



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN
ESPECIALIZACIÓN EN COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

EL IMPACTO DE LOS RIESGOS EN LOS COSTOS DEL PROYECTO.

TESINA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN COSTOS EN LA
CONSTRUCCIÓN.

PRESENTA

DAVID ANDRÉS GÓMEZ NAVAS LOZANO.

ASESOR: MTRA. CARLA ADRIANA CONTRERAS LARA.

Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México.

Agosto 2019.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mi familia y amigos, que me apoyaron y motivaron para dar un paso más en mi camino profesional.

Agradecimientos

Deseo expresar mi gratitud a mi asesora la Arquitecta Carla Adriana Contreras Lara; por sus valiosas observaciones y orientaciones para la mejora del trabajo. Su tiempo y conocimientos, así como su paciencia en la lectura fueron fundamentales para concluir esta tesina

Así mismo, quiero agradecer a los miembros del sínodo de la Unidad de Posgrado de Costos en la construcción: Esp. José Crispín Tapia Mejía, Esp. Miguel Jaramillo Domínguez, Esp. Pedro Hernández Trejo, por la atención y el tiempo, que dispusieron para la revisión del actual trabajo.

Índice

Introducción.	Pág. 6
El riesgo dentro de la estimación de costos.....	Pág.8
Introducción al concepto de riesgo.....	Pág.10
¿Qué es la seguridad?	Pág.11
El enfoque correcto de seguridad.....	Pág.12
El panorama de la seguridad en nuestro país.....	Pág.14
La contingencia.	Pág.19
Capítulo 1- Tipos de riesgo.	Pág.21
Riesgos de construcción.	Pág.21
Riesgos externos.....	Pág.21
Riesgos políticos / legales / regulatorios.....	Pág.24
Riesgos internos.....	Pág.26
Riesgos de diseño.....	Pág.28
Riesgos de financiamiento.....	Pág.30
La interactividad del especialista en costos con la seguridad del proyecto	Pág.33
¿Qué aspectos del proyecto merecen nuestra atención?.....	Pág.35
Capítulo 2 - ¿Cuánto cuesta la seguridad y la salud?.....	Pág.38
Costos derivados de accidentes.....	Pág.39
Ejemplificación sobre los costos derivados de accidentes.....	Pág.41
Lineamientos para los criterios de riesgo.....	Pág.44
Capítulo 3. La gestión de la construcción.....	Pág.47
La importancia de la seguridad en la gestión de riesgos.....	Pág.49
La planificación de riesgos.....	Pág.51
Metas de un plan de gestión de riesgos.....	Pág. 52
Fases en el análisis de riesgo.....	Pág.54
A) Identificación y evaluación de riesgos.....	Pág.54
I) Definir los riesgos críticos del proyecto.....	Pág. 57
II). Lista de fuentes de riesgo.....	Pág. 58
III). Cálculo de la probabilidad de ocurrencia y determinación del impacto potencial.....	Pág.59

III a) Cálculo de la probabilidad de ocurrencia (Alta, Media, Baja).....	Pág. 59
III b) Determinación del impacto potencial (Alto, Medio, Bajo).....	Pág. 60
Matriz de riesgo/ ocurrencia / impacto.....	Pág.62
Estrategias para el Control de Riesgos.....	Pág. 64
El método Fine & Kinney.....	Pág. 64
B) Cuantificación del peligro.....	Pág.67
C) Comunicación de los riesgos.....	Pág.73
D) Plan de gestión de riesgos.....	Pág.73
Elementos de un plan de seguridad.....	Pág.75
E) Mitigación de riesgos.....	Pág.77
Herramientas para la mitigación.....	Pág.81
Conclusiones.....	Pág.87
Anexo 1.....	Pág.88
Glosario de términos.....	Pág.93
Bibliografía.....	Pág.97

1) Introducción.

Los especialistas en precios unitarios saben que la industria de la construcción es mucho más que mezclar cemento, agua y arena. Estos profesionistas entienden que los proyectos de construcción son extremadamente complejos y diversos, muchos de ellos con características singulares, tanto por sus dimensiones, como por sus formas, razón por la cual, se considera a este sector industrial como “inseguro” frente a otros sectores industriales, en los que, por lo común, se trabaja bajo condiciones controladas, utilizando una fuerza laboral relativamente constante, con piezas estándar, materiales estables y con el apoyo de la robótica y tecnología de vanguardia.

En la construcción, hay muchos factores que influyen en el resultado de un proyecto exitoso de construcción, factores como los posibles errores y omisiones por parte de los diseñadores y contratistas de la construcción, retrasos en la entrega del proyecto, condiciones inusuales del subsuelo del sitio, huelgas, entre otros.

Dichos factores de inseguridad en la industria de la construcción se asocian con posibles impactos en los rendimientos y en confiabilidad relacionada con la correcta puesta en marcha de la obra, en donde por obiedad esto significará también un aumento en los costos de construcción durante el período de implementación del proyecto.

Las empresas de construcción reconocidas por contar con un buen historial comprobado de construcción exitosa de proyectos, invierten en capacitación y nuevas tecnologías para contener los posibles riesgos que puedan ocurrir durante todo el proyecto para aumentar considerablemente el nivel de confianza de los prestamistas que participan en la financiación del proyecto.

Por otro lado, es frecuente que las empresas de la industria de la construcción no incluyan al riesgo dentro de sus estimaciones, lo cual provoca que aumenten considerablemente el costo de las primas de seguro relacionadas con los proyectos e incorporen una mayor contingencia en sus estimaciones de costos de construcción.

En cambio, estas negligencias si son consideradas por quienes financian los proyectos de construcción, los cuales piensan que las empresas de construcción, con mayor propensión al riesgo son menos favorables en el plano económico, por lo que encuentran más problemas al:

- a) Conseguir financiamiento,
- b) Acceder a créditos blandos,
- c) Participar en concursos abiertos.

1.1) Objetivo

Para nuestro interés en particular en este trabajo nos enfocaremos en comprender y aumentar la conciencia sobre el **impacto** de los riesgos en las obras de construcción, como un factor ético y de calidad que debe tomarse muy en cuenta en todo proyecto, para evitar caer en estas costosas complejidades.

Así también, enfocaremos nuestra atención como especialistas de la construcción, en comprender que la seguridad es un costo que se debe considerar, al momento de proyectar el precio total de un trabajo de buena calidad en la industria de la construcción, puesto que tal procedimiento administrativo busca controlar los riesgos para subsecuentemente controlar los costos en obra.

1.1.1) El riesgo dentro de la estimación de costos.

La estimación es un proceso complejo que implica la recopilación y revisión de la información disponible sobre el alcance de un proyecto, de forma que ello nos permita conocer el consumo de recursos esperados y responder a la pregunta de ¿cuánto costará el proyecto?

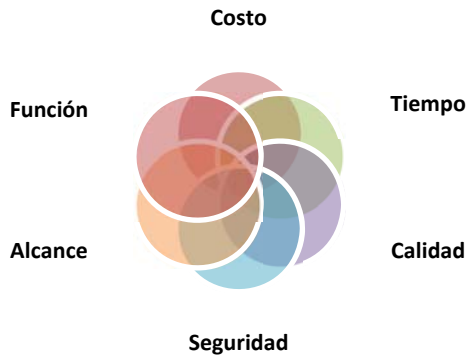


Figura 1. Representación de los seis indicadores de valor del proyecto. **Autor:** David Andrés Gómez Navas Lozano.

El cálculo del costo de todo proyecto representa una de las tareas más importantes realizadas dentro de cualquier empresa del ramo de la construcción, y su estructura se explica a partir de los seis indicadores o bases del valor del proyecto, que son necesarias para que el estimador realice su trabajo: alcance, tiempo, funciones, seguridad, calidad y costos.

1) Alcance. Uno de los primeros y más importantes indicadores que necesitamos conocer es “el alcance de los trabajos”, con este podremos determinar qué es lo que tendremos que estimar.

2) Tiempo. Dentro de la estimación de costos, la **programación del proyecto** funge como un método para planificar y programar el uso de todos los recursos financieros, dentro de la fecha de asignación de días laborales, logrando así que tanto la compra de materiales como su uso, estén correctamente coordinados.

3) Funciones. El **Plan de administración de recursos humanos** se encargará de estudiar las necesidades logísticas de la gerencia, con la intención de definir qué puestos y perfiles laborales se tienen que cubrir para realizar el proyecto y por lo tanto, también el costo asociado con la contratación de estos.

4) Seguridad. La **administración del riesgo** es un factor realmente asociado con salvar tiempo y dinero, su función es controlar los riesgos y los costos que implica gestionar a los mismos.

5) Calidad. Los **activos del proceso organizacional** son todos los procesos, especificaciones, políticas, aciertos y novedades que implementará la compañía constructora, durante la realización de todos los trabajos en el proyecto. Su finalidad es lograr la mayor calidad, para reducir todos los posibles impactos económicos, derivados de los trabajos mal realizados.

6) Costos. El concepto de **factor ambiental de la empresa** hace referencias a las condiciones de los costos en el mercado y la información comercial, que obtenemos para predecir los precios de los materiales en el futuro. Como sabemos este factor puede ser cambiante e iterativo a lo largo del proyecto, de allí que, deberá ser revisado constantemente.

2) Introducción al concepto de riesgo.

Conforme a la definición del Diccionario de ingeniería civil y construcción de la editorial Wiley, el **riesgo** es el grado de probabilidad de que ocurra una lesión, daño o pérdida. También podríamos definir al riesgo como la combinación de factores que inducen la probabilidad de que ocurra un evento no deseado, así como las eventuales consecuencias del mismo.

Cuando se habla de riesgo, deberemos entenderlo como una consecuencia de realizar una actividad, es decir, el riesgo es inseparable del actuar, por lo que, al momento de realizar cualquier estimación deberemos adicionar el costo del trabajo, más el costo que tendría para la empresa el posible acontecimiento de un accidente derivado de este trabajo.

El costo por el riesgo estará profundamente ligado a dos factores:

1). El grado o el tipo de consecuencias económicas y para la salud, que se puedan derivar de este y

2) La calificación que se le otorgue, la cual dependerá de los conocimientos y de la sensibilidad que el especialista en riesgos posea para determinar si el trabajo o función no representará un riesgo o si este podría significar un daño relativamente medio o alto.

Nota: *En caso de que el especialista en riesgos establezca a la actividad como demasiado riesgosa por motivos económicos y de seguridad se podría recomendar no hacerla.* **Autor:** David Andrés Gómez Navas Lozano.

Para determinar el costo del riesgo nos podremos valer de la información histórica de cada uno de los procesos constructivos y la forma en como éstos son llevados por nuestros trabajadores, de esta forma podremos asignar a cada actividad el costo del riesgo que implicaría para estos y para la empresa.

Estas situaciones se podrán comprender de mejor manera cuando estudiemos en el capítulo 3 algunos métodos de la gestión y administración del riesgo. Además, se podrán asignar valores cuantificables a determinados riesgos, con la finalidad que los especialistas los puedan medir y evaluar.

3) ¿Qué es la seguridad?

Para nuestro propósito, el término **seguridad** se entenderá como aquellas medidas de prevención que impidan la posibilidad de estar expuesto ante un peligro o de sufrir un daño.

Por experiencia se sabe que llevar a cabo dichas medidas no es del todo posible, pues como lo revela la principal Ley del ingeniero aeroespacial Edward A. Murphys "*Si algo puede salir mal, es inevitable que acontezca*". Esto significa que si en un programa de seguridad hay posibilidades de que algo salga mal, es muy probable que pueda salir mal, pues no importa qué tan bueno sea el programa de seguridad, la contingencia destinada a prevenir el riesgo, el tipo de gestión realizada o la intención de todo el personal por realizar de forma diligente y correctamente su trabajo, si algo puede salir mal, debe suponerse que el lugar de trabajo nunca estará libre de daños o peligros.

Las eventualidades habrán de ocurrir inevitablemente, ya sean afortunadas o desafortunadas. Es decir que una obra de construcción está siempre al borde de un accidente o de que ocurra un hecho de riesgo. Sin embargo es igualmente cierto que las probabilidades de que un riesgo para la construcción ocurra disminuyen en gran medida cuando las compañías constructoras realizan un esfuerzo consiente y bien dirigido por preservar en lo posible la integridad de la fuerza laboral.

En esta tarea las empresas constructoras deben ser capaces de implementar sistemas de seguridad sin que estos entorpezcan las tareas de la obra ni resulten demasiado costosos. En otros términos, la tarea del personal de obra y de la administración, será mantener lo suficientemente pequeño el riesgo, involucrado en las actividades laborales para que económicamente hablando aún valga la pena para el inversor/ cliente.

3.1) El enfoque correcto de seguridad.

Antes de poner en operación un programa de seguridad es conveniente adoptar el enfoque adecuado, que nos permita llevar correctamente y en orden las actividades de construcción dentro de nuestro proyecto.

Tradicionalmente se han considerado dos enfoques; el primero es *“la erradicación total del riesgo”* el cual busca eliminar por completo cualquier riesgo para el trabajador dentro del área de trabajo a través de un elaborado y meticuloso control total de cada una de las actividades.

Este enfoque podría resultar ineficiente, estorboso y “económicamente inviable” para la empresa. Adoptar esta clase de programas de seguridad podría empeorar más las situaciones de riesgo y condenar al fracaso al mismo programa de seguridad.

Otra consecuencia del enfoque de llevar al extremo al control de riesgos es que, paradójicamente, provoca una mayor propensión al riesgo, esto se debe a que el trabajador puede sentirse muy protegido y este puede llegar a perder la sensibilidad al riesgo, poniéndose en situaciones de peligro sin muchas veces saberlo. Por ejemplo: si pensamos en los programas de seguridad impuestos por las ligas de fútbol americano a sus jugadores, nos daremos cuenta que ellos intentan la eliminación total de daño o peligro mediante la preparación de mejores cascos, hombreras, almohadillas y rodilleras, así como diversas regulaciones y sanciones por exceder el nivel de violencia. Esto fuera de exentar a los jugadores de lesiones; ha vuelto al deporte más violento y el número de lesiones graves ha crecido. Los jugadores al sentirse más seguros por el equipamiento y las reglas que los protegen dejan de medir adecuadamente el riesgo que corren de sufrir un accidente por un golpe dado o recibido.

Un ejemplo *erradicación total del riesgo* en la construcción lo podemos observar en los trabajos de corte y soldadura que se realizan en plataformas marinas, en estos se les pide a los trabajadores que sobre el overol y el arnés se coloquen un chaleco salvavidas de trabajo de 3 piezas para en caso de caer al agua estos salgan a flote, sin embargo el portar esta clase de chaleco puede llegar a ser contraproducente; ya que este puede llegar a encenderse con la escoria que arde a 1000 grados centígrados, lo cual expondría al trabajador a quemaduras de primer y segundo grado al pegársele a la dermis todo el material sintético tanto del chaleco como del arnés.

El segundo enfoque será aquel que procure el **control del riesgo** en lugar de pretender erradicar por completo el riesgo del espacio de trabajo, este es el tipo de programa de seguridad al que siempre le deberemos dar predilección y siempre deberemos intentar elaborar. Ya que este enfoque resulta viable económicamente para la empresa y es la mejor opción para los equipos de seguridad que buscan resguardar la integridad de los trabajadores. El control de riesgos busca las formas adecuadas para contrarrestar los riesgos de forma tal, que se cumpla el cometido de impedir accidentes, sin tener necesidad de llevar la seguridad a un extremo inviable.

Un claro ejemplo del funcionamiento del control de riesgos lo encontramos en las caídas, las cuales representan una de las causas que más lesiones y muertes generan dentro de la construcción. Para evitar que estas sucedan dentro del proyecto, el control de riesgo buscará un enfoque que combine el:

1) Proveer al trabajador de un equipo de protección personal (EPP) para evitar exponerse a una caída,

2) Proporcionar capacitación para que el personal de construcción aprenda a reconocer los peligros a los que está expuesto y estén al tanto los procedimientos de protección utilizados para evitar el daño contra caídas.

3.2) El panorama de la seguridad en nuestro país.

En la industria de la construcción, cada proyecto se construye como una disposición única, lo que significa que cada una se edifica en condiciones diferentes. Cada sitio de construcción es diferente, pues son distintas y variables sus condiciones climáticas y condiciones ambientales y topográficas, por lo mismo, se afirma que, “cada uno es un prototipo en sí mismo”. Esta variabilidad de las condiciones, hace del proyecto de construcción un ejercicio con un determinado riesgo, donde, por lo común, no se hacen estudios del nivel de seguridad con la que trabajan las personas, que en su mayor parte realizan trabajos físicos, demoliendo, colocando el ladrillo, formando el concreto y colocando el acero.

Nota: Se especula que en México 40% de los percances no se registra en las cifras oficiales.

En nuestro país tenemos pocos datos sobre la salud de los trabajadores. Esto se debe a que históricamente, en la industria de la construcción la nuestra fuerza laboral está formada principalmente por personal transitorio, de una variedad de profesiones y oficios, que entran y salen del proceso constructivo en las distintas etapas a lo largo de la duración del proyecto, pero también, a que se cambian de zona de trabajo, aun dentro de la misma construcción. Este personal que se mueve

Autor:
https://elpais.com/internacional/2017/04/19/mexico/1492557142_650364.html?rel=mas

itinerantemente entre obra y obra, muchas veces, dentro del empleo informal, no deja un rastro medible por el constructor, únicamente se cuantifica cuando este llega a una institución de salud por algún percance que este haya sufrido.

Las pocas estadísticas con que contamos son las que proporcionan la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Gracias a ellas, se conoce lo que sufren las personas que ejecutan los precarios trabajos de la industria de la construcción, tales como que:

- En México cada ocho horas un obrero muere por un accidente de trabajo.¹
- Cada día hay 1,150 accidentes laborales en México.²

¹ <http://elheraldosp.com.mx/2017/04/20/un-obrero-muere-cada-ocho-horas-por-un-accidente-de-trabajo-en-mexico/>

² <http://www.elpulsolaboral.com.mx/mercado-laboral/18303/cada-dia-hay-1150-accidentes-laborales-en-mexico>

- En 2015 se registraron 425 mil accidentes laborales. (Ver tabla 1, tabla 2 y figura 2)
- En 2016 se registraron 20,347 casos de accidentes laborales en ocupaciones relacionadas con la construcción como herreros, carpinteros y albañiles.
- En el año 2015, en México murieron 1107 trabajadores.³
- Según datos del (IMSS) en el año 2015 se registró un accidente laboral cada 75 segundos en las que hubo lesiones ocasionadas en el trabajo. ⁴
- Los trabajadores auxiliares encargados de realizar actividades elementales; tales como ayudantes de construcción, lideran los casos de accidentes en México con 56,541 casos.⁵
- Seis de cada 10 mexicanos no cuentan con prestaciones ni seguridad social, por lo cual, cuando necesitan atención médica no pueden acudir a los hospitales en busca de ayuda.⁶
- En México, durante 2016, se registraron 516 mil 734 accidentes de trabajo y en trayecto, 12 mil 622 personas enfermaron a causa de las labores que realizan y mil 408 fallecieron desempeñando sus labores o a consecuencia de ellas.⁷

³ <https://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/220-albaniles-mueren-cada-ano-mexico-accidentes-trabajo/>

⁴ <http://www.elpulsolaboral.com.mx/mercado-laboral/9538/un-trabajador-mexicano-muere-cada-8-hrs-por-un-accidente-laboral>

⁵ <http://entornolaboral.com.mx/index.php/2019/04/28/cada-dia-hay-1150-accidentes-laborales-en-mexico/>

⁶ <https://www.proceso.com.mx/333483/en-la-informalidad-seis-de-cada-10-mexicanos-inegi-2>

⁷ Libro "Seguridad y Salud en el Trabajo. Avances, Retos y Desafíos", elaborado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. <https://www.gob.mx/stps/documentos/seguridad-y-salud-en-el-trabajo-en-mexico-avances-retos-y-desafios>.

Año	Patrones	Trab. Prom.	Accidentes de Trabajo	Enfermedades de Trabajo	Incapacidades de Trabajo	Defunciones
2005	802,107	12,735,856	295,594	7,292	19,721	1,112
2006	810,181	13,578,346	309,539	4,715	18,140	1,071
2007	823,999	14,424,178	361,244	2,691	16,415	1,052
2008	833,072	14,260,309	411,179	3,681	17,487	1,133
2009	825,755	13,814,544	395,024	4,101	18,721	1,109
2010	829,500	14,342,126	403,336	3,466	22,389	1,125
2011	821,572	14,971,173	422,043	4,105	24,395	1,221
2012	824,823	15,671,553	434,600	4,853	24,488	1,152
2013	833,105	16,224,336	415,660	6,364	25,625	982
2014	837,502	16,803,995	400,947	8,301	25,214	1,012
2015	866,055	17,533,488	425,063	12,009	28,974	1,133
2016	895.829	18,206,112	394,202	12.622	28,425	1,009

Fuente: Memorias estadísticas IMSS, 2005 - 2016

Tabla 1. Evolución de Accidentes, Enfermedades, Incapacidades y Defunciones de Trabajo, 2005-2006 Nacional. **Autor:** STPS con base en las Memorias estadísticas IMSS, 2005 - 2016⁸

Año	Patrones	Trab. Prom.	Accidentes de Trabajo por cada 100 trabajadores	Enfermedades de Trabajo por cada 10,000 trabajadores	Incapacidades de Trabajo por cada 100 casos	Defunciones de trabajo por cada 10,000 trabajadores
2005	802,107	12,735,856	2.32	5.73	6.51	0.87
2006	810,181	13,578,346	2.28	3.47	5.77	0.79
2007	823,999	14,424,178	2.50	1.87	4.51	0.73
2008	833,072	14,260,309	2.88	2.58	4.22	0.79
2009	825,755	13,814,544	2.86	2.97	4.69	0.80
2010	829,500	14,342,126	2.81	2.42	5.50	0.78
2011	821,572	14,971,173	2.82	2.74	5.72	0.82
2012	824,823	15,671,553	2.77	3.10	5.57	0.74
2013	833,105	16,224,336	2.56	3.92	6.07	0.61
2014	837,502	16,803,995	2.39	4.94	6.16	0.60
2015	866,055	17,533,488	2.42	6.85	6.62	0.65
2016	895.829	18,206,112	2.17	6.93	6.63	0.55

Tabla 2. Evolución de las Tasas de Accidentes, Enfermedades, Incapacidades y Defunciones de Trabajo, 2005-2006 Nacional. **Autor:** Memorias estadísticas IMSS, 2005-2016.

⁸ <https://autogestionsst.stps.gob.mx/Proyecto/Content/pdf/2016/Nacional%202005-2016.pdf>

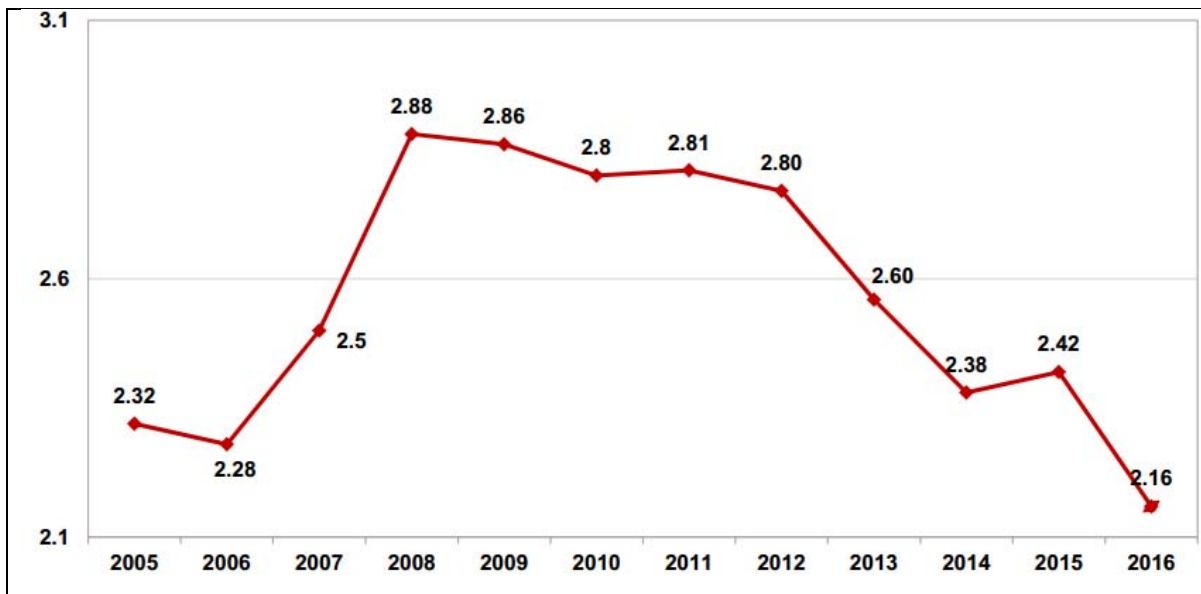


Figura 2. Tasa de Incidencia de Accidentes y Enfermedades de Trabajo por cada cien trabajadores, 2005-2016 nacional. **Autor:** Memorias estadísticas IMSS, 2005-2016.

Para muchas empresas en México, estas estadísticas, en las que se muestra un gran vacío en materia de la seguridad para los trabajadores, no resultan ser alarmantes, por lo que no toman medidas para advertirles a los trabajadores de los riesgos que pueden sufrir o para prevenir accidentes y enfermedades. Esto deriva en que no exista un protocolo de seguridad estricto, encargado de vigilar la salud de los trabajadores que se base en alguna normativa, por lo que es muy común que las compañías dedicadas a la construcción trabajen en la informalidad.

Es nuestra obligación como profesionistas adoptar criterios de comportamiento ético, que nos lleven a vigilar y garantizar el cumplimiento de las obligaciones legales y morales que deben cumplirse en relación con cuestiones de salud, seguridad y bienestar de los trabajadores desde una etapa muy temprana.

Estos problemas de salud y seguridad deben ser identificados, planeados, organizados, controlados, monitoreados y revisados. La responsabilidad de la salud y la seguridad recae sobre todos aquellos que controlan el trabajo en el sitio.

En nuestro país las obligaciones del patrón sobre la seguridad laboral quedaron convenidas en la Ley Federal del Trabajo en su reforma del 2012. En dicha normativa, se establece que el patrón tiene la obligación de velar por la salud de sus trabajadores, salvo que estén subcontractados, y garantizar condiciones de trabajo adecuadas.

Además de la Ley Federal del Trabajo existen un conjunto de 43 normas oficiales relacionadas con la salud, seguridad y responsabilidad corporativa en el trabajo que deben respetarse, algunas de estas son la NOM-031-STPS, NOM-004-STPS, NOM-009-STPS, NOM-026, NOM-027, NOM 035 y la NOM 036 sobre ergonomía.

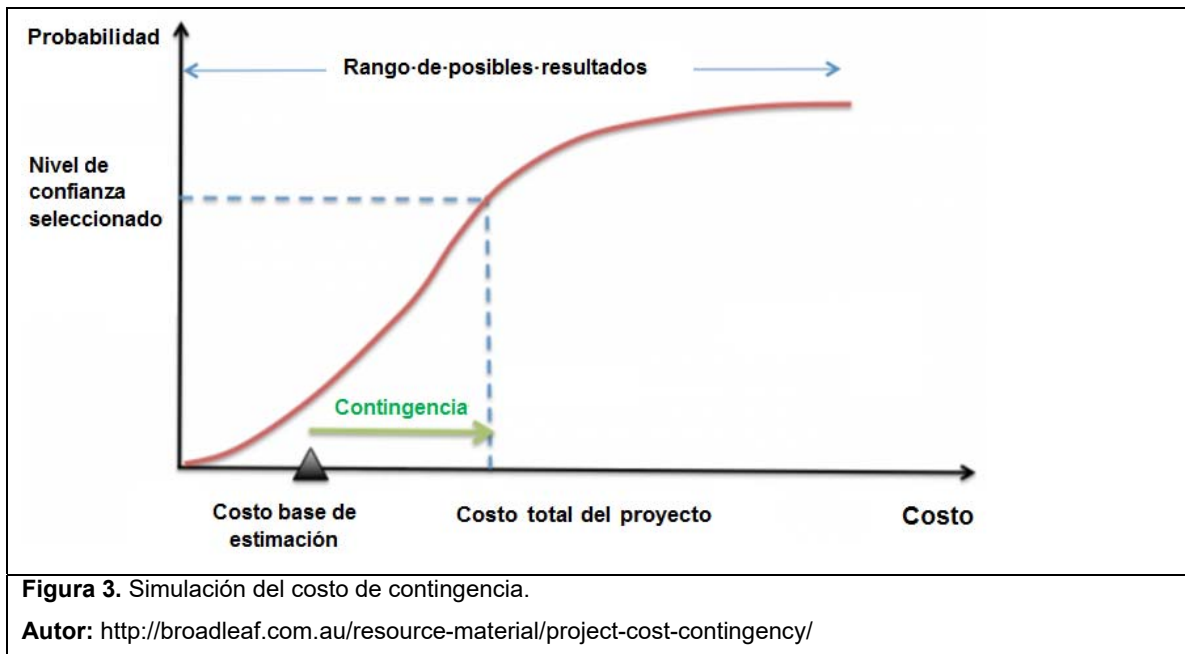
El problema en México no es la falta de normas oficiales y leyes relacionadas con la seguridad y salud, o que éstas, estén mal articuladas, la problemática radica en la falta de aplicación de las normas.

Como profesionistas de la construcción es nuestro deber crear entornos favorables para implementar políticas de protección y seguridad, aplicando las normativas que procuren el bienestar y la salud de los trabajadores.

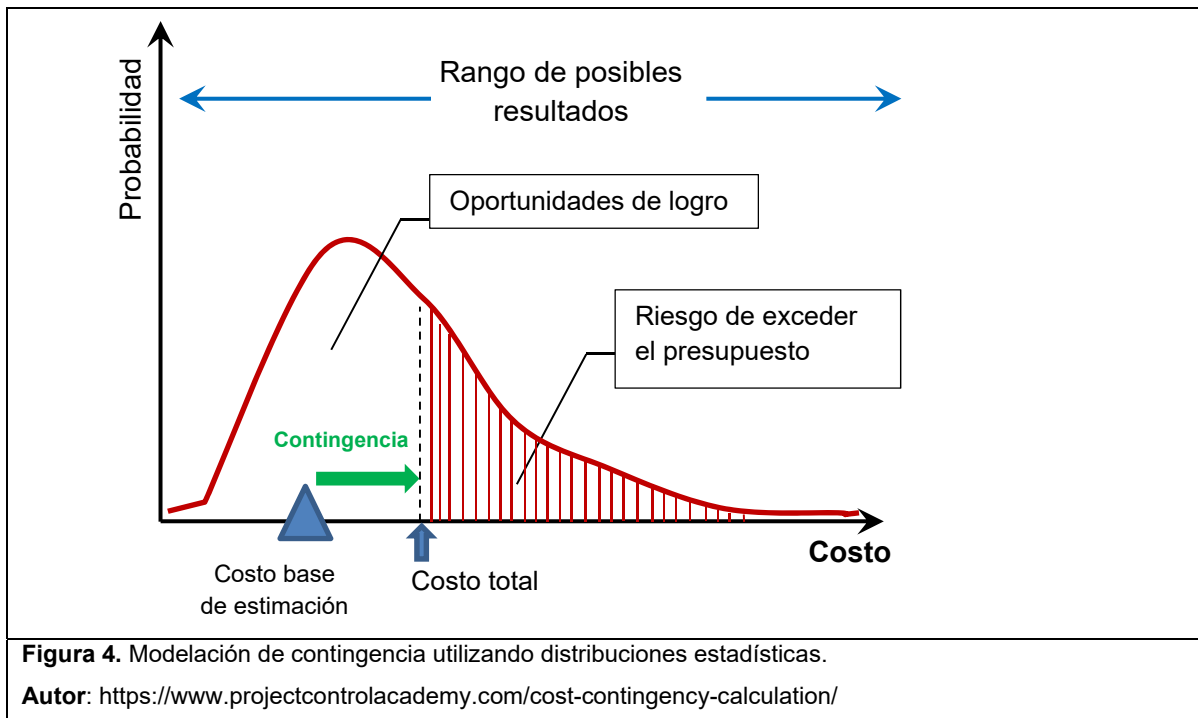
4) La contingencia.

De acuerdo al Diccionario Ilustrado de Construcción de la RSMeans, empresa dedicada a los costos de la construcción, la contingencia se define como “*un monto incluido en el presupuesto de construcción para cubrir el costo de factores imprevistos relacionados con la construcción*”. Otra definición de contingencia es: aquella estimación o cantidad agregada a un cronograma para permitir cambios que la experiencia muestra es probable que se requieran.

En otras palabras definiremos a la contingencia como un “colchón” de recursos (tiempo o dinero), que debe tener todo proyecto, para asegurar a las empresas ante los posibles riesgos que pudieran acontecer durante el proyecto. Entre los riesgos podemos considerar los posibles cambios derivados de eventos importantes que son imprevisibles, tales como contingencias de tipo natural (inundaciones, terremotos, huracanes, etc.), contingencias de tipo social (huelgas y marchas) o de otra naturaleza.



El nivel de contingencia se derivará de un correcto análisis de riesgos que nos permita seleccionar apropiadamente el enfoque más adecuado de seguridad para la rentabilidad de su negocio. Si las consecuencias calculadas para una obra resultan ser altamente riesgosos para la empresa constructora, esta deberá decidir entre asumir dichos riesgos con todas las medidas necesarias para llevar un adecuado control de proyectos, o no participar de dicho proceso.



5) Capítulo 1.- Tipos de riesgo.

El proceso de identificación de tipos de riesgo, comienza una vez que se hayan recibido los requerimientos y especificaciones de la licitación, los responsables de revisar dichos riesgos deben ser un grupo de expertos, a quienes se les asignarán las responsabilidades de realizar un plan de mitigación de riesgos, con la finalidad de calcular su probabilidad de ocurrencia, administrarlos y reducirlos en sus respectivas áreas.

Los riesgos en la construcción provienen de muchas partes; algunas veces provendrán del proceso de estimación propio del contratista, otras veces, vendrán del equipo de diseño y unas más se deberán a factores totalmente fuera de control.

5.1) Riesgos de construcción.

La mayoría de los riesgos de construcción se originan generalmente en las operaciones diarias en el sitio de trabajo y están asociados con la mala gestión de materiales, mano de obra y equipo.

Cada proyecto de construcción es diferente; por lo que sus riesgos también, pero independientemente de cuáles sean estos, los podremos catalogar dentro de dos clasificaciones generales de riesgo, estos son: los riesgos **externos e internos**.

5.2) Riesgos externos.

Los riesgos externos son aquellos riesgos producidos por una fuente no humana que surgen fuera de la estructura de cualquier organización, por lo que están fuera de su control. Usualmente esta clase de riesgos tienen una baja tasa de ocurrencia cíclica y poco predecible, pero cuando acontecen suelen ser de gran impacto económico.⁹

La clasificación de los riesgos externos se da en tres grandes grupos; los riesgos ambientales, riesgos económicos y “de fuerza mayor”.

⁹ [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/external-risks/\\$FILE/ey-insights-on-GRC-external-risks.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/external-risks/$FILE/ey-insights-on-GRC-external-risks.pdf)

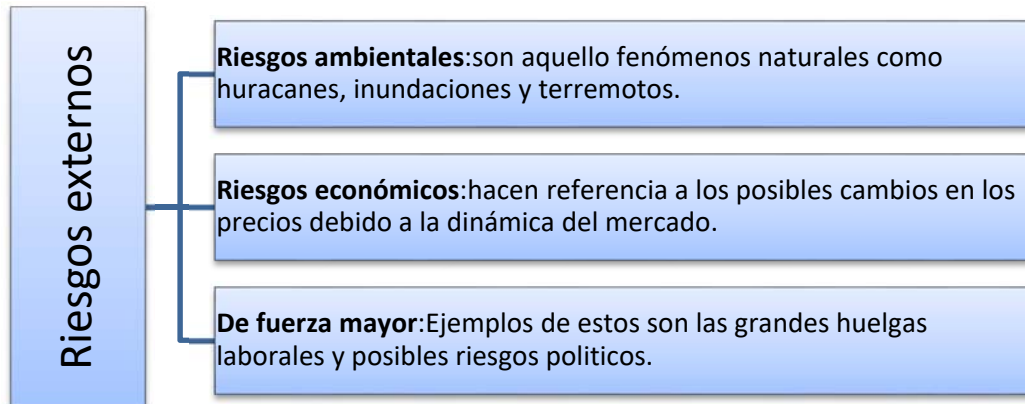


Gráfico 1. Riesgos externos

Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

Debido a que esta clase de riesgos no pueden ser pronosticados con un alto nivel de confiabilidad, los contratistas tendrán un limitado control sobre toda la gama de factores que estos abarquen, sin embargo, se pueden tomar medidas provisionarias para minimizar su impacto, lo cual, representa una diferencia significativa en términos monetarios al momento de sopesar entre haber tomado alguna diligencia para evitar daños el proyecto de no haber tomado ninguna prevención.

5.2.1) Riesgos externos por riesgos ambientales y clima adverso

El clima es uno de los riesgos de construcción más impredecibles, de ello que los especialistas en la industria de la construcción intenten planificar con tanto cuidado las actividades dentro del cronograma para evitar entrar en contacto con condiciones climáticas adversas, aunque esto no siempre es posible estará dentro de nuestras metas construir el proyecto dentro de los límites de tiempo impuestos por la gerencia pues colocar elementos estructurales o de facha en temporada de huracanes en el sureste mexicano puede representar por sí solo un desafío que incrementaría los costos y el riesgo al trabajo ya de por sí difícil.

5.2.2) Riesgos externos por conflictos laborales o huelgas.

En la industria de la construcción el uso de mano de obra sindicalizada es a menudo un requisito del cual no podremos exentarnos. Cuando este es el caso, las negociaciones laborales diferidas, las disputas e incluso las huelgas son siempre una posibilidad.

A pesar de que esta clase de riesgos son excepcionales, por lo común los conflictos laborales causan grandes afectaciones a la economía de muchas empresas, al crear interrupciones en la productividad y desvíos en el calendario durante la fase de producción.

Al ser riesgos muchas veces derivados de un enojo social que poco tiene que ver con la compañía, el equipo a cargo del personal no podrán controlar la ocurrencia de esta clase de inconformidades laborales durante el proyecto, pero pueden mitigar el impacto si se toman ciertas medidas tales como subcontratar a otras empresas de la localidad que absorban la responsabilidad laboral ante los trabajadores.

5.2.3) Riesgos externos de tipo ambiental y social.

Ahora que hablamos de los riesgos de tipo ambiental, vale la pena tomar la oportunidad para hablar de un riesgo que si bien no se desprende del medio ambiente, si nace de la reciente preocupación de las personas por las consecuencias ambientales de una nueva obra.

Por estos motivos algunas personas pueden tener una legítima preocupación por el medio ambiente, por lo que pueden presentar objeciones contra el proyecto e intenten cerrarlo al creer que se está dañando a las especies y a su hábitat. Para evitar enfrentamientos, los miembros del equipo administrativo deben tener abiertos los canales de comunicación y escuchar empáticamente las preocupaciones e intereses de la comunidad. Ya que al trabajar con esta gente se pueden anticipar y prevenir problemas no deseados.

Algunas de las acciones que se podrían realizar sería proporcionarles la atención necesaria a los pobladores para que estos tengan acceso a la información sobre las medidas que se estarán realizando para no dañar al medio ambiente, e inclusive realizar visitas periódicas de la comunidad hasta el sitio de obra en donde se les hablara de los beneficios que tendrá el proyecto para la comunidad.

Otros riesgos a los que se podría enfrentar una empresa constructora derivados de las complicaciones provocadas por los riesgos de tipo ambiental serían los de tipo legal y regulatorios, e inclusive de tipo político, a continuación veamos algunos de estos:

5.2.3.1) Especie en peligro: se descubre que el proyecto estará situado en áreas de especies de peligro de extinción, por lo que grupos ambientalistas piden que el proyecto se detenga hasta asegurarse de que no se esté transgrediendo la vida de estas especies.

5.2.3.2) Materiales peligrosos o contaminación del sitio: a) debido a un accidente se pueden derramar materiales peligrosos y dañar seriamente al ambiente, b) durante el proceso de excavación se pueden encontrar contaminantes desconocidos en el sitio de trabajo.

5.2.3.3) Cancelación de permisos y aprobaciones de construcción: a causa de falta de cumplimiento con las normas de calidad ambiental, los consentimientos en los permisos demorarán más tiempo de lo esperado.

5.2.4) Riesgos políticos / legales / regulatorios.

Los riesgos políticos y legales se expresan en regulaciones, que surgen de terceros ajenos al proyecto. Por lo común en esta clase de riesgos, la compañía no tiene control alguno para frenarlos o por lo menos controlarlos.

Algunas decisiones políticas son tomadas de manera arbitraria o sin medir las repercusiones que pudieran tener.

Esto se podría solucionar si las autoridades platicaran con los posibles afectados para llegar a los mejores resultados. Como esto no siempre sucede es conveniente estar atentos a los posibles cambios y pensar alternativas ante ello.

Por ejemplo; imaginemos que se está construyendo una represa y en un periodo muy corto de tiempo se dan a conocer las nuevas disposiciones de una legislación entrante, la cual plantea que desde tal fecha en adelante, todas las construcciones en el país deberán realizarse conforme a los nuevos reglamentos y los códigos de construcción que entrarán en vigencia en cualquier momento. Esto muy probablemente nos afectaría pues actualizar nuestro proyecto ante las nuevas regulaciones nos costaría tiempo extra y recursos humanos y financieros extra.

5.3) Riesgos internos.

Por otro lado los riesgos internos son riesgos estratégicos y operativos que la compañía o el equipo de control de riesgos son capaces de contener mediante el diseño correcto de una inteligente estrategia de mitigación, capaz de disminuir los riesgos hasta un punto más controlable.

Para el ojo experto en seguridad; los riesgos internos son más perceptibles y fáciles de identificar, por lo que equipo encargado de la seguridad podrá controlar la ocurrencia de estos riesgos internos al abordarlos y así mitigar su impacto si se producen.¹⁰

Existe una gran cantidad de riesgos clasificados como internos que provienen de distintos sucesos y entornos, a continuación mencionaremos algunos de los motivos más comunes que podremos encontrar en obra como causantes de esta clase de riesgos.

5.3.1) Problemas por negligencia.

- Procesos ineficaces de trabajo debidos a personal no capacitado.
- Programas y diseños de seguridad defectuosos.
- Falta de interés en la seguridad por parte de los contratistas.
- Incompatibilidad entre la información y las condiciones del sitio.¹¹

¹⁰ Es altamente recomendable que la compañía cuente con una lista de verificación para asegurarse que los riesgos de construcción han sido considerados.

Será responsabilidad de la empresa de construcción enfocarse en aquellos riesgos que tienen el mayor impacto para la seguridad e integridad de los trabajadores, así como en el costo, el cronograma, la calidad y la viabilidad del proyecto.

¹¹ En ocasiones la información que poseemos en los planos y especificaciones, no concuerda con las condiciones reales del sitio de construcción, esto es así por no hubo una correcta comunicación entre la gente que visitó la obra y quienes ejecutaron la proyección de dicha información en los planos. Este hecho puede derivar en aumentos significativos de costos y retrasos en el calendario de entrega.

5.3.2) Problemas administrativos o de gestión.

- Pérdida de control.
- Conflicto no resuelto.
- Falta de políticas / procedimientos para evitar el surgimiento de riesgos en el proyecto.
- Planificación inadecuada.
- Personal poco capacitado.
- Cambiar las prioridades.
- Cambio de gestión.
- Objetivos poco claros, poco realistas o no alineados con la idea de seguridad en obra.
- Una definición incompleta de roles y responsabilidades.
- No comprender la complejidad de los grandes proyectos.

5.3.3) Problemas de tipo logístico.

- Tardanza en la obtención de permisos y aprobaciones regulatorias.
- Alcances poco claros en la definición de metas.
- Demoras debidas a cambios en el proyecto (modificaciones en el diseño arquitectónico y/o estructural, cambios en la programación de obra, etc.)
- Planificación inadecuada.
- Rezagos en el calendario debido condiciones imprevistas del sitio.
- Problemas con proveedores o con contratistas por entregas tardías.
- Retrasos por escasez de mano de obra.
- Escasez de material en la zona de trabajo.
- Disparidad de coordinación ente los calendarios de diseño, adquisición, construcción y puesta en marcha.
- Falta de accesos adecuados a la obra.
- Problemas por falta de seguridad (robos y daños a la propiedad).

5.3.4) Problemas técnicos y de calidad.

- Escasez de nueva tecnología.
- Instalaciones poco confiables.
- Personal de diseño y de obra poco capacitada y/o sin experiencia.

5.3.5) Problemas de sobrecostos.

- Reclamos de vendedores o contratistas.
- Retrasos en el cronograma.
- Gran número de desperdicios y retrasos generados por una mano de obra inexperta.
- Administración deficiente en el control de costos.
- Elaboración errónea del cálculo del presupuesto (costos poco realistas).

5.3.6) Riesgos de diseño

El riesgo puede encontrarse también en el diseño, lo que se manifestará en la administración de la construcción. El diseño requiere un tiempo para considerar todos los aspectos funcionales de la construcción. Si no se dispone de un tiempo pertinente, no se pueden verificar todas las incidencias y eso, genera riesgos.

Los riesgos de diseño principalmente se presentan en dos casos:

I) Cuando una empresa de grandes dimensiones lleva a cabo un proyecto, llegan a presentarse problemas de comunicación, delegación de funciones, falta de seguimiento, entre otros problemas administrativos propios de empresas de gran tamaño. En estos casos, también se afecta la calidad del proyecto y crecen los riesgos.

En los casos, en que la compañía o el constructor son responsables directos del diseño, es sumamente importante que se mitiguen los riesgos de diseño al realizar una serie de revisiones y observaciones por parte de los especialistas de la compañía.

II) Cuando la compañía subcontratará a otra para que realice el diseño. En estos casos, el trabajo de revisión es fundamental para evitar los errores en el diseño. Si se confía ciegamente en su pericia, y no le pasa por la mente a los constructores que estos puedan llegar a estar equivocados se pueden llegar a caer en errores de gran magnitud.

En el diseño habrá muchos tipos de riesgos de que tengan el potencial de afectar nuestra capacidad para entregar el proyecto a tiempo dentro del presupuesto estimado y dentro de las especificaciones de calidad esperadas por el propietario / cliente.

Veamos a continuación algunos de los principales riesgos de diseño que pueden representar un serio peligro de afectar el proceso de construcción y a las personas que participan en su realización.

a) Diseño, planos o especificaciones de baja calidad o inadecuados: Dentro de las compañías de construcción en nuestro país lamentablemente es frecuente encontrar que no se le da el peso suficiente a los departamentos de dibujo o proyección, cuando es en estos donde se transmite gran parte de la información que se ejecutará en obra.

Es frecuente encontrar planos arquitectónicos y estructurales mal acotados, con información contradictoria, planos incompletos sin la información y detalles necesarios para construir un elemento en obra, planos con información atrasada y planos inexactos o simplemente mal proyectados.

Cuando la información de un proyecto presenta errores, las personas que se encuentran en la cadena de trabajo, pueden verse inmiscuidas en una sucesión de desaciertos que se inician con el proyectista y con los demás puestos hasta concluir con el arquitecto o ingeniero ejecutante de la obra.

b) El diseño arquitectónico o estructural es de baja calidad y no cumple con las normas de diseño. En proyectos deficientes es habitual encontrarse con profesionistas poco capacitados en sus áreas respectivas, por lo que muchas veces tienen que realizar un trabajo de diseño sin estar correctamente preparados para ello. También es común encontrar que, en muchas ocasiones, el diseño no cumple con el código de construcción u otras regulaciones pertinentes, pero, sobre todo, no cumple con las normas básicas de seguridad.

Como es habitual muchos de estos errores de calidad se descubren en obra, por lo que se crean diversos problemas como son pérdida de tiempo, deslinde de responsabilidades, costos, demandas, etc.

c) Inexactitudes asociadas con los cambios solicitados por el propietario/ cliente. Con frecuencia los constructores tienen que trabajar con propietarios / clientes indecisos en cuanto a lo que desean, por lo que, cambian de opinión, sobre el diseño o la función aun cuando el proyecto está en curso.

Los propietarios/ clientes indecisos suelen pedir cambios que muchas veces tienen implicaciones estructurales, por lo que se deben invertir recursos humanos, materiales y económicos adicionales, pero también se incrementan los riesgos, toda vez que se realizan acciones no controladas.

5.4) Riesgos de financiamiento

Uno de los riesgos que poco llegamos a considerar los constructores por nuestra falta de experiencia en educación financiera, son los riesgos de financiamiento, pocas veces reflexionamos sobre estos y aunque estos no sean de nuestro interés son riesgos que están ahí.

Entre los riesgos financieros más habituales en el proceso de construcción proviene de una información deficiente e incompleta en la etapa de licitación y por lo tanto, es muy posible que se realice una estimación incorrecta lo cual dará como resultado que la empresa pierda dinero en la ejecución del proyecto.¹²

Otras veces, el problema de la información de la licitación se origina por no haber visitado el sitio de la construcción o por no haber realizado la visita con el nivel de rigor exigido. Desde luego que, en este caso, el error no es del proveedor, sino de empresa licitante. Sin embargo este error impedirá una evaluación correcta de las características de incertidumbres que puedan llegar a generar la ubicación y las condiciones del sitio de construcción por lo que ello influirá en el presupuesto y en el aumento de la franja de riesgo.

Otro tipo de riesgos financieros con los que constantemente nos topamos los constructores se originan por el incumplimiento de pagos, esto deja a la empresa en una posición financiera muy precaria, por lo que es complejo mantener el suficiente capital monetario para pagar los trabajos durante la ejecución del proyecto. En consecuencia, es probable que esta insuficiencia de recursos nos deje en un dilema; pues ahora tenemos que cumplir con un contrato que estipula fechas de entrega, sin contar con un flujo de efectivo y sin una línea de crédito para poder pagar a los principales subcontratistas o proveedores, esto podría significar retrasos en los pagos a estos importantes participantes del proyecto.

¹² Muchos estimadores tienden a lidiar con la incertidumbre de una información incompleta agregando una suma de contingencia, generalmente un porcentaje del precio estimado.

En el caso único de las grandes compañías constructoras, cuando no se reciben los pagos pertinentes; gracias a su independencia monetaria; estas se pueden darse la libertad de frenar todo trabajo en campo y canalizar todos sus esfuerzos en otras obras, mientras esperan recibir sus pagos por el trabajo ya completado.

Para quienes no poseen los recursos de una gran compañía se recomienda elegir solo aquellos clientes con la solidez financiera para completar el trabajo. También será buena idea el asegurarse de que las empresas subcontratadas posean la capacidad financiera necesaria para cumplir con aquellos trabajos que resulten más críticos e importantes para la obra, de forma que si estos tienen problemas financieros no afecten a terceros. Por ejemplo, imaginemos que se tiene que instalar una estructura metálica, pero los especialistas en cimentaciones debido a sus problemas de flujo de capital no pueden terminar con el trabajo. Esto afectará la fecha de entrega de la empresa que debe montar la estructura metálica prefabricada.

Una última recomendación al momento de estudiar los riesgos de financiamiento será fijarse en el panorama financiero en donde se desarrolla el proyecto. Esta siempre será una buena medida de prevención; pues es muy común encontrarse con la noticia de que el cliente ha dado prioridad a otros proyectos o que se ha quedado sin liquidez, pues las condiciones económicas locales lo han superado.

Ejemplo de lo anterior, puede ser una escalada de precios derivados de una abrupta inflación o una recesión económica que provoquen dificultades para acceder a las líneas de crédito, lo cual provocará el retraso en las compras de material, los pagos de subcontratistas y el flujo de trabajo e inclusive el desplome por completo del proyecto.

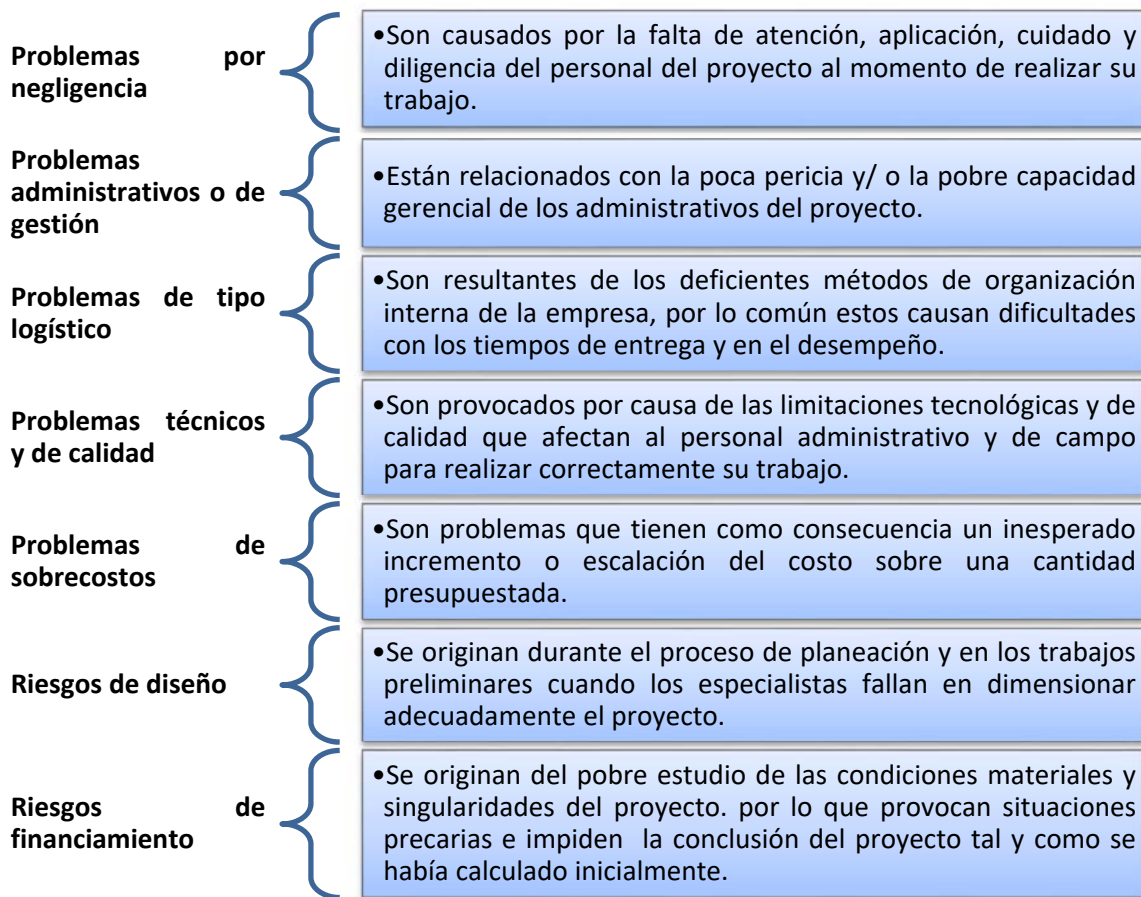


Gráfico2. Riesgos internos
Autor: David Andrés Gómez Navas lozano.

6) La interactividad del especialista en costos con la seguridad del proyecto.

Para gestionar el proyecto de construcción, se necesitará de todo un equipo de profesionales y especialistas que trabajen en conjunto, con la finalidad de definir y establecer el control de riesgos de la construcción. Este equipo de profesionistas incluirá a contratistas, subcontratistas, gerentes de proyectos, gerentes de construcción, superintendentes, capataces de trabajo, oficiales de seguridad, gerentes de control de calidad y obviamente a especialistas en costos de la construcción.

Hablando específicamente sobre el trabajo del especialista en costos, dentro de toda obra ingenieril o arquitectónica de calidad; podremos identificar dos acciones principales. La primera de estas será el tomar un conjunto de planos y especificaciones por escrito, para calcular y coordinar dentro de un área de tierra todos los materiales, mano de obra y equipo necesarios para así obtener el precio y el cronograma del proyecto ejecutivo.

Para llevar a cabo esta acción, el especialista en costos tendrá como meta el anticiparse a cualquier error o imprevisto que pueda ocurrir a medida que el proyecto se desarrolle, de tal forma que la falta de contemplación de estos posibles riesgos no afecten los cálculos.

Como forma de sustento para realizar estos cálculos de forma eficiente y con una alta calidad; el especialista en costos podrá valerse de los especialistas responsables (gerentes de proyecto y los superintendentes de obra) de la seguridad de los trabajadores y de todos los equipos y materiales que deben manejarse.

Con el apoyo de los diferentes profesionistas de la construcción, el especialista en costos podrá determinar en su mente cuáles serán los factores a tener en cuenta para que la administración pueda planificar, organizar y establecer los estándares de seguridad necesarios para que desde el principio se pueda lograr el cumplimiento del plan de seguridad, por ejemplo ellos le podrán hacer recomendaciones sobre las tomas de decisiones y resolución de problemas que tendrá que realizar en algunas condicionantes tales como los equipos de seguridad necesarios para realizar los trabajo de una forma adecuada, sobre que se necesitará para evitar la baja de rendimientos por cambios climáticos, como protegerse ante las fluctuaciones en las tasas de interés o cualquier otra condición imprevista.

De esta colaboración tan estrecha, se podrán desprender dos beneficios que ayuden a mejorar la calidad de los trabajos de seguridad y costos, ya que por un lado los encargados de seguridad podrán ejecutar un mejor trabajo al saber que ya estarán dentro del presupuesto todos los recursos para que estos puedan estar disponibles, y por otro lado, el especialista en costos se verá beneficiado al conocer cuáles son las conclusiones y qué medidas se están tomando para controlar los riesgos de tiempo y costo.

Como segunda acción, el especialista en costos tendrá una función de mediador al “centrar” a la gente con la que colabora, pues habitualmente dentro de los equipos de control de riesgos se encuentran a profesionistas que están cegados por sus habilidades administrativas; los cual frecuentemente pueden crear información falsa sobre aquellos aspectos no valorados, así como los sobrevalorados, llegándose a adquirir su dimensión real únicamente sobre la marcha de la construcción.

7) ¿Qué aspectos del proyecto merecen nuestra atención?

Dentro de todo proyecto existen una serie de tareas y factores de riesgo en obra, muy bien identificadas por experiencia, tanto ingenieros como trabajadores de la construcción saben que habitualmente existe una fuerte propensión de ocurrencia de accidentes en el lugar de trabajo. Las normas OSHAS nombra a estos “los cuatro fatales” a saber: caídas, electrocución, golpes por objeto y atrapamiento entre objetos.

Nota. A diferencia de países del primer mundo en donde disponen desde décadas anteriores de una amplia base de datos de accidentes laborales, en México no disponemos de la misma cantidad de datos sobre los accidentes de trabajado, ya que apenas en el 2016 fue que se puso a disposición el Sistema de Avisos de Accidentes de Trabajo (SIAAT), el cual cuenta con una herramienta en internet para que los patrones puedan reportar riesgos y defunciones en el trabajo.¹³

En los Estados Unidos durante el año 2017 “los cuatro fatales” fueron responsables de casi tres de cada cinco (59%) muertes de trabajadores de la construcción.

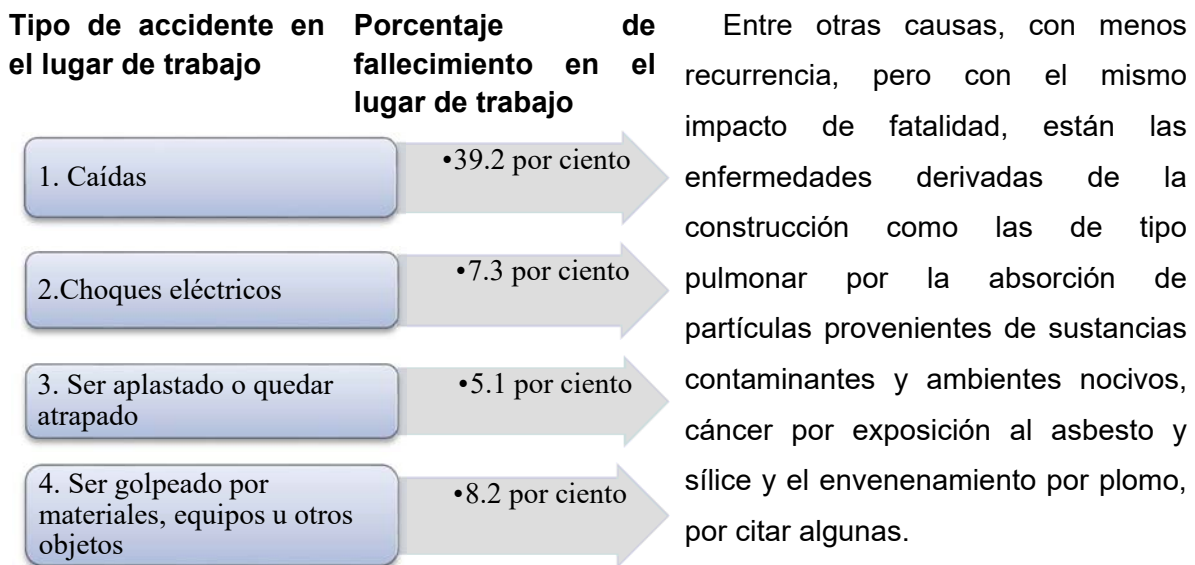


Fig. 5. Información basada en la Encuesta de 2017 sobre lesiones y enfermedades ocupacionales del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos: <https://www.osha.gov/oshstats/commonstats.html>

¹³ http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5419853&fecha=14/12/2015

Otros lineamientos a observar acerca de la prevención de accidentes son las recomendaciones de distintas normas de seguridad, tales como la norma Osha 18001, la Directiva Europea 92/57/CEE relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles y la Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS. En éstas, se le hacen una serie de recomendaciones mínimas al área de diseño y gestión de la empresa constructiva, para que enfoquen su atención en cumplir con las regulaciones y responsabilidades para la salud y la seguridad. Las cuales tienen un impacto en los costos, por lo que deben tenerse en cuenta cuando corresponda.

Veamos a continuación una serie de acciones que estas normativas nos recomiendan poner en marcha para evitar riesgos y accidentes:

- 1). *Contar con procedimientos de emergencia.* (NOM-031-STPS, inciso 15.2, f).

- 2). *Proveer de iluminación propicia para los trabajadores.* (Directiva Europea 92/57/CEE, Parte A: Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras).

- 3). *Facilitar instalaciones de distribución de energía.* (Directiva Europea 92/57/CEE, Parte A: Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras).

- 4). *Comprometerse con la seguridad de los trabajadores y contar con una política de seguridad en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.* (OHSAS-18001).

- 5). *Contar con un plan de higiene y seguridad en la construcción.* (NOM-031-STPS, inciso 5.19).

- 6). *Facilitar lugares con regulación de temperaturas extremas y protección del clima para el trabajo de construcción.* (Directiva Europea 92/57/CEE, Parte A: Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras).

- 7). *Contar con buen orden y limpieza en el sitio.* (OHSAS 18001).

8). *Suministrar rutas de tráfico y salidas de emergencia adecuadas para la magnitud del proyecto.* (NOM-031-STPS, inciso 19.3, I).

9). *Tener horarios establecidos dentro del proyecto.* (NOM-031-STPS, inciso 9.2, d).

10). *Contar con personal entrenado en procedimientos de emergencia.* (Directiva Europea 92/57/CEE, Parte A: Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras).

11). *Proporcionar con una provisión constante de aire fresco para los sitios de construcción.* (Directiva Europea 92/57/CEE, Parte A: Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras).

12). *Contar con sistemas detección y extinción de incendios.* (NOM-002-STPS-2010, inciso 4.9).

Por último, para que sea posible la mitigación de los peligros, el administrador del proyecto y el superintendente, deberán prestar atención a todos los aspectos del proyecto que puedan causar accidentes o lesiones a los trabajadores dentro de su área de trabajo. En general, deberán tratar de anticipar cualquier peligro que pueda surgir del trabajo y tomar medidas para eliminar ese potencial.

8) Capítulo 2. - ¿Cuánto cuesta la seguridad y la salud?

Para muchas de las empresas, la inversión relativa a la seguridad en la construcción ha ido aumentando de manera constante, en los últimos 50 años, ahora, muchos empresarios han comprendido que la falta de seguridad crea ineficiencias, que derivan en mala calidad del servicio prestado y en accidentes que cuestan mucho dinero, al tener que pagar la reelaboración de trabajos, ineficiencias, desperdicios y devoluciones.

A esto se le añade factores como: la creación de una mala imagen de la empresa, retrasos en la obra que a su vez lleva a gastos legales y de indemnizaciones. Así también se obtiene todo un programa de obra retrasado, que en términos económicos es tiempo perdido, lo cual, se traduce tanto en una presión constante en la construcción como mayores gastos generales y pérdidas de ganancias.

Por ejemplo, si pensamos en cómo el aumento de los costos laborales y la pérdida de tiempo, crean una cadena de afectaciones que inciden en los presupuestos, también deberemos considerar el impacto que tendrán en los márgenes de productividad y de ganancias de sus inversores y consecuentemente las primas para trabajadores.

De lo anterior, se deduce que si una empresa determinada crea una mala fama por los continuos “accidentes”, derrumbes, inconsistencias, fallas en las entregas puntuales y trabajos de mala calidad; se disminuirá su capacidad para competir; pues al adquirir mala fama difícilmente podrá cambiar esta percepción, sobre todo porque en la “época de las redes sociales” todo acontecimiento pasado puede salir a relucir.

Nota: Los datos muestran que en países industrializados como los Estados Unidos, en donde si lleva un registro adecuado de los incidentes, la construcción es de las industrias que más posee accidentes, lesiones, enfermedades y muertes. Esta tiene poco más del 20 por ciento de todos los incidentes registrados.

Autor: Barbara J. Jackson. (Año: 2010), Construction Management JumpStart, Editorial: Wiley Publishing. Pág. 300

Es por ello que hoy en día para los profesionales en construcción; la salud y la seguridad no son negociables. Se tiene claro que no se puede trabajar bajo suposiciones optimistas e inadecuadas en las que no se tomen en cuenta los riesgos pensando que no pasará nada y también hemos entendido que no es realista el poder obtener bajos márgenes de riesgo al implementar programas de ahorro en medidas de seguridad cuyo único objetivo sea reducir los costos para obtener posibles clientes.

Es necesario que en todas las empresas se hagan estimaciones de los costos de las adquisiciones y provisiones necesarias para poner en operación un programa de gestión de salud y seguridad que garanticen la integridad de la obra y que se cumpla con los requisitos legales para la reducción de riesgos de construcción.

8.1) Costos derivados de accidentes.

Se espera que una correcta estimación cuente con una precisión superior al ochenta por ciento de confianza. Para lograr este grado de exactitud se deben tomar en cuenta todos los posibles factores de riesgo que tienen la capacidad de amenazar la certeza de dicha estimación.¹⁴

Tradicionalmente estos posibles factores de riesgo se han dividido en tres categorías:

- i)* Costos derivados de pagos a seguros.
- ii)* Costos que se derivan de accidentes.
- iii)* Costos de los programas de seguridad y prevención de accidentes.

Veamos a continuación la subdivisión de cada uno de ellos:

8.1.1) Costos derivados de pagos a seguros.

- Costos por atención médica al personal que durante la realización de una actividad durante la obra, resulte con lesiones y enfermedades así como de los pagos derivados de la muerte.
- Pagos al seguro por las indemnizaciones profesionales que se tendrán que cubrir por cualquier responsabilidad de la compañía como resultado de un accidente.

¹⁴ Por lo común, en una estimación; el costo de salud y seguridad generalmente se incluirá dentro de los costos preliminares.

8.1.2) Costos que se derivan de accidentes.

8.1.2.1) Gastos directos (aproximadamente el 25% del costo de un accidente).

- Compensación.
- Gastos médicos.
- Costo de cualquier multa impuesta por las autoridades.

8.1.2.2) Gastos indirectos (aproximadamente el 75% del costo de un accidente).

- Tiempo de producción perdido debido a un accidente laboral.
- Interrupción del programa y pérdidas económicas asociadas con el posible cierre temporal del proyecto durante una investigación.
- Costo de contratar y capacitar a un trabajador de reemplazo.
- Investigación del accidente.
- Honorarios legales.
- Costos por gestión de accidentes.
- Retrasos en el proyecto por trámites de documento legales derivados de un accidente.

8.1.3) Costos provenientes prevención de accidentes.

- Equipo individual de protección personal para cada uno los trabajadores (EPP¹⁵).
- Implementación de sistemas de seguridad para plantas, herramientas y equipos.
- Instalaciones de seguridad para almacenamiento, transporte y gestión de materiales.
- Costos por administración y gestión de obra:
 - Desarrollo del plan de seguridad y salud en obra.
 - Monitoreo y coordinación del plan de seguridad y salud.
 - Capacitación a los trabajadores en materia de seguridad y salud en la industria de la construcción.
- Contratación de un médico de planta que pueda dar primeros auxilios a los trabajadores.
- Protección para todos los operadores y gerentes del sitio.
- Sistemas, equipos y suministros de primeros auxilios.

¹⁵ EPP: Equipo de Protección Personal.

8.1.4) Ejemplificación sobre los costos derivados de accidentes.

En ocasiones, incluso después de haberse justificado la inversión en seguridad, muchas empresas prefieren ahorrar en costos relativos a esta; pues se empeñan en no aceptar que la seguridad y salud en el lugar de trabajo son inversiones buenas y redituables. Quienes toman estas decisiones no consideran el costo que tendrán los eventos derivados de la mala calidad y la falta de seguridad. Si la empresa de construcción no toma medidas para frenar la mala calidad y garantizar la seguridad, la esperanza de que esta sobreviva a la recurrencia de incidentes frecuentes de este tipo será mínima.

En este ejemplo, consideremos el pensar en las grandes cantidades de dinero que se podría ahorrar una empresa de la construcción si no tuviese que pagar por accidentes o multas debido a violaciones graves a la seguridad o por retrasos en los horarios. Lo anterior se puede ilustrar con el siguiente caso, a manera de ejemplo: pensemos cuánto tendría que pagar una empresa de la construcción a causa de una indemnización que ha solicitado uno de sus trabajadores al haber interpuesto una queja de la compañía, ante una agencia gubernamental por haberse fracturado una falange de su pie, debido a que no contaba con zapatos especializados con protección. Si ahora pensamos que por un bajo costo se pudieron comprar unas botas con casquillo para evitar este tipo de lesiones, resulta evidente el error.

Tabla 3. Análisis del costo en tiempo que tendría para la empresa un accidente de trabajo.	
Concepto	Costo en tiempo
Costo por reparación de equipo	
Vg: de existir la posibilidad de reparar el equipo dañado durante un accidente se destinara unos cuantos días para que este pueda ser rehabilitado.	2- 3 días
Costo por reemplazo	
Vg: tiempo que destinara el departamento de recursos humanos en conseguir nuevo personal.	3-7 días
Costo por capacitación	
Vg: tiempo que se destinara a capacitar nuevamente al nuevo personal en temas de seguridad.	2-7 días

Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

Pero además de una posible indemnización, también vendrán costos que como empresa se tengan que asumir, tales como:

■ **Costos por tiempo perdido.** Si consideramos que normalmente las fracturas requieren de 3 a 4 meses en reposo, es claro que saldrá más caro pagar la recuperación del trabajador que unas botas, puesto que el costo por indemnización será mucho más alto al precio de un par de zapatos.

■ **Costos por reemplazo.** Para sustituir al trabajador lesionado se deberá contratar por un tiempo a un trabajador que realice la misma labor que solía hacer el trabajador lesionado.

■ **Costo por capacitación.** Si el trabajador accidentado se dedicaba a una actividad especializada, para continuar con esta labor que quedo pendiente, la compañía deberá capacitar al empleado sustituto en las labores que realizaba el anterior trabajador, esto costará tiempo y dinero para la compañía.

■ **Costos por pagos extra a personal del proyecto.** Al suceder un accidente será necesario que la empresa constructora haga un uso más extensivo de su personal en todas las áreas, pues todos tendrán que compensar con trabajo el tiempo perdido.

■ **Costos por representación legal.** En caso necesario, se puede requerir pagos para la defensa legal de la empresa frente a algún departamento de salud y seguridad que realice la investigación del incidente.

■ **Costos por investigación.** También puede ser necesario contratar encargados del proceso de investigación y entrevista para determinar cómo y porque sucedió el accidente.

■ **Costo por posibles daños en el equipo o por pérdida total de este.** Cuando sucede un accidente por lo común el equipo con el que estaba trabajando la persona accidentada también suele sufrir daños, por lo que para no alterar el ritmo de producción se deberá adquirir nuevo equipo o la revisión especializada del equipo.

■ **Costos médicos.** Ya sea que se pague un seguro o que se pague directamente al trabajador, el incidente representará para la compañía una cuantiosa cantidad, ya que normalmente la recuperación de una fractura requiere un proceso de terapia y rehabilitación posterior a su alta médica.

Viéndolo desde esta perspectiva, vale más prevenir una lesión mediante una pequeña inversión, que nos permita mantener funcional a la empresa y sanos e íntegros a los trabajadores.

Proyecto / obra



- Que no esté en riesgo
- Que se encuentre íntegro
- Que se halle sano y funcional

Costo extra	Invertir	No invertir
Proporcionar Equipo de Protección Personal (EPP)	✗	
Otorgar capacitación en seguridad	✗	
Contar con instalaciones seguras que resguarden la integridad del personal	✗	
Implementar un plan de seguridad e higiene	✗	



Resultado

Empleados íntegros y saludables



Resultado

- **Mayores costos**
- **Demandas**
- **Muerte**
- **Indemnizaciones**

Figura 6. Comparativa de resultados en la inversión para la seguridad.
Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

8.1.5) Lineamientos para los criterios de riesgo.

Cuando se aborda un nuevo proyecto, las empresas deben mantener un **enfoque balanceado** en la evaluación de los riesgos que conlleva dicho proyecto. Si las empresas tienen un enfoque puramente comercial, con seguridad serán negligentes al contemplar los posibles riesgos. Esto es, que tenderán a correr más riesgos, por la convicción de obtener más ganancias, en otras palabras, presentarán un “*apetito por el riesgo*”. Si, por el contrario, una empresa constructora se muestra demasiado reticente a correr riesgos o a aceptar proyectos que impliquen un bajo grado de riesgo, entonces con certeza perderá competitividad y, por tanto, su margen de ganancia será menor. De ahí la importancia de saber sopesar certeramente todos los factores involucrados: el grado de riesgo, la fuerza económica y de infraestructura de la competencia, la competitividad del mercado y el bienestar económico de nuestra compañía por citar algunos.

Tabla 4- Factores involucrados.	
Grado de riesgo	Es la posibilidad de que un trabajador que expuesto a ciertos peligros y amenazas en su ambiente de trabajo, los cuales puedan causarle daños a su salud o a su integridad física.
Fuerza económica e infraestructura de la competencia	Son las condiciones y atributos de las otras compañías que comparten el mismo rubro al cual pertenece otra empresa. usualmente cuando se habla de la fuerza de la competencia se hace referencia a las capacidades logísticas, de innovación, monetarias y administrativas.
Competitividad del mercado	Se refiere a la capacidad y la eficiencia que tienen los individuos y las compañías para alcanzar y permanecer en una posición empresarial que les permita participar en el entorno socioeconómico.
Bienestar económico de nuestra compañía	Medida o indicador financiero mediante el cual conoceremos si la compañía cuenta con una estabilidad (ingresos, pérdidas, gastos, etc.) y un crecimiento económico que le permita competir dentro de los mercados.

Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

Para lograr un enfoque balanceado debemos analizar los peligros identificados y determinar si este es un riesgo aceptable o inaceptable. De ser el segundo caso, deberíamos determinar hasta qué medida la compañía lo puede controlar y administrar. Generalmente, dentro de cualquier proyecto con altos estándares de calidad, existe la consigna de “que el riesgo se debe administrar hasta un nivel, que sea tan bajo como sea razonablemente posible”, o dicho de otra forma: “se buscará proteger la seguridad de cualquier persona afectada durante la construcción o el mantenimiento, sin que su costo sea mayor al beneficio económico que se está obteniendo”.

Conforme a esta consigna ahora tendríamos que preguntarnos ¿cuál será el parámetro que nos dicte que un riesgo es bajo? Un buen parámetro para garantizar que la seguridad sea la adecuada es poseer una escala de tolerabilidad de riesgo; por ejemplo, hablando en específico sobre los peligros para los trabajadores, podríamos decir que si el riesgo de sufrir un percance dentro de una actividad es de más de 1 en 10 000 por año, esto es inaceptable, por otro lado si la persona afectada está sujeta a un riesgo de menos de 1 en 1 millón por año, la situación es ampliamente aceptable.¹⁶

Finalmente, otro criterio que también deberá tener presente cualquier empresa de la construcción, son las posibles pérdidas económicas que se puedan desprender de un proyecto con una gran cantidad de riesgo.

El área administrativa de las compañías tendrá como función el sopesar entre las posibles ganancias que se puedan generar con el proyecto o las pérdidas de capital que se desprendan de la cantidad de accidentes que puedan ocurrir derivadas del nivel de riesgo que existe dentro de un proyecto.

Si conforme a estas dos posibilidades la empresa constructora ha visto que existe una tendencia desfavorable hacia perder muchos de sus recursos puesto que los riesgos superan las posibles ganancias, el paso básico a seguir sería tomar una de las siguientes tres decisiones:

1) Abandonar la idea de presentar una oferta para participar en el proyecto, pues al ser mayores los riesgos que las posibles ganancias, se vuelve inaceptable.

2) Si se decidió realizar una oferta para participar en un proyecto determinado, es conveniente realizar dos acciones:

a) Agregar en los **costos indirectos** las posibles contingencias para tener en cuenta el riesgo.

b) Buscaremos respaldarnos con un margen de beneficios ante las posibles responsabilidades sobre la salud y seguridad de los trabajadores.

¹⁶ Bull J. W., "ICE Manual of Structural Design Buildings", Editorial: ICE Publishing. UK. Año: 2012. Pág. 27

3) Para reducir el grado de riesgo, la empresa podrá subcontratar un alto porcentaje del trabajo, de modo que estas empresas se encarguen de absorber este riesgo potencial, esto resulta conveniente, incluso si se reducen los márgenes de ganancias de la empresa, ya que al transferir los riesgos a otros, se garantiza la ganancia para la empresa.

9) Capítulo 3. La gestión de la construcción.

La gestión de riesgos, tal como la conocemos, se desarrolló para satisfacer las necesidades de invertir y crecer económicamente sin el ahogo de arriesgarse a tal punto que sea poco rentable para el inversor del proyecto y para la compañía constructora comenzar esta empresa.

De este ideal, en las últimas décadas, la visión de los inversionistas y clientes ha cambiado hacia la incitación de la responsabilidad y del comportamiento ético empresarial, en este nuevo enfoque lo que se desea no es siempre una entrega más rápida del proyecto, lo que se prefiere es certidumbre sobre el tiempo de entrega, la confiabilidad de los costos obtenidos en el presupuesto y sobre todo un proyecto sin accidentes.

Para lograr ello con mayor continuidad observamos que las grandes compañías pertenecientes a la industria de la construcción; han impulsado un serie de cambios respecto a su responsabilidad social, ahora se busca el que se sigan normas¹⁷ y regulaciones estrictas en materia de seguridad y salud, de forma tal que se genere una industria de mayor calidad en sus procesos, y por ende más segura, confiable y empática con la salud de los trabajadores.

En pocas palabras lo que se está impulsado es la práctica constructiva con la más alta calidad administrativa, para que se pueda lograr un proyecto adecuado y acorde con el propósito deseado, sin que este de sorpresas de cualquier índole que puedan detener el proyecto.

¹⁷ ■ NOM-004-STPS, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
■ NOM-009-STPS, Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.
■ NOM 035, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-identificación, análisis y prevención.
■ NOM-027, Regulación de los servicios de salud. Que establece los criterios de funcionamiento y atención en los servicios de urgencias de los establecimientos para la atención médica.
■ NOM-031-STPS, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
■ NOM 036 Prevención y control de enfermedades. Aplicación de vacunas, toxoides, faboterápicos (sueros) e inmunoglobulinas en el humano.

Para lograr este grado de calidad, las empresas constructivas han destinado sus esfuerzos a involucrarse cada vez más hacia la **gestión de riesgos**, la cual tiene como objetivo principal la función de administrar cuatro ejes principales; estos son: tiempo, costo, calidad y seguridad. Donde cada uno de estos cuatro factores en lo individual; a través de una correcta programación, planificación, evaluación y control de las tareas o actividades de construcción permiten el logro de objetivos específicos al asignar y utilizar efectivamente los recursos de mano de obra, materiales y tiempo de una manera que minimice los costos y maximice la satisfacción del cliente / propietario.



Figura 7. La interrelación de los factores principales de la gestión de riesgos.

Autor: David Andrés Gómez Navas lozano.

En otras palabras el propósito principal de la **gestión** de riesgos y contingencias realizado por la junta de administración constructiva será el determinar y seguir los siguientes tres objetivos:

- A). La búsqueda de una estimación con veracidad y precisión.
- B). La reducción en la cantidad de eventualidades para lograr un nivel de confianza deseado.
- C). La identificación y prevención de las fuentes potenciales de riesgo que podrían ocasionar pérdidas de toda clase durante el proceso de construcción.

9.1) La importancia de la seguridad en la gestión de riesgos.

A pesar de que la seguridad es un eje más de la gestión administrativa, esta se aplica a cada aspecto de un proyecto y se encuentra asociada con todos los elementos del mismo, incluyendo el costo de capital inicial, el cronograma del proyecto, los costos continuos para operar los activos resultantes, las ganancias u otros beneficios derivados, etcétera. Esto hace de la seguridad la esencia de la **gestión de riesgos** y la base sobre la cual se colocan todos los demás ejes (tiempo, costo, calidad y seguridad).

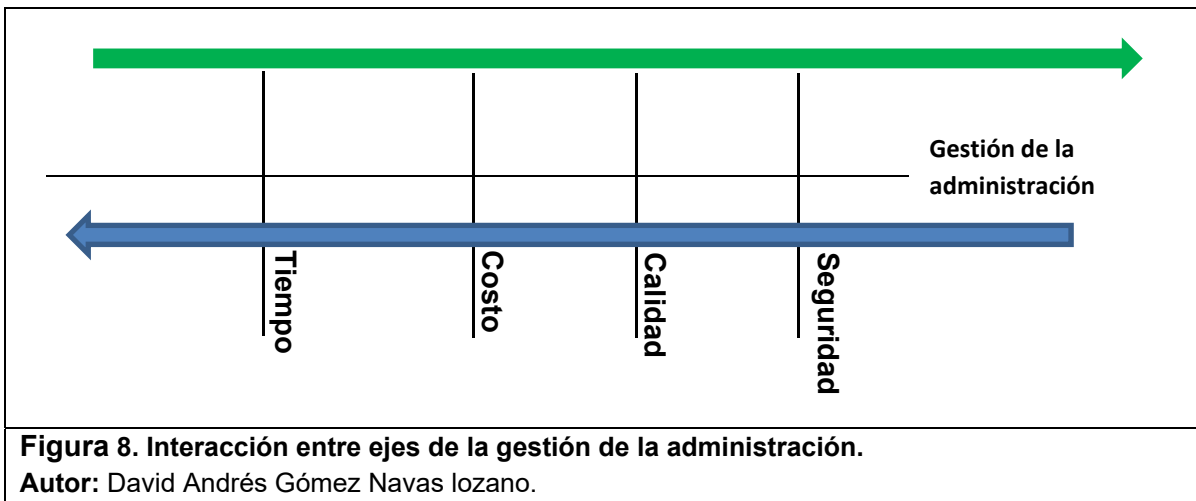


Figura 8. Interacción entre ejes de la gestión de la administración.
Autor: David Andrés Gómez Navas lozano.

La importancia de la gestión de riesgos se hace evidente cuando nos preocupamos por ponderar tanto cualitativa como cuantitativamente las probabilidades de riesgos y la variabilidad de factores indeseados a los que pueden estar expuestas las inversiones durante el proyecto, en otras palabras utilizaremos la gestión de riesgos “cuando deseemos administrar nuestros proyectos con la certeza de que el costo real será igual o por lo menos cercano a la estimación inicial”. Pues en el entorno empresarial lo último que desearemos será que el presupuesto del proyecto en curso albergue la posibilidad de un riesgo que pueda llevar al costo del proyecto a multiplicarse por varios millones de pesos.

De ahí la gran importancia del uso de las técnicas¹⁸ de gestión de riesgos y análisis de riesgos para reconocer desde diversos enfoques una serie de incertidumbres capaces de generar un curso de eventos que pueden impactar negativamente en el proyecto de construcción.

¹⁸ Matriz de riesgos, simulación por Método de Montecarlo, el método Simonds, etc.

Así también, al actuar la empresa de forma consciente sobre cada riesgo identificado que sea capaz de causar incidentes o la posibilidad de ello, esta tendrá la posibilidad de meditar sobre su enfoque de seguridad respecto cada decisión tomada, de modo tal que pueda tomar la mejor opción para atacar en lo individual cada riesgo permitiendo que se logren mejores resultados.

9.2) La planificación de riesgos.

Los proyectos de construcción poseen una gran cantidad de riesgos, de los cuales cada parte involucrada en estos será la responsable de asumir pertinentemente su responsabilidad; por ejemplo los propietarios / clientes afrontaran todos los riesgos¹⁹ que puedan surgir de realizar una gran inversión para emprender un proyecto de obra o en determinados casos la adquisición de un financiamiento.

Los propietarios/ clientes del proyecto serán los que paguen de su bolsillo cuando las cosas vayan mal, y en determinados casos en donde así lo amerite serán las aseguradoras quienes también asuman tal riesgo. Por nuestra parte, como ingenieros y arquitectos estaremos interesados en demostrar a los posibles inversionistas que poseemos las **competencias** para administrar el proyecto de construcción, entendiendo por ello que contamos con las habilidades, conocimiento, capacitación y experiencia para considerarnos como una organización bien capacitada y organizada para enfrentar cualquier riesgo potencial.

Esto proporcionará claridad y ayudará a la industria a evaluar y demostrar que los equipos de proyectos de construcción tienen los atributos correctos para entregar un proyecto saludable y seguro.

Otra meta que asumirá el equipo de ingenieros y arquitectos, será la de implementar un análisis de riesgo que le permita identificar el riesgo para después esforzarse por controlarlo. Como paso inicial para realizar el análisis de riesgos²⁰, el ingeniero debe establecer cuáles serán los criterios de evaluación para la identificación de riesgos, tales como el enfoque de análisis y estrategias generales de mitigación, la forma de seguimiento, grado de ocurrencia e impacto, el contenido, los resultados de la gestión del riesgo y las responsabilidades de cada trabajador respecto a la mitigación de riesgos.

Nota: *El proceso de gestión de riesgos es un proceso cíclico que se puede entender como un circuito de retroalimentación de información, en donde constantemente el área de ingeniería realiza una evaluación de riesgos, y de esta información se realizan las modificaciones o cambios que den otra opción para generar el mismo trabajo pero con menor riesgo.*
Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

¹⁹ Las nuevas regulaciones en seguridad (Ej. norma OHSAS 18001 y Directiva Europea 92/57/CEE) reconocen el papel, influencia y la importancia del inversor o cliente como la persona que permite el dinamismo en la cadena de suministro, permitiendo así la posibilidad para establecer los estándares de seguridad e higiene a lo largo de un proyecto.

²⁰ Para evaluar un proyecto la ejecución del análisis de riesgo y contingencias se puede realizar de forma independiente, sin embargo es habitual que en un proyecto, el análisis de riesgos se realice con mayor frecuencia como el paso final para estimar el costo de este.

9.3) Metas de un plan de gestión de riesgos.

Si bien el objetivo es encontrar y eliminar todos los obstáculos y posibles fallas en el camino para un proyecto exitoso, la realidad es que como especialistas en costos debemos reconocer que los recursos dentro de la empresa son limitados, por lo que intentar eliminar por completo todos los riesgos dentro de la obra no es viable desde el punto de vista de la rentabilidad.

Es por ello que es importante desde un principio procurar tener un programa de seguridad eficiente que nos ayude tanto a proveer de seguridad al proyecto, como a mantener controlados los costos de la obra, esto lo lograremos mediante la correcta evaluación de los riesgos, donde si el riesgo puede dañar gravemente o matar a un trabajador, actuaremos en consecuencia para eliminarlo o controlarlo antes de que suceda.

Esta predicción y anticipación ante todo tipo de riesgos es la función de un *gerente de construcción*, este deberá preguntarse qué es lo que podría salir mal y en consecuencia tomar las precauciones adecuadas²¹ para mitigar y controlar tantos factores negativos como sea posible para llevar el proyecto de construcción de manera segura, a tiempo, dentro del presupuesto y de acuerdo con las expectativas de calidad del propietario/cliente, independientemente de cuántas sorpresas aparezcan.

Otra meta para el *gerente de construcción* será evitar invertir erróneamente los recursos económicos y logísticos en situaciones poco riesgo ya que esto lo dejaría sin capital en caso en de tener que utilizar recursos para evitar situaciones de gran riesgo.

En otras palabras; lo que esto significa en términos económicos es que para evaluar, reducir y controlar el riesgo el gerente deberá procurar *maximizar* sus esfuerzos en las áreas donde se tiene algún control y *minimizar* en las áreas donde no lo tiene.

²¹ Las decisiones del *gerente de construcción* sobre la gestión de riesgos se basaran en juicios internos y profesionales que por lo tanto involucran valoración de tipo morales y éticas, así como cuestiones técnicas y financieras.

Por ejemplo; si conocemos por probabilidad matemática que las caídas son la principal causa de accidentes en la construcción; deberemos destinar mayor número de recursos logísticos y económicos para implementar los procedimientos de protección adecuados contra caídas. Así como desarrollar dentro de nuestras políticas un concepto que contemple el mantenimiento anual del equipo y una inversión en capacitación para enseñarle a todo personal que este en la obra expuesto a una caída de gravedad; a reconocer los peligros a los que están expuestos con frecuencia.

9.4) Fases en el análisis de riesgo.

A continuación estudiaremos al **análisis de riesgos**, el cual es una de las primeras etapas que conforman parte del proceso general de gestión de riesgos.

Se entenderá al análisis de riesgo como la medición de la probabilidad de que ocurra un riesgo dentro del proyecto, así como la cuantificación de la gravedad que tendrán los posibles impactos de cada riesgo.

Este será necesario para producir estimaciones de costos realistas y de gran eficacia que reflejen verdaderamente lo que conllevará realizar todas las actividades de forma segura dentro de la obra.

9.4.1) Identificación y evaluación de riesgos

Si bien por lo común el proceso de análisis de riesgo y contingencia utilizado para evaluar el riesgo es diferente en cada empresa constructora, a pesar de que posean su propia versión única; todos los enfoques y formatos de análisis de riesgos compartirán los siguientes tres pasos fundamentales:

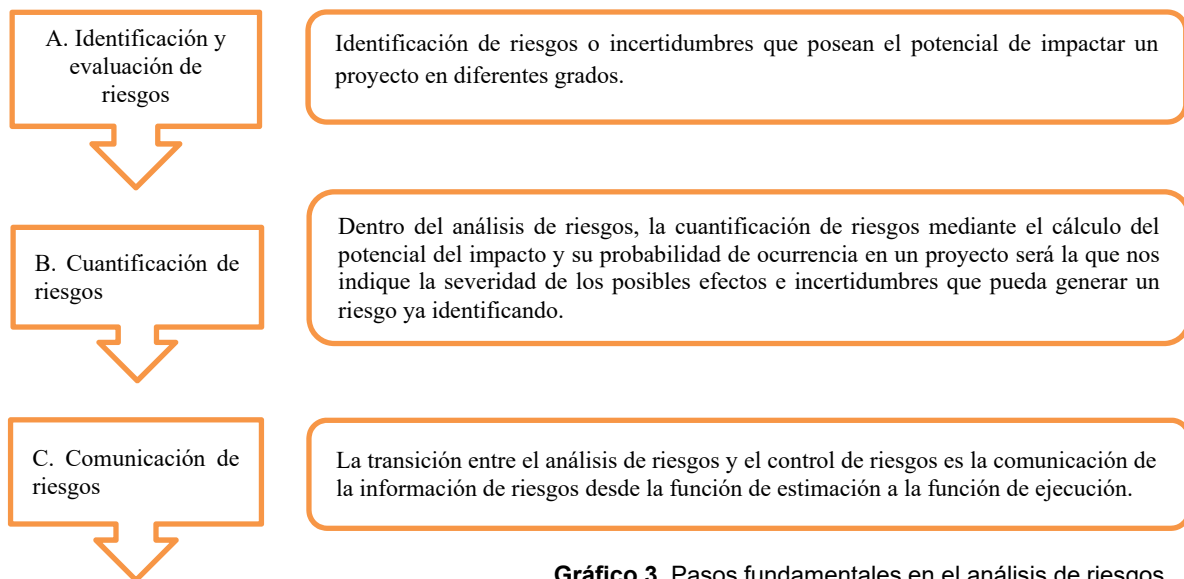


Gráfico 3. Pasos fundamentales en el análisis de riesgos.

Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

Una vez realizadas las etapas más básicas en el análisis de riesgo y contingencias (identificación y evaluación de riesgos, cuantificación de riesgos y comunicación de información de riesgos) continuaremos con los procesos necesarios para la mitigación y control de riesgos en la obra, los cuales se derivaran de la información transmitida de los tres puntos anteriores, veamos de que se trata:

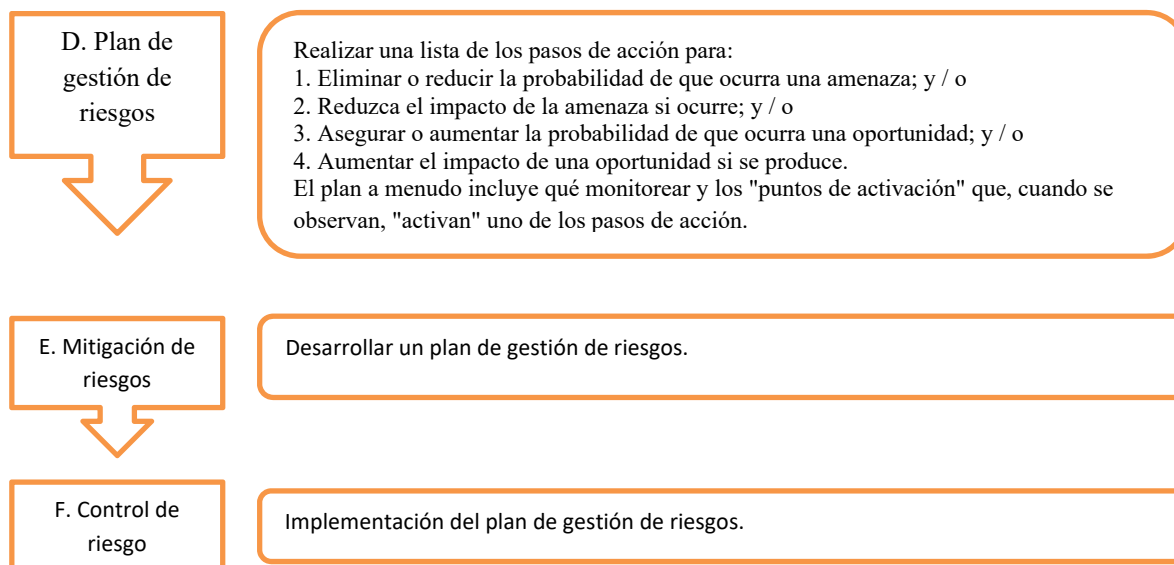


Gráfico 4. Pasos subsecuentes al análisis de riesgos.
Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

Para expandir la comprensión de cada uno de las fases en el análisis de riesgo a continuación veamos en que consta cada uno de ellos:

La evaluación de riesgos es la primer etapa en el proceso sistemático de análisis de riesgos, esta tiene como propósito principal el identificar y exponer correctamente a las actividades que pueden representar algún riesgo o incertidumbres que podrían producir un impacto negativo en los resultados del proyecto, ya sea un aumento en los costos para el proyecto, un retraso en el cronograma o alguna pérdida en los beneficios económicos inicialmente proyectados.

Los fundamentos de la evaluación de riesgos de nuestro programa de seguridad se basarán en la revisión del proceso en como el trabajo es realizado, para desglosar las distintas funciones y los riesgos inherentes a estas; deberemos preguntarnos:

- ¿Qué tipo de trabajo se realizará?
- ¿Cuáles serán las etapas del trabajo?

- ¿Qué peligros conlleva?
- ¿Cuál sería el riesgo en caso de que un trabajador estuviese expuesto ante ese peligro?
- ¿Que daños potenciales sufriría el trabajador?
- ¿Con qué frecuencia los trabajadores podrían estar expuestos al peligro?

La **identificación y evaluación** de riesgos les permitirá a la administración encargada de la seguridad y específicamente al gerente de construcción, priorizar los ítems con mayor potencial de riesgo capaces de descarrilar el proyecto o causar daño a cualquiera de los trabajadores. En donde a cada ítem de riesgo que se evalúe se le asignará una probabilidad de ocurrencia y un impacto potencial.

Al tener identificados a los ítems de riesgo según su impacto, el equipo podrá sopesar un cálculo de acciones a realizar para evitar caer en riesgos o en casos en donde así lo amerite, definir dentro de la estimación la cantidad de contingencia que se necesitará para alcanzar el objetivo de la seguridad.

La identificación del riesgo deberá realizarse antes de que el contratista o la compañía constructora obtengan el proyecto, esto con la finalidad de anticipar y comunicar cualquier riesgo de cuidado, así también convendrá realizar la identificación del riesgo con suficiente tiempo para que se contemplen todos los riesgos y parámetros asociados al proyecto, tales como tipo de obra, tamaño, diseño, ubicación, presupuesto, requisitos del cliente, cláusulas del contrato, restricciones gubernamentales, etc.

La etapa de identificación y evaluación de riesgos a su vez se construye a partir de diferentes etapas de análisis, veamos a continuación en constan cada una de estas:

El formato tradicional (ver tablas en anexo 1) de identificación de riesgos comúnmente posee elementos tales como la manifestación del riesgo o problema, una pequeña descripción de este y una propuesta para categorizarlo, además deberá presentar un registro de:

- El factor o factores causales que producen el riesgo.
- El índice de probabilidad que indica el grado de posibilidad que el riesgo pueda llegar a presentarse.
- Los espacios o áreas en donde existen fallas en la seguridad.
- Las medidas previstas que se implementaran para restringir o reducir el riesgo.

9.4.2) . Definir los riesgos críticos del proyecto

Dentro de todos los posibles riesgos a los que como especialistas nos podamos enfrentar, existen riesgos específicos con una alta probabilidad de afectar seriamente el costo del proyecto en un 10% o más. La identificación de estos riesgos nos permitirá la creación de una lista que incluya a todos los elementos que son clave e inherentes a nuestra estimación.

Ejemplos de los elementos que probablemente conformarían nuestra lista de los riesgos críticos, estarán aquellos tales como:

- Conflictos para obtener los requisitos legales.

- Problemas en cuestiones ambientales.

- Ineficiente suministro de materiales y equipos de construcción.

- Deficiente desempeño de los contratistas.

- Época del año en que emprende el proyecto.

- Problemas de tipo laboral en la construcción (mano de obra poco calificada, complicaciones de tipo sindical, problemas legales de contratación, baja productividad).

- Deficiente disponibilidad de servicios públicos y materias primas para realizar la construcción (agua, energía, combustibles fósiles, drenaje, aire no contaminado o por lo menos adecuado).

- Acceso difícil / remoto al sitio de obra.

- Malas condiciones naturales para el desarrollo del proyecto (escenarios peligrosos en los niveles subterráneos del sitio tales como cavernas, minas o tipo de suelo, circunstancias climáticas desfavorables que afecten la capacidad de la construcción para cumplir con los horarios programados, fauna transmisora de enfermedades tales como mosquitos, chinche besucona, piojos etc.)

- Población nativa en contra del proyecto.

- Falta de estudios preliminares de obra (estudios hidrológicos superficiales y subterráneos, de mecánica de suelos, mecánica de rocas, topográficos, etc.)

- Inestabilidades de tipo económica en procesos como la inflación y en el cambio de moneda.

- Inexistente posibilidad de encontrar vendedores de materiales a granel.

- Forzosa necesidad de importar mano de obra y materiales hasta la zona del proyecto

Tabla 5. Ejemplos de riesgo en un proyecto.	
Elemento de riesgo	Ejemplo común
Conflictos para obtener los requisitos	Vg: Permisos de construcción
Cuestiones ambientales	Vg: Tornado
Deficiencia	Vg: Ignorancia en trabajos

Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

9.4.3) . Lista de fuentes de riesgo.

De esta meditación sobre las posibles atenuantes del proyecto; se realizara una **lista de las fuentes de riesgos**²² que puedan afectar el alcance o el costo del proyecto, la cual será escrita por una persona o un equipo especializado en la identificación y cuantificación de riesgos, además de evaluar en lo individual a cada riesgo; estos expertos también realizaran búsquedas exhaustivas para encontrar si existen relaciones²³ entre los riesgos y si las hay determinaran como estas afectarían al costo estimado.

Una motivación más para realizar la lista de los elementos de riesgos potenciales, será el esclarecer la responsabilidad de una brigada, grupo o individuo de la organización sobre los peligros identificados, es por ello que estos se deberán clasificar en grupos

²² Para realizar una lista de riesgos es recomendable realizar un análisis de posibles peligros y revisar el historial de registros de accidentes de nuestra compañía.

²³ Resultará del todo común encontrar fuentes de riesgo que son dependientes unas de otras, por ejemplo podríamos mencionar que el calendario de actividades depende de un clima propicio o que los costos de los materiales dependerán de las fluctuaciones económicas del país en donde esta se fabrique.

según cómo esté dispuesto o configurado el proyecto (ejemplos: cimentación, obra civil, trabajos en alturas, etc.).

Dependiendo del perfil de grupos de expertos, estos podrán definir las fuentes de riesgo ayudándose de encuestas y entrevistas a un grupo muestra para que cada persona pueda agregar elementos de riesgos; funcionando como una sesión de lluvia de ideas, en estas entrevistas se buscará que ante todo exista la inclusión. La discusión sobre los riesgos incluirá a todos los sectores existentes en la obra, esto ayudará a poseer una correcta y cuantiosa captura de datos provenientes de todos los trabajadores.

9.4.4) . Cálculo de la probabilidad de ocurrencia y determinación del impacto potencial.

Una vez contemplados una serie de elementos que probablemente conformarían nuestra lista de fuentes de riesgo, el siguiente paso para el contratista o empresa constructora será establecer un mecanismo que les brinde la oportunidad de identificar y clasificar dos criterios básicos dentro de la gestión de riesgos, estos serán **a)** la probabilidad de que una contingencia pueda presentarse y **b)** el impacto que esta tendría en el costo de construcción²⁴, el cronograma, la calidad, la seguridad, la relación con el cliente o la capacidad del contratista para cumplir con las obligaciones del contrato.

III A) Cálculo de la probabilidad de ocurrencia (Alta, Media, Baja).

La forma más socorrida para el establecimiento de la probabilidad de ocurrencia se basa en los registros de ocurrencia de riesgos que obtiene la empresa a través de los años o de tablas estandarizadas. A partir de ello un experto con buen juicio se encargará de realizar evaluaciones para determinar por rangos la probabilidad de ocurrencia de los elementos potenciales de riesgo, ordinariamente los criterios o rangos empleados para identificar el grado de ocurrencia o impacto son los siguientes:

²⁴ Una medida que también podremos emplear como especialistas en costos para la evaluación de la aceptabilidad o no de los riesgos, es la tasación económica de cuánto reduciría el costo del presupuesto al reducir los posibles riesgos. **Autor:** David Andrés Gómez Navas Lozano.

■ **Alta probabilidad:** es muy factible que una situación de riesgo ocurrirá, por lo común el valor asignado a los altos grados de riesgo son del 75 por ciento en adelante.

■ **Mediana probabilidad:** nunca se sabe con certeza la probabilidad de que un evento de riesgo puede ocurrir, por lo que no se puede emitir una predicción que marque una tendencia hacia lo más probable o menos probable. El puntaje o valor predestinado para este tipo de grado de ocurrencia variará entre los rangos que van del 25 al 75 por ciento.





■ **Poca probabilidad:** por experiencia sabemos que por las escasas circunstancias de riesgo, hay pocos elementos que favorezcan un suceso de peligro o inseguridad, por lo que podemos decir que es poco probable que un evento de riesgo se produzca, de ello que se le asigne un valor que ronda el rango de 25 por ciento o inferiores a este.

III B) Determinación del impacto potencial (Alto, Medio, Bajo).

Un método comúnmente utilizado para determinar el **impacto potencial de un riesgo**, es evaluar los daños que significaría para una empresa el acontecimiento del mismo, por ejemplo nos podríamos preguntar qué significaría para la empresa la probabilidad de que acontezca un riesgo en términos de costos, días de retraso u otros parámetros importantes del proyecto.

Al igual que en el **cálculo de la probabilidad de ocurrencia**, en la de impacto potencial también se establecerán criterios para relacionar el riesgo en alto / medio / bajo impacto potencial, en donde generalmente la evaluación de impacto será obtenida a partir de un cálculo aproximado proveniente del bagaje o la pericia de los expertos en seguridad, aunque de necesitar un sustento cuantificable también se pueden realizar aproximaciones basadas en indagaciones o sondeos más serios que permitirán al equipo de seguridad sustentar en datos sus evaluaciones.

Para medir cada elemento de impacto, el plan de riesgos debe identificar y clasificar a los criterios de impacto conforme a los siguientes valores:

Tabla 6. Rangos de impacto		
	Alto riesgo	Más del 1 por ciento del costo del proyecto.
 	Mediano riesgo	Del 0.1 al 1 por ciento del costo del proyecto.
	Bajo riesgo	Hasta el 0.1 por ciento del costo del proyecto.

Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

Los impactos de costos son ejemplos de un criterio empleado por las empresas para dilucidar el impacto que conllevará la cancelación u aprobación de determinadas acciones que puedan influir en el aumento de los costos y por ende también en la reducción de las ganancias esperadas.

Decidir el umbral de impacto correcto nos llevará a precisar los criterios de costo necesarios para establecer qué acciones serán más útiles para el proyecto de forma tal que logremos asegurar el control sobre el proyecto, así como lograr un ahorro de capital y evitación de riesgos.

3.4.1.1. Matriz de riesgo/ ocurrencia / impacto.

Tradicionalmente la **matriz de riesgo** es una de las técnicas más empleada para otorgar una puntuación de riesgo a cada actividad sin la necesidad de profundizar demasiado en la realización de un cálculo, pues tiene como cualidades su interactividad y fácil comprensión; ya que al ser un método visual es fácil de entender la forma en cómo se asignarán las evaluaciones alta, media y baja para cada elemento de riesgo.

Otra característica del método de la matriz de riesgo es que esta tiene como objetivo principal el encaminar los criterios de mitigación que se recomendarán respectivamente una vez que se haya realizado la selección de elementos de riesgo.

La primera parte dentro de toda matriz gráfica de probabilidad y consecuencias, es el reconocimiento y ubicación de los ítems de riesgo dentro de uno de los cuatro cuadrantes según la cantidad de impacto que el riesgo podría tener, de ello tendremos los criterios para definir el grado de ocurrencia e impacto para cada una de los elementos de riesgo.

Probabilidad	5			****Rojo-	Riesgo	no aceptable
	4	**Verde- Riesgo aceptable	***Amarillo- Tal vez se deba mitigar		¡Se debe mitigar!	
	3					
	2	*Azul-				
	1	Riesgo ampliamente aceptable				
		1	2	3	4	5
Consecuencias²⁵						

Figura 9- Matriz de riesgos con categorías de identificación de riesgos y gestión de riesgos.

²⁵ **Autor:** J. W Bull. "ICE Manual of Structural Design Buildings" Editorial: ICE Publishing. Reino Unido. Año: 2012. .pág.31

La siguiente etapa en el proceso de construcción de la matriz de riesgo es definir la probabilidad de riesgo colocando un marcador codificado en el registro de peligros, para ello intentaremos puntualizar dentro de una escala de probabilidad o consecuencia el grado que poseerá el peligro de la actividad realizada, en donde colocaremos un 1 en el extremo inferior de la matriz si es que se trata de un riesgo aceptable, o caso contrario colocaremos un 5 en probabilidad si se trata de un riesgo que se podría presentar en varias ocasiones o que represente un gran riesgo para el proyecto.

La metodología comúnmente usada en la matriz de riesgo para determinar los criterios para la selección de los ítems de riesgo será basarse en el documento de registro de riesgos (base de datos) para determinar los criterios de ocurrencia e impacto.

Por ejemplo, si se tratase de un elemento de riesgo que tuvo un bajo impacto se ubicaría en la esquina inferior izquierda, pues probablemente el rango de probabilidades de que este se presente sea 1 por cada 11 meses (0.0909 por mes), mientras que uno que se considere de alto impacto y una alta incidencia en la matriz se asentará en un límite superior de quizás 10 por cada 2 meses (5 por mes).

Otra característica dentro de la matriz gráfica de probabilidades es su código de colores, estos se basan en una escala de 3 puntos (aceptable, tolerable y no aceptable) y cuatro tonalidades las cuales representan los grados de preocupación; el rojo sería para un riesgo inaceptable, el amarillo para indicar un punto intermedio que dispone la decisión a tomar a los especialistas en riesgo, mientras que el verde sería un riesgo aceptable y el azul muy claro sería ampliamente aceptable.

La forma de interpretar los códigos de colores para revisar su grado de mitigación también dependerá del especialista, para algunos les resulta más certero el combinar por adición o multiplicación los números de probabilidad y consecuencias, de tal forma que obtengan un resultado en la escala de valor que les indique la severidad de riesgo, sin embargo si no se cuenta con la experiencia suficiente para definir su grado de mitigación se puede seguir las estrategias para el control de riesgos sugeridas por la matriz.

9.5) Estrategias para el control de riesgos.

Para cada riesgo, evaluaremos el “nivel de impacto”, el cual se definirá como *la gravedad de los resultados en caso de que el riesgo ocurriese*, de ello entre las siguientes opciones determinaremos la acción a tomar para mitigar, eliminar o controlar un riesgo:

***Bajo probabilidad / Bajo consecuencias** → Ignorar estos riesgos, el costo de control no se justifica por los beneficios.

****Alta probabilidad / Bajo consecuencias** → Medite sobre si existe una manera de reducir la *probabilidad de riesgo* a través del aumento en los controles de seguridad para reducir los elementos o componentes que se puedan salir de control al equipo de seguridad, verifique que dichos riesgos se mantengan vigilados y solo reaccione cuando el beneficio justifique los costos.

***** Bajo impacto/ alto consecuencias** → Aplique control donde se justifique.

******Alto impacto / alto consecuencias** → Se recomienda implementar el sistema de control y monitoreo según corresponda y cuando así lo amerite active la acción de control.

9.5.1) Método Fine & Kinney

Al igual que las técnicas de identificación anteriores, existen herramientas de identificación de riesgos que se basan en métodos procedimentales que están enfocados en medir la gravedad de cada riesgo identificando la probabilidad de que estos acontezcan bajo una circunstancia en particular y en condiciones extraordinarias.

Tal es el caso del modelo matemático propuesto por Fine (1973) el cual intenta cuantificar la seguridad y la salud empleando criterios que le sirven para asignar un valor numérico que puede usarse para comparar riesgos potenciales de accidentes.

Fine plantea utilizar un rating de puntajes de riesgo relacionados con los valores numéricos que se desprenden de las posibles consecuencias que tendría el acontecimiento de una contingencia. En este método para cada riesgo se deben determinar tres parámetros:

- **S**: Severidad de la lesión relacionada con el peligro.
- **E**: Exposición al peligro.
- **P**: Probabilidad de que el peligro ocurra cuando se expone.

Para que estos conceptos se hagan cuantitativos es necesaria su presentación mediante un método numérico que permita realizar una estimación.

En el caso de la **Probabilidad (P)** entenderemos por esta a la posibilidad de que ocurra un incidente. La expectativa se representa asignando un valor de 0.1 a 10.

0.1	Su probabilidad es casi imposible o impensable
0.2	Su probabilidad es casi inimaginable
0.5	Es muy poco probable, pero concebible.
1	Improbable, pero posible a largo plazo.
3	Inusual (pero posible)
6	Posible
10	se espera que suceda

El **factor de exposición (E)** indica la frecuencia con la que puede ocurrir un riesgo. La escala varía de 0.5 a 10.

0,5	Ocurre muy raramente (menos de 1 vez al año)
1	Rara vez pasa (aprox. 1 vez al año)
2	A veces ocurre (aprox. 1x al año)
3	De vez en cuando (semanalmente)
6	Con frecuencia (diariamente)
10	Ocurre constantemente (varias veces al día)

El **factor de severidad (S)** indica los posibles daños, efectos y consecuencias vinculados a un peligro. La escala alcanza de 1 a 40.

1	Efecto leve, lesión sin ausencia por enfermedad.
3	Importante, lesión con ausencia.
7	Lesiones severas y duraderas con ausencia.
15	Muy grave, una muerte fatal.
40	Desastres, múltiples víctimas mortales.

Una vez definidos estos tres valores (severidad del daño, duración de la exposición y probabilidad de un riesgo) buscaremos obtener un índice de riesgo al introducir nuestra información dentro de fórmula de puntaje de riesgo enunciada por Fine. Es de esta forma en como obtendremos una puntuación de riesgo.

El resultado de multiplicar los parámetros define el índice de riesgo:

Fórmula de puntaje de riesgo = Consecuencias × Exposición × Probabilidad

El índice de riesgo tiene cinco categorías sobre las cuales se puede determinar el grado de riesgo y las medidas técnicas que se requerirán implementar para evitar que surjan posibilidades de un accidente, entre estas medidas están:

Tabla 6. Interpretación de los resultados obtenidos con la fórmula de puntaje de riesgo
1) Si el factor de riesgo es igual a 21 es aceptable.
2) Si el puntaje está entre 22 y 71 representa un pequeño riesgo y requiere atención.
3) De 72 a 201, representa un riesgo moderado; y es necesario aplicar medidas simples sin demora, pero la situación no es una emergencia.
4) De 202 a 401 el riesgo es urgente y requiere atención lo antes posible.
5) Mayor a 401, esto indica que se requiere una acción correctiva inmediata. Toda actividad debe interrumpirse hasta que se elimine o reduzca el peligro.

Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

9.6) Cuantificación del peligro.

Ahora que tenemos una idea más clara sobre cuáles son los primeros riesgos a atender, según los criterios que hemos obtenido de la matriz de riesgo y del método de Fine & Kinney, la acción subsecuente para prevenir riesgos será aplicar un método para acotar aún más los riesgos que potencialmente podrían tener una mayor influencia negativa en el proyecto, de modo tal que podamos determinar a tiempo qué peligros deberán abordarse primero.

Un método común y práctico para hacer esto, es centrar nuestros esfuerzos en la cuantificación y clasificación de los riesgos empleando enfoques cuantitativos²⁶ de análisis, los cuáles se valen de una base de datos y del uso de técnicas y modelos matemáticos para establecer numéricamente la probabilidad de riesgo y las consecuencias del riesgo.

Gracias a los enfoques cuantitativos de riesgos, el ingeniero o arquitecto encargado de la obra podrá evaluar el riesgo en función de las características del proyecto, por ejemplo valorar el riesgo en factores como: el tipo de trabajo a realizar, la ubicación del proyecto, etc.

De esta meditación sobre las características del proyecto el especialista también podrá comenzar a deducir los requisitos logísticos de las contingencias, y de ello podrá ir preparando listas de verificación con los cálculos en forma de porcentaje de cada uno de los riesgos.

²⁶ **Nota:** para utilizar un método cuantitativo, el especialista en costos debe tener experiencia y / o una base de datos que le proporcione un punto de referencia en la formación de un juicio para determinar el grado de contingencia.

Uno de los métodos cuantitativos más comunes para que el ingeniero calcule estos porcentajes es calcular cuántos recursos tendrá que destinar para garantizar los procesos de seguridad requerido para cada una de las actividades y/o componentes²⁷ del proyecto, y de cada uno de estos porcentajes para proporcionar un nivel básico de contingencia se le aumenta un valor base mínimo del 5% de los costos definidos.

Otro método empleado por los ingenieros es asignar valores numéricos a cada factor en relación con la probabilidad y el impacto. Una vez que se asignan estos números, la administración de la constructora podrá obtener una calificación de riesgo global para cada factor que le ayude a conjeturar las acciones a realizar²⁸.

Por ejemplo, si proponemos una escala pequeña del 0 al 3, en la que 0 representa a un riesgo bajo (aceptable) y 3 es igual a un riesgo muy alto (inaceptable), con ello podríamos tener muy claro qué medidas podríamos anticipar antes de siquiera empezar a competir por licitar por el proyecto. Veamos la siguiente tabla de riesgo para ejemplificar las ideas anteriores.

Tabla 7. Riesgos en el tipo de contrato		
Escala de evaluación de riesgos (0=bajo riesgo, 3 = alto riesgo)	Puntuación asignada	Evaluación riesgos
	0 - 3	Limitaciones de riesgo
Cambios constantes de diseño y de labores durante la etapa constructiva.		En caso de haber obtenido como resultado 4 o más puntos en total es ampliamente recomendable respaldarse mediante el aumento del margen de ganancia. En caso de tener 6 o más puntos en total habrá que considerar la idea de no pujar en la licitación por la obra, si tuvo 9 o más puntos en total no haga una oferta.
Proceso de anticipos y pagos.		
Requisitos de garantía.		
Tipos de penalizaciones.		
Tiempos de entrega.		
Requisitos de retención.		
Puntaje total	Σ=	

²⁷ Tradicionalmente los expertos en modelos de riesgo se valen de la división de la estimación en componentes, por ejemplo se comienza haciendo un desglose de los trabajos a realizar, de las partes del proyecto y por ultimo del equipo, material, mano de obra, gastos generales.

²⁸ **Nota.** Los siguientes modelos o formatos para cuantificar los riesgos son a modo de sugerencia, el especialista deberá seguir el empleado por la empresa e inclusive podrá idear el suyo propio.

Tabla 8. Riesgos con el tipo de cliente		
Escala de evaluación de riesgos (0=bajo riesgo, 3 = alto riesgo)	Puntuación asignada	Recomendaciones en la Evaluación riesgos
	0 - 3	Limitaciones de riesgo
Tipo de reputación en la industria		Si se obtuvo 4 o más puntos en total: aumente el margen de beneficio, 6 o más puntos en total: considere no hacer una oferta, 9 o más puntos en total: no haga una oferta.
Historial de pagos		
Capacidad del cliente para financiar el proyecto.		
Reputación de la cultura empresarial del cliente con otras empresas constructoras		
Disponibilidad y logística del cliente para atender contingencias		
Situación fiscal del cliente		
Generación de retrasos por culpa del cliente		
Cancelación del contrato		
Puntaje total	$\Sigma=$	

Tabla 9. Riesgos relacionados con los precios		
Escala de evaluación de riesgos (0=bajo riesgo, 3 = alto riesgo)	Puntuación asignada	Recomendaciones en la Evaluación riesgos
	0 - 3	Limitaciones de riesgo
Costo total del proyecto		6 o más puntos en total: considere un socio de empresa conjunta, 9 o más puntos en total: considere no hacer una oferta, 15 o más puntos en total: no haga una oferta.
Costo de gastos generales del proyecto		
Coste de mano de obra o de tipo laboral		
Costo de materiales		
Costo del equipo		
Coste de equipos de alto precio		
Puntaje total	$\Sigma=$	

Tabla 10. Riesgos relacionados con el tiempo		
Escala de evaluación de riesgos (0=bajo riesgo, 3 = alto riesgo)	Puntuación asignada	Limitaciones de riesgo
	0 - 3	
Tiempo total del contrato		4 o más puntos en total: considere un socio de empresa conjunta, 6 o más puntos en total: considere no hacer una oferta, 9 o más puntos en total: no haga una oferta.
Fiabilidad del subcontratista		
Época del año		
Burocracia reguladora		
Puntaje total	$\Sigma=$	

Tabla 11. Riesgos relacionados con el procesos de trabajo		
Escala de evaluación de riesgos (0=bajo riesgo, 3 = alto riesgo)	Puntuación asignada	Recomendaciones en la Evaluación riesgos
	0 - 3	Limitaciones de riesgo
Mano de obra calificada		6 o más puntos en total: aumente el margen de beneficio, 9 o más puntos en total: considere no hacer una oferta, 12 o más puntos en total: no haga una oferta.
Demoliciones peligrosas en el sitio de trabajo		
Investigación insuficiente del terreno		
Auto-realizado / relación de trabajo sub		
Puntaje total	$\Sigma=$	

Tabla 12. Riesgos relacionados con la ubicación del proyecto		
Escala de evaluación de riesgos (0=bajo riesgo, 3 = alto riesgo)	Puntuación asignada	Recomendaciones en la Evaluación riesgos
	0 - 3	Limitaciones de riesgo
Proximidad a la oficina		6 o más puntos en total: no ofertar, 9 o más puntos: no ofertar
Familiarizado con el área		
Acceso difícil / remoto		
Congestión del sitio		
Población nativa en contra del proyecto		
Puntaje total	$\Sigma=$	

Una opción diferente para calcular la **probabilidad** de que ocurra una amenaza es presentarla en conjunto con el **grado de gravedad** que esta representa, donde al igual que el anterior ejemplo el primer paso para obtener algunos valores numéricos del índice de probabilidad y del grado de impacto que estos tengan será realizar una escala numérica de puntuaciones en donde esta irá desde el 1 hasta el 3, y el criterio de asignación será de la siguiente manera:

Escala del índice de probabilidad	Escala del impacto potencial
■ Bajo riesgo (1): cuando la probabilidad de ocurrencia es inferior al 50 por ciento.	■ Bajo impacto (1)
■ Riesgo medio: (2) cuando su probabilidad de ocurrencia varía de 50 por ciento a 75 por ciento.	■ Impacto medio (2)
■ Alto riesgo (3): cuando su probabilidad de ocurrencia varía de 75 por ciento a 100 por ciento.	■ Alto impacto (3)

Como vemos a diferencia del método anterior, este formato se basa en el porcentaje de ocurrencia para determinar en qué grado de la escala se ubica el riesgo, mientras que la escala de impacto se basará en la experiencia y buen juicio de un valuator de riesgos.

Asignadas las puntuaciones de probabilidad e impacto se procederá a determinar una clasificación de riesgo multiplicando la puntuación de probabilidad por la puntuación de impacto, obteniendo un producto al que se le conocerá como el **factor de exposición potencial**, veamos la siguiente tabla que nos ayudará a comprender mejor.

Riesgo identificado	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo
Especificaciones y Planes confusos, contradictorios o incompletos.	2	1	2
Diferentes condiciones del subsuelo.	2	2	4
Clima adverso.	1	1	1
Protestas comunitarias.	2	3	6
<i>Probabilidad × Impacto = Nivel de riesgo</i>			

Como vemos en la tabla, una vez que se evalúan las probabilidades e impactos se puede determinar con facilidad cuáles son los riesgos en los que deberemos de enfocarnos para mitigarlos con mayor prontitud.

Otra opción de formato para presentar los diferentes grados en cómo se puede presentar tanto la **periodicidad (P)** como la **gravedad de riesgos (G)**; se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 13. Periodicidad de riesgos	
Frecuencia (Diario).	5
Probablemente (semanalmente).	4
Ocasionalmente. (Mensual).	3
Rara vez sucede (anualmente).	2
Improbable (cada 5 años).	1

Tabla 14. Gravedad y resultado de los valores de exposición	
Muertes catastróficas y múltiples empleados en el hospital.	5
Crítico grave lesión incapacitante o enfermedad.	4
Tratamiento médico moderado.	3
Primeros auxilios menores requeridos.	2
Insignificante; sin lesiones ni enfermedades.	1

Definidas la periodicidad y la gravedad de los riesgos procederemos a encontrar el **nivel de riesgo**, para ello al igual que en el formato anterior realizaremos la multiplicación de estas dos puntuaciones (P, G).

Tabla 15. Nivel de riesgo potencial			
Riesgo identificado	Periodicidad	Gravedad	Nivel de riesgo
Personal electrocutado.	1	5	5
Incendio en los cuartos de almacenamiento de materiales.	1	4	4
Deformación del suelo y hundimiento del edificio.	1	5	5
Personal con pérdida de extremidad.	2	3	6
Golpes y traumatismos durante la evacuación de la obra.	3	3	9
Desplome de construcciones provisionales.	1	5	5
Desplome de la grúa torre.	1	5	5
Agrietamiento en forma de cruz en muros de carga y columnas.	1	5	5
<i>Periodicidad × Gravedad = Nivel de riesgo</i>			

Posteriormente realizaremos una tabla para plantear lo que significan estas puntuaciones desde diferentes perspectivas de riesgo, por ejemplo podremos plantear desde un aspecto económico, desde el riesgo que representa para la propiedad, para la productividad, para la salud del trabajador, etc.

Tabla 16. Probables efectos de la periodicidad y gravedad de riesgos				
Nivel de riesgo	Riesgo para el trabajador	Riesgo para la productividad	Riesgo para la Propiedad	Riesgo económico
Muy alto (≥ 5)	Muerte	Pérdida total	Pérdida total	≥\$MXN 200,000
Alto (4)	Crítico o severo	Al menos 2 meses de recuperación	Reparaciones mayores	<\$ MXN 200,000
Medio (3)	Tratamiento médico	Al menos 1 semana de inactivo	Reparaciones menores.	<\$ MXN 20,000
Bajo (2)	Primeros auxilios	Al menos 3 días para su recuperación	Reparaciones cosméticas	< a 1000 \$ MXN
Muy bajo (1)	Sin lesiones ni enfermedades.	Sin tiempo de inactividad	Sin daños	Sin pérdida monetaria

Cabe señalar que por tratarse de una vida humana el riesgo para el trabajador en el lugar de trabajo se considerará como el más importante de los riesgos, y en una segunda instancia por considerarse como pérdidas monetarias estarán los riesgos para la propiedad, el riesgo sobre la productividad y el riesgo económico.

9.6.1) Comunicación de los riesgos

Ahora que nos damos una idea de las posibles consecuencias y probabilidades de los riesgos, es tiempo de proporcionar la información que hemos acumulado al equipo administrativo y más en concreto al líder del proyecto de modo que él pueda determinar cómo usarla para administrar correctamente el proyecto, por ejemplo si él cuenta con los datos de los riesgos que más poseen probabilidad de ocurrencia así como de impacto potencial, el podrá comenzar a tomar decisiones sobre qué grado de contingencia se le otorgará a cada riesgo, así como lo que se hará para frenar dichos riesgos.

El documento que le entregaremos al líder del proyecto deberá poseer un gran rango de precisión, de modo que la contingencia estimada por él no termine afectando al proyecto, para ello nosotros deberemos incluir información sobre cómo se realizó el análisis de riesgos, las suposiciones críticas, la documentación de todas las amenazas / oportunidades y una lista de riesgos clave, así como qué fue lo que concluimos y cómo se llegaron a estas.

9.6.2) Plan de gestión de riesgos.

Las consecuencias asociadas con las prácticas inseguras y el comportamiento imprudente en la construcción son económicamente significativas, de ello que resulta importante que la administración (superintendentes y gerentes de construcción) haga todo lo posible para mantener a los trabajadores a salvo, y a los materiales, equipos y maquinaria de construcción en buenas condiciones de funcionamiento.

Obviamente, lo mejor para los contratistas será el asegurarse de que en todos los niveles jerárquicos de la construcción exista un enfoque riguroso e implacable cuando se trate de hacer cumplir las políticas de seguridad de la empresa. Es por ello que ningún proyecto de construcción debe comenzar hasta contar con un **plan de seguridad** bien escrito y estudiado (a menudo llamado Manual de Seguridad).

El objetivo número uno del plan de seguridad es mitigar los peligros y prevenir accidentes; de ello se debe alentar a todos los empleados a conocer las políticas de seguridad y las consecuencias de no adherirse a ellas, ya que solo se necesita de la distracción de un empleado para comenzar un incendio o haberse quitado su casco durante solo un minuto en un día caluroso para arriesgar su vida o para afectar el presupuesto de toda una empresa.

Es responsabilidad del superintendente asegurarse de que todos los trabajadores en el lugar del proyecto adopten una actitud sensata hacia la seguridad y que reciban orientación y capacitación rigurosa de seguridad así como hábitos de trabajo seguros, concienciación sobre los riesgos y sobre las normas y los requisitos de seguridad de la compañía para que el trabajador tenga el conocimiento suficiente para hacer su trabajo de manera correcta y segura.

10) Elementos de un plan de seguridad.

El plan de gestión de seguridad del proyecto es de gran ayuda para identificar los lineamientos que promueven una operación eficiente y segura, es por ello que no es raro que debido a su eficiencia esta técnica sea aplicable a una amplia variedad de tipos de proyectos.

Usualmente para la elaboración de la documentación de un plan de gestión de seguridad, este deberá tener una base conceptual cimentada bajo tres componentes principales:

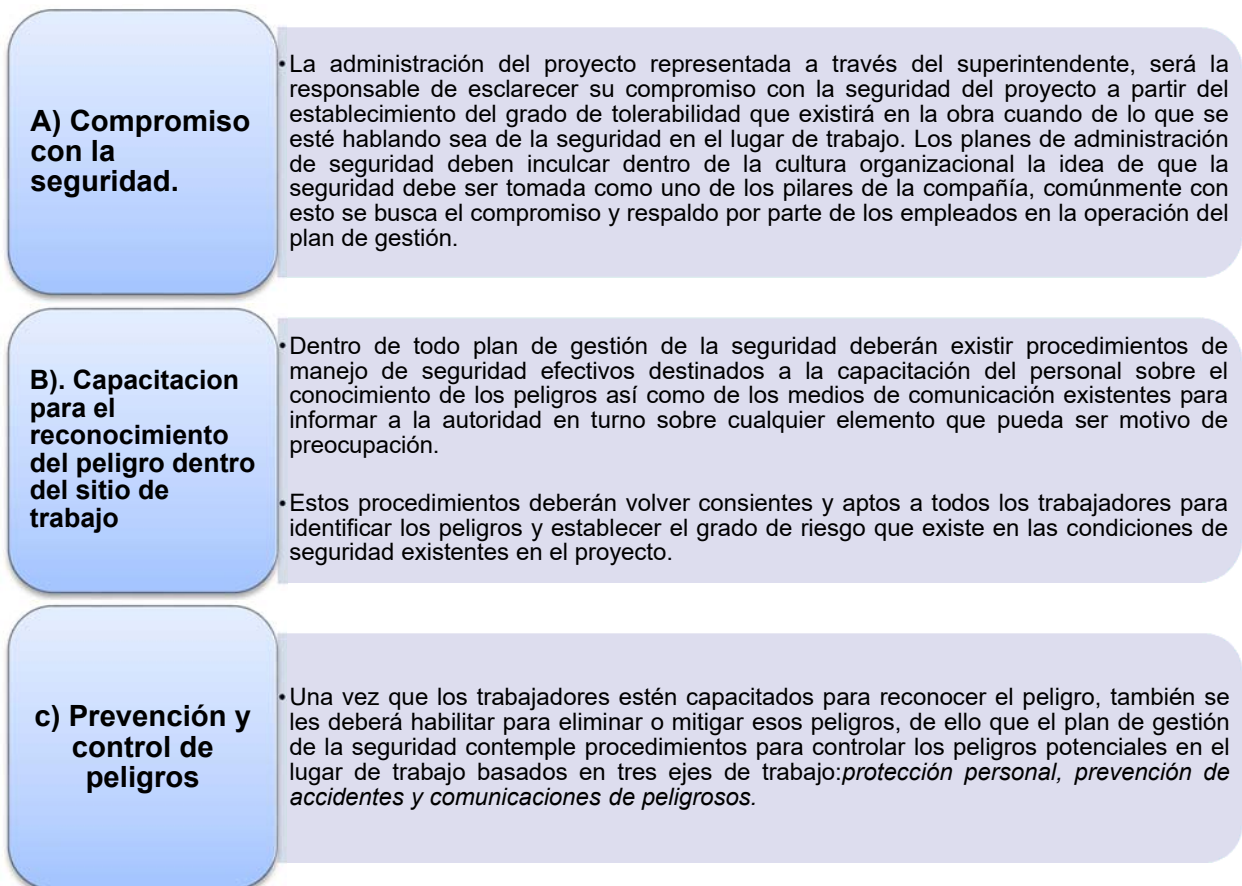


Gráfico 5. Componentes principales de un plan de gestión de seguridad.

Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

10.1) Protección personal.

Para cualquier plan de gestión de la seguridad la seguridad personal del trabajador es un objetivo fundamental, la administración debe establecer reglas estrictas con respecto a los requisitos del equipo de protección personal así como proporcionar a cada trabajador el equipo necesario.

De ello se espera que todas las personas que ingresan al sitio de trabajo conozcan y sigan por su seguridad y la de los demás las reglas de vestimenta para que estos se resguarden y protejan en contra de los riesgos para la salud usando su equipo de protección personal (EPP).

El Equipo de Protección Personal incluye cascos de seguridad, guantes, protección para los ojos (gafas de seguridad, visores y protectores faciales), ropa y calzado de seguridad, arneses de seguridad, protección auditiva, ropa de alta visibilidad con propiedades altamente reflectantes o con colores fácilmente perceptibles y en ciertas circunstancias con equipo de protección respiratoria.

El superintendente deberá asegurarse de que todos los trabajadores se presenten en el sitio de construcción con su equipo de protección adecuado y su vestimenta para el trabajo, *en donde* Si alguien se presenta sin ellos, esa persona no estará permitida en el sitio del proyecto.

10.2) Prevención de accidentes.

Uno de los papeles de la administración dentro de la obra será “la prevención de accidentes”, este es el motivo por el cual se hacen cálculos, se da entrenamiento, se toman tantas medidas de seguridad, se invierte tanto en equipo de seguridad y se imparten cursos de concientización al personal, sin embargo hasta el día de hoy no se ha encontrado una forma tan eficaz como lo es el control administrativo.

El superintendente o el oficial de seguridad a cargo deberá reforzar todos los conocimientos enseñados mediante reuniones de seguridad programadas semanalmente en donde se retomen las bases de la seguridad, en ellas se hablará brevemente de los hábitos de trabajo seguros y sobre las medidas correctivas que pueden tomar para evitar caer en aquellas acciones y condiciones que puedan representar un peligro.

Por ejemplo se podrá recalcar sobre lo importante que resulta para la seguridad el mantener un sitio de trabajo limpio, asegurando andamios y plataformas de trabajo, garantizar el mantenimiento de las herramientas, trabajar con seguridad en las excavaciones y las zanjas, etcétera.

10.2.1) Mitigación de riesgos.

Una vez que haya hecho el esfuerzo de identificar y cuantificar a fondo todos los riesgos que pueden afectar al proyecto; es tiempo de mitigar los riesgos que representen la mayor amenaza, para ello tendremos que elaborar un plan completo de *mitigación de riesgos* que esté enfocado en implementar los lineamientos de seguridad previamente definidos en el plan de gestión de riesgos, con los cuales se cualificará los riesgos existentes en cada actividad.

■ Estrategias de mitigación de riesgos.

Ahora que tenemos una imagen más amplia de lo que es conveniente o no para la gestión de riesgos dentro del proyecto, podemos decir que esencialmente la mitigación de riesgos no es cosa de otro mundo, simplemente se trata de poseer sentido común y una buena planificación para poder analizar los posibles riesgos, de tal modo que podamos decidir cuál es la mejor opción, ya sea **eliminar**, **reducir**, **aislar** o **controlar** dichos riesgos. En donde se entenderá por ello lo siguiente:

Eliminar. Hace referencia a la disposición de esfuerzos que hace el equipo de seguridad para reducir por completo un peligro, de manera tal que el riesgo que genera deje de ser relevante. Por ejemplo en lugar de proveerles a los obreros tapones para los oídos, el objeto generador de ruidos o frecuencias intensas se aísla por completo de forma tal que de ninguna forma pueda lastimar auditivamente al personal.

Reducir. Es un referente para indicar las medidas especiales que se tomarán para imposibilitar que aumente la frecuencia y el grado de riesgo, así como en reducir las pérdidas que puede generar algún riesgo dado en términos de gravedad. Por ejemplo si al construir una edificación notamos por experiencia que el diseño de estas es muy endeble podremos construir columnas más fuertes al aumentar su robustez, de esta forma es improbable que lleguen a sufrir un daño significativo.

Aislar. Su propósito es separar y limitar el peligro hacia un espacio óptimo para impedir que este pueda causar un daño significativo a un trabajador o al proyecto de construcción. Por ejemplo si tuviéramos que usar agentes químicos o un equipo que despidiera algún tipo de calor, sonido, electricidad o humedad será razonable que lo aislemos hacia un lugar en donde éste no represente un riesgo.

Controlar. Esta acción es el mínimo control que podemos ejercer sobre un riesgo, en esta acción se acepta que el riesgo puede llegar a producir daños, lo único que se intenta es minimizar los efectos de este sobre los trabajadores.

Otras acciones que también podemos contemplar serán:

Evitar el riesgo. En algunas ocasiones la opción más inteligente es ¡no tomar riesgos!, por ejemplo pueden existir actividades de un proyecto que de presentarse al mismo tiempo son demasiado riesgosas, para retratar lo anterior digamos que acabamos de impregnar de aceite alguna madera para emplearla como cimbra y se tiene que soldar al mismo tiempo. Hay una alta posibilidad de que se provoque un incendio, por lo que, lo mejor sería pedirle al encargado del trabajo de soldadura que espere o que realice parte del trabajo en otra área del proyecto.

De ello concluiremos que el evitar riesgos significará la reubicación, cancelación, demora, reestructuración y de ser necesario el rediseño del proyecto.

Prevención. Su meta es diseñar el proyecto para impedir y reducir los factores que propicien la ocurrencia de riesgo, como ejemplo de actividades de prevención están las inspecciones de seguridad que se implementan durante las operaciones más peligrosas del proyecto.

Dar seguimiento. La gestión de riesgos siempre será más efectiva si esta se monitorea, controla y ajusta conforme a las necesidades del día a día en la obra, para ello se deberá tener un ciclo de revisiones llevadas a cabo de forma mensual o trimestral en donde a partir de breves pláticas y reuniones se definirán el reajuste o la actualización de las medidas a realizar conforme al plan de gestión de riesgos.

Retención de riesgos. Es la decisión de una empresa de asumir la responsabilidad de un riesgo en específico, en lugar de transferir dicho riesgo hacia otra compañía. Las compañías a menudo aceptan riesgos cuando creen que el costo de hacerlo es menor al costo de evitarlos.

Para muchos constructores el tener noción de cómo se están haciendo exactamente las cosas, les presenta una buena estrategia para controlar la situación, esta es la razón por la cual muchos contratistas, arquitectos e ingenieros invierten en comprar plantas de concreto y equipos de soldadura especializadas y nuevas para garantizar un buen funcionamiento.

Esto les da el control sobre la calidad de los materiales, reduciendo así una posible incertidumbre sobre la forma en como estos fueron elaborados, así también les es de gran ayuda para suministrar materiales conforme con los plazos de programación impuestos.

Por último, una vez decidida la acción a realizar entre las diferentes opciones para reducir riesgos, esta pasará a un registro de proceso en donde se señalará al personal especializado las acciones a realizar para su mitigación.

11) Herramientas para la mitigación.

El primer paso en la mitigación de riesgos, será estudiar los posibles daños o mejoras que se derivarán como una consecuencia de las metas expuestas en el plan de gestión de riesgos; por ejemplo si para anticipar y evitar tantas influencias negativas como sean posibles; dentro del plan de gestión de riesgos se dijo que los lineamientos de la seguridad en los trabajos que se realizarían se harían conforme a un parámetro muy estricto de seguridad, entonces el especialista estudiará mediante herramientas conceptuales si dichos alcances y planes resultan ser excesivos o si no lo son, inclusive le servirá para decidir si vale la pena trabajar sobre las estrategias elegidas por la administración para reducir los riesgos, o tal vez valga la pena tomar una nueva estrategia de mitigación.

Existen múltiples herramientas para la mitigación; las cuales en su mayoría se basan en estadística, toma de decisiones y análisis de datos, entre las más conocidas están la simulación estándar, la simulación por el método de Montecarlo y el análisis del árbol de decisión. Veamos a continuación en qué consiste cada una de ellas.

11.1) Simulación.

Una herramienta que conceptualmente puede llegar a representar los datos de la misma forma que la evaluación de impacto potencial es la **simulación**, está a través de la realización de una gráfica muestra al personal de la administración de obra los resultados de los posibles impactos económicos que representaría el acontecimiento de una misma contingencia en diferentes grados de riesgo.

Esta forma fácil y dinámica de presentar cuantificablemente los datos económicos de impacto sintetizan la escala a la que puede llegar a alcanzar un riesgo dentro del proyecto, pensemos en un riesgo de tipo pandémico, tal como la influenza AN1H1 que tuvimos en México en el año 2009, la cual con un par de trabajadores infectados en el sitio de trabajo; este pudo haberse convertido en un foco de infección para gran parte del personal presente en obra. Este virus ejemplifica el potencial de un riesgo, el cual puede presentarse en diferentes escalas de impacto económico para el proyecto, a tal punto de llegar a parar el proyecto de no haberse manejado la contingencia de forma adecuada.

Si tomáramos como ejemplo el caso de la influenza AN1H1 y relacionáramos el número de trabajadores afectados con el tiempo o costo que representaría para la empresa; obtendríamos una relación que mostraría la correspondencia entre el peligro y los posibles costos o daños, de tal forma que si decimos que el 10 % del personal infectado representaría para la empresa el 0.09 del costo total del proyecto, consecutivamente el 20% del personal infectado el 0.096 y así sucesivamente tendríamos un método muy práctico y asequible de entender esta relación.

30% del personal → 0.098 del costo total del proyecto
 40% del personal → 0.10 del costo total del proyecto
 50 % del personal → 0.12 del costo total del proyecto
 60 % del personal → 0.125 del costo total del proyecto
 70 % del personal → 0.133 del costo total del proyecto
 80 % del personal → 0.136 del costo total del proyecto
 90 % del personal → 0.14 del costo total del proyecto

Costo (\$ millones de pesos)

Ejemplo de simulación

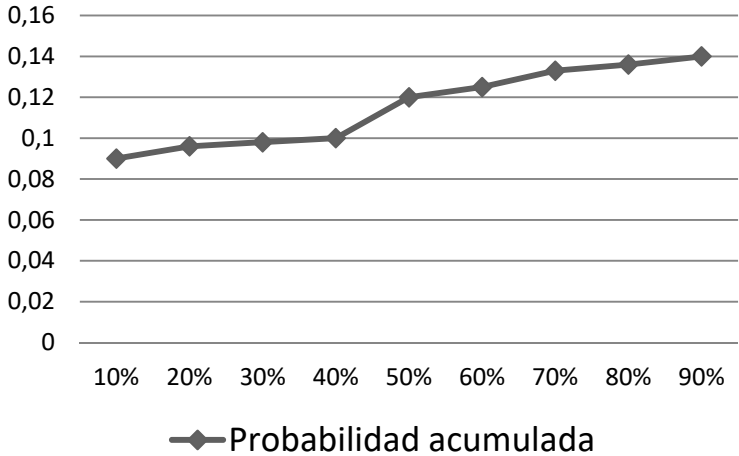
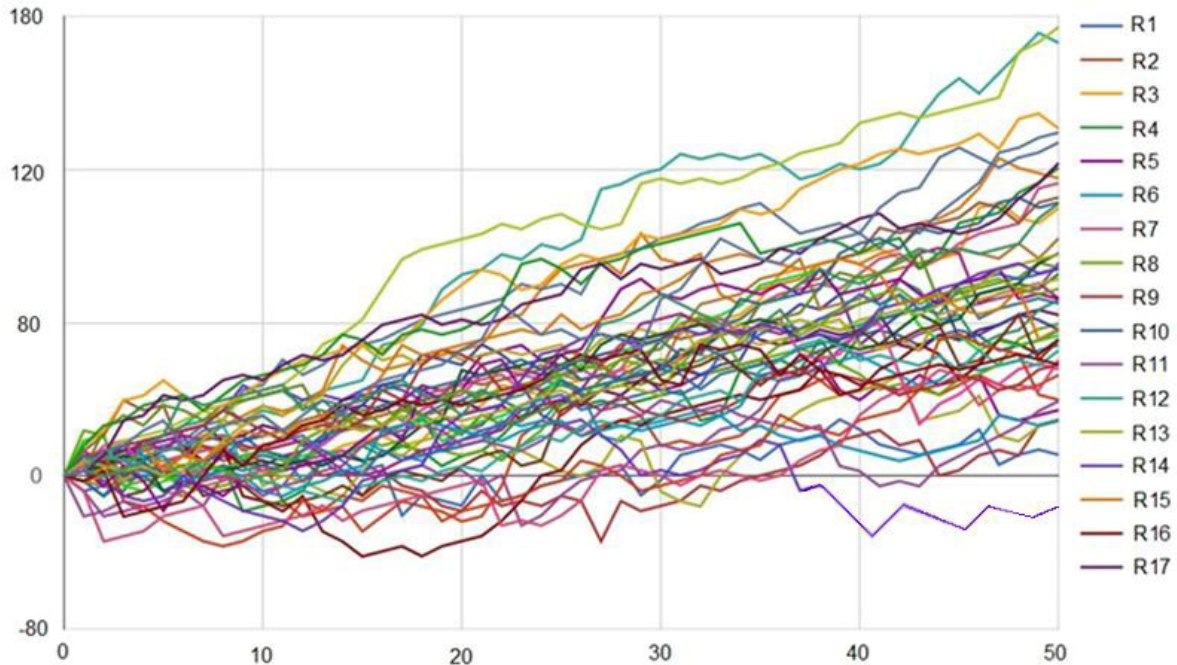


Figura 10.- Ejercicio de simulación para un caso de influenza AN1H1
 Autor: David Andrés Gómez Navas Lozano.

11.2) Simulación matemática empleando el método de Monte Carlo.

Otro método de simulación está dado por el método de Monte Carlo, este es un método mucho más completo de estimación del valor de una cantidad de riesgo desconocida utilizando principios de estadística o empleando el cálculo integral.

Figura 11. Ejemplo de simulación de riesgos en obra por método de Monte Carlo



El método de Monte Carlo generalmente se presenta como una curva de resultados frente a la probabilidad de ocurrencia de un evento, los elementos que se necesitan para llegar hasta este punto son:

- A) Uno o más datos o variables de entrada, en donde algunas de estas vienen acompañadas de su probabilidad de ocurrencia.
- B) Una o más variables de salida.
- C) Un modelo matemático que combina las entradas con las salidas.

La simulación de Monte Carlo es empleada comúnmente por las empresas del ramo de la construcción para desarrollar un modelo de las incertidumbres que generará un riesgo con respecto al costo del proyecto o en términos de tiempo y los efectos de estos en el proyecto.

Para llevar a cabo la simulación de Monte Carlo típicamente se utiliza un método propuesto por la AACE²⁹ en su libro Skills and Knowledge of Cost Engineering, en este se propone un sistema compuesto por etapas tales como:

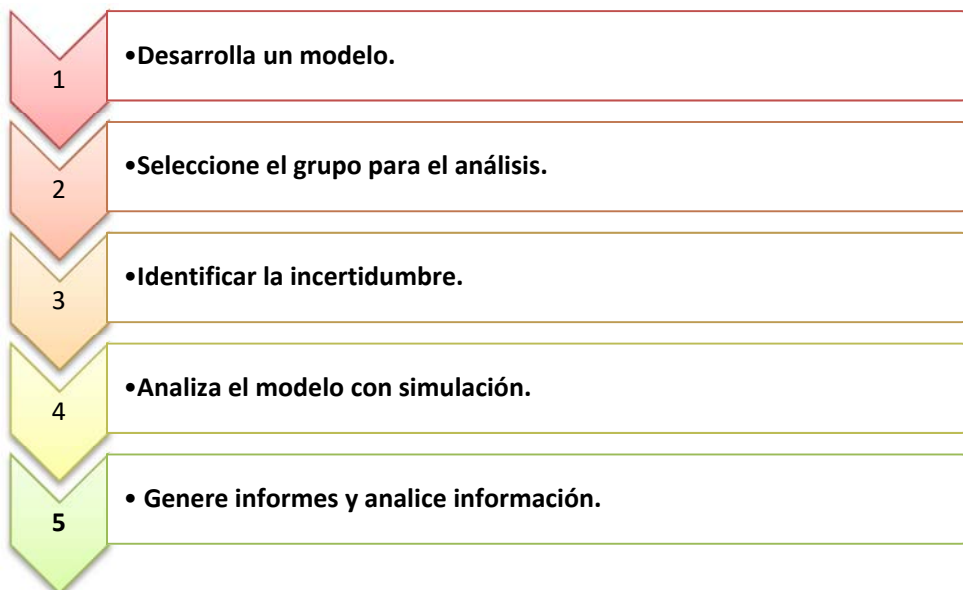


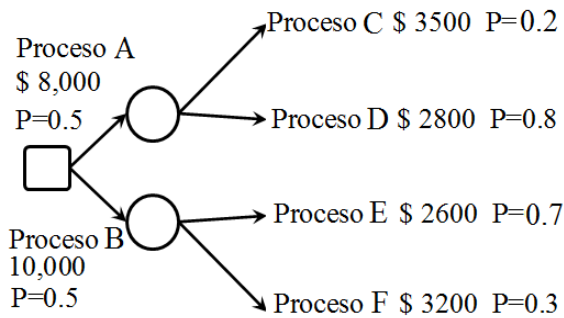
Gráfico 6. Metodología propuesta para la simulación de Monte Carlo
Autor: Skills and Knowledge of Cost Engineering

11.3) Análisis del árbol de decisión.

Los métodos de análisis de decisión son técnicas gráficas y analíticas empleadas para evaluar y comparar todos los eventos (sucesos), probabilidades y los resultados financieros que puedan surgir como resultado de tomar o asumir una decisión u otra entre diferentes opciones de inversión.

²⁹ **AACE:** American Association of Cost Engineering

El análisis del árbol de decisión es un diagrama que al desplegar visualmente los cálculos que deben realizarse nos ayuda a tomar la decisión “más acertada”, al mostrarnos los costos y las consecuencias financieras de tomar ciertas decisiones entre el abanico de posibles opciones mutuamente excluyentes.



P: probabilidad

Rama (→): su función es mostrar los distintos caminos a los que nos puede llevar el tomar una decisión u otra

Figura 12. Ejemplificación de un diagrama por el método de árbol de decisión. **Autor:** David Andrés Gómez Navas Lozano.

Los diagramas de árbol de decisión son fáciles de establecer y calcular, estos se constituyen principalmente por un conjunto de simbologías como los puntos de decisión; los cuales están representados por un cuadrado que indica que una decisión necesita tomarse en ese punto del proceso, así también está el nodo de probabilidad; el cual a través de un círculo nos indica que en ese punto del proceso ocurre un evento aleatorio que nos puede llevar a tomar una decisión u otra dependiendo de los costos que se muestran dentro del diagrama.

Al realizar los cálculos en todos los distintos caminos o rutas de la decisión, se obtienen los costos resultantes de cada una. En donde los valores con mayor o menor costo deberán de ser los que llamen nuestra atención de tal forma que podamos determinar qué acciones nos representarán un ahorro y cuáles serán las más costosas para la empresa.

En el ejemplo anterior, se puede observar el análisis de un proceso que comienza con dos procesos básicos (1 y 2) de los cuales derivan cuatro procesos secundarios (proceso 3 y proceso 4, proceso 5 y proceso 6), en donde la probabilidad de cada uno de los pares de procesos es igual a 1.00

El procedimiento para obtener el valor monetario de cada una de las posibilidades será sumar los valores multiplicado por su probabilidad del proceso básico y de su derivación para cada uno de los casos, obteniendo los siguientes resultados:

$$AC = \$ 8,000 (0.50) + \$ 3,500 (0.20) = \$ 4700$$

$$AD = \$ 8,000 (0.50) + \$ 2,800 (0.80) = \$ 6240$$

$$BE = \$ 10,000 (0.50) + \$ 2,600 (0.70) = \$ 6820$$

$$BF = \$ 10,000 (0.50) + \$ 3,200 (0.30) = \$ 5960$$

Como observamos en el presente ejemplo la primera opción a ser tomada en cuenta es el proceso AC debido a que este es el caso de menor costo.

12) Conclusiones.

A diferencia del pasado en donde no contábamos con los métodos; ni el conocimiento para frenar el surgimiento de los niveles inusuales de riesgo que provocaban algunas tentativas de accidente durante la ejecución de cualquier proyecto, en la actualidad gracias a que existe una mejor gestión de riesgos y una óptima legislación desarrollada por los especialistas de la construcción le podemos dar solución a dichos riesgos.

Gracias a estos nuevos conocimientos de ingeniería y administración, los especialistas contamos con las técnicas, herramientas y tecnología necesarias para asegurar que todo ha sido puesto en servicio para evitar que se presenten dichos peligros y accidentes en la industria de la construcción.

Pero sin importar con cuantas herramientas y conocimiento contemos poco valdrá para evitar que todo esto suceda si no cambiamos nuestra concepción de seguridad de modo que nos preocupemos por realizar un mejor trabajo conforme a todas las leyes y reglas de seguridad, tenemos que dejar atrás nuestra idiosincrasia y todas las ideas erróneas que nos impulsan a ignorar la ley resolviendo de forma incorrecta los accidentes ocurridos durante el proyecto.

Considero también; se debe aumentar la vigilancia por parte de las dependencias del gobierno, hacerlo de manera más escrupulosa de tal modo que todos los proyectos cuenten con las condiciones de seguridad indispensables que impidan que se propicien estos peligros.

Si lo hacemos de la forma correcta, con las técnicas de supervisión aplicadas por un profesional de la construcción, lograremos reducir las consecuencias no deseadas de los posibles riesgos.

Por último es importante resaltar que esta investigación me ha permitido como profesional poder ampliar mis conocimientos respecto de las normativas y técnicas que nos pueden ayudar a controlar los costos del proyecto así como a mantener la integridad de los trabajadores.

Anexo 1

Tablas obtenidas de la Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción- condiciones de seguridad y salud en el trabajo

Tabla 1
Clasificación del tamaño de la obra de construcción

Concepto	Tamaño de la obra		
	Pequeñas	Medianas	Grandes
Superficie por construir o demoler, en metros cuadrados.	Menor de 350	De 350 a 10 000	Mayor de 10 000
Altura de la construcción, en metros.	Menor de 10.5	De 10.5 a 16.5	Mayor a 16.5

Tabla 2
Frecuencias de la ocurrencia de los riesgos

Frecuencia		Definición
Categoría	Denominación	
A	Remota	Que excepcionalmente puede ocurrir.
B	Aislada	Que difícilmente ocurre.
C	Ocasional	Que pocas veces ocurre.
D	Recurrente	Que se repite con periodicidad.
E	Frecuente	Que ocurre con regularidad.

Tabla 3
Severidad del daño

Severidad		Definición
Categoría	Denominación	
I	Menor	Sin daños o con daños que implican incapacidades temporales del trabajador de tres días o menos.
II	Moderada	Puede implicar la incapacidad temporal del trabajador por más de tres días.
III	Crítica	Puede implicar la incapacidad permanente parcial del trabajador.
IV	Fatal	Puede implicar la incapacidad permanente total o el deceso del trabajador.

Tabla 4
Jerarquización del impacto del riesgo

			Severidad del daño			
			I	II	III	IV
			Menor	Moderada	Crítica	Fatal
Frecuencia de ocurrencia del riesgo	E	Frecuente	Medio	Elevado	Grave	Grave
	D	Recurrente	Bajo	Medio	Elevado	Grave
	C	Ocasional	Mínimo	Bajo	Medio	Elevado
	B	Aislada	Mínimo	Mínimo	Bajo	Medio
	A	Remota	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Bajo

Tabla 5
Selección del equipo de protección personal

No.	PUESTO DE TRABAJO 1/	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL																		
		1 (CABEZA)			2 (OJOS Y CARA)					3 (OIDOS)		4 (APARATO RESPIRATORIO)				5 (EXTREMIDADES SUPERIORES)				
		A) CASCO CONTRA IMPACTO	B) CASCO DIELECTRICO	C) CAPUCHAS O MONJAS	A) ANTEOJOS DE PROTECCION	B) GOOGLE	C) PANTALLA FACIAL	D) CARETA PARA SOLDADOR	E) GAFAS PARA SOLDAR	A) TAPONES AUDITIVOS	B) CONCHAS ACUSTICAS	A) RESPIRADOR CONTRA PARTICULAS	B) RESPIRADOR CONTRA GASES Y VAPORES	C) MASCARILLA DESECHABLE	D) EQUIPO DE RESPIRACION AUTONOMO	A) GUANTES CONTRA SUSTANCIAS QUIMICAS	B) GUANTES DIELECTRICOS	C) GUANTES CONTRA TEMPERATURAS EXTREMAS	D) GUANTES	E) MANGAS
1	ALBAÑIL	EB	EE		EB								EE	EE	EE	EE		EE		
2	ALMACENISTA	EB																	EB	
3	BARNIZADOR	EB				EB						EB		EE	EB					
4	CARPINTERO	EB			EB						EB								EB	
5	COLOCADOR DE ACABADOS EN PISOS Y PAREDES	EB			EB				EB		EB				EB					
6	COLOCADOR DE MATERIAL AISLANTE	EB											EE						EB	
7	COLOCADOR DE MOSAICOS Y AZULEJOS	EB					EB		EB		EB				EB					
8	COLOCADOR DE VIDRIOS Y CRISTALES	EB			EB														EB	
9	COLOCADOR DE PRODUCTOS PREFABRICADOS	EB	EE		EB		EE		EB					EE		EE			EB	
10	CONDUCTOR DE CAMION DE CARGA	EB																		
11	CONDUCTOR-OPERADOR DE EQUIPO PESADO	EB																		
12	CONDUCTOR-OPERADOR DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS	EB																		
13	CONDUCTOR-OPERADOR DE VEHICULOS CON GRUA	EB	EE														EE			
14	ELECTRICISTA E INSTALADOR DE LINEAS ELECTRICAS	EB	EB		EB									EE		EB				

No.	PUESTO DE TRABAJO 1/	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL																		
		1 (CABEZA)			2 (OJOS Y CARA)			3 (OIDOS)		4 (APARATO RESPIRATORIO)			5 (EXTREMIDADES SUPERIORES)							
		A) CASCO CONTRA IMPACTO	B) CASCO DIELECTRICO	C) CAPUCHAS O MONJAS	A) ANTELOJOS DE PROTECCION	B) GOOGLE	C) PANTALLA FACIAL	D) CARETA PARA SOLDADOR	E) GAFAS PARA SOLDAR	A) TAPONES AUDITIVOS	B) CONCHAS ACUSTICAS	A) RESPIRADOR CONTRA PARTICULAS	B) RESPIRADOR CONTRA GASES Y VAPORES	C) MASCARILLA DESECHABLE	D) EQUIPO DE RESPIRACION AUTONOMO	A) GUNTES CONTRA SUSTANCIAS QUIMICAS	B) GUNTES DIELECTRICOS	C) GUNTES CONTRA TEMPERATURAS EXTREMAS	D) GUNTES	E) MANGAS
15	FIERRERO	EB	EE	EB	EB					EB						EE		EB		
16	HERRERO-FORJADOR	EB		EB	EB					EB								EB	EB	
17	INSTALADOR DE LINEAS DE TELECOMUNICACION	EB	EE	EB	EB									EE		EE				
18	MECANICO DE EQUIPO PESADO	EB		EB	EB									EE				EB		
19	MECANICO DE INSTRUMENTOS INDUSTRIALES	EB	EE	EB	EB									EE		EE				
20	MECANICO INSTALADOR DE ELEVADORES Y ESCALERAS ELECTRICAS	EB	EE	EB	EB									EE		EE				
21	MECANICO INSTALADOR DE MAQUINARIA INDUSTRIAL	EB	EE	EB	EB									EE		EE		EB		
22	MONTADOR DE ESTRUCTURAS METALICAS	EB	EE	EB	EB									EE		EE		EB		
23	OPERADOR DE EQUIPO DE GRANALLADO (SANDBLASTEO)	EE		EB	EB				EB					EB		EB		EB	EB	
24	PERFORISTA CON PISTOLA DE AIRE	EB			EB					EB								EB		
25	PERSONAL DE LOS SERVICIOS PREVENTIVOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	EB																		EE
26	PERSONAL TECNICO-ADMINISTRATIVO	EE																		
27	PERSONAL DE LIMPIEZA	EB		EB	EB								EB		EB			EB		
28	PINTOR	EB			EB								EB		EE	EB				
29	PLOMERO E INSTALADOR DE TUBERIAS	EB		EB	EB									EE				EB		
30	SOLDADOR CON ARCO ELECTRICO	EB	EB	EB	EB		EB		EB			EB		EE		EB	EB	EB		EB
31	SOLDADOR CON EQUIPO AUTOGENO	EB		EB	EB			EB	EB					EE			EB		EB	EB
32	SUPERVISOR DE OBRA	EB	EE	EB	EB				EB					EE						EE
33	TOPOGRAFO Y CADENERO	EB																		
34	VELADOR, VIGILANTE O GUARDIA DE SEGURIDAD	EB																		
35	YESERO Y ENLUCIDOR	EB		EE	EE								EE							EB

1/ Comprende las diferentes categorías del oficio.

EB.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL BASICO.

EE.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL ESPECIFICO.

Cont...Tabla 5
Selección del equipo de protección personal

No.	PUESTO DE TRABAJO 1/	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL											
		6 (TRONCO)				7 (EXTREMIDADES INFERIORES)					8 (OTROS)		
		A) MANDIL CONTRA ALTAS TEMPERATURAS	B) MANDIL CONTRA SUSTANCIAS QUIMICAS	C) BATA	D) ROPA CONTRA SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS	A) CALZADO CONTRA IMPACTOS	B) CALZADO DIELECTRICO	C) CALZADO CONTRA SUSTANCIAS QUIMICAS	D) POLAINAS	E) BOTAS IMPERMEABLES	A) EQUIPO DE PROTECCION CONTRA CAIDAS DE ALTURA	B) CHALECO REFLEJANTE	C) CINTURON PARA HERRAMIENTAS
1	ALBAÑIL					EB	EE			EE	EE	EB	
2	ALMACENISTA			EB		EB							
3	BARNIZADOR				EE	EB				EE			
4	CARPINTERO					EB				EE	EB	EE	
5	COLOCADOR DE ACABADOS EN PISOS Y PAREDES					EB				EE			
6	COLOCADOR DE MATERIAL AISLANTE					EB				EE	EB		
7	COLOCADOR DE MOSAICOS Y AZULEJOS					EB				EE			
8	COLOCADOR DE VIDRIOS Y CRISTALES					EB				EE		EE	
9	COLOCADOR DE PRODUCTOS PREFABRICADOS					EB	EE			EE		EE	
10	CONDUCTOR DE CAMION DE CARGA					EB					EB		
11	CONDUCTOR- OPERADOR DE EQUIPO PESADO					EB					EB		
12	CONDUCTOR- OPERADOR DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS					EB					EB		
13	CONDUCTOR- OPERADOR DE VEHICULOS CON GRUA					EB	EE				EB		
14	ELECTRICISTA E INSTALADOR DE LINEAS ELECTRICAS					EB	EB			EE	EB	EE	
15	FIERRERO					EB	EE			EE	EB	EE	
16	HERRERO-FORJADOR	EB				EB				EE	EB	EE	
17	INSTALADOR DE LINEAS DE TELECOMUNICACION					EB	EE			EE	EB	EE	
18	MECANICO DE EQUIPO PESADO					EB				EE	EB	EE	
19	MECANICO DE INSTRUMENTOS INDUSTRIALES					EB	EE			EE	EB	EE	
20	MECANICO INSTALADOR DE ELEVADORES Y ESCALERAS ELECTRICAS					EB	EE			EE	EB	EE	
21	MECANICO INSTALADOR DE MAQUINARIA INDUSTRIAL					EB				EE	EB	EE	

No.	PUESTO DE TRABAJO 1/	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL											
		6 (TRONCO)				7 (EXTREMIDADES INFERIORES)					8 (OTROS)		
		A) MANDIL CONTRA ALTAS TEMPERATURAS	B) MANDIL CONTRA SUSTANCIAS QUIMICAS	C) BATA	D) ROPA CONTRA SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS	A) CALZADO CONTRA IMPACTOS	B) CALZADO DIELECTRICO	C) CALZADO CONTRA SUSTANCIAS QUIMICAS	D) POLAINAS	E) BOTAS IMPERMEABLES	A) EQUIPO DE PROTECCION CONTRA CAIDAS DE ALTURA	B) CHALECO REFLEJANTE	C) CINTURON PARA HERRAMIENTAS
26	PERSONAL TECNICO-ADMINISTRATIVO					EB							
27	PERSONAL DE LIMPIEZA					EB		EE			EE	EB	
28	PINTOR				EE	EB		EE			EE	EB	
29	PLOMERO E INSTALADOR DE TUBERIAS					EB					EE	EB	EE
30	SOLDADOR CON ARCO ELECTRICO	EB				EB	EB		EB		EE	EB	
31	SOLDADOR CON EQUIPO AUTOGENO	EB				EB			EB		EE	EB	
32	SUPERVISOR DE OBRA					EB					EE	EB	
33	TOPOGRAFO Y CADENERO					EB						EB	
34	VELADOR, VIGILANTE O GUARDIA DE SEGURIDAD					EB							
35	YESERO Y ENLUCIDOR					EB					EE		

1/ Comprende las diferentes categorias del oficio.

EB.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL BASICO.

EE.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL ESPECIFICO.

► GLOSARIO DE TÉRMINOS.

■ **Alcances.** Hace referencia a las necesidades que el diseño del proyecto requiere para que el resultado final conseguido sea el óptimo.

■ **Análisis de riesgos.** Es la cuantificación del efecto de todos los riesgos dentro un proyecto. Usualmente el análisis se hace mediante diferentes métodos (cualitativo, modelos de riesgo, modelos probabilísticos) que ayudan a identificar los riesgos, cuantificar la probabilidad de ocurrencia de cada uno y la severidad potencial del impacto.

■ **Asignación de riesgo.** Una disposición hecha en la valoración de un contrato u otra transacción contra los riesgos que son inherentes a la actividad pero que no se pueden predecir con precisión, como el impacto del mal tiempo en un contrato de construcción.

■ **Amenazas.** Son los eventos que podrían afectar adversamente los resultados.

● **Calidad.** Es un proceso administrativo que busca cubrir todos los aspectos del proyecto, procurando igualar e incluso superar las especificaciones constructivas y estéticas. Para asegurar la calidad se utilizan distintos métodos, los cuales permiten monitorear y controlar los procesos productivos y la estandarización de materiales de construcción, la implementación de procesos de calidad, incluye una variedad de acciones y herramientas, tales como inspecciones, listas de verificación, pruebas de laboratorio y de campo, etc.

■ **Contingencia o fondo de riesgo.** Cantidad de recursos, que pueden ser en dinero o tiempo, que se suma al costo estimado, con la finalidad de alcanzar un nivel de confianza específico, ante las incertidumbres. Usualmente la contingencia se deriva de la experiencia de los encargados de la seguridad en el proyecto y de la evaluación de los factores de riesgo del proyecto.

■ **Contingencia permitida.** Cantidad aprobada y específica de recursos, incluida en la estimación que se empleará para pagar por cualquier imprevisto de la construcción.

■ **Costo de obra.** Tiene como función predecir y controlar lo que costará el proyecto de construcción. Estos costos se establecen por medio de una estimación que cuantifica los gastos en materiales, mano de obra y equipos.

■ **De fuerza mayor.** Se entiende como un acontecimiento extraordinario o inesperado, como un desastre natural, una guerra o un hecho violento que impide la realización de una obra o acción previamente acordada mediante un acuerdo legal.

■ **Evento.** Cualquier situación incierta que se deriva de una acción identificable o específica, como pueden ser los accidentes que se derivan de un acto de la naturaleza o una situación no considerada que provoca un accidente ocurrida dentro del área laboral del proyecto.

■ **Evaluación de riesgos.** Es considerada como la primera fase de la gestión de riesgos y su labor consiste en la identificación de riesgos o incertidumbres que pueden afectar la salud y la seguridad de un proyecto.

■ **Escenario.** Descripción de un panorama en donde suceden una serie de eventos específicos y sus probables consecuencias.

■ **Estimación de costos.** Es el proceso de proyectar y determinar con la mayor precisión posible todos los costos de la mano de obra, las cantidades requeridas de los materiales y equipo para un proyecto de construcción.

■ **Fuentes de riesgo.** Condiciones peligrosas que pueden afectar el resultado de un proyecto.

■ **Gestión de riesgos.** Procedimiento de la administración diseñado para prevenir la aparición de riesgos potenciales que podrían ocasionar pérdidas en el proceso de construcción.

■ **Gestión de recursos humanos.** Proceso de selección, capacitación y supervisión del personal requerido para realizar los distintos trabajos dentro del proyecto.

■ **Incertidumbre.** Se define como la ausencia de seguridad o de certeza sobre la presencia de algún suceso, esto incluye tanto impactos positivos como negativos.

■ **Informe del suelo.** Informe basado en pruebas y análisis de laboratorio, realizados para determinar la composición del material y las capacidades estructurales de los suelos en el área del proyecto.

■ **Ingeniería de costos.** Es la aplicación de principios y técnicas científicas a problemas y actividades de estimación, contabilidad de costos, desarrollo de bases de costos, control de costos, planificación programación y gestión de proyectos.

■ **Nivel de confianza.** Probabilidad de que los resultados (en materia de calidad, cantidad estimada o seguridad) que se obtengan sean iguales o más favorables a los esperados.

■ **Oportunidades.** Son sucesos o eventos inciertos que podrían mejorar las probabilidades de que ocurran resultados óptimos o deseados ante posibles riesgos, amenazas o incertidumbres.

■ **Probabilidad.** Medida encargada de medir la posibilidad de que ocurra o se presente un evento, por lo común para cuantificarla se establece una escala que va de 0 a 100%.

■ **Probabilidad de riesgo.** Se entiende como la evaluación de las necesidades de seguridad de un proyecto, en relación con factores tales como el entorno, la propensión al riesgo y el historial de incidencia.

■ **Programa de seguridad.** Conjunto de procedimientos, directrices, políticas, y estándares de seguridad de una empresa, los cuales proporcionan un itinerario para garantizar los controles y prácticas de la administración de seguridad.

■ **Plan de gestión de riesgos.** Se le considera como la tercera fase de la gestión de riesgos, el plan incluye pasos a realizar con el objetivo de monitorear y mitigar los riesgos.

- **Planificación y programación del proyecto.** Proyección de los planes y cronogramas del proyecto, incluye el monitoreo y la actualización de los cronogramas del proyecto conforme el cumplimiento de las tareas desarrolladas.

- **Rango.** Es el contraste entre los valores mínimos y máximos en un conjunto de valores, el cual es obtenido al restar el valor más bajo del más alto.

- **Riesgo.** Hace referencia a las amenazas y a las incertidumbres de toda clase, capaces de impactar negativamente la salud y el bienestar de las personas que construyen el proyecto.

- **Seguridad del proyecto.** Proceso encargado de identificar, controlar, garantizar y establecer de forma proactiva prácticas y normativas que propician condiciones adecuadas de trabajo para el cuidado de los obreros o usuarios ante la posibilidad de ocurrencia de caídas, accidentes, lesiones y muerte.

- **Valor de riesgo.** El valor estimado de un riesgo conocido o identificado.

► **Bibliografía.**

- “RSMeans Illustrated Construction Dictionary”. Editorial: John Wiley & sons Inc. Estados Unidos de América. Año 2012.
- Kurtz Jean-Paul. “Dictionary of Civil Engineering, Editorial: Kluwer Academic Publishers”. Estados Unidos de América. Año: 2004.
- LLP Fenwick Elliott. “Dictionary of Construction Terms”. Editorial: Informa law. Reino Unido. Año: 2014
- J. Jackson Barbara. “Construction Management JumpStart”, Editorial: Wiley Publishing. Estados Unidos de América. Año: 2010
- Brook Martin. “Estimating and tendering for construction work”. Editorial: ELSEVIER. Gran Bretaña. Año: 2003.
- A. Robb Louis. “Diccionario para ingenieros”, Editorial: Grupo Patria Cultural. México. Año: 1997.
- J. Del PiCo Wayne, Wiley. “Estimating Building Costs for the Residential & Light Commercial Construction Professional”, Editorial: RS MEANS. Estados Unidos de América. Año: 2012.
- J. Pratt David. “Estimating for residential construction”, Editorial: Cengage Learning. Estados Unidos de América. Año: 2012.
- J. Amos Scott. “Skills & Knowledge of Cost Engineering”. Editorial: AACE International. Estados Unidos de América. Año: 2007.
- M. Popescu Calin, et.al. “Estimating Building Costs”. Editorial: Marcel Dekker. Estados Unidos de América. Año: 2003.

- Kirkham Richard. "Ferry and Brandon's Cost Planning of Buildings". Editorial: Wiley. Reino Unido. Año: 2015.
- D. Reese Charles. "Accident/Incident Prevention Techniques", Editorial: CRC Press. Estados Unidos de América. Año:2017.
- J. W Bull. "ICE Manual of Structural Design Buildings" Editorial: ICE Publishing. Reino Unido. Año: 2012.
- Yates J. K. "Productivity Improvement for Construction and Engineering, Implementing Programs That Save Money and Time". Editorial: ASCE press. Estados Unidos de América. Año: 2014.