

RIESGOS Y SU GESTIÓN EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

Ana M^a Nieto-Morote

Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Electrónica, Tecnología de computadoras y Proyectos. Dr Fleming s/n 30201 Cartagena

Francisco Ruz-Vila

Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Eléctrica. Dr Fleming s/n 30201 Cartagena

Abstract

The increasing size and complexity of the construction projects have added risks to their execution. With the need for improved performance in construction project and increasing contractual obligations, the requirement of an effective risk management approach has never been more necessary, i.e., the successful implementation of construction projects depends on effective management of the key risk factors. An effective risk management involves a four-phase process: identification, assessment, response and monitoring and reviewing. Risk identification is a crucial step in the process because the process of risk analysis and response strategies may only be performed on the identified potential risks. Based on some research studies, this paper presents a classification of critical risks, which are commonly presented in construction projects, according to their origin and the location of their impact in the project. A risk assessment is necessary because it would be difficult, if not impossible, to provide a plan for dealing with all of the identified risks. This paper also provides a review of techniques for risk analysis and risk evaluation.

Keywords: *risk; risk management; risk management techniques; construction management*

Resumen

La complejidad y el tamaño crecientes de los proyectos de la construcción han significado un aumento en los riesgos de ejecución. Con la necesidad de una mejora en la ejecución de proyecto de construcción y obligaciones contractuales más exigentes, una dirección de riesgos eficaz es más necesaria que nunca, es decir, el éxito en la ejecución de un proyecto de construcción depende de la gestión eficaz de los factores de riesgo más importantes. El proceso de gestión de riesgos se divide en cuatro fases: identificación, valoración, respuesta y supervisión y revisión. Todas estas etapas son importantes y necesarias para una eficaz gestión de riesgos, si bien, esta comunicación se va a centrar en las dos primeras fases porque se consideran cruciales, ya que no se pueden tratar riesgos que no se han identificado y además no se puede proponer un plan de acciones sobre cada uno de los riesgos identificados debido al alto coste que esto supondría, siendo necesaria la valoración de los riesgos para centrar esfuerzos sobre aquellos que de acuerdo a su probabilidad e impacto en mayor medida comprometan el logro de los objetivos del proyecto.

Los riesgos que se pueden presentar en un proyecto son de muy diversa naturaleza pudiéndose clasificar en naturales y humanos. Si bien, los responsables de la gestión de riesgos poseen métodos intuitivos para identificar los riesgos de un proyecto se han desarrollado diferentes técnicas que ayudan a identificarlos. Del mismo modo se han

desarrollado técnicas que permiten la valoración de riesgos y por tanto su priorización para aplicar medidas de control.

La presente comunicación tiene por objetivo mostrar una revisión de técnicas de identificación y valoración de riesgos que facilitan a los responsables de la gestión de riesgos su labor. Además, el análisis de las mismas destacando sus ventajas e inconvenientes permitirá discernir cuáles de las posibles técnicas son más adecuadas en cada caso concreto.

Palabras clave: *riesgos; gestión de riesgos; técnicas de gestión de riesgos; gestión de la construcción*

1. Introducción

Según (Mark, 2004), se entiende por riesgo las posibles complicaciones o problemas que se pueden presentar durante el desarrollo de un proyecto y que impiden la normal realización de algunas de sus actividades o el logro de alguno de sus objetivos. Otras definiciones de riesgo son: "probabilidad de pérdidas en un proyecto" (Jaafari, 2001; Kartam y Kartam, 2001), "probabilidad de que ocurra un evento que perjudique al proyecto" (Baloi y Price, 2003) o "una barrera al éxito" (Hertz y Thomas, 1994). De todas estas definiciones se puede obtener un conjunto de características propias del concepto de riesgo (Chia, 2006):

- Riesgo es un evento futuro que puede o no puede ocurrir.
- Riesgo debe ser un evento incierto, que si ocurre, debe condicionar, al menos, uno de los objetivos del proyecto, bien sea alcance, plazo, coste o calidad.
- La probabilidad de que el evento ocurra en un futuro debe ser mayor que 0% pero menor que 100%.
- El impacto o efecto del evento futuro debe ser inesperado.

Debido al tamaño creciente y complejidad de los actuales proyectos de construcción, el número de posibles riesgos que se pueden presentar durante su desarrollo se ha incrementado significativamente. Es hecho, junto con la necesidad de una mejora en la calidad de los proyectos y obligaciones contractuales más exigentes, ha convertido la aplicación de eficaces procesos de gestión de riesgos en un requisito más necesario que nunca.

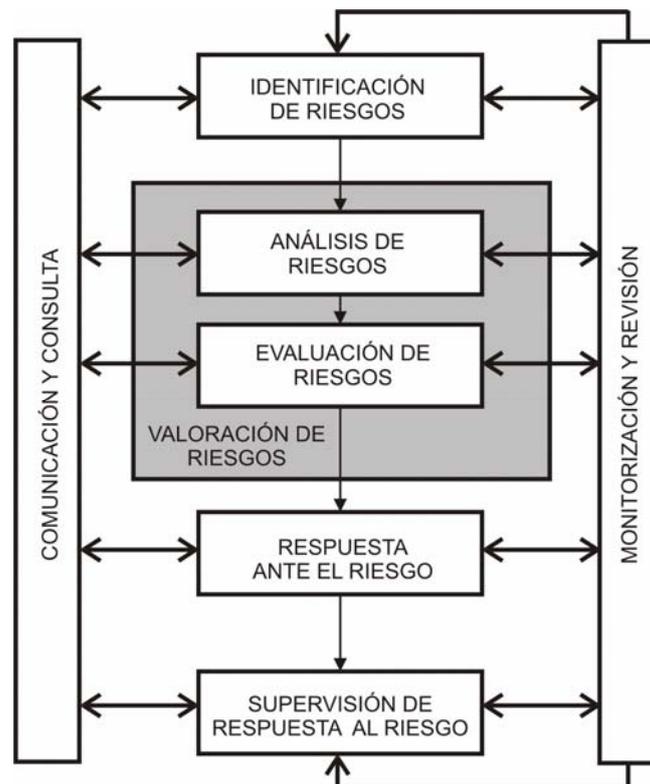
Varias han sido las metodologías que se han planteado en materia de gestión de riesgos en los últimos años: PRAM (Chapman, 1997), RAMP (Institution of Civil Engineering, 2002), PMBOK (Project Management Institute, 2008), RMS ((Institute of Risk Management, 2002). Todas estas propuestas tienen un armazón común compuesto por las siguientes cuatro etapas, tal y como se muestra en la Figura 1:

1. Identificación de riesgos. Este primer paso del proceso de gestión de riesgos consiste identificar posibles fuentes de riesgo y situaciones de incertidumbre en el proyecto, con el fin de determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto y documentar las características de cada uno de ellos.
2. Valoración de riesgos. Este segundo paso tiene como finalidad priorizar los riesgos en relación a los posibles impedimentos para cumplir los objetivos del proyecto. Se trata de responder a las siguientes cuestiones: ¿Cuál es la probabilidad de que el riesgo ocurra? y ¿cuál es el impacto que se produce sobre el proyecto, si se permite que se presente el

riesgo? Los parámetros que se utilizan para valorar un riesgo son, por tanto, la probabilidad de que ocurra dicho riesgo y el impacto que sobre el proyecto provocaría.

3. Respuesta ante el riesgo. En este tercer paso se establece un plan que permita reducir o eliminar las fuentes de riesgo que afectan al desarrollo del proyecto. La cuestión es qué acciones se deberían llevar a cabo para responder a las amenazas a los objetivos del proyecto. Las posibles opciones son: controlar, evitar o transferir el riesgo.
4. Supervisión de respuestas a riesgos. Finalmente, se deben articular los mecanismos necesarios para evaluar la efectividad de plan de respuesta al riesgo e identificar nuevos riesgos que aparezcan durante el desarrollo del proyecto para poder gestionarlos.

Figura 1: Esquema del proceso de gestión de riesgos



El proceso de gestión de los riesgos de un proyecto es un proceso iterativo, esto es, será beneficioso si se lleva a cabo de una manera sistemática a lo largo de la vida del proyecto pues de lo contrario se puede poner en peligro el éxito del proyecto ya que la mayoría de los riesgos cambian durante el desarrollo del proyecto.

Si bien todas las etapas de la gestión de riesgos son importantes y necesarias para un eficaz tratamiento de las amenazas del proyecto, esta comunicación se va a centrar en las dos primeras porque se consideran cruciales, ya que no se pueden tratar riesgos que no se hayan identificado y además no se puede proponer un plan de acciones sobre cada riesgo identificado debido al alto coste que esto supondría, siendo necesaria la valoración de los riesgos para centrar esfuerzos sobre aquellos que de acuerdo a su probabilidad e impacto en mayor medida comprometan el logro de los objetivos del proyecto.

2. Identificación de riesgos

La identificación de riesgos implica el estudio de situaciones que podrían alterar el desarrollo del proyecto en algún momento, durante su ejecución. No puede gestionarse un riesgo a menos que se identifique, y el propósito de la identificación de riesgos es identificar todos los riesgos conocibles.

Es muy diversa la tipología de riesgos que se pueden presentar en un proyecto de construcción. Una primera clasificación dividiría los riesgos en naturales y humanos siendo los primeros aquellos que tienen su origen en estructuras creadas por el hombre y los segundos aquellos que tienen su origen en la naturaleza (Edwards, 1998).

La primera categoría de riesgos, riesgos naturales, incluye los siguientes subgrupos:

- Riesgos climatológicos: Las condiciones meteorológicas e hidrológicas del entorno en el que se desarrolla el proyecto de construcción pueden alterar el desarrollo del proyecto, siendo necesario su estudio.
- Riesgos geológicos: Son los riesgos llamados de fuerza mayor, generados principalmente por fenómenos naturales como inundaciones, movimientos telúricos, deslizamientos de tierra, etc.

Mientras que la segunda categoría, riesgos humanos, incluye los siguientes subgrupos:

- Riesgos políticos: Los gobiernos pueden interferir en el desarrollo de los proyectos tanto en el contexto nacional como internacional, cuando las condiciones políticas no son estables o son dudosas.
- Riesgos legales: La estructura legal a cumplir en la ejecución de los proyectos de construcción, así como sus cambios a través del tiempo, pueden generar posibles vacíos o cláusulas que generan riesgos sobre la estabilidad económica y/o técnica del proyecto.
- Riesgos económicos: Los proyectos deben resistir varios riesgos provenientes del lado de los ingresos y de los gastos, que comprometen su éxito.
- Riesgos financieros: La estructura de capital de un proyecto puede ser una fortaleza o una debilidad. Una deuda elevada podría aumentar la vulnerabilidad ante la volatilidad en la tasa de cambio o tasa de interés y reducir la flexibilidad financiera del proyecto. Igualmente, la estructura de deuda financiera puede también ser una fortaleza o una debilidad, en la medida que tenga en cuenta la amortización de deuda, siendo preferible el pago de las mismas al final porque pocos proyectos pueden sobrellevar adecuadamente el riesgo de refinanciación.
- Riesgos socio-culturales: En muchas ocasiones, debido a la falta de información, la población se convierte en un riesgo para los proyectos, ya que el temor al cambio y al desarrollo genera resistencias ante la ejecución de proyectos de construcción. Además la inestabilidad social y laboral así como los problemas de orden público, en el país o región en la que se va a construir el proyecto, se convierten en una amenaza para el normal desarrollo del proyecto e impiden alcanzar el éxito.
- Riesgos tecnológicos: Los proyectos están expuestos a diversos riesgos técnicos como son principalmente los errores de diseño y errores constructivos. El no cumplimiento de las normas de diseño y la falta de detalle de los mismos son causa de fallo posterior en la construcción.
- Riesgos de gestión: Los proyectos pueden verse afectados por la propia labor de su gestión, problemas de calidad, de recursos humanos, de control pueden comprometer el éxito del mismo.

En base a esta clasificación de riesgos, se recoge en la Tabla 1 una relación, no exhaustiva, de riesgos que afectan a proyectos de construcción.

Tabla 1: Taxonomía de riesgos en proyectos de construcción

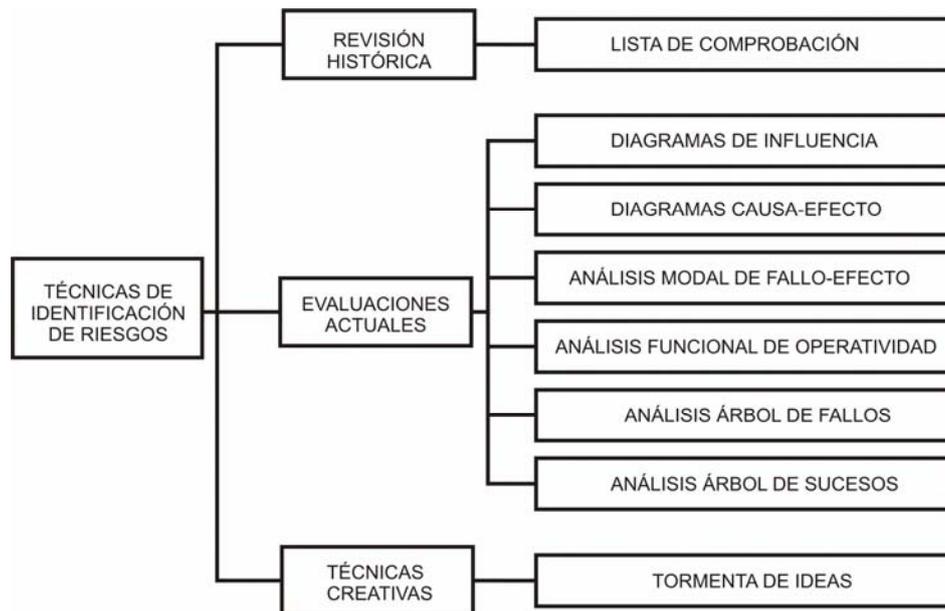
Grupos	Subgrupos	Riesgos
Naturales	Climatológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Huracanes • Inundaciones
	Geológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Terremotos • Erupciones volcánicas
Humanos	Políticos	<ul style="list-style-type: none"> • Protección de mercados • Guerras y desordenes
	Legales	<ul style="list-style-type: none"> • Leyes y reglamentos • Permisos requeridos
	Económicos	<ul style="list-style-type: none"> • Costes de materiales • Costes de mano de obra • Costes de maquinaria • Inflación
	Financieros	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de interés • Préstamos • Financiación contratistas
	Socio-culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Actos vandálicos • Robos de material • Huelgas • Oposición al proyecto
	Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Fallos de diseño • Errores de estimación • Accidentes • Obsolescencia
	De gestión	<ul style="list-style-type: none"> • Costes de control • Gestión de recursos humanos • Productividad • Aseguramiento de calidad

Dichas técnicas se pueden clasificar en tres grupos:

- Técnicas de revisión histórica: dependen de cómo de relevante sea la experiencia previa de la situación existente
- Técnicas de evaluación actual: dependen de la calidad del proceso de diagnóstico y de cómo de bien los gestores del proyecto entiendan lo que está pasando.
- Técnicas de creatividad: su éxito se debe a la habilidad de los participantes para imaginar el futuro.

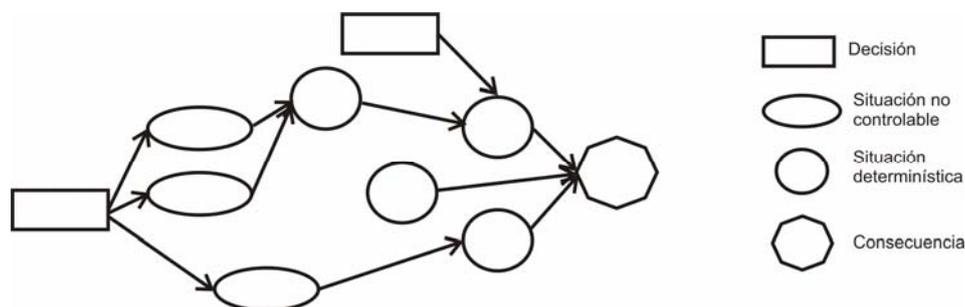
Las técnicas de identificación de riesgos más utilizadas actualmente, que se muestran en la Figura 2, se explican detalladamente a continuación.

Figura 2: Esquema de técnicas de identificación de riesgos



1. Listas de comprobación. Esta técnica es un método trivial de identificación de riesgos donde se examinan aspectos predeterminados, en base a experiencias anteriores, que pueden convertirse en potenciales situaciones de riesgo. Estos métodos son fáciles de utilizar y normalmente evolucionan con el tiempo mediante nuevas contribuciones de expertos y experiencias en su aplicación (Ward, 1999).
2. Diagramas de influencia. Un diagrama de influencia, como se muestra en la Figura 3, es una representación gráfica de las relaciones entre decisiones, eventos inciertos y sus consecuencias. Se describen las causas y efectos de situaciones de riesgo y, por tanto, pueden usarse para identificar situaciones de riesgo antes de que se materialicen (Jensen, 2006).

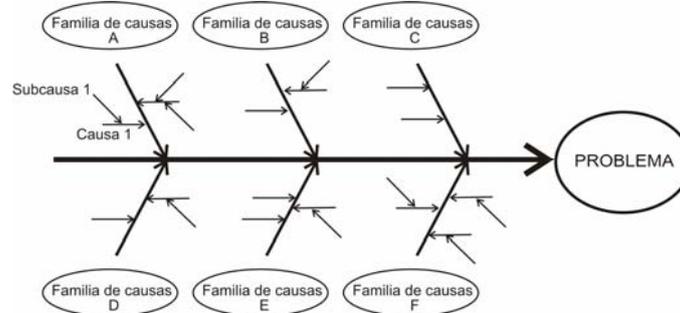
Figura 3: Esquema de un diagrama de influencia



3. Diagramas de causa y efecto. Un diagrama de causa y efecto o diagrama de “*espina de pescado*”, como se muestra en la Figura 4, es una representación gráfica de todas las causas que pueden provocar una situación de riesgo en un momento del desarrollo del proyecto. Aunque los diagramas causa y efecto son fáciles de usar, no proporcionan una base para un análisis extenso sobre la importancia relativa de las causas del problema.

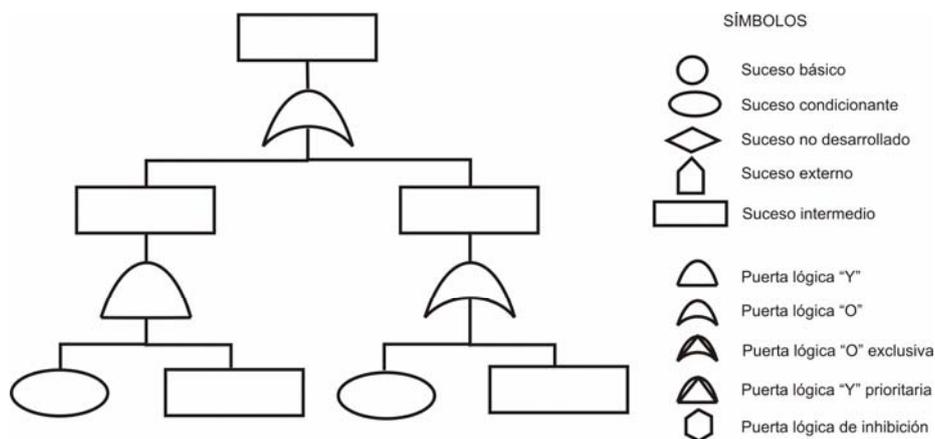
Así que, esta técnica se utiliza para los problemas concretos en un dominio muy específico.

Figura 4: Esquema de un diagrama causa efecto



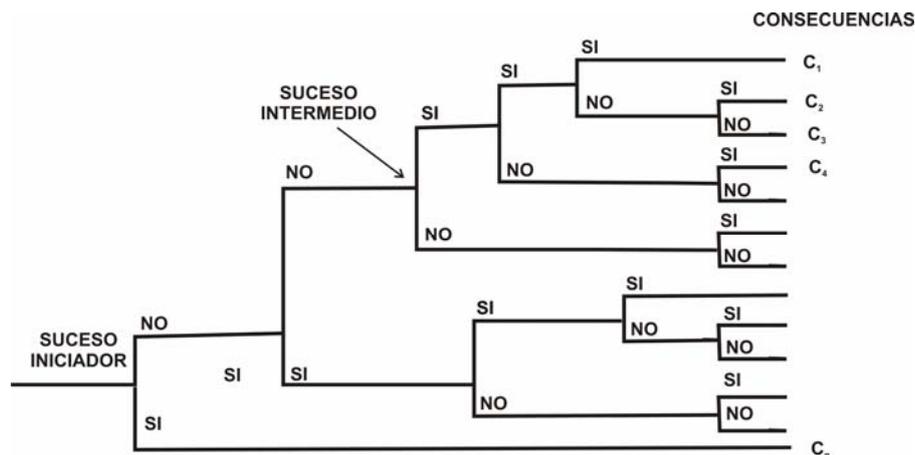
4. Análisis Modos y Efectos de Fallo, AMFE. Este método está dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad en los proyectos. Mediante un análisis sistemático, permite identificar y prevenir los problemas que pueden surgir durante el desarrollo del proyecto además de evaluar su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará un índice para priorizar las causas, sobre las cuales hay que actuar para evitar que se presenten dichas situaciones de riesgo (Cassanelli, 2006).
5. Análisis funcional de operatividad, AFO. Este método es una extensión del método AMFE donde palabras de chequeo se aplican a los parámetros de proceso para identificar problemas de seguridad y operacionales (Cagno, 2002). Las palabras del chequeo permiten centrar la atención en áreas imprevistas del proceso. En gestión de riesgos en proyectos, AFO puede ser aplicado considerando parámetros del proyecto como son estrategia, presupuesto y plazo, para identificar situaciones de riesgo.
6. Análisis por Árbol de Fallos, AAF. Se trata de una técnica visual para descomponer los fallos del sistema en fuentes de riesgo (Kumamoto y Henley, 1996). Como se muestra en la Figura 5, los árboles, utilizando una simbología predefinida, estructuran las relaciones causa y efecto de un fallo. Es una técnica simple y permite reflejar la secuencia lógica que conducen al fallo. En el análisis de riesgo de un proyecto, esta técnica es complicada debido al gran número de eventos; sin embargo, podría usarse en un dominio más pequeño para analizar un fallo concreto.

Figura 5: Esquema de un árbol de fallos



7. Análisis por Árboles de Sucesos, AAS. La técnica de análisis por árboles de sucesos es una representación gráfica de las posibles consecuencias de un fallo cuando las posibles consecuencias son generadas a partir de un suceso iniciador tal y como se muestra en la Figura 6 (Kumamoto y Henley, 1996). En gestión de riesgos en proyectos su aplicación es similar al análisis por árbol de fallos y sólo se aplica en pequeñas zonas de influencia del potencial perjuicio provocado por el riesgo.

Figura 6: Esquema de un árbol de sucesos



8. Tormenta de ideas. Esta técnica, también conocida como brainstorming, es la manera de aprovechar el conocimiento individual de un equipo de trabajo que puede generar un sinnúmero de posibles riesgos y soluciones, en un corto periodo de tiempo y en un ambiente relajado.

2.2. Análisis comparativo de técnicas de identificación de riesgos

Todas técnicas de identificación de riesgos que se han presentado en el apartado anterior presentan ventajas e inconvenientes de modo que en cada proyecto a la luz de estas características habrá que decidir las técnicas idóneas a aplicar.

Fruto del análisis de las técnicas expuestas en la Tabla 2 se muestran las ventajas e inconvenientes que presentan cada una de ellas.

3. Valoración de riesgos

Una vez identificados los riesgos es necesario priorizarlos, puesto que no se puede actuar sobre todos y cada uno de los riesgos identificados, ya que sería inviable desde el punto de vista de los recursos necesarios para ello. Esta fase de la gestión de riesgos se divide en dos etapas:

- Análisis de riesgos: Permite determinar la influencia de factores de riesgo en el proyecto contemplado en conjunto. Los riesgos pueden afectar a uno o más aspectos del proyecto y es más fácil de responder ante los riesgos si se pueden agrupar.
- Evaluación de riesgos: Es la etapa en la que se priorizan los riesgos para elaborar o no planes de respuesta. En la evaluación de riesgos, diferentes aspectos relacionados con

Tabla 2: Ventajas e inconvenientes de las técnicas de identificación de riesgos

Técnicas	Ventajas	Inconvenientes
Listas de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona información estructurada • Es sistemática y comprensiva • Permite generar registros de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser restrictiva en el análisis del problema • Requiere experiencia
Diagramas de influencia	<ul style="list-style-type: none"> • Es fácil de usar y entender • Permite una simulación realista de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere muchos datos e información
Diagramas de causa efecto	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la identificación de causas del riesgo • Se analiza la importancia de los riesgos • Es sistemática y exhaustiva • Es de aplicación sencilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Está sujeta a incertidumbre • Es laboriosa su aplicación • No permite tratar riesgos dependientes • Presenta incertidumbre
Análisis Modos y Efectos de Fallo	<ul style="list-style-type: none"> • Su aplicación es rápida • Consiste en un análisis metódico y ordenado 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere experiencia
Análisis funcional de operatividad	<ul style="list-style-type: none"> • Es sistemática • No precisa recursos adicionales • Mejora el conocimiento de proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Depende mucho de la disponibilidad de información • Técnica cualitativa
Análisis por árbol de fallos	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la identificación de causas del riesgo • permite el análisis de la importancia de los riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> • No permite tratar riesgos dependientes • Presenta incertidumbre
Análisis por árbol de sucesos	<ul style="list-style-type: none"> • Es sistemática y exhaustiva • Es de aplicación sencilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeto a incertidumbre • Es laboriosa su aplicación
Tormenta de ideas	<ul style="list-style-type: none"> • Estimula la capacidad creativa • Permite agregar juicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere una descripción detallada del proyecto • Requiere tiempo

la estrategia del proyecto, el presupuesto o el plazo son considerados para evaluar las situaciones de riesgo identificadas y analizadas.

En las siguientes secciones se presentan sus objetivos así como las posibles técnicas a aplicar para lograrlos.

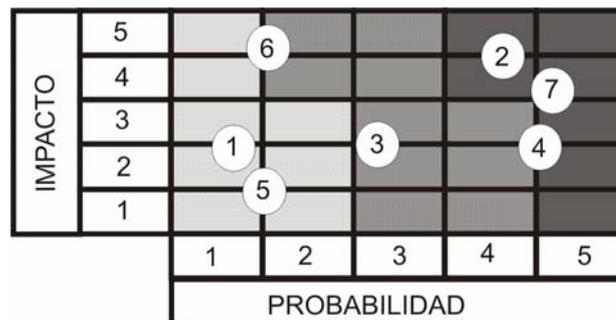
3.1. Técnicas de análisis de riesgos

Varias técnicas que se aplican actualmente en la identificación de riesgos del proyecto también pueden aplicarse en el análisis de riesgo: Análisis de árbol de fallos y Análisis de

árbol de sucesos. Además de estas dos técnicas comentadas anteriormente, se aplican las siguientes técnicas para el análisis de riesgos

1. Gráfico de probabilidad-impacto. Los riesgos representados en un gráfico de doble entrada, en un eje la probabilidad y en el otro el impacto, definen regiones en el gráfico que contienen riesgos a los que se debe prestar especial atención (Pyra y Trask, 2002). Esta técnica proporciona un formato simple para mostrar la importancia relativa de los riesgos. En la figura 7 se muestra un ejemplo de un gráfico de probabilidad-impacto.

Figura 7: Esquema de un gráfico probabilidad-impacto



2. Estimación de la fiabilidad del proyecto. La estimación de la fiabilidad del proyecto es una técnica para determinar la probabilidad de que un elemento del proyecto se esté ejecutando sin fallos durante un periodo de tiempo determinado (Kumamoto y Henley, 1996). Los elementos del proyecto se relacionan entre ellos por lo que el índice de fiabilidad de cada elemento se utiliza para calcular la fiabilidad del proyecto, dicha fiabilidad se basa en la de los componentes críticos del proyecto.
3. Análisis de sensibilidad y simulación. El análisis de sensibilidad es una técnica que da respuesta a la cuestiones del tipo ¿Qué pasaría si...? (Perry, 1986). Se genera una línea de referencia en el proyecto y se manipulan las condiciones del proyecto para determinar que efectos tiene sobre la referencia definida. Esto conduce a entender la respuesta del sistema ante situaciones cambiantes.

La simulación es usada como un complemento al análisis de sensibilidad (Berny y Townsend, 1993). En la simulación, se construye un modelo del sistema que refleja el proceso actual con sus parámetros y restricciones. Entonces, los valores de los parámetros de riesgo se seleccionan al azar en un rango predefinido. Se tabulan los efectos y se analizan estadísticamente para proporcionar una visión del comportamiento del sistema bajo varias condiciones. La simulación es una técnica flexible para el análisis de riesgo, pero requiere muchas pruebas para proporcionar datos suficientes para el análisis estadístico.

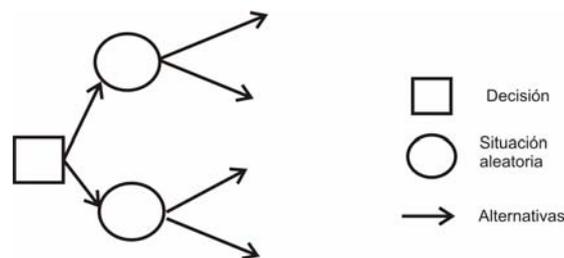
3.2. Técnicas de evaluación de riesgos

A continuación se describen varias técnicas que pueden aplicarse en la evaluación de riesgos:

1. Análisis de árbol de decisión. Esta técnica se usa para estructurar un proceso de decisión y evaluar resultados de situaciones inciertas (Perry, 1986). En los árboles de decisión, los nodos de decisión y nodos de la oportunidad son representados gráficamente y valores monetarios esperados (VME) se asocian a los nodos. VME se usa para calcular los beneficios esperados en función de las diferentes decisiones. Se seleccionan las decisiones que generan el máximo beneficio. La figura 8 muestra el

esquema de un árbol de decisión. El análisis de árbol de decisión incorpora la probabilidad de beneficios asociada con las posibles decisiones y la estimación de beneficios esperados que podrían producirse en situaciones que están fuera de lo normal. El análisis de árbol de decisión como tal debe usarse con cautela para el análisis de riesgo.

Figura 8: Esquema de un árbol de decisión



2. Gestión de la carpeta de proyectos. Esta técnica compara múltiples proyectos con respecto al riesgo de inversión y beneficios (Dickinson et al., 2001). Se posicionan los proyectos en una matriz de magnitud de riesgo y beneficio, proyectos con alto riesgo y bajo beneficio se localizan a una posición diferente a proyectos con bajo riesgo y alto beneficio. Esto permite tomar decisiones en base a la estrategia de la compañía y el máximo valor de la carpeta de proyectos, a través del cálculo de un valor de utilidad del proyecto (DeMaio et al., 1994).
3. Métodos de decisión multicriterio. La aplicación de estos métodos de decisión suponen valorar diferentes soluciones desde distintos aspectos o criterios (Remenyi y Haefield, 1996). Estos criterios son valorados según su importancia para el logro de los objetivos del proyecto. El sumatorio de productos del peso de los criterios por el grado de cumplimiento de los mismos por cada solución da una cuenta la buena o mala que es la solución que se evalúa: a mayor valor, mejor será la solución. Esta técnica puede aplicarse para evaluar riesgos si los riesgos se comparan con respecto al incumplimiento de los objetivos del proyecto o los posibles problemas que pueden originar durante el desarrollo del mismo.

3.3. Análisis comparativo de técnicas de valoración de riesgos

Las técnicas expuestas para valorar riesgos presentan características diferenciales con respecto a las demás, que las hacen más adecuadas para su utilización en determinados casos. Fruto de análisis de las mismas, en la Tabla 3 se muestran las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

4. Conclusiones

Hoy en día, debido a la cada vez mayor complejidad de los proyectos de construcción, es más necesario que nunca gestionar el riesgo para lograr el éxito en la ejecución de los mismos. Las diversas metodologías de gestión de riesgos que se han propuesto coinciden en señalar cuatro pasos básicos: identificación, valoración, respuesta y control.

Aunque todos estos pasos son importantes, la identificación y la valoración de los riesgos son cruciales. Se han presentado técnicas que normalmente se usan en gestión de proyectos, destacando su utilidad, en concreto, en la gestión de riesgos. Todas las técnicas presentadas tienen sus propias características y su campo específico de aplicación, pero se

Tabla 3: Ventajas e inconvenientes de las técnicas de valoración de riesgos

Técnicas	Ventajas	Inconvenientes
Gráfico de probabilidad-impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Es fácil de utilizar 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra importancias relativas
Estimación de la fiabilidad del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Es fácil de utilizar • Presenta flexibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere conocimiento detallado del proyecto • Acumula errores
Análisis de sensibilidad y simulación	<ul style="list-style-type: none"> • Alta aplicabilidad • Facilidad para entender el comportamiento dinámico del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia previa • Resultados cualitativos
Análisis de árbol de decisión	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis sistemático 	<ul style="list-style-type: none"> • Prolijo en su realización • Es difícil incluir todos los detalles • Requiere experiencia
Gestión de la carpeta de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la evaluación continua • Es versatilidad • Presenta flexibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Es complejo • Es costoso
Métodos de decisión multicriterio	<ul style="list-style-type: none"> • Es fácil de utilizar • Aplicable en problemas de gran complejidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de información precisa • Fuerte carga arbitraria • Baja fiabilidad • Carece de base axiomática sólida

puede destacar una característica común a todas ellas y es la necesidad de comunicación y colaboración del equipo para el éxito en su utilización. Por otra parte, una acertada gestión de riesgos supone la aplicación de una combinación de estas técnicas. Generalmente, tanto en la identificación como en la valoración de riesgos es necesaria la aplicación de varias de las técnicas expuestas.

En esta comunicación no se han presentado los programas comerciales que desarrollan estas técnicas, porque no dejan de ser una herramienta que facilita la labor en la aplicación de estas técnicas y además requieren una mejora para lograr una mayor flexibilidad en su aplicación.

Referencias

- Baloi, D., Price, A. D. F. (2003). Modelling global risk factors affecting construction cost performance. *International Journal of Project Management*, 21, 261-269.
- Berny, J., Townsend, P. R. F. (1993). Macro simulation of project risks – a practical way forward. *Risk Management*, 11, 201-8.
- Cassanelli, G., Mura, G., Fantini, F., Vanzi, M., Plano, B. (2006). Failure Analysis-assisted FMEA. *Microelectronics and Reliability*, 46, 1795-1799.
- Cagno, E., Caron, F., Manzini, M. (2002). Risk analysis in plant commissioning: the Multilevel HAZOP. *Reliability Engineering & System Safety*, 77, 309-323.
- Chapman C. (1997). Project risk analysis and management- the PRAM generic process. *International Journal of Project Management*, 15, 273-281.

- Chia, S. E. (2006). Risk assessment framework for Project Management. IEEE 376-379.
- Clemen, R. T., Reilly, T. (2001). Making Hard Decisions with Decision Tools. Druxbury Thomson Learning, Toronto.
- DeMaio, A., Verganti, R., Corso, M. (1994). A multi-project management framework for new product development. European Journal of Operational Research, 78, 178-91.
- Dickinson, M. W., Thornton, A. C., Graves, S. (2001). Technology portfolio management: optimizing interdependent projects over multiple time periods". IEEE Transactions on Engineering Management, 4, 518-27.
- Edwards, P. J., Bowen P. A. (1998). Risk and risk management in construction: a review and future directions for research. Engineering Construction and Architectural Management, 4, 339-349.
- Hertz, D. B., Thomas, H. (1994). Risk Analysis and its Applications. John Wiley & Son, Detroit.
- Institute of Risk Management (2002). A risk management. Standard Institute of Risk Management.
- Institution of Civil Engineers (2002). Risk Analysis and Management for Projects (RAMP). Institution of Civil Engineers and Faculty and Institute of Actuaries. Thomas Telford, London.
- Jaafari, A., 2001. Management of risk, uncertainties and opportunities on projects: time for a fundamental shift. International Journal of Project Management, 19, 89-101.
- Jensen, F. V., Nielsen, T. D., Shenoy, P. P. (2006). Sequential influence diagrams: A unified asymmetry framework. International Journal of Approximate Reasoning, 42, 101–118
- Kartam, N. A., Kartam S. A. (2001). Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contactors' perspective. International Journal of Project Management, 19, 325-335.
- Kumamoto, H., Henley, E. J. (1996). Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists, IEEE Press, Piscataway, NJ.
- Mark, W., Cohen, P. E., Glen, R. P. (2004). Project risk identification and management. AACE International Transaction. INT.01.1-5.
- Perry, J. G. (1986). Risk management – an approach for project managers. Project Management, 4, 211-6.
- Pyra, J., Trask, J. (2002). Risk management post analysis: gauging the success of a simple strategy in a complex project, Project Management Journal, 33, 41-8.
- Project Management Institute (2008). A guide to the project management body of knowledge. Project Management Institute Standards Committee.
- Remenyi, D., Heafield, A. (1996). Business process re-engineering: some aspects of how to evaluate and manage the risk exposure", International Journal of Project Management, 14, 349-57.
- Ward S.C. (1999). Assessing and managing important risks. International Journal of Project Management, 17, 331-6.

Correspondencia:

Ana M^a Nieto-Morote
Phone: +34 968 326551
Fax: + 34 968 326400
E-mail : ana.nieto@upct.es