



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS APLICANDO EL
ENFOQUE *LEAN CONSTRUCTION* (ANÁLISIS DE UN CASO)**

Gabriela María Marroquín Alvarado

Asesorada por el Ing. Jorge Alberto Martínez Cruz

Guatemala, agosto de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS APLICANDO EL
ENFOQUE *LEAN CONSTRUCTION* (ANÁLISIS DE UN CASO)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

GABRIELA MARÍA MARROQUÍN ALVARADO

ASESORADA POR EL ING. JORGE ALBERTO MARTINEZ CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

Guatemala, agosto de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgén Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Claudio Cesar Castañón Contreras
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADOR	ing. José Mauricio Arriola Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS APLICANDO EL ENFOQUE *LEAN CONSTRUCTION* (ANÁLISIS DE UN CASO)

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 9 de marzo de 2016.

Gabriela María Marroquín Alvarado

Guatemala, 5 de Septiembre 2016

Ingeniero
Guillermo Melini
Jefe de área de planeamiento
Facultad de ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Le dirijo la presente para informarle que el proceso de asesoría para la presentación del trabajo de graduación titulado **"PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS APLICANDO EL ENFOQUE LEAN CONSTRUCTION (ANÁLISIS DE UN CASO)**, presentado por la estudiante Gabriela María Marroquín Alvarado, con numero de carnet 2012- 13115, fue concluido satisfactoriamente, lo que hago de su conocimiento para que se sirva continuar con el proceso de revisión.

Atentamente


Jorge Alberto Martínez Cruz
Ingeniero Civil
Colegiado 9459
Jorge Martínez
Ingeniero
Colegiado 9459
Jorge Martínez
Ingeniero civil
Col.9459



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 01 de febrero de 2017

Ingeniero
 Hugo Leonel Montenegro Franco
 Director Escuela Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS APLICANDO EL ENFOQUE LEAN CONSTRUCTION (ANÁLISIS DE UN CASO)**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Gabriela María Marroquín Alvarado, quien contó con la asesoría del Ing. Jorge Alberto Martínez Cruz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Guillermo Melini

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero
 Jefe Del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 PLANEAMIENTO
USAC

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



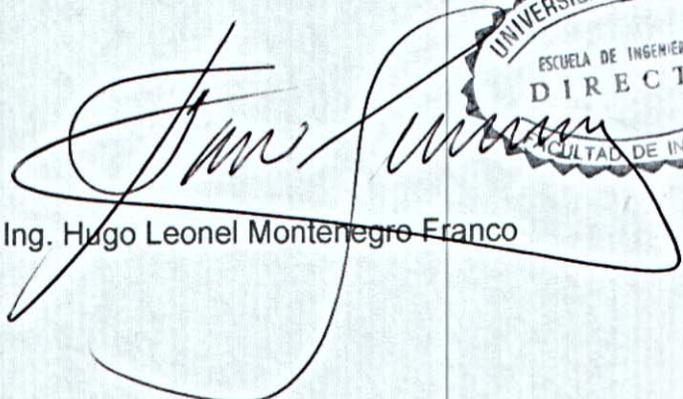
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Jorge Alberto Martínez Cruz y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación de la estudiante Gabriela María Marroquín Alvarado PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS APLICANDO EL ENFOQUE LEAN CONSTRUCTION (ANÁLISIS DE UN CASO) da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, julio 2017

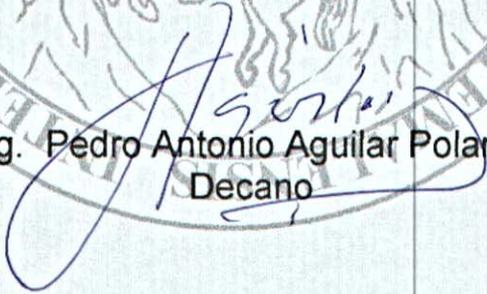
/mrm.





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS APLICANDO EL ENFOQUE LEAN CONSTRUCTION (ANÁLISIS DE UN CASO)**, presentado por la estudiante universitaria: **Gabriela María Marroquín Alvarado**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, agosto de 2017



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi fortaleza y guía en los momentos más importantes.
- Mis padres** María Aracely Alvarado Cardona y Fernando Salvador Marroquín Herrera, pilares de mi vida, por ser la guía en el camino hacia alcanzar mis metas y por brindarme amor incondicional.
- Mi hermana** Jenny Marroquín, por ser mi compañera de vida y apoyarme incondicionalmente, que este triunfo te sirva de inspiración.
- Mis hermanos** Daniel y Billy Marroquín Alvarado. Por ser un ejemplo por seguir y ser fuente de inspiración y motivación para alcanzar mis metas.
- Mis abuelos** Que me han brindado su apoyo y compartido su sabiduría.
- Mi familia** Por ser una importante influencia en mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala Templo del saber, por actuar como impulsadora y motor de mis sueños.

Facultad de Ingeniería Por inculcarme el significado de pertenencia y amor a la patria.

Los profesores de la Facultad Por ser parte esencial en mi formación académica.

Ing. Jorge Martínez Por su dedicación en asesorar este trabajo.

Mis amigos de la Facultad Por su amistad sincera y compartir momentos inolvidables, durante este proceso, en especial a Kristel Rosales, Ingrid Suriano, Norma Calo, Héctor Santisteban, Anselmo Mactzul, Daniel Pontaza y Nery Moreno.

Rodio Swissboring Por abrirme sus puertas y permitirme aprender de la ingeniería de subsuelo.

A todos los que han contribuido de alguna manera a la culminación de este proceso.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. <i>LEAN CONSTRUCTION</i> (CONSTRUCCIÓN ESBELTA).....	1
1.1. Principios.....	3
1.1.1 Enfoque al valor agregado.....	3
1.1.2 Flujo de actividades	4
1.1.3 Sistema Pull de inventarios.....	6
1.1.4 Estandarización de procesos.....	6
1.1.5 Involucramiento de los participantes.....	7
1.1.6 Capacitación	7
1.2. Modelo tradicional vrs <i>Lean Construction</i>	8
1.3. Dificultades en la implementación de <i>Lean Construction</i>	11
1.4. Beneficios de <i>Lean Construction</i>	16
2. ORGANIZACIÓN Y PLANEAMIENTO	21
2.1. Organización de la empresa.....	21
2.1.1. Organización por área	22
2.1.2. Organización matricial	23
2.2. Organización en obra	24
2.2.1. Cargos y funciones	24

2.3.	Planeamiento	30
2.3.1.	Estratégico	30
2.3.2.	Táctico.....	32
2.3.3.	Operativo.....	33
2.3.4.	De contingencia.....	33
2.4.	Estandarización de actividades a través de la planificación.....	34
2.4.1.	Descomposición del trabajo (EDT) o <i>Work breackdown structure (WBS)</i>	36
2.4.2.	Distribución de la planta (<i>Layout plant</i>)	38
2.4.3.	Planificación intermedia o <i>look ahead planning (LAP)</i>	41
2.5.	Metodologías de planificación y programación de actividades y recursos.....	43
2.5.1.	Diagrama de Gantt	44
2.5.2.	CPM con método de flechas	45
2.5.3.	Asignación de tiempo a actividades PERT	47
2.5.4.	Holguras y ruta crítica	51
2.5.5.	Programación de recurso	52
2.5.6.	Nivelación de recursos	56
3.	CONTROL DE AVANCE FÍSICO Y CONTROL DE CALIDAD.....	61
3.1.	Control y monitoreo de avance físico de la obra	61
3.1.1.	Comparación de progreso con metas establecidas	63
3.1.2.	Control de flujo de efectivo	63
3.1.3.	Curva programada frente a la curva de valor ganado frente a la curva real.....	67
3.2.	Control de calidad	69

3.3.	Implementación de ISO 9000 como control gestión de calidad en la empresa.....	70
3.3.1.	Documentación.....	72
3.3.1.1.	Manual de calidad.....	73
3.3.1.2.	Procedimientos del sistema de calidad	73
3.3.1.3.	Instructivos, fichas, técnicas, formatos y registros	74
3.3.1.4.	Documentos externos.....	74
3.3.2.	Responsabilidad	74
3.3.3.	Auditorías.....	76
3.3.4.	Gestión de los recursos	77
3.3.5.	Recursos humanos.....	77
3.3.6.	Infraestructura.....	78
3.3.7.	Ambiente de trabajo.....	79
3.3.8.	Ejecución	79
3.3.8.1.	Diseño y desarrollo	80
3.3.9.	Cambios	82
3.3.10.	Compras	82
3.3.11.	Producción.....	84
3.3.12.	Control de equipo y maquinaria	85
3.3.13.	Medición, análisis y mejora.....	86
3.3.14.	Inconformidades	87
3.3.15.	Mejora continua	87
3.3.16.	Acción preventiva y correctiva	88
4.	SEGURIDAD Y SALUD.....	91
4.1.	Implementación de OHSAS 18001	93
4.1.1.	Conformidad de dirección	94

4.1.2.	Plan de prevención.....	95
4.1.3.	Responsabilidad (comité)	97
4.1.4.	Manual, procedimiento, instrucciones y fichas	98
4.1.5.	Capacitación del personal	101
4.1.6.	Auditoría interna	102
4.1.7.	Revisión por la dirección	103
4.1.8.	Auditoría externa y certificación	104
5.	ANÁLISIS DE UN CASO DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA QUE IMPLEMENTE EL ENFOQUE <i>LEAN CONSTRUCTION</i> EN GUATEMALA.....	107
5.1.	Descripción de la empresa.....	107
5.2.	Organización	116
5.3.	Metodología de planificación.....	118
5.4.	Metodología de control.....	119
5.4.1.	Control de calidad	120
5.4.2.	Control de seguridad industrial.....	123
	CONCLUSIONES.....	127
	RECOMENDACIONES	129
	BIBLIOGRAFÍA.....	131
	ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Círculo de Deming.....	1
2.	Enfoque tradicional y enfoque <i>Lean</i>	10
3.	Crecimiento del producto interno bruto, clasificado por origen de producción.....	12
4.	Organización por área.....	23
5.	Organización matricial.....	24
6.	Perspectivas de BSC	32
7.	EDT para un edificio.....	37
8.	EDT, desglose de la ejecución.....	38
9.	Ejemplo de <i>Layout plant</i> de una obra de construcción.....	39
10.	<i>Last planner system</i>	43
11.	Simbología de CPM	46
12.	Ejemplo de diagrama de flechas CPM	47
13.	Ejemplo con asignación de tiempos PERT	50
14.	Gráficas de modelos de recursos.....	55
15.	Gráfica de recursos totales alternativa 1	58
16.	Gráfica de recursos totales alternativa 2.....	59
17.	Cronograma de actividades ejemplo	65
18.	Gráfico de flujo de efectivo.....	66
19.	Grafica de gestión del valor ganado.....	68
20.	Ciclo del sistema de seguridad y salud en el trabajo.	93
21.	Soil Nailing	109
22.	Anclajes activos	111
23.	Movimiento de tierras.....	112
24.	Colocación de armadura	112
25.	Perforación.....	113

26.	Inyección.....	114
27.	Lanzado y curado	114
28.	<i>Soil nailing</i> y anclaje activo	115
29.	Tensado con gato hidráulico.....	116
30.	Drenes.....	116

TABLAS

I.	Los ocho desperdicios que ocurren con más frecuencia.	5
II.	Empresas certificadas en sistemas de gestión de calidad.....	13
III.	Empresas certificadas en sistemas de gestión de seguridad industrial.....	13
IV.	Porcentaje de costo de los desperdicios en construcción.....	17
V.	Beneficios de sistemas de gestión.....	19
VI.	Ejemplo de asignación de tiempos PERT	50
VII.	Modelos para distribución de recursos	56
VIII.	Recursos asignados, alternativa 1	57
IX.	Recursos asignados, alternativa 2	58
X.	Actividades para control de flujo de efectivo.	64
XI.	Resultado de ingresos y egresos.....	66

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Dólar
H	Holgura
m	Metro
E ₂	Ocurrencia tardía
E	Ocurrencia temprana
%	Porcentaje
Q	Quetzal
s	Segundo
T	Tiempo

GLOSARIO

Antisol	Emulsión que evita la pérdida prematura de humedad para garantizar el completo curado del material.
Certificación	Documento en el cual una persona o institución recibe un comprobante de alguna actividad o logro.
<i>Check list</i>	Listas de chequeo, utilizadas para el control de actividades realizadas.
Contingencia	Posibilidad de que una cosa suceda o no.
Curva S	Es una función matemática que aparece en diversos modelos de crecimiento de poblaciones, que es utilizada para la representación de la variación del dinero en el tiempo.
<i>Construction Industry institute</i>	Grupo sin fines de lucro, que tiene como objetivo mejorar la eficacia en la industria de la construcción.
Estandarización	Proceso por el cual se realiza una actividad de manera establecida.
<i>Feed back</i>	Palabra en inglés, que significa retroalimentación.
Histograma	Gráfico que representa una distribución.

ICA	Ingenieros Civiles Asociados.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
ISO	<i>International Organization For Standarization</i> , Organización Internacional de Estandarización.
<i>Jidoka</i>	Término japonés, que significa automatización con un toque humano, es una metodología japonesa incluida en <i>Lean Manufacturing</i> , la cual busca que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad.
<i>Just in time</i>	Justo a tiempo, es un sistema de organización de la producción, aplicado en la gestión de inventarios.
<i>Kaizen</i>	Término japonés, mejora continua, es un sistema de calidad que enfoca su trabajo en la mejora constante.
<i>Kanban</i>	Término japonés, tarjeta, es un sistema que controla de modo armónico, la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y tiempo necesario.
LAP	<i>Look Ahead Planning</i> , es una metodología de planificación que se enfoca en realizar la planificación a plazos cortos.

<i>Layout plant</i>	Es el croquis que se utiliza para que de manera lógica y óptima se distribuya el área de trabajo de una obra, de un proyecto de construcción.
<i>Lean construction</i>	Modelo de negocio que elimina todos los desperdicios y se enfoca en la satisfacción del cliente.
<i>Lean construction Institute</i>	Es una organización sin fines de lucro, transforma la industria de la construcción en una industria moderna y productiva.
Lechada	Masa fina de cal, yeso o cemento mezclado con agua.
LPS	<i>Last Planner System</i> , es un sistema de control, que en coordinación con los últimos planificadores mediante reuniones periódicas, monitorea los proyectos para lograr la mejora continua.
<i>Look ahead planinig</i>	Metodología de planificación que se enfoca en realizar la planificación a plazos cortos.
MS Project	Software utilizado para la planificación y administración de proyectos, donde se puede administrar recursos, realizar un cronograma y realizar y evaluar presupuestos.

OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series.</i> Serie Ocupacional y de Valoración de Seguridad Industrial.
OIT	Organización Internacional del Trabajo.
PERT	Es una técnica de planificación de proyectos que permite representar las tareas o actividades asignándoles un tiempos medidos.
Primavera Project planner	Software utilizado para la gestión de proyectos, especialmente los del área de construcción.
ROCE	Retorno sobre capital empleado, es una relación financiera que mide la rentabilidad de una empresa y la eficiencia con la que se emplea su capital.
Sinergia	Acción de dos o más causas que generan un efecto superior al que se conseguiría con la suma de los efectos mismos.
Soletanche Bachy	Es una fundación a la que pertenecen empresas mundialmente reconocidas, que desarrollan trabajos de subsuelo.

RESUMEN

Debido a los constantes cambios en el mundo, las industrias manufactureras han ido creciendo y aumentando su productividad, gracias a que han implementado nuevos sistemas de gestión, mientras que la industria de la construcción se ha quedado rezagada, ya que ha tenido un crecimiento más lento. Una de las razones se debe a la dificultad de implementar estos sistemas, ya que en los proyectos en construcción hay muchas variantes en los proyectos.

En el presente trabajo se estudia un nuevo enfoque para la administración de empresas constructoras, llamado *Lean Construction*, que emplea metodologías modernas de planificación y control, como *Work Breakdown Structure* WBS, *Layout plant*, distribución de recursos, diagrama de Gantt basado en rutas críticas CPM y PERT, *Last planner system*, Curva S, Curva del valor ganado, entre otras.

El enfoque *Lean Costruction*, tiene como objetivo lograr la satisfacción del cliente, manteniendo la calidad en el servicio, por tanto, en esta investigación se plantean normativas para el sistema de gestión de calidad (ISO 9001) y sistema de gestión de seguridad ocupacional (OHSAS 18001), desarrollando la forma de acondicionar estas normas a empresas constructoras. Como prueba de la funcionalidad del *Lean Construction*, se realizó el análisis de un caso de una empresa constructora en Guatemala, que ya está funcionando con este enfoque, para demostrar, que no solo es funcional, sino que también es efectivo, ayudando a realizar planificaciones óptimas, estandarizando procesos y llevando control arduo de las actividades que se realizan.

OBJETIVOS

General

Analizar las metodologías actuales para la planificación y control de procesos en empresas constructoras aplicando el enfoque *Lean Construction*.

Específicos

1. Definir los conceptos necesarios para la aplicación de la planificación de proyectos que prioricen sus actividades según rutas críticas y proyecciones.
2. Caracterizar las metodologías para la organización, programación y control de proyectos en empresas constructoras en base a *Lean Construction*.
3. Analizar un caso de la implementación de *Lean Construction* en una empresa de ingeniería civil en Guatemala.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala, como en muchos países, la industria de la construcción, es una fuente importante generadora de empleos, por lo que es importante impulsarla para que siga creciendo. Esta industria se ha quedado rezagada en el crecimiento de la productividad en comparación con la industria de manufactura, en la cual se han implementado nuevos enfoques y metodologías de trabajo que intentan alcanzar la perfección mediante acciones de mejora.

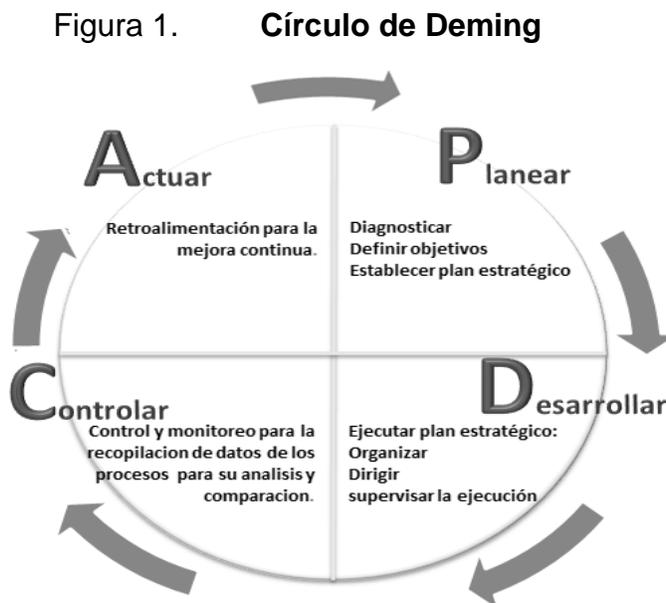
Uno de los enfoques más utilizados es el *Lean*, desarrollado por Toyota después de la Segunda Guerra Mundial; es un enfoque de reducción de pérdidas por medio de estandarización de procesos, programación de actividades, monitoreo, control de calidad, seguridad industrial y mejora continua.

Empresas constructoras de Guatemala están empezando a implementar *Lean*, enfocado a la construcción, llamado *Lean Construction*, adoptando sistemas de gestión, en calidad, seguridad industrial y ambiental. Se ha demostrado que, si bien lleva trabajo su implementación, trae muchos beneficios.

1. LEAN CONSTRUCTION (CONSTRUCCIÓN ESBELTA)

Lean Construction es un enfoque basado en el sistema de producción *Lean*, desarrollado por Toyota después de la Segunda Guerra Mundial, utilizado para la gestión y desarrollo de un producto; basado en la reducción de esfuerzo humano, tiempo y defectos.

El TPS (sistema de producción de Toyota), está conformado por dos metodologías bases, *Just-in-Time* y *Jidoka*, se perfecciona mediante la estandarización de procesos y mejora continua Kaizen, empleando como plan de acción el círculo de Deming (PDCA), que se basa en planear (*plan*), desarrollar (*do*), actuar (*act*), y controlar (*check*), como se puede observar en la siguiente figura.



Fuente: elaboración propia.

Lean Construction, (construcción esbelta), es la aplicación del enfoque desarrollado por Toyota, aplicado a la construcción, Lauri Koskela, el profesor y gerente de proyectos de la Universidad de Huddersfield, escribió un documento, “Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción”, documento clave para la aplicación de *Lean* a la construcción.

Lean Construction es la aplicación de los principios *Lean*, en proyectos de construcción, desde que el cliente solicita el servicio, pasando por la ejecución hasta que se entrega el producto final. Este enfoque se basa en la gestión de la productividad, tomando en cuenta la calidad para satisfacer al cliente. *Lean construction* busca la manera de maximizar el valor y minimizar los desperdicios y retrasos, con iteraciones de planificación y mejora continua, estableciendo técnicas específicas en cada proceso, de entrega y ejecución del proyecto para llegar a tener procesos estandarizados, en los que la meta es llegar a tener solo procesos conformados únicamente por actividades que aporten valor.

“Un estudio realizado por *Construction Industry Institute* y el *Lean Construction Institute*, muestra que en la industria de la construcción el 57 % de las actividades realizadas, no aportan ningún valor, mientras que en otras industrias manufactureras estas actividades solo son un 26 %, por eso es que la industria de la construcción crece lentamente en cuanto a productividad, en comparación a las otras industrias.¹

¹ PONS ACHELL, Juan Felipe. *Introducción a Lean Construction*.

1.1. Principios

Según Wokman y Jones (1996) *Lean Construction*, se basa en los cinco principios, en otras bibliografías se afirma que son catorce, con los que se define el enfoque *Lean*. A continuación se describen los principios resumidos en seis, tomando en cuenta ambas bibliografías para la implementación y desarrollo del enfoque *Lean*.

1.1.1 Enfoque al valor agregado

Este principio hace énfasis en que una organización o empresa Lean, debe siempre crear un valor para el cliente, debe entender lo que el cliente quiere realmente. En base a esto se puede realizar el diseño para la ejecución de un proyecto o la transformación de un producto. El pensamiento Lean, identifica que hay dos clases de clientes a los cuales hay que satisfacer: el cliente externo y el cliente interno.

- Cliente externo: es el consumidor o usuario y el que va a definir el valor del producto o del servicio, se debe pensar en sus necesidades y requerimientos.
- Cliente interno: es una persona o grupo de trabajo dentro de la organización, influyente en el flujo de la cadena de valor del producto o servicio prestado, desde el punto de vista de la industria de la construcción, puede apreciarse en la relación de cliente-proveedor o subcontratación.

Dentro de un enfoque como *Lean*, también debe identificarse la cadena de valor, donde se describen todas aquellas actividades que son necesarias para la transformación de materiales o para la prestación de un servicio, desde el pedido del cliente, hasta la entrega o finalización. Cuando se hace este análisis se comprende que algunas actividades aportan valor añadido y otras no. Sabiendo que en una empresa constructora, existirá más de una cadena de valor, ya que existen procesos diferentes, estas cadenas serán reducidas a nivel de células de trabajo, que componen una cadena de valor global.

1.1.2 Flujo de actividades

Cuando se han determinado las necesidades y requerimientos para satisfacer al cliente, y se ha definido la cadena, es necesario que las operaciones y actividades generadoras de valor, fluyan. Estas las actividades, representan un porcentaje muy pequeño del total de actividades; es por eso que el enfoque *Lean*, identifica todas aquellas actividades que no añaden valor y las elimina, para mejorar la productividad en la cadena:

- Se determina el producto o servicio.
- Se dibuja el mapa describiendo el proceso e identificando las etapas, esperas y toda aquella información necesaria para su entrega.
- Se Identifican los desperdicios y todo aquello que no aporta valor, auxiliándose de la definición de los ocho desperdicios, descritos por Jeffrey Liker y David Meier en su libro *Toyota Way*, que adapta la metodología *Lean* a otro tipo de industria, los ocho desperdicios que ocurren con más frecuencia se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla I. **Los ocho desperdicios que ocurren con más frecuencia**

1.Sobreproducción	5.Exceso de inventario
Producir mayores cantidades a las que se necesitan, (planos no esenciales, mucha más calidad de la esperada, sobre diseño o realización del trabajo más de una vez)	Inventarios excesivos, por mala planificación, esto provoca pérdida por el deterioro y ocupación de espacio.
2.Esperas	6.Movimientos innecesarios
Interrupciones de trabajo, inactividad, falta de especificaciones, espera de autorización, contradicción en documentos, retraso de transporte de materiales y escasez de equipo.	Se refiere al movimiento del personal de manera ineficaz, por mal acondicionamiento del sitio de trabajo.
3.Transporte innecesario	7.Defectos de calidad
Movimiento de materiales dentro de la obra, a causa de mala distribución y la falta de planificación y monitoreo en el flujo de las actividades.	Los defectos de calidad producen cliente insatisfecho, pueden ser causados por malos diseños, por mano de obra no calificada y falta de control en obra.
4.Sobre procesamiento	8.Comunicación
Realizar procesos adicionales, que no son necesarios, realizar una primera mala ejecución, sea por falta de personal o falta de competencia.	Cuando no se da la información necesaria al personal, por lo que no comprende de manera completa su función e importancia dentro del proceso constructivo.

Fuente: Pons Achell,Luis Felipe. *Introducción a Lean Construction*, página 19.

Es muy difícil para las empresas identificar el desperdicio, ya que están acostumbradas a encontrar la manera de trabajar alrededor del problema, y no cuantifican el desperdicio, por tanto, no son conscientes de la improductividad causada por estos, tampoco comprenden que le cuesta dinero a la empresa ni que afecta toda la cadena de flujo de valor.

1.1.3 Sistema Pull de inventarios

Este sistema se basa en tener los recursos necesarios únicamente, para cumplir con las actividades planificadas, en el tiempo estipulado, es decir, cada actividad en la cadena de flujo de valor irá indicando en qué momento se deben realizar las siguientes actividades. Al tener un sistema establecido los recursos podrán gestionarse, de tal manera que no se tenga exceso en el inventario, mejorando el área de trabajo, porque no será necesario tener un lugar de almacenaje extra y el inventario no sufrirá deterioro, se podrá aprovechar de mejor manera el espacio en la obra. En este sistema es necesario tener proveedores de confianza y una programación precisa.

Es muy común que este tipo de sistema en empresas manufactureras, se trabaje mediante tarjetas *Kanban*, que autoriza y da instrucciones para la retirada de un material o desmontaje, incluye información sobre el proveedor, proceso de suministro, cantidad necesaria, ubicación y cómo realizar el pedido.

1.1.4 Estandarización de procesos

El objetivo de la estandarización, es lograr la perfección en la ejecución, esta perfección se define como la capacidad de realizar un proceso que proporciona únicamente valor, es decir, que el proceso se lleva a cabo de tal manera que se eliminen todas las actividades de desperdicio, siempre y cuando se mantenga la satisfacción del cliente. *Lean Construction* utiliza algunas herramientas para lograr la estandarización, como *kaizen* (mejora continua) y plan de acción PDCA anteriormente descrito en la figura 1.

El enfoque *Lean* establece que no hay un límite para la mejora continua, siempre es necesario evaluar los procesos que se realizan, y definir las actividades desperdicio y encontrar maneras de mejorar, ya sea eliminando totalmente las actividades o ajustarlas de tal manera que agreguen valor.

1.1.5 Involucramiento de los participantes

El involucramiento va dirigido a empleados, a subcontratistas, proveedores, ensambladores, distribuidores y consumidores, ya que si ellos tienen conciencia sobre la influencia de su trabajo, pueden implementar nuevas metodologías de mejora para la realización de sus actividades, para crear valor y mejorar el flujo.

Al involucrar a los participantes y descentralizar la toma de decisiones, dándole poder al personal, se obtiene un *Feedback* instantáneo y beneficioso para la empresa, porque la persona que realiza el trabajo y tiene influencia directa, puede opinar sobre la manera de mejorar la ejecución o aportar ideas para eliminar las actividades desperdicio. El involucramiento debe darse de manera transparente y potencializando las habilidades de los participantes, como parte de un estímulo laboral.

1.1.6 Capacitación

El enfoque *Lean* exige que se mantenga un flujo continuo en la cadena de valor, para que esto se cumpla, los empleados deben contar con información puntual y actualizada, sobre todos los cambios que se hayan realizado, como las mejoras continuas, eliminación de actividades, cambio de proveedores, así como reglamentos, guías y manuales.

Como se les brinda la información, debe capacitárseles, para que puedan acoplarse a las actividades y a las mejoras de manera más rápida. Por eso *Lean Construction*, busca que la contratación del personal sea a largo plazo, no como en el sistema tradicional, en el que el personal solo es tomado como un ejecutor reemplazable.

El enfoque *Lean* procura que sus empleados sean duraderos y que se capaciten constantemente, para que trabajen en equipo y creen más valor en la cadena, eliminen desperdicios y estén capacitados para cumplir con las exigencias del cliente.

1.2. Modelo tradicional vrs *Lean Construction*

Al comparar estos modelos se puede determinar, si *Lean* es un enfoque que traerá beneficios y si es posible implementarlo en la industria de la construcción.

El modelo tradicional sigue la siguiente secuencia, en base a un diseño se realiza un presupuesto, luego la empresa con su experiencia cuantifica y obtiene los costos. Sumando los gastos directos de mano de obra, materiales, equipo y maquinaria y adicionando los gastos indirectos, se obtiene el precio de producción, se le agrega un porcentaje de honorarios, este es el beneficio, así se obtiene el precio de venta al público. Cuando se opta por el modelo tradicional, y por alguna razón aumenta el costo de producción, dado por algún imprevisto, en la empresa se disminuirá el margen de beneficios, lo que puede ser perjudicioso para la empresa, y cuando esta para compensarlo aumenta el precio, significa que el cliente será el que pague por ello, lo que dificulta una buena relación de los participantes y puede influir en futuros negocios.

Los problemas que pueden darse con el modelo tradicional, pueden ser a causa de que:

- No haya conocimiento de nuevos sistemas en gestión y planificación de obras.
- No se tengan buenos sistemas para el control de calidad.
- No se implementen medidas de seguridad o no se cumplen.
- No haya capacitación constante para el personal.
- No se tengan estímulos para el personal.
- No exista buena coordinación entre los participantes.
- No exista buena comunicación entre las partes interesadas.

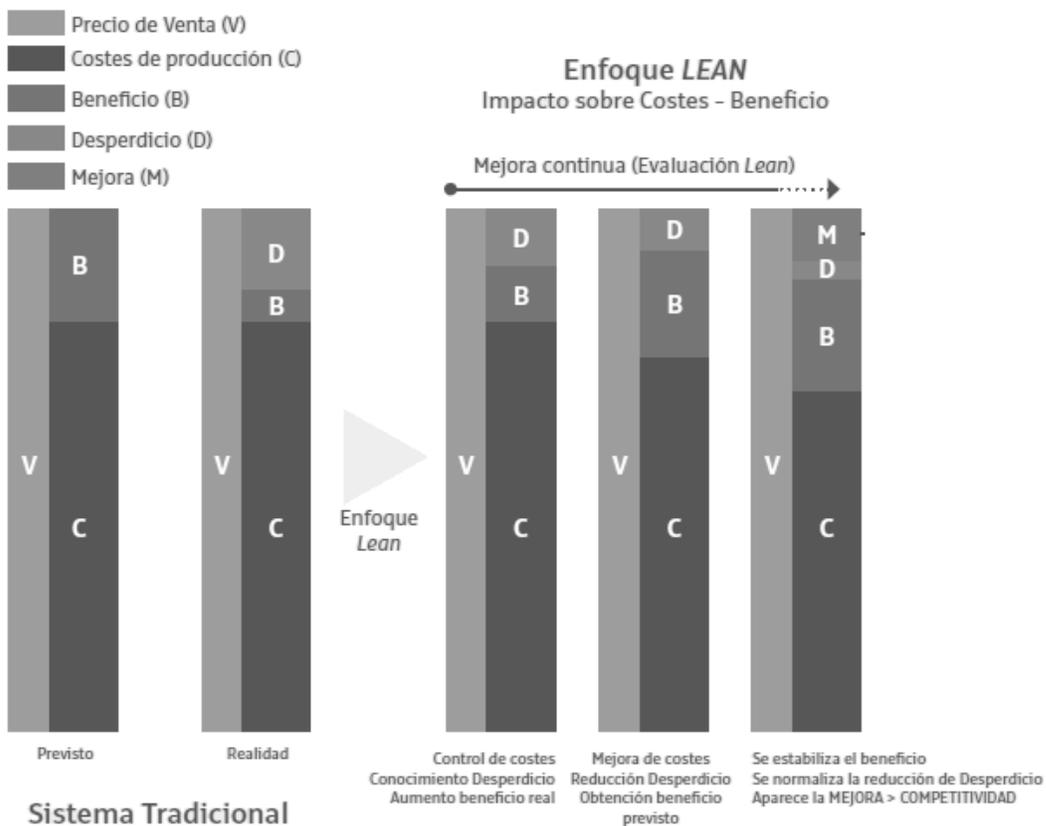
En el enfoque *Lean Construction*, la secuencia es un poco diferente, teniendo un equipo de gestores, conformado por los principales actores en el proyecto, como diseñadores/proyectistas, contratista principal o la empresa ejecutora y promotores del proyecto.

Primero se fija un beneficio en base a las actividades que aportan valor al cliente, tomando en cuenta que esté dentro de un margen real, que el cliente esté dispuesto a pagar; luego se calcula el costo para construir el proyecto, sabiendo que existirán actividades que no aporten valor, que serán improductivas.

Enseguida se implementa la mejora, se identifican las actividades desperdicio, y se realiza mejora en el diseño y en los procesos constructivos, eliminando los desperdicios, siempre dándole prioridad a la calidad y a los requerimientos del cliente; influye esto en la reducción de costo del proyecto y, por tanto, aumenta el beneficio inicial.

Se mantiene una mejora continua en el diseño y en los procesos constructivos, para llegar al beneficio esperado. Cuando ya se estabilizó el margen de beneficio, aun se realizan ciclos de mejora, estableciendo nuevos estándares a medida que se superan los anteriores. Este proceso ayuda a que en la última fase se tenga un buen margen de beneficio, inversión, innovación, reducción en precio de venta y tiempo. Lo anterior se puede apreciar de manera más detallada aplicando el concepto de coste objetivo o *Target costing*

Figura 2. **Enfoque tradicional y enfoque Lean**



Fuente: Pons Achell, Luis Felipe. *Introducción a Lean Construction*, página 24.

En la figura 2 se observa el funcionamiento de ambos sistemas y la idea de cómo debe funcionar el enfoque *Lean*, la diferencia principal, es la cantidad de iteraciones. *Lean* reduce los desperdicios por medio de mejora; como se sabe, el tiempo es dinero y con este enfoque deberá invertirse más tiempo en planificación, evaluando cada actividad que se presentará en la ejecución del proyecto. En tanto existan más actividades repetitivas, menos tiempo habrá que invertirle a cada proyecto.

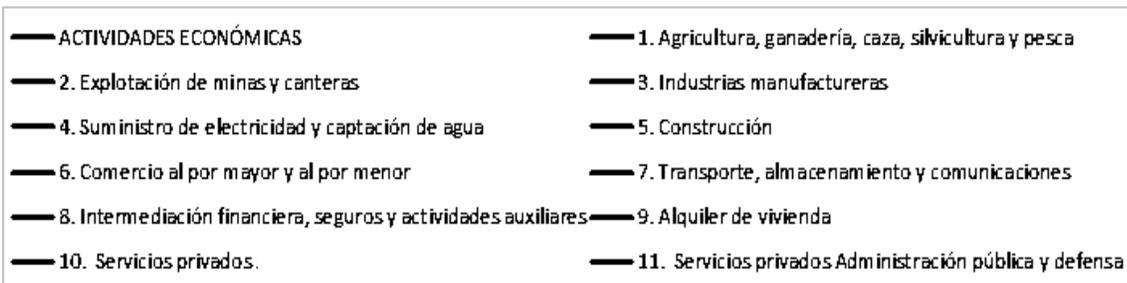
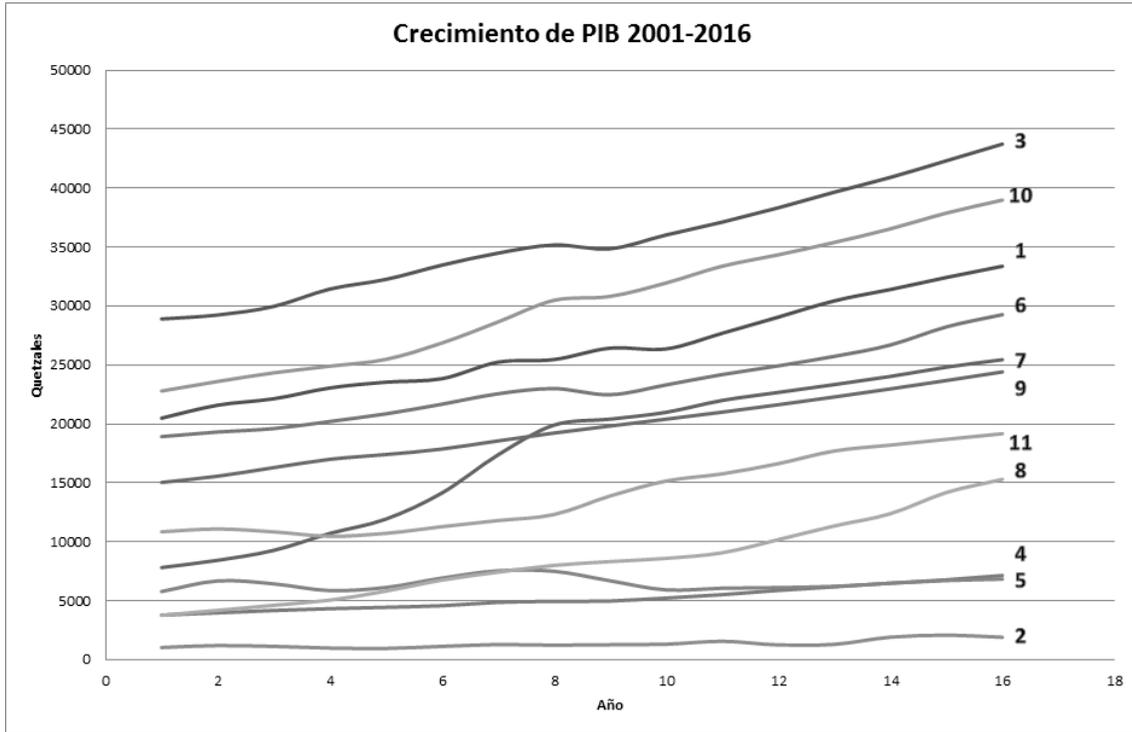
Aplicando *Lean*, cuando se ejecute el proyecto, todo estará bien planificado y con el menor margen de error, se tendrá la programación que evite desperdicio de material, por estar almacenado en malas condiciones, desperdicio de tiempo por transportes innecesarios y desperdicio de mano de obra al rehacer elementos. Se habrá tomado en cuenta todos los aspectos de diseño y se habrá capacitado al personal para que sepa cómo se ejecutará el proyecto.

1.3. Dificultades en la implementación de *Lean Construction*

La industria de la construcción se ha quedado rezagada en cuanto a productividad, mientras que otras industrias manufactureras tienen índices mucho más elevados que crecen a mayor velocidad. A continuación, en la figura 3 se ilustra el crecimiento económico que ha tenido cada industria de Guatemala según estudio publicado por el Banco de Guatemala. Los datos utilizados para esta gráfica son los del anexo 2 y 3.

Así como se observa en la figura 3 y en los anexos 2 y 3, los porcentajes de crecimiento del PIB de un año a otro, según el origen de producción, son mucho más estables con índices de crecimiento que varían menos y que tienen menos períodos de decaimiento.

Figura 3. **Crecimiento del producto interno bruto, clasificado por origen de producción**



Fuente: elaboración propia

A continuación en las tablas II y III se muestra, con base a una lista publicada por el Ministerio de Economía de las empresas certificadas en Guatemala y a otro publicado por *Kaizen group* todas las empresas certificadas en Centroamérica, una comparación entre la industria manufacturera y la industria de la construcción a nivel de servicios.

Tabla II. **Empresas certificadas en sistemas de gestión de calidad**

Sistemas de gestión de calidad	
Total empresas	767
Empresas constructoras C.A	1,69 %
Constructoras de Guatemala	0,52 %
Manufactura Guatemala	10,95 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Empresas certificadas en sistemas de gestión de seguridad industrial**

Sistemas de gestión de seguridad industrial	
Total empresas	26
Empresas constructoras C.A	19,23 %
Constructoras de Guatemala	3,85 %
Manufactura Guatemala	11,54 %

Fuente: elaboración propia.

En las tablas puede observarse que según la lista publicada, la industria de manufactura tiene muchas más certificaciones en Guatemala que las empresas constructoras en el rango centroamericano.

Los principales pensamientos que pueden dificultar la implementación de *Lean Construction* son:

- Se ha obtenido resultado favorables de la madera tradicional.
- No habría ningún cambio si se aplicara.
- Se tienen mayores problemas por resolver.
- No es posible implementarlo en la construcción.
- Ya se intentó y no funcionó.
- Todo proyecto es diferente y tendría que hacerse en cada proyecto y no es factible.
- Aplicarlo haría que los procesos fueran muy burocráticos.
- Se invierte más tiempo, de lo que en realidad beneficia.
- Es aplicable solo en otros países, en Guatemala no se hacen las cosas así.

La implementación de *Lean Construction*, es exhaustiva y debe involucrarse a todo el personal, para que realmente entienda el enfoque y su papel en la empresa. Debe participar desde el mando superior, como los gerentes hasta los obreros e, incluso, difundir el modo de trabajo a los externos, como el cliente, los proveedores y las empresas subcontratadas.

Es más difícil implementar el enfoque *Lean* en empresas que ya tienen años funcionando de cierta manera, ya que primero hay que eliminar la ideología que les hace pensar que es mejor la manera en que siempre realizan su trabajo y luego deben aceptar el nuevo enfoque.

La dificultad para la implementación de *Lean Construction* empieza con la falta de conocimiento de este nuevo enfoque, así como también la falta de credibilidad, ya que la construcción siempre se ha considerado como una clase propia y sector diferente, que rechaza en muchos casos aquellas ideas de industrialización.

Cuando se va a implementar el enfoque *Lean Construction*, debe tenerse en cuenta que los principales obstáculos son:

- Cada proyecto es único y diferente
- Los proyectos no se ejecutaran, en el mismo lugar
- En cada proyecto, según el lugar se van a necesitar medios diferentes

Pero, entonces, se plantea la interrogante: ¿Es factible y viable implementar el enfoque *Lean*, en la construcción?, la respuesta es que si, la clave está en realizar un estudio, escribir una lista de las actividades que se realizan, evaluar los procesos de la manera en que actualmente se hacen y conforme a los recursos de la empresa, reestructurar el funcionamiento de esta e implementar un sistema de gestión que permita llevar control y medir el desempeño.

En la industria de la construcción hay procesos repetitivos que conforman la cadena de flujo de valor, deben descomponerse en pequeñas células de trabajo, hasta el punto de poderse medir, controlar y, por tanto, estandarizar, para que sean aplicables en otros proyectos.

Deben hacerse iteraciones de mejora en los flujos, para lograr estandarizar las actividades así, estandarizando las pequeñas cadenas de valor, se hará el proceso de ejecución del proyecto. Es necesaria la implementación, de nuevos sistemas que mejoren la productividad en las empresas constructoras, ya que cada día los clientes externos e internos, demandan mayor valor en el producto final, cada día hay más exigencias, ya que ellos también tienen conocimiento de la existencia de los desperdicios, la baja productividad y calidad.

1.4. Beneficios de *Lean Construction*

En la industria de la construcción, no es nuevo decir que se tienen muchos desperdicios, El doctor en ingeniería, Flavio Picchi realizó en su tesis doctoral una comparación entre varios proyectos de construcción, en Sao Pablo, Brasil, donde la suma de los desperdicios en cada construcción, daba un promedio del 30 %. Es tanto el desperdicio, que él llegó a la conclusión de que en “un proyecto de cuatro torres, se podría construir la cuarta torre con el desperdicio de los otros tres”.²

² Picchi, Flavio. *Estimación de desperdicios en obras de edificación* .p42.

Tabla IV. **Porcentaje de costo de los desperdicios en construcción**

Porcentaje del costo total en obra	Porcentaje
Debido a atrasos	1,5 %
Reparación y rehecho de trabajos	2,0 %
Dosificación no optimizada	2,0 %
Perdidas por mala calidad	3,5 %
Sobre espesores en morteros	5,0 %
Restos de material	5.0%
Reparación de obras ya entregadas	5,0 %
Proyectos no optimizados	6,0 %
Total	30,0 %

Fuente: Picchi, Flavio. *Estimación de desperdicios en obras de edificación .p42.*

Se puede observar que el mayor porcentaje de desperdicio se da en los proyectos no optimizados, esto se refiere al diseño, planificación, programación y control del proyecto, por eso es de suma importancia, la implementación de enfoques como *Lean*, que priorizan estos conceptos. Las ventajas de la implementación de *Lean Construction*, en empresas constructoras son:

- Para los clientes:
 - Una mejor consistencia en el trabajo
 - Más flexibilidad
 - Más responsabilidad de parte de la empresa
 - Reducción y cumplimiento de los tiempos
 - Mejora de la calidad
 - Costos más bajos

- Para la empresa
 - Mejor manejo del flujo de efectivo
 - Reducción del material de inventario, que pueda dañarse y ocupe lugar.
 - Mejor utilización de los activos
 - Incremento en las ganancias
 - Mejor relación entre las partes interesadas
 - Más colaboración entre el diseñador, ejecutor y los principales actores del proyecto.
 - Más confiabilidad, moral y flexibilidad en el personal, por tanto, facilita la delegación de tareas.
 - Menos crisis en la administración

- Para el personal
 - Seguridad en el trabajo
 - Más satisfacción
 - Menos estrés
 - Retroalimentación
 - Mejor ambiente de trabajo
 - Capacitación

Como muestra de los beneficios de implementar sistemas de gestión de calidad, la Cámara guatemalteca de la construcción, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), realizó un estudio en 2011, sobre la implementación de un sistema de gestión de calidad, basado en la norma ISO 9001, a 50 empresas constructoras guatemaltecas; el programa aportaría el 60 % de los gastos de implementación sin sobrepasar \$5 400,00.

Las empresas participantes no podían tener más de 100 empleados, ni ingresos mayores a 3 millones de dólares anuales.

En el estudio se encontró que, actualmente, el 50 % de las empresas cumplía únicamente con el 10 % de los requisitos para cumplir con la norma y el resto cumplía con, no más del 30 %. La implementación duró un promedio de 11 meses, donde se determinó que las mayores dificultades para implementar el sistema eran la cultura laboral, ya que cuesta mucho la documentación de actividades; recolección de datos para asignar indicadores y trabajar para alcanzar metas y objetivos. En el estudio realizado, también se encontró que los beneficios obtenidos por las empresas eran los siguientes:

Tabla V. **Beneficios de sistemas de gestión**

Beneficios obtenidos	
Documentación de procesos	40 %
Comunicación más fluida, clara y precisa	15 %
Más orden en el trabajo	25 %
Mejor uso de los recursos	20 %

Fuente: Flores, Henry, *Guía para la implementación de un sistema de gestión de calidad basado en las normas ISO 9000 como una herramienta de mejora continua*. P. 21-32

2. ORGANIZACIÓN Y PLANEAMIENTO

La organización y planeamiento en una empresa es muy importante, ya que es la base para definir cómo la empresa va a funcionar, debe tomarse en cuenta todos los factores, además realizarse un trabajo minucioso ya que esto normalmente se hace únicamente, cuando una empresa comienza, o cuando se necesita un replanteo y estos replanteos profundos no suceden muy seguido, porque llevan, tiempo y dinero.

2.1. Organización de la empresa

La organización es la estructuración técnica de las relaciones existentes en una empresa, dependiendo de las funciones, niveles y actividades. La organización debe realizarse conforme a:

- El tipo de empresa que es
- Los proyectos de construcción por desarrollar
- La comunicación y documentos

Las formas más comunes de organización de una empresa constructora son:

- Por área
- Matricial

2.1.1. Organización por área

Cuando se organiza por medio de áreas o departamentos se agrupa según las tareas que cumplen un mismo fin:

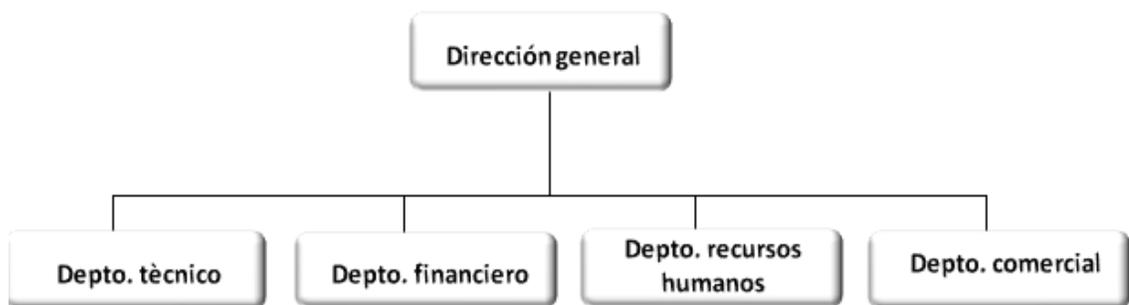
- Área técnica:
 - Diseño
 - Planeación y ejecución
 - Materiales
 - Control de calidad
 - Supervisión
 - Mantenimiento
 - Seguridad industrial
 - Gestión de compras
 - Gestión de subcontratos
 - Gerencia
 - Investigación y desarrollo

- Área financiera:
 - Contabilidad
 - Análisis financiero
 - Presupuesto

- Recursos humanos
 - Gestión humana
 - Capacitación
 - Selección y contratación

- Área comercial
 - Mercadeo
 - Ventas
 - Publicidad

Figura 4. Organización por área



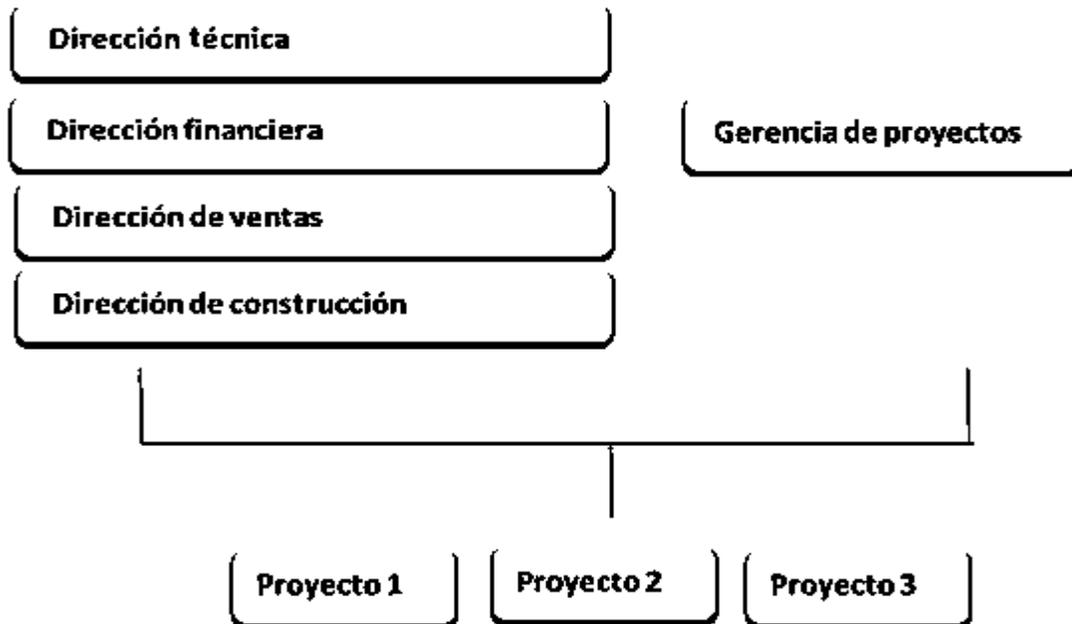
Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Organización matricial

La organización matricial se da cuando cada área de la empresa apoya a cada proyecto que la empresa tiene; cada área tiene dos jefes, el jefe del área en sí y el gerente de cada proyecto. Entonces, es una manera en que los especialistas trabajen en el área en que se sienten más cómodos y exista un mejor desenvolvimiento; también hay descentralización para la toma de decisiones, lo que ayuda a que se tengan un proceso continuo de mejoras.

Las desventajas de este tipo de organización es que si no hay buena comunicación y no se tienen establecidas las prioridades, puede darse conflictos ya que los jefes de área pueden dar diferentes órdenes al personal.

Figura 5. Organización matricial



Fuente: elaboración propia.

2.2. Organización en obra

La obra debe tener una organización clara, donde cada trabajador sepa las funciones que desempeñará y comprenda cómo está conformada la línea de mando, por eso se realiza la distribución gráfica de los cargos, según las funciones.

2.2.1. Cargos y funciones

A continuación se presentan los cargos y funciones. Cuando son empresas pequeñas o medianas una persona desempeña las funciones de más de un puesto, ya que si hay menos trabajadores y los proyectos son más pequeños los controles pueden llevarse adecuadamente, siempre y cuando la

persona esté capacitada. Los puestos como gerente de proyectos, director de obras, ingeniero de obra y auditores también tendrán como responsabilidad más de una obra, según su magnitud, incluso en algunos casos hasta el encargado de seguridad es rotativo.

- Comité de obra: es el que toma las decisiones en situaciones que se van dando a lo largo de la ejecución del proyecto; está conformado por el director de obra, el residente de obra y los jefes de área.
- Gerente de proyectos: se encarga de monitorear las obras y hacer auditorías internas. El gerente de proyectos, debe velar porque se realicen los mismos procedimientos y se apliquen las mismas técnicas, en los diferentes países en que la empresa pueda tener proyectos. Este puesto es necesario cuando una organización tiene empresas en varios países, el gerente de proyectos, es el enlace para que cuando la empresa desarrolle una mejora en cualquier parte del mundo, esta se aplique a cada una de las sedes, y la empresa cumpla con la estandarización completa.
- Director de obra: es la persona que verifica la implementación de las órdenes que vienen de la gerencia, es el que hace el vínculo entre la oficina central y la obra, ya que él está al tanto de las obras que se manejan. Debe poseer experiencia administrativa y técnica, debe ser un ingeniero o arquitecto, y tendrá a su cargo, al residente técnico y administrativo de obra. Sus funciones son:
 - Coordinación de labores de obra
 - Resolver problemas técnicos
 - Coordinar subcontratos

- Supervisar gastos y desembolso de las obras
 - Enlace con la gerencia
 - Coordinar reuniones periódicas con el comité de obra
 - Presentar informes mensuales de avance a la gerencia
 - Ejercer mando sobre los residentes
 - Colaborar con la planificación de la obra

- Ingeniero de obra: el residente de obra debe poseer amplio conocimiento y experiencia en construcción, el residente de obra se encargará del monitoreo diario de la obra, velará porque se cumplan las especificaciones técnicas, tendrá a su cargo a subcontratistas, encargados de obra, encargados de seguridad industrial y control de calidad. Sus funciones son:
 - Mando directo del personal de obra
 - Distribución de trabajo en obra
 - Control de rendimientos
 - Comprobar entradas de materiales
 - Autorización de compras
 - Producir liquidación de subcontratistas
 - Presentar informes semanales de avance
 - Coordinar con los encargados de área, que se cumpla la implementación de medidas de seguridad industrial y control de calidad.

- Encargado de obra: más conocido como maestro de obra, tiene mucha experiencia en la ejecución de obras; generalmente, no tiene formación académica, es el apoyo del residente de obra y tiene a su cargo, si lo hubiese, al contra maestro, así como a los albañiles, ayudantes y la

coordinación junto con el encargado de seguridad industrial (SI). Sus funciones son:

- Cumplir las órdenes del residente de obra.
 - Distribuir al personal en las labores.
 - Evaluar la eficiencia del personal.
 - Revisar la calidad de materiales.
 - Revisar los trabajos realizados.
 - Realizar mediciones de obra.
 - Consultar planos para verificar que haya concordancia con la ejecución.
 - Coordinar con el encargado de SI, para implementar medidas de seguridad.
 - Velar por mantener una obra limpia y ordenada.
 - Coordinar trabajo con subcontratistas.
 - Estar presente en auditorias.
-
- **Contramaestro:** este cargo, existe cuando la distribución de los obreros se hace por grupos de trabajo, entonces los contramaestros son los líderes de cada grupo y su jefe inmediato, es el encargado de obra. Se hacen grupos cuando se realizan muchas actividades diferentes, como cuando se construye un edificio se dividen en los armadores, los de instalaciones, acabados, entre otras. Sus funciones son:
 - Cumplir órdenes del maestro
 - Distribuir el trabajo en la cuadrilla
 - Evaluar el rendimiento del personal a su cargo
 - Vigilar la ejecución del trabajo
 - Colaborar con el maestro y encargado de SI

- Albañil: realiza el trabajo que ordena el encargado de obra, o contra maestro, según sea el caso. Realiza tareas como:
 - Organización del entorno.
 - Determinación y preparación de material y equipo.
 - Revisión y conservación de equipo de SI.
 - Replanteo de elementos por construir el espacio, mediciones, trazos, plomos y niveles.
 - Construcción y acabados.

- Ayudante o peón: ayuda al albañil en la ejecución de elementos constructivos, generalmente, tiene trabajos como:
 - Preparación de la zona de trabajo
 - Preparación de carga y descarga
 - Preparación y reparación de maquinaria y equipo
 - Montaje y desmontaje
 - Preparación de morteros
 - Limpieza
 - Colocación de armaduras

- Encargado o inspector de seguridad industrial SI: este puesto, generalmente, se tiene en empresas constructoras grandes o medianas; en las pequeñas se capacita al encargado de obra para que el vele por la seguridad industrial. El inspector de seguridad deberá tener comunicación con el maestro de obra y tener formación técnica en seguridad industrial. Sus funciones son:

- Evaluar el área de trabajo, para definir normas y reglas de seguridad industrial.
 - Hacer cumplir el reglamento establecido por el jefe del área de seguridad industrial.
 - Evaluar el programa de seguridad industrial.
 - Visitar o permanecer en los sitios de trabajo.
 - Evaluará riesgos.
 - Velar porque el personal utilice equipo de seguridad.
 - Suministrar EPP (equipo de protección personal).
 - Realizar informes de accidentes y causas.
 - Llevar el control de los índices de accidentes.
 - Dar charlas diarias y semanales de SI.
 - Asistir a capacitaciones y al comité de SI.
- Bodeguero o auxiliar: es el encargado de control de materiales, equipo y producción, tomará parte como auxiliar del ingeniero residente en el control y comunicación con los albañiles y peones. Funciones:
 - Registrar entrada y salida de materiales
 - Programar y encargarse de los pedidos
 - Informar de daños de materiales y equipo
 - Controlar almacenaje
 - Realizar inventarios
 - Llevar control de calidad
- Auditores externos: son personas que contrata la empresa constructora para que realicen auditorías, ya sea de seguridad, de calidad, ambiental entre otras. Los auditores presentan informes a la empresa, para que ella pueda implementar mejoras, las auditorías se dan mucho en las obras,

ya que personas ajenas a la empresa pueden visualizar más fácilmente fallas que puedan haber en la obra, esto le sirve a la empresa para mejorar y mantener certificaciones.

2.3. Planeamiento

El planeamiento es el proceso que realiza una organización cuando fija metas y estipula los pasos que seguirá para conseguirlas, cuando no se realiza un proceso de planeamiento, es como vendarse los ojos e intentar atinarle a un blanco en un juego de dardos, bajan las posibilidades de lograr las metas. El planeamiento se da por niveles, se debe planear a largo, mediano y corto plazo, desde los mandos superiores, pasando por el mando medio, hasta llegar a los niveles más bajos de la empresa, por eso el planeamiento se divide en:

- Planeamiento estratégico
- Planeamiento táctico
- Planeamiento operacional
- Planeamiento de contingencia

2.3.1. Estratégico

Es la planificación a largo plazo, generalmente se da arriba de los cinco años, el planeamiento estratégico se da a nivel institucional, desarrollado por el alto mando de la empresa, como ejecutivos y directivos En este nivel se desarrolla:

- Visión: donde quiere estar la empresa en cinco años.
- Misión: es un punto de vista más realista, que enlista las ambiciones de la empresa.

- Valores: esto define el tipo de empresa que será y los empleados que tendrá.

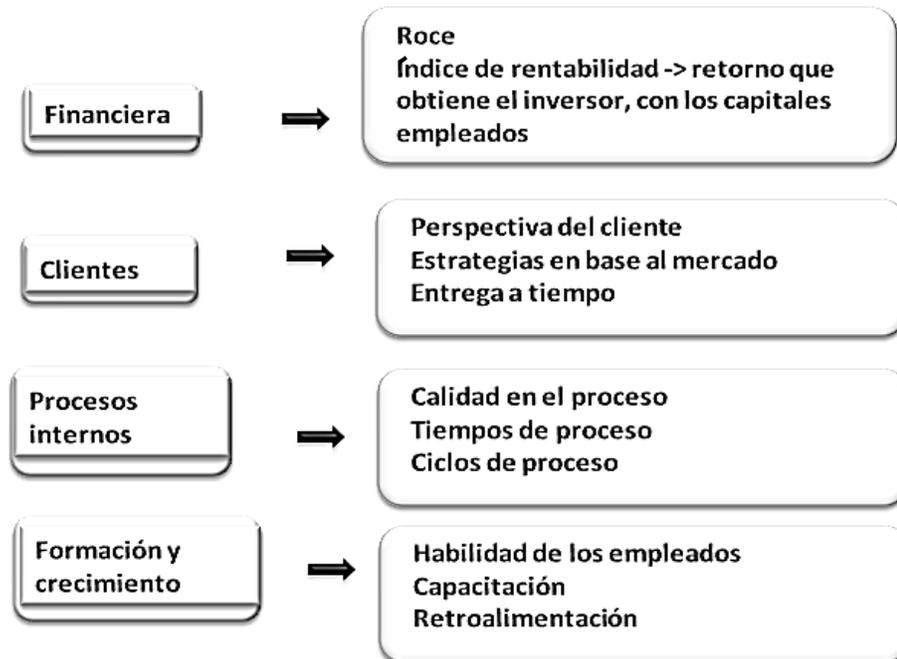
El planeamiento estratégico debe anticipar todos aquellos sucesos que afectarán a la empresa, buenos y malos; deben plantearse todas las actividades para el desarrollo de la empresa, y las estrategias por utilizar para alcanzar las metas, como la implementación de sistemas de gestión de calidad y seguridad, nuevas tecnologías, cambiar totalmente la metodología de producción o servicio de la empresa.

El planeamiento estratégico se realiza con mediciones de manera cíclica, ya que se plantean varias alternativas y se analizan para determinar la mejor. Este proceso es iterativo ya que cada vez se van realizando mejoras. Deben tomarse en cuenta las cuatro perspectivas más importantes:

- Financiera
- Cliente
- Procesos internos
- Formación y crecimiento

Las cuatro perspectivas son planteadas por BSC, (balanced scorecard), una estrategia de planificación que ayuda a balancear de manera integrada el proceso actual en la empresa, para ayudar a convertir la visión en acción. Esta estrategia se rige por indicadores que ayudan constantemente a identificar las deficiencias en la planificación de actividades.

Figura 6. **Perspectivas de BSC**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Táctico

El planeamiento táctico es desarrollado por el mando medio de la empresa los jefes de piso, este proceso es permanente y orientado al futuro cercano. Se desarrollan mejoras continuas, se establecen todas las actividades que se realizan en las diferentes áreas o departamentos, la planificación táctica. Es el desglose en pequeños planes del planeamiento estratégico.

2.3.3. Operativo

El planeamiento operativo es realizado por los jefes de mandos más bajos en coordinación con el planeamiento táctico, se desarrolla la planificación de todas las actividades que realizan los empleados. Se ejecutan micro-planes de carácter inmediato para procesos programables. Esta planificación, generalmente, no es mayor a un año. La programación de actividades se hace por medio de:

- Flujogramas horizontales
- Flujogramas verticales
- Flujogramas de bloque
- Diagrama de Gantt
- PERT

2.3.4. De contingencia

Esta es la planificación preventiva, predictiva y reactiva, este plan se realiza para cuando haya sucesos que se salgan de lo planeado. El plan de contingencia solamente se relaciona con emergencias físicas, como algún desastre natural y si esa es una aplicación, el plan de contingencia se utiliza en circunstancias que afecten a la empresa de manera financiera, en su imagen y en la seguridad.

Lo que se busca en un plan de contingencia es que la empresa esté preparada para lidiar con estos problemas, manteniendo la continuidad del negocio, es decir, continuar con las operaciones de la empresa y continuar con la generación de ingresos. El plan de contingencia y debe contar con las siguientes características:

Detección o identificación: debe realizarse un análisis de riesgo, que tome en cuenta las amenazas internas que pueden darse por mala organización, control y definición en los procesos de la empresa. También tiene que tomar en cuenta los factores externos a los que es vulnerable la empresa, y que son ocasionados por factores ajenos a la empresa.

Comunicación clara: debe comunicarse a cada parte que conforma la empresa el plan de contingencia; desde el mando más alto hasta los operarios deben conocerlo e interpretarlo; ha de estar estructurado de tal manera, que cada quien sepa qué es lo que debe hacer y en qué momento. En caso de alguna situación, deben nombrarse líderes a los que cada grupo pueda acudir.

Ser sencillo y flexible: el plan debe entenderlo cada persona que integra la empresa, debe ser interpretado de manera correcta y con facilidad para que pueda ejecutarse de manera inmediata. También debe ser flexible, ya que una situación se manejará con los recursos actuales. El plan debe ser aplicable a lo largo del tiempo y también debe actualizarse cuando se requiera, ya que cada año, se siguen sumando amenazas para la empresa, por la situación económica del país, los cambios climáticos y tecnologías que dejan obsoletos a los mecanismos tradicionales.

2.4. Estandarización de actividades a través de la planificación

Cuando se habla de estandarizar actividades o procesos es ajustar o adaptar un sistema establecido a normativos y estándares, para fabricar un producto o prestar un servicio que brinde un comportamiento estable y calidad homogénea. Para estandarizar una actividad o proceso, los factores involucrados deben ser también los mismos y cumplir con los mismos estándares:

- Materiales, maquinaria y equipo
- Métodos y procedimientos de trabajo
- Conocimiento y habilidad del personal

La estandarización de procesos y actividades, no es necesariamente burocratizar, que es lo que normalmente se cree, en realidad, es lograr que en cualquier parte del mundo el producto o servicio, tenga la misma calidad. El sistema de estandarización debe ser adecuado para el tipo y tamaño de empresa, no es lógico que si la empresa es muy pequeña se intente de implementar o fijar estándares muy sofisticados.

El sistema de estandarización debe ser básico, gráfico y sencillo, debe ser entendido por todos y todos deben tener participación. Generalmente, para ir estandarizando los procesos, se realiza la planificación y programación de actividades para luego realizar pruebas y así detectar las fallas y complicaciones:

Mismas condiciones => Resultados iguales

Para la estandarización de procesos y actividades se realiza un trabajo exhaustivo, para la identificación de las actividades realmente necesarias y las actividades de desperdicio, existen sistemas estratégicos muy útiles que facilitan la estandarización a través de la planificación:

- *Work breackdown structure (WBS)*
- *Layout Plant*
- *Last planner systems (LPS)*

2.4.1. Descomposición del trabajo (EDT) o *Work breackdown structure (WBS)*.

EDT o WBS, es un desglose o descomposición jerárquica de componentes o entregables del proyecto. Los entregables son los paquetes de trabajo, necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto, que llevan un esfuerzo realizado.

Los entregables deben plantearse sin tiempo, costo, secuencias, ni acciones o procesos. Cuando se está realizando la descomposición debe tomarse el criterio del 100 %, que se refiere a que tiene que incluirse todo el trabajo necesario para cumplir con el proyecto y solo eso. Debe ser lo suficientemente minucioso para no pasar por alto ningún trabajo, pero han de eliminarse todos aquellos trabajos que no aporten ningún valor. El EDT, debe realizarse por el juicio de expertos que hayan realizado proyectos similares.

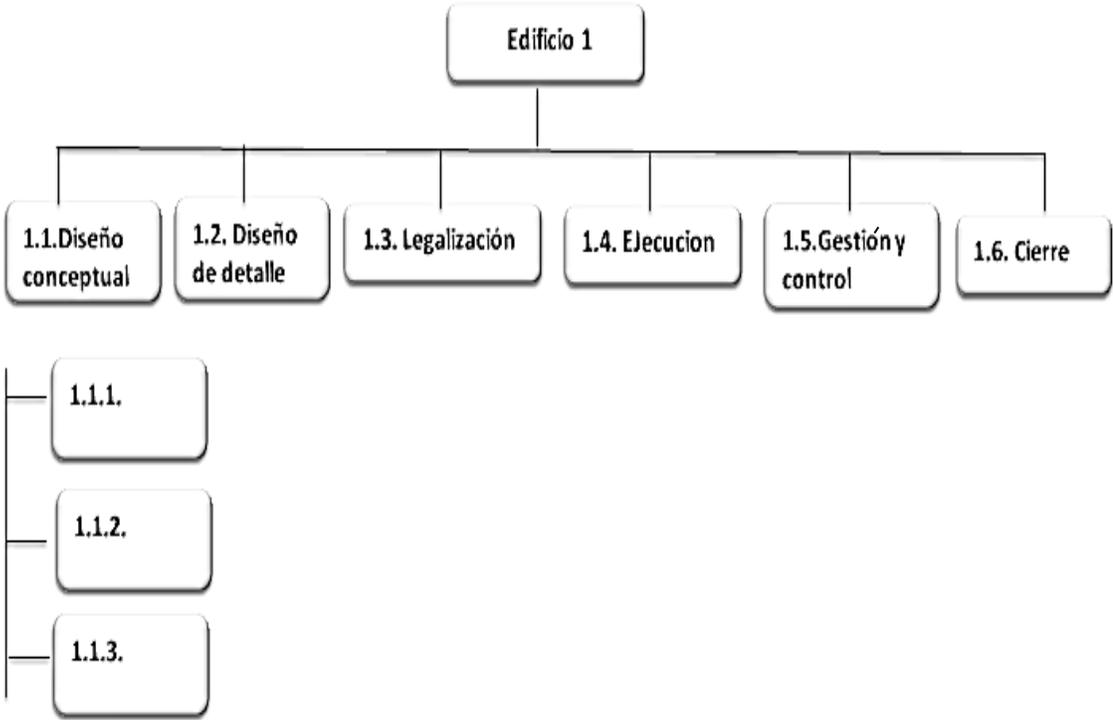
El EDT se realiza generalmente con organigramas y luego se pasa a listas la descomposición del trabajo; es utilizado como una herramienta que facilita el cálculo de costes y la programación de las actividades del proyecto, ya que a partir del resultado del EDT, se puede pasar a un diagrama de Gantt.

Es necesario aclarar que los paquetes de trabajo, no son actividades, los paquetes de trabajo, son la globalización de las tareas, fases que conforman el esqueleto del proyecto. En la figura 7, se observa un ejemplo de los niveles superiores en un EDT desarrollado para un edificio.

En la figura 8 se desglosa el paquete de trabajo de “ejecución”, en pequeños paquetes de trabajo. Esa es la idea de realizar un EDT para un

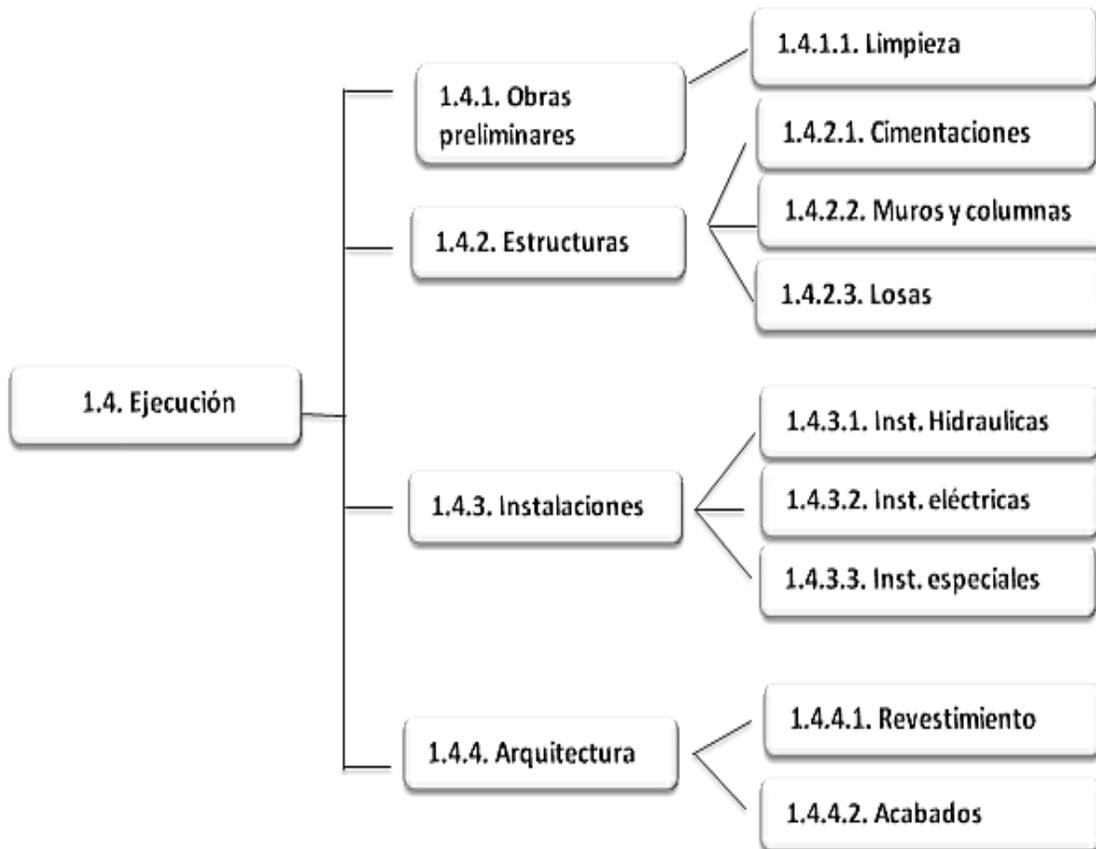
proyecto constructivo, lo que ayudará a evaluar los paquetes que aporten valor o no al resultado final del proyecto.

Figura 7. **EDT para un edificio**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **EDT, desglose de la ejecución**



Fuente: elaboración propia.

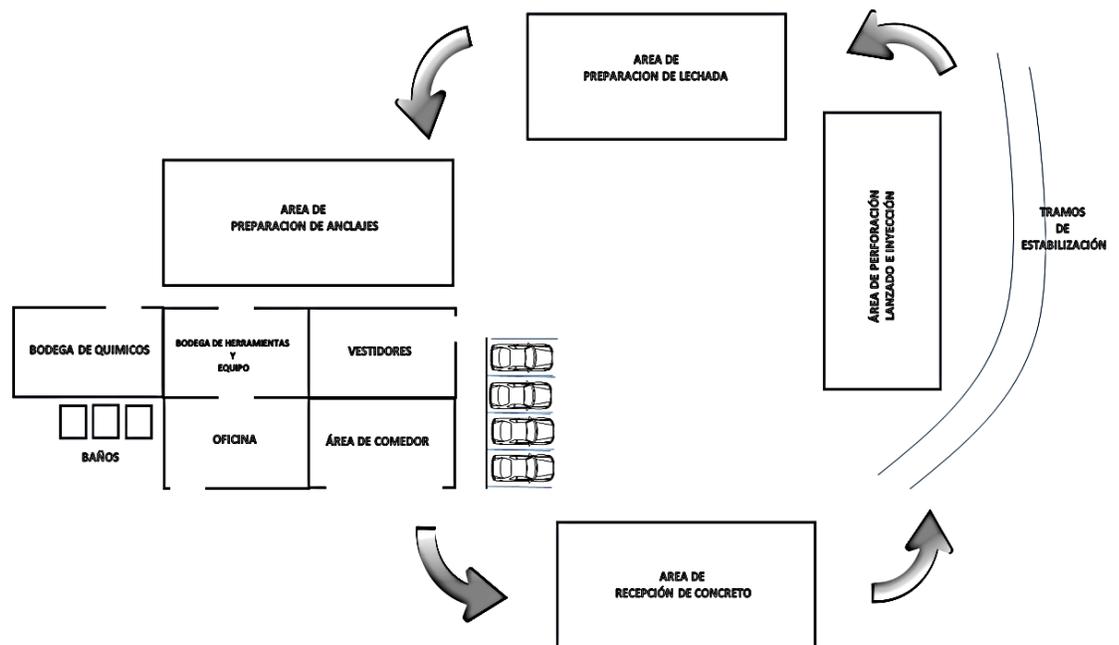
2.4.2. Distribución de la planta (*Layout plant*)

La planificación y programación con *layout plant*, se utiliza generalmente en empresas de manufactura, pero aunque no es muy común, también tiene aplicación en la rama de la construcción para la distribución de áreas de trabajo en obra.

Layout plant consiste en integrar las áreas funcionales del sitio de trabajo de una obra para convertirla en una solución lógica, a la necesidad de distribuir adecuadamente las áreas de trabajo en una obra de construcción.

Para realizar esta distribución es necesario conocer el área de trabajo, para distribuir las estaciones de trabajo, por lo que es necesario hacer una visita a la localidad de la obra, prestar atención a los obstáculos que ofrezcan amenazas y a las posibles rutas de acceso, esto se realiza cuando en la empresa, ya se tiene definida la secuencia de trabajo, la programación y la caracterización de los procesos.

Figura 9. **Ejemplo de *Layout plant* de una obra de construcción**



Fuente: elaboración propia.

Este proceso es mucho más fácil y rápido cuando se tienen estandarizados los procesos, ya que se estipulan ciertas áreas de trabajo que serán repetitivas en las distintas obras de los proyectos por desarrollar, por lo que se tendrán estaciones de trabajo que podrán adecuarse a cualquier localidad, ubicándolas de tal manera que optimicen el proceso constructivo.

Dependiendo del tipo de proyectos que la empresa constructora ejecute, deben definirse las áreas, las más comunes son:

- Recepción de materiales
- Almacenamiento
- Preparación de materiales
- Estacionamientos
- Área para maquinarias
- Áreas para el personal
 - Comedor
 - Vestidores
 - Sanitarios
 - Casetas

Cuando se realiza un *layout plant* de la obra, cada estación de trabajo debe proporcionar la siguiente información:

- Dimensionamiento de áreas
- Procesos y horarios
- Equipamiento de cada área
- Tipo de unidades por manipular
- Tipo de vehículos
- Tipo de maquinaria

- Cantidad de personas
- Condiciones ambientales
- Servicios y suministros
- Elementos y medidas de seguridad

Cuando se aplica un *layout plant*, se evitan interrupciones y se obtienen beneficios como:

- Evitar cruces conflictivos.
- Optimizar el proceso.
- Mayor flujo en el trabajo.
- Identificar de amenazas.
- Mejorar control en la obra.
- Integrar todos los factores, logrando sinergia entre las estaciones de trabajo.
- Mover de materiales según distancias mínimas.
- Utilizar efectivamente el espacio.
- Realizar el mínimo esfuerzo.
- Flexibilizar el ordenamiento para reajustar.

2.4.3. Planificación intermedia o *look ahead planning* (LAP)

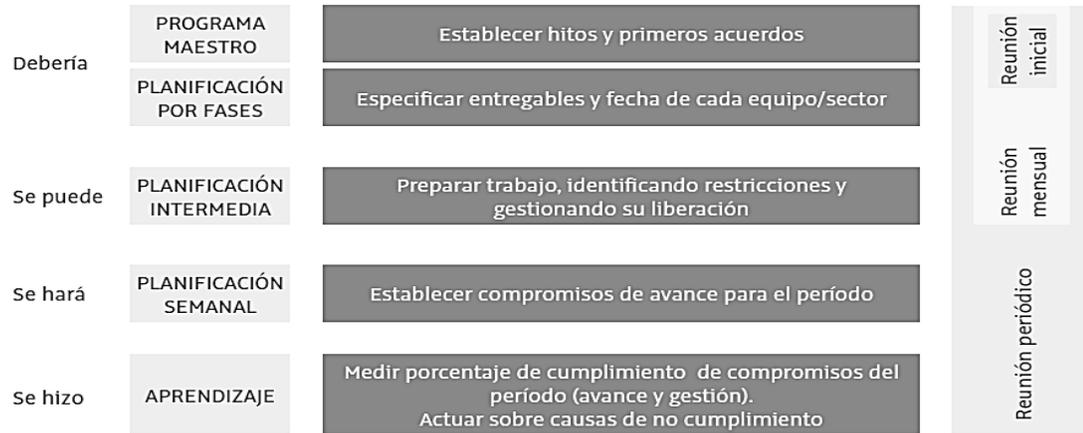
La planificación *look ahead* es una parte importante en el sistema del ultimo planificador, conocida por sus siglas en ingles *LPS, Last Planner System*. Este sistema identifica a la última persona que asegurará el flujo del trabajo, ya que será la que asigna las tareas de manera directa, para conseguir la entrega de la obra, en base a la situación y condición real de la obra.

LPS es la mejora de la planificación tradicional en la que se elabora un plan maestro, donde se estipula la programación de cada actividad del proyecto, ubicando la ruta crítica y estableciendo restricciones del trabajo. El sistema *LPS*, propone realizar una programación anticipada, a plazos menores, tomando en cuenta la programación del plan maestro, pero de manera interactiva y flexible, ya que en los proyectos de construcción, siempre hay irregularidades, como retraso en entrega de materiales, accidentes laborales, fenómenos naturales que, en efecto, retarda la terminación del proyecto *LPS* está conformado por:

- Planificación anticipada: es la programación inicial de las actividades del proyecto, empezando con el plan o programa maestro donde se establecen todas las actividades y luego se agrupan en fases para hacerlo más flexible.
- Planificación Intermedia: se hace en un plazo menor, acondicionando la planificación anticipada a la realidad, se va acomodando según el avance y las condiciones del proyecto, en plazos no mayores a 6 semanas, por lo general, se hacen a plazos de un mes.
- Planificación semanal: es la planificación en plazos cortos que busca alcanzar objetivos semanales, tomando en cuenta las situaciones que beneficien o afecten de manera negativa el desarrollo del proyecto.

Last planner system mide el cumplimiento de la programación según indicadores del trabajo terminado, en porcentajes de PPC, porcentaje de plan terminado y se evalúan las interrupciones, para encontrar el problema o causa raíz y aplicar acciones correctivas.

Figura 10. **Last planner system**



Fuente: Pons Achell, Luis Felipe. *Introducción a Lean Construction*, página 57.

2.5. Metodologías de planificación y programación de actividades y recursos

Existen metodologías de planificación y programación utilizadas actualmente que sirven para realizar una programación maestra. En el sistema tradicional de planificación este proceso se realiza para cada proyecto, obteniendo un plan muy específico e inflexible. El enfoque *Lean Construction*, en cambio, hace de este un proceso iterativo, para la estandarización de procesos y actividades en un proyecto, dividiéndolo en fases, desglosadas en pequeñas cadenas de valor, que puede ajustarse fácilmente a los distintos proyectos de la empresa. Las metodologías más utilizadas son:

- Diagrama de Gantt
- CPM
- PERT
- Histogramas de recursos

2.5.1. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt fue desarrollado por Henry Gantt, desempeñando un cargo en la logística del ejército norteamericano. Esta es una herramienta de gráficos lineales, utilizada para la programación y control de proyectos.

El diagrama consta de un área gráfica del lado derecho donde se tiene una escala de tiempo y en el lado izquierdo, una lista con todas las tareas. Dependiendo del detalle del gráfico, también se caracterizan las actividades con algunos índices generales, como las horas-hombre que requiere, las holguras y tiempo para realizar la actividad. Los pasos para realizar un diagrama de Gantt son:

- Determinar las tareas y la secuencia lógica de ejecución.
- Especificar los tiempos para cada tarea, ya sea por experiencia o por algún tipo de estudio.
- Establecer la escala de tiempo de acuerdo con la duración de tareas y del tiempo que durará el proyecto, generalmente son días o semanas.
- Encontrar iteraciones para ajustar los procesos.
- Pasar la programación a días calendario.
- Controlar la programación frente a lo realizado.

El diagrama de Gantt es mucho más efectivo cuando no se tienen programaciones muy grandes, ya que si no, se dificulta la comprensión y la modificación. En caso que sea necesario, puede realizarse la programación agrupando las actividades en fases y programaciones según el LAP.

Actualmente, los diagramas de Gantt no se realizan manualmente, ya que existen programas que facilitan la tarea como MS Project, y Primavera Project Planner, ya que con estos programas se puede:

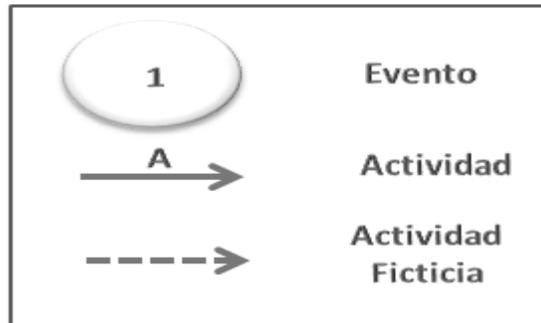
- Realizar informes de resultados
- Administrar recursos
- Realizar comparaciones
- Mejorar y estandarizar procesos
- Realizar plantillas de programación

2.5.2. CPM con método de flechas

CPM *Critical Path Method* quiere decir “método de la ruta crítica”, es una técnica tradicional para la planificación y programación de actividades de la ejecución de un proyecto. Esta técnica sirve para establecer las relaciones de precedencia entre las actividades, es decir, ayuda a identificar qué actividades deben realizarse para continuar con el proceso. CPM puede utilizarse para la programación de proyectos completos, pero es más recomendable hacer este análisis por fases, ya que puede extenderse demasiado u omitir actividades.

Es una manera de estandarizar procesos ya que pueden realizarse iteraciones, cambiando las rutas y ajustando tiempos. Se puede realizar el análisis de CPM, por medio del método de flechas, en el cual es importante conocer la simbología:

Figura 11. Simbología de CPM

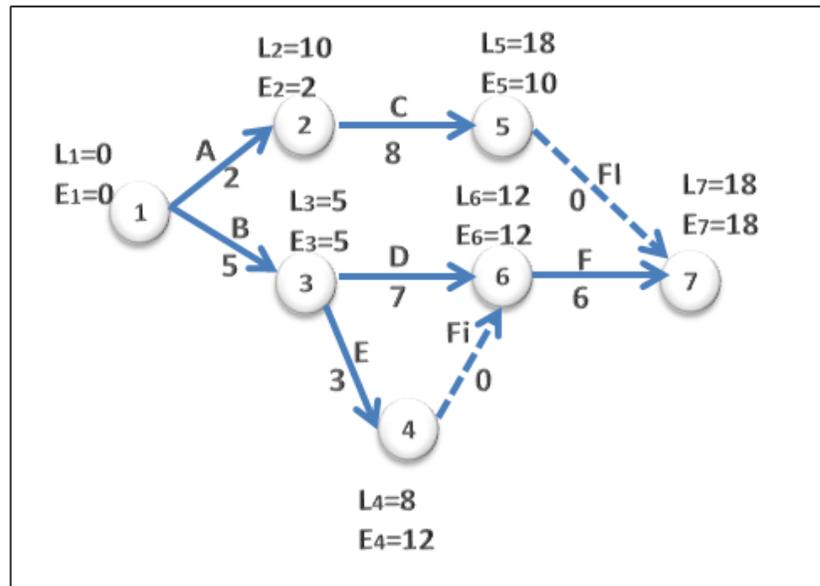


Fuente: elaboración propia.

Existen dos restricciones en la elaboración de un diagrama de flechas, dos actividades no pueden tener el mismo final, debe crearse una actividad ficticia y dos actividades no pueden tener el mismo inicio. Los pasos por seguir para la elaboración de un diagrama de flechas de CPM son:

- Ordenar las actividades tomando en cuenta las predecesoras y las reglas anteriormente descritas.
- Asignar tiempo a las actividades que ocurren entre dos eventos, en base a la experiencia (T).
- Calcular la ocurrencia temprana, empezando con el inicio igual a 0 , **$E_2 = E_1 + T$** .
- Calcular la ocurrencia tardía , **$L_2 = L_3 - T$** .
- Calcular las holuras , **$H = E - L$** .

Figura 12. **Ejemplo de diagrama de flechas CPM**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 12 se puede identificar que la ruta crítica está formada por los eventos 1, 3, 6 y 7, ya que las holguras son iguales a cero.

2.5.3. Asignación de tiempo a actividades PERT

La técnica de planificación PERT utiliza el planteamiento de CPM, por diagrama de flechas, la única diferencia es que PERT es una técnica basada en estadísticas, ya que se utilizará un tiempo esperado, obtenido en base al tiempo optimista, tiempo más probable y tiempo pesimista; estos tiempos son estipulados con el estudio de tiempos.

- Tiempo optimista: es el mínimo posible para que la actividad sea realizada, ya que se asume que no se tendrán interrupciones.
- Tiempo más probable: es el que llevaría realizar la actividad, en condiciones normales, es decir, el tiempo promedio.
- Tiempo pesimista: es el máximo para realizar la actividad si se presentaran imprevistos.
- Tiempo esperado: es el que se estima que llevará la realización de la actividad, es un resultado estadístico, que como factores tiene los tiempos, optimista, probable y esperado.

$$T_e = (T_{op} + 4T_{mp} + T_{pes}) / 6$$

- El estudio de tiempos es una medición de tiempos laborales que tiene como fin facilitar la estandarización de tiempos de trabajo e incrementar la eficiencia. Requerimientos para realizar un estudio de tiempos:
 - El operario debe estar familiarizado con la actividad por medir.
 - El proceso para desarrollar el trabajo debe estar estandarizado.
 - La maquinaria debe estar en condiciones normales.
 - El material no debe faltar durante el estudio.
 - Realizar la medición con varios operarios.
 - Debe haber acuerdo entre las partes interesadas.
- Las etapas para realizar este estudio son:
 - Registrar la información del proceso, nombre del proceso, nombre del operario entre otros.

- Describir el trabajo por realizar, desglosando cada actividad que debe llevarse a cabo.
 - Determinar si se usará el mejor método.
 - Definir el tamaño de la muestra.
 - Medir el tiempo con instrumento.
 - Obtener la velocidad de trabajo efectiva, para saber si el operador está trabajando de manera normal.
 - Convertir tiempos observados en tiempos básicos.
 - Revisar si hay que agregar algún suplemento.
 - Obtener tiempo tipo, que es el tiempo más probable en que se llevará a cabo el trabajo.

- Para realizar el estudio de tiempos solo se necesita:
 - Un cronometro
 - Cámara de video
 - Tabla de observaciones
 - Formulario de medición de tiempos

- El estudio de tiempos generalmente se realiza cuando se quiere:
 - Comparar dos métodos para realizar un trabajo.
 - Novedades en una tarea.
 - Cambio de material o método.
 - Quejas del personal, del tiempo tipo.
 - Cuando hay actividades muy lentas que provocan cuellos de botella.

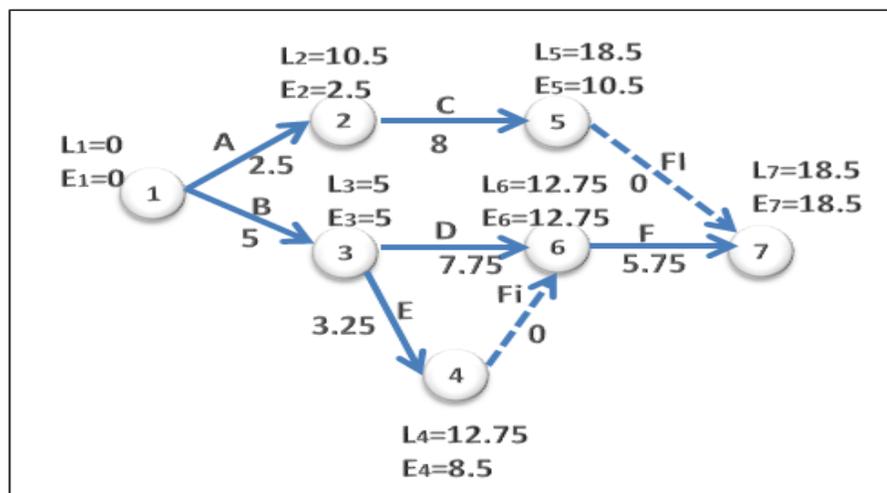
A continuación se muestra una tabla con los tiempos PERT, del ejemplo de CPM, La ruta crítica conformada de igual manera por los eventos 1, 3, 6 y 7, ver la tabla VI y figura 13.

Tabla VI. **Ejemplo de asignación de tiempos PERT**

Actividad	predecesora	T optimista	T probable	T pesimista	T esperado
A	-	1	2	6	2,5
B	-	2	5	8	5
C	A	6	8	10	8
D	B	6	7	12,5	7,75
E	B	1	3	6,5	3,25
F	E,D	3	6	7,5	5,75

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Ejemplo con asignación de tiempos PERT**



Fuente: elaboración propia.

2.5.4. Holguras y ruta crítica

Las holguras representan el margen de tiempo que puede retrasarse una tarea sin afectar la fecha de finalización del proyecto. Es importante considerarlas en un proyecto de construcción, ya que estas van a amortiguar los posibles retrasos de las actividades del proyecto y ayudarán a lograr que se mantenga la entrega final dentro de la fecha prevista.

Las holguras pueden ayudar a identificar las actividades críticas, ya que estas tienen una holgura igual a cero.

Si existen varias rutas críticas por una nivelación o compresión de redes dentro de la planificación; en la ejecución del proyecto pueden darse un cuello de botella, o aplazarse la fecha de finalización del proyecto. Por otro lado, si se tiene mucho margen de holgura, se tendrá una parada en los trabajos. Existen dos tipos de holgura:

- Holgura total: es la diferencia del tiempo dispuesto para realizar una actividad y la duración de esta, que no afecta la finalización en fecha del proyecto.
- Holgura libre: es la diferencia del tiempo, con el que se dispone para realizar una actividad, siempre y cuando se empiece y termine lo antes posible, y el tiempo que dura la actividad, que no afectará a las demás tareas.

La diferencia entre las dos, es que la holgura libre es ese tiempo que puede adelantarse o retrasarse una actividad, y que no afectará a las demás actividades, mientras que la holgura total, es el tiempo que se atrasará la actividad, provoca, que las demás actividades posteriores se conviertan en críticas.

2.5.5. Programación de recurso

Los recursos son todos aquellos factores productivos que se necesitan para realizar una actividad. Los recursos no se consumen por su uso y pueden ser asignados para otra actividad u otro proyecto, los recursos se dividen en:

Recursos humanos -> Mano de obra.

Equipo y herramientas-> Maquinaria.

En algunas bibliografías se toman en cuenta los materiales como un recurso, porque son fuente de retrasos y pueden afectar el flujo de efectivo del proyecto. Para este estudio no se tomarán en cuenta, ya que cuando se manejan los otros dos tipos de recursos, simultáneamente se están nivelando también los materiales, ya que se está manejando un sistema *pull* de inventario, que va de la mano con las actividades programadas en plazos cortos o medios. Los pasos para la programación de recursos son:

- Medición
- Asignación
- Distribución
- Nivelación

Los recursos deben ser medibles, según el tipo de recurso, se medirá en hombre/día, máquina/hora, tomando en cuenta el rendimiento según especialidad, capacidad y tecnología. También se deberá tomar en cuenta los factores que variarán la eficiencia, como la educación o capacitación del personal, experiencia que tiene el personal y en maquinaria, la calidad, capacidad y modelo, que son propios del recurso. También hay que tomar en cuenta los factores externos como la disponibilidad y el costo que representará

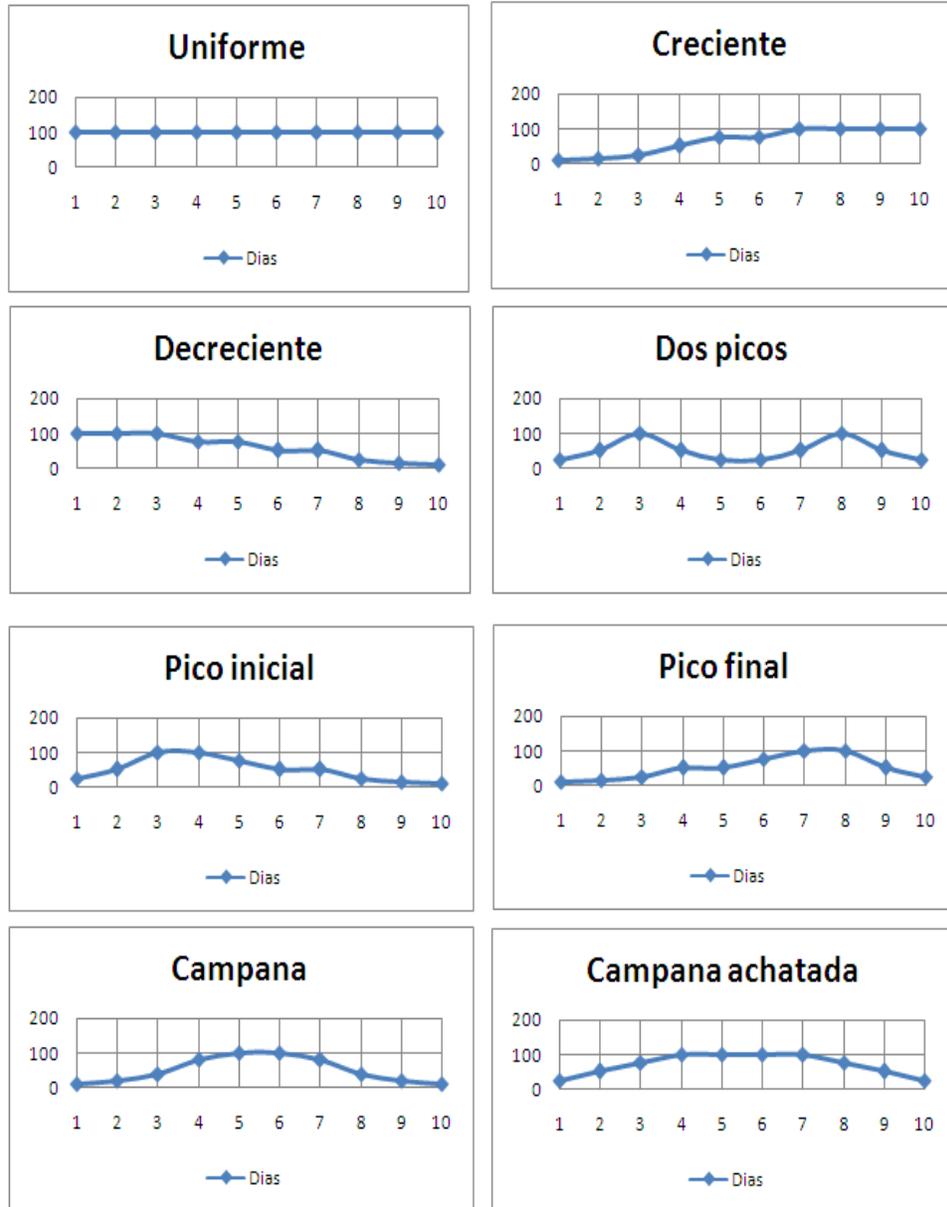
para la empresa. Para la medición evalúan varias alternativas y se escoge la mejor, según tiempo, calidad y costo. Un ejemplo sería la comparación entre preparación de la mezcla, concreto sin equipo, utilizar una mezcladora o surtirse con proveedores.

- Mezcla sin equipo: se tendría que utilizar mano de obra, la calidad es baja y lleva mucho más tiempo que las otras dos opciones, pero si solo se necesita para una pequeña parte de la obra, entonces puede ser la opción más adecuada.
- Concreto con mezcladora: se utilizarán obreros, aunque será en menor cantidad, la preparación será más rápida que la anterior y la calidad será mejor, pero se deberá comprar o alquilar la mezcladora, más el mantenimiento y si es un proyecto muy grande, tendrá que adquirirse más de una mezcladora o limitar la disponibilidad. En cambio, si es para un proyecto medio y el recurso se utilizará en cantidades considerables, pero no masivas, esta alternativa puede ser la que mejor se ajuste.
- Con proveedor: se tomará en cuenta, que no se necesita trabajadores para la preparación de la mezcla, ni se necesitará invertir en equipo, la calidad será garantizada y el tiempo será menor, siempre y cuando se programen los pedidos anticipados. Por otro lado, deberá pagársele al proveedor y para que el precio esté en un rango aceptable, se deben pedir cantidades de aproximadamente de 5m³ y 7 m³ como mínimo, según el acuerdo con el proveedor. Esta alternativa es ideal para proyectos que requieran cantidades masivas de concreto, concretos especializados y muy buena calidad o que se realicen fundiciones periódicas.

La distribución de recursos se refiere a la asignación de la cantidad de elementos necesarios para realizar las actividades diarias, la distribución puede hacerse de tal manera, que se obtenga un modelo determinado de los recursos. Existen varios modelos nivelados de los recursos que se pueden adoptar:

- Uniforme: el número de horas de trabajo es uniforme a lo largo del proyecto.
- Creciente: el número de horas va aumentando gradualmente hasta llegar a un 100 %.
- Decreciente: el número de horas al principio es el 100 % y luego va disminuyendo gradualmente.
- Dos picos: el número de horas sube al 100 % dos veces.
- Un pico: el número de horas de trabajo aumenta al 100 % en el primer o último cuarto del tiempo.
- Campana: el número de horas de trabajo sube al 100 % a la mitad del tiempo, asemejando una campana de Gauss.

Figura 14. Gráficas de modelos de recursos



Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Modelos para distribución de recursos**

Modelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Uniforme	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100 %
Creciente	10	15	25	50	75	75	100	100	100	100	65 %
Decreciente	100	100	100	75	75	50	50	25	15	10	60 %
Dos picos	25	50	100	50	25	25	50	100	50	25	50 %
Pico inicial	25	50	100	100	75	50	50	25	15	10	50 %
Pico final	10	15	25	50	50	75	100	100	50	25	50 %
Campana	10	20	40	80	100	100	80	40	20	10	50 %
Campana chata	25	50	75	100	100	100	100	75	50	25	70 %

Fuente: Rodríguez Castillejo, Walter Rodríguez, *Gerencia de construcción y del tiempo-costo*
P.112

En la tabla VII, los modelos tienen una base de diez días, y los recursos están dados en porcentajes, los modelos se adaptan a la duración de cada tarea, en la figura 14, se muestra gráficamente la distribución que tendrá cada modelo.

2.5.6. Nivelación de recursos

Cuando se nivelan recursos, se busca obtener un modelo para el total de ellos, a fin de obtener un modelo como los de la distribución de recursos; se deben ajustar las holguras, luego se presentan alternativas, se evalúan y se selecciona la mejor.

La nivelación de recursos es una manera de eliminar todos aquellos picos no deseados en la programación, se hace en base al diagrama de Gantt. Esta nivelación da mejores resultados cuando la programación maestra es flexible, en donde se pueden retrasar las actividades sin importar si hay críticas, porque no se tienen restricciones de tiempo de entrega, es decir, que el programa

determina una fecha de entrega antes que la fecha de entrega límite del proyecto, establecida por el cliente.

Como se puede observar en la tabla VIII, las actividades A, C y D, tienen holguras, lo que quiere decir que su tiempo de inicio puede ajustarse, sin afectar la finalización del proyecto. En la tabla IX se modificó el inicio de las actividades A y C, sin ser necesario retardar totalmente la actividad hasta el punto límite.

Como consecuencia del ajuste, se obtiene una gráfica en la figura 16 cerca de la forma más ideal, porque hay un incremento constante de personal hasta llegar a un pico, y empieza a disminuir paulatinamente, porque en comparación la figura 15, se tenía más de un pico en el avance del proyecto, lo que significa que se tendrán la contratación de personal, para despedirlos más adelante y luego contratarlos, esto indica que no se ha optimizado el programa y que los recursos no están nivelados.

Tabla VIII. **Recursos asignados, alternativa 1**

Actividad	Duración	Recursos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	3	3	3	3	3											
B	7	4	4	4	4	4	4	4	4							
C	4	5					5	5	5	5						
D	3	3										3	3	3		
E	7	4								4	4	4	4	4	4	4
Total recursos			7	7	7	4	9	9	9	9	4	7	7	7	4	4

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Gráfica de recursos totales alternativa 1**



Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Recursos asignados, alternativa 2**

Actividad	Duración	Recursos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	3	3			3	3	3									
B	7	4	4	4	4	4	4	4	4							
C	4	5						5	5	5	5					
D	3	3										3	3	3		
E	7	4								4	4	4	4	4	4	4
Total recursos			4	4	7	7	7	9	9	9	9	7	7	7	4	4

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Gráfica de recursos totales alternativa 2**



Fuente: elaboración propia.

3. CONTROL DE AVANCE FÍSICO Y CONTROL DE CALIDAD

El control es una parte muy importante para la realización de proyectos de una empresa de construcción, el control debe realizarse de manera constante, ya que a lo largo de la ejecución de un proyecto las situaciones y condiciones cambian.

Para controlar los procesos de un proyecto debe conocerse toda la información de la planificación y de la ejecución. El control se realiza a los “C4”, esto se refiere a los factores más importantes: costo, cantidad, calidad y cronograma (tiempo), ya que estos son los que influirán totalmente en la finalización del proyecto. El control tiene como base la verificación, corrección y reprogramación:

- Verificación sistemática: comparando lo ejecutado con lo programado.
- Corrección oportuna: evitando desvíos y cumpliendo con el programa.
- Reprogramación: en caso sea necesario para cumplir con el objetivo principal.

3.1. Control y monitoreo de avance físico de la obra

El controlar el avance físico de la obra conlleva los “C4”, anteriormente mencionados ya que cada uno depende del otro. Para llevar un control debe realizarse la programación de las actividades por realizar a corto plazo, dependiendo de la magnitud del proyecto, pero no mayor a tres semanas. Deben realizarse informes o reportes dirigidos a la gerencia de proyectos para la evaluación del desempeño en obra, tomando en cuenta los recursos

financieros, materiales y de personal para identificar los problemas e interrupciones y poder tomar decisiones, ya sea ajustar o reprogramar, según sea el caso, y adoptar acciones correctivas y preventivas.

- Recursos financieros: debe realizarse cortes a cada cierto tiempo, ya sea semanal, catorcenal o mensual, para revisar lo gastado con lo programado y prever los gastos siguientes. Para esto se hace un estudio de flujo de efectivo del proyecto, explicado más adelante.

- Recursos materiales y equipos:
 - Registro de entrada (cantidad y especificaciones).
 - Ficha de control de almacenaje adecuado.
 - Inventario de los materiales en obra (semanal o mensual).
 - Manual de utilización (modo, cantidad, proporción y equipo).
 - Registro de salida (cantidad y destino).

- Personal de trabajo
 - Verificación de la correcta y oportuna intervención del personal.
 - Medición del rendimiento del trabajo.
 - Cumplimiento de los requisitos.
 - Cuando el personal trabaja en un buen ambiente de trabajo, bajo normas de seguridad y calidad de mano de obra, tiende a tener mayor desempeño.

- **Actividades**
 - Reportes de actividades realizadas.
 - Representación gráfica de avance del proyecto (Gantt, curvas S).
 - Memorias o bitácoras.
 - Videos o fotografías.
 - Reportes de gastos y estimaciones.
 - Estados financieros.

Es muy importante contar con un plan de contingencia, para aquellas actividades que tengan riesgos, con una posibilidad de ocurrencia alta y que también vayan a tener, una repercusión importante en el proyecto.

3.1.1. Comparación de progreso con metas establecidas

El avance de una obra puede medirse de muchas maneras, pero siempre debe compararse con las metas establecidas, es decir, con la programación de la ejecución, puede medirse de acuerdo con el porcentaje de trabajo por medio del diagrama de Gantt (*MS PROJECT*).

3.1.2. Control de flujo de efectivo

Realizar una estimación del flujo de efectivo a cada proyecto que se esté ejecutando, la empresa proporciona información sobre los ingresos y egresos a lo largo de la duración de la obra. Para realizar este análisis es importante que se conozca:

- Costo de las actividades
- Porcentaje de sobre costo de las actividades
- Cronograma de las actividades
- Ingresos y egresos del proyecto
- Condiciones del contrato

Para ejemplificar cómo realizar un control de flujo de efectivo de un proyecto, se supondrán cinco actividades por realizar en la tabla X.

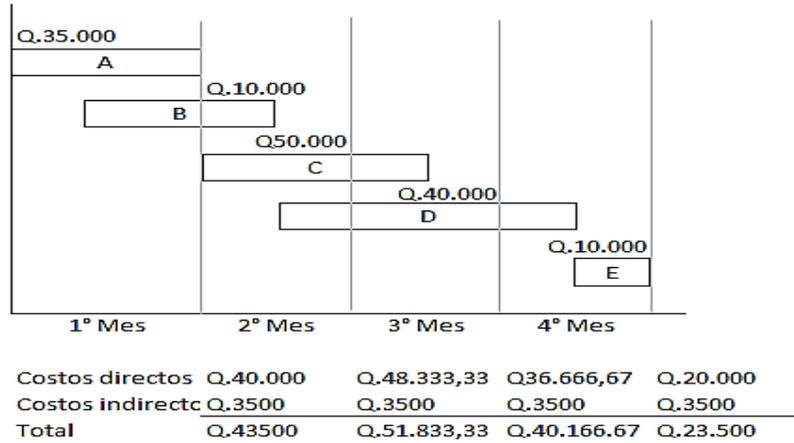
Tabla X. **Actividades para control de flujo de efectivo**

Actividad	Tiempo (mes)	Costo
A	1	Q.35.000
B	1	Q.10.000
C	1.5	Q.50.000
D	2	Q.40.000
E	0.5	Q.10.000

Fuente: elaboración propia.

Conociendo el costo de cada actividad y su tiempo de duración, se debe conocer cuánto gasto representará en cada mes. Por ejemplo, en el segundo mes la actividad D, ocupará solamente $\frac{1}{4}$ del total de la actividad, entonces representará un gasto de Q10 000; el período por medir no necesariamente será un mes, pueden ser períodos más cortos, como las quincenas. Descrito en la figura 17.

Figura 17. **Cronograma de actividades ejemplo**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla inferior de la figura 17, se suman los costos directos e indirectos de cada mes, en el primer mes se suma la actividad A con un costo de Q35 000 y la mitad de la actividad B. En el segundo, se suma el restante de la actividad B más 2/3 de la actividad C, 1/4 de la actividad D. En el tercero se suma el restante de la actividad C y 2/4 de la actividad D. En el cuarto se suma el 1/4 restante de la actividad D y la actividad E; a cada mes se le suman los gastos indirectos.

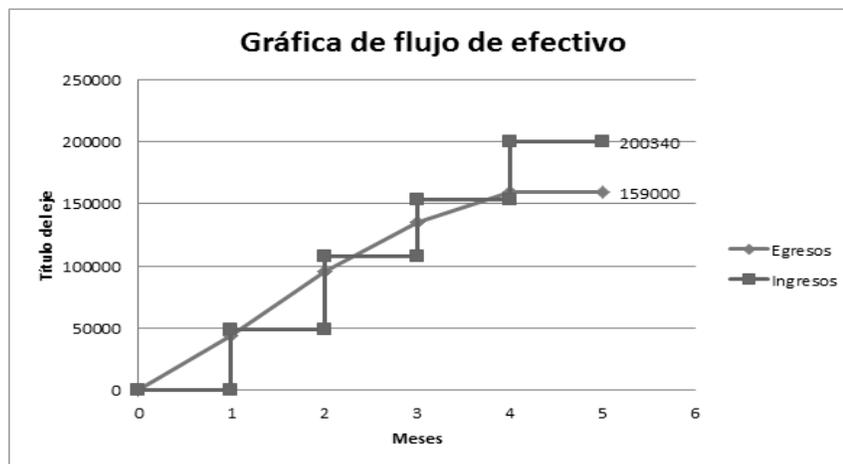
Hay que tomar en cuenta entonces, las condiciones del contrato, en este caso el cliente hará el pago mensual de las estimaciones y retendrá un 10 % de lo facturado como garantía, durante los primeros tres meses y se acumularán para el pago final, y se sabe que el porcentaje de ganancia sobre actividad es del 26 %. En la tabla XI, al multiplicar el costo mensual por 1,26; se obtendrá lo que se facturó al mes, además, al restarle el 10 % se obtiene lo que se pagó en el mes y con estos datos se obtendrá la gráfica de ingresos y egresos del proyecto de la figura 17, y se conocerá la utilidad.

Tabla XI. **Resultado de ingresos y egresos**

Mes	costo	Facturado	Retención	Pago
1	Q43 500,00	Q54 810,00	Q5 481,00	Q49 329,00
2	Q51 833,33	Q65 310,00	Q6 531,00	Q58 779,00
3	Q40 166,67	Q50 610,00	Q5 061,00	Q45 549,00
4	Q23 500,00	Q29 610,00		Q46 683,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Gráfico de flujo de efectivo**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 18, puede observarse el comportamiento del efectivo a lo largo de la obra, puede apreciarse, que en ningún mes será necesario de un financiamiento, y la diferencia de ingresos y egresos acumulados dará como resultado la utilidad neta.

3.1.3. Curva programada frente a la curva de valor ganado frente a la curva real

Es una herramienta de gestión de costos, que representa el dinero frente al tiempo, puede usarse como base la gráfica de flujo efectivo, omitiendo los ingresos, se utiliza para comparar el avance del proyecto, según lo planificado y lo ejecutado, y ayuda a obtener estimación del término del proyecto. La grafica consta de tres niveles:

- Costo real (AC/ *actual cost*): costo total del proyecto hasta la fecha, es decir, lo que en realidad costó lo ejecutado hasta la fecha.
- Valor planificado (PV/ *planned value*): presupuesto programado, tomando como corte la fecha de análisis.
- Valor ganado (EV/ *earned value*): costo presupuestado del trabajo a la fecha, es decir lo que debería haber costado lo que se realizó.

Estos valores, se pueden utilizar para obtener la variación del costo, del cronograma y del desempeño:

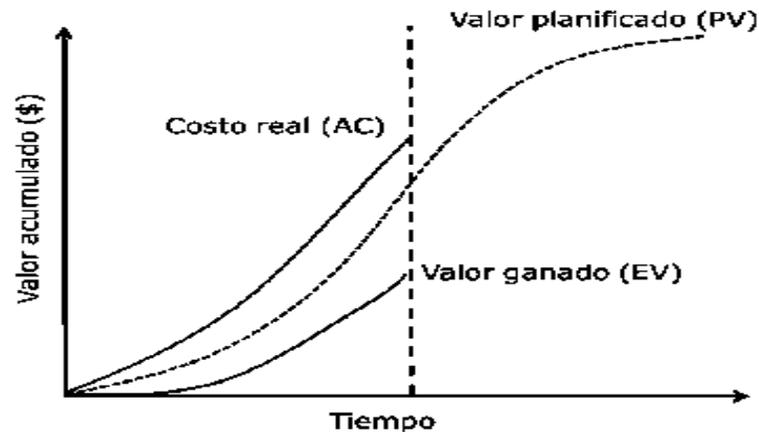
- Variación del costo (CV/ *Cost variance*): diferencia entre lo que se debería haber gastado y lo que se gastó.

$$\mathbf{CV=EV-AC}$$

- Variación del cronograma (SV/ *Schedule variance*): variación entre el tiempo que se había programado y el tiempo que realmente llevó.

$$\mathbf{SV=EV-PV}$$

Figura 19. **Grafica de gestión del valor ganado**



Fuente: Curso Gestión Integrada de Proyectos de Desarrollo,
Gráfico de valor ganado, BID.

Para medir el desempeño del proyecto se deben analizar los siguientes indicadores:

- Índice de desempeño del costo (*CPI/ Cost performance index*): mide la eficiencia del costo para el trabajo completado, lo ideal, es que sea igual a uno, si está por debajo quiere decir, que se tuvo un sobre costo, si está por arriba quiere decir, que se gastó menos de lo programado.

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

- Índice de desempeño del *cronograma (SPI/ Schedule variance)*: mide la eficiencia del cronograma, en el mejor de los casos será igual a 1, ya que si es mayor, indica que se realizó más trabajo de lo planificado, y si es menor, indica que faltante es el porcentaje de retraso del proyecto.

$$\text{SPI} = \text{EV} / \text{AC}$$

Por ejemplo, si el valor del CPI es de 1,20, significa que a la fecha se ha tenido un ahorro del 20 %, pero esto puede ser debido, a que no se completó el

trabajo planificado, por eso deben de evaluarse ambos índices, y si SPI es fuera de 0,70, quiere decir que se tiene un retraso del 30 %.

Es necesario tener una idea de lo que representan estos retrasos y los sobrecostos y cómo incurrirán en el proyecto. Con los indicadores de costo y cronograma, pueden realizarse estimaciones de cómo finalizaría el proyecto si se mantiene el mismo ritmo de ejecución:

- Estimación de costos (*EAC/ Estimate at completion*): como resultado, se obtiene cuánto costaría el proyecto, si se mantiene el ritmo de trabajo, en quetzales en el caso de Guatemala.

$$EAC = BAC / CPI$$

- Estimación de tiempo para completar (*TTC/ Time to completion*): como resultado, se obtiene cuánto tiempo llevaría, terminar el proyecto, si se mantiene el ritmo de trabajo, quincenas, meses o años según sea la programación.

$$TTC = \frac{TP - TT}{SPI}$$

- **BAC:** presupuesto total del proyecto
- **TP:** tiempo planificado de finalización
- **TT:** tiempo transcurrido a la fecha

3.2. Control de calidad

En toda empresa constructora debería implementarse un sistema de gestión de calidad para evitar riesgos y pérdidas, debido a la falta de control en la obra y en la empresa. Se deben tomar en cuenta tres aspectos por evaluar:

- Control de calidad de los proyectos: planificación, planos, cálculos, diseños.
- Control de calidad de los materiales: proveedores, planificación, almacenaje y utilización.
- Control de calidad de la ejecución: procesos, servicios, mano de obra y en los procesos de conducción.

Muchas empresas del campo de ingeniería civil están adaptando normativas para el control y gestión de la calidad, como la normativa ISO 9001, cuyo objetivo primordial es prevenir errores en los procedimientos, asegurando los requerimientos del cliente y mejorando continuamente, tanto en servicios como en productos.

3.3. Implementación de ISO 9000 como control gestión de calidad en la empresa

La implementación de la normativa ISO 9001, fomenta la cultura de calidad en la empresa, enfocada en satisfacer las necesidades del cliente, estandarizando procesos, para que sean medibles y de esta manera, poder mejorar continuamente. La normativa ISO 9001, va de la mano con *enfoque Lean Construction*, ya que esta normativa está basada en el círculo de *Deming PDCA*, descrito en el capítulo I.

- Planear: se determina cada una de las actividades que conforman la cadena de valor y se establece la importancia de cada proceso.
- Hacer: es la ejecución del proyecto, donde se involucra a todo el personal y se da a conocer la importancia de cada parte de la cadena.
- Verificar: donde se lleva el control y se evalúa el desarrollo del proyecto, en base a rendimiento y calidad.

- Actuar: se toman decisiones, con los resultados obtenidos en la verificación, para ajustar, reprogramar, también se toman medidas preventivas y de mejora.

Los principios de la norma ISO 9001, también van en la misma dirección que los principios de *Lean Construction*, definidos en el capítulo I, los principios de la norma son:

- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Participación del personal
- Enfoque basado en procesos
- Enfoque de sistema para la gestión
- Mejora continua
- Toma de decisiones en base a resultados
- Relación y comunicación con proveedores

Como parte de la implementación, se deben identificar todos los procesos que lleva a cabo la organización, incluyendo los de gestión.

- Procesos de conducción: procesos que orientan otros procesos.
- Procesos de realización: todas las cadenas de valor directas de la empresa.
- Procesos de apoyo: sirven de soporte para otros procesos, como compras, sistemas y mantenimiento de equipo.

Para realizar la caracterización de los procesos, debe de determinarse la secuencia, puede ser con CPM, determinar las responsabilidades, a través de una matriz de responsabilidades, y medir los procesos, por medio de

indicadores. Los indicadores pueden colocarse en una matriz de eficacia, colocando la descripción del indicador, las metas por lograr, periodicidad de medición, responsable y logro alcanzado a la fecha:

- Indicadores de responsabilidad:
 - Cumplimiento de especificaciones técnicas
 - Cumplimiento de requisitos contractuales
 - Cumplimiento de programa de auditorías

- Indicadores de desempeño:
 - Cumplimiento del presupuesto asignado
 - Cumplimiento del cronograma

- Indicadores de efectividad de sistema:
 - Satisfacción del cliente.
 - Mejoramiento de las capacidades del personal.
 - Mejoramiento de la comunicación con proveedores y subcontratos.

3.3.1. Documentación

Cuando la empresa, implementa un sistema de gestión de calidad (SGC), es necesario tener una serie de documentos para el desarrollo de los proyectos, los documentos se dividen en dos tipos:

- Documentos internos: los que la empresa desarrolla para cumplir con el SGC, procedimientos, matrices, formatos y plan de autocontrol, con el fin de cumplir con los requisitos del cliente y los objetivos de la empresa.
- Documentos externos: aquellos que no elabora la empresa, pero aun así, son necesarios para el desarrollo del proyecto, planos, normas, informes, estudios entre otros.

En ambos casos, debe controlarse que los documentos estén actualizados, se encuentren en el sitio de uso, que sean legibles y entendibles y estén aprobados por el responsable.

3.3.1.1. Manual de calidad

Especifica cada parte del sistema de gestión de calidad de una organización o empresa, también puede servir para realizar inducción del personal nuevo. El manual de calidad debe incluir el detalle de las actividades, interacción de los procesos, relación entre procesos, asignación de responsabilidad, entradas y salidas, el alcance del SGC, descripción de procedimientos, justificación de exclusiones de la norma, direccionamiento estratégico, descripción de la gerencia y mapa de procesos (EDT) y cómo la organización cumple con cada punto del sistema de calidad.

3.3.1.2. Procedimientos del sistema de calidad

Los procedimientos de calidad son básicamente la descripción de cómo se lleva a cabo un proceso, describiendo cada actividad que lo conforma, los recursos necesarios como equipo, herramientas, maquinaria, materiales y personal, tomando en cuenta también el tiempo.

3.3.1.3. Instructivos, fichas, técnicas, formatos y registros

Son documentos donde se detalla el desarrollo de las actividades y sus bases, como normas, también se caracterizan los materiales, se establecen formatos de autocontrol y se llevan registro de capacitación, mejoras, no conformidades, mantenimiento de equipo y todas aquellas evidencias que garanticen que se cumple con el SGC.

3.3.1.4. Documentos externos

Como se mencionó anteriormente, los documentos externos son todos esos documentos ajenos a la empresa pero necesarios para el desarrollo de los proyectos, pueden ser normativos, especificaciones del cliente, estudios previos que no realiza la empresa, documentos legales como registro de propiedad, autorización de municipalidades entre otras. Es de suma importancia que el personal esté familiarizado con estos documentos, ya que en base a ello se acordó la realización del proyecto, y debe velarse porque se respeten las especificaciones establecidas en los documentos.

3.3.2. Responsabilidad

La alta dirección debe contar con evidencia, de la implementación y desarrollo del sistema de gestión de calidad (SGC) y mejora continua, en la empresa. Es responsabilidad de la alta dirección:

- Implementar medidas para que todo el personal tome conciencia sobre la importancia de cumplir con los requisitos del cliente.
- Establecer la política de calidad.

- Fijar objetivos de calidad.
- Monitorear el cumplimiento del SGC.
- Proporcionar todos los recursos para que se cumpla el SGC.

La política de calidad es la base sobre la cual se implementará el sistema de gestión de calidad (SGC), y va de la mano con el planeamiento estratégico, mencionado en el capítulo I. La política de calidad deberá desarrollarse con enfoque al cliente, eliminando todos aquellos procesos y actividades que no generen valor, revisando, que se tenga un sistema de planificación para el diseño y ejecución de los proyectos. La política de calidad debe:

- Ser adecuada para la empresa
- Incluir la mejora continua
- Ayudar a establecer y medir objetivos
- Tener la facilidad de interpretación
- Ser revisada continuamente para adecuarse a los cambios

Para la actualización de la política de calidad en cada nivel de mando, se evaluará el entorno y los procesos de los que se es responsable, y se estima cambios o mejoras que deban implementarse. Deben realizarse reuniones con la dirección general y miembros del equipo de trabajo, para reforzar y difundir de manera constante la política de calidad, dejando evidencia de cada reunión, por medio de actas. En las reuniones se discuten:

- Resultados de auditorías
- Entrevistas al cliente
- Desempeño de los proyectos según cronograma
- Acciones correctivas por implementar
- Trazabilidad

- Recomendaciones para mejoras

3.3.3. Auditorías

Las auditorías son una técnica de evaluación de las empresas, para verificar el cumplimiento de normas y especificaciones, en este caso la norma ISO 9001. Existen dos tipos de auditorías, las internas y las externas. Las auditorías internas, son realizadas por personal capacitado de la empresa, estas auditorías, son más frecuentes y sirven para que todas aquellas actividades, que incurran en el incumplimiento de la política de calidad, sean eliminadas o mejoradas.

Las auditorías externas son realizadas por un auditor ajeno a la empresa, que conozca la normativa por evaluar, estas auditorías pueden hacerse semestral o anualmente, las auditorías externas, le sirven a las empresas, para que se hagan hallazgos de incumplimiento, que no pueden hacerse con las auditorías internas, ya que deben de hacerse variaciones, para encontrar variaciones, es decir una persona ajena tendrá una perspectiva distinta al personal interno.

Las auditorías deben de realizarse dependiendo de qué tan maduro sea el SGC, pero no mayor a un plazo de un año, los plazos normales están entre 3 y 6 meses, las auditorías no deben de ser sorpresivas, sino más bien planificadas; la empresa puede tener un auditor capacitado, o pueden ser ingenieros encargados de otros proyectos de la empresa, para obtener una retroalimentación. Las auditorías deben indicar:

- Programa y calendario de auditorías
- Descripción de las áreas por evaluar y los detalles acordados

- Documentación de registro de hallazgos
- Informe de auditoría, en donde se indiquen las no conformidades
- Acciones correctivas y preventivas
- Informe de seguimiento de auditorías
- Resolución de las no conformidades

3.3.4. Gestión de los recursos

En la política de calidad se establece que la empresa debe proporcionar los recursos necesarios, para que pueda mantenerse un sistema de gestión de calidad, eficaz y actualizado, para satisfacer los requisitos del cliente y objetivos de la empresa.

Los recursos deben ser planificados, para cada proceso, ya que a falta de recursos puede alterar el curso del proyecto, retrasándolo o incluso deteniéndolo, y en el caso contrario de que se tengan materiales y equipos almacenados, y sin uso, puede provocar desorden en el área de trabajo, y deterioro de los recursos; se debe planificar los recursos, según su uso en el cronograma y ajustarse mensual o semanalmente.

3.3.5. Recursos humanos

El personal debe poseer los conocimientos necesarios, para el desempeño de su cargo, ya sea por capacitaciones, formación, experiencia y/o habilidades adquiridas; para asegurar que el personal pueda cumplir con las actividades definidas en la matriz de responsabilidades, debe definirse un perfil de cargo o un manual de funciones, donde se indique la competencia que debe poseer la persona en cuanto educación, formación, experiencia y habilidades. El perfil será establecido por la alta dirección debe incluir :

- Misión
- Funciones (diarias, periódicas y genéricas)
- Responsabilidades
- Decisiones
- Competencia
- Rasgos de personalidad
- Habilidades, formación y educación requerida
- Condiciones de trabajo
- La relación que tendrá con el cliente

Con los perfiles establecidos se debe evaluar si el personal actual cumple con los requisitos de su cargo, en caso de que no, debe proveérsele capacitación y dejar constancia de la misma. Debe evidenciarse que todo el personal cumpla con el perfil de cargo, ya sea con diplomas o certificados.

3.3.6. Infraestructura

Así como los recursos, la empresa debe proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del SGC, también ofrecida en la propuesta de trabajo y presentada al cliente, la cual se refiere a:

- Espacios de trabajo (edificios, campamentos y servicios asociados)
- Equipo de trabajo (computadoras, hardware, impresoras)
- Transporte y comunicación

Para que la infraestructura se mantenga en buen estado y cumpla con los requisitos, debe dársele mantenimiento periódico de acuerdo con el fabricante, y debe dejarse evidencia de que la empresa realiza estos mantenimientos.

Una manera de evidenciar es con una ficha técnica del equipo, donde se indiquen las características del equipo y las condiciones para su funcionamiento óptimo, así como un informe sobre el uso del equipo y registro del mantenimiento.

3.3.7. Ambiente de trabajo

La empresa debe velar porque las actividades se desarrollen en un ambiente, en el que no se comprometa la calidad del servicio o producto. La empresa deberá establecer las condiciones de trabajo, respecto del entorno en que se desarrollan los procesos, según los factores físicos, sociales, psicológicos y del ambiente. El ambiente de trabajo varía según el tipo de proyecto y la ubicación de este, se deben especificar las condiciones aceptables y las que no lo son. En el caso de evaluar y determinar que las condiciones no son aceptables, deben realizarse las mejoras, si se tienen, y evidenciarse las no conformidades y las acciones correctivas.

3.3.8. Ejecución

Debe realizarse la planificación previa a la ejecución, esta debe ir de la mano con el SGC:

- Determinar los requisitos del producto o servicio.
- Establecer los procesos y en cada uno los documentos y recursos por utilizar.
- Actividades de verificación, validación, seguimiento e inspección.
- Criterios de aceptación y rechazo.
- Requisitos para evidenciar que los procesos cumplen con los requisitos de la política de calidad.

La planificación del proyecto, como el cronograma de trabajo, el presupuesto, el plan de autocontrol, registros e instructivos de procedimientos, deberán incluirse en un archivo, para que se apliquen los controles establecidos en el SGC, servirán también como orientación para el personal, y se incluirá un *check list*, para evaluar que el plan de calidad se esté cumpliendo y esté actualizado.

- Procesos relacionados con el cliente: se deben determinar los requisitos del cliente, al conocerse los términos de referencia, se da a conocer todos aquellos requisitos que son necesarios para llevar a cabo el proyecto, los requisitos legales, administrativos, imprevistos y las utilidades. Como evidencia se elabora un registro de las licitaciones y el proceso de evaluación, revisión y aceptación:
 - Lista de licitaciones
 - Consulta de licitaciones
 - Lista de chequeo de licitaciones y contratos
 - Revisión de condiciones y contrato

Cuando se realicen cambios al contrato, durante la ejecución, debe dejarse de manera escrita, compromiso y aceptación del cliente, para evitar cualquier tipo de problema o mal entendido. Todos los cambios se le deben comunicar al personal involucrado con el proyecto.

3.3.8.1. Diseño y desarrollo

Este numeral se aplica en el caso que la empresa realice el diseño técnico del proyecto. Debe de realizarse al igual que la ejecución, la planificación del diseño, especificarse las etapas del diseño, asignar responsabilidades, ya que generalmente los diseños se realizan con grupos de ingenieros, con diferentes

expertise; debe realizarse también un cronograma, como evidencia del seguimiento y realizarse una ficha o listado de chequeo, donde se encuentren todos aquellos datos, relacionados con los requisitos legales, normas y diseños similares, y enlistar los estudios realizados y por hacer.

Los especialistas involucrados en el diseño, deben entregar informes del diseño, planos y especificaciones técnicas, para su aprobación, que se utilizarán como entradas para otras etapas del diseño. Los pasos para el control y aprobación del diseño son:

- Revisión
- Verificación
- Validación

Revisión y verificación: cuando ya se ha realizado el diseño, se realizarán las actividades de corrección de acuerdo con la planificación, donde se evaluará los resultados del diseño, y se identificará cualquier error o problema y se harán las correcciones; después debe realizarse la revisión al diseño completo y luego se lleva a cabo la verificación. Para esta se han planificado reuniones en las que se discute las etapas del diseño, se establecen cambios o correcciones y de estas se dejan evidencias, a través de actas, que incluyen: el nombre de los participantes, actividades desarrolladas, las decisiones tomadas, compromiso de los responsables y los plazos que se fijan para la realización de los cambios.

- Fichas de verificación del diseño.
- Hoja de verificación de memoria de cálculo con métodos alternativos y comparaciones.

Validación: al haberse realizado la revisión y verificación, se realiza la validación del diseño final, en donde se evaluará, que el diseño cumpla con la función para la cual fue prevista. La validación consiste en llevar el diseño a condiciones reales, en el caso de empresas constructoras, se realiza con simulaciones de programas de computadora, la evidencia puede hacerse con la impresión de los resultados del software y un acta de conclusiones. Es imprescindible que se haga la validación, antes de la entrega o ejecución del proyecto.

3.3.9. Cambios

Es muy común que durante el desarrollo o ejecución del proyecto, se produzcan cambios en el diseño, ya sea por requerimientos del cliente o por algún imprevisto, es muy probable que los cambios, hagan variar los resultados del diseño, por lo que debe realizarse la revisión, verificación y validación nuevamente. Para evidenciar estos cambios, deben realizarse registros de todos aquellos cambios realizados y la evaluación del impacto que tendrá sobre el proyecto, estos registros se conocen como actas de revisión o control de cambios.

3.3.10. Compras

En la industria de ingeniería civil, es común que las empresas constructoras, opten por subcontratos en algunas etapas de los proyectos y que realicen compra de materiales, insumos, ensayos de laboratorio, calibración de equipo, mano de obra y alquiler de equipo y maquinaria, de manera constante, por lo que es de tomar en serio la calidad de los proveedores, entonces deben realizarse evaluaciones.

La evaluación inicial, para hacerla en base a criterios cuantificables, incluye una lista de todos aquellos capaces de cumplir con las exigencias, en cuanto a experiencia, disponibilidad, recursos de personal y equipo. Luego se realiza una evaluación cuando se haya adquirido el servicio o producto, para evaluar el desempeño del proveedor, la calidad, la puntualidad en la entrega, disponibilidad y el precio. Como en cada punto del SGC, deben evidenciarse estas evaluaciones, anotando los criterios de evaluación, los registros de evaluaciones y reevaluaciones y la lista de proveedores confiables.

- Detalle de compras: ya que se tiene la lista de proveedores confiables, es necesario que al realizarse las compras, se le indique al proveedor las normas y especificaciones con las que deben cumplir los insumos, informarle los criterios de aceptabilidad, para que no se tengan inconvenientes, esto se realiza mediante un documento llamado orden de compra. El procedimiento normal es que el ingeniero a cargo del proyecto, envíe la lista y requisitos de la compra a la oficina central, para que se realice el pedido, esto para todos los proyectos.

Cuando se realice la compra, para liberar el pedido, debe realizarse la verificación del insumo, mediante revisión e inspección o ensayos, según sea el caso, para asegurar que se cumplan los requisitos de compra; para el cierre del ciclo de la compra, debe dejarse evidencia de la aprobación de la compra, con un Vo.Bo de recibido en el documento de entregado, dejando una copia, para ser archivada junto con la orden de compra, para sí más adelante es necesario verificar la trazabilidad de la compra.

3.3.11. Producción

La empresa debe planificar la producción, en el caso de empresas constructoras, la ejecución del proyecto, debe prever toda aquella actividad o proceso, que pueda necesitar más atención por ser críticos. Todo proyecto de construcción está amarrado a:

- Materiales
- Maquinaria
- Métodos
- Mediciones
- Moneda
- Manejo
- Medio ambiente
- Mano de obra

Estos factores, pueden alterar el desempeño de la ejecución del proyecto, por lo que la empresa, debe establecer actividades para medir el cumplimiento de los requisitos, impuestos por el cliente o la empresa misma.

Los requisitos puede ser la utilización de instrumentos de medición para que se cumplan las especificaciones, manómetros, teodolitos, vernier, niveles o la realización de ensayos, como el ensayo al concreto para verificar su resistencia a la compresión.

Todos estos también son requisitos ofrecidos al cliente por la empresa por lo tanto, debe establecerse cómo serán medidos y verificados, puede contarse con instructivos de trabajo. Para dejar evidencia se realizan registros en cuanto

al cumplimiento de los requisitos, donde se anota el tipo de evaluación que se llevó a cabo y así se asegura el cumplimiento de los requisitos.

En el caso de que se tengan actividades que no puedan ser medidas, como por ejemplo una asesoría, deberá evidenciarse la competencia del personal que realiza dicho trabajo y los criterios para evaluarla.

- **Preservación:** la empresa debe velar porque se salvaguarden los bienes que son propiedad del cliente, como materiales, equipo, maquinaria, información de estudios, planos e incluso el terreno mismo, para que no sufran algún tipo de deterioro ajeno al uso normal que se le dará por el proyecto. Deberá llevarse registro de las medidas tomadas para el cuidado de los bienes del cliente, esto incluye a todo producto terminado en la obra, se lleva a cabo en cada una de las siguientes etapas:
 - Identificación
 - Manipulación
 - Embalaje
 - Almacenamiento
 - Preservación

3.3.12. Control de equipo y maquinaria

La empresa debe establecer parámetros para medir el estado del equipo y maquinaria, así como establecer la periodicidad del mantenimiento de estos, ya que pueden influir en gran parte en el desempeño del proyecto, tanto en tiempo, presupuesto, como en la seguridad del personal. Se evidenciará con registros de la revisión del estado del equipo y maquinaria, como las fechas de mantenimiento.

3.3.13. Medición, análisis y mejora

La empresa constructora debe implementar procesos, para el seguimiento, medición, análisis y mejora de toda la empresa. La medición debe llevarse a cabo en dos aspectos, la satisfacción del cliente y los estándares establecidos propiamente por la empresa.

- Satisfacción del cliente: es muy importante conocer la opinión del cliente, ya que toda empresa busca fidelidad y satisfacción de los clientes, además de posicionarse en el mercado y buenas referencias del cliente. Para la medición pueden utilizarse varios métodos:
 - Encuestas directas
 - Registro de recompras
 - Entrevistas personales

Es aconsejable hacer las evaluaciones al principio para evaluar la percepción del cliente, otras durante la ejecución y al final, para evaluar la satisfacción del cliente.

- Desempeño de la empresa: esto puede evaluarse mediante auditorías internas, cumplir con la norma, debe establecerse un sistema de auditoría interna, ya que por este medio, la empresa podrá verificar el cumplimiento del SGC, y garantizar que haya involucramiento del personal incluyendo a la gerencia.

La empresa debe realizar una medición en cuanto a los procesos realizados, recolectando datos durante la ejecución del proyecto, para determinar, si se ha cumplido con las condiciones del contrato, se utilizarán indicadores, para identificar las situaciones que no cumplan, y poder tomar

decisiones al respecto. Este trabajo será realizado por cada encargado de proyecto, y deberá realizar un informe de avance periódicamente, donde se indiquen los problemas causantes de los retrasos, las soluciones acordadas y el impacto del retraso en el proyecto.

3.3.14. Inconformidades

Se califica como producto no conforme o inconformidad, a todo aquello que incurra en el incumplimiento de los requisitos establecidos, debe llevarse el registro de todas las inconformidades, entre más inconformidades se detecten más cerca se estará de no cometer errores, por lo que la empresa debe tomar la postura de evidenciar los errores y no de ocultarlos, para que se puedan tomar acciones preventivas o correctivas. El registro de las no conformidades deberá incluir:

- Descripción de las no conformidades
- Inspección para verificar que se solucionó la no conformidad
- Responsable de ejecutar la mejora

3.3.15. Mejora continua

Todo el sistema de gestión de calidad, tiene como objetivo la mejora continua, esta se establece como una necesidad para garantizar, la sostenibilidad y competitividad de la empresa en el mercado. Es necesario que todo el personal, esté involucrado e interesado en que la empresa, mejore de manera continua, esto provoca que al eliminar las no conformidades, el trabajo de todos sea más fácil y con menos fallas, creando así un ciclo de mejora.

3.3.16. Acción preventiva y correctiva

- **Acción preventiva**

Una acción preventiva asegura que el origen de las potenciales no conformidades sea eliminado, es decir, prevenir que estas potenciales no conformidades se vuelvan reales. La identificación de la necesidad del planteamiento de acciones preventivas, se desarrolla mayormente en reuniones de evaluación de procesos y desempeño del proyecto.

Es necesario que se registren las sugerencias del personal, y que sean evaluadas por el encargado del proyecto para ser presentadas a otros niveles de mando para su aprobación, implementación y transmisión. Las acciones preventivas pueden tomarse de las no conformidades ocurridas en otras obras pertenecientes o ajenas a la empresa, que sean aplicables.

- **Acción correctiva**

Una acción correctiva es una herramienta, que asegura que el origen de las no conformidades, no vuelva a ocurrir; modifica el sistema de gestión de calidad, estableciendo nuevos procedimientos y controles. Debe determinarse el origen de las no conformidades, por medio de análisis estadísticos de ocurrencia, diagramas de causa y efecto, lluvia de ideas, para eliminar la causa al implementar la acción correctiva. Toda acción correctiva debe verificarse, evaluar si con esta acción se ha logrado solucionar el problema de raíz.

La diferencia entre una acción correctiva y una preventiva es que la primera sirve para corregir los errores que se están cometiendo y se identifica la necesidad por medio de la medición de la frecuencia e impacto de los errores,

mientras que la acción preventiva, se refiere a las precauciones tomadas, para que todos aquellos posibles errores sean evitados. En ambos casos deberá dejarse evidencia en un documento de seguimiento, donde se indique, las acciones tomadas, el responsable, la fecha y el resultado de la implementación de la acción.

4. SEGURIDAD Y SALUD

La industria de la construcción se considera una de las más grandes y más peligrosas, emplea entre un 9 % a un 20 % de la mano de obra de un país. En Guatemala no se le da importancia al hecho de que por naturaleza la construcción, es un trabajo inseguro y peligroso, por tanto, no se implementan normalmente sistemas de gestión de seguridad y salud.

Un estudio de la organización internacional de trabajo (OIT), estima que el costo total por accidentes y enfermedades laborales, es del 4 % del PIB para países desarrollados y 10 % para países en desarrollo. También registra que se tienen 2 millones de pérdidas anuales relacionadas con el trabajo, 270 millones de accidentes laborales y 160 millones por enfermedades, a causa de malas medidas de salud en el trabajo. En Guatemala no se tienen datos muy reales, ya que en la mayoría de los casos no se registran o se registran mal los accidentes y enfermedades a causa del trabajo.

Es un hecho que si se implementa un sistema de salud y seguridad industrial (SSI), los accidentes y enfermedades laborales no solo pueden reducirse, sino eliminarse, beneficiando tanto al trabajador como a la empresa, ya que esta también incurre en gastos cuando hay un accidente.

El trabajador, cuenta con un seguro médico en el caso de Guatemala, el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS, asumiendo que será tratado de manera adecuada allí, no deberá tener gastos por consultas médicas.

Pero es posible que el trabajador, tenga gastos de transporte, pérdidas en percepciones del salario base, gastos en compra de medicamentos adicionales, en asesoría legal por demandas laborales, disminución de sus ingresos hasta de un 33,33 % por incapacidad y gastos en rehabilitación.

La empresa tiene gastos fijos, como el aseguramiento médico y los indirectos como daños de equipo, maquinaria e instalaciones y en algunos casos demandas laborales, sin tomar en cuenta pérdidas no cuantificables por la caída de productividad.

Seguridad y salud ocupacional, como un falso ahorro

Muchas empresas, en especial las empresas en desarrollo, se cuestionan si la seguridad es rentable, es decir, que si al reducir los costos por la implementación de un SSI podrán expandir acciones, y que el invertir en este, dificultará sus esfuerzos para desarrollarse y crecer, pues creen que pueden ahorrarse y aprovechar de mejor manera ese dinero, pero en realidad nunca realizan un análisis a fondo, de las pérdidas y gastos que la empresa tiene y tendrá, a causa de accidentes o enfermedades laborales. Dejando el aspecto moral, los gastos por accidentes laborales son influyentes en el crecimiento de la empresa ya que ocasionan:

- Absentismo, ocasionado por accidentes o enfermedades laborales, varía entre el 2 % a 10 % de tiempo de faltas, en promedio se faltan 5,4 días por cada 6 meses de trabajo, ocasionando baja en la productividad, subutilización de equipo y maquinaria rentados, así también como los retrasos.
- Pérdida de empleados capacitados y experimentados, produciendo pérdidas en la producción, calidad, también la pérdida de la inversión,

que la empresa realizó, al capacitar al personal, y la dificultad para encontrar empleados con esas capacidades.

- Pago de daños y perjuicios, al cliente o al trabajador afectado, o en el peor de los casos, a los dependientes del fallecido.
- Daño ocasionado al equipo, maquinaria e infraestructura.
- Conflictos legales, sindicales o con autoridades públicas.
- El daño a la imagen de la empresa, pérdida de clientes.
- Perdida de licencia de operación, en casos extremos

4.1. Implementación de OHSAS 18001

Las normas OHSAS 18001, son utilizadas en empresas de todas índoles, cuando se desea implementar un sistema de seguridad y salud en el trabajo (SST), estas normas son amigables con otros sistemas de gestión de calidad, de ambiente entre otras, la ISO 9001 por ejemplo. La norma OHSAS 18001 tiene como objetivo la prevención de accidentes, mediante la planificación, el hacer, control y el actuar, como en el círculo de Deming:

Figura 20. **Ciclo del sistema de seguridad y salud en el trabajo.**



Fuente: SGS, Modelo de sistema de gestión de la SST para el estándar OHSAS, P 9

- Planificar: donde se establecen los objetivos y la política de SST, así como la manera en que se alcanzará.
- Hacer: en esa parte del ciclo, se implementa lo especificado en la fase de la planificación.
- Control: debe hacerse seguimiento del cumplimiento de los requisitos establecidos en la política de SST.
- Actuar: se toman acciones en base a la fase anterior para la mejora continua.

Para la implementación de las OHSAS 18001, deben cumplirse las siguientes etapas:

- Conformidad de la dirección
- Plan de prevención
- Responsabilidad
- Desarrollo de manual de gestión
- Capacitación del personal
- Auditoria interna
- Revisión
- Auditoria externa

4.1.1. Conformidad de dirección

Para la implementación de un sistema de seguridad y salud ocupacional en el trabajo (S&SO), es indispensable que la dirección demuestre su compromiso con el cumplimiento de este sistema, deberá ser evidenciado mediante la documentación de un acta de compromiso. La dirección deberá tener claro el motivo por el cual se tomó la decisión de implementar el sistema y el alcance que va a tener, como por ejemplo si se implementó por solicitud del

cliente, o si se desea elevar la competencia de la empresa, ya que esto ayudará en la construcción de la política de seguridad y la definición de los objetivos por alcanzar. La dirección deberá:

- Ser la que tenga mayor protagonismo en la implantación del sistema de S&SO, evaluando riesgos y buscando las soluciones más convenientes y velando porque el personal tome conciencia sobre la importancia de la seguridad en el trabajo.
- Asignar responsabilidades y funciones, para que se tenga una participación del personal y mejorar el control del sistema, siendo documentadas y transmitidas al personal para su fácil comprensión.
- Velar porque todo el personal disponga de los recursos necesarios para cumplir con el sistema de S&SO, manteniendo la comunicación abierta entre los distintos niveles de la empresa.
- Designar un miembro de la gerencia, a cargo del control y cumplimiento del sistema de S&SO, para que esté actualizado, mejorando constantemente y en conformidad con la normativa OHSAS; así como mantener informada a la alta dirección de los resultados de informes de auditoría y de las mejoras necesarias al sistema.

4.1.2. Plan de prevención

El plan de prevención es donde se realiza la planificación de los controles por llevar a cabo para el cumplimiento del sistema de gestión de S&SO. Para esto deben identificarse todos aquellos riesgos y peligros a los que se está expuesto en el área de trabajo, incluyendo oficina y obras de construcción.

- Identificación: para la identificación se deben tomar en cuenta todas aquellas actividades rutinarias o no, las personas que van a estar en el

sitio de trabajo, como el equipo de trabajo, contratistas, visitantes, mecánicos y proveedores; también se tomará en cuenta el comportamiento humano y las posibles acciones y reacciones de las personas a ciertas situaciones que se dan, así como los agentes externos que puedan tener algún tipo de injerencia en el sitio de trabajo.

La identificación se hará a:

- Situaciones que puedan darse dentro y fuera del sitio de trabajo, pero que afectan al personal.
- Peligros que puedan darse en el sitio de trabajo, causados o no por la empresa, como otras empresas que puedan estar trabajando en el mismo proyecto.
- Todos los recursos que vayan a ser utilizados durante la ejecución de los proyectos, maquinaria, equipo, materiales y las medidas de seguridad que deban adoptarse.
- La distribución del área de trabajo, en donde cada una tenga las condiciones adecuadas y aceptables para que sean seguras.

Todos los riesgos identificados deberán ser valorados, según su posibilidad de ocurrencia y su impacto:

- Eliminado: cambiando totalmente el procedimiento.
- Sustituido: reduciendo el riesgo, por uno menor al cambiar el agente causante de este.
- Controlado: implementando una solución, como por ejemplo el reacomodo del sitio de trabajo.
- Previsto: puede preverse el riesgo con señalización, controles de acceso, inspecciones y sistemas seguros de trabajo.

- Disminuido: implementando el uso de equipos de protección individual EPI 'S, como gafas, guantes, chalecos reflectores, protección auditiva, protección contra fenómenos ambientales, calzado adecuado y protección para actividades más específicas como arneses, mascarillas o trajes.

4.1.3. Responsabilidad (comité)

Para que la implementación de la norma sea efectiva, la responsabilidad no debe ser unipersonal, debe crearse un comité que involucre al personal de la empresa. Entre más personas estén involucradas mejor será la integración del sistema de S&SO, así como la retroalimentación y mejoramiento del sistema y la aplicación de este por el personal en distintos niveles de mando.

El comité estará conformado por un grupo de personas, que representen tanto al patrono como al trabajador y que velen por el cumplimiento del sistema, y el mantenimiento, de las buenas condiciones de higiene y seguridad del sitio de trabajo, previniendo accidentes; el comité deberá reportar a la dirección los riesgos detectados y propuestas de mejora.

- Designado por la dirección: tendrá como función fundamental, realizar auditorías internas, para verificar el cumplimiento del sistema, en cada área y nivel de trabajo de la empresa, y verificar que sus delegados de seguridad estén cumpliendo con sus asignaciones, e informar a la dirección sobre la situación de la empresa en cuanto a seguridad y salud ocupacional.
- Delegados de seguridad: los delegados, deben velar por la conformidad con la política de seguridad, monitorear que el personal trabaje según lo

establecido, como la utilización de equipo de protección individual (EPIS), que siga con el sistema de trabajo seguro, siguiendo los manuales o instructivos de los procedimientos y las medidas de seguridad, así como que se mantengan las condiciones de trabajo aceptables, que son afectadas por factores ambientales, y por factores ajenos a la empresa.

El delegado debe realizar inspecciones a los equipos y al área de trabajo, para identificar los riesgos que puedan causar accidentes, e informarlos a su superior para la realización de la mejora, y dejar evidencia de esto, como lo establece el sistema de S&SO.

Los delegados, deben contar con la competencia para desempeñar su cargo, ya sea por educación, experiencia o capacitación, ya que deben conocer la forma adecuada de realizar los procesos de la empresa, deben tener conocimientos para actuar de manera eficaz en distintas situaciones, como accidentes, y deben poder difundir la política de seguridad al demás personal.

La distribución de los delegados de seguridad, deberá ser acorde con el tamaño de la empresa, de los proyectos y áreas de trabajo, lo ideal es tener a un delegado de seguridad por cada proyecto, en áreas como talleres y oficina.

4.1.4. Manual, procedimiento, instrucciones y fichas

Para la conformidad con la norma hay una serie de documentos que el sistema de S&SO debe incluir:

- Política de seguridad
- Elementos que describan el sistema de gestión de S&SO

- Registros que lleva la empresa como control para asegurar el cumplimiento del sistema
- Instructivos y procedimientos de seguridad
- Documentos externos, como normas, legislaciones que tienen que ver con la empresa y sus procedimientos.

Se debe contar con un sistema para la actualización, aprobación y emisión de los documentos, para asegurar que no se utilicen documentos obsoletos, que los documentos sean adecuados y que se encuentren en el sitio de uso.

- Política de seguridad: es el documento que rige el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, en el trabajo, donde se establecen las reglas y los principios; la política será establecida, actualizada y aprobada por la alta dirección, la política deberá ser:
 - Adecuada para la naturaleza de la empresa.
 - Ir enfocada a la prevención y la mejora continua.
 - Cumplir con los requisitos legales del país según el tipo de empresa.
 - Establecer y medir los objetivos.
 - Documentar, implementar y mantener el sistema de S&SO.
 - Facilitar la comunicación del personal de la empresa y la dirección.
 - Impulsar la difusión constante de la política.
 - Definir y delegar responsabilidades.
 - Tener un sistema de control.
- Manual de prevención: es un documento, que realiza la descripción del sistema de gestión, para la prevención de los accidentes, deberá estar

avalado por la máxima autoridad responsable de la empresa, este manual estará conformado por:

- Un acta de aprobación de la alta dirección
 - La política de seguridad
 - La descripción de las actividades de la empresa
 - La descripción de la jerarquía de la empresa, como un organigrama del personal.
 - Una matriz de responsabilidades con respecto a la seguridad
 - Descripción del sistema de revisión y actualización del sistema de gestión de S&SO.
-
- Procedimientos e instructivos: se deben definir los procedimientos de seguridad, que deben llevarse a cabo como la inspección, la difusión de la política, controles que deberán realizarse, así como la descripción de cómo y a cada cuando deberán realizarse, y el encargado de hacerlo. Los instructivos por realizar deberán, describir los procesos y actividades que realiza la empresa, y las medidas de seguridad que deban adoptarse en cada caso, así como el responsable de realizarlas y verificarlas, por ejemplo las medidas que se tomarían al verter concreto en alturas, el uso de EPIS, utilización de arnés ente otros.
 - Registros: deben llevarse registros que indiquen resultados de actividades realizadas, como capacitaciones, simulacros o la detección de no conformidades, riesgos o la ocurrencia de accidentes, así como el seguimiento de las auditorías externas e internas.

4.1.5. Capacitación del personal

La empresa deberá garantizar que todo el personal conoce los riesgos que implícitos en su trabajo y las medidas de seguridad que debe seguir al desempeñarlo, así como garantizar que el personal cuyas responsabilidades influyen de mayor manera en la seguridad y salud ocupacional, cuentan con la competencia necesaria, sea que la haya adquirido mediante educación, formación y capacitación o experiencia.

La empresa debe contar con un perfil de cargo de todos los puestos de trabajo, para determinar su influencia en las S&SO y los requisitos que debe cumplir, en cuanto a conocimientos y habilidades; los cargos con mayor responsabilidad para el mantenimiento de condiciones seguras son:

- Los delegados de seguridad, en las distintas áreas de trabajo
- Los responsables de las auditorías internas
- Los capacitadores e impulsores del sistema
- Los ingenieros de proyectos

Debe dejarse evidencia de que el personal cumple con los requisitos de su puesto, como certificados, diplomas o registros de capacitaciones.

- Formación: la empresa debe contar con un programa de capacitación, para todo el personal, incluyendo la alta dirección, deberá ser actualizado y enfocado al trabajo que cada uno desempeña y las situaciones que podría enfrentarse, incidentes o emergencias. El programa debe indicar: lugar, fecha, duración, metodología, encargado de la capacitación, tema por difundir, personas a las que va dirigido, manera de evaluación y registro de la realización de la actividad. Toda capacitación deberá

evidenciarse mediante registros, listas de asistencia, también deberá evidenciarse la medición de la comprensión mediante entrevistas o exámenes. Se debe tomar en cuenta que la capacitación debe realizarse de la siguiente manera:

- Formación inicial, para personal nuevo o trasladado, cuando se empieza un nuevo proyecto.
- Formación continua, debe realizarse una formación diaria como recordatorio para el personal, semanal y mensual como capacitaciones con temas impartidos por expertos, también deben realizarse simulacros para que el personal se involucre más y pueda actuar adecuadamente ante situaciones reales.

4.1.6. Auditoría interna

La empresa lleva ciertos controles además de la auditoria, como resultados de inspecciones periódicas, revisión y actualización de los documentos y registro e investigación de incidentes, evaluaciones al personal y resultados de pruebas de seguimiento; pero la auditoría interna es la manera en que la empresa puede, evaluar la eficacia total del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en el trabajo, y el cumplimiento de esta.

La auditoría debe llevarse a cabo por un equipo, donde tenga presencia la alta dirección, y deberá realizarse en plazos de tiempo establecidos con anterioridad, pero no mayores a un año, la auditoria debe medir el cumplimiento de la política, en todas las áreas de la empresa, proporcionar resultados claros y de fácil comprensión, a través de indicadores.

La empresa debe contar con un programa de auditoria, donde se indique la programación de las auditorias, lugar y fecha, así como la metodología que se utilizará para realizarse, un *checklist* de evaluación, donde se establezcan todos los factores a evaluar y un formato en donde se definan los indicadores de medición y la estructura de los informes. Los informes de las auditorias deberán indicar:

- Objetivos de la auditoria y el alcance.
- La conformación del equipo auditor.
- Lista de personas presentes en la auditoria (ingeniero de obra, delegados de seguridad, maestro de obra, designado de la gerencia entre otros).
- Documentos utilizados para la auditoria.
- No conformidades identificadas.
- Acciones correctivas o preventivas por realizar.
- Encargado del seguimiento.
- Grado de conformidad del sistema de gestión de S&SO con la norma OHSAS.

4.1.7. Revisión por la dirección

La empresa debe contar con una metodología para la revisión del sistema de gestión de S&SO, que planifique las reuniones para asegurar la eficacia del sistema y evitar su obsolescencia, así como los criterios de evaluación y el análisis de los resultados obtenidos.

- Las reuniones de evaluación del sistema, serán llevadas a cabo por la alta dirección, en compañía del equipo responsable de la seguridad y

salud ocupacional en el trabajo. Como datos de entrada para la evaluación serán utilizados:

- Resultados obtenidos de las auditorías internas y externas (informes).
- Resultado de las evaluaciones echas al personal (entrevistas, pruebas).
- Comentarios o quejas de parte de clientes o contratistas.
- Resultados de la evaluación de desempeño de la empresa.
- Registros y estadísticas de incidentes.
- La implementación y seguimiento de acciones correctivas y preventivas.
- Factores externos, como nuevas legislaciones y actualización de normativos.

Todas las reuniones, deben evidenciarse mediante un acta de reunión de evaluación, donde se especifique fecha y hora, así como lista de los presentes, los puntos observados, las modificaciones por realizarse, la designación de responsables, plazos y la metodología de seguimiento y evaluación.

4.1.8. Auditoría externa y certificación

La certificación de la norma OHSAS 1800, es la formalización del compromiso de la empresa con la seguridad y salud ocupacional en el trabajo, es un proceso voluntario que puede realizar cualquier empresa, en el que se somete a evaluación el sistema de gestión de S&SO a través de la auditoria externa, que es realizada por una organización acreditada para la certificación.

La auditoría externa, verificará la conformidad del sistema de gestión de S&SO con la norma OHSAS 18001, la verificación estará conformada por dos fases:

- Fase inicial: se solicita la certificación, y la auditoría es asignada a un auditor capacitado, quien realiza la verificación del sistema de gestión de S&SO, en base a la documentación, como el manual de prevención y la política de seguridad. El auditor realizará un informe donde indique los resultados de la auditoría, los cambios a realizar, correcciones e implementación de nuevos documentos. Cuando el auditor ha aprobado el manual, puede avanzarse a la siguiente fase.
- Fase de certificación: se planifica la auditoría presencial, el auditor informa de los puntos por evaluar, que en mayor parte es el cumplimiento de todos los procedimientos establecidos en el manual. El ente de certificación acreditado realiza un informe, sobre el cumplimiento del sistema y la conformidad con la norma, este informe es entregado a un comité que revisa y avala la certificación.
- Seguimiento: una vez obtenida la certificación, el ente acreditado, realiza auditorías externas anualmente para evaluar el cumplimiento, seguimiento, la mejora y la conformidad del sistema con la norma. El proceso de certificación también es aplicado de igual manera a la normativa ISO 9001.

5. ANÁLISIS DE UN CASO DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA QUE IMPLEMENTE EL ENFOQUE *LEAN* *CONSTRUCTION* EN GUATEMALA

5.1. Descripción de la empresa

Para la ejemplificación de la aplicación de *Lean Construction*, se utilizará como modelo a la empresa Rodio Swissboring Guatemala, S.A., ya que los principales objetivos de la empresa se enfocan en la calidad total de las obras ejecutadas y el cumplimiento de las expectativas de sus clientes, también cuenta con la certificación UNE-EN ISO 9001-2000, en calidad, que es parte fundamental en este documento.

La empresa Rodio Swissboring forma parte del grupo español *RODIO*, cuyos accionistas son la empresa *Soletanche-Bachy* en Francia e ICA México. *Soletanche-Bachy* es un líder mundial en tecnología y construcción de obras relacionadas con el subsuelo, mientras que ICA es una de las empresas líderes en Latinoamérica en el área de la construcción civil.

El grupo RODIO creado en Suiza en 1927 ha realizando pequeños trabajos de subsuelo, cuando la empresa empezó a crecer se fueron creando empresas pertenecientes a este grupo en muchos lugares hasta llegar a Centro América en 1959. La empresa Rodio Swissboring fue fundada en El Salvador desarrolló el proyecto de obra hidroeléctrica, “El Guajoyo” siendo gerente el suizo Willy Wick, quien desde Suiza trajo equipo para la capacitación del personal. En ese entonces solo se realizaban proyectos de inyecciones y perforaciones.

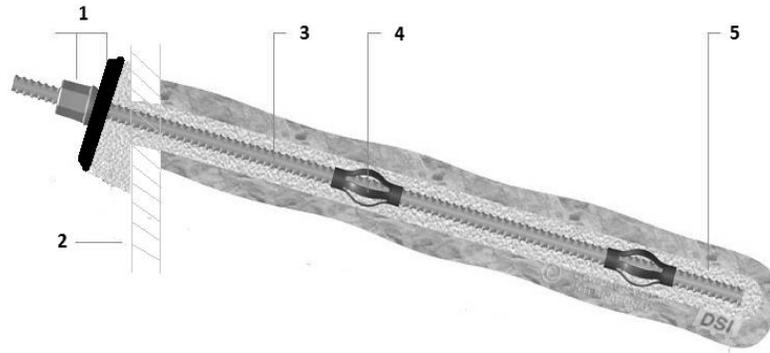
En 1970 se decide cambiar la sede hacia Guatemala y se nombra como gerente de la empresa al geólogo guatemalteco Tomás Hirschman, se compró maquinaria y se empezaron a realizar sondeos y otro tipo de perforaciones.

Desde entonces, Guatemala es la sede central de Rodio Swissboring que cuenta con oficinas regionales el resto de Centroamérica. Rodio Swissboring Guatemala S.A. Actualmente, realiza proyectos de estabilidad de taludes, cimentaciones, sondeos y mejora de terreno, ha formado parte en la mayoría de proyectos de infraestructura del país, tanto en presas, túneles, puertos, puentes y obras civiles, en las fases de prefactibilidad, factibilidad, diseño y construcción.

Rodio Swissboring Guatemala S.A., tiene como principales actividades la estabilización de taludes, a través del método de *Soil nailing* o muro enclavado, y la utilización de anclajes activos:

- Anclajes pasivos, *soil nailing*: este método se basa en el arreglo de inclusiones resistentes a esfuerzos de tensión y corte, que mediante la adherencia del sistema y el terreno, distribuyen esos esfuerzos hacia una cubierta o revestimiento de concreto.

Figura 21. **Soil Nailing**



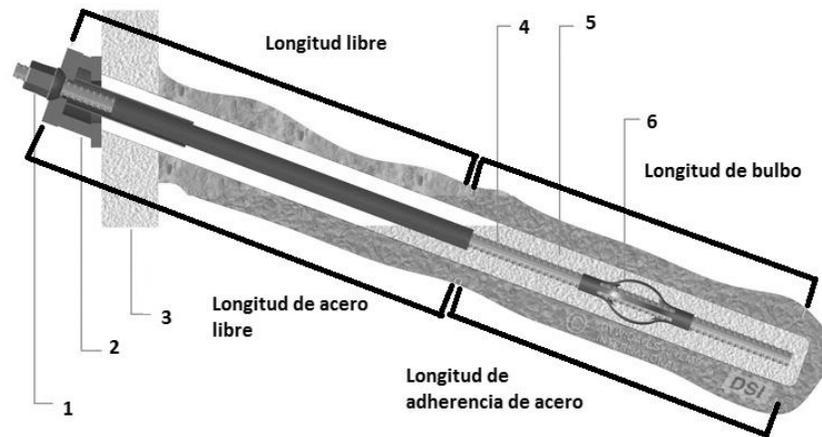
Fuente: DYWIDAG, sistemas constructivos
www.dywidag-sistemas.com, Consulta: Octubre 2016.

1. Cabeza de *Soil Nailing*: platina, tuerca y roldana
 2. Cubierta de revestimiento
 3. Inclusión de acero
 4. Centralizadores
 5. Inyección de lechada
- Cabeza: está integrada por tres componentes principales, la platina, la tuerca y la roldana. La platina es cuadrada de acero grado 36 y generalmente de 200mm de lado y 19mm de espesor. La función de la cabeza es distribuir el la fuerza final del anclaje y asegurar la inclusión.
 - Cubierta de revestimiento: su función principal es asegurar la estabilidad local del suelo entre los refuerzos, limitar la descompresión inmediata después de la excavación y proteger la superficie de la erosión. Conformada por una malla de alambre soldado, o una armadura de acero, como refuerzo y una capa de concreto lanzado con una relación agua cemento alrededor de 0,40, el concreto lanzado provee una capa

superficial continua que puede rellenar los vacíos y grietas de la superficie, se hacen capas sucesivas de 5-10 cm de espesor cada una.

- **Inclusión:** son elementos cortos o largos que se incrustan en el suelo formando retículas que estabilizan y refuerzan el suelo, las inclusiones clavadas son adecuadas para construcciones temporales, se usan barras de acero No.5 a No. 11, resistencia del orden de 60-85 kg/mm² , para *nailing* y se colocan de 2 a 5 *nailing* por pie². Para anclajes activos se utilizan torones de cable de acero que serán posteriormente tensados a aproximadamente 30 Ton. Las barras siempre van protegidas contra la corrosión con una capa de pinturas epoxicas.
- **Centralizadores:** los centralizadores son piezas de plástico, utilizadas para que las inclusiones queden centradas los agujeros, y aseguran que se tenga una buena capa de revestimiento para toda la barra.
- **Inyección:** es normalmente una lechada cemento, que sirve para el recubrimiento de las inclusiones y proporcionar agarren ente la inclusión y el suelo.
- **Anclajes activos:** es un método que consta de elementos destinados a fijar el revestimiento y el sistema de contención al suelo, en este sistema el elemento fijador, es un cable postensionado.

Figura 22. Anclajes activos



Fuente: DYWIDAG, sistemas constructivos
www.dywidag-sistemas.com. Consulta: octubre 2016.

1. Cabeza de anclaje
 2. Estructura de soporte
 3. Elemento estructural
 4. Tirante
 5. Inyección de lechada
 6. Centralizador
- Movimiento de tierras: se realiza la excavación utilizando normalmente una retroexcavadora, los módulos para la perfilación del talud, son de entre 1,50 y 2,00 metros de altura y el largo máximo dependerá del tipo de suelo, pero no debe sobrepasar los 30,00 metros ya que podría ocasionar accidentes por deslizamiento del suelo, ya que son suelos no estables.

Figura 23. **Movimiento de tierras**

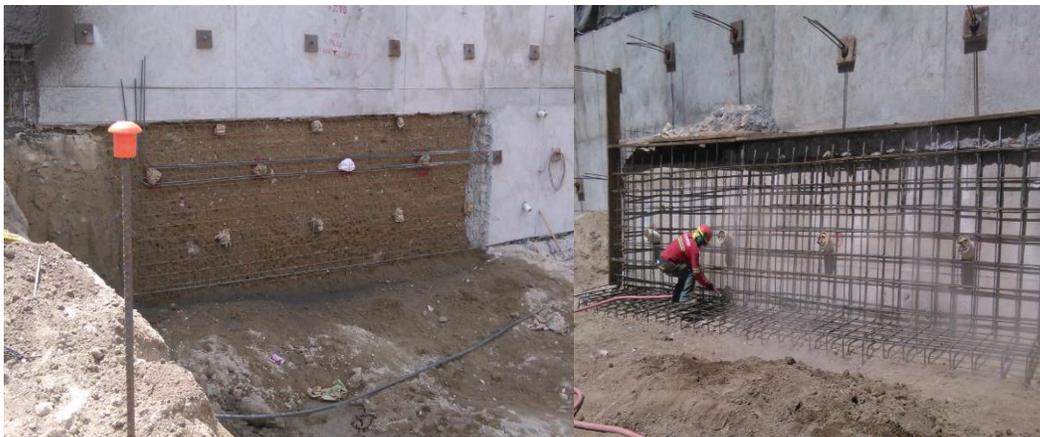


Fuente: Soluciones técnicas de ingeniería

<http://sti.com.gt/desarrollo/rue-3-excavacion-soil-nailing-obra-civil/>. Consulta: octubre 2016.

- Colocación de armadura: dependiendo del tipo de anclaje se coloca una armadura de barras de acero o se utiliza electromalla, la armadura se fija al suelo dejando una distancia entre ambos aproximadamente de 5 cm, con pines de acero protegiendo la punta con plástico, para evitar la corrosión.

Figura 24. **Colocación de armadura**



Fuente: Fuente: proyecto edificio zona 15, Guatemala.

- Perforación: la perforación se realiza con maquinaria que posee brocas resistentes de amplios diámetros, el método dependerá del tipo de suelo, para suelos rocosos, se deberá utilizar el método de percusión o roto-percusión y para suelos más blandos puede utilizarse el método rotativo. Las perforaciones varían de entre 15 y 20 grados de inclinación.

Figura 25. **Perforación**



Fuente: proyecto edificio zona 15, Guatemala.

- Colocación de inclusiones: cuando ya se han armado las inclusiones se introducen de manera cuidadosa en la los agujeros anteriormente realizados, asegurándose que queden centrados y a la distancia indicada en planos.
- Inyección: en el caso de los pernos o *nails*, la inyección se realiza comúnmente por gravedad y debe asegurarse el llenado de las inclusiones, en el caso de anclajes activos, la inyección se lleva a cabo mediante una bomba, ya que los cables llevan un recubrimiento en la zona libre que permitirá posteriormente el tensado de los cables.

Figura 26. **Inyección**



Fuente: Proyecto edificio zona 15, Guatemala.

- Lanzado: se lleva a cabo el recubrimiento del sistema, por medio de concreto lanzado (savieta), que como mínimo debe llevar un espesor de 50 milímetros, sobre la electromalla y 100 milímetros sobre la armadura. Debe realizarse el acabado y revisar que el muro quede uniforme.

Figura 27. **Lanzado y curado**



Fuente: Proyecto edificio zona 15, Guatemala.

- Colocación de cabezas: para los *nails*, se colocan las platinas y las roldanas, verificando que la platina quede perpendicular la inclusión,

para que la distribución de los esfuerzos sea uniforme en el sistema. La cabeza de los anclajes activos se coloca, cuando se realiza el tensado, fijándolo por medio de la placa, cuña y portacuña.

Figura 28. **Soil nailing y anclaje activo**



Fuente: "Anclajes y buronajes", Tomas Murillo, Luis Ortuño,
Uriel y asociados S.A.

- Tensado (anclajes activos): el tensado se lleva a cabo con un gato hidráulico, una bomba y un manómetro para la medición de presiones, se deberá ir tensando el anclaje aumentando gradualmente la presión y midiendo secuencialmente su elongación, hasta llegar a la presión de tensión establecida en el diseño. Con los datos del tensado se elabora un gráfico, que se compara con el gráfico de aceptación, para determinar si se realizó bien el tensado.

Figura 29. **Tensado con gato hidráulico**



Fuente: Proyecto edificio zona 15, Guatemala.

- Obras complementarias: pueden ser drenajes horizontales como cunetas, si se cuenta con nivel freático, se colocarán drenes o drenajes longitudinales, que básicamente son tuberías de PVC de 3/8, ranurados con protección de geotextil, distribuidos en todo el sistema.

Figura 30. **Drenes**



Fuente: Proyecto edificio zona 15, Guatemala.

5.2. Organización

La empresa Rodio Swissboring Guatemala, tiene una organización de manera matricial, es decir que se dividen las áreas de trabajo con responsabilidades compartidas, Rodio busca que haya una dinámica de grupo y trabajo en equipo.

El equipo de trabajo de Rodio Swissboring, tiene líneas de comunicación entre las distintas áreas, siendo así la toma de decisiones descentralizadas, y con aporte de otras áreas, existiendo siempre una jerarquía de mandos. Se puede observar en los anexos el organigrama de la empresa, con los cargos y las líneas de comunicación que existen. Las funciones que desempeña cada uno, son las mismas indicadas en el capítulo dos de este documento, los cargos o puestos que existen son:

- Gerente general
- Departamento técnico y obras:
 - Director de obras
 - Ingenieros de obra
 - Encargados de obra
 - Encargados de seguridad y calidad
 - Albañiles
 - Operarios
 - Ayudantes
 - Choferes
 - Director de proyectos
 - Encargados de proyectos (ingenieros)
 - Dibujantes y auxiliares
- Departamento financiero:
 - Jefe de compras
 - Jefe de recursos humanos
 - Jefe de contabilidad
 - Auxiliares

- Departamento de gestión
 - Director de gestión de seguridad y calidad
 - Especialistas en seguridad y calidad
 - Auxiliares

Un ejemplo del círculo de trabajo y comunicación es el director de gestión, el director de obras, el director de proyectos y los jefes del departamento financiero, cada uno de ellos tendrá comunicación con el otro, ya que en este nivel de mando, surgirán situaciones en donde más de un departamento, estará involucrado y deberán hacerse consensos, para que las resoluciones beneficien a estos departamentos sin afectar a otros con esto se busca que se trabaje sinérgicamente, adoptando de los de mejor manera las mejoras, llevándolo desde ese nivel de mando hasta el más bajo en cada departamento.

En el anexo anteriormente mencionado, se puede apreciar en cada nivel de mando su círculo de comunicación, así como la línea de comunicación con los niveles más altos de cada puesto. Por ejemplo, el director de obra con el ingeniero de obra, este con el encargado de obra; y él con los operarios, albañiles y ayudantes.

5.3. Metodología de planificación

En el departamento técnico, en el área de proyectos se llevan a cabo la elaboración de ofertas para licitaciones, incluyendo el diseño, planificación y presupuesto. Para la aprobación del diseño se lleva a cabo la reunión de revisión, verificación y validación. Para la validación del diseño realiza la prueba

del funcionamiento del diseño con programas de computación, desde donde se evalúa que el diseño cumpla con las deformaciones máximas.

La planificación de la ejecución del proyecto se lleva a cabo con el programa MS PROJECT, dependiendo del tamaño del proyecto y el personal planificado, se evalúa los rendimientos y con base a eso se determina el tiempo de finalización.

Para proyectos grandes las actividades se programan semanalmente, es decir, que la actividad de lanzado se programa los días martes y jueves o los días sábados, según sea la amplitud del proyecto y el resto de las actividades se programan por grupos de trabajo. El grupo 1 realizará el movimiento de tierras de los siguientes ejes, mientras que el grupo 2 realizará la perforación y el grupo 3 el armado y colocación de anclajes, la cantidad de personas en el grupo varía según la magnitud del proyecto.

5.4. Metodología de control

La empresa Rodio Swissboring, tiene un método de trabajo, en el que el control es un factor fundamental de su éxito, la empresa lleva control en toda parte del proyecto, hace que todo el equipo esté involucrado. El control se lleva a cabo tanto en diseños, como en la ejecución de los proyectos; se llevan controles para mantener el estándar de calidad, así como mejorar continuamente y elevar ese estándar. Se llevan a cabo también controles de seguridad en el trabajo, ya que para Rodio el personal es un activo importante para la empresa, mantenerlos a salvo es una manera de mantener personal calificado en la empresa. En cada proyecto se cuenta con dos manuales:

- Calidad
- Seguridad industrial

Cada uno cuenta con los procedimientos por seguir y con los formatos para controlar el cumplimiento de las políticas.

5.4.1. Control de calidad

Rodio Swissboring, cuenta con la certificación de calidad ISO 9001, certificación que obliga a la empresa a mantener procesos estandarizados y controlados, enfocándose en la mejora continua.

En cada proyecto se cuenta con un manual de calidad para cumplir con los requisitos de esta norma, la empresa ha desarrollado un manual de calidad en el que se encuentran los instructivos de cada proceso constructivo, los controles que se deberán llevar para asegurar que se estén cumpliendo, el registro de las no conformidades encontradas en el transcurso del proyecto, así como toda la documentación correspondiente al proyecto, planos, oferta, cambios en el proyecto, el *plant layout* del espacio de trabajo, acta de visita, acuerdo de los participantes y el registro de las actividades y progreso del proyecto.

- Política de calidad: cuenta con cuatro numerales donde se especifican los objetivos que se pretenden cumplir, que van enfocados a la satisfacción del cliente, calidad del servicio y seguridad ocupacional en el trabajo, como puede observarse en anexo 1.

A continuación se muestran la descripción de los formatos y la indicación del anexo donde se encuentra un ejemplo:

- *Check list* de calidad: ficha donde se encuentran numerado todo el contenido del manual.
- Ficha técnica de equipo: aquí va contenida toda la información de equipo y maquinaria, sus especificaciones técnicas, fechas y tipo de mantenimiento que debe darse.(Anexo 5)
- Control y mantenimiento de equipo: se encuentran los formatos a llenar cuando se realiza mantenimiento a equipo y maquinaria, se documenta el tipo de mantenimiento o reparación, quien lo realizó, también se documenta las fallas que puedan presentar y la solución que se le da, se asigna un responsable y se archivan evidencias del seguimiento. (Anexo 6)
- Verificación de diseño: esta documentación se archiva en el manual que se maneja para el área de diseño; esta es la evidencia de que se realizó una reunión para discutir el diseño. (Anexo 7)
- Validación del diseño: la validación también va archivado en un *file* que llevan los diseñadores, que es como una bitácora del diseño. (Anexo 8)
- Control de cambios del diseño: este documento debe ir tanto en el cartapacio de diseño como en el de manuales de la obra, debidamente firmado por ambas partes, el ingeniero de la obra como el cliente. (Anexo 9)
- Evaluación de proveedores: este es un formato, en el que se evalúa a los proveedores y se les asigna una puntuación en donde se analiza si es factible seguir utilizándolo, también se anotan las no conformidades que se han tenido. Con base a la puntuación puede realizarse un listado de proveedores. (Anexo 10)
- Reporte de producción: este es un reporte diario, en donde se lleva el control de las actividades realizadas, como rodio realiza actividades repetitivas se lleva el control de cuantos anclajes se perforaron, cuántos se inyectaron, cuántos m2 de se armó y cuántos anclajes se tensaron y

cuántos m² se hizo de movimiento de tierras, así como también se lleva el control del material utilizado, esto sirve tanto como para llevar el control del avance de la obra, como para realizar un estudio y determinar los rendimientos de mano de obra y de materiales, para futuros proyectos. (Anexo 11)

- Informe de auditoría interna: la auditoría interna se realiza mensualmente o semanalmente dependiendo del tipo de proyecto, es realizada por el especialista en calidad y el informe se llena con base al *checklist* y las no conformidades halladas en campo. (Anexo 12)
- Registro de no conformidades: el registro de no conformidades se realiza con el fin de llevar un seguimiento, cuando se encuentra una se realiza una acción de mejora, en este registro se especifica el problema, la persona encargada de solucionarlo, la solución, la manera de mejorar para no volver a tener el problema. (Anexo 13)
- Evaluación de posibles no conformidades: cuando se hace auditorías internas o cuando el personal detecta que van a haber problemas de la forma en que se tiene estipulada la ejecución, es aquí donde se documentan y se hace el mismo procedimiento que las no conformidades.
- *Layout plant*: donde se determina cómo será el clico del trabajo en el sitio. (Anexo 14)
- Matriz de responsabilidades: es una tabla en la que se especifican cada uno de los puestos y las responsabilidades de cada uno.
- Conocimiento de política de calidad: es un listado para evidenciar que el personal conoce la política y acepta cumplir con ella. (Anexo 1)
- Planos y diseño: en este manual también se adjuntan todos los planos, si hubo cambios deben estar en el registro todos los planos que se le presentaron al cliente hasta llegar al actual.

- Cronograma de trabajo: debe colocarse el cronograma de trabajo y los grupos de trabajo que van trabajar.
- La carta de inicio de trabajo
- La cartas de visitas previas a iniciar la obra
- La oferta de la empresa firmada por ambas partes
- Instructivos de cada procedimiento
- Reglamento y conducta y la evidencia de que el personal lo conoce y lo acepta.

5.4.2. Control de seguridad industrial

La empresa Rodio Swissboring tiene como integrante importante dentro de su política de calidad, la seguridad ocupacional en el trabajo, la manera en que se verifica y se controla la seguridad industrial, es muy similar al sistema de gestión de calidad. La política, establece que la empresa brindará los recursos necesarios para que el personal cumpla con sus asignaciones, incluyendo la seguridad, por lo que la empresa le brinda al trabajador el equipo de protección individual que incluye:

- Casco
- Botas punta de acero
- Guantes
- Playera reflectiva
- Lentes de protección
- Protección auditiva (según el caso)
- Tapasol

En cada proyecto se cuenta con un encargado de seguridad, que está bajo el mando de los especialistas en seguridad y los auxiliares, el encargado de seguridad, evalúa constantemente el área de trabajo y las actividades desarrolladas en ella.

Para involucrar a todo el personal con la seguridad, se difunde todo el contenido del manual de calidad, de una manera fácil y de rápida comprensión; cada semana se elige un tema, este tema ha sido tratado en capacitaciones periódicas anteriores de mediana duración, a cargo de los especialistas en seguridad; el tema de la semana es reforzado con charlas diarias de 5 a 10 minutos de duración, impartidas por el designado de seguridad de cada proyecto.

En el manual de seguridad con el que cuenta la empresa, se incluyen los instructivos y las medidas de seguridad que se deben utilizar en cada proceso del proyecto, así como los controles en cada actividad. Dentro del manual de seguridad debe ir:

- *Check list* de seguridad: en este *checklist* de seguridad se incluye todo lo que debe ir en el manual, desde los instructivos hasta los formatos de control.

A continuación se muestran la descripción de los formatos y la indicación del anexo donde se encuentra un ejemplo:

- *Matriz de riesgos*: es una tabla donde se registran todas las actividades que se realizan en obra, los posibles riesgos, la manera de mitigarlos y acciones preventivas.

- Informe de investigación de accidente: este es un informe que documenta lo sucedido, que servirá para implementar medidas preventivas en todos los proyectos en ejecución y futuros, así como la capacitación sobre cómo manejar la situación. (Anexo 16-18)
- Prevención de incendios: las acciones que deben llevarse a cabo para evitar incendios, desde el almacenaje de materiales y equipo, hasta las medidas que deben tomarse al trabajar con materiales de combustión.
- Inventario de extintores: sirve para saber cuántos extintores hay en la obra, de qué tipo son y que estén colocados en los lugares adecuados. (Anexo 15)
- Inspección de extintores: sirve para evaluar que los extintores existentes, no tengan daños y estén funcionando correctamente a la hora de ser usados y que estén colocados donde debe ser y que el extintor sea del tipo adecuado para el uso que pueda darse. (Anexo 19)
- Análisis de riesgo ambiental: es un informe que detalla las posibles situaciones que podrían darse por causa ambiental.
- Compromiso de seguridad: es un registro en donde el personal, acepta seguir todas las directrices del manual. (Anexo 20)
- Nombramiento de responsable: es un documento en el cual el encargado de seguridad, acepta la responsabilidad de la seguridad industrial en el proyecto. (Anexo 21)
- Amonestaciones: es un documento en el cual se lleva registro de las faltas que ha hecho el personal a las normativas. (Anexo 22)
- Registro de visitas: cada vez que llega alguien que no sea personal que trabaja diario en la obra, se hace el registro y se evidencia que recibió la inducción de seguridad. (Anexo 23)
- Registro de capacitaciones: se lleva registro de cada capacitación que se le da al personal de la obra, tanto ingenieros como operarios. (Anexo 24)

- Registro de simulacros: los simulacros se realizan como mínimo mensualmente y se evidencian mediante registros.
- Registro de señalización: se lleva control, sobre todas las señalizaciones que hay en la obra y las que deben haber. (Anexo 25)
- Permiso de trabajos peligrosos: trabajos en caliente, trabajos con electricidad, trabajos en altura, trabajos en espacios confinados. (Anexo 27)

CONCLUSIONES

1. Actualmente en Guatemala varias empresas de diferentes industrias están certificadas en sistemas de gestión de la calidad y seguridad industrial. En la industria de la construcción son muchas las empresas proveedoras de constructoras certificadas, mientras que las empresas prestadoras de servicio son pocas.
2. El enfoque *Lean Construction*, ayuda a las empresas a seleccionar todas aquellas actividades que realmente generan valor, a estandarizar procesos a través de la descomposición, en pequeñas cadenas de valor, a mejorar la productividad, a gestionar la calidad y la seguridad laboral, así como a inculcar una conciencia ambiental.
3. Para la planificación de proyectos de construcción, es necesario conocer la ruta crítica, pero en una planificación con el enfoque *Lean Construction*, pueden acomodarse las actividades, de tal manera que se distribuyan los recursos para evitar desperdicios. Por eso se deben conocer conceptos como los entregables, EDT, CPM, diagrama de Gantt, aprovechando la tecnología, utilizando programas y aplicaciones de administración y planificación, como Ms Project y Primavera, en donde pueden compararse alternativas de planificación, mediante indicadores y curvas representativas.
4. Existen infinitas metodologías para la administración de las empresas constructoras y sus proyectos, de ahí que deben buscarse las que se adapten de mejor manera a cada empresa. Se tiene que planificar para

implementar un sistema de gestión, como los que indica el enfoque *Lean Construction*, evaluar el tipo de empresa que se tiene y las metas que se desea lograr. Lo anterior es necesario para establecer las metodologías por emplear, tanto en organización, como en planificación y control de procesos. La manera de hacer este análisis es con el planeamiento estratégico, táctico, operativo y de contingencia.

5. *Lean Construction*, es un enfoque que ya se ha implementado en muchos países, en Guatemala hay empresas de muchas industrias que se han sumado, incluyendo la de la construcción, aunque en menor número. Se demostró que este enfoque es funcional y efectivo, ya que empresas exitosas como Rodio Swissboring S.A. llevan muchos años utilizándola. Gracias a esto, tienen actividades estandarizadas, controles establecidos, indicadores, aumentan la productividad, mantienen la calidad, disminuyen accidentes, reducen costos y mejoran continuamente, lo que ha hecho que tengan una reputación intacta y mantengan y sumen clientes.
6. El enfoque *Lean Construction* es mucho más aprovechable cuando las empresas constructoras tienen actividades repetitivas, ya que en empresas que desarrollen proyectos grandes, con muchas variaciones, deberá tomarse tiempo de planificación y logística y es probable que la implementación sea más lenta.

RECOMENDACIONES

1. Los ingenieros civiles deben involucrarse en el proceso de planificación y control de los proyectos, mantenerse actualizados para desarrollar integralmente su trabajo; y tener la capacidad de manejar negocios propios, lo cual mejorará su calidad de vida y les brindará seguridad económica.
2. Los programas de estudio en las universidades que forman profesionales que se desempeñaran en la industria de la construcción, deben fomentar el aprendizaje del área técnica y del área administrativa, en las cual los estudiantes puedan realizar aplicaciones en casos reales, así al egresar tendrán mejor preparación y oportunidad de optar por puestos tanto técnicos como administrativos.
3. Las empresas constructoras guatemaltecas deben implementar sistemas de gestión de la seguridad laboral que reduzcan la improductividad. Estos sistemas deben contar con planes de contingencia que mejoren la asistencia y mantengan activos a los trabajadores, porque ellos son valiosos para la empresa.
4. Como complemento al estudio de las normativas ISO 9001 y OHSAS 18001, debe estudiarse las normativas para implementar un sistema de gestión ambiental, como ISO 14001, ya que es un tema que está tomando auge en los últimos años, debido a la importancia de cuidar los recursos naturales del planeta.

5. El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS, cuenta con un informe en el que se describe la cantidad de personas atendidas en cada centro de salud, categorizándola únicamente como primera consulta, re consulta, emergencias y primeros auxilios. Se debería categorizar también a las personas que son atendidas a causa de accidentes y enfermedades laborales, y los que representan económicamente, para poder realizar una comparación con el costo que representaría implementar un sistema de seguridad industrial.

6. Instituciones como la Cámara Guatemalteca de la Construcción deberían realizar estudios sobre los desperdicios que se dan en las empresas constructoras, evaluar todos los factores que influyan y sistemas de gestión más personalizados que se adapten de mejor manera, por sus particularidades, a esta industria.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁNGULO AGUIRRE, Luis Alberto. *Guía práctica: seguimiento y control con project 2013*. Empresa editora Macro,2013. 198 páginas .ISBN 9786123041557.
2. BALCELLS DALMAU, Gerard. *Manual práctico para la implantacion del estándar OHSAS 18001*. Madrid, España, Empresa FREMAP, 2015 .127p. M-7771-2014
3. Banco de Guatemala. *Indicadores macroeconómicos*. Disponible en web:<http://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=51809&aud=1&lang=1> [Consulta 05 de Enero de 2017].
4. BAUTISTA BAQUERO, Miguel Ángel. *Gerencia de proyectos de construcción inmobiliaria– Fundamentos para la gestion de calidad*. Bogota: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2007.594p .ISBN 978-958-683-909-0.
5. CONASSO. *Consejo nacional de salud y seguridad ocupacional. Encuesta nacional de condiciones de trabajo*. Guatemala, 2007. 112 p.
6. DOMÍNGUEZ GONZÁLES, Abel Segundo. Programacion , planeacion y control de una obra. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de las Américas, Puebla. México. 2004. 128 p.

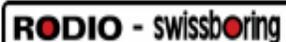
7. Fundacion laboral de la construcción, C/ Rivas, 25 - 28052 Madrid, marzo 2014. 71p . M-6849-2014.
8. Grupo Kaizen, Empresas certificadas. Disponible en web <https://es.scribd.com/document/170064282/Empresas-Certificadas-Centroamerica-por-Sistema-pdf> [Consulta 05 de enero de 2017].
9. ISO, Norma internacional ISO 9001-2008 Sistema de gestion de calidad/ Requisitos. Ginebra Suiza, Empresa Secretaría Central de ISO, 2008. 27p.
10. MÉNDEZ CASTEJÓN, Fernando. *Programación y control de proyectos, desarrollo de un caso*. Guatemala: Serviprensa Centroamericana de Guatemala, 1993. 185 p.
11. NAVARRETE CAICEDO, Nydia. ISO 9001– En empresas de ingenieria civil. Empresa ICOTEC, 2009. 171p .
12. PANTOJA PRERA, José Julio. *Protección de taludes utilizando el método de Soil Nailing*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 83 p.
13. PONS ACHELL, Juan Felipe. *Introducción a Lean Construction*.
14. RODIO SWISSBORING. *La empresa*. Disponible en web <http://www.rodio-swissboring.com/web/empresa.html> [Consulta 20 de julio de 2016].

15. RODIO SWISSBORING. *Política de calidad*. Disponible en web [http://rodio-swissboring.com/dev/wp-content/uploads/2014/06/Politica- de-calidad-RSBO. pdf](http://rodio-swissboring.com/dev/wp-content/uploads/2014/06/Politica-de-calidad-RSBO.pdf) [Consulta 15 de agosto de 2016].
16. RODRÍGUEZ CASTILEJO, Walter. *Gerencia de construcción y del tiempo – costo. Programación y control de obras*. 2da edición. Empresa editora Macro, 2013.594 p. .ISBN 9786123041021.
17. SGS COLOMBIA. *Norma internacional 18001-2008 Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional/ requisitos*. Ginebra, Suiza, The OHSAS Project Group Secretarial. Julio 2007. 35p.

ANEXOS

1. Política de calidad de la empresa Rodio Swissboring

POLITICA DE CALIDAD



RODIO SWISSBORING es una empresa del sector de la construcción, especializada en el subsector de las cimentaciones, siendo su principal actividad los sondeos y las obras de naturaleza geotécnica.

La Dirección de RODIO SWISSBORING consciente de que el desarrollo de sus actividades está relacionado con la satisfacción de sus clientes, considera la calidad y la Seguridad Ocupacional como parte integrante de la gestión de la empresa, para lo cual ha establecido en su organización un Sistema de Gestión de acuerdo con la norma internacional ISO 9001:2008, orientado a la obtención de los siguientes objetivos:

- Asegurar que las obras realizadas son fiables y cumplen los requisitos establecidos con los clientes a través de los Pliegos de Prescripciones, Normas e Instrucciones aplicables.
- Lograr un proceso de mejora continua del Sistema de Calidad a través de un esfuerzo de grupo, poniendo énfasis en incrementar la competitividad en el mercado por medio de la calidad y de la productividad.
- Dar la formación que permita disponer de un personal cualificado para desempeñar las actividades comprendidas en el Sistema de Gestión de la Calidad.
- Implicar, motivar y comprometer al personal con objeto de buscar su participación en la gestión, desarrollo y aplicación del Sistema implantado para lograr los niveles de calidad requeridos por el cliente.
- Establecer objetivos acordes con la política de calidad.

2. Producto interno bruto Guatemala 2001-2016 (Banco de Guatemala)

PRODUCTO INTERNO BRUTO MEDIDO POR EL ORIGEN DE LA PRODUCCIÓN																
AÑOS: 2001 - 2016																
(Millones de quetzales constantes a precios de 2001) ^{a/}																
ACTIVIDADES ECONÓMICAS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015 ^{b/}	2016 ^{c/}
1. Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	20,498.5	21,596.2	22,199.3	23,057.2	23,547.6	23,842.4	25,244.1	25,467.6	26,436.4	26,370.3	27,695.3	29,063.3	30,442.4	31,407.5	32,429.4	33,379.7
2. Explotación de minas y canteras	1,042.1	1,209.0	1,155.9	1,000.3	967.9	1,188.1	1,296.4	1,240.7	1,282.1	1,327.3	1,572.2	1,288.8	1,313.7	1,927.1	2,089.6	1,911.1
3. Industrias manufactureras	28,913.1	29,242.8	29,974.7	31,441.5	32,280.3	33,472.4	34,490.9	35,183.9	34,863.2	36,030.2	37,122.5	38,338.6	39,662.8	40,972.6	42,325.2	43,738.6
4. Suministro de electricidad y captación de agua	3,794.6	3,988.6	4,185.9	4,337.0	4,453.7	4,586.5	4,875.8	4,952.7	4,886.7	5,240.0	5,531.2	5,884.3	6,193.0	6,499.8	6,789.8	7,156.0
5. Construcción	5,797.6	6,692.7	6,446.0	5,870.9	6,133.7	6,936.9	7,548.4	7,512.7	6,704.2	5,932.1	6,074.0	6,120.8	6,227.8	6,501.3	6,722.8	6,844.1
6. Comercio al por mayor y al por menor	18,936.7	19,323.2	19,610.7	20,214.2	20,898.5	21,681.7	22,582.7	23,004.7	22,468.6	23,316.3	24,193.0	24,928.6	25,737.6	26,702.8	28,238.7	29,276.1
7. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	7,827.1	8,438.6	9,284.1	10,716.2	11,932.4	14,146.1	17,377.0	19,905.5	20,412.7	20,955.9	22,001.5	22,676.9	23,345.3	24,036.6	24,820.4	25,454.8
8. Intermediación financiera, seguros y actividades auxiliares	3,781.9	4,197.3	4,624.8	5,064.0	5,825.9	6,763.7	7,432.2	8,010.2	8,331.2	8,608.1	9,078.6	10,186.2	11,354.2	12,394.5	14,191.6	15,303.8
9. Alquiler de vivienda	15,044.9	15,572.2	16,303.7	17,006.9	17,418.6	17,875.6	18,571.1	19,231.8	19,831.3	20,454.4	21,008.5	21,635.4	22,294.7	22,978.1	23,685.9	24,418.5
10. servicios privados	22,801.8	23,604.8	24,341.9	24,904.5	25,477.5	26,888.5	28,651.5	30,489.4	30,822.0	31,961.8	33,381.6	34,350.3	35,396.8	36,553.3	37,889.6	38,989.1
11. Administración pública y defensa	10,861.5	11,088.0	10,850.7	10,479.1	10,725.6	11,294.0	11,812.0	12,321.7	13,893.0	15,166.1	15,775.2	16,639.0	17,711.7	18,209.6	18,704.6	19,177.8
(-) Servicios de Intermediación Financiera Medidos Indirectamente -SIFMI-	3,429.6	3,727.2	3,960.9	4,429.3	5,069.5	5,917.8	6,702.6	7,118.3	7,615.3	7,795.4	8,339.7	9,078.5	10,099.5	10,977.3	12,084.8	12,804.3
(+) Impuestos netos de subvenciones a los productos	11,107.6	11,425.0	11,895.8	12,303.8	12,834.1	13,571.7	14,465.2	14,286.4	13,779.1	14,482.1	15,106.3	15,702.0	16,243.7	16,970.6	17,926.6	18,631.0
PRODUCTO INTERNO BRUTO	146,977.8	152,680.9	156,524.5	161,458.2	166,722.0	175,691.2	186,766.9	192,894.9	193,909.6	199,473.8	207,776.0	219,946.6	221,857.5	231,182.2	240,706.8	248,076.4

a/ La discrepancia entre el total y la suma de sus componentes se debe a la diferencia estadística que proviene de utilizar estructuras de precios base móvil, de conformidad con la metodología sugerida en el Sistema de Cuentas Nacionales 1993 (SCN93)

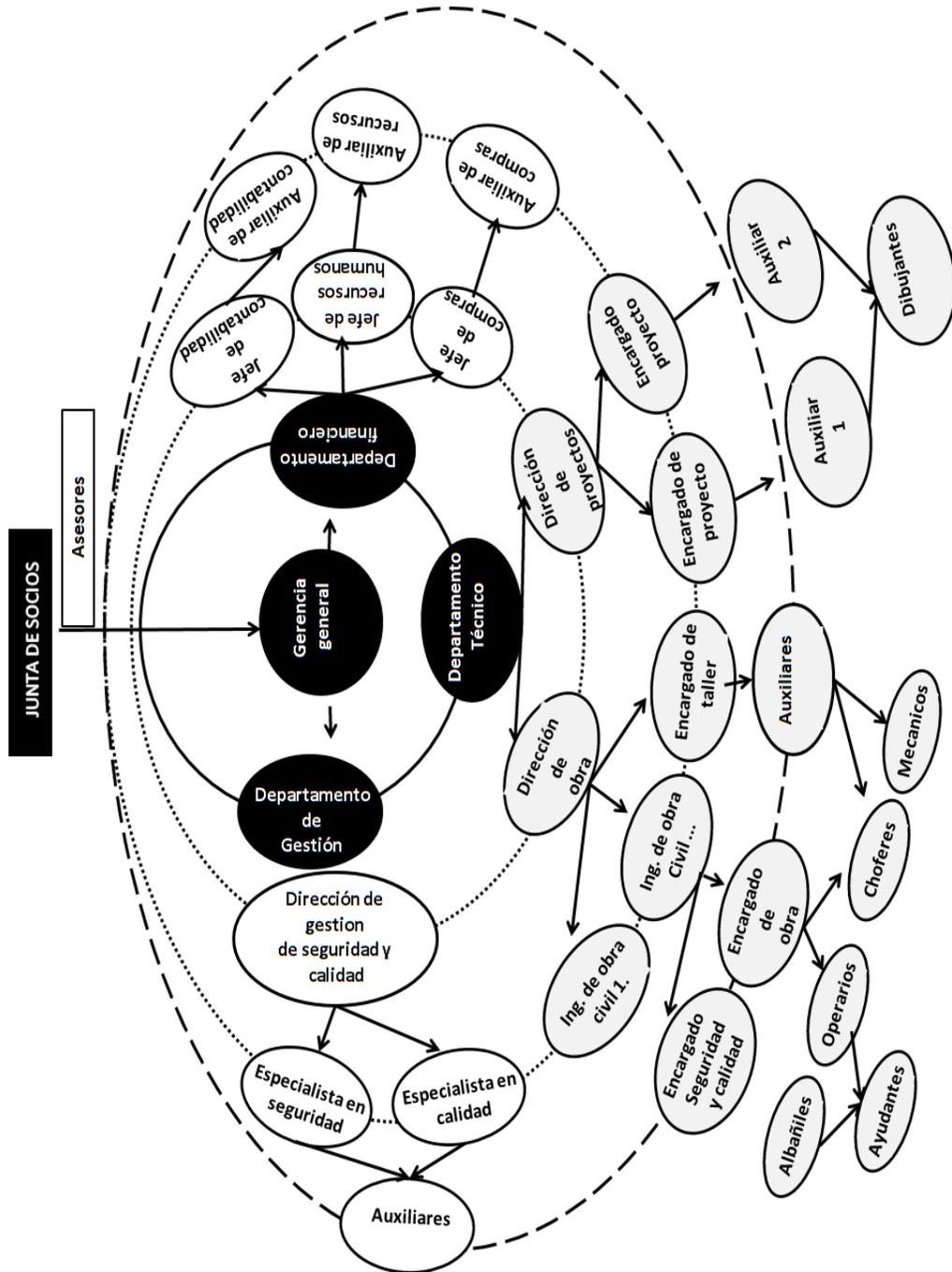
b/ Cifras preliminares

c/ Cifras estimadas

3. Índice de actividad económica

ACTIVIDAD ECONOMICA	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	5.4	2.5	4.2	2.1	1.3	5.9	0.9	3.8	-0.2	5.0	4.9	4.7	3.2	3.3	2.9
Explotación de minas y canteras	16.0	-6.0	-11.9	-3.2	17.6	13.9	-4.3	3.3	3.5	18.4	-19.3	3.5	46.7	8.4	-8.5
Industrias manufactureras	1.1	2.5	4.9	2.6	3.8	3.0	2.0	-0.9	3.3	3.0	3.3	3.5	3.2	3.5	3.3
Suministro de electricidad y captación de agua	5.1	4.9	3.6	2.7	3.0	6.3	1.6	0.7	5.1	5.6	6.4	5.2	5.0	4.5	5.4
Construcción	15.4	-3.7	-8.9	4.5	15.1	8.8	-0.5	-10.8	-11.5	2.4	0.8	1.7	4.4	3.4	1.8
Comercio al por mayor y al por menor	2.0	1.5	3.1	3.2	3.9	4.1	2.0	-2.3	3.7	3.8	3.0	3.2	3.8	5.8	3.7
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	7.8	10.0	15.4	11.3	18.6	22.8	14.6	2.5	2.9	4.8	3.1	2.9	3.0	3.3	2.6
Intermediación financiera, seguros y actividades auxiliares	11.0	10.2	9.5	15.0	16.1	9.9	7.8	4.0	3.3	5.5	12.3	11.4	9.2	14.5	7.8
Alquiler de vivienda	3.5	4.7	4.3	2.4	2.7	3.9	3.6	3.1	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1
Servicios privados	3.5	3.1	2.3	2.3	5.5	6.6	6.4	1.1	3.7	4.4	2.9	3.0	3.3	3.7	2.9
Administración pública y defensa	2.2	-2.2	-3.4	2.4	5.3	4.6	4.3	12.8	9.1	4.0	5.5	6.4	2.8	2.7	2.5
PFB	3.9	2.5	3.2	3.3	5.4	6.3	3.3	0.5	2.9	4.2	3.0	3.7	4.2	4.1	3.1

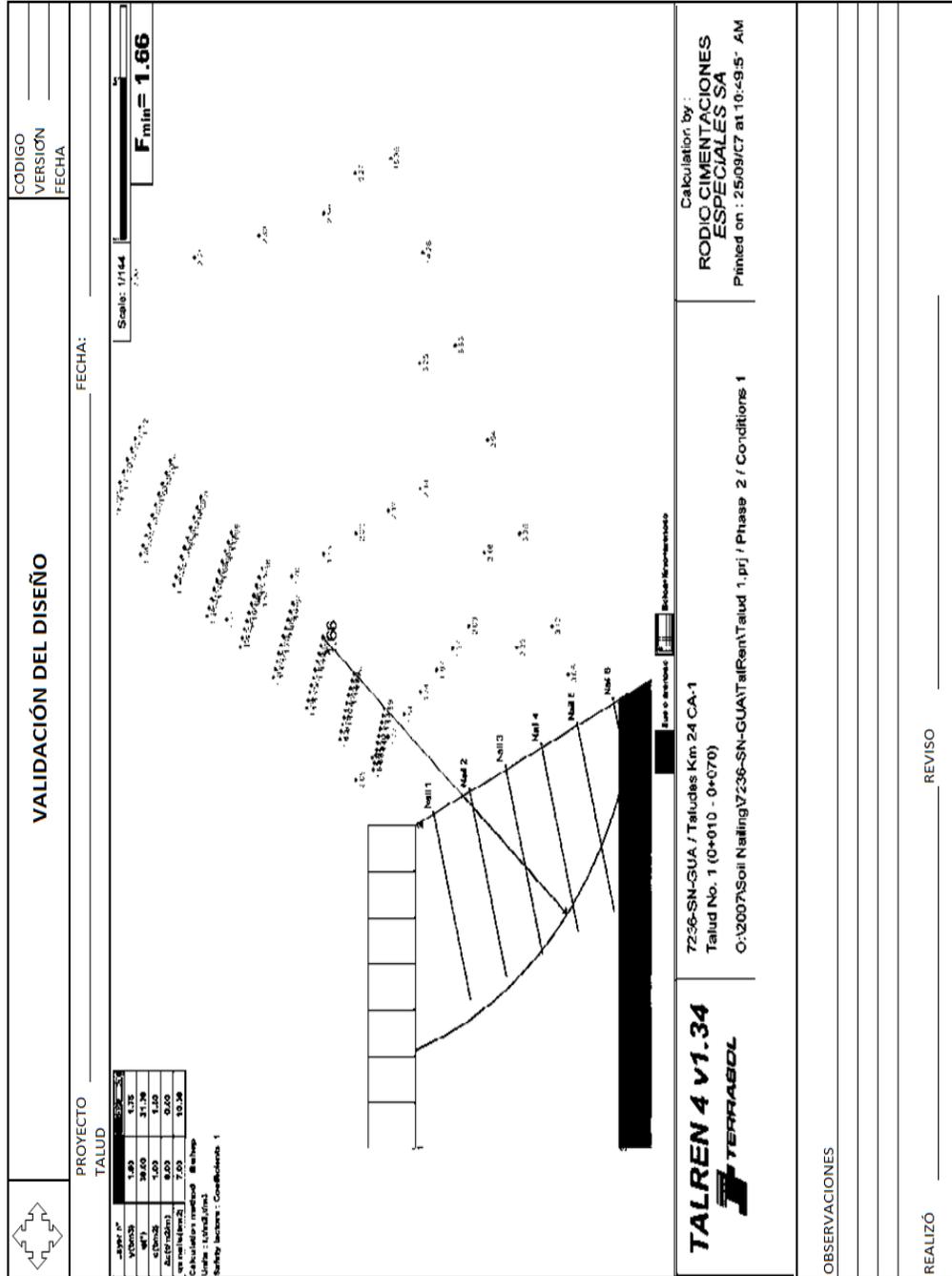
4. Organigrama de la empresa



7. Verificación del diseño, con métodos alternativos

	VERIFICACIÓN DEL DISEÑO		CÓDIGO _____
			VERSIÓN _____
			FECHA _____
PROYECTO		FECHA	
TEMA		HOJA /	
ES MEMORIA DE CALCULO DE VERIFICACIÓN DEL DISEÑO		SI	NO
PLANO NO.	VERIFICÓ		
CAPITULOS NO.			
OBSERVACIONES			

8. Validación del diseño con software



9. Control de cambios

	REGISTRO DE CONTROL DE CAMBIOS	CÓDIGO _____ VERSIÓN _____ FECHA _____					
PROYECTO _____ SECCIÓN _____	RESPONSABLE _____						
DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO:							
RAZONES DE CAMBIO:							
IMPACTOS EVALUADOS:							
PRODUCTOS POR ENTREGAR ACORDE CON LOS CAMBIOS							
NO	PRODUCTO	VERSION	FECHA	CAMBIO REALIZADO			
PROXIMA EVALUACIÓN:							
FIRMA DEL DISEÑADOR _____				FIRMA DEL INGENIERO DE PROYECTO _____			

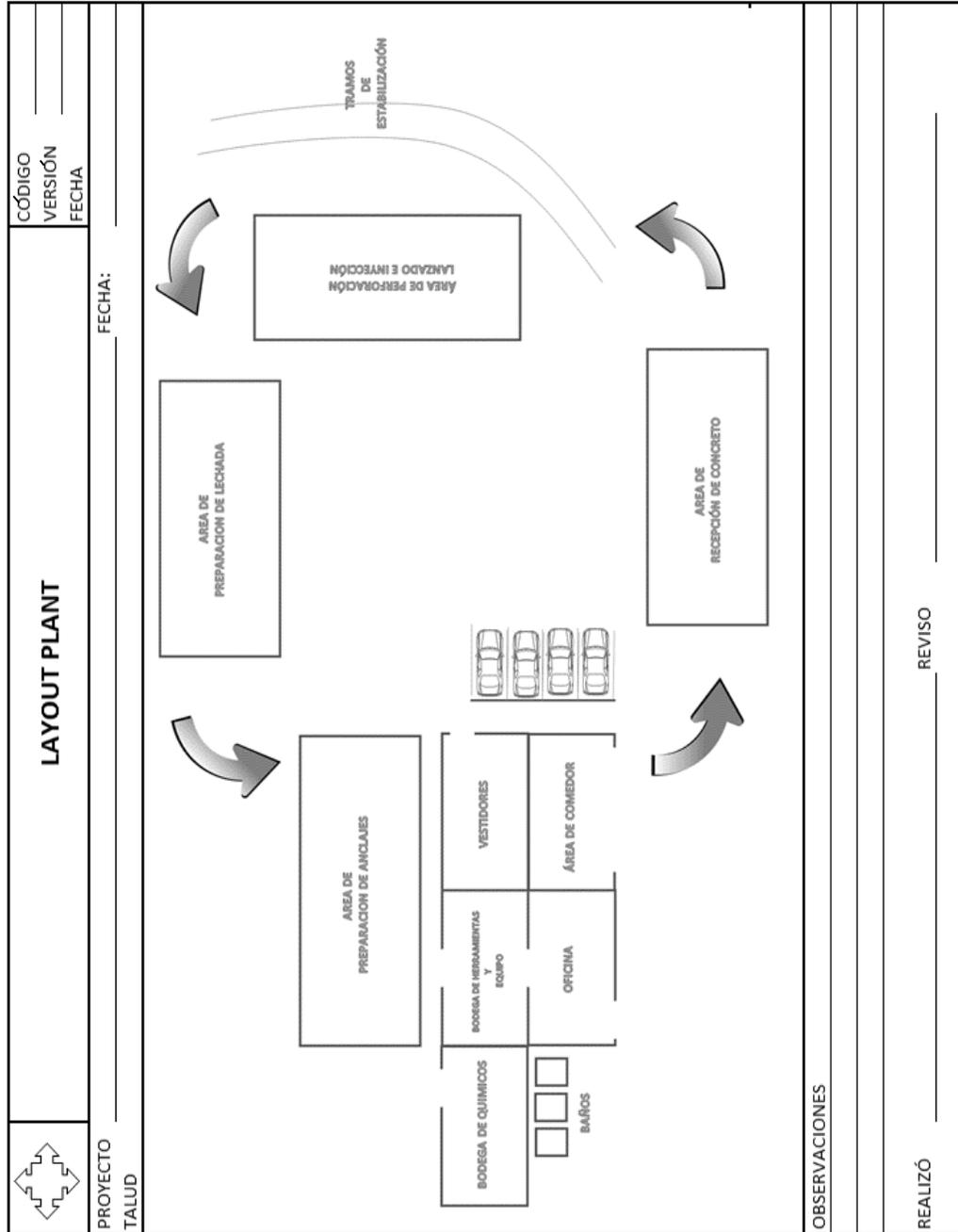
10. Evaluación de proveedores

	EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	CÓDIGO _____	VERSIÓN _____	FECHA _____
Proveedor: _____ C.C. o Nit: _____ Correo electrónico: _____ Contrato/Orden No: _____ Fecha de la evaluación: _____				
Los siguientes son los criterios para realizar la evaluación del proveedor una vez a finalizada la prestación del servicio y/o entrega del producto.				
SERVICIOS		Cumple	Puntaje	
			Máximo	Asig.
Calidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Logística:contó con la logística necesaria en cuanto transporte, equipos y herramientas menores para cumplir con el objeto del contrato 	<input type="checkbox"/>	60	0.00
	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la ejecución del servicio contó con personal técnico calificado para cumplir las actividades propias del servicio 	<input type="checkbox"/>		
	<ul style="list-style-type: none"> • El servicio se presto de acuerdo a lo pactado con el contratista o proveedor del servicio 	<input type="checkbox"/>		
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos y herramientas:se contó con los equipos y herramientas adecuados para las tareas propias de la ejecución del servicio 	<input type="checkbox"/>		
Cumplimiento en los tiempos de entrega	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplió con los tiempos de entrega pactados para la prestación del servicio 	<input type="checkbox"/>	10	0.00
Cumplimiento en cantidad	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento con la entrega de las cantidades solicitada 	<input type="checkbox"/>	10	0.00
Servicio durante y posventa	<ul style="list-style-type: none"> • Dio respuesta a los requerimientos o reclamos realizados 	<input type="checkbox"/>	20	0.00
	<ul style="list-style-type: none"> • La respuesta dada a los requerimiento realizados fue oportuna 	<input type="checkbox"/>		
TOTAL			100	0
Observaciones:				
NO CONFORMIDADES REGISTRADAS				
FECHA	DESCRIPCIÓN			
INTERPRETACIÓN				
CALIFICACIÓN:	Mayor a 80 puntos Entre 60 y 79 puntos Menor a 60 puntos	<ul style="list-style-type: none"> • El contratista permanece por un periodo más • El contratista queda en periodo de prueba • El contratista es retirado del listado de proveedores 		
REALIZÓ _____				

11. Reporte de producción semanal

	REPORTE DE PRODUCCIÓN					CÓDIGO _____	VERSIÓN _____	FECHA _____
FECHA		CÓDIGO						
EQUIPO		PROYECTO						
OPERADOR								
PERFORACIÓN								
FECHA	DE	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO/ML	
	NAILING		ML					
	ANCLAJE							
INYECCIÓN								
FECHA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO/ML		
ARMADO								
FECHA	DE	SECCION	TRAMO	AREA	DE	A	M2/H	
LANZADO								
FECHA	DE	SECCION	TRAMO	AREA	DE	A	M2/H	
OBSERVACIONES:								
ELABORÓ _____				REVISÓ _____				

14. *Layout plant*, del ciclo del sitio de trabajo



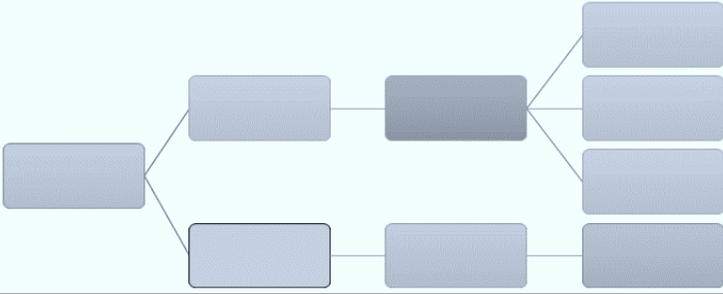
16. Investigación de accidentes o incidentes, página 1

	INFORME DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE O INCIDENTE	CÓDIGO	
		VERSIÓN	
		FECHA	
ACCIDENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	ACCIDENTE GRAVE	<input type="checkbox"/>
ACCIDENTE MORTAL	<input type="checkbox"/>	ACCIDENTE LEVE	<input type="checkbox"/>
INCIDENTE	<input type="checkbox"/>		
FECHA EN QUE SE ENVÍA LA INVESTIGACIÓN A LA ARP: ___/___/___ MM/DD/AA		FECHA EN QUE SE ENVÍA RECOMENDACIÓN A LA EMPRESA: ___/___/___ MM/DD/AA	
I. IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL EMPLEADOR, CONTRATANTE O COOPERATIVA			
TIPO DE VINCULADOR LABORAL: (1) EMPLEADOR <input checked="" type="checkbox"/> (2) CONTRANTE <input type="checkbox"/> (3) COOPERATIVA <input type="checkbox"/>			
SEDE PRINCIPAL			
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL		TIPO DE IDENTIFICACIÓN	
IDEAM		NÚMERO	
DIRECCIÓN		TELÉFONO	
CALLE 250 # 96B-70		3527160	
CORREO ELECTRÓNICO		FAX	
		3527110	
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO	
BOGOTÁ		BOGOTÁ	
		ZONA	
		U <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	
CENTRO DE TRABAJO DONDE LABORA EL TRABAJADOR			
CÓDIGO			
SON LOS DATOS DEL CENTRO DE TRABAJO LOS MISMOS DE LA SEDE PRINCIPAL? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
SÓLO EN CASO NEGATIVO DILIGENCIAR LAS SIGUIENTES CASILLAS SOBRE CENTRO DE TRABAJO:			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL CENTRO DE TRABAJO		CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL CENTRO DE TRABAJO	
EMPRESAS DEDICADAS A ACTIVIDADES EJECUTIVAS DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA EN GENERAL INCLUYE MINISTERIOS, ÓRGANOS, ORGANISMOS Y DEPENDENCIAS ADMINISTRATIVAS EN LOS NIVELES CENTRAL, REGIONAL Y LOCAL		1751201	
DIRECCIÓN		TELÉFONO	
		FAX	
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO	
		ZONA	
		U <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	
II. INFORMACIÓN DE LA PERSONA QUE SE ACCIDENTÓ			
TIPO DE VINCULACIÓN: (1) PLANTA <input checked="" type="checkbox"/> (2) MISIÓN <input type="checkbox"/> (3) COOPERADO <input type="checkbox"/> (4) ESTUDIANTE O APRENDIZ <input type="checkbox"/> (5) INDEPENDIENTE <input type="checkbox"/> CÓDIGO (5)			
PRIMER APELLIDO		SEGUNDO APELLIDO	
PRIMER NOMBRE		SEGUNDO NOMBRE	
TIPO DE IDENTIFICACIÓN		NÚMERO	
FECHA DE NACIMIENTO		SEXO	
CC <input type="checkbox"/> CE <input type="checkbox"/> N.U. <input type="checkbox"/> TI <input type="checkbox"/> PA <input type="checkbox"/>		X X X X X X M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	
DIRECCIÓN		TELÉFONO	
		FAX	
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO	
BOGOTÁ		BOGOTÁ	
		ZONA	
		U <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	
CARGO			
OCUPACIÓN HABITUAL		CÓDIGO OCUPACIÓN HABITUAL	
TIEMPO DE OCUPACIÓN HABITUAL AL MOMENTO DEL ACCIDENTE		X X X X	
FECHA DE INGRESO A LA EMPRESA		SALARIO U HONORARIOS (MENSUAL)	
X X X X		X X X X	
		(1) DIURNA <input checked="" type="checkbox"/> (2) NOCTURNA <input type="checkbox"/> (3) MIXTO <input type="checkbox"/> (4) TURNOS <input type="checkbox"/>	
III. INFORMACIÓN SOBRE EL ACCIDENTE			
FECHA DEL ACCIDENTE		HORA DEL ACCIDENTE (0-23 HRS)	
X X X X		X X X X	
DÍA DE LA SEMANA EN EL QUE OCURRIÓ EL ACCIDENTE			
LU MA MI JU VI SA DO			
JORNADA EN QUE SUCEDÉ		ESTABA REALIZANDO SU LABOR HABITUAL?	
(1) NORMAL <input checked="" type="checkbox"/> (2) EXTRA <input type="checkbox"/>		(1) SI <input checked="" type="checkbox"/> (2) NO <input type="checkbox"/> CUÁL? (Diligenciar sólo en caso negativo)	
CÓDIGO			
TOTAL TIEMPO LABORADO PREVIO AL ACCIDENTE		TIPO DE ACCIDENTE	
0 6 0 0		(1) VIOLENCIA <input type="checkbox"/> (2) TRANSITIVO <input type="checkbox"/> (3) DEPORTIVO <input type="checkbox"/> (4) RECREATIVO O CULTURAL <input type="checkbox"/> (5) PROPIOS DEL TRABAJO <input checked="" type="checkbox"/>	
CAUSÓ LA MUERTE AL TRABAJADOR?		DEPARTAMENTO DEL ACCIDENTE	
(1) SI <input type="checkbox"/> (2) NO <input checked="" type="checkbox"/>		FECHA DE LA MUERTE DD/MM/AA	
		MUNICIPIO DEL ACCIDENTE	
		ZONA DONDE OCURRIÓ EL ACCIDENTE	
		U <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	
LUGAR DONDE OCURRIÓ EL ACCIDENTE: (1) DENTRO DE LA EMPRESA <input checked="" type="checkbox"/> (2) FUERA DE LA EMPRESA <input type="checkbox"/>			
INDIQUE CUÁL SITIO (Indique donde ocurrió)		TIPO DE LESIÓN (MARQUE CON UNA X CUÁL O CUÁLES)	
<input type="checkbox"/> (1) ALMACENES O DEPÓSITOS		<input type="checkbox"/> (10) FRACTURA	
<input type="checkbox"/> (2) ÁREAS DE PRODUCCIÓN		<input type="checkbox"/> (20) LUXACIÓN	
<input type="checkbox"/> (3) ÁREAS RECREATIVAS O PRODUCTIVAS		<input checked="" type="checkbox"/> (25) TORCEDURA, ESGUINCE, DESGARRO MUSCULAR, HERNIA O LACERACIÓN DE MÚSCULO O TENDÓN SIN HERIDA	
<input type="checkbox"/> (4) CORREDORES O PASILLOS		<input type="checkbox"/> (30) CONMOCIÓN O TRAUMA INTERNO	
<input checked="" type="checkbox"/> (5) ESCALERAS		<input type="checkbox"/> (40) AMPUTACIÓN O ENUCLEACIÓN (Exclusión o pérdida del ojo)	
<input type="checkbox"/> (6) PARQUEADEROS O ÁREAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR		<input type="checkbox"/> (41) HERIDA	
<input type="checkbox"/> (7) OFICINAS		<input type="checkbox"/> (50) TRAUMA SUPERFICIAL (Incluye resguño, punción o pinchazo y lesión en ojo por cuerpo extraño)	
<input type="checkbox"/> (8) OTRAS ÁREAS COMUNES		<input type="checkbox"/> (55) GOLPE, CONTUSIÓN O APLASTAMIENTO	
<input checked="" type="checkbox"/> (9) OTRO. (Especifique)		<input type="checkbox"/> (60) QUEMADURA	
ÁREAS DEL DESPLAZAMIENTO- SENDERO RURAL		<input type="checkbox"/> (70) ENVENENAMIENTO O INTOXICACIÓN AGUDA O ALERGIA	
		<input type="checkbox"/> (80) EFECTO DEL TIEMPO, DEL CLIMA U OTRO RELACIONADO CON EL AMBIENTE	
		<input type="checkbox"/> (81) ASFIXIA	
		<input type="checkbox"/> (82) EFECTO DE LA ELECTRICIDAD	
		<input type="checkbox"/> (83) EFECTO NOCIVO DE LA RADIACIÓN	
		<input type="checkbox"/> (90) LESIONES MÚLTIPLES	
		<input type="checkbox"/> (99) OTRO. (Especifique)	

17. Investigación de accidentes o incidentes, página 2

	INFORME DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE O INCIDENTE 2	CÓDIGO	
		VERSIÓN	
		FECHA	
PARTE DEL CUERPO APARENTEMENTE AFECTADO: <input type="checkbox"/> (1) CABEZA <input type="checkbox"/> (1.12) OJO <input type="checkbox"/> (2) CUELLO <input type="checkbox"/> (3) TRONCO (Incluye espalda, columna vertebral, médula espinal, pelvis) <input type="checkbox"/> (3.32) TORAX <input type="checkbox"/> (3.33) ABDOMEN <input type="checkbox"/> (4) MIEMBROS SUPERIORES <input type="checkbox"/> (4.46) MANOS <input type="checkbox"/> (5) MIEMBROS INFERIORES <input checked="" type="checkbox"/> (5.56) PIES <input type="checkbox"/> (6) UBICACIONES MÚLTIPLES <input type="checkbox"/> (7) LESIONES GENERALES U OTRAS	AGENTE DEL ACCIDENTE: (CON QUE SE LESIONÓ EL TRABAJADOR) <input type="checkbox"/> (1) MÁQUINAS Y/O EQUIPOS <input type="checkbox"/> (2) MEDIOS DE TRANSPORTE <input type="checkbox"/> (3) APARATOS <input type="checkbox"/> (3.36) HERRAMIENTAS, IMPLEMENTOS O UTENSILIOS <input type="checkbox"/> (4) MATERIALES O SUSTANCIAS <input type="checkbox"/> (4.4) RADIACIONES <input checked="" type="checkbox"/> (5) AMBIENTE DE TRABAJO (Incluye superficies de tránsito y de trabajo, muebles, tejados, en el exterior, interior o subterráneos) <input type="checkbox"/> (6) OTROS AGENTES NO CLASIFICADOS <input type="checkbox"/> (6.61) ANIMALES (Vivos o productos animales) <input type="checkbox"/> (7) AGENTES NO CLASIFICADOS POR FALTA DE DATOS	MECANISMO O FORMA DEL ACCIDENTE <input type="checkbox"/> (1) CAIDA DE PERSONAS <input type="checkbox"/> (2) CAIDA DE OBJETOS <input checked="" type="checkbox"/> (3) PISADAS, CHOQUES O GOLPES <input type="checkbox"/> (4) ATRAPAMIENTOS <input type="checkbox"/> (5) SOBRESFUERZO, ESFUERZO EXCESIVO O FALSO MOVIMIENTO <input type="checkbox"/> (6) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON TEMPERATURA EXTREMA <input type="checkbox"/> (7) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON LA ELECTRICIDAD <input type="checkbox"/> (8) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON SUSTANCIAS NOCNAS, RADIA <input type="checkbox"/> (9) OTRO. (Especifique)	
IV. DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE DESCRIBA DETALLADAMENTE EL ACCIDENTE. QUÉ LO ORIGINO O CAUSÓ (Responda a las preguntas qué paso, cuándo, dónde, cómo y por qué)		PERSONAS QUE PRESENCIARON EL ACCIDENTE HUBO PERSONAS QUE PRESENCIARON EL ACCIDENTE? Si <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> EN CASO AFIRMATIVO, DILIGENCIAR LA SIGUIENTE INFORMACIÓN: APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS CARGO: TECNICO ADMINISTRATIVO PERSONA RESPONSABLE DEL INFORME (Representante o Delegado) APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS: HERNANDEZ CLAVIJO JOSÉ VICENTE DOCUMENTO DE IDENTIDAD: CC <input checked="" type="checkbox"/> CE <input type="checkbox"/> N.U <input type="checkbox"/> TI <input type="checkbox"/> PA <input type="checkbox"/> CARGO: ENCARGADO DE SALUD OCUPACIONAL No. FIRMA: FECHA DE DILIGENCIAMIENTO DEL INFORME DEL ACCIDENTE: X X X X X X X X	
V. OBSERVACIONES DE LA EMPRESA (EQUIPO DE SALUD OCUPACIONAL, JEFE INMEDIATO Y COMITÉ PARITARIO)			
VI. DIBUJO O FOTOS (FORMATO J.P.G. O ANEXAR)			

18. Investigación de accidentes o incidentes, página 3

	INFORME DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE O INCIDENTE 3				CODIGO		
					VERSIÓN		
					FECHA		
VII. DISEÑO ESQUEMÁTICO DEL ÁRBOL DE CAUSAS (COLOQUE EL ARBOL DE CAUSAS EN ESTE SITIO O ANEXAR)							
							
VIII. RESUMEN DE CAUSAS Y CONCLUSIONES (Las causas encontradas en el árbol colocarlas en sus respectivos campos)							
CAUSAS INMEDIATAS			CAUSAS BASICAS				
CONDICIÓN SUBESTANDAR	ACTOS SUBESTANDAR	FACTORES DE TRABAJO	FACTORES PERSONALES				
IX. MEDIDAS DE INTERVENCIÓN NECESARIAS A IMPLEMENTAR BUSCANDO QUE EL EVENTO NO SE REPITA							
CONTROLES A IMPLEMENTAR SEGÚN LISTA PRIORIZADA DE CAUSAS	TIPO DE CONTROL (Señalar con una X en donde aplica)			FECHA EJECUCIÓN DD/MM/AA	FECHA VERIFICACIÓN DD/MM/AA	EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA	AREA O PERSONA RESPONSABLE DE VERIFICACION DE LA EMPRESA
	FUENTE	MEDIO	PERSONA				
X. PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN							
NOMBRE	CARGO	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	DIRECCION	FECHA DD/MM/AA	HORA ___ / ___	FIRMA DOC IDENTIF
REPRESENTANTE LEGAL				FIRMA Y DOCUMENTO DE IDENTIFICACION			
PROFESIONAL EN SALUD OCUPACIONAL		LICENCIA No.	EXPEDIDA EN:	FIRMA Y DOCUMENTO DE IDENTIFICACION			
LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN EL PRESENTE FORMATO ES DE PROPIEDAD EXCLUSIVA DE LA EMPRESA. LA ARP-SURA NO SE HACE RESPONSABLE POR LOS DATOS QUE ALLÍ APARECEN.							
FECHA DE ENVÍO DE LA INVESTIGACIÓN Y SUS RECOMENDACIONES A LA DIRECCION TERRITORIAL DEL MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL (ESPACIO PARA SER DILEGENCIADO POR LA ARP) _MM_ / DD_ / AA_							

20. Formato de entrega de equipo de protección individual

	ENTREGA DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL			VERSIÓN:	
				CÓDIGO:	
				FECHA:	
DATOS DEL TRABAJADOR A QUIEN SE LE ENTREGA EL ELEMENTO					
NOMBRE		DEPI No.		CARGO	
FACULTAD O DEPENDENCIA		DEPARTAMENTO		ÁREA O LABORATORIO	
ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP) ENTREGADOS					
ITEM	EPP ENTREGADOS:	CANTIDAD	FECHA	FIRMA RECIBIDO	
	CASCO	1			
	GUANTES	1			
	LENTES DE PROTECCIÓN	1			
	BOTAS PUNTA DE ACERO	1			
	TAPA SOL	1			
	PROTECCIÓN AUDITIVA	1			
DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE LOS ELEMENTOS					
NOMBRE		CÉDULA No.			
CARGO		FIRMA			
COMPROMISO					
Me comprometo a utilizar adecuadamente durante la jornada laboral los elementos de protección personal recibidos y mantenerlos en buen estado, dando cumplimiento a las normas de salud ocupacional que contribuyen a mi bienestar físico, psicológico y social. Declaro que he recibido información sobre el uso adecuado de los mismos.					
Usando los equipos y elementos de protección personal (incluyendo ropa de trabajo) estoy cumpliendo con mis deberes como trabajador definidos en la ley a través de la siguiente normatividad: CODIGO SUSTANTIVO DEL TRABAJO; Art. 56 y Art. 58 numeral 7; LEY 9 DE 1979; Art. 88; DECRETO 1295 DE 1994; Art. 22. Soy responsable del uso y cuidado de los EPP mismo so pena de verme inmerso en faltas penales o disciplinarias. El presente compromiso quedará archivado en el Departamento de Gestión de Talento Humano - Salud Ocupacional como sistema de verificación y seguimiento del cumplimiento de mis deberes y derechos como empleado de la Universidad del Atlántico..					
El presente compromiso aplica para los elementos de protección personal entregados.					
FIRMA DE QUIEN RECIBE EL ELEMENTO Y LEE EL COMPROMISO:					
REALIZÓ					

21. Formato de nombramiento de encargado de seguridad

	NOMBRAMIENTO DE ENCARGADO DE SEGURIDAD	CÓDIGO _____
		VERSIÓN _____
		FECHA _____
PROYECTO: _____		
UBICACIÓN _____		
<p>La empresa _____</p> <p>Para realizar los trabajos de: _____</p> <p>Designa como encargado de seguridad a :</p> <p>D. _____ DPI _____</p> <p>Reuniedo el trabajador los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesaria en las actividades y procesos que se realizan en esta obra, y contando con formacion preventiva correspondiente a las funciones del cargo de encargado de seguridad para la obra arriba indicada, sus obligaciones en obra son :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vigilar y hacer cumplir con todas las actividades preventivas de los trabajadores de la empresa en relación con los riesgos derivados en el sitio de de trabajo . 2. Permanecer en el sitio de trabajo de la obra indicada durante el tiempo laborable. 3. Asistir a todas las capacitaciones internas y externas vinculadas a la empresa 4. Asistir a todos los simulacros en la empresa 5. Estar presente en todas las evaluaciones de seguridad 		
<p style="text-align: center;">Rogándole firme el duplicado de la presente comunicación como acuse de recibo y aceptación de la designación.</p> <p style="text-align: center;">....., a de de 20...</p> <p style="text-align: center;">ACEPTO EL NOMBRAMIENTO DESIGNADO POR</p> <p style="text-align: center;">Fdo: Fdo:</p> <p style="text-align: center;">(Trabajador) (Empresa)</p>		

25. Formato de realización de simulacros

	REGISTRO DE SIMULACROS				CÓDIGO _____	VERSIÓN _____	FECHA _____
FECHA		OBRA					
INSTRUCTOR							
DIRECCIÓN							
DISFUCIÓN		TRAMOS	NIVEL	TRABAJADORES	ABIERTO	ACOMODO	
SI	NO						
DATOS GENERALES DEL SIMULACRO							
TEMA:							
INCENDIO		FRACTURA		DOCUMENTO			
SISMO		QUEMADURA					
OTRA				SI	NO		
TIPO DE SIMULACRO		INDIVIDUAL		INTEGRAL		MACRO	
REPLIEGUE CON PREVIO AVISO		EVACUACIÓN PARCIAL SIN PREVIO AVISO		EVACUACIÓN TOTAL			
DURACIÓN DEL SIMULACRO							
HORA DE INICIO:				HORA DE TERMINO:			
DURACIÓN TOTAL DEL EJERCICIO:							
PERSONAS EVACUADAS:							
REALIZACIÓN DEL SIMULACRO							
SISTEMA DE ALERTAMIENTO UTILIZADO							
TIMBRE		SIRENA		SILBATO		CAMPANA	
MEGAFONO		VOCEO					
¿SE INSTALO PUESTO DE MANDO?				sí	NO		
¿SE INSTALO PUESTO DE PRIMEROS AUXILIOS?				sí	NO		
¿SE APLICO EL PLAN DE ALERTAMIENTO?				sí	NO		
¿SE APLICO EL PLAN DE EMERGENCIA?				sí	NO		
¿SE APLICO EL PLAN DE EVALUACIÓN DE DAÑOS?				sí	NO		
¿SE APLICO EL PLAN DE VUELTA A LA NORMALIDAD?				sí	NO		
¿SE LLEVO A CABO LA VERIFICACIÓN DEL PERSONAL EVACUADO?					sí	NO	
¿SE REALIZO REUNIÓN DE EVALUACIÓN?					sí	NO	
¿QUIENES PARTICIPARON?		AUTORIDADES INSTITUCIONALES			BRIGADISTAS		
		OBSERVADORES			INSTITUCIONES DE APOYO		
					OTROS		
EQUIPO E INSTALACIONES DE EMERGENCIA UTILIZADOS:							
HIDRANTES		EXTINTORES		BOTIQUINES			
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				ESCALERAS DE EMERGENCIA			
AMBULANCIA INSTITUCIONAL				OTROS			
REALIZÓ _____				REVISÓ _____			

27. Formato de permisos de trabajos en caliente

	PERMISO DE TRABAJOS EN CALIENTE	CÓDIGO							
		VERSIÓN							
		FECHA							
VALIDO PARA EL PERIODO, LUGAR, EQUIPO Y TRABAJO INDICADO									
Fecha:	Valido desde	Hasta							
Sector/ Área de trabajo:									
Responsable del área									
Equipo específico objeto del trabajo:									
Descripción del trabajo a ejecutar									
.....									
ITEM	LISTA DE VERIFICACIÓN SUPERVISOR RESPONSABLE DEL ÁREA	SÍ	NO	N/A					
1	Los circuitos eléctricos desenergizados, inmovilizados y con su aviso NO OPERAR								
2	Se encuentra realizado el AST								
3	Se ha delimitado y aislado el área de trabajo								
4	El equipo al cual se va a trabajar está debidamente bloqueado (etiqueta y candado)								
5	Los EPP son adecuados y han sido inspeccionados								
6	Están desconectados todos los fluidos, aire - gas - combustible								
7	Se encuentra el equipo o zona libre de gases - presión - sustancias calientes								
8	El personal ha sido capacitado en relación con las actividades a desarrollar								
9	El personal ha sido instruido en relación a los riesgos que pueden presentarse durante el trabajo								
10	El personal cuenta con todos sus elementos de protección personal adecuados a la labor								
11	Permite los factores externos (dirección del viento, condiciones atmosféricas, etc.) realizar los trabajos con seguridad								
12	Los equipos y maquinarias se encuentran ubicados en un lugar seguro								
13	Los equipos y herramientas a utilizar se encuentran en óptimas condiciones								
14	Se verificó que no hay cables, cuerdas, basura, etc., en las áreas adyacentes que puedan causar una conflagración								
15	Se tiene extintores en el sitio								
16	Se inspeccionó debidamente los extintores (presión, carga, manguera, fecha de recarga, accesorios, etc.)								
17	Se tiene claro un plan en caso de emergencia (vías de evacuación, ubicación de extintores, etc.)								
18	El equipo de corte tiene atrapallamas								
19	Se realizó la prueba de gases/ oxígeno (espacios confinados)								
20	Los elementos para detención de caídas (arnés, línea de vida) están ubicadas fuera de la línea de fuego								
21	Se tiene las hojas de seguridad de los productos químicos a utilizar								
22	Requiere permiso adicional: TRABAJO EN ALTURA								
PRUEBA DE GASES		PRUEBAS ESPECIALES							
Atmósfera	Estándar	Fecha/hora	Fecha/hora	Sustancia química a utilizar	Ficha Técnica	SI	NO		
Oxígeno %									
% LEL									
Otros									
PERSONAL AUTORIZADO PARA EJECUTAR LAS ACTIVIDADES									
Nombre		Firma		Nombre		Firma			
RESPONSABLES DE AUTORIZAR LOS TRABAJOS									
Responsables		Nombre		Cargo		Firma		Fecha	
SPV responsable del área									
SPV respons. Del trabajo									
SPV repons. Contratista									
Observaciones									
.....									
CIERRE DEL PERMISO									
Fecha:		Hora:		Responsable del área					
Resp trabajo		Firma		Firma					

