Para el proyecto en estudio se obtuvo un margen del 20% positivo para la fase 004, lo cual nos indica que a pesar de existir imprevistos cargados a esta fase y que no se cobraran en el presupuesto venta como daño a terceros propios del proceso constructivo, la fase presenta una sobreutilidad.

ANEXO XXIV: CRONOGRAMA CONTRACTUAL DEL PROYECTO

