

Pautas Generales de Gerencia de Riesgos para la Gestión del Sistema de Detección de Incendios en el Centro Empresarial Metropolitano P.H.

General Guidelines of Risk Management for the guidance of fire detection system in the Metropolitan Business Center Horizontal Property

Oscar Alejandro, Ladino Alvarado
Ing. Industrial, Coordinador Edificios, Aceis Bogotá S.A.,
Bogotá, Colombia, coordinadorcem@aceisbogota.com.co

RESUMEN

En el presente ensayo se exponen los principales aspectos de la gerencia de riesgos bajo la metodología propuesta por el Project Management Institute PMI y su incidencia en la administración del sistema automático de detección de incendios que opera en un conjunto de edificios de uso comercial denominado Centro Empresarial Metropolitano P.H.

Este sistema actualmente demanda una actualización tecnológica, debido a que, lleva en operación 15 años aproximadamente, situación que al ser analizada desde la perspectiva de la gerencia de proyectos, en especial, desde la óptica de la gerencia de riesgos, aporta información de uso relevante para adelantar un proyecto de estas características en edificaciones habitadas, situación que incrementa los niveles de riesgo tanto del proyecto como de sus beneficiarios.

Por lo tanto, la gerencia de riesgos facilita la identificación y gestión de las diferentes circunstancias adversas involucradas en la realización de este ensayo, involucrando a las partes interesadas en el mismo como los son sus copropietarios y ocupantes, permitiendo estimar con mayor precisión los recursos necesarios para desarrollarlo.

Palabras clave: detección, incendio, gerencia, riesgo, proyecto, proceso, modernización.

ABSTRACT

In this essay the main aspects of risk management under the methodology proposed by the Project Management Institute PMI and its impact on the administration of automatic fire detection operates on a set of commercial buildings called Metropolitan Business Center H.P.

This system currently demand a technological upgrade, because that has been in operation about 15 years and are being analyzed from the perspective of project management, especially from the perspective of risk management , provides information relevant use to advance a project of this nature in inhabited buildings , a situation that increases the risk levels for project and beneficiaries.

Therefore, risk management facilitates the identification and guidance of the various adverse circumstances involved in conducting this essay, involving stakeholders as their owners and occupants, allowing more accurately estimate the resources to develop it.

Key words: Detection, fire, management, risk, project, process, modernization.

INTRODUCCIÓN

En muchos edificios en las ciudades de Colombia no se cumple con las normas orientadas a la detección y extinción de incendios, lo cual genera catástrofes y siniestros que producen pérdidas humanas, daños materiales y al medio ambiente. En el caso particular que se analiza, si bien se cuenta con los sistemas para detectar y extinguir incendios, se hace necesario realizar la modernización del sistema de detección.

“Dichos sistemas tienen como propósito principal indicar y advertir las condiciones anormales, convocar el auxilio adecuado para reforzar la protección de la vida humana” (NFPA 101, 2000, p. 105), para lo cual se ha determinado brindar las pautas generales para llevar a cabo un análisis de gestión de riesgos desde su planificación hasta su monitoreo y control.

Dado que, dentro de la metodología propuesta por el Project Management Institute para la gestión de riesgos, es importante contar con información previa para desarrollar el análisis de estos, como son las actividades, el cronograma y el presupuesto, aspectos que se desarrollan a lo largo del ensayo.

Por lo anterior, es necesario realizar la estructura de desglose de trabajo EDT del proyecto, en donde se estima las actividades gerenciales que se deben desarrollar para obtener el sistema modernizado, analizar las etapas que conforman la gestión de riesgos y finalmente determinar la planificación de la respuesta frente a estos junto con su monitoreo y control.

En la ciudad de Bogotá se encuentra el Conjunto Mixto Centro Empresarial Metropolitano P.H., la actividad principal del conjunto es comercial, en este funcionan oficinas de empresas del sector bancario y asegurador. Este fue construido desde el año 1994 hasta el año 1996, el conjunto requiere modernizar su sistema actual de detección de incendios en virtud a que forma parte del conjunto de herramientas exigidas por el gobierno y con las que cuentan las edificaciones para prevenir siniestros y minimizar el riesgo por incendios.

La infraestructura del sistema de detección de incendios ha cumplido con su tiempo de vida útil, los paneles de control no cuentan con repuestos de fábrica, falta uniformidad en el sistema de accesorios de evacuación como las sirenas-estrobo. “Los medios de evacuación de toda edificación deben estar provistos de las instalaciones indispensables para que haya luces de emergencia” (acuerdo 20, 1995). El cable y las tuberías que componen sus redes deben ajustarse a las

normas técnicas vigentes y es necesario actualizar el software de administración total del sistema.

En el evento en el que el sistema de detección de incendios deje de operar por alguna de las circunstancias expuestas, se estará incumpliendo con los requisitos legales que rigen la materia. La norma NSR 10 (2010) refiere que luego de la instalación de equipos para detección de incendios estos sistemas deben mantenerse periódicamente para garantizar su operación permanente.

Así mismo el Consejo de Bogotá desde el año 2010 adelanta el proyecto de acuerdo 056 para adoptar las normas NFPA 1 código uniforme de incendios y NFPA 101 código de seguridad humana, lo cual se traduce en mayores niveles de exigencia en la materia para las edificaciones en Bogotá.

El conjunto al ser de uso comercial de servicios se encuentra clasificado como una edificación cuya situación de riesgo es baja. “En este contexto se catalogan las edificaciones donde la cantidad y combustibilidad de los materiales son tales que sólo deben esperarse incendios de tamaño pequeño, que emitan cantidades relativamente bajas de calor” (acuerdo 20, 1995).

“Una definición matemática de riesgo es el producto de un suceso con una probabilidad de ocurrencia P y un daño o severidad S ” (Alonso, 2005, p. 33). Al considerar que el conjunto tiene un valor asegurado en la cobertura de incendio por ciento sesenta y dos mil millones de pesos cuya prima anual es superior a los trescientos treinta millones de pesos, se hace indispensable contar con un sistema de detección de incendios en óptimas condiciones de operación, no sólo para minimizar las pérdidas del patrimonio asegurado sino para garantizar la protección de dos mil personas que diariamente se encuentran en el conjunto.

Para realizar el análisis de gestión de riesgos es necesario estimar las actividades que se deben desarrollar para obtener el sistema de detección de incendios modernizado y sobre este plan de trabajo adelantar la identificación y análisis en mención. “Un proceso de gestión de riesgos es fundamental para el éxito del proyecto y debe ser incluido en cualquier plan de proyecto, independientemente de su tamaño o complejidad” (Saladi, 2011, p. 163).

Las labores generales a ejecutar son la selección el proveedor, los equipos y redes cuyas características técnicas mínimas cumplan con los requisitos legales vigentes o sean superiores a estas, así mismo las condiciones de durabilidad y servicio postventa sean superiores a las del sistema existente; y la modernización del sistema de detección de incendios sin afectar las operaciones de las compañías ocupantes, por pisos, sin dejar de monitorear los demás sectores que componen el conjunto, definiendo un plan de emergencia específico para el área que se esté interviniendo que no será monitoreada durante los trabajos.

La selección del proveedor, equipos y redes se realizará bajo proceso de invitación privada diseñado por el conjunto dentro de sus políticas de gestión agotando sus etapas principales: Pliego de condiciones, recepción de ofertas, evaluación, selección, celebración y perfeccionamiento del contrato.

Se tendrán en cuenta los documentos y las lecciones aprendidas en el último proyecto realizado referente a la ampliación del sistema de detección de incendios de los locales comerciales del costado sur del conjunto año 2012. “Las lecciones aprendidas son activos de los procesos de organización que influyen para crear la estructura de desglose de trabajo EDT” (PMI, 2008, p. 106).

Por lo presentado anteriormente es que se necesita brindar las pautas para realizar el análisis de gestión de riesgos para la actualización del sistema de detección de incendios del Conjunto Mixto Centro Empresarial Metropolitano P.H. que permita la optimización de paneles de control, dispositivos, redes y software de integración EBI por sus siglas en inglés *Enterprise Building Integrator*, que consiste en una plataforma que facilita la administración y operación total del sistema.

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto. (PMI, 2008, p. 234).

1. ELABORACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL DESGLOSE DE TRABAJO EDT DEL PROYECTO

Para brindar las pautas de desarrollo del análisis de gestión de riesgos, se seguirán los procesos propuestos por el Project Management Institute en su Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK cuarta edición, capítulo 11 Gestión de los Riesgos del Proyecto. Con estas orientaciones la copropiedad y sus interesados podrán desarrollar este plan, dado que es estrictamente necesario involucrar a las partes relacionadas con el proyecto.

En la tabla 1 se ha establecido la lista de actividades esenciales para recopilar la información necesaria del sistema de detección de incendios que permita desarrollar el proceso de selección del proveedor con la información técnica precisa que garantice la recepción de ofertas acordes con las necesidades reales del conjunto.

Sobre estas actividades se pueden realizar aproximaciones iniciales acerca de las posibles amenazas u oportunidades, es decir, riesgos positivos y negativos relacionados con la modernización del sistema.

Tabla 1: Lista de actividades y precedencia para el plan de trabajo del proyecto de modernización del sistema de detección de incendios

Item	Nombre	Descripción	Precedencia
A	Estimación de cantidades.	Levantamiento de cantidades de equipos, cableado y tubería con sus ubicaciones y rutas respectivamente.	-
B	Elaboración de planos.	Levantamiento de los planos con rutas de cableado y ubicación de dispositivos en todo el conjunto.	-
C	Elaboración de horarios.	Identificar los horarios para el desarrollo de los trabajos y determinar el orden de la áreas a intervenir.	-
D	Secuenciar actividades de instalación.	Secuenciar actividades de desinstalación de sistema existente para instalación de tubería, cable y equipos nuevos.	C,B,A
E	Elaboración del pliego de condiciones.	Elaborar el documento que contiene el diseño, el proceso logístico y las demás condiciones para presentar oferta.	D,C,B,A
F	Determinar las empresas a invitar.	Búsqueda de compañías en el mercado que puedan desarrollar el proyecto.	-
G	Desarrollo de Invitación Privada.	Desarrollar las etapas del proceso para recibir ofertas.	F,E
H	Evaluación de propuestas y selección de proveedor.	Realizar cuadros comparativos y aclarar observaciones que se detecten.	G,F,E
I	Celebración y perfeccionamiento del contrato.	Elaborar minuta del contrato, recepción de pólizas del proveedor y giro de anticipo.	H

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta el alcance del proyecto, los requisitos y las políticas del conjunto así como las lecciones aprendidas del último proyecto realizado en relación con el sistema, se ha diseñado la estructura de desglose del trabajo y se presenta en la figura 1.

En esta EDT, se identificaron tres entregables que permiten alcanzar el inicio de la modernización del sistema de detección de incendios, se debe elaborar el diseño del nuevo sistema, establecer el proceso logístico para hacer el desarrollo de la modernización al interior del conjunto para minimizar el impacto en las operaciones de las compañías ocupantes.

Tanto el diseño como el proceso logístico se consideran entregables fundamentales para conformar la información técnica que complementa el pliego de condiciones, documento base para el desarrollo del proceso de selección del proveedor a través de invitación privada, lo cual se convierte en el tercer entregable del proyecto, que junto con este ensayo permiten iniciar con la ejecución del mismo.

“La estructura de desglose de trabajo ha sido basada en los entregables principales como primer nivel de descomposición” (PMI, 2008, p. 104). Surge de la lista de actividades y precedencia presentada en la tabla 1 y se convierte en información de entrada para el análisis de riesgos del proyecto. Se ha estimado que previo al inicio

del proyecto el proveedor seleccionado realizará la EDT adecuada para la realización de la modernización del sistema. El PMI (2008) refiere que para los trabajos mediante contrato, el proveedor realizará la EDT correspondiente.

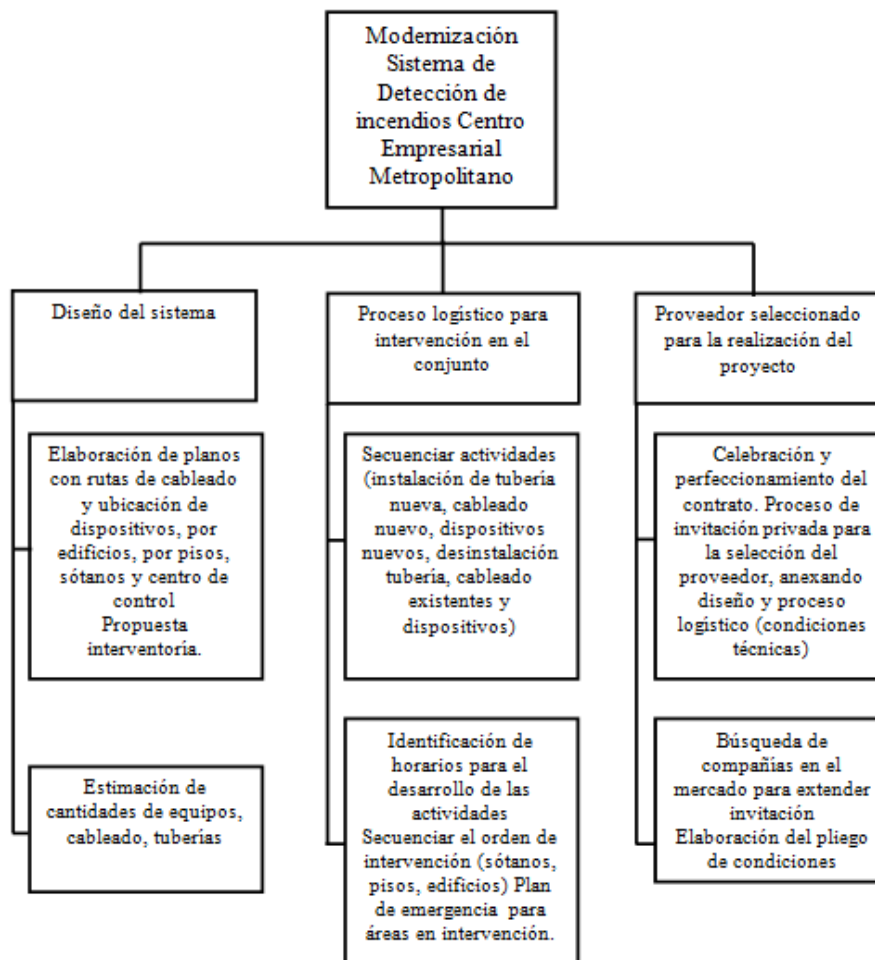


Figura 1: EDT del proyecto de modernización del sistema de incendios del conjunto

Fuente: Elaboración Propia

2. ANÁLISIS DE PROCESOS Y ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

A continuación se presentan las etapas que conforman el proceso de Gestión de Riesgos contemplado bajo la metodología del Project Management Institute junto con una breve definición, los cuales permiten desarrollar el análisis, estos pasos requieren una información de entrada, proponen herramientas, técnicas y como resultado se obtiene información de salida:

Planificar la Gestión de Riesgos: Consiste en realizar las actividades de gestión de los riesgos para un proyecto.

Identificar los Riesgos: Es determinar los riesgos que pueden afectar el proyecto y se documentan sus características.

Análisis Cualitativo de Riesgos: Priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores.

Análisis Cuantitativo de Riesgos: Analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.

Planificar la Respuesta a los Riesgos: Generar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Monitorear y Controlar los Riesgos: Implementar planes de respuesta a los riesgos, se rastrean, se monitorean los riesgos residuales, se identifican nuevos y se evalúa la efectividad del proceso.

Estos procesos de gestión de riesgos se encuentran definidos de forma específica en el PMBOK *Project Management Body of Knowledge*, más conocido en español como Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, este documento es enfático en recomendar que no debe ser tomado como un manual para ser ejecutado de manera rigurosa, todo lo contrario, es considerado como su nombre lo indica, una guía que reúne las mejores prácticas en materia de gestión de proyectos y por lo tanto es un recurso orientador, en donde los usuarios adoptan las herramientas de acuerdo con la realidad de su proyecto, la compañía y el entorno.

Es importante establecer que la gestión de riesgos debe maximizar la probabilidad e impacto de eventos positivos y minimizar esto mismo con las situaciones negativas.

De acuerdo con lo anterior, los elementos de entrada que se requieren para llevar a cabo la primera etapa, que consiste en la planificación de la gestión de los riesgos del proyecto de modernización de incendios, en el Centro Empresarial Metropolitano, por su naturaleza y entorno, son:

Los tres entregables representados en la estructura de desglose de trabajo EDT, las políticas organizacionales de gestión del riesgo establecidas por el conjunto, las cuales hacen referencia al plan de emergencia de la copropiedad, donde se encuentran establecidos los roles y responsabilidades de quienes lo conforman.

Para el caso en cuestión son miembros delegados de las compañías del sector bancario y asegurador que ocupan el conjunto, así como el administrador de la copropiedad, quien tiene bajo su responsabilidad liderar el proyecto de modernización, dado que este sistema se encuentra bajo su operación y monitoreo, además del contratista seleccionado para desarrollar los trabajos, quien se encargará del suministro e instalación de las redes y equipos.

Debido a que dicho proveedor será seleccionado a través de un proceso de invitación privada y el proceso de gestión del riesgo debe desarrollarse previo al entregable en mención, con el fin de presupuestar los recursos necesarios para poder cubrir los costos generados por esta actividad, se recomienda que la copropiedad cuente con un asesor que acompañe la consolidación del plan de riesgos.

Como herramientas y técnicas el PMBOK sugiere que a través de reuniones de planeación y análisis, se desarrolle la etapa de planificación de la gestión de riesgos. Para el proyecto en particular, estos encuentros deben permitir que los

involucrados puedan exponer sus necesidades particulares, es decir, las condiciones de operación de cada una de las compañías que representan.

Producto de esta etapa surge el plan de gestión de riesgos, de manera que se pueda identificar sus miembros y metodología de trabajo, en otras palabras describe la forma como se estructura y se realiza este plan en el proyecto. Incluye los roles y responsabilidades, el presupuesto y el calendario o frecuencia del proceso de gestión de riesgos durante la realización del proyecto.

Dicho lo anterior, el proceso pasa a la segunda etapa, denominada Identificación de Riesgos, aquí se determinan estos y se documentan sus características. Así como en el primer paso, se requiere como entradas: el plan de gestión de riesgos, los tres entregables reflejados en la EDT, información histórica de las experiencias positivas y negativas vivenciadas en la implementación de proyectos realizados anteriormente, similares al actual, como ampliaciones de cobertura del sistema hacia áreas no protegidas por este.

Si bien la metodología sugiere otros elementos como información de entrada, cabe destacar que las estimaciones de costo y duración de las actividades, se consideran como las más importantes para tener en cuenta durante la etapa de identificación de riesgos. “Las revisiones de la estimación de los costos de las actividades son útiles para identificar los riesgos, ya que proporcionan una evaluación cuantitativa del costo probable para completar las actividades del cronograma” (PMI, 2008, 243).

Por lo tanto se propone el cronograma del proyecto lo cual ha requerido que se desagreguen las actividades que soportan los entregables de la EDT y se identifiquen las secuencias de estas para conformar el plan de trabajo del proyecto de modernización del sistema de detección de incendios. Bajo la metodología de revisión y evaluación de programas PERT se estimaron los tiempos óptimos t_o , pesimistas t_p y esperados de duración de las actividades, los cuales están dados en semanas, presentados en la tabla 2. El cálculo del tiempo estimado está dado por la fórmula 1:

$$\text{Fórmula 1. } t_e = (t_o + 4t_m + t_p) / 6$$

“En donde t_o está basado en el mejor escenario de tiempo para la actividad, t_p en el peor escenario y t_m es la duración más probable en función de los recursos asignados, productividad y expectativas realistas” (PMI, 2008, p. 133).

Tabla 2: Estimación del tiempo requerido para el desarrollo del proyecto de modernización del sistema contra incendios

Item	Nombre	Descripción	to	tp	tmp	tesperado	σ^2	\bar{O}	Precedencia
A	Estimación de cantidades.	Levantamiento de cantidades de equipos, cableado y tubería con sus ubicaciones y rutas respectivamente.	2	4	2,5	2,67	0,11	0,33	-
B	Elaboración de planos.	Levantamiento de los planos con rutas de cableado y ubicación de dispositivos en todo el conjunto.	2	4	2,5	2,67	0,11	0,33	-
C	Elaboración de horarios.	Identificar los horarios para el desarrollo de los trabajos y determinar el orden de la áreas a intervenir.	3	5	3,5	3,67	0,11	0,33	-
D	Secuenciar actividades de instalación.	Secuenciar actividades de desinstalación de sistema existente para instalación de tubería, cable y equipos nuevos.	2	4	2,5	2,67	0,11	0,33	C,B,A
E	Elaboración del pliego de condiciones.	Elaborar el documento que contiene el diseño, el proceso logístico y las demás condiciones para presentar oferta.	1	2	1	1,17	0,03	0,17	D,C,B,A
F	Determinar las empresas a invitar.	Búsqueda de compañías en el mercado que puedan desarrollar el proyecto.	1	3	2	2,00	0,11	0,33	-
G	Desarrollo de Invitación Privada.	Desarrollar las etapas del proceso para recibir ofertas.	4	6	5	5,00	0,11	0,33	F,E
H	Evaluación de propuestas y selección de proveedor.	Realizar cuadros comparativos y aclarar observaciones que se detecten.	3	5	4	4,00	0,11	0,33	G,F,E
I	Celebración y perfeccionamiento del contrato.	Elaborar minuta del contrato, recepción de pólizas del proveedor y giro de anticipo.	2	4	3	3,00	0,11	0,33	H

Fuente: Elaboración Propia

La figura 2 presenta el grafo para el desarrollo del plan de trabajo, a través del cálculo de la red se ha estimado que se requiere de 19,5 semanas para desarrollar las actividades necesarias para dar inicio a la modernización del sistema de detección de incendios del conjunto, se estableció la fecha de iniciación más próxima para las actividades de acuerdo con los tiempos esperados obtenidos. El grafo muestra que la ruta crítica es C, D, E, F, G, H, I.

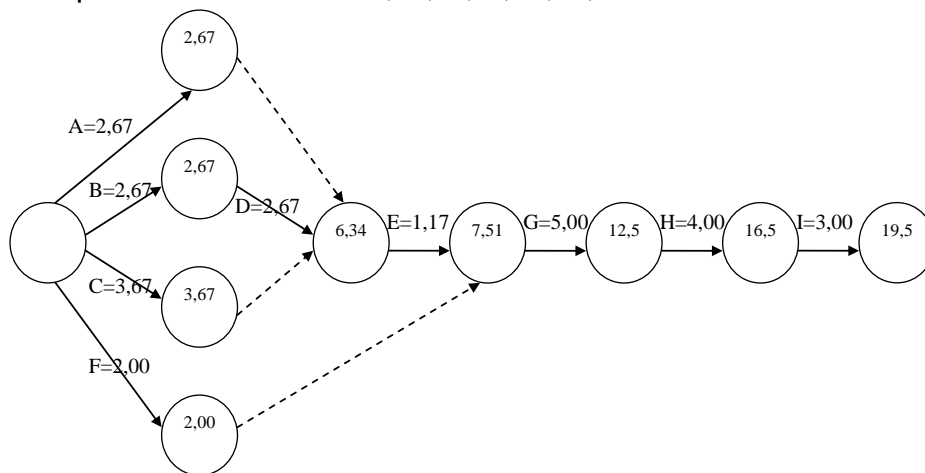


Figura 2: Grafo para el desarrollo del proyecto de modernización del sistema contra incendios.

Continuando con los cálculos de la red se identificaron los tiempos de holgura totales y libres. “La holgura total es el tiempo que puede moverse una actividad sin cambiar la duración del proyecto y holgura libre es el tiempo que permite desplazar una actividad sin afectar la fecha de iniciación más próximas de las actividades que siguen” (Arboleda, 2003). La tabla 3 indica que el cronograma estima holguras únicamente para las actividades A, B y F del plan de trabajo.

Tabla 3: Tabla de holguras

Item	Actividades	CANT SEM	Fecha de iniciación		Fecha de terminación		Fecha Opj	ht	hl
			Próxima ip	Remota ip	Próxima tp	Remota tr			
A	Estimación de cantidades.	2,67	0,00	0,00	2,67	3,67	2,67	1,00	0,00
B	Elaboración de planos.	2,67	0,00	0,00	2,67	3,67	2,67	1,00	0,00
C	Elaboración de horarios.	3,67	0,00	0,00	3,67	3,67	3,67	0,00	0,00
D	Secuenciar actividades de instalación.	2,67	3,67	6,34	6,34	6,34	6,34	0,00	0,00
E	Elaboración del pliego de condiciones.	1,17	6,34	6,34	7,51	7,51	7,51	0,00	0,00
F	Determinar las empresas a invitar.	2,00	0,00	5,51	2,00	5,51	7,51	3,51	5,51
G	Desarrollo de Invitación Privada.	5,00	7,51	7,51	12,50	12,50	12,50	0,00	0,00
H	Evaluación de propuestas y selección de proveedor.	4,00	12,50	12,50	16,50	16,50	16,50	0,00	0,00
I	Celebración y perfeccionamiento del contrato.	3,00	16,50	16,50	19,50	19,50	19,50	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Los tiempos de holgura pueden ser considerados como oportunidades en el análisis de riesgos.

La tabla 4 presenta el diagrama de barras elaborado con los resultados de la red en donde se aprecia de manera gráfica el plan de trabajo desarrollado, la longitud de cada barra representa la duración en el tiempo de cada actividad que para este caso se encuentra estimado en semanas. Así mismo permite identificar cuáles son las actividades que corresponden a cada uno de los entregables de la EDT del plan de trabajo para el proyecto de modernización del sistema de detección de incendios del conjunto.

Tabla 4: Cronograma para el desarrollo del plan de trabajo del proyecto de modernización del sistema

Item	Actividades	CANT SEM	SEMANAS																			
			S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	S 18	S 19	S 20
1.	Diseño del sistema																					
A	Estimación de cantidades.	2,67																				
B	Elaboración de planos.	2,67																				
2.	Proceso logístico																					
C	Elaboración de horarios.	3,67																				
D	Secuenciar actividades de instalación.	2,67																				
3.	Proveedor seleccionado																					
E	Elaboración del pliego de condiciones.	1,17																				
F	Determinar las empresas a invitar.	2,00																				
G	Desarrollo de Invitación Privada.	5,00																				
H	Evaluación de propuestas y selección de proveedor.	4,00																				
I	perfeccionamiento del contrato.	3,00																				

Fuente: Elaboración propia

Continuando con la primera etapa del proceso de análisis de riesgos, como herramientas y técnicas se recomienda realizar revisiones de documentación tanto del proyecto, como de contratos similares celebrados anteriormente, que enriquecerá el proceso de identificación de eventos positivos y negativos al conocer aquellos asumidos en experiencias anteriores, las discusiones de esta segunda etapa se pueden desarrollar con técnicas como tormenta de ideas, cuya finalidad es obtener un listado y organizar por categorías a través de una Estructura de Desglose de Riesgos EDR o RBS por sus iniciales en inglés *Risk Breakdown Structure*.

Con esta estructura reflejada en la figura 3 se puede obtener una visión general de los riesgos asociados al proyecto de modernización del sistema de detección de incendios.

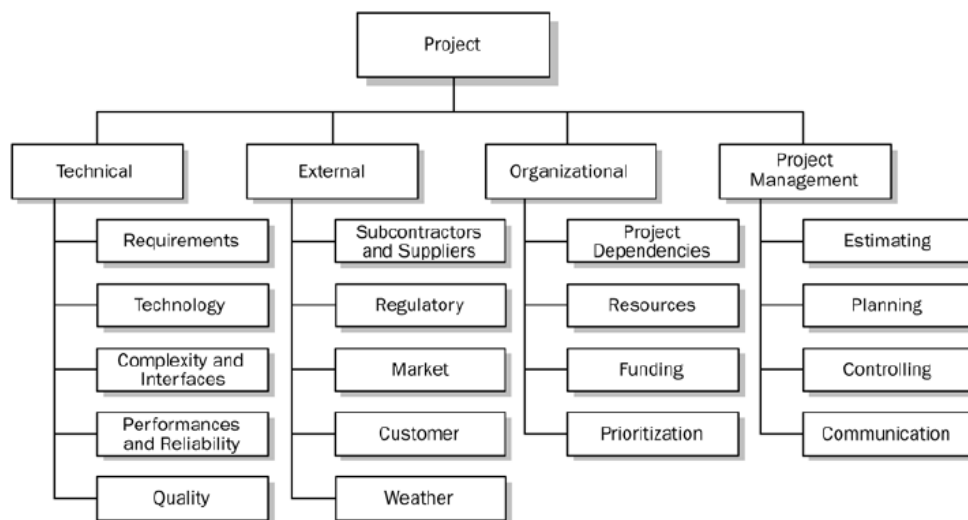


Figura 3: Ejemplo EDR para la categorización de los riesgos de un proyecto
Fuente: PMBOK Cuarta edición

Como salida de esta segunda etapa se obtiene la lista de riesgos identificados, producto de la revisión documental, la discusión de los miembros del plan de gestión de riesgos, orientados por la estructura de desglose arriba indicada, así mismo, de este ejercicio se puede generar aportes relacionados con dar manejo o solución parcial a los riesgos, de lo cual se puede producir otra lista de respuestas potenciales a estos.

“Es recomendable que la lista de riesgos se estructure así: ...Sí tal CAUSA, un EVENTO puede ocurrir, provocando un EFECTO”... (PMI, 2008, p. 246).

La siguiente etapa consiste en realizar un análisis cualitativo de riesgos, que consiste en evaluar la probabilidad y el impacto de estos, de tal manera que se puedan priorizar, así se refleja la tolerancia al riesgo por parte de los miembros del plan de gestión y facilita el siguiente aspecto que es el análisis cuantitativo.

Los elementos de entrada que se sugieren para este proyecto son: el plan de gestión, que incluye roles y responsabilidades, presupuestos, cronograma y categorías de riesgos, la lista de estos identificados en la etapa anterior.

La técnica recomendada para este análisis se denomina Evaluación de Probabilidad e Impacto de los Riesgos, estudia qué tan probable es que ocurra cada riesgo específicamente, en cuanto a la evaluación del impacto de estos, se ocupa de determinar su efecto potencial sobre el proyecto, sea en el cronograma, el costo, la calidad o el desempeño.

Para cada riesgo, se evalúan la probabilidad y el impacto a través de entrevistas o reuniones y se registran las explicaciones del caso para justificar el nivel asignado bajo, moderado o alto.

A continuación se puede observar como la matriz de impacto y probabilidad se encuentra estructurada para servir como herramienta para someter a análisis los riesgos, el color gris oscuro indica los valores que generan mayor impacto, el gris claro el nivel medio y el color gris estándar refleja el menor impacto, la primer columna define la probabilidad de ocurrencia.

Probability and Impact Matrix

Probability	Threats					Opportunities				
0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05

Figura 4: Matriz de Impacto y probabilidad para asignar el grado a los riesgos de un proyecto

Fuente: PMBOK Cuarta edición

La calificación de los riesgos permite orientar las respuestas, por ejemplo, las amenazas de alta probabilidad e impacto, exigen actuar sobre estas rápidamente con estrategias fuertes, las amenazas de baja probabilidad e impacto quizá exijan únicamente actividades de seguimiento. Algo similar se debe gestionar con los eventos de impacto positivo u oportunidades para ser aprovechados al máximo.

Para dar credibilidad al análisis cualitativo de riesgos, es importante contar con datos exactos y objetivos, por lo tanto es necesario realizar un estudio de la calidad de estos, que permite evaluar su grado de utilidad.

Como resultado o salida de esta etapa, se obtendrá la lista de riesgos actualizada con la definición de las prioridades de cada uno y su impacto, organizada según el nivel de riesgo alto, moderado o bajo. También se puede identificar causas comunes en estos de manera que la intervención de estas puede solucionar varios eventos negativos o potenciar situaciones de impacto positivo.

La probabilidad y el impacto se multiplican entre sí para producir una calificación de riesgo . Cuanto mayor sea la calificación de riesgo , mayor es la necesidad de atención. Este proceso ayuda al equipo a dar prioridad a cada riesgo y determinar el nivel de esfuerzo y los recursos que serán necesarios para abordar y resolver la situación de riesgo. (Saladis – Kerzner, 2011, p. 134)

La siguiente etapa del proceso de gestión de riesgos se denomina análisis cuantitativo, consiste en estimar los costos que pueden generarse, como producto de la ocurrencia de los eventos positivos o negativos, analizados desde la probabilidad e impacto en la etapa anterior de manera cualitativa, si bien no es una etapa estrictamente necesaria para el análisis de riesgos, su aplicación depende más de la naturaleza del proyecto, sin embargo, aporta información que puede ser considerada relevante a la hora de decidir el orden de intervención de los riesgos por su impacto en los recursos.

Así como las etapas ya discutidas, se necesitan elementos de entrada como son: el plan de gestión de riesgos, el registro de estos que se ha venido fortaleciendo hasta el análisis cualitativo, el cronograma y los costos del proyecto, estos son los que se estiman como más relevantes para el caso en particular que es la modernización del sistema de detección de incendios.

Por lo tanto, a continuación se propone una estimación de los costos del proyecto, la cual se ha realizado con el fin de pronosticar la aproximación tanto de las actividades que conforman la EDT, como del valor de las ofertas que se recibirán por parte de las empresas participantes durante el desarrollo de la invitación privada y que soportará la construcción de esta etapa, como lo hace la estructura de desglose de trabajo y el análisis del cronograma en las etapas previas al analisis cuantitativo.

La técnica utilizada para determinar el presupuesto se denomina estimación por 3 valores que se soporta en el método PERT que consiste en evaluar los costos óptimos, pesimistas y esperados para cada una de las actividades. La tabla 5 presenta el costo estimado de las actividades propuestas en la EDT del proyecto de modernización. El cálculo del costo estimado está dado por la fórmula 2:

$$\text{Fórmula 2. } C_e = (C_o + 4C_m + C_p) / 6$$

“En donde C_o está basado en el mejor escenario de costo para la actividad, C_p en el peor escenario y C_m es el costo más probable apoyado en una evaluación objetiva del esfuerzo necesario para el trabajo requerido” (PMI, 2008, p. 153).

Como herramienta para procesar la información durante el análisis cuantitativo, para medir la probabilidad e impacto de los riesgos, las entrevistas basadas en experiencia y datos históricos, son una opción que se pone a disposición de los miembros del proceso de gestión de riesgos del proyecto de modernización, que permite recopilar y agrupar la información en escenarios optimistas, pesimistas y más probables.

También se pueden utilizar los árboles de decisión para calcular un resultado promedio al someter escenarios que pueden ocurrir o no a esta técnica, expresando con valores positivos las oportunidades y negativos las amenazas.

Tabla 4. Presupuesto estimado para el desarrollo de las actividades propuestas en la EDT del proyecto

Item	Nombre	Descripción	Co	Cp	Cmp	Ce
A	Estimación de cantidades.	Levantamiento de cantidades de equipos, cableado y tubería con sus ubicaciones y rutas respectivamente.	\$ 2.000.000	\$ 4.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
B	Elaboración de planos.	Levantamiento de los planos con rutas de cableado y ubicación de dispositivos en todo el conjunto.	\$ 6.000.000	\$ 11.000.000	\$ 8.000.000	\$ 8.166.667
C	Elaboración de horarios.	Identificar los horarios para el desarrollo de los trabajos y determinar el orden de la áreas a intervenir.	\$ 1.000.000	\$ 3.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
D	Secuenciar actividades de instalación.	Secuenciar actividades de desinstalación de sistema existente para instalación de tubería, cable y equipos nuevos.	\$ 1.000.000	\$ 3.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
E	Elaboración del pliego de condiciones.	Elaborar el documento que contiene el diseño, el proceso logístico y las demás condiciones para presentar oferta.	\$ 500.000	\$ 1.000.000	\$ 850.000	\$ 816.667
F	Determinar las empresas a invitar.	Búsqueda de compañías en el mercado que puedan desarrollar el proyecto.	\$ 300.000	\$ 600.000	\$ 400.000	\$ 416.667
G	Desarrollo de Invitación Privada.	Desarrollar las etapas del proceso para recibir ofertas.	\$ 1.000.000	\$ 1.500.000	\$ 1.200.000	\$ 1.216.667
H	Evaluación de propuestas y selección de proveedor.	Realizar cuadros comparativos y aclarar observaciones que se detecten.	\$ 600.000	\$ 1.200.000	\$ 1.000.000	\$ 966.667
I	Celebración y perfeccionamiento del contrato.	Elaborar minuta del contrato, recepción de pólizas del proveedor y giro de anticipo.	\$ 400.000	\$ 700.000	\$ 600.000	\$ 583.333
Total Ce						\$ 19.166.667

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 5 presenta el cálculo del presupuesto de ejecución del proyecto, el cual está elaborado bajo la técnica PERT.

Tabla 5. Presupuesto estimado para la realización del proyecto

Descripción	Cant	Co	Cp	Cmp	Ce
S & I Panel de detección XLS 3000 Marca: Honeywell.	1	\$ 80.100.000	\$ 90.000.000	\$ 84.000.000	\$ 84.350.000
S & I Módulo de integración con el EBI.	1	\$ 7.800.000	\$ 9.500.000	\$ 8.500.000	\$ 8.550.000
Actualización Software de integración EBI 310 a EBI 410 Marca: Honeywell	1	\$ 17.300.000	\$ 21.000.000	\$ 18.500.000	\$ 18.716.667
S & I Sensores de humo (fotoeléctrico) Marca: Honeywell	995	\$ 217.600.000	\$ 240.000.000	\$ 225.000.000	\$ 226.266.667
S & I Sensores térmicos Marca: Honeywell	50	\$ 7.500.000	\$ 10.000.000	\$ 9.200.000	\$ 9.050.000
S & I Estaciones manuales Marca: Honeywell	103	\$ 22.400.000	\$ 26.000.000	\$ 24.000.000	\$ 24.066.667
S & I Sirenas-estrobe Marca: Honeywell	103	\$ 21.600.000	\$ 27.000.000	\$ 25.000.000	\$ 24.766.667
Sensores de monóxido Marca: Honeywell	17	\$ 3.700.000	\$ 5.500.000	\$ 4.500.000	\$ 4.533.333
S & I tubería emt 3/4 con accesorios	10000	\$ 105.300.000	\$ 130.000.000	\$ 120.000.000	\$ 119.216.667
S & I cable de incendio	10000	\$ 24.000.000	\$ 37.000.000	\$ 32.000.000	\$ 31.500.000
				Subtotal	\$ 551.016.667
				IVA 16%	\$ 88.162.667
				Total	\$ 639.179.333

Fuente: Elaboración Propia

Producto del análisis cuantitativo, se obtendrán análisis probabilísticos del proyecto que contienen posibles resultados del cronograma y costos para permitir considerar las reservas de acuerdo con los riesgos discutidos. Así mismo se actualiza la lista de estos ahora priorizada de acuerdo al valor cuantificado para cada uno.

3. PLANEACIÓN DE RESPUESTA FRENTE A LOS RIESGOS, MONITOREO Y CONTROL

Dentro del proceso de gestión de riesgos, vienen dos etapas que concluyen el proceso de análisis, estas se denominan planificación de respuesta frente a los riesgos y monitoreo o control de estos.

Las respuestas a los riesgos planificadas deben adaptarse a la importancia del riesgo, ser rentables con relación al desafío por cumplir, realistas dentro del contexto del proyecto, acordadas por todas las partes involucradas y deben estar a cargo de una persona responsable (PMI, 2008, p. 257).

Dado que los pasos anteriores han permitido construir la estructura necesaria para profundizar en la identificación y evaluación de los diferentes eventos positivos y negativos que pueden presentarse durante el proyecto de modernización del sistema, los miembros del plan de gestión de riesgos deben desarrollar opciones para mejorar las oportunidades, reducir las amenazas y su posterior seguimiento.

Para desarrollar las respuestas se debe trabajar sobre la lista de riesgos cuantificados actualizada en la etapa anterior y el plan de gestión. Cuando el evento es de impacto negativo, las opciones que se deben contemplar para intervenir son evitar, transferir, mitigar o aceptar.

La primera alternativa puede considerarse la más compleja de llevar a cabo, en virtud a que implica decisiones y cambios relacionados con la ejecución parcial del proyecto hasta la posibilidad de no realizar este. Mientras que transferir consiste en no eliminar el riesgo pero sí que un tercero asuma el impacto a través de una póliza de seguro o un certificado de garantía, los cuales son las opciones más comunes para el desarrollo del proyecto de modernización dada su naturaleza, que involucra redes y equipos.

La siguiente opción relacionada con mitigar el impacto de un riesgo, radica en reducir hasta un nivel mínimo las consecuencias pronosticadas, para el caso en cuestión, disponer de equipos con amplia vida útil, de fácil adquisición en el mercado, con mayores protecciones a picos de voltaje y tiempos cortos en atención posventa. En cuanto a aceptar, se considera como una alternativa a escoger cuando no existen más opciones para intervenir el riesgo y la ejecución del proyecto no es un elemento en discusión, así mismo cuando la probabilidad e impacto son bajos, es viable aceptarlo.

Cuando los eventos son positivos, las acciones a desarrollar consisten en explotar, compartir, mejorar y aceptar. La primera aplicada al proyecto de modernización se puede relacionar con aquellas remodelaciones que han realizado las compañías que ocupan el conjunto cuyo alcance ha involucrado las redes del sistema de detección de incendios y por ende ya no es necesario realizar ninguna modificación, por lo tanto se liberan recursos para atender otros proyectos.

Por otra parte, la opción de compartir el riesgo positivo, hace referencia a asignar dicha oportunidad a un tercero que tenga la pericia para maximizar los beneficios de esta. Así como la alternativa de mejorar se involucra más de fondo con las causas que están generando determinada oportunidad para potenciarlas e incrementar el impacto identificado, lo cual puede relacionarse con el proyecto en estudio en lo que concierne a áreas de cobertura del sistema de detección.

En cuanto a aceptar, no implica intervención alguna en el riesgo positivo, sino recibir sus ventajas como se encuentran identificadas.

De acuerdo con lo expuesto en esta etapa, se obtendrá como salidas: la lista de riesgos actualizada, con su descripción, áreas involucradas, sus causas y efectos sobre el proyecto, así como la priorización del análisis cualitativo y cuantitativo. Las personas y responsabilidades por cada uno de los eventos identificados con las respuestas seleccionadas para estos junto con las actividades a desarrollar y el presupuesto que requieren.

Lo anterior implica una revisión y ajuste del cronograma y del presupuesto general, estimados para el proyecto. Adicionalmente se especificará los acuerdos contractuales que se generen por transferir los riesgos.

Finalmente se procederá con la última etapa de monitoreo y control de los eventos positivos y negativos. Esta labor tiene como cualidad su iteración en la medida que se realicen acciones sobre los riesgos, dado que se debe revisar si estas labores generan efectos contrarios a los pronosticados y por ende necesitan ser

monitoreadas durante la ejecución del proyecto. De allí se pueden generar nuevas amenazas u oportunidades.

Adicional al registro de riesgos y el plan de gestión, en este paso es importante revisar el estado de avance del proyecto, incluido los entregables que lo componen, el cronograma y los costos incurridos hasta el momento. Así mismo se debe hacer auditoria de los eventos positivos y negativos para documentar la efectividad de las acciones tomadas sobre estos, estas actividades se enmarcan dentro de una técnica denominada medición del desempeño técnico, donde también se compara el logro de objetivos versus las metas establecidas.

Para el proyecto de modernización se puede evaluar el tiempo y áreas modernizadas contra lo planificado, esto se socializa con los involucrados a través de las reuniones para informar el estado del avance. Como resultados de esta última etapa se documentarán las auditorias practicadas, con las recomendaciones de orden preventivo y correctivo, así como con la lista de riesgos incluyendo las modificaciones que hayan surgido durante el monitoreo y desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, se podrán revisar y ajustar con estos resultados, los documentos iniciales que dieron origen a este proceso de gestión, mencionados en la etapa uno de planificación como son la EDT y las políticas de gestión del riesgo de la copropiedad.

4. CONCLUSIONES

Finalizadas las pautas para la elaboración del análisis de gestión de riesgos para ejecutar la modernización del sistema al interior de la copropiedad, se evidencia la necesidad de haber involucrado la EDT, el estudio del presupuesto y del cronograma, puesto que reúnen la información más sensible de las actividades a desarrollar en el proyecto.

Es un factor importante en la planificación, ya que tiene una conexión directa con las actividades estimación de la duración, de costos, gestión de compras, desarrollo de contratos y la gestión del alcance, de hecho, el riesgo es algo que puede ser fácilmente asociado con cada área de conocimiento de gestión de proyectos. (Saladis – Kerzner, 2011, p. 130)

Cada una de las pautas que conforman el proceso permiten desarrollarlo de forma secuencial y lógica, concluyendo con acciones de respuesta y seguimiento sobre la dinámica que surga al gestionar los riesgos.

La construcción del plan de gestión de eventos positivos y negativos, exige la participación de los involucrados para abarcar por completo los riesgos, causas y efectos, debido a que el impacto del proyecto está dirigido a la copropiedad como un todo, aumentando los beneficios en materia de seguridad para las personas y bienes que lo conforman.

La gestión de riesgos dentro del proyecto de modernización del sistema aporta información que permitirá contemplar y gestionar los riesgos identificados y

evaluados, ajustando el cronograma y el presupuesto para afrontarlos de acuerdo con las decisiones tomadas sobre estos, así mismo aumenta las probabilidades de realizarlo con éxito, en especial si se trabaja con los árboles de decisión, en la etapa de análisis cuantitativo.

Realizar un análisis de gestión de riesgos, es un proceso que dentro de la formulación de un proyecto, ocupa una posición que no se puede desarrollar sin haber elaborado antes el alcance, cronograma y presupuesto del mismo, situación que se observa en el proyecto de modernización del sistema de detección de incendios de la copropiedad.

El plan de riesgos bajo la metodología del PMI, documenta en cada una de sus etapas los diferentes riesgos, aportando la información resultante del análisis en cada una de estas y en la medida que se agota cada paso, el siguiente se alimenta de los datos generados por su antecesor, esto denota que si bien el PMBOK no exige su aplicación rigurosa, se demuestra que dichas etapas son interdependientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, F. (2005). Gerencia de riesgos. *Anales de mecánica y electricidad*,(82), 32-34. Recuperado de <https://www.icaei.es/contenidos/publicaciones/index.php? fascic=III& anyo=2005>
- Arboleda, G. (2003). *Proyectos formulación, evaluación y control*. Cali, Colombia. AC Editores.
- NFPA 101. (2000). *Código de seguridad humana*. Nueva Orleans, EE.UU. National Fire Protection Association, Inc.
- PMI Inc. (2008). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Pennsylvania, EE.UU. Project Management Institute, Inc.
- Secretaria general de la alcaldía mayor de Bogotá. (1995). *Acuerdo 20 de 1995 Consejo de Bogotá D.C.*, Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2052#HojaVida>
- Secretaria general de la alcaldía mayor de Bogotá. (2010). *Proyecto de acuerdo 56 de 2010 Consejo de Bogotá D.C.*, Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.js p?i=2052#HojaVida>
- Secretaria general de la alcaldía mayor de Bogotá. (2010). *Decreto 926 de 2010 norma sismoresistente NSR-10.*, Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov .co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39255>
- Saladis, F. (2011). *Bringing the PMBOK Guide to Life*, 130, 134. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/umng/Doc?id=10517328&ppg=130>