



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**PROPUESTA DE UN MODELO MATEMÁTICO  
PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS EN EL  
PROCESO DE ELECCIÓN DEL PORTAFOLIO DE  
PROYECTOS DE TECNOLOGÍA DE  
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**A C T U A R I A**

**P R E S E N T A:**

**MARÍA TERESA REYES LECO**



**DIRECTOR DE TESIS:  
ACT. MARIBEL MERCADO REJÓN  
M. EN C. MIGUEL ÁNGEL FAJARDO ORTIZ**

**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016**



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.

## Hoja de datos del Jurado

### 1. Datos del alumno

Reyes  
Leco  
María Teresa  
55 44 60 98 00  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Actuaría  
304192054

### 2. Datos del tutor

Act.  
Maribel  
Mercado  
Rejón

### 3. Datos del cotutor

M. en C.  
Miguel Ángel  
Fajardo  
Ortiz

### 4. Datos del sinodal 1

M. en A.  
Karla  
Ramírez  
Pulido

### 5. Datos del sinodal 2

Act.  
Nadia  
Hernández  
Rebollar

### 6. Datos del sinodal 3

Dr.  
Javier  
García  
García

### 7. Datos del trabajo escrito

Propuesta de un modelo matemático para la mitigación de riesgos en el proceso de elección del portafolio de proyectos de tecnología de información y comunicación  
77 p.  
2016

# Agradecimientos

A mi papá Teodoro Reyes, mi mamá Tere Leco y a mi hermana Chayo por siempre estar conmigo apoyándome, creyendo en mi y no dejarme caer.

A mi familia Leco por impulsarme y no dejarme en ningún momento.

A la familia que he ido encontrando a través de la vida ya sea en el camino de la música o por la escuela, familia que no es por genética pero que en eso se ha convertido; que me apoyaron, me estuvieron impulsando para concluir este proyecto y entendieron que no los podía ver tan seguido por realizar esto.

A mis asesores Maribel y Miguel por estar conmigo en este proyecto, apoyándome y siendo mis guías.

A las personas que ya no están físicamente conmigo pero que siempre me acompañan, en especial a mi hermano Mario y mi abuelita Natalia.

A los profesores de la Facultad de Ciencias que formaron parte de mi desarrollo académico; los profesores, Dr. Javier García y M. en A. Karla Ramírez, y a la Act. Nadia Hernández que le dedicaron tiempo a la revisión y evaluación de este trabajo.

# Índice

<b>Ilustraciones</b> .....	<b>I</b>
<b>Tablas</b> .....	<b>II</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo 1. La administración sistémica del riesgo</b> .....	<b>3</b>
1.1. Definición de Riesgo. ....	3
1.2. Clasificación de riesgos.....	5
1.3. Administración y medición del riesgo. ....	11
<b>Capítulo 2. Portafolio de proyectos de tecnologías de información</b> .....	<b>25</b>
2.1. Concepto de Proyecto y Portafolio. ....	25
2.2. Procesos de la Administración de Portafolios.....	28
2.3. Administración del portafolio vs administración de proyectos. ....	40
<b>Capítulo 3. Modelo matemático para la mitigación de riesgos</b> .....	<b>42</b>
3.1. Problema Actual.....	42
3.2. Propuesta de solución al problema .....	43
3.3. Otros modelos.....	47
3.4. Análisis FODA de los modelos .....	49
<b>Capítulo 4. Proceso de elección del portafolio de proyectos de TIC.</b> .....	<b>56</b>
4.1 Características del portafolio .....	56
4.2 Modelo de negocios y programa tecnológico.....	59
4.3 Administración de proyectos de TI .....	61
4.4 Modelo para la mitigación de riesgos .....	63
<b>Conclusiones</b> .....	<b>67</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>69</b>
<b>Fuentes en Internet</b> .....	<b>70</b>
<b>Tabla de abreviaturas</b> .....	<b>71</b>

# Ilustraciones

Ilustración 1. Ciclo de administración de riesgos [4] .....	13
Ilustración 2. Árbol de fallas [7] .....	16
Ilustración 3. Árbol de eventos [7] .....	18
Ilustración 4. Estructura del portafolio [16] .....	26
Ilustración 5. Recursos de la organización [16] .....	27
Ilustración 6. Proceso de administración [16] .....	31
Ilustración 7. Priorización de componentes [16] .....	36

# Tablas

Tabla 1. Árbol de fallas [15].....	17
Tabla 2. Calificación de frecuencia (ejemplo de tabla) [4] .....	19
Tabla 3. Calificación de impacto (ejemplo de tabla) [4] .....	20
Tabla 4. Matriz de evaluación del riesgo [4] .....	21
Tabla 5. Administración de riesgos VS medición de riesgo .....	24
Tabla 6. FODA Simulación de Monte Carlo.....	49
Tabla 7. FODA Interacción de riesgos .....	50
Tabla 8. FODA Mínimos Cuadrados Flexibles (MCF).....	51
Tabla 9. BI de MCFPPTI vs simulación de Monte Carlo .....	52
Tabla 10. KLP de MCFPPTI vs simulación de Monte Carlo.....	53
Tabla 11. BI de MCFPPTI vs interacción de riesgos .....	54
Tabla 12. KLP de MCFPPTI vs interacción de riesgos .....	55

# Introducción

---

Dentro de todo negocio, sin importar el sector del mercado donde participe, se tienen proyectos que se deben de administrar e iniciativas que se desean desarrollar y estas a su vez tienden a generar proyectos que se pueden implementar.

Dentro de la administración de proyectos en Tecnologías de la Información (TI), específicamente en el portafolio de proyectos, nos encontramos con la problemática de elegir eficientemente las iniciativas de TI, que se deben convertir en proyectos. Una de las problemáticas que actualmente se tiene en la elección de las iniciativas de tecnología de información que formarán parte del portafolio de proyectos es la medición correcta de los factores de riesgos que conlleva la elección e incorporación de cada iniciativa al portafolio de proyectos.

Para la administración y medición de riesgos actualmente no se cuenta con un método matemático que pondere los riesgos de cada proyecto, portafolio, iniciativas, ni de las combinaciones de éstos. Existen métodos de medición de riesgos financieros que podrían aplicarse en la medición del portafolio de proyectos de Tecnologías de Información (TI), estos métodos no siempre son útiles para todos los sectores de mercado ya sea por la necesidad de obtener información histórica, por no contar con el personal para hacer esta administración u otras dificultades que impiden utilizar dichos métodos. Además, de que solo consideran los riesgos cuando se están ejecutando los proyectos y no antes de la ejecución.

La presente tesis tiene como objetivo generar una propuesta bajo un modelo matemático para la medición de los riesgos en un portafolio de proyectos de Tecnología de la Información y Comunicaciones (TIC) así como de las iniciativas a integrarse al portafolio.

En el Capítulo 1 se dará una introducción a los conceptos de riesgo, administración y medición de los mismos; en el Capítulo 2 se dará una breve explicación del portafolio y sus componentes. Además, se introducirá de forma breve a la teoría de administración del portafolio de proyectos; en el Capítulo 3 se presenta el modelo matemático propuesto, para la administración de riesgos en el



portafolio de proyectos. Finalmente, en el Capítulo 4 se presenta el caso práctico del proceso de elección del portafolio de proyectos de TIC para modelo de negocios y programa tecnológico de una empresa. .

# Capítulo 1.

## La administración sistémica del riesgo

---

En este capítulo se exploran conceptos como la administración y medición de riesgos, se examinan las diferencias entre las distintas definiciones y posteriormente se presenta la conclusión del capítulo.

### 1.1. Definición de Riesgo.

En esta sección se presentan distintas definiciones de riesgo, de acuerdo a las prácticas generalmente aceptadas en el mercado relacionado a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC). Se limita a esta área de aplicación ya que la palabra riesgo tiene distintos enfoques dependiendo del área.

- Para los **Objetivos de Control para la Información y Tecnologías Relacionadas (CoBIT**, en inglés Control Objectives for Information and Related Technology) se define el riesgo como:

*"El potencial de que una amenaza específica explote las debilidades de un activo o grupo de activos para ocasionar pérdida y/o daño a los activos. Por lo general se mide por medio de una combinación del impacto y la probabilidad de ocurrencia."* [1]

- En el estándar **ISO 31000:2009** se plantea el riesgo como:

El efecto de la incertidumbre sobre los objetivos. Desde el punto de vista de ISO 31000:2009 se entiende que *"los objetivos pueden presentarse bajo distintas formas (como servicios financieros, salud y seguridad, y las metas ambientales) y pueden aplicarse a niveles diferentes (como proyecto estratégico, en toda la organización, productos y procesos)." [2]*

*"La incertidumbre es el estado, aunque sea parcial, de la deficiencia de la información relacionada con la comprensión o el conocimiento de un caso, su consecuencia o la probabilidad."* [2]

- En el **PMBOK**<sup>1</sup> (Project Management Body of Knowledge) desarrollado por el Project Management Institute (PMI) define el riesgo como:

*"Un evento incierto o condición que, si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo en los objetivos del proyecto. Entendiéndose como objetivo algo hacia lo cual el trabajo deba ser dirigido, una posición estratégica que deba ser alcanzada o un fin que se persiga, un resultado que se obtendrá, un producto que se produce o un servicio que se realiza." [3]*

De las definiciones mencionadas en los párrafos anteriores nos damos cuenta que el riesgo es la probabilidad de que suceda un evento no deseado, la cual se puede representar mediante un porcentaje que va desde cero hasta cien o en el intervalo de cero a uno, cabe destacar que si el porcentaje es 0 no hay riesgo mientras que si el porcentaje es 100 el riesgo ya se materializo, es decir, ya sucedió. Otra forma de verlo es como la posibilidad de pérdida; sin embargo, al manejarlo como una "posibilidad" no se puede cuantificar el nivel de riesgo. Riesgo también se entiende más comúnmente como peligro.

A pesar de que la mayoría de las veces el riesgo se entiende como peligro, daño o pérdida no necesariamente sucederá esto ya que podría ser algo favorable. Esto dependerá de la perspectiva de la persona; por ejemplo, al lanzar una moneda dos personas apuestan si saldrá sol o águila, el resultado de este lanzamiento será desfavorable para uno mientras que para la otra persona será favorable.

A continuación se presenta como el hombre ha buscado la forma de predecir el riesgo y la forma en que se apoya en las matemáticas.

Desde la antigüedad el hombre ha tomado riesgos consciente o inconscientemente como al realizar apuestas en los juegos de azar, las apuestas en carreras de caballos, y al tomar riesgos también ha tenido curiosidad por el futuro indagando la manera de cómo predecirlo, un ejemplo son los griegos los cuales buscaban las predicciones en el oráculo de Delfos [4]. Estas predicciones las investigaban con el fin de saber su suerte, su destino, ya sea para el amor, la guerra o saber que tan buenas serían sus cosechas. Otro ejemplo muy similar se encuentra en la cultura egipcia, en la cual se buscaba respuestas (predicciones) haciendo que los sacerdotes consultaran el oráculo de los Dioses.

---

<sup>1</sup> Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Fourth Edition ed., Pennsylvania, Estados Unidos: Project Management Institute, 2008 [3]

Cuando las personas se enfrentan con algún tipo de riesgo y por esta razón tiene que tomar una decisión, ellas no consideran solamente el resultado de la elección (si es bueno o no) sino también se piensa en los beneficios o percances que les traerá esa decisión, aunque por lo regular le dan más peso o están más conscientes de los beneficios que de los percances futuros. Al observar la elección que se toma, también se debe de considerar la tolerancia que tiene cada persona para asumir el riesgo, es decir qué tanto riesgo puede y quiere asumir, de esto dependerá que tan elevado es el grado del riesgo que esta tome o deje ir.

Con el paso del tiempo y el desarrollo matemático se fue introduciendo el concepto de probabilidad, con este se empezó a estudiar más seriamente el riesgo. Uno de los teoremas que ayudó a mejorar el estudio de los riesgos es la Ley de los Grandes Números<sup>2</sup> [5] la cual se enuncia a continuación:

*“Sea  $X_1, X_2, \dots, X_n$  una secuencia de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas cada una con una esperanza finita  $\mu = E[X_i]$ . ”*

$$\frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \rightarrow \mu \text{ cuando } n \rightarrow \infty$$

Interpretando la ley, establece que la frecuencia relativa de los resultados de un cierto experimento, tiende a estabilizarse en cierto número, que es precisamente la probabilidad, cuando el experimento se realiza varias veces.

Con el tiempo se fue desarrollando la Teoría de la Probabilidad<sup>3</sup> (no solo como concepto) y la toma de decisiones bajo el concepto de incertidumbre<sup>4</sup>, la cual después ayudará para administración de riesgos.

## 1.2. Clasificación de riesgos

Con la diversidad de riesgos existentes no se puede generar una clasificación universal de éstos para poder englobarlos a todos, pero de acuerdo al tipo de pérdida podemos tener riesgo *puro* o *especulativo*. A continuación se indica cuáles son los tipos de riesgo mencionado y se presentan ejemplos de los mismos [6].

<sup>2</sup> La Ley de los Grandes Número de Bernoulli [5]

<sup>3</sup> La Teoría de la Probabilidad ayuda a medir la probabilidad de que suceda un determinado evento o suceso. A la probabilidad de un evento se le asigna un número con el cual se obtiene una noción de la ocurrencia del evento. [20]

<sup>4</sup> La incertidumbre es la falta de certeza, duda sobre un evento o inseguridad sobre un suceso.

Los *riesgos puros* son aquellos peligros que acechan al individuo o empresa, son inherentes a éstos y son una amenaza constante, ya que siempre existe la posibilidad de que ocurra un evento que tenga como consecuencia una pérdida, una ganancia o no se tenga ninguna de éstas, es decir, se mantenga la situación como en un inicio [6]. Como ejemplos de este tipo de riesgos tenemos:

- La pérdida orgánica de una persona al presentarse un accidente automovilístico, la persona puede perder un órgano o bien hasta perder la vida.
- La pérdida económica de un granjero al perder su cosecha causado por un incendio o inundación.
- La pérdida del inmueble de un hotel en la playa al ocurrir un maremoto.

El *riesgo especulativo* es aquel que las personas lo generan de forma consiente con la intención de obtener alguna ganancia. Este se transforma en un riesgo que se asumirá conscientemente por quien lo generó. Al igual que en el *riesgo puro* se puede obtener mayor, menor o ninguna ganancia [6]. Ejemplo de esto son:

- Si se apuesta entonces se puede perder.
- Si se compra un boleto de lotería entonces podría no ganar.
- Si se elije el fondo de inversión A para invertir entonces se puede obtener el doble de dinero que tiene.
- Si se crea un nuevo producto de belleza entonces puede no existir el interés para comprarlo.

En los párrafos anteriores hemos hablado de una clasificación de riesgos de forma generalizada, sin embargo, en la vida cotidiana tenemos que ser más específicos dependiendo del área o industria en la que nos encontremos.

Dentro de los tipo de riesgo tenemos subclasificaciones para poder ser más específicos con los que pueden afectar ya sea a una empresa, proyecto, inversión, persona, entre otros, para alcanzar los objetivos que cada uno de estos tengan.

Tenemos los riesgos asociados a la naturaleza que están dentro de los riesgos puros [4] [7]:

- Meteorológicos y climáticos (huracanes, inundaciones, olas de frío o calor,

maremotos, ciclones, sequías, lluvias).

- Geológicos (terremotos, erupción volcánica, movimientos sísmicos)
- Biológicos (plagas, virus, pandemia, bacterias, mutaciones, epidemias)

Estas subclasificaciones de riesgo tendrán un mayor o menor impacto dependiendo del sector en el que se encuentre la empresa, el proyecto, el tipo de inversión o la persona [4]. Ejemplo de esto es:

- El daño que tiene la capa de ozono.
- El calentamiento global.
- Manejo inadecuado de desechos tóxicos.

Las empresas, los proyectos o las personas pueden causar daños a la naturaleza que después podrán afectar en otros proyectos o empresas y hasta llegar a repercutir a las mismas que generaron estos daños.

Dentro de los riesgos especulativos se encuentran las subclasificaciones de riesgos que están asociados al país, la región y la ubicación de la empresa, proyecto, persona y/o inversión. Estas circunstancias pueden afectarlos ya que pueden depender del capital de otros países para poder realizar sus actividades, y en consecuencia la decisión de algún país en invertir o no en éstos les afectará, al igual que las relaciones con otros países con los que se generan acuerdos, si existen demoras o conflictos con proveedores o clientes de negocios internacionales, la situación política del país como la época de elecciones (llamado riesgo geopolítico), por lo que esta subclasificación de riesgo puede dañar acuerdos ya existentes entre países [4].

De acuerdo a la situación social del lugar donde nos encontremos se pueden generar riesgos como hurto, atraco, sabotaje, corrupción, extorciones, terrorismo, huelgas, enfermedades, colapso de servicios públicos necesarios, emigración, llamado riesgo social [4].

Otra subclasificación que entra en el riesgo especulativo es el riesgo económico, el cual se puede tener de acuerdo a la situación del lugar donde se esté ya que se relaciona con el crecimiento económico nacional y local, pues se puede incrementar o disminuir el Producto Interno Bruto (PIB), la inflación, el desempleo [4]. Aunque no hay que olvidar que en esto también influyen las

economías de otros países, por ejemplo los problemas de deudas que tuvieron los países como Grecia, España, Italia y Estados Unidos los cuales han afectado el crecimiento económico de México debido a que la economía se ha globalizado [8].

También encontramos los riesgos del mercado, por ejemplo el manejo de las inversiones de la empresa y la liquidez, otro es el riesgo legal que se relaciona con las leyes y normativas que se tienen en el país [9]. En este último existe la posibilidad de que en el momento que se está creando el proyecto o en las actividades de la empresa, las leyes o la normativa no los afecten y permitan su desarrollo, sin embargo se puede cambiar esta condición posteriormente modificando en consecuencia al proyecto o a la actividad de la empresa por lo cual ya no sea viable, nos cueste más, o bien tenga que sufrir modificaciones para poder llevarse a cabo y/o ya no se pueda implementar aún y cuando ya esté terminado.

Cabe mencionar que un riesgo puede entrar en varios subclasificaciones o solo en una, por ejemplo un terremoto es un tipo de riesgo puro y está subclasificado como riesgo asociado a la naturaleza, por otro lado si una persona sale a la calle tiene el riesgo de que sea atropellada por un automóvil el cual solo es un riesgo puro, realizar una mala inversión cuando se espera que el mercado se comporte de cierta manera es un riesgo especulativo subclasificado como económico [4].

Dentro de la misma empresa o proyecto se pueden generar más riesgos como el estratégico, este sucede cuando no se definen adecuadamente las estrategias, errores en el diseño de planes, la estructura, la forma de comunicación, la asignación de recursos, entre otros.

También podemos tener riesgos al inicio de un proyecto sin darnos cuenta. Por ejemplo, contar o creer contar con los recursos monetarios, tecnológicos y/o humanos necesarios para llevarlo a cabo, estos riesgos se van derivando de no haber realizado un buen análisis que nos llevará a una estimación realista, donde nos demos cuenta que no se tienen los recursos necesarios para poder ejecutarlo.

Además de los riesgos mencionados anteriormente también tenemos los riesgos laborales. Hay que tener en cuenta que los riesgos o problemas que se pueden generar si en algún momento alguna persona dentro del proyecto se enferma, queda incapacitada o sale del proyecto, lo cual nos podrá generar problemas con el proyecto como retrasos en la entrega, tener que capacitar a otra

persona para que pueda ejecutar las mismas actividades, entre otras [4].

Donde más se ha utilizado el concepto de riesgo es en el área de seguros, ya que las personas y las empresas se enfrentan a riesgos puros. Estos riesgos van desde pérdidas materiales (casas, autos, mercancía, etcétera) hasta la salud (enfermedades, muerte, incapacidad) ya sea por causas naturales o por accidentes. Tanto las personas como las empresas tienen la necesidad de cuidar sus intereses y recursos para no tener una pérdida o tener que afrontar el riesgo.

Otro de los campos donde se administran riesgos es en el sector financiero, donde para medir los riesgos de los instrumentos financieros<sup>5</sup> y los portafolios de inversiones<sup>6</sup> se desarrolló el concepto de Valor en Riesgo, conocido como VAR (Value at Risk) que utiliza probabilidades en la medición cuantitativa del riesgo del mercado. El VAR mide la posible pérdida máxima esperada durante un determinado intervalo de tiempo, suponiendo condiciones normales del mercado. [4]

En el área de informática existen otros riesgos como son, los virus, hackers, la adquisición, contratación o mantenimiento de la nueva tecnología. Otro hecho determinado como riesgo es no contar con el capital suficiente para comprar las licencias de las herramientas a manejar y por esta razón se deberá ocupar las versiones de herramientas similares libres, y al final puede que no obtengamos todo el potencial necesario para desarrollar el proyecto.

Además de los riesgos mencionados también se encuentran el de obsolescencia y de tecnologías disruptivas, el primero se refiere a que los equipos, máquinas y/o tecnología ya no son útiles por que el desempeño de éstos no es óptimo o el necesario para el proyecto [10]. El segundo sucede cuando avanza la tecnología a tal grado que desaparecen los productos o servicios que se utilizan, es decir, este riesgo puede impactar al proyecto cuando se tiene determinada herramienta pero por el avance tecnológico ya no existe [11].

Al avanzar la tecnología, ésta se ha convertido en un gran aliado como

---

<sup>5</sup> Los instrumentos financieros son una herramienta intangible, un servicio o producto ofrecido por una entidad financiera, intermediario, agente económico o cualquier ente con autoridad y potestad necesaria para poder ofrecerlo o demandarlo. Tiene como objetivo satisfacer las necesidades de financiación o inversión de los agentes económicos de una sociedad. [21]

<sup>6</sup> Un portafolio de inversiones o cartera de inversiones es el conjunto de activos financieros que se invierten. Estos activos son los recursos captados del público inversionista con lo cual se obtiene diversificación de la inversión. [22] [23]



herramienta para apoyar los objetivos estratégicos de las organizaciones, así como las iniciativas para el desarrollo de nuevas tecnologías. Sin embargo, estas nuevas tecnologías o herramientas traen consigo ciertos riesgos. Por ejemplo, el no saber utilizar la nueva tecnología, exponernos a información errónea, un nivel de explotación poco óptimo o tener que usar una aplicación extra para generar información, que no podemos obtener con la que se tiene o se construyó en un principio por no saber utilizarla o bien que la herramienta no sea la adecuada para el desarrollo.

Para el área de tecnología es necesario administrar los riesgos, por mencionar algunas situaciones donde se presentan tenemos:

- Si no se cuenta con el equipo y/o herramientas necesarias para desarrollar el proyecto entonces no se terminará el proyecto.
- Si no se cuenta con el conocimiento suficiente para desarrollarlo entonces el proyecto se atrasará.
- Si se estructura mal el proyecto entonces se puede crear de forma incorrecta.
- Si no hay adherencia a los requerimientos entonces no se cumple con el objetivo del proyecto.
- Si la estimación del costo del proyecto es incorrecto entonces no se contará con el presupuesto suficiente.
- Si el desarrollo de las pruebas es incorrecto entonces puede generar errores en el proyecto
- Si no existe el número de personas necesarias para el proyecto entonces no se terminará el proyecto en el tiempo establecido.

Además de los riesgos mencionados anteriormente que pueden afectar un proyecto existen algunos factores que perjudican el éxito de un proyecto, los cuales involucran cuestiones de administración como problemas en la estructura del proyecto, recursos del proyecto, metodologías para la planificación e inadecuada administración de los riesgos. Otro factor es la organización y las estrategias a llevar ya que al no estar bien diseñadas y/o implementadas también influyen en el éxito o fracaso de éste.

Existen factores que afectan al proyecto pero que no son fáciles de identificar por ejemplo lo que sucede en otros países, lo cual puede afectar y que no pensamos que fuera a ocurrir. Por ejemplo, la nacionalización del petróleo en Argentina es algo que podría repercutir económicamente a México (pero se dice que no afectará la estabilidad económica del país) [12].

Otro de los factores que pueden ocurrir son referentes al tema del contrato, pues si se ha firmado por varios años y se requiere renovarlo puede ser que ya no sea conveniente para ambas partes y por esta razón no se renueve. Por ejemplo Brasil y México tienen un pacto automotor bilateral, Brasil no quiere renovar este acuerdo por un déficit comercial de US\$1.170 millones de México [13].

Con lo descrito en los párrafos anteriores notamos que existen una gran variedad de riesgos, debido esta gran variedad de riesgos es más difícil administrarlos, razón por la cual se pueden englobar de acuerdo a ciertas similitudes, es decir, juntar los riesgos que se asemejen. Por ejemplo, los recursos de los proyectos, los equipos necesarios para elaborarlos y los recursos humanos, todos estos los podemos englobar como recursos necesarios para el proyecto. Otro ejemplo son las limitaciones del presupuesto y el contrato los podemos englobar solo en el contrato.

### **1.3. Administración y medición del riesgo.**

En esta sección se definirá y explicará que es administración de riesgos así como las etapas de éste, se presentarán algunos métodos para medir el riesgo y se comparará la administración contra la medición de riesgo.

La administración de riesgos:

- *"Se refiere a todas las actividades que se llevan a cabo para reducir la incertidumbre asociadas a determinadas tareas o eventos. Reduce los impactos que tienen los eventos no deseados en el proyecto" [14].*
- *"Es el conjunto de acciones llevadas a cabo en forma estructurada e integral, que permite a las organizaciones identificar y evaluar los riesgos que pueden afectar el cumplimiento de sus objetivos, con el fin de emprender de forma efectiva las medidas necesarias para responder ante ellos" [4].*

La administración de riesgos no se limita a un solo evento o circunstancia, ésta es un proceso dinámico que está definido en varias etapas, por la incertidumbre que se tiene con respecto a las circunstancias que se pueden enfrentar en el proyecto o en las empresas, razón por la cual es necesaria su administración la cual permite responder de la mejor forma posible ante los riesgos identificados, entiéndase por responder como las medidas que se tomarán para evitar, mitigar, proteger o prevenir el riesgo, por lo que nos permitirá tener un mayor control sobre los tiempos, costos y alcance de un proyecto [4] [14].

Con la administración de riesgos se tienen en cuenta los riesgos internos y riesgos externos. Los riesgos internos son los recursos humanos, financieros, físicos, tecnológicos mientras que los riesgos externos están relacionados con los clientes, el usuario, proveedores, socios. [3]

Los beneficios que ofrece la administración de riesgos son que al identificar los riesgos (internos o externos), nos da la ventaja de tomar decisiones esenciales para evitar, mitigar, prevenir o protegerse de estos [3]. Una estrategia<sup>7</sup> y dependiendo del tipo de riesgo, es que se pueda transferir. Por ejemplo una aseguradora transfiere el riesgo, ya sea de forma total o parcial, a una reaseguradoras.

El objetivo principal de la administración de riesgos es maximizar las oportunidades para enfrentar los riesgos y minimizar las pérdidas que se generarían sino se enfrentaran o evitaran éstos. Otro objetivo de la administración de riesgos es tratar de conocer todos los riesgos posibles de un proyecto, evaluar que tan severos son, junto con sus consecuencias y después determinar los pasos a seguir para resolverlos de acuerdo a su naturaleza. También, permite que en caso de que ocurra el evento no deseado se pueda recuperar el proyecto más fácilmente con los planes de emergencia o evitar que este se cancele o no llegue a término. [4]

---

<sup>7</sup> La estrategia son las acciones a seguir para obtener un resultado específico. [4]



Ilustración 1. Ciclo de administración de riesgos [4]

Las etapas que se tienen en la administración de riesgos se muestran en la Ilustración 1 [4]. Las etapas son cíclicas porque al momento que se empiece a implementar medidas para los riesgos ya identificados pueden surgir nuevos riesgos de tal forma que se deberá iniciar el ciclo de nuevo para evitarlos, mitigarlos, protegerse o prevenirlos, por lo que éste es un proceso de mejoras continuas.

A continuación se explicarán las etapas de la administración de riesgos:

- Identificación de riesgos

La identificación de riesgos nos permite tomar conciencia sobre los riesgos existentes y los que podrían surgir. Para identificarlos algunas de las preguntas que se debe de realizar la persona o personas encargadas de esto son: ¿qué puede ocurrir?, ¿cómo puede ocurrir?, ¿cuándo puede ocurrir?, ¿qué o quién puede generarlo?, ¿por qué se puede presentar o generar? No todos los riesgos son fácilmente identificables ya que pueden no ser perceptibles, otros se olvidan o a veces por considerarse de poca importancia no se toman en cuenta, algunos ni siquiera se piensan que podría pasar.

Existen métodos que nos sirven para identificar los riesgos como el Método de Hazop, Sikich, Freeman, Modelo de Administración de Riesgos de Boehm (Win - Win), Modelo de Administración de Riesgos de Software SEI (SER versión 2.0), Modelo de Administración de Riesgos de Hall (P2I2), Métodos Probabilísticos como el árbol de fallas (lógica inductiva) y el árbol de eventos (lógica deductiva), análisis de vulnerabilidad, Método Risicar entre otros [7] [14]. Estos tienen como propósito encontrar los posibles eventos que se pudieran presentar y afectar de alguna manera al cumplimiento de los objetivos. A continuación se mencionaran el funcionamiento de algunos de estos modelos.

El *Método de Hazop (Hazar and Operability)* es un método de identificación de riesgos inductiva basada en la hipótesis de que los riesgos se producen como consecuencia de una desviación de las variables de los procesos en una etapa determinada, se utiliza para identificar todas las fuentes o causas de riesgo o peligros que podrían llevar al evento no deseado, la cual consiste en analizar las causas de las desviaciones mediante “palabras guía”. Hay cuatro metas generales para la realización de este estudio [7]:

- Identificar todas las fuentes potenciales de riesgos.
- Definir si el objetivo es encontrar una acción para controlar el riesgo o la operabilidad del problema.
- Identificar casos críticos y tomar una decisión inmediata.
- Asegurarse que las acciones tomadas sean puestas en práctica y revisadas.

La *Metodología Sikich* combina el enfoque de la operabilidad de los riesgos y la administración del proceso de seguridad. En forma general establece cinco etapas a seguir (como una guía para la evaluación de diversos riesgos) [7]:

1. Establecer metas del análisis de riesgos. El objetivo primordial es la reducción, eliminación o el control del grado de vulnerabilidad frente la actividad o situación no deseada.
2. Seleccionar el equipo de trabajo para el análisis permanente de las

situaciones de riesgo. La intención es formar un equipo multidisciplinario para estudiar diferentes escenarios de riesgo y evaluar el impacto que tendría cada uno.

3. Elaborar formatos propios para la evaluación de riesgos apoyado en las experiencias prácticas y estadísticas, considerando que el análisis de riesgo está sujeto a cambios permanentemente.
4. Analizar los diversos tipos de riesgos.
5. Determinar de prioridades de los riesgos.

Tanto el *Árbol de Fallas* como el *Árbol de eventos* se basan en la aplicación de cuatro pasos fundamentales, mediante los cuales busca determinar las frecuencias y magnitudes de los riesgos:

1. Definición del evento que se analizará para determinar su probabilidad.
2. Determinación de los posibles escenarios, mediante el análisis lógico, utilizando conectores lógicos.
3. Se desarrolla el esquema del árbol hasta los eventos esenciales (fallas primarias).
4. Calcular la probabilidad del evento principal de análisis.

El análisis del *Árbol de Falla (FTA Fault Tree Analysis)* es un proceso deducible. Este empieza con una conclusión general, luego intenta determinar las causas específicas de la conclusión. El motivo principal de este análisis es ayudar a identificar causas potenciales de falla en sistemas antes de que ocurran, también puede ser utilizado para evaluar la probabilidad del evento más probable utilizando métodos analíticos o estadísticos [7].

Para construir un *Árbol de Falla*, como se muestra en la Ilustración 2, primero se define la condición de falla y se escribe la más alta o probable, después se determina las posibles razones por la que la falla ocurrió (ésta se coloca en un segundo nivel). Se continúa detallando cada elemento con puertas (conectores lógicos “y” o una “o”, como se muestra en la Tabla 1) adicionales a niveles más bajos. Se finaliza y se repasa el diagrama completo, si es posible se evalúa la probabilidad de cada ocurrencia.

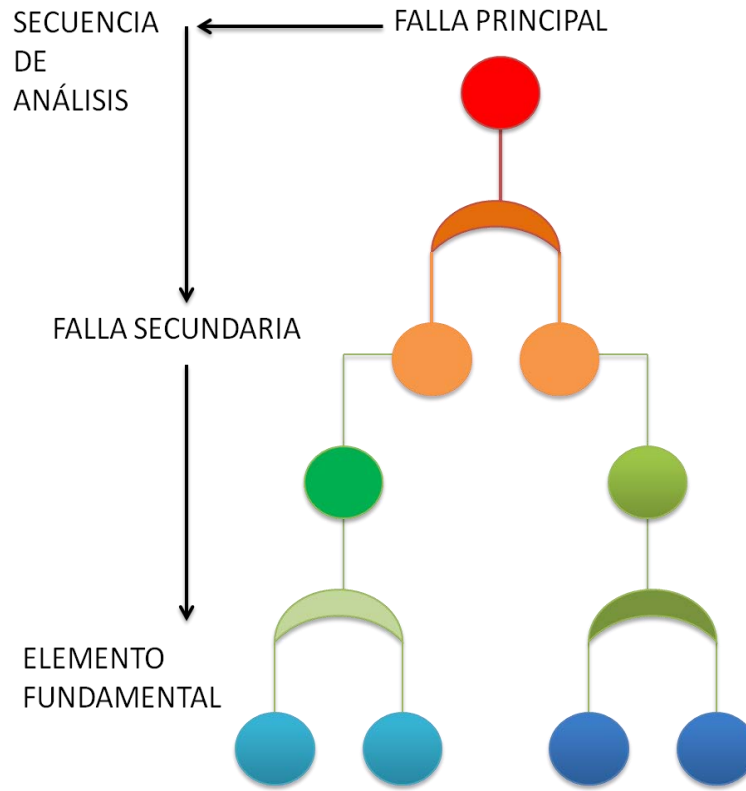


Ilustración 2. Árbol de fallas [7]

El análisis por *Árbol de Eventos* considera la respuesta del personal y los sistemas de seguridad en relación con la falla. Este no es aplicable al análisis de riesgos, pero es de gran utilidad para analizar el efecto de sistemas de seguridad o procedimientos de emergencia para la prevención y mitigación de eventos riesgosos. Tiene como objetivo determinar las causas inmediatas y básicas. Tiene como alcance identificar la secuencia de eventos que permiten llegar a una falla o error y como originan un accidente, en la Ilustración 3 se muestra una imagen de este árbol de eventos [7].

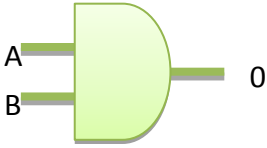
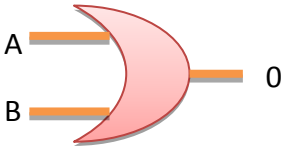
DESCRIPCIÓN	DIBUJO	TABLA DE VERDAD															
La puerta y indica que la producción ocurre si todos los eventos introducidos están presentes.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Introd. A</th> <th>Introd. B</th> <th>Producción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>C</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table>	Introd. A	Introd. B	Producción	C	C	C	C	F	F	F	C	F	F	F	F
Introd. A	Introd. B	Producción															
C	C	C															
C	F	F															
F	C	F															
F	F	F															
La puerta o indica que la producción ocurre si por lo menos uno de los eventos introducidos está presente.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Introd. A</th> <th>Introd. B</th> <th>Producción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>F</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>C</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table>	Introd. A	Introd. B	Producción	C	C	C	C	F	C	F	C	C	F	F	F
Introd. A	Introd. B	Producción															
C	C	C															
C	F	C															
F	C	C															
F	F	F															
<p>Cuando un resultado lógico es cierto (C) se le asigna el valor de 1.                      Cuando un resultado lógico es falso (F) se le asigna un valor de 0.</p>																	

Tabla 1. Árbol de fallas [15]

En el *Método Risicar* se realiza un análisis de la situación de la empresa tanto internamente como externamente. Con la situación interna nos da una base para ver los aspectos más débiles de la empresa mientras que con el análisis externo se obtiene información del entorno que pueda afectar o afecta a esta. Una vez realizados estos análisis se establece el nivel en el cual se identificarán los riesgos. Estos niveles son: nivel estratégico y nivel operativo [4].

Los riesgos que se identifican en el nivel estratégico afectan a la misión de la empresa y sus objetivos estratégicos mientras que en el nivel operativo afectan los logros de los objetivos de las actividades de los procesos. En este método se tiene que describir el riesgo, identificar los agentes generadores (factores que generan el riesgo), las causas y efectos [4].



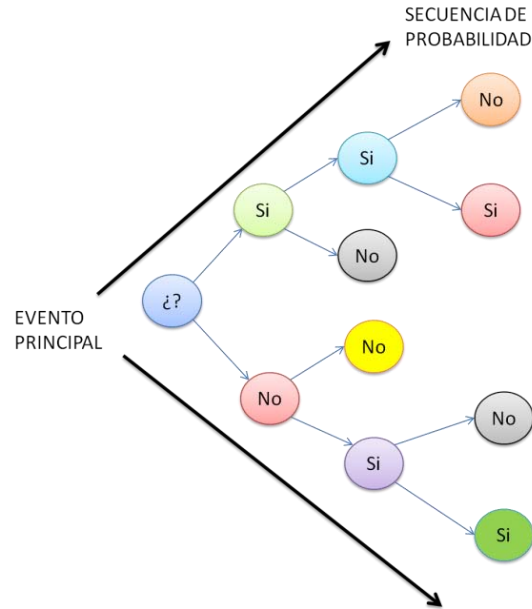


Ilustración 3. Árbol de eventos [7]

Una de las ventajas de este método es que se realiza la identificación de riesgos por procesos lo cual permite que los riesgos de otros procesos no se involucren en el proceso que se esté analizando, en otras palabras no se desvíe del proceso.

- Calificación de los Riesgos

Una vez que ya se tienen identificados los riesgos es necesario calcular el impacto que tendrán en el proyecto, esta es la parte de calificación de riesgos. Se analiza sobre la posibilidad de ocurrencia del riesgo, es decir, la frecuencia. También se realiza otro análisis sobre la magnitud que tendrá en caso de que el riesgo pase [4].

Dependiendo el método utilizado existirán diferentes escalas para la calificación de las variables del riesgo (tres, cuatro o más niveles) o bien se ocuparán la frecuencia o la probabilidad. Existen diferentes formas para llevar a cabo esto como los métodos cualitativos (estos se usan cuando no se tiene suficiente información sobre la frecuencia de los riesgos y el costo de conseguirla es mayor que el beneficio que se obtendrá por tenerla), métodos cuantitativos (se caracterizan por utilizar modelos matemáticos con datos como la frecuencia, variabilidad, entre otro) y en los métodos semi-

cuantitativos a las escalas cuantitativas se les asignan valores.

Para los métodos cuantitativos se utiliza la probabilidad ya que es una medida estadística la cual requiere información histórica de un determinado periodo de tiempo, y en los métodos cualitativos y semi-cualitativos se ocupa la frecuencia pues se requiere una estimación subjetiva del número de veces que se repite o se puede presentar un riesgo en un lapso de tiempo.

Por ejemplo en la calificación en el Método Risicar el riesgo se califica multiplicando las variables de frecuencia<sup>8</sup> (tiene un crecimiento lineal en la tabla) e impacto (tiene un crecimiento geométrico en la tabla). Para ponderar estas dos variables se utilizan tablas con cuatro niveles cada una. Para calificar el riesgo, una vez ubicada la frecuencia en la tabla se le asigna el valor y se ubica en la tabla de impacto determinando que aspectos afectaría más con la ocurrencia del riesgo [7].

En la Tabla 2 se muestra un ejemplo de la calificación de frecuencia. Se define la frecuencia y se indica que tiempo o periodo abarca ésta, para este ejemplo son:

- Baja es una vez en más de un año
- Media entre una y cinco veces al año
- Alta entre seis y once veces al año
- Muy alta más de once veces al año

A cada frecuencia se le asigna un valor, el más bajo para la frecuencia más baja y el valor más alto para la frecuencia más alta.

Valor	Frecuencia	Descripción
1	Baja	Una vez en más de un año
2	Media	Entre una y 5 veces al año
3	Alta	Entre 6 y 11 veces al año
4	Muy Alta	Más de 11 veces al año

Tabla 2. Calificación de frecuencia (ejemplo de tabla) [4]

<sup>8</sup> Las variables de frecuencia son las que indican qué tan seguido ocurre un evento. En el método Risicar se tiene definido como baja, media, alta y muy alta (Ver Tabla 2)

En la Tabla 3 se muestra un ejemplo de tabla de calificación de impacto. Al igual que en la frecuencia se debe de definir los tipos de impacto e indicar a que se refiere cada tipo, estos tipos pueden ser en términos económicos, de operaciones, cumplimiento de objetivos o de lo que se requiera. Después de realizar esta definición se asigna los valores a cada tipo de impacto, asignando el valor más bajo al tipo de menor impacto y el valor más alto al tipo de mayor impacto.

Valor	Impacto	Descripción en términos económicos.	Descripción en términos operacionales	Descripción en términos de cumplimiento de objetivos
5	Leve	Pérdidas hasta de 5,000,000 de pesos	Se interrumpe la operación menos de 4 horas	Se afecta el logro de los objetivos en menos del 25%
10	Moderado	Pérdidas entre 5,100,000 y 50,000,000	Se interrumpe la operación entre 5 horas y 1 día	Se afecta el logro de los objetivos entre el 25% y 39%
20	Severo	Pérdidas entre 50,100,000 y 100,000,000	Se interrumpe la operación entre 2 y 10 días	Se afecta el logro de los objetivos entre el 40% y 60%
40	Catastrófico	Más de 100,000,000 de pesos	Se interrumpe la operación más de 10 días	Se afecta el logro de los objetivos en más del 60%

Tabla 3. Calificación de impacto (ejemplo de tabla) [4]

- Evaluación de los riesgos

En la evaluación, una vez identificados y calificados los riesgos, se analizan las calificaciones que se dieron a los riesgos identificados y se establece la situación del proyecto (o empresa) con respecto a éstos, lo cual ayudará al diseño de planes de manejo, de acuerdo con las prioridades pre-establecidas con la gravedad de la situación de cada riesgo.

Existen instrumentos, técnicas y métodos para la evaluación como la matriz de relación (histogramas, correlación), listados de chequeo, sistemas

y diagramas (árbol de eventos, árbol de fallas), estadísticas - probabilísticos (distorsión, correlación, desviación), la aplicación de algunas dependerán del método utilizado para la identificación y calificación de los riesgos ya que estos métodos pueden tener su propio criterio para que se realice esto de manera homogénea [4].

El nivel de tolerancia a los riesgos en el proyecto es factor para la calificación y evaluación de éstos, a partir de ahí se considerará qué tan aceptable (de poco impacto), tolerable o inaceptable (de gran impacto) es cada uno, para poder establecer la escala de gravedad con respecto al proyecto. Estos niveles de tolerancia pueden tener más dependiendo del método ocupado [4].

Siguiendo con el ejemplo del Método Risicar este tiene cuatro tipos de clasificación que son: aceptables, tolerables, graves e inaceptables. Para ello se utiliza una matriz la cual contiene las escalas de calificación elaboradas con las dos variables frecuencia e impacto [7].

En la Tabla 4 se muestra el ejemplo de matriz. Esta matriz se obtiene de multiplicar la frecuencia con el impacto, haciendo tipo por tipo, en este ejemplo la frecuencia muy alta por cada tipo de impacto (leve, moderado, severo y catastrófico), esto mismo se hace para las frecuencias alta, media y baja. Esta multiplicación se realiza con los valores asignados a cada tipo. Después de realizar se asignará los tipos A, B, C y D, en este ejemplo A es cuando la multiplicación es menor a diez, B cuando el resultado esté entre diez y veinte, C cuando se sea mayor a veinte y máximo sesenta, D mayor a sesenta.

FRECUENCIA									
4	Muy alta	20	B	40	C	80	D	160	D
3	Alta	15	B	30	C	60	C	120	D
2	Media	10	B	20	B	40	C	80	D
1	Baja	5	A	10	B	20	B	40	C
		Leve		Moderado		Severo		Catastrófico	
		5		10		20		40	
		IMPACTO							

Tabla 4. Matriz de evaluación del riesgo [4]

Los riesgos se categorizaron en:

- A - Aceptable.
- B - Tolerable.
- C - Grave.
- D - Inaceptable.

Lo que representa si un riesgo está marcado con la letra A no representa peligro y no requiere medidas de tratamiento, con la letra B la respuesta puede quedarse a mediano plazo, con la letra C la respuesta debe implementarse a corto plazo y con la letra D representa un grave peligro y requiere medidas de tratamiento inmediatas [7].

- Diseño de medidas de tratamiento

Una vez evaluados los riesgos, se deciden las medidas o acciones a seguir para éstos. En esta parte, al considerar las soluciones a los riesgos, también se tiene que observar si son factibles estas soluciones y no vayan a generar riesgos más severos de los que ya se tenían. Las medidas de control son [4]:

- Evitar (una forma de evitar es no aceptando proyecto que no sean viables o eliminando la actividad que genera el riesgo)
- Prevenir (tratando de anticiparse al riesgo tomando medidas de prevención, esta medida actúa sobre las causas de los riesgos)
- Proteger (actúa sobre los efectos de los riesgos).

- Implementación de las medidas

Para la implementación de estas medidas se establecen los objetivos a alcanzar con éstas y la forma en que se medirán junto con las fechas en que se tiene que alcanzar los objetivos, la o las personas responsables, los recursos con los que se contará, etcétera. Las estrategias para mitigar un riesgo no necesariamente implican la cancelación de las tareas que lo propician. Las decisiones tomadas varían de acuerdo a las necesidades y

políticas de cada empresa. Al tomar una decisión es necesario evaluar las posibles pérdidas, la solvencia, la capacidad para enfrentar los posibles daños, entre otras.

- Monitoreo y evaluación

El monitoreo junto con la evaluación son necesarias debido a los cambios que se tiene en los proyectos ya que puede traer consigo nuevos riesgos. Cuando un riesgo fue mitigado este genera un cierto cambio con el cual podría traer un nuevo riesgo, aunque no necesariamente pasa. Estos riesgos pueden ir cambiando con el tiempo, pueden desaparecer, disminuir o intensificarse, al igual que las medidas para tratarlos y las consecuencias que conlleva. Los indicadores que existen para el monitoreo son la frecuencia con que ocurre, el impacto que tiene, entre otros. Para poder realizar el monitoreo constante es necesaria la información sobre la ocurrencia de los riesgos, las pérdidas o ganancias que se han tenido [4].

Los indicadores de riesgo miden el comportamiento de los riesgos identificados con respecto a la frecuencia con que ocurren (cada cuanto sucede un mismo riesgo) y el impacto o gravedad de las consecuencias por este (con este se muestra la magnitud de las pérdidas o en el mejor de los casos las ganancias) [4].

Algunos factores que podemos identificar que nos pueden llegar a producir un riesgo son [4]:

- El no llevar a cabo una buena estimación de los recursos necesarios al iniciar un nuevo proyecto.
- No contar con todos los recursos necesarios para llevarlo a cabo, siendo los recursos monetarios, tecnológicos, recursos humanos.
- El tiempo puede no ser suficiente.
- El incremento del costo de algún recurso necesario.
- El alcance del proyecto.
- La mala o falta de comunicación, con el administrador, el proveedor, el cliente o entre el mismo equipo de administración.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la comparación de la medición de riesgos y la administración de riesgos la cual fue obtenida de lo descrito y explicado dentro de este capítulo. En ésta se identifica a la medición de riesgos como una herramienta que se utiliza para la administración de riesgos.

Administración de Riesgos	Medición de Riesgos
Identificar los riesgos que pueden existir o existen en el proyecto. Identificar los factores que podrían generar riesgos.	Evaluar el impacto que el riesgo tiene o tendrá sobre el proyecto.
Calcular el impacto que tendrán los riesgos en el proyecto.	Evaluar que tan conveniente es mitigar el riesgo, es decir, si es mejor dejar que suceda o mitigarlo.
Evaluar el impacto de los riesgos en el proyecto con la ayuda de la medición de riesgos dando escalas para después poder priorizar los riesgos.	Ayudar a priorizar los riesgos.
Priorizar los riesgos para ver cual tiene mayor impacto en el proyecto y mitigarlo en primer lugar	Evaluar la probabilidad de que el riesgo surja de nuevo.
Diseñar e implementar formas de mitigar los riesgos para que el efecto en el proyecto sea menor o nulo.	
Monitorear los riesgos encontrados, dar seguimiento para evitar que surjan de nuevo o se genere otro a consecuencia de algún otro.	

Tabla 5. Administración de riesgos VS medición de riesgo

## Capítulo 2.

### Portafolio de proyectos de tecnologías de información

En este capítulo se revisa el concepto de proyecto, portafolio, se describe de cómo se aborda la administración de riesgos del portafolio de proyectos desde un punto de vista estratégico y operativo, así como los procesos de la administración de portafolios. Se concluirá con las diferencias entre la administración de portafolios y la administración de proyectos.

#### 2.1. Concepto de Proyecto y Portafolio.

Antes de definir qué es un portafolio es necesario definir qué es un proyecto. En el PMBOK (Project Management Body of Knowledge) desarrollado por el Project Management Institute (PMI) define un proyecto como:

*“Un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto único, servicio o resultado” [3].*

Cuando se habla de temporal no implica corto de tiempo lo que nos indica es que tiene un inicio y un fin definido, es decir, tiene un ciclo de vida. Un proyecto antes de serlo inicia como una idea, una propuesta, una iniciativa [3].

Todo proyecto tiene [3]:

- Duración finita: el proyecto finaliza en algún momento.
- Actividades: son las tareas que se realizan en el proyecto.
- Fases: son divisiones o etapas que tiene el proyecto, pueden ser establecidas para generar puntos de control.
- Alcance: meta u objetivo que se debe de cumplir, éste es la razón por el cual fue concebido el proyecto.
- Tiempo: duración del proyecto, este puede ser dado es semanas, meses o años.
- Costo: es el precio o gasto a realizar para llevar a cabo el proyecto.



Una vez definido que es un proyecto podremos entender mejor que es un portafolio. En el PMBOK lo definen como:

*“Una colección de proyectos o programas y otros trabajos que se agrupan para facilitar la administración eficaz del trabajo para cumplir con los objetivos estratégicos del negocio. Los proyectos o programas del portafolio pueden no necesariamente ser interdependientes o directamente relacionados” [3].*

A veces se habla de los componentes de un portafolio para no tener que estar especificando si es proyecto, programa u otro trabajo. En algunas ocasiones dentro de un portafolio de proyectos podemos tener otro portafolio de proyectos (Ver Ilustración 4) y se tienen que considerar las iniciativas que se quieren incorporar al portafolio. Un componente del portafolio de proyectos no solo puede ser alguno de los mencionados anteriormente sino también un portafolio<sup>9</sup> o una iniciativa<sup>10</sup>, entonces tenemos que un componente es un proyecto, programa, portafolio, iniciativa u otro trabajo.

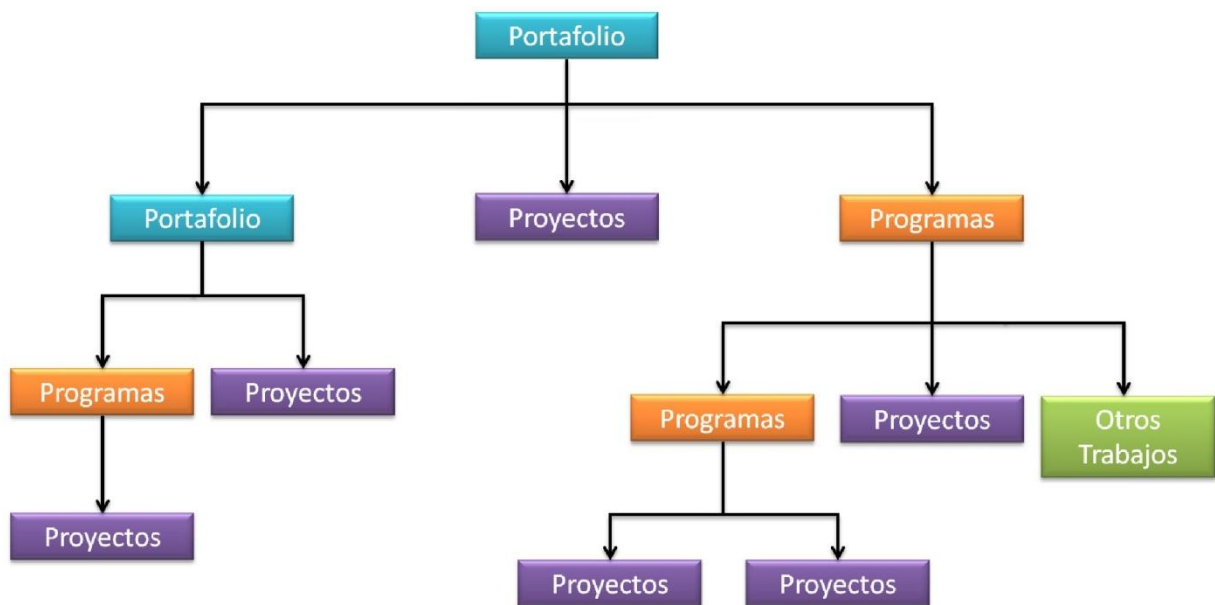


Ilustración 4. Estructura del portafolio [16]

<sup>9</sup> Portafolio está conformado por proyectos, programas, otros trabajo u otro portafolio. [3]

<sup>10</sup> La iniciativa es la propuesta que se puede convertir en proyecto.

Dentro de un portafolio se encuentran los proyectos o programas que una empresa tiene, los cuales impactan en gran medida en la misión (a que se dedica, a quien va dirigido sus productos o servicios) y su visión (que se quiere para la situación futura). De acuerdo a estos tienen que cumplir con ciertos objetivos que la compañía tiene.

Al tener cada empresa cierta misión y visión los componentes se tienen que alinear con dicha misión y visión, es decir, que los componentes no se deben de apartar de lo que la empresa desea para sí misma (Ver Ilustración 5).



Ilustración 5. Recursos de la organización [16]

Dentro de un portafolio se tienen diversos riesgos los cuales se tienen que administrar para evitarlos o mitigarlos. Estos riesgos son propios del portafolio, de cada componente que lo conforma y los del sector en el que participa la empresa. Estos riesgos se tienen que priorizar para saber qué componente se sigue realizando, el riesgo que se tiene que resolver primero, entre otros, y además de priorizar los niveles de riesgo también se deberán de tomar en cuenta los objetivos (estratégicos y organizacionales) que tiene la empresa para poder realizar una

correcta priorización sobre los componentes.

Teniendo priorizados los componentes se tiene que generar las estrategias para enfrentar estos riesgos. Estas estrategias deben estar acorde con los objetivos (estratégicos y organizacionales), la misión, el presupuesto, los recursos (tanto recursos humanos como recursos tecnológicos) de la empresa para no afectar más a ésta. Estas estrategias debe de ser, idealmente [16]:

- El medio para lograr los objetivos que se tienen.
- Ocupar la menor cantidad de recursos para no alterar más los recursos de la empresa.
- Realizarlos en el menor tiempo posible, esto para que los componentes puedan seguir su curso sin más demoras.
- Al momento de plantearlas deben de ser claras y precisas para una mayor eficiencia al momento de ejecutarlas.
- Deben de considerar la capacidad de la empresa para poder llevarlas a cabo.

## **2.2. Procesos de la Administración de Portafolios.**

En las buenas prácticas<sup>11</sup>, recomendadas por Project Management Institute (PMI), existen procesos que se siguen para realizar una buena administración del Portafolio las cuales son [3] [16]:

- Identificar componentes<sup>12</sup>: se obtiene una lista e información de los componentes se tiene dentro del portafolio y se analizan las iniciativas.
- Clasificar componentes: se realiza la tipificación de la lista de componentes, esto es de acuerdo a las bases del plan estratégico de la empresa.
- Evaluar componentes: se realiza la evaluación con la información obtenida en los dos procesos anteriores.

---

<sup>11</sup> Buenas prácticas significa que existe un acuerdo general en que la correcta aplicación de estas habilidades, herramientas y técnicas puede aumentar las posibilidades de éxito de una amplia variedad de proyectos diferentes. [24]

<sup>12</sup> Componente se define como un proyecto, programa, portafolio, iniciativa u otro trabajo [3] [16].

- Seleccionar componentes: con los criterios de selección de la empresa se elige los componentes a los que se les dará seguimiento.
- Identificar los riesgos del portafolio: se identifican y documentan los riesgos que pueden afectar al portafolio para poder generar una respuesta a éstos.
- Analizar los riesgos del portafolio: los riesgos identificados son priorizados de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre el portafolio.
- Priorizar componentes: se clasifican los componentes seleccionados en diversas categorías.
- Desarrollar la respuesta contra el riesgo del portafolio: se obtienen las opciones y acciones para mitigar los riesgos.
- Equilibrar portafolio: se combinan los componentes con mayor potencial para apoyar iniciativas estratégicas y alcanzar los objetivos de la empresa.
- Comunicar ajuste del portafolio: dar a conocer los cambios realizados en el portafolio.
- Autorizar componentes: se asigna formalmente los recursos para los componentes seleccionados.
- Monitoreo y control de riesgos del portafolio: realizar los análisis necesario para vigilar y controlar los riesgos de los componentes.
- Revisar y reportar el desempeño del portafolio: se presentan indicadores de desempeño para revisar los componentes.
- Monitorear los cambios de la estrategia de negocios: se vigilan los cambios de estrategia para realizar la administración del portafolio.

Estos procesos se relacionan entre sí de forma consecutiva aunque también puede regresar a un proceso anterior si es necesario para realizar una mejor administración del portafolio. Por ejemplo del proceso "Desarrollar la respuesta contra el riesgo del portafolio" puede regresar al proceso "Identificar los riesgos del portafolio". Estos procesos de la administración del portafolio también se relacionan con la administración ejecutiva, la administración de proyectos y programas y la administración de operaciones, como se muestra en la Ilustración 6.

Dentro de la administración ejecutiva se tiene la visión, misión, plan estratégico y los objetivos estratégicos los cuales son base para poder llevar a cabo la administración del portafolio ya que es necesario conocerlos para tener alineado el portafolio con éstos rubros. En la administración de proyectos y programas dos de los tres rubros que se tienen son programa de administración de proyectos y medición de desempeño, éstos están relacionados con monitorear y controlar riesgos del portafolio ya que se deben de realizar antes y después de esta etapa de la administración. La administración de operaciones es la que lleva a cabo las operaciones, las cuales no se pueden realizar si no se tienen los componentes del portafolio.

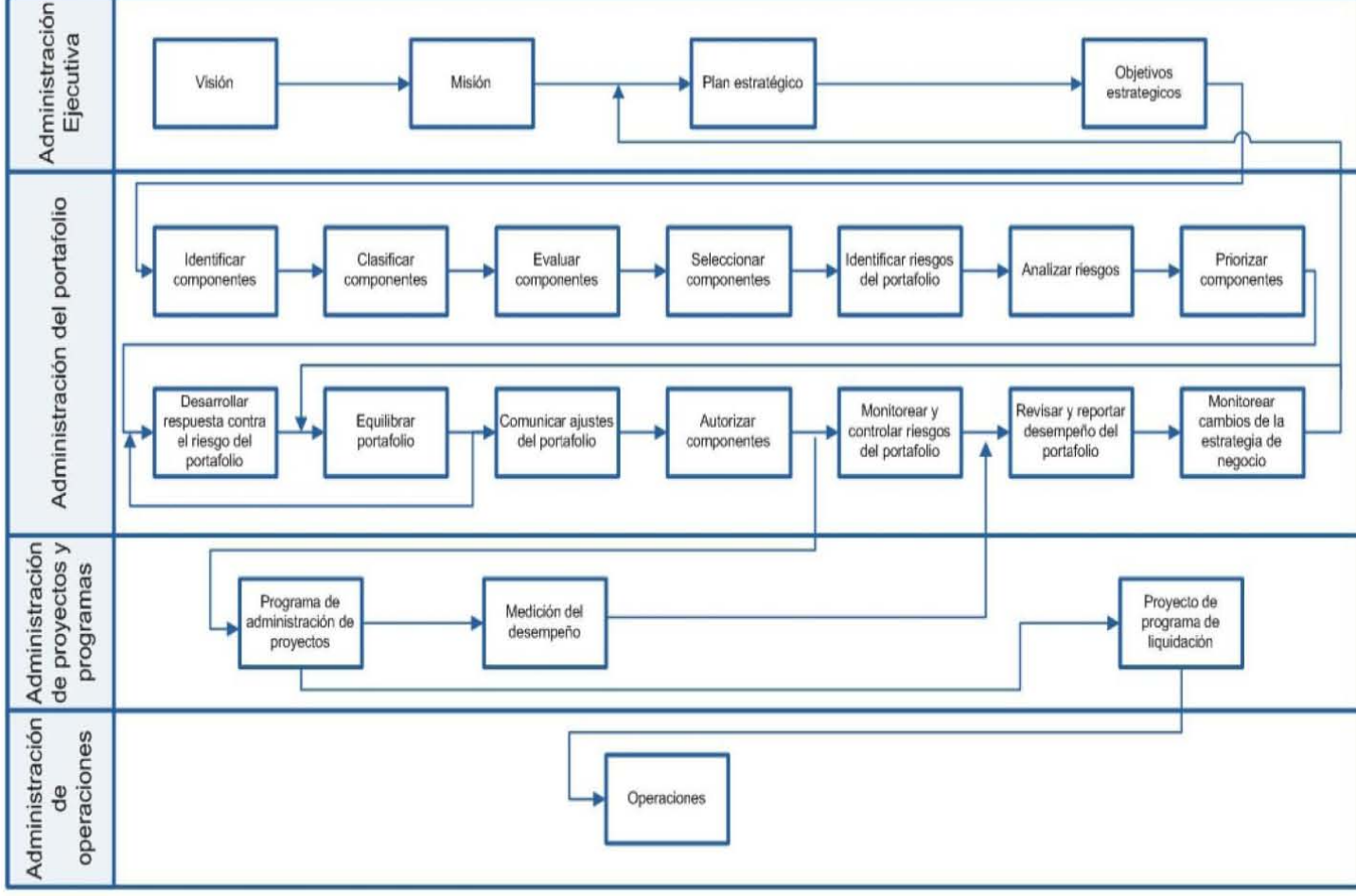


Ilustración 6. Proceso de administración [16]

A continuación se explicara cada uno de estos procesos.

- Identificar componentes

Dentro de este proceso se realiza una lista con información suficiente para poder saber qué proyectos, programas u otros trabajos se tienen dentro del portafolio. Además de esto se analiza las iniciativas para entrar al portafolio, es decir que otros componentes pueden formar parte del portafolio.

Al iniciar este proceso se consideran [16]:

- El plan estratégico. Éste es utilizado para alinear la estructura organizacional y financiera con las prioridades, la misión y objetivos de la empresa. Normalmente incluye el estado de la misión y de la visión. También puede identificar factores externos que puedan afectar los objetivos de la empresa.
- La definición del componente. Está basada en las estrategias y/o planes operacionales de los objetivos. Esta definición puede ser utilizada para la primera proyección en la lista de componentes. Ejemplos de estas definiciones son el tamaño, la urgencia, el impacto del componente (ya sea por riesgo o por beneficio).
- Descripción clave del componente. Es usada para categorizar, evaluar y seleccionar las componentes. Ejemplo de estas descripciones claves son el número y la descripción del componente, así como los beneficios cuantitativos y cualitativos, recursos requeridos.
- El inventario de todos los componentes existentes. Todos los componentes activos o en marcha dentro del portafolio para que antes de que el ciclo de la administración del portafolio comience de nuevo se generen en una lista.
- Las nuevas iniciativas de componentes. Todas las nuevas iniciativas de componentes a incluir dentro del portafolio.

Una vez que se cuenta con lo anterior se realiza una comparación preliminar de todos los componentes dentro del inventario (componentes ya existentes y las iniciativas) y las definiciones de las componentes, la cual es

usada para identificar las componentes que cumplan con los requisitos a considerar. Lo anterior ayuda a identificar cuales componentes pueden entrar al portafolio y cuales no. Ya realizado esto se genera una lista con las componentes que son seleccionadas para continuar con el proceso de clasificar componentes.

- Clasificar componentes [16]

De acuerdo con la lista generada en el proceso anterior, se realizan las tipificaciones de los componentes del portafolio con filtros de tomas de decisiones y criterios, para evaluarlos posteriormente, seleccionarlos y priorizarlos. Estas tipificaciones las realiza el administrador del portafolio de acuerdo a las bases del plan estratégico que tenga la empresa.

Pueden existir diversas categorías en las que se pueden clasificar los componentes por ejemplo componente de obligación legal o de reducción de riesgo. A su vez cada categoría puede tener subcategorías, ejemplo de esto es el tamaño, duración, fases. Cada categoría tiene un objetivo en común, éste sirve para que al momento de realizar la evaluación de las componentes tengan un mismo criterio y estén en las mismas condiciones para poder seleccionar la mejor opción y ésta entre al portafolio.

Al finalizar este proceso se tendrá como resultado una lista de los componentes agrupados por categorías y/o subcategorías. Si algún componente, al finalizar este proceso no se acomoda en alguna de las categorías se puede tomar la decisión de ponerlo dentro de una lista para futuras evaluaciones y selecciones.

- Evaluar componentes

Dentro de este proceso se retoma la información que se obtuvo en el proceso de identificar los componentes y la lista que se generó en la categorización de componentes, si es necesario se obtiene mayor información acerca de éste, con la cual se evaluarán los componentes y facilitará la selección de las mismas.

La información debe de ser suficiente para poder realizar una adecuada evaluación de cada componente y posteriormente realizar una útil selección, si esto no se lleva a cabo de forma correcta podrían entrar al portafolio



componentes que no beneficien a la empresa. La información puede ser cualitativa y/o cuantitativa.

Se pueden aplicar una serie de criterios de evaluación relacionados con los aspectos del negocio. Estos criterios deberán facilitar la medición de las contribuciones de cada componente hacia los objetivos estratégicos del negocio. Algunos ejemplos de estos criterios son criterios financieros, criterios técnicos, criterios relacionados con los recursos humanos [16].

Una vez terminada la evaluación obtendremos una lista con los componentes ya evaluados y aprobados por cada categoría [16].

- **Seleccionar componentes**

Con la información obtenida durante la evaluación y los criterios de selección de la empresa se seleccionan los componentes a los cuales se les dará seguimiento. Para esta selección también se necesita conocer los recursos que se tiene, para poder realizar una buena selección, estos recursos pueden ser recursos humanos, financieros, equipos u otro tipo [16].

Al seleccionar los componentes se toma en cuenta la misión y la visión de la empresa para que los componentes estén alineados con éstos, es decir, que sean congruentes con lo que hace y quieren realizar en la empresa; lo cual también ayudará a cumplir con los objetivos de la misma. A parte de lo mencionado se tiene que analizar si se cuenta con los recursos necesarios para poder llevar a cabo el componente que se seleccionaría.

Al finalizar este proceso se obtendrá una lista de los componentes seleccionados, evaluados, categorizados y con la información necesaria se podrán asignar sus respectivas prioridades. En la lista se harán las recomendaciones de los componentes a elegir y/o en que categorías estarán.

- **Identificar los riesgos del portafolio**

Al igual que en un proyecto se tienen que identificar los riesgos que pueden afectar al portafolio. Al estar dividido el portafolio en categorías, cada una de estas categorías y sus componentes no necesariamente tendrán el mismo impacto dentro del portafolio. Estos riesgos además de ser identificado se deben de documentar para posteriormente realizar una

respuesta al mismo [16].

Dentro del portafolio se tienen diferentes categorías de riesgo [16]:

- Riesgo estructural. Está asociado con la forma en que está compuesta la cartera y las interacciones potenciales entre los componentes.
- Riesgos de los componentes. Se refieren a los riesgos de los componentes de forma individual que se han intensificado. Son generalmente asociados con uno o más parámetros del componente (tiempo, costo o alcance).
- Riesgos generales. Son la suma de los riesgos individuales de los proyectos, riesgos del portafolio que son la suma de los riesgos de los componentes y que no entran en las otras dos clasificaciones.

Al finalizar este proceso se obtendrá un registro de todos los riesgos identificados junto con las personas asignadas para la administración de los mismos.

- Analizar los riesgos del portafolio [16]

Dentro de este proceso, ya identificados los riesgos, se priorizan de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y el correspondiente impacto sobre los objetivos del portafolio, posteriormente se puede generar una respuesta a estos. Al tener la priorización realizada nos ayuda a poder identificar los riesgos más altos, lo cuales se atacarán primero ya que es lo que puede impactar más al portafolio.

Una vez terminado este análisis se tendrá una lista de las prioridades de los riesgos del portafolio generando una matriz de probabilidad e impacto la cual puede ser utilizada para clasificar los riesgos. También se tendrán los riesgos agrupados por categorías y una lista con los responsables de atender los riesgos.

- Priorizar componentes [16] [3]

El propósito de este proceso es clasificar los componentes seleccionados dentro de cada categoría lo cual ayuda a su posterior análisis necesario para validar y al momento de balancear el portafolio. La priorización es una comparación objetiva de cada componente contra las

demás componentes ya seleccionadas, los criterios que se utilizan para esta comparación son establecidos por la empresa.

Para realizar esta priorización se debe de realizar una clasificación ponderada en cada categoría para definir cual tiene la mayor prioridad. Un ejemplo se ve en la Ilustración 7.

En la Ilustración 7 se muestra una matriz de n columnas y n filas, en cada columna y fila se encuentran los componentes seleccionados. En la comparación se asigna el valor de cero o uno, cero si el componente de la fila tiene menor prioridad que el componente de la columna y uno si el componente de la fila tiene mayor prioridad con respecto al de la columna. Al terminar esta comparación se suman todos los valores de cada fila y el que cuente con el número más alto será el de mayor prioridad, la prioridad disminuirá junto con el número del componente.

	Componente A	Componente B	Componente C	Componente D	Componente E	Componente F	Clasificación	
Componente A	0	1	1	1	1	1	5	Mayor prioridad
Componente B	0	0	0	1	1	0	2	
Componente C	0	1	0	1	1	0	3	
Componente D	0	0	0	0	1	0	1	
Componente E	0	0	0	0	0	0	0	Menor prioridad
Componente F	0	1	1	1	1	0	4	

Ilustración 7. Priorización de componentes [16]

Con la priorización se genera información que se utilizará para decidir los componentes que se encasillarán en categorías de recursos financieros, recursos humanos y recursos tecnológicos de la empresa. Entonces el proceso realizado es una actividad prerequisite para el balance del

portafolio porque se conoce los componentes con mayor potencial [16] [3].

- Desarrollar la respuesta contra el riesgo del portafolio

Una vez conocidos y analizados los riesgos que se generarían con los componentes (existentes o nuevos) se debe de generar las opciones y acciones de evitar o minimizar los riesgos para que no perjudiquen a los objetivos que tiene la empresa. La planificación se realiza de acuerdo a la prioridad de cada riesgo, su inserción de recursos (financieros, humanos, tecnológicos), actividades en el presupuesto y el plan de administración del portafolio, según sea necesario.

- Equilibrar portafolio [16]

El propósito de esta etapa de la administración del portafolio es el de mezclar los componentes del portafolio con mayor potencial para apoyar iniciativas estratégicas y alcanzar los objetivos que tiene la empresa. El balance conlleva la capacidad de planificar y asignar recursos (financieros, humanos, tecnológicos y físicos) de acuerdo con la dirección estratégica y la capacidad de maximizar el rendimiento del portafolio.

Para iniciar con este proceso es necesaria la lista con los componentes priorizados. Una vez teniendo lo anterior se puede realizar:

- Un análisis costo beneficio: es la evaluación para saber que beneficia más considerando sus costos. Este análisis incluye el valor presente neto, la tasa interna de retorno, la proporción costo – beneficio, entre otros análisis.
- Análisis cuantitativo: evaluación de cuantos componentes se pueden manejar.
- Análisis de escenario: es la evaluación de los posibles escenarios de acuerdo a los componentes que se tengan.
- Análisis de probabilidades. Incluye métodos como árboles de decisión, simulación de Monte Carlo.
- Método analítico de gráficas: las gráficas pueden ser histogramas, gráficas de pastel u otras que ayuden a visualizar el portafolio.

Al finalizar este proceso se obtendrá una lista de componentes

aprobadas del portafolio para su ejecución.

- Comunicar ajuste del portafolio [16]

El objetivo de este proceso es dar a conocer los cambios realizados dentro del portafolio para fijar las expectativas y aclarar las repercusiones con los cambios.

Los administradores de los componentes proporcionan retroalimentación con la cual se puede evaluar el impacto de los cambios en las metas de la empresa así como el desempeño del portafolio en las estrategias. Si los cambios generados generan repercusiones en el portafolio, estos se deben de solucionar con el encargado del área afectada para evitar que no se cumplan con los objetivos de la empresa. Se debe de acordar la frecuencia con la que se realizará la comunicación del ajuste al igual que la forma en que se realizará.

El propósito de la comunicación de los ajustes es satisfacer las necesidades de los interesados, resolver problemas y asegurarse que el portafolio se encuentra acorde con los objetivos de la empresa.

- Autorizar componentes [16]

El propósito de este proceso consiste en asignar formalmente los recursos necesarios para poder ejecutar los componentes seleccionados y hacer formalmente la comunicación de las decisiones del balance de la cartera.

Para poder iniciar con este proceso es necesario contar con la lista completa de los componentes aprobados para después poder ejecutarlos.

Se debe de contar con un documento que identifique los roles y responsabilidades de las partes interesadas (stakeholders) y definir los roles y responsabilidades específicas para todos los participantes en los componentes. Además se debe de definir el plan de comunicación de todas las necesidades, estableciendo la frecuencia y requerimientos.

- Monitoreo y control de riesgos del portafolio

En este proceso se aplican técnicas como la varianza y el análisis de tendencias, las cuales necesitan datos generados durante la ejecución para

monitorear lo sucedido en el componente. Para el propósito de vigilar y controlar los riesgos de los componentes, se tiene que verificar lo siguiente [16]:

- Los supuestos del portafolio siguen siendo validos.
  - Los riesgos, según la evaluación que tuvieron, han tenido algún cambio con respecto a su estado anterior.
  - Se siguen de forma adecuada las políticas de la administración de riesgos y los procedimientos.
  - Las reservas para contingencias deben ser modificadas en función de los riesgos encontrados.
- Revisar y reportar el desempeño del portafolio

El propósito que tiene este proceso consiste en reunir y presentar indicadores de desempeño<sup>13</sup> y revisar la cartera con cierta frecuencia. Se realiza para asegurar que los componentes estén alineados con las estrategias de la organización y que los recursos sean utilizados correctamente. Cada componente es revisado individualmente para evaluar su rendimiento dentro del portafolio y saber sus contribuciones al mismo [16].

Para iniciar con este proceso se necesita [16]:

- La información de cada componente. La información debe de ser actualizada con regularidad durante toda la vida del componente, la cual es siempre proporcionada por el administrador para su evaluación.
- La asignación de recursos. Los recursos incluyen capacidad financiera, recursos humanos, capacidad de producción.
- Criterios de selección y evaluación. Son utilizados para determinar cuáles componentes deberían salir del portafolio.
- Metas estratégicas y estrategias. Son los objetivos que se tienen y la forma en la que se llegará a ellos.

La empresa determina el periodo en que se realizan las revisiones.

---

<sup>13</sup> Los indicadores de desempeño son lo que muestran los niveles en que se está llevando a cabo el componente. [16]

Durante cada ciclo se examinan todos los componentes, cada ciclo puede tener varias revisiones pero con enfoques diferentes y la profundidad del análisis aplicado a cada uno. Como varían el enfoque de las revisiones los indicadores también varían.

- Monitorear los cambios de la estrategia de negocios [16]

Este proceso permite que la administración del portafolio responda a los cambios en la estrategia del negocio. Dentro de la empresa puede surgir cambios estratégicos progresivos por el ambiente de negocios lo cual afecta al portafolio.

Se necesita la información acerca del portafolio y sus componentes de forma periódica al igual que el plan estratégico de la organización para poder monitorear los cambios que vayan surgiendo conforme pase el tiempo y con este considerar si es necesario hacer un nuevo criterio, si han cambiado los objetivos y que se tendría que realizar para que no afecte al portafolio y sea mínimo el impacto sobre el portafolio.

### **2.3. Administración del portafolio vs administración de proyectos.**

Encontramos varias similitudes entre la administración del portafolio y la administración de proyectos ya que en ambas tenemos varios procesos que se tiene que llevar a cabo, con nombres similares, como [16] [4]:

- Identificación de Riesgos.
- Evaluación de Riesgos o Análisis de Riesgos.
- Diseño de medidas de tratamiento o Desarrollo de respuestas para el riesgo
- Monitoreo y control.

A pesar de que los procesos se parecen mucho tienen varias diferencias. La diferencia primordial es que mientras en la administración de proyectos se realizan solo para un proyecto, en la administración del portafolio se realiza para varios componentes.

Otra diferencia es que en la administración del portafolio se tienen que seleccionar los componentes que serán parte de éste, con la selección también se

van analizando los riesgos que se puede generar al adquirir los componentes, lo cual se puede ver como selección de los riesgos que se quiere asumir mientras que en la administración de un proyecto este ya se tienen y se deben de asumir [4] [16].

En la administración del portafolio, los riesgos que se tienen son diversos por la clasificación de componentes al igual que la magnitud de estos riesgos. En la administración de proyectos también diversifican lo riesgos pero se centran más en una clasificación, es decir, no tiene tantos riesgos diversos como en un portafolio.

La empresa depende para lograr sus objetivos tanto de la administración del portafolio, como de la administración de proyectos. La diferencia se encuentra en que la administración del portafolio se eligen los componentes que harán posible llegar a los objetivos que se tengan además de monitorear y revisar que éstos se lleven a cabo de forma adecuada, mientras que en la administración de proyectos solo se monitorea un proyecto que fue seleccionado desde el portafolio para ser realizado.

Dentro de la administración del portafolio se asignan los recursos necesarios para poder llevar a cabo cada componente mientras que en la administración de proyectos no se realiza esta parte.

Con la administración del portafolio se tiene comunicado a los miembros de la empresa los cambios que se realicen a este para estar monitoreando que los objetivos se cumplan. Al igual se vigilan los cambios que sucedan en el ámbito del negocio para ver si los planes estratégicos y los objetivos de la empresa sean validos o hayan cambiado y que tanto afecta al portafolio.

Con estas comparaciones vemos que no son muy distintas la administración del portafolio y la administración de proyectos, aunque en la administración del portafolio tiene más peso en las decisiones de la empresa y en el logro de los objetivos de la misma ya que es esta quien elige que componentes se realizarán dentro de la empresa.



## Capítulo 3.

# Modelo matemático para la mitigación de riesgos

En este capítulo se presenta la problemática que se tiene actualmente para la medición y proyección de ocurrencia de riesgos del portafolio de proyectos, la propuesta del modelo matemático y un comparativo mediante métodos heurísticos utilizando los análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) del modelo propuesto y otros métodos que se utilizan actualmente.

### 3.1. Problema Actual

En la actualidad, no se cuenta con un método matemático medible para calcular la probabilidad de ocurrencia del riesgo y que permita proyectarlos.

Dentro del portafolio de proyectos se identifican las siguientes categorías de riesgos:

- Riesgo estructural.
- Riesgo de componente<sup>14</sup>.
- Riesgo general de componente.

Sabemos que el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento que puede medirse en un intervalo entre 0 y 1, para poder medir los riesgos se necesita un modelo que pueda medir la volatilidad que se presenta dentro de estas categorías de riesgos.

Los riesgos que se manejan son muy volátiles por la interacción de los involucrados (llamados stakeholders) que intervienen dentro de los proyectos.

La propuesta del modelo se basará en el artículo “Modelos estructurales de inflación en Colombia: Estimación a través de Mínimos cuadrados flexibles” de Luis Fernando Melo V. y Martha Misas A. [17], en el cual se mide la inflación que es muy volátil de forma similar a los riesgos que se utilizarán en el modelo.

---

<sup>14</sup> Componente se define como un proyecto, programa, portafolio, iniciativa u otro trabajo [3] [16].

En este artículo se plantea que “*en general los modelos macroeconómicos son claramente vulnerables a cambios estructurales*” [17] ya que “*los parámetros pueden cambiar a través del tiempo e introducir errores en la relación histórica estimada*” [17] y “*los modelos son generalmente basados en un conjunto limitado de relaciones causales, las cuales pueden ser relevantes en un periodo de la historia e irrelevantes en otro*” [17] sugiriendo utilizar “*un método de estimación de parámetros cambiantes a través del tiempo*” [17].

La hipótesis que se maneja es que los cambios son suaves en los coeficientes durante el periodo de análisis con la metodología de mínimos cuadrados flexibles (que está basado en el concepto de regresión lineal con coeficientes cambiantes a través del tiempo).

Este modelo genera dos tipos de errores [17]:

- Error residual: está dado por la diferencia entre el valor observado y el estimado.
- Error dinámico: está conformado por la discrepancia entre los coeficientes estimados.

Se tomará el error residual como el riesgo del portafolio de proyectos ya que este error contempla todas las variables en los años que es equivalente a contemplar a todos los riesgos dentro del portafolio de proyectos, mientras que el error dinámico solo utiliza los coeficientes estimados sin contemplar todas las variables.

### 3.2. Propuesta de solución al problema

Sea  $P_{(t)}$  = Presupuesto anual del año  $t$ , con  $t \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$ .

Supongamos que  $P = P_{(t)}$  para el año observable.

$$\sum_{i=1}^n [w_i] = P \quad n \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$$

Sean  $w_1, w_2, \dots, w_n$  los costos de los proyectos donde

Las tres categorías de riesgos: riesgo estructural, riesgo de componente y riesgo general de componente se representarán mediante los siguientes tres vectores respectivamente  $\vec{X}$ ,  $\vec{Y}$  y  $\vec{Z}$ , con los cuales se conformarán las dimensiones del riesgo en el componente.

Sean

$$\vec{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad n \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$$

donde  $x_i$  = Riesgo estructural del proyecto  $i$ , con  $i \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$ .

$$\vec{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad n \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$$

donde  $y_i$  = Riesgo de componente del proyecto  $i$ , con  $i \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$ .

$$\vec{Z} = (z_1, z_2, \dots, z_n) \quad n \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$$

donde  $z_i$  = Riesgo general del proyecto  $i$ , con  $i \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$ .

Dados los vectores  $\vec{X}$ ,  $\vec{Y}$  y  $\vec{Z}$ , supongamos que los cambios son suaves a través del tiempo, entonces se deriva el siguiente modelo:

Sean

$R$  = la matriz de regresores para  $T$  años observables

$$R = \begin{pmatrix} \vec{X}_1 & \vec{X}_2 & \dots & \vec{X}_T \\ \vec{Y}_1 & \vec{Y}_2 & \dots & \vec{Y}_T \\ \vec{Z}_1 & \vec{Z}_2 & \dots & \vec{Z}_T \end{pmatrix} \quad T \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$$

$b$  = el vector columna de coeficientes

$$b = \begin{pmatrix} \vec{b}_1 \\ \vec{b}_2 \\ \dots \\ \vec{b}_T \end{pmatrix}$$

$$\text{donde } \vec{b}_i = \begin{pmatrix} b_{i1} \\ b_{i2} \\ b_{i3} \end{pmatrix} \text{ con } i \in [1, T]$$

y  $R'$  = la matriz de observaciones para los Componente se define como un

proyecto, programa, portafolio, iniciativa u otro trabajo [3] [16].

$$\mathbf{R}' = \begin{pmatrix} \vec{X}'_1 & \vec{X}'_2 & \cdots & \vec{X}'_T \\ \vec{Y}'_1 & \vec{Y}'_2 & \cdots & \vec{Y}'_T \\ \vec{Z}'_1 & \vec{Z}'_2 & \cdots & \vec{Z}'_T \end{pmatrix}$$

Basándonos en los mínimos cuadrados flexibles, el grado de riesgo que tenemos en el portafolio estará dado por:

$$E_T^2 = \sum_{t=1}^T [R'_{(t)} - R_t \vec{b}_t]^2$$

Para obtener el grado de riesgo del portafolio para los  $T$  años se toma el cuadrado de la diferencia entre las observaciones para los  $T$  años y los regresores multiplicados por los coeficientes, el resultado de la diferencia se suma para todos los años.

Fijándonos en un año  $t$ , el grado del riesgo es:

$$E_T^2 = [R'_{(t)} - R_t \vec{b}_t]^2$$

Al fijarnos en un solo año no se tiene que realizar la suma del resultado de la diferencia para todos los años, además de que proporciona información para el año deseado.

Desarrollando esta ecuación:

$$\begin{aligned} E_T^2 &= \left[ R'_{(t)} - R_t \vec{b}_t \right]^2 \\ &= \left[ \begin{pmatrix} \vec{X}'_t \\ \vec{Y}'_t \\ \vec{Z}'_t \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \vec{X}_t \\ \vec{Y}_t \\ \vec{Z}_t \end{pmatrix} \vec{b}_t \right]^2 \\ &= \left[ \begin{pmatrix} (x'_{t1}, x'_{t2}, \cdots, x'_{tn}) \\ (y'_{t1}, y'_{t2}, \cdots, y'_{tn}) \\ (z'_{t1}, z'_{t2}, \cdots, z'_{tn}) \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} (x_{t1}, x_{t2}, \cdots, x_{tn}) \\ (y_{t1}, y_{t2}, \cdots, y_{tn}) \\ (z_{t1}, z_{t2}, \cdots, z_{tn}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{t1} \\ b_{t2} \\ b_{t3} \end{pmatrix} \right]^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left[ \begin{array}{c} (x'_{t1} - b_{t1}x_{t1}, x'_{t2} - b_{t1}x_{t2}, \dots, x'_{tn} - b_{t1}x_{tn},) \\ (y'_{t1} - b_{t2}y_{t1}, y'_{t2} - b_{t2}y_{t2}, \dots, y'_{tn} - b_{t2}y_{tn},) \\ (z'_{t1} - b_{t3}z_{t1}, z'_{t2} - b_{t3}z_{t2}, \dots, z'_{tn} - b_{t3}z_{tn},) \end{array} \right]^2 \\
 &= (x'_{t1} - b_{t1}x_{t1})^2 + (x'_{t2} - b_{t1}x_{t2})^2 + \dots + (x'_{tn} - b_{t1}x_{tn})^2 + \\
 &\quad (y'_{t1} - b_{t2}y_{t1})^2 + (y'_{t2} - b_{t2}y_{t2})^2 + \dots + (y'_{tn} - b_{t2}y_{tn})^2 + \\
 &\quad (z'_{t1} - b_{t3}z_{t1})^2 + (z'_{t2} - b_{t3}z_{t2})^2 + \dots + (z'_{tn} - b_{t3}z_{tn})^2 \\
 &= e_t
 \end{aligned}$$

Si  $|e_t| \leq 5$  el riesgo del portafolio es aceptable.

Para este modelo se propone como máximo grado de riesgo aceptado para el riesgo del portafolio sea 5.

Nuestra propuesta la cual denominaremos Mínimos Cuadrados Flexibles para el Portafolio de Proyectos de Tecnologías de la Información (MCFPPTI), se sustenta en la teoría matemática de Mínimos Cuadrados Flexibles. En el artículo donde se toma este modelo se plantea que *“En general los modelos macroeconómicos son claramente vulnerables a cambios estructurales”* [17] ya que *“los parámetros pueden cambiar a través del tiempo e introducir errores en la relación histórica estimada”* [17] y *“los modelos son generalmente basados en un conjunto limitado de relaciones causales, los cuales pueden ser relevantes en un periodo de la historia e irrelevantes en otro”* [17].

El método de Mínimos Cuadrados Flexibles maneja la hipótesis de que los cambios son suaves en los coeficientes durante el periodo de análisis. Ésta metodología está basada en el concepto de regresión lineal con coeficientes cambiantes a través del tiempo. El tipo de error que se maneja para medir el riesgo del portafolio es el error residual (está dado por la diferencia entre el valor observado y el valor estimado.).

En el error residual se manejan todos los valores o variables que se tienen, el cual es equivalente a manejar todos los riesgos de todo el portafolio.

### 3.3. Otros modelos

Durante la investigación realizada se encontraron diferentes modelos matemáticos para medir el riesgo de un portafolio de proyectos estos son:

- Simulación de Monte Carlo
- Interacción de riesgos

Lo que se requiere saber es cuál de los distintos modelos (simulación de Monte Carlo, interacción de riesgos y el modelo propuesto mínimos cuadrados flexibles para el portafolio de proyectos de Tecnologías de la Información) es el óptimo para medir riesgos dentro de un portafolio de proyectos de TI. Dado que no se cuenta con datos históricos de portafolio de proyectos, se realizará una comparación con métodos heurísticos entre los distintos modelos encontrados, utilizando una técnica ligera de planeación estratégica.

A continuación se dará una breve descripción de cada uno de los métodos mencionados.

#### **Simulación de Monte Carlo**

La simulación de Monte Carlo [18], es una técnica cuantitativa que utiliza las estadísticas y modelos matemáticos para brindar ayuda en la toma de decisiones mostrando una serie de posibles resultados junto con la probabilidad de que se produzcan los eventos que se están considerando para la toma de decisiones. Este modelo puede medir el impacto y la probabilidad de ocurrencia de los riesgos [18].

Este modelo depende de dos elementos esenciales:

- Modelo que calcule los posibles datos de salida que se quieran pronosticar.
- Generación de números aleatorios bajo una distribución de probabilidad específica que describa las variables con incertidumbre.

Y los siguientes elementos para complementar la simulación:

- Valores conocidos.
- Reglas de decisión.

La simulación de Monte Carlo realiza el análisis de riesgo con el modelo matemático que represente la situación que se plantea mediante la sustitución de un rango de valores posibles (distribución de probabilidad), después calcula los

resultados varias veces con diferentes valores aleatorios de la función de probabilidad. Para ser más preciso o confiable los resultados que arroja la simulación, las veces que se hace el cálculo deben de ser realizado miles de veces para lograr obtener confianza en el resultado generado [18].

### **Interacción de riesgos**

El método de interacción de riesgos [19] ve la interacción entre los riesgos existentes, no solo se ven los riesgos de manera aislada. Se identifican primero los riesgos que existen en un proyecto y se evalúa el impacto que tienen de forma individual. Después se realizan las interacciones de los riesgos, primero la interacción de dos riesgos, luego la interacción de tres riesgos y así de forma sucesiva para realizar el análisis de cómo afectan estas interacciones al proyecto [19].

Se realizan estas interacciones ya que se toma en cuenta que los riesgos detectados de manera individual pueden parecer inofensivos al proyecto, pero cuando interactúan con algún otro riesgo, un riesgo que parecía inofensivo se vuelve de mayor magnitud e impacto al proyecto. Además se considera que la ocurrencia de un riesgo, o la interacción de más riesgos, puede limitar la capacidad de enfrentar a otros riesgos, aumentar la probabilidad de que otro riesgo suceda o se genere otro riesgo que no se tenía considerado [19].

En proyectos muy grandes se utiliza un análisis morfológico<sup>15</sup> que examina el conjunto de todas las relaciones posibles de riesgos. Este es un proceso iterativo el cual tiene cinco pasos:

1. Enunciar el problema brevemente (¿Cuáles son las metas del proyecto/portafolio?).
2. Localizar todos los riesgos.
3. Construcción de la caja morfológica (matriz multidimensional).
4. Examinar las soluciones en cada interacción con respecto a las metas.
5. Seleccionar soluciones óptimas.

---

<sup>15</sup> El análisis morfológico es un método analítico-combinatorio creado en 1969 por Fritz Zwicky [19]

### 3.4. Análisis FODA de los modelos

Se realizará un análisis Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas (FODA) de cada uno de los modelos mencionados para conocer los aspectos de cada uno y poder realizar posteriormente una comparación entre estos. Este análisis y posterior comparación se llevará a cabo debido a que para poder probar el modelo es necesario contar con información fidedigna de alguna institución, no es posible tenerla porque son datos sensibles y confidenciales, por tal motivo las instituciones no pueden proporcionarla.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se crea un modelo matemático propio que calcula los posibles datos de salida.</li> <li>• Con un mayor número de simulaciones mejora la precisión de resultado.</li> <li>• Mide el impacto y la probabilidad de ocurrencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mientras aumenta el número de simulaciones aumenta el tiempo para saber la información.</li> <li>• Necesita información histórica para determinar los riesgos.</li> <li>• La información que maneja no se puede adaptar con el tiempo.</li> <li>• Para cada proyecto o portafolio debe de crear un modelo.</li> </ul>
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluyendo valores conocidos y reglas de decisión se mejoran los resultados.</li> <li>• El modelo matemático creado puede incluir variables para agregar el cambio en el tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo creado puede omitir variables.</li> <li>• No contar con la información histórica suficiente.</li> </ul>

Tabla 6. FODA Simulación de Monte Carlo<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Elaboración propia



Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede medir la interacción de varios factores de riesgo.</li> <li>• Entre más interacciones analizadas se determina cuanto afectan a los demás riesgos y mejora la certeza del riesgo.</li> <li>• Se genera una matriz con todas las interacciones de los riesgos.</li> <li>• Deja notar que riesgos no tienen relación entre ellos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mientras mayor número de interacciones se vuelve más difícil el cálculo del grado de riesgo.</li> <li>• Si se manejan más de dos riesgos interactuando la matriz es difícil de construir.</li> <li>• Si se quiere determinar todas las interacciones entre todos los riesgos se puede caer en una parálisis por análisis.</li> </ul>
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede ampliar las interacciones de riesgos no solo a proyectos sino también a portafolios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con mayor número de riesgos interactuando se pueden repetir combinaciones de riesgos.</li> <li>• No contar con el equipo necesario para realizar los cálculos de las interacciones de riesgos.</li> <li>• No contar con el conocimiento suficiente sobre la técnica utilizada para realizar la interacción de los riesgos (análisis morfológico).</li> </ul>

Tabla 7. FODA Interacción de riesgos<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Elaboración propia

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pueden incluir todos los riesgos del portafolio de proyectos.</li> <li>• Existen cambios en los coeficientes que ayudan a ser más adaptable a través del tiempo.</li> <li>• Bases matemáticas del modelo que sustentan la efectividad del resultado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al no tener datos históricos los valores de los riesgos son asignados.</li> </ul>
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo se adapta para no ocupar información histórica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los valores de los riesgos son asignados a falta de información histórica.</li> </ul>

Tabla 8. FODA Mínimos Cuadrados Flexibles (MCF)<sup>18</sup>

### 3.5 Comparación entre análisis FODA

Utilizando métodos heurísticos se hará la comparación del FODA de Mínimos Cuadrados Flexibles para el Portafolio de Proyectos de Tecnologías de la Información (MCFPPTI) con los FODA de simulación de Monte Carlo y de interacción de riesgos mediante las implicaciones del negocio (business implications, BI) y los puntos clave de influencia (key leverage points, KLP).

En la Tabla 9 y Tabla 10 se presenta la comparación de los análisis FODA de MCFPPTI y Simulación de Monte Carlo mediante BI y KLP.

<sup>18</sup> Elaboración propia

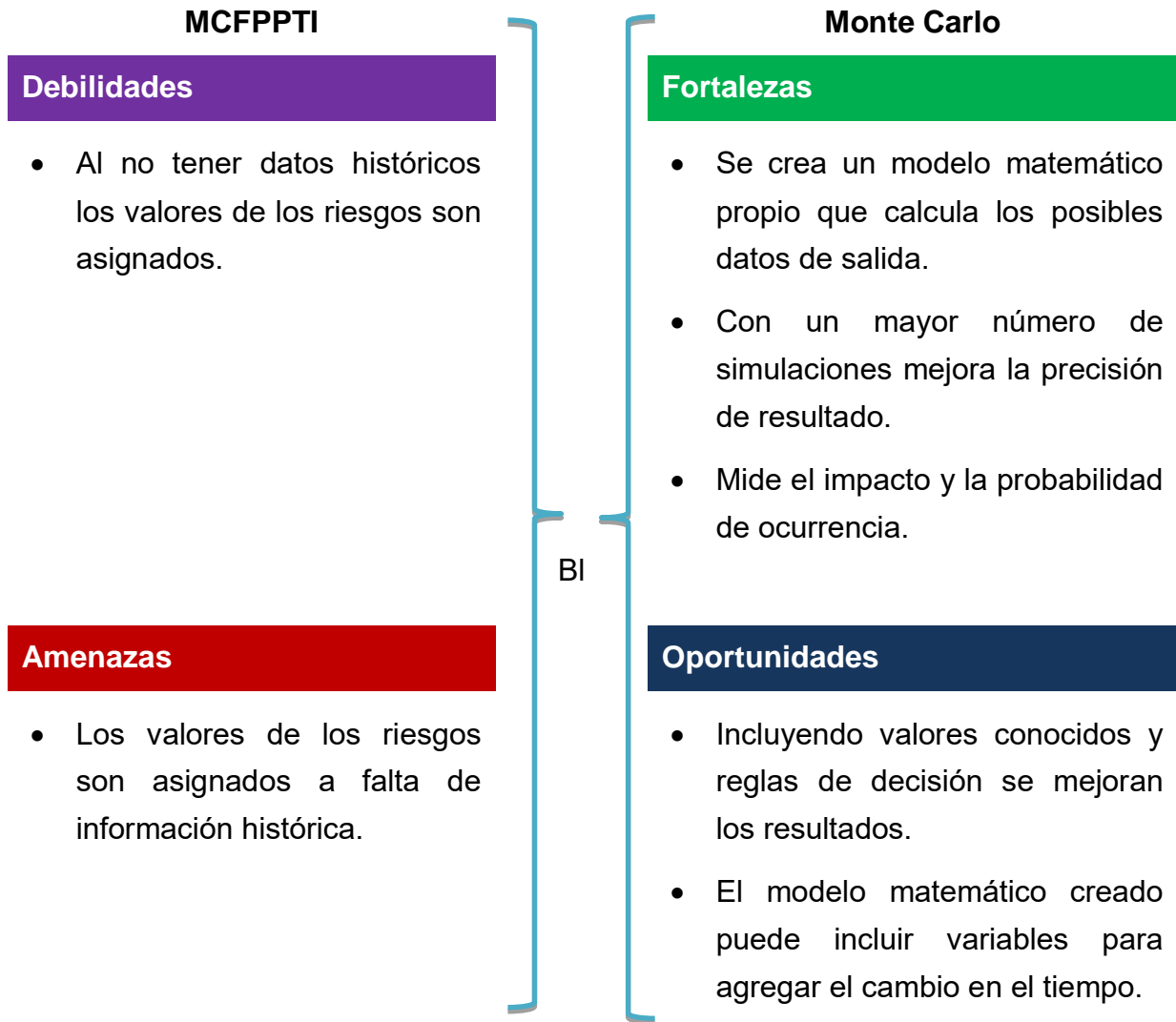


Tabla 9. BI de MCFPPTI vs simulación de Monte Carlo

Con las comparaciones realizadas entre los análisis FODA de MCFPPTI y Simulación de Monte Carlo se concluye que el MCFPPTI es mejor modelo que Monte Carlo porque no necesita realizar varias simulaciones, incluir valores conocidos, reglas de decisión para mejorar la precisión del resultado. El MCFPPTI se puede adecuar a la falta de información histórica y no es necesario crear un modelo para cada proyecto o portafolio.

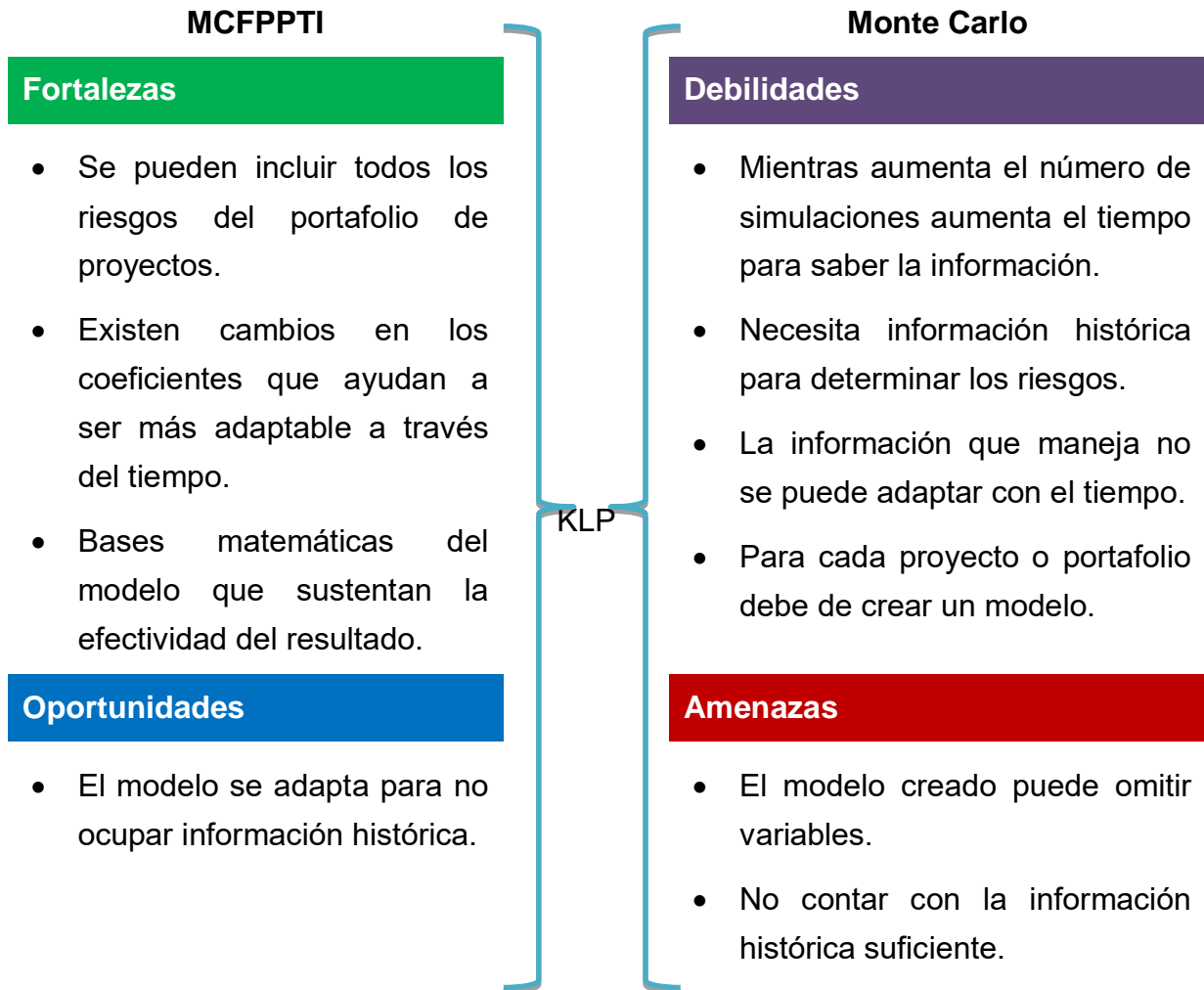


Tabla 10. KLP de MCFPPTI vs simulación de Monte Carlo

En la Tabla 11 y Tabla 12 se presenta la comparación de los análisis FODA de MCFPPTI e interacción de riesgos mediante BI y KLP.

Con las comparaciones realizadas entre los análisis FODA de MCFPPTI e interacción de riesgos se concluye que el MCFPPTI es mejor que las interacciones de riesgo porque integra a todos los riesgos del portafolio dentro de un mismo modelo y no se tiene que desarrollar más modelos, no repite interacciones de riesgo, es fácil el cálculo de la obtención del riesgo.

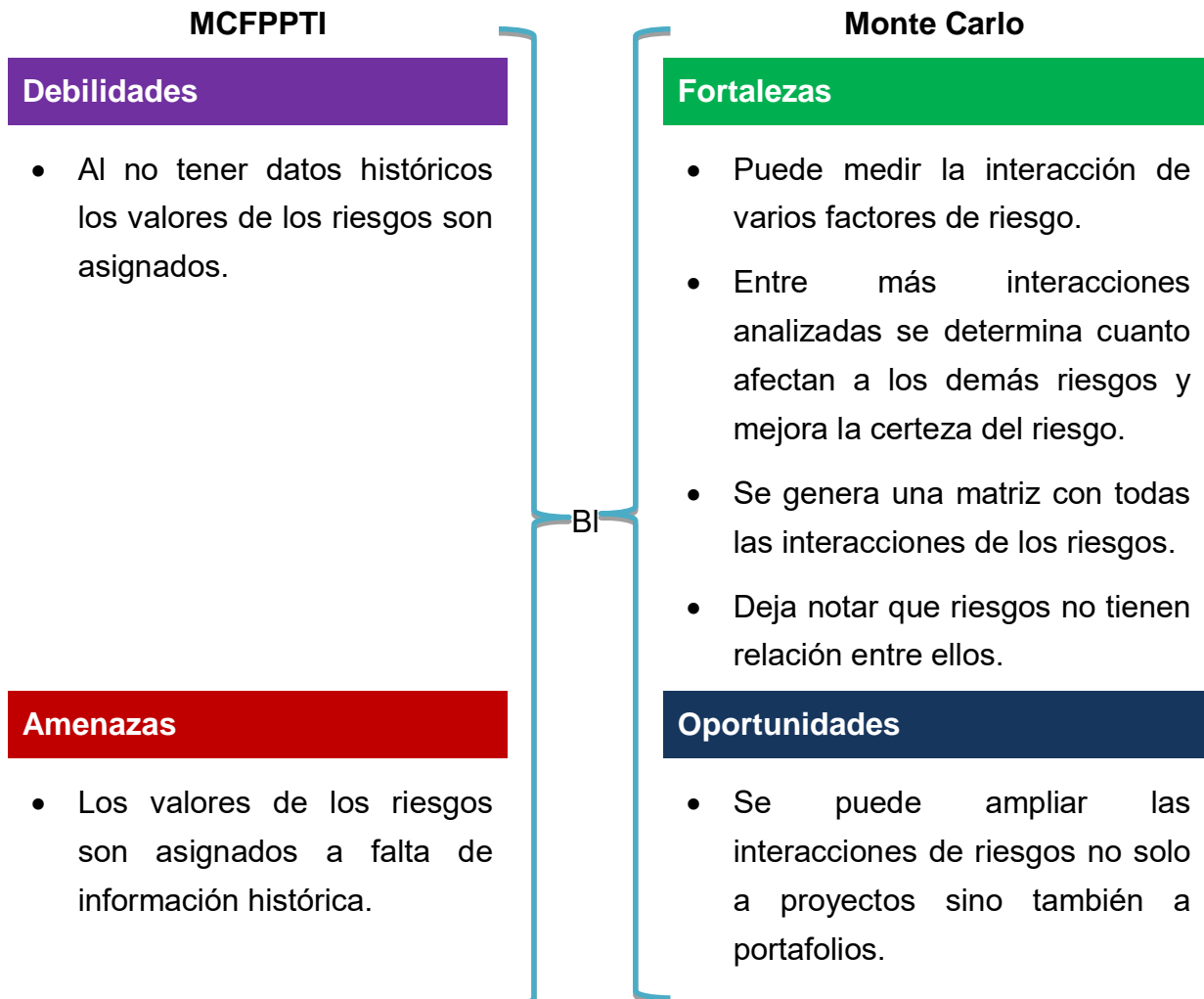


Tabla 11. BI de MCFPPTI vs interacción de riesgos

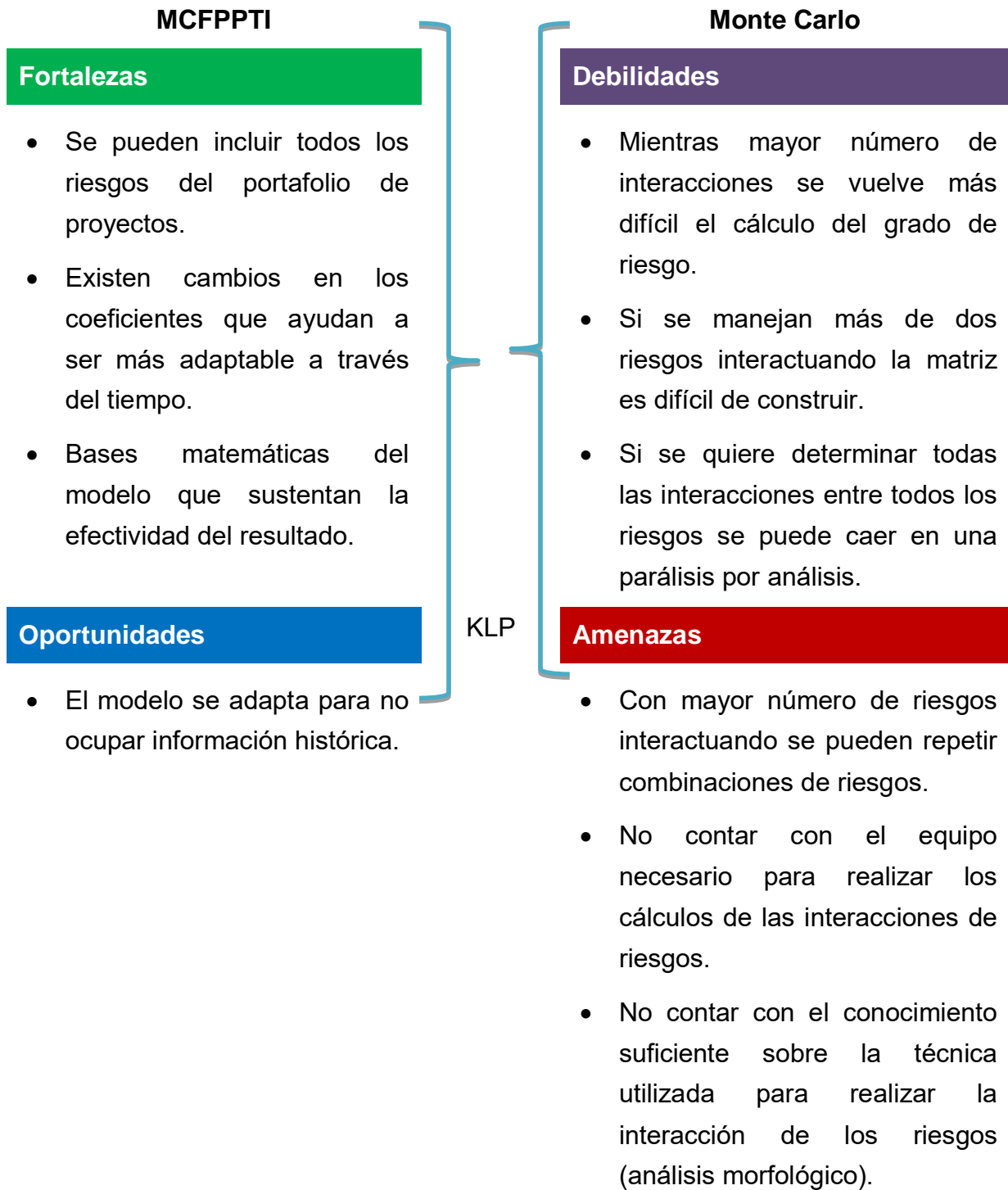


Tabla 12. KLP de MCFPPTI vs interacción de riesgos

## Capítulo 4.

### Proceso de elección del portafolio de proyectos de TIC.

---

En este capítulo se evalúa la factibilidad técnica y viabilidad operativa de la mitigación de riesgos en el proceso de elección de un portafolio de proyectos. Para este fin se entrevistó al Act. Saul Hernández Sánchez<sup>19</sup>, Director General de Digital Supplies, empresa dedicada a la implementación y desarrollo de tecnologías de información y comunicación.

El objeto social de la Digital Supplies es la comercialización de todo tipo de equipo de cómputo, de impresión, de fotocopiadoras, multifuncionales, de oficina, de audio, de video, de telecomunicaciones, de juegos, así como de todo tipo de productos y bienes relacionados con soluciones tecnológicas y de comunicación, sin limitar todo tipo de accesorios y materiales de consumo relacionados con los mismos, software y artículos para empresas, prestación de servicios técnicos y profesionales, de consultoría tecnológica y de logística.

#### 4.1 Características del portafolio

##### 1. *¿Qué tipo de portafolios de proyectos tecnológicos opera su empresa?*

La empresa se orienta principalmente a la implementación de plataforma tecnológica para mejorar la eficiencia operativa mediante la sistematización, integración, simplificación y automatización de los procesos.

---

<sup>19</sup> El Act. Saul Hernández Sánchez autoriza el uso de los siguientes datos personales y empresariales:

Celular: 55 2966 7862

Teléfono fijo: 55 5365 85 88

Página web [www.digitalsupplies.com.mx](http://www.digitalsupplies.com.mx)

Correo electrónico de la empresa: [shernandez@digitalsupplies.com.mx](mailto:shernandez@digitalsupplies.com.mx)

Dirección: Padilla 26 Piso 3, Ciudad Satélite, CP 53100, Naucalpan de Juárez, Estado de México.

Generalmente, la plataforma tecnológica muestran debilidad estructural, un agotamiento tecnológico y diversas carencias administrativas que limitan su contribución a la eficacia y eficiencia de los procesos. Existen estructura tecnológica basadas en sistemas “auto-contenidos”, por lo que se imposibilita la interoperabilidad y la eficiencia de dichos procesos, tanto internos como la relación con las entidades externas, generando ineficiencias operacionales, así como altos costos de infraestructura tecnológica, principalmente en desarrollos, mantenimientos, soporte, hardware y software, sin garantizar los servicios con la calidad que requieren la institución.

**2. *¿Qué aspectos debe considerar un actuario para la elección de proyectos de Tecnología de Información y Comunicación?***

El actuario debe ser capaz de identificar aspectos críticos en los procesos tecnológicos y medir las consecuencias de éstos. Específicamente en identificar qué tipo de nivel de sistematización existe; por ejemplo, puede ser muy bajo o nulo en los procesos críticos, y en consecuencia un alto nivel de riesgo operativo.

En la elección de proyectos generalmente existe dispersión de la información; fragmentación de sistemas, aplicativos e infraestructura tecnológica; fragmentación y redundancia en la información relevante, inexistencia de una estrategia unificada en materia de tecnología; infraestructura tecnológica obsoleta; alto volumen de operaciones y trabajo que se efectuaba en forma manual con altos costos operativos; compleja integración y manejo de la información; y una alta orientación hacia procesos integrados y sistematizados con un nivel muy alto de actividades redundantes.



### **3. ¿Cómo se conforma su portafolio de proyectos tecnológicos?**

La tecnología está conformada de información, software y hardware pues se considera como el activo estratégico que soporta los procesos, información y productos de las líneas de negocio de cada empresa. El proceso para implementar una plataforma estratégica y productiva se realiza por medio de una “herramienta integral sustentable” que soporte la operación, efectividad y eficiencia de los productos; los servicios y procesos para incrementar el valor de las empresas; la instrumentación de procesos y tecnología centrada en el cliente; la mejora de la administración mediante el manejo integral de la información, así como la mejora de la eficiencia operativa mediante la sistematización, integración, simplificación de los procesos; la implementación de modelos operativos con mecanismos de control automáticos; la garantía de la seguridad e integridad de la información y de servicios; y la renovación de la infraestructura de cómputo y comunicaciones.

El portafolio de proyectos contempla, en forma integral, los componentes fundamentales para la operación eficiente de las empresas integrando las familias de elementos tecnológicos y la ejecución e implementación de los sistemas requeridos para instalar y adecuar la infraestructura requerida de cómputo, almacenamiento, comunicaciones y seguridad informática. La metodología de administración de proyectos está alineada a las mejores prácticas y en cada proyecto se plantea una estrategia específica con los componentes implementados, así como los indicadores globales y controles a lo largo del desarrollo de cada proyecto.

## 4.2 Modelo de negocios y programa tecnológico

### 4. *¿Cómo es su modelo de negocios?*

En el modelo de negocio de mi empresa la tecnología se conforma de información, software y hardware que son los componentes centrales en que se fundamentan los proyectos tecnológicos para la operación y administración de las empresas.

### 5. *¿Existe un programa tecnológico en la empresa y qué propósito tiene?*

Sí existe, el propósito del programa tecnológico es proveer soluciones y servicios informáticos, con el fin de sistematizar y optimizar los procesos, mediante el uso de tecnologías de información y comunicaciones, acordes con los objetivos de cada empresa para contribuir a la generación de valor por medio de la sistematización de sus procesos y empleando óptimas y eficientes tecnologías de información y comunicaciones.

Las principales acciones se orientaran a: Selección de la plataforma tecnológica; la implementación gradual de la plataforma; el establecimiento de metodología de administración de proyectos; rediseño y optimización de las redes de comunicaciones; rediseñar el servicio de telefonía; fortalecer y optimizar la plataforma de seguridad informática; definición de políticas de TI; y, establecer la cartera de proyectos y la cartera de mejoras

### 6. *Respecto a la plataforma tecnológica ¿Qué modelo o metodología utiliza?*

En general, existen diferentes métodos e indicadores a nivel internacional para evaluar el desempeño de un área de tecnología, cada uno de ellos con un enfoque particular. El marco de referencia que utilizamos permite evaluar

el nivel de avance y el grado de madurez de la tecnología. El modelo de administración de proyectos tecnológicos se describe en forma genérica como sigue:

- a. Administración de los Servicios Tecnológicos: Las prácticas y procesos tecnológicos, mediante los cuales se entrega los servicios comprometidos con la calidad acordada.
- b. Arquitectura Tecnológica: El conjunto de reglas, estructuras, composición, orden, estándares, arreglo e interacción de los diferentes elementos tecnológicos empleados en cada empresa.
- c. Modelo de Gobierno: El conjunto de normas, políticas, procesos, organización y directrices que rigen el quehacer tecnológico.

## **7. *¿Qué proyectos tecnológicos específicos tiene su portafolio?***

El portafolio se integra por “Familias Tecnológicas” las cuales agrupan los servicios, productos, procesos, gestión y componentes tecnológicos existentes en cada empresa. En el análisis integral de la tecnología se consideran las siguientes Familias Tecnológicas:

- **Plataforma de Sistemas**, donde se considera el nivel de sistematización de los procesos, la arquitectura, el diseño y construcción de los sistemas, la operatividad y flexibilidad de estos, así como la integridad con la que manejan la información.
- **Información**, donde se considera los modelos de datos, así como el grado de integración, facilidades de análisis, explotación de información, el grado en el que la información era compartida por toda la Institución y los sistemas de información gerencial para soporte a la toma de decisiones.
- **Herramientas Habilitadoras**, en donde se analiza la cantidad, calidad, disponibilidad de las herramientas tecnológicas orientadas a apoyar y automatizar el quehacer cotidiano de cada organización.

- **Plataforma de Cómputo**, donde se considera el diseño, las capacidades de infraestructura tecnológica para el proceso y almacenamiento de información.
- **Plataforma de Comunicaciones**, donde se considera el diseño de la operación, de las capacidades de la información tecnológica para los servicios de transmisión de datos, de voz y de telefonía.
- **Seguridad Informática**, donde se contempla la normatividad, administración, operación y mecanismos de seguridad de la información e infraestructura tecnológica en la institución.
- **Administración de Servicios de TI**, donde se considera la entrega de los servicios tecnológicos institucionales, el soporte a los mismos, así como la calidad y disponibilidad de estos.
- **Modelo de Gobierno TI**, el cual comprende la organización, los objetivos, la misión, la visión, la normatividad y los procesos del área de tecnología de la Institución.

### 4.3 Administración de proyectos de TI

#### 8. *¿Cómo administra los riesgos tecnológicos y de información de su portafolio?*

Primeramente evaluamos el grado de madurez de la tecnología, para lo cual analizamos cada uno de los dominios tecnológicos y se definen las características, condiciones, elementos y atributos que deben estar presente para considerar que dicho dominio contribuye de manera positiva dentro del modelo tecnológico y de comunicación de cada empresa.

El modelo de administración de proyectos evalúa reactivos agrupados en los dominios tecnológicos y para cada uno de ellos se analiza y establece su grado de madurez de acuerdo a la siguiente escala:

- **Inexistente (Nivel 0):** Significa que el proceso o tema no existe y que no hay ninguna evidencia de que se lleve a cabo.
- **Inicial (Nivel 1):** La organización de TI solo tiene unos cuantos procesos y temas definidos, se tiene mucho esfuerzo individualizado, no hay tiempo para planear y el trabajo es reactivo con procesos informales y sin estructura organizacional estandarizada, no se cubren las condiciones mínimas requeridas.
- **Básico (Nivel 2):** La organización reconoce y entiende la importancia de los procesos, existen procesos y temas básicos para la operación de funciones clave, existe una coordinación limitada entre funciones, existen procesos aislados y falta consistencia.
- **Definido o Efectivo (Nivel 3):** La organización de TI opera con procesos, procedimientos, políticas, propietarios y responsabilidades formalizadas a través de toda la organización. Se enfocan los servicios al cliente. Existen procesos clave de negocios interrelacionados y automatizados, tienen fundamentos sólidos pero faltan métricas, se cubren las condiciones requeridas.
- **Administrado o Eficiente (Nivel 4):** La organización de TI, ésta en una etapa de maduración y opera en forma administrada con una planeación y control de los procesos en forma cuantitativa con recolección de métricas. La organización de TI es vista como un negocio dentro de un negocio. Existe una sinergia entre procesos con una mejora continua para la generación de valor.
- **Optimizado (Nivel 5):** La organización de TI es vista como un proveedor de servicios de alta calidad como función estratégica clave. Se encuentra en un nivel de utilidad con una mejora continua lograda a través de la retroalimentación de las métricas. Existe una administración integral de procesos como parte del programa de calidad de los servicios.

## 4.4 Modelo para la mitigación de riesgos

### 9. *Generalmente ¿Qué riesgos tecnológicos identifica en las empresas?*

En general, identificamos que la plataforma tecnológica existente tiene debilidad estructural, un agotamiento tecnológico y carencias administrativas que limitaban su contribución a la eficacia y eficiencia de las empresas. El estado que guardaban los diferentes dominios tecnológicos dentro de la mayoría de las empresas presenta importantes deficiencias y carencias en relación a las necesidades de las diferentes unidades de negocio de las empresas, existiendo brechas importantes entre los servicios tecnológicos ofertados y las demandas de sistematización y tecnología.

En una reconocida empresa de servicios tecnológicos en los cuales fui Gerente durante 18 años la estructura tecnológica estaba basada en sistemas 'Auto-contenidos', lo cual imposibilitaba la interoperabilidad y la eficiencia de los procesos tanto internos como la relación con las entidades externas. Esa plataforma tecnológica generaba ineficiencias operacionales, así como altos costos de infraestructura tecnológica, principalmente en desarrollos, mantenimiento, soporte, hardware y software, sin ofrecer los servicios y calidad requerida para ofrecer sus servicios y productos. En esa empresa identificamos los siguientes riesgos:

- La tecnología impedía el crecimiento de la empresa.
- Provocaba que la operación fuese muy cara por la necesidad de mayor cantidad de personal, operando en forma manual.
- El nivel de sistematización era muy bajo o nulo en los procesos críticos del negocio.
- Existía un alto nivel de riesgo operativo.
- Existía una dispersión de información.
- Fragmentación de sistemas, aplicativos e infraestructura tecnológica.
- Fragmentación y redundancia en la información relevante.

- Inexistencia de una estrategia unificada en materia de tecnología.
- Infraestructura tecnológica obsoleta.
- Alto volumen de operaciones y trabajo que se efectuaba en forma manual con altos costos operativos.
- Compleja integración y manejo de la información.
- Falta de orientación hacia procesos integrados y sistematizados con un nivel muy alto de actividades redundantes.

**10. ¿Qué opinión tiene del modelo matemático propuesto para la mitigación del riesgo?**

Para aplicar el modelo Mínimos Cuadrados Flexibles para el Portafolio de Proyectos de Tecnologías de la Información (MCFPPTI) que sustentas en la teoría matemática de Mínimos Cuadrados Flexibles es imprescindible contar con un conjunto de herramientas habilitadoras para renovar o transformar la plataforma tecnológica para soportar los procesos, información a través de la implementación de una 'Herramienta Integral Sustentable', que soporte la operación, efectividad y eficiencia de los productos, servicios y procesos de las empresas.

La cobertura del portafolio de proyectos debe contemplar los componentes fundamentales para una operación eficiente. Las familias de elementos tecnológicos tienen sus propios riesgos los cuales debe ser prevenidos, reducidos o mitigados de manera específica para cada proyecto:

- **Plataforma de Sistemas.** Se debe considerar el nivel de sistematización de los procesos, la arquitectura, el diseño y construcción de los sistemas, la operatividad y flexibilidad de estos, así como la integridad con la que manejan la información. El modelo propuesto podría evaluar la severidad del riesgo estructural con un nivel de eficacia del 50%.

- **Información.** Se considera los modelos de datos, así como el grado de integración, facilidades de análisis, explotación de información, el grado en el que la información era compartida por toda la Institución y los sistemas de información gerencial para soporte a la toma de decisiones. El modelo matemático propuesto podría evaluar por medio la teoría de mínimos cuadrados flexibles el riesgo estructural, el riesgo de componente y riesgo general de componente con una efectividad del 95%
- **Herramientas Habilitadoras.** Donde se analiza la cantidad, calidad, disponibilidad de las herramientas tecnológicas orientadas a apoyar y automatizar el quehacer cotidiano de la empresa. El modelo propuesto podría evaluar la severidad del riesgo estructural con un nivel de eficacia del 75%.
- **Plataforma de Cómputo.** Donde se consideró el diseño, las capacidades de infraestructura tecnológica para el proceso y almacenamiento de información. El modelo matemático propuesto podría evaluar el riesgo estructural, el riesgo de componente y riesgo general de componente con una efectividad del 75%
- **Plataforma de Comunicaciones.** Donde se considera el diseño de la operación, de las capacidades de la información tecnológica para los servicios de transmisión de datos, de voz y telefonía. El modelo matemático propuesto podría evaluar el riesgo estructural, el riesgo de componente y riesgo general de componente con una efectividad del 50%
- **Seguridad Informática.** Donde se contempla la normatividad, administración, operación y mecanismos de seguridad de la información e infraestructura tecnológica en la empresa. El modelo propuesto podría evaluar la severidad del riesgo estructural con un nivel de eficacia del 50%.



- **Administración de Servicios de TI.** Donde se considera la entrega de los servicios tecnológicos empresariales, el soporte a los mismos, así como la calidad y disponibilidad de estos. El modelo propuesto podría evaluar la severidad del riesgo estructural con un nivel de eficacia del 75%.
- **Modelo de Gobierno TI.** Comprende la organización, los objetivos, la misión, la visión, la normatividad y los procesos del área de tecnología de la Institución. El modelo propuesto podría evaluar la severidad del riesgo estructural con un nivel de eficacia del 50%.

# Conclusiones

Al desarrollar el modelo matemático para la administración de riesgos del portafolio de proyectos nos dimos cuenta del amplio espectro que puede cubrir para los portafolios de proyectos ya que no tiene la limitante del proyecto o la cantidad de proyectos o componentes que manejen dentro del portafolio.

La ventaja que tiene el modelo propuesto ante los otros que se utilizan actualmente, simulación de Monte Carlo e interacción entre riesgos, es que el modelo se puede adecuar aún y cuando no se tenga la información histórica para poder calcular el riesgo del portafolio de proyectos. Esta cualidad muestra una ventaja superior con respecto a los otros modelos cuyas limitantes para hacer el cálculo del nivel del riesgo es la necesidad de información histórica para tener una base de cálculo del riesgo.

Debido a la manera en que se diseñó el modelo matemático se ha obtenido una herramienta útil para cualquier administrador de proyectos o coordinador de programas de proyectos.

Con este modelo se podrá conocer el nivel de riesgo que tiene el portafolio, tomando en consideración esto, el comité de elección del portafolio de proyectos podrá tomar una decisión acerca de cuáles iniciativas se convertirán en proyectos de acuerdo al riesgo que se quiera asumir.

En conclusión, con el modelo propuesto se ayudará a resolver la problemática que se tiene actualmente en la administración de portafolios de proyectos, que es la medición de riesgos mediante la proyección de éstos, además que se reforzará la metodología usada para esta administración.

Además de ayudar con la problemática, esta herramienta será una base para la toma de decisiones de iniciativas que se incluirán en el portafolio ya que ésta es útil para cualquier administrador de proyectos, pues se podrá ayudar a evitar riesgos innecesarios dentro del portafolio de proyectos.

Como uso adicional de la metodología propuesta de Mínimos Cuadrados Flexibles para el Portafolio de Proyectos de Tecnologías de la Información (MCFPPTI), derivado de la presentación del modelo en entrevista, se identifica que el modelo no solo sirve para obtener un número de riesgo también ayuda a ordenar las ideas sobre los riesgos que se presentan dentro de los proyectos, identificar si se incluyeron todos los riesgos, además de poder unificar los criterios que se tienen en los conceptos de riesgos de acuerdo a las visiones de la empresa.

# Bibliografía

- [1] IT Governance Institute, «COBIT 4.0,» de *COBIT 4.0*, Illinois, Estado Unidos de América, IT Governance Institute, 2005, p. 202.
- [2] ISO, «La gestión de riesgos, principios y directrices,» ISO 31000, 2009.
- [3] Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Fourth Edition ed.*, Pennsylvania, Estados Unidos: Project Management Institute, 2008.
- [4] R. C. Mejía Quijano, *Administración de Riesgos: Un enfoque empresarial*, Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2006, p. 41.
- [5] S. Ross, «A first course in probability,» de *A first course in probability*, Fifth edition ed., Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, 1998, p. 408.
- [7] J. Martínez Ponce de León, *Introducción al Análisis de Riesgos*, México: Editorial Limusa, 2001, pp. 85, 86, 95, 96.
- [9] G. Ruiz, J. I. Jiménez y J. J. Torres, *La gestión del riesgo financiero*, Madrid: Pirámide, 2000, p. 205.
- [10] O. A. Vega, «Efectos colaterales de la obsolescencia tecnológica,» *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*, vol. 21, n° 32, pp. 55 - 62, 2012.
- [14] S. C. Misra, V. Kumar y U. Kumar, *Different techniques for risk management in software engineering: a review*, Eric Sprott School of Business Carleton University, 2006.
- [16] Project Management Institute, *The Standard for Portfolio Management*, Project Management Institute, 2008.
- [17] L. F. Melo V. y M. Misas A., *Modelos Estructurales de Inflación en Colombia: Estimación a través de Mínimos Cuadrados Flexibles*, Colombia: BANCO DE LA REPÚBLICA. SUBGERENCIA DE ESTUDIOS ECONÓMICOS.
- [18] J. M. Martínez López, *Simulación Monte Carlo para la evaluación cuantitativa del riesgo en PYMES*, Project Management Institute, 2012.
- [19] B. Weeks, *Determinación de riesgos en entornos muy interactivos. ¿Cómo evitar el factor Titanic en su proyecto?*, Project Management Institute, 2010.
- [20] A. Papoulis, *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, Third Edition ed., McGraw-Hill, 1991.

## Fuentes en Internet

- [6] Seguros Mapfre, «Seguros Mapfre,» [En línea]: [http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1016485](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1016485). [Último acceso: 27 Julio 2012].
- [8] C. Ferrari, «RazonPublica,» 21 Noviembre 2011. [En línea]: <http://www.razonpublica.com/index.php/internacional-temas-32/2565-grecia-espana-e-italia-tres-crisis-similares-y-una-causa-comun.html>. [Último acceso: 25 Octubre 2012].
- [11] V. Basulto, «veritodisruptivas blogspot,» 27 Febrero 2013. [En línea]: <http://veritodisruptivas.blogspot.mx/>. [Último acceso: 17 Noviembre 2014].
- [12] V. Ballinas y A. Becerril, «La Jornada,» 18 Abril 2012. [En línea]: <http://www.jornada.unam.mx/2012/04/18/politica/020n1pol>.
- [13] Reuters, «América económica,» 02 Octubre 2012. [En línea]: <http://www.americaeconomia.com/economia-mercados/finanzas/brasil-y-mexico-no-lograr-sellar-acuerdo-comercial-automotor>.
- [15] ASQ, «ASQ,» 2002. [En línea]: <http://asq.org/quality-progress/2002/03/problem-solving/que-es-un-analisis-arbol-de-falla.html>. [Último acceso: 23 Noviembre 2012].
- [21] «Educación Bancaria,» 5 Noviembre 2012. [En línea]: <http://educacionbancaria.wordpress.com/2012/11/05/introduccion-a-los-instrumentos-financieros-concepto-utilidad-y-caracteristicas/>. [Último acceso: 23 Octubre 2014].
- [22] «Bolsa Mexicana de Valores,» [En línea]: [http://www.bmv.com.mx/wb3/wb/BMV/BMV\\_que\\_es\\_una\\_sociedad\\_de\\_inversion](http://www.bmv.com.mx/wb3/wb/BMV/BMV_que_es_una_sociedad_de_inversion). [Último acceso: 23 Octubre 2014].
- [23] «Inversión-es: La enciclopedia de las Inversiones,» [En línea]: <http://www.inversion-es.com/cartera-de-inversion.html>. [Último acceso: 23 Octubre 2014].
- [24] «Wordpress,» 9 Junio 2008. [En línea]: <http://iaap.wordpress.com/2008/06/09/%C2%BFque-son-las-mejores-practicas-de-administracion-de-proyectos/>. [Último acceso: 3 Noviembre 2014].

## Tabla de abreviaturas

TI	Tecnologías de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicaciones
CoBIT	Control Objectives for Information and Related Technology (Objetivos de Control para la Información y Tecnologías Relacionadas)
PMBOK	Project Management Body of Knowledge (Organismo de Administración de Proyectos del Conocimiento)
PIB	Producto Interno Bruto
VAR	Value At Risk (Valor en Riesgo)
FTA	Fault Tree Analysis (Análisis del árbol de falla)
PMI	Project Management Institute (Instituto de Administración de Proyectos)
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
MCF	Mínimos Cuadrados Flexibles
MCFPPTI	Mínimos Cuadrados Flexibles para el Portafolio de Proyectos de Tecnologías de la Información
BI	Implicaciones del negocio (business implications)
KLP	Puntos clave de influencia (key leverage points)